

# CHAPTER 8: Systèmes d'irrigation par aspersion à tuyaux flexibles mobiles

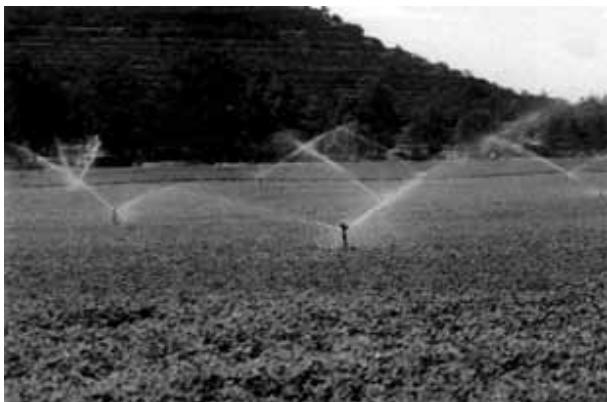
## ***INTRODUCTION***

---

Diverses méthodes et installations d'irrigation par aspersion, aussi bien fixes que mobiles, ont été expérimentées au cours des dernières décennies pour satisfaire les besoins des exploitants. Le système le plus largement utilisé et le moins coûteux pour irriguer les fermes de petite et moyenne dimensions est le système d'aspersion à rampes mobiles avec une pression de fonctionnement basse à moyenne (2–3,5 bars). Les asperseurs sont disposés à intervalles égaux (6–12 m) sur les conduites latérales posées sur le champ à des intervalles prédéterminés (nommés positions des conduites latérales) de 6 à 18 m, de façon que l'eau d'irrigation soit répartie uniformément sur toute la zone couverte (figure 8.1).

Pour éviter le mouvement des conduites latérales et réduire les besoins en main-d'oeuvre, on a conçu le système d'irrigation par aspersion à tuyaux flexibles mobiles. Il s'agit d'une amélioration du système conventionnel à rampes mobiles, qui combine quelques caractéristiques des installations semi-permanentes avec celles des installations permanentes. Dans ce système, les lignes latérales d'aspersion sont disposées de manière permanente à un grand écartement, jusqu'à 60 m. Les asperseurs montés sur des trépieds ne sont pas connectés directement sur les conduites latérales, mais leur sont raccordés par un tuyau flexible en polyéthylène de 20 à 25 mm de diamètre et pouvant atteindre 30 m de long. Les tuyaux avec les asperseurs peuvent être déplacés latéralement de part et d'autre du raccord pour couvrir un nombre maximal de positions latérales.

Comme les asperseurs fonctionnent à basse ou moyenne pression, le système peut être classifié comme une installation à basse ou moyenne pression, semi-permanente et à déplacement manuel. Il est recommandé pour l'irrigation de cultures à couverture totale tels la luzerne, le maïs, le coton, la pomme de terre, la carotte et l'arachide. Il doit être noté que ce système par tuyaux mobiles est différent du système d'irrigation par bassins au moyen de tuyaux flexibles. Ce dernier n'est utilisé que pour l'aspersion sous ramure et les asperseurs sont montés sur de petits patins, qui peuvent être facilement tirés vers l'arrière à distance.

**FIGURE 8.1 - Irrigation par asperseurs à tuyaux flexibles mobiles.**

## ***TRAME DU SYSTÈME ET COMPOSANTES***

La trame du système est standard et comprend un ouvrage de tête, un réseau de distribution en conduites (principales, secondaires, adducteurs, le cas échéant), des bornes, des conduites latérales et un certain nombre de tuyaux (un par asperseur).

L’ouvrage de tête est simple, incluant seulement les vannes de réglage (sectionnement, anti-retour, purgeurs d’air, etc.). Les conduites principales et secondaires sont en général des tuyaux rigides en PVC enterrés, de 90 à 150 mm de diamètre, ou des tuyaux en PEHD de 75 à 110 mm de diamètre, posés à la surface du sol. Les bornes (2 ou 3 pouces) sont implantées le long des adducteurs (principaux ou secondaires), à un intervalle identique à celui des conduites latérales d’aspersion. Les adducteurs et les conduites latérales peuvent être constitués soit de tuyaux en PEHD, soit de tuyaux à raccord rapide en acier léger ou aluminium (63 à 75 mm). Les tuyaux flexibles sont en PEFD ductile (20 à 25 mm). Les trépieds des asperseurs peuvent être fabriqués à partir de tiges de fer de 8 mm.

## ***LES ASPERSEURS***

L’eau débitée par les dispositifs d’aspersion est projetée en l’air et retombe sur le sol en arrosant un cercle autour de l’asperseur. La plupart des asperseurs agricoles sont dotés d’un mécanisme à rotation lente, avec un battant, ou tournant (batteur en forme de coin et ressort, ou batteur et

balancier à contre-poids) et fonctionnent avec une pression basse à moyenne (2 à 3,5 bars). Ils sont munis de deux buses de projection de l'eau: la principale de longue portée, de plus gros diamètre, couvre la zone éloignée de l'aspergeur, tout en activant le mécanisme de rotation de l'aspergeur; la buse secondaire pulvérise l'eau à proximité de l'aspergeur. Les buses sont interchangeables pour permettre des variations de performance en fonction des besoins. Les aspergeurs sont en laiton ou en plastique à haute résistance; la plupart comportent plusieurs pièces en laiton et d'autres en plastique. L'axe et le ressort sont faits d'acier inoxydable. Les principales caractéristiques des aspergeurs utilisés par les systèmes à tuyaux flexibles sont les suivantes:

- deux buses: 3–6 mm (longue portée) x 2,5–4,2 mm (proximité);
- basse à moyenne pression de fonctionnement: 1,8–3,5 bars;
- débit hydraulique: 1,1–3 m<sup>3</sup>/h;
- diamètre de couverture (arrosé): 18–35 m;
- angle du jet: 20°–30° (sauf lorsqu'un angle très faible est requis, par exemple en cas de vents forts, ou d'eaux traitées);
- type de raccord: fileté interne ou externe 0,5–1 pouce.

Afin d'assurer une aspersion satisfaisante avec des aspergeurs rotatifs conventionnels, la pression minimale de fonctionnement doit être au moins de 2 bars.

## ***CRITÈRES ET CONSIDÉRATIONS DE CONCEPTION***

---

L'eau projetée par un simple aspergeur n'est pas uniformément distribuée sur la totalité de la surface; une plus grande quantité d'eau tombe à proximité de l'aspergeur, alors que la périphérie en reçoit moins. Afin d'assurer une pluviométrie uniforme sur toute la surface irriguée, les aspergeurs sont toujours placés de façon à ce que les cercles irrigués se superposent les uns aux autres dans les deux directions. Cette disposition s'appelle l'espacement d'aspersion. L'espacement des aspergeurs le long des lignes latérales est symbolisé par SL, et l'espacement entre deux lignes par Sm. La trame est carrée, rectangulaire ou triangulaire, avec SL = Sm.

Afin d'obtenir une bonne uniformité de distribution par superposition, l'espacement des aspergeurs (Sm) ne doit pas excéder 65 pour cent du diamètre de couverture de l'aspergeur dans des conditions de vent léger ou modéré dans les dispositions carrées ou rectangulaires. Dans le cas de la disposition triangulaire, l'espacement peut être accru jusqu'à 70 pour cent du diamètre de couverture. Dans des conditions de vent fort, l'espacement ne dépassera pas 50 pour cent du diamètre de couverture, et il faudra placer les conduites latérales perpendiculairement à la direction du vent. Quand la force du vent dépasse 3,5 m/s, l'aspersion n'est pas recommandée (figure 8.2).

Le taux moyen d’application (pluviométrie) est fonction du débit de l’asperseur et de l’espacement des asperseurs:

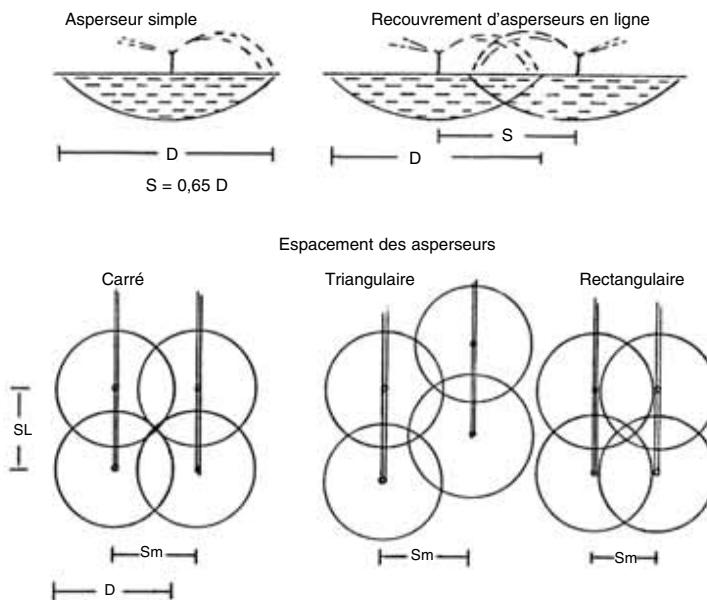
$$\text{Pluviométrie (mm/heure)} = \text{débit de l'asperseur (l/h)} \div SL \times Sm (m)$$

La pluviométrie ne doit pas excéder le taux d’infiltration du sol (25 mm/h dans les sols légers, 8 à 16 mm/h dans les limons et 2 à 8 mm/h pour les argiles).

## RÉGIME DES VENTS

La direction et la vitesse du vent doivent être enregistrées et catégorisées (0-0,7 m/s: vent nul, 0,7-2,5 m/s: vent léger, 2,5-3,5 m/s: vent modéré à fort, et >3,5 m/s vent très fort). L’aspersion est déconseillée lorsque les vents sont forts.

**FIGURE 8.2 - Profils d’humidification du sol sous aspersion.**



D: diamètre du cercle arrosé; SL = espacement le long de la ligne; Sm = espacement entre les lignes Dans des conditions de vent normales (environ 2m/s):  $S = 0,6 D$   
Dans des conditions de vent fort (de 2,5 à 3,5m/s):  $S = 0,5 D$

Dans des systèmes à basse/moyenne pression, l'écartement habituel des asperseurs est de 6, 9 ou 12 m le long du raccord, et de 12 ou 18 m entre les conduites latérales. À l'origine, ces espacements étaient adéquats en raison de la longueur standard des tuyaux à raccord rapide; mais ils se sont avérés très pratiques, car les espacements réduits, les débits faibles et les pluviométries de l'ordre de 8–14 mm/h donnent les meilleurs résultats. La hauteur de l'asperseur au-dessus du sol est au minimum de 60 cm pour les cultures basses. Pour les cultures hautes, la hauteur sera adaptée en conséquence.

Les tuyaux mobiles légers à raccord rapide (acier ou aluminium) peuvent être utilisés non seulement comme conduites latérales d'aspersion, mais également comme lignes de distribution ou de transfert. Ces tuyaux restent très longtemps en bon état. Il est arrivé que des fermiers revendent avec profit de nombreux tuyaux de ce type, même après un usage prolongé.

La procédure de dimensionnement est la même que pour les systèmes d'aspersion à tuyaux mobiles. Les conduites latérales d'aspersion sont posées sur le sol perpendiculairement aux lignes d'adducteurs (principaux et secondaires) en position latérale conforme à l'espacement  $S_m$  défini, tous les 6, 12, ou 18 m. Le nombre de conduites latérales fonctionnant simultanément, capables de distribuer la totalité du débit du système, est nommé le jeu de lignes latérales; ces lignes sont inférieures en nombre à leurs positions. Par conséquent, une fois qu'il a rempli ses fonctions dans une position, le jeu de conduites latérales est déplacé à la position suivante, et ainsi de suite. Le nombre de positions des conduites latérales doit être un multiple du nombre de lignes de conduites latérales par jeu de lignes. Le quotient de ces deux nombres est le nombre de mouvements ou de tours par cycle d'irrigation.

Dans le système d'aspersion à tuyaux flexibles mobiles, les asperseurs peuvent être déplacés des deux côtés des lignes de conduites latérales jusqu'à couvrir une distance maximale de 60 m, correspondant à six positions de conduites latérales à 12 m d'espacement ( $S_m$ ). Au lieu de déplacements et positions de conduites latérales il peut y avoir des déplacements et positions d'asperseurs. Ainsi, une ligne latérale peut couvrir jusqu'à six positions d'asperseurs. Deux jeux de lignes latérales complètes, l'une en fonction, l'autre en attente, avec leurs tuyaux flexibles et asperseurs, peuvent desservir un champ entier uniquement en déplaçant les asperseurs d'une position à l'autre.

La longueur maximale admissible d'une ligne de conduites latérales est fonction du diamètre de la conduite, du nombre d'asperseurs (de leur espacement) et du débit. La perte de charge due au frottement de l'eau dans la ligne latérale ne doit pas excéder 20 pour cent de la pression à l'entrée. À partir de cette hypothèse, le tableau 8.1 présente quelques données indicatives pour des conduites latérales à raccord rapide en acier léger ou en aluminium.

**TABLEAU 8.1 - Nombre maximal d’asperseurs à basse/moyenne pression sur des conduites latérales à raccord rapide**

Pression asperseurs bars	Débit des asperseurs m <sup>3</sup> /h	50 mm	70 mm	89 mm	Espacement SL		
		6 m	12 m	6 m	12 m	6 m	12 m
2,5	1,5						
3,0	1,65	12	10	23	18	36	28
3,5	1,8						
2,5	2,0						
3,0	2,2	10	8	19	15	30	23
3,5	2,3						

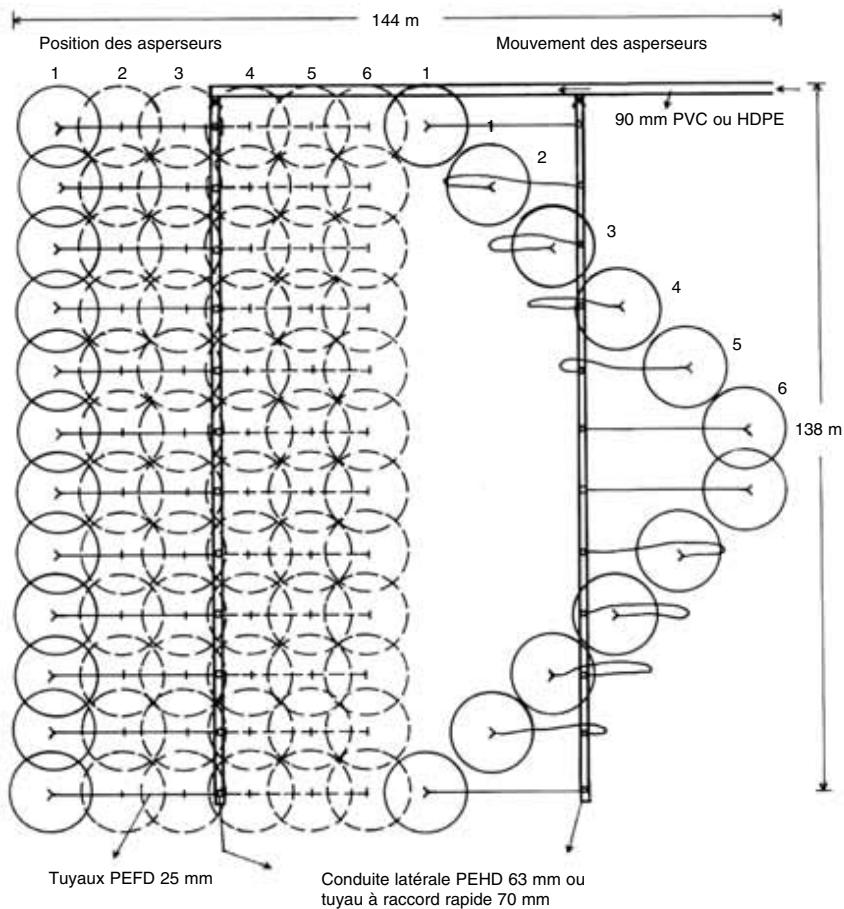
## **PROGRAMMATION DE L’IRRIGATION**

Avec l’irrigation par aspersion, la totalité de la surface est arrosée et ainsi, un plus grand volume de sol est humidifié. Ceci permet de maintenir une teneur en eau du sol plus élevée que dans le cas des méthodes localisées, accroissant ainsi l’intervalle entre deux irrigations. Plus le volume de sol humidifié est élevé, plus tard la culture souffrira de déficit hydrique. La préparation du programme d’irrigation suit la procédure standard, c'est-à-dire prend en considération la capacité du sol à retenir l’humidité, la physiologie de la plante (profondeur d’enracinement, stade de croissance, coefficient cultural, etc.), ainsi que le climat. L’efficience d’irrigation est d’environ 75 pourcent. En général, la profondeur d’application de la dose d’irrigation pour les cultures de plein champ à enracinement profond sous aspersion varie de 40 à 100 mm. Avec une pluviométrie d’environ 14 mm/h, le temps de fonctionnement à chaque position est d’environ 3 à 7 heures. En aspersion, des intervalles de deux semaines entre les irrigations sont courantes.

## **COÛTS**

Le coût total de l’installation du système sur 2 ha (comme dans l’exemple ci-après) est de 1 790 \$EU, soit moins de 1 000 \$EU/ha. Une analyse de coût indique que le coût de l’ouvrage de tête est d’environ 70 \$EU. Les conduites en plastique, PVC et PE, du réseau de distribution constituent la partie la plus coûteuse, qui s’élève à 1 177 \$, soit 66 pour cent du coût total. L’équipement sophistiqué importé, tels les asperseurs, représente rarement plus de 10 pour cent du coût total.

**FIGURE 8.3 - Irrigation par aspersion à tuyaux flexibles mobiles –  
Exemple de projet (2.0 ha)**



## **AVANTAGES**

---

- Efficience d’irrigation élevée: 75 pour cent.
- Conception simple, installation et fonctionnement simplifiés.
- Adaptabilité à tous les types de sols, à de nombreuses espèces de cultures et à de petites parcelles irrégulières.
- Moindre coût par rapport à bien d’autres systèmes modernes d’irrigation.
- Ne nécessite pas de main-d’oeuvre qualifiée.

## **INCONVÉNIENTS**

---

- Pénible et déplaisant labeur de déplacement des asperseurs avec leurs tuyaux flexibles.
- Longue durée du cycle d’irrigation.

## ***EXEMPLE DE PROJET – IRRIGATION DU COTON PAR ASPERSION À TUYAUX FLEXIBLES MOBILES***

---

### **Superficie et cultures**

Une superficie carrée et nivelée d’environ 2 ha, plantée de coton au début d’août.

### **Sol, eau et climat**

Sol de texture moyenne de bonne structure, avec une infiltration et un drainage interne favorables. L’humidité disponible du sol est de 110 mm/m de profondeur. L’eau est de bonne qualité sans risque de salinité ni de toxicité; elle provient d’un forage équipé avec une unité de pompage fournissant 36 m<sup>3</sup>/h. La période de pointe pour l’irrigation a lieu en octobre, au milieu de la période de croissance de la culture.

### **Besoins en eau et programme d’irrigation**

La valeur de l’évaporation en bac en octobre est de 5,6 mm/jour. Cette dernière multipliée par 0,66 (facteur de correction de l’évaporation en bac) donne une ETo de 3,7 mm/jour. À ce stade, le coefficient cultural du coton kc est de 1,05, la profondeur d’enracinement de 1m et la baisse d’humidité de 50 pour cent. Par conséquent, ETc coton = 3,7 x 1,05 = 3,88 mm/jour. La profondeur nette d’application est de Sa: 110 mm x 1 m de profondeur

d'enracinement x 0,5 de tarissement de l'humidité = 55 mm. L'intervalle maximum admissible d'irrigation en octobre est de  $55 \text{ mm} \div 3,88 \text{ mm/jour} = 14 \text{ jours}$ . La fréquence d'irrigation dépend de plusieurs facteurs, mais en aucun cas elle ne doit excéder l'intervalle maximum d'irrigation admissible. L'efficience d'application du système étant de 75 pour cent, la profondeur brute d'application en pointe est de  $55 \text{ mm} \div 0,75 = 73,3 \text{ mm}$ . La dose brute d'irrigation est de:  $73,3 \text{ mm} \times 10 \times 2 \text{ ha} = 1\,466 \text{ m}^3$ .

### **Trame du réseau, performances et caractéristiques hydrauliques**

Une conduite principale en PVC rigide de 90 mm de diamètre est enterrée le long de la limite nord du champ. Deux conduites latérales en PEHD de 63 mm sont implantées perpendiculairement à la conduite principale, orientées du nord au sud et espacées de 60 m; elles sont raccordées à la conduite principale par des bornes de prise en surface. Sur les lignes latérales et à des intervalles réguliers de 12 m, des tuyaux flexibles en PE de 25 mm et de 30 m de long sont raccordés et étendus sur les côtés. À l'autre extrémité du tuyau sont branchés les asperseurs montés sur des trépieds (tableaux 8.2 et 8.4 et figure 8.4).

- caractéristiques et performances des asperseurs: basse pression, asperseurs à deux buses; débit  $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$  à 2,5 bars de pression nominale, diamètre du cercle arrosé: 26 m;
- espacement des asperseurs:  $12 \times 12 \text{ m}$ ;
- pluviométrie:  $10,4 \text{ mm/h}$ ;
- nombre d'asperseurs par latéral: 12;
- nombre de conduites latérales: 2;
- nombre total d'asperseurs: 24 (fonctionnant simultanément);
- débit d'une conduite latérale:  $18 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- débit total du système:  $36 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- nombre de position d'asperseurs (et rotation de conduites latérales): 6;
- durée d'application par rotation:  $73,3 \text{ mm} \div 10,4 = 7 \text{ heures}$ ;
- durée du cycle d'irrigation: 42 heures.

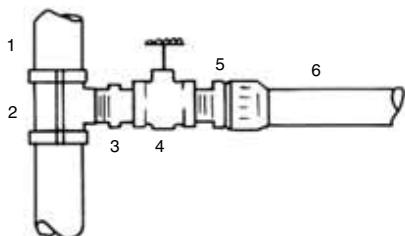
**TABLEAU 8.2 - Charge totale dynamique requise**

	bars
Pression requise à l'asperseur	2,50
Pertes de charge dans le tuyau flexible en PEFD de 30 m	0,33
Pertes de charge dans les conduites latérales en PEHD 63 mm	0,47
Pertes de charge sur la conduite principale en PVC 90 mm	0,15
Pertes de charge mineures	<b>0,25</b>
Charge totale dynamique requise:	3,70

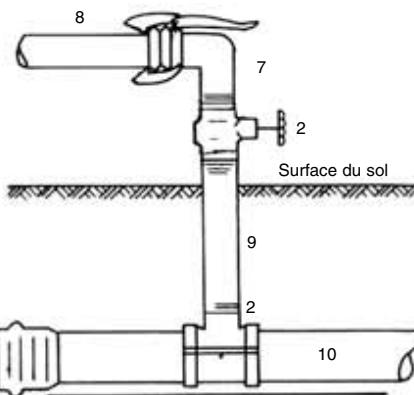
**TABLEAU 8.3 - Liste des équipements nécessaires pour une installation  
d’aspersion à tuyaux flexibles mobiles (devis quantitatif)**

Pièce n°	Description	Quantité	Prix unitaire \$EU	Prix total \$EU
	<b>Réseau de distribution</b>			
1.	Conduite PVC rigide 90 mm, 6 bars	110 m	2,50	275,00
2.	Conduite PEHD 63 mm, 6 bars	280 m	1,80	504,00
3.	Adaptateur PP 3 in x 90 mm	1 U	10,00	10,00
4.	Adaptateur PP 2,5 in x 63 mm	2 U	5,00	10,00
5.	Bouchon PP 90 mm	1 U	10,00	10,00
6.	Bouchon PP 63 mm	2 U	5,00	10,00
7.	Collier prise en charge PP 90 mm x 2,5 in	2 U	3,00	6,00
8.	Collier prise en charge PP 63 mm x $\frac{3}{4}$ in	24 U	1,30	31,20
9.	Adaptateur PP $\frac{3}{4}$ in x 25 mm	48 U	1,00	48,00
10.	Tube de rallonge fileté 2,5 in 60 cm	2 U	4,00	8,00
11.	Robinet-vanne 2,5 in	2 U	13,00	26,00
12.	Raccord 2,5 in	2 U	1,00	2,00
13.	Trépied d’asperseur	24 U	8,00	192,00
14.	Asperseur à deux buses, 1,5 m <sup>3</sup> /h à 2,5 bars	24 U	8,00	192,00
15.	Tuyaux flexibles PEFD 25 mm, 4 bars	720 m	0,40	288,00
	Excavation et remblai tranchée	110 m	1,00	110,00
	<b>Sous-total</b>			<b>1722,20</b>
	<b>Ouvrage de tête</b>			
16.	Vanne de contrôle laiton 2,5 in	1 pc	15,00	15,00
17.	Vanne de sectionnement laiton 2,5 in	2 U	13,00	26,00
18.	Té 2,5 in (métal galvanisé ou PVC)	3 U	3,50	10,50
19.	Raccord 2,5 in	4 U	1,00	4,00
20.	Purgeur d’air 1 in	1 pc	12,00	12,00
	<b>Sous-total</b>			<b>67,50</b>
	<b>COÛT TOTAL:</b>			<b>1789,70</b>

FIGURE 8.4 - Techniques de raccord pour l'aspersion à tuyaux flexibles mobiles.



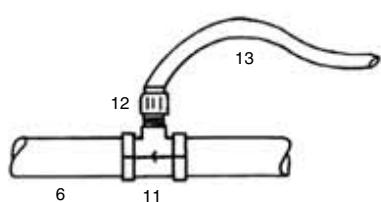
1 – Conduite PEHD 90 mm (principale)  
 2 – Collier de prise en charge PP 90 mm x 2,5 in  
 3 – Raccord 2,5 in



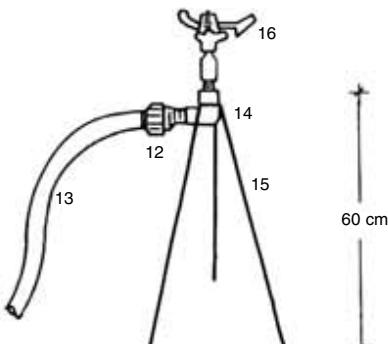
4 – Robinet-vanne 2,5 in  
 5 – Adaptateur PP 2,5 in x 63 mm  
 6 – Conduite (latérale) PEHD 63 mm  
 7 – Coude à raccord rapide 2,5 in x 70 mm  
 8 – Tuyau à raccord rapide (latéral) 70 mm

Fond de tranchée

9 – Tube de rallonge fileté 2,5 in  
 10 – Conduite PVC rigide enterrée 90 mm  
 11 – Collier de prise en charge PP 63 mm x  $\frac{3}{4}$  in  
 12 – Adaptateur PP  $\frac{3}{4}$  in x 25 mm  
 13 – Tuyau souple PEFD 25 mm  
 14 – Coude fer galvanisé  $\frac{3}{4}$  in  
 15 – Trépied  
 16 – Asperseur (2 buses)



6 11 12 13



60 cm



# CHAPITRE 9: Systèmes d'irrigation par aspersion à enrouleurs à rampes repliables

## ***INTRODUCTION***

---

Le système d'irrigation par aspersion à enrouleurs à rampes repliables est un système mécanisé complètement automatique, aisément transportable d'un champ à l'autre (figure 9.1). La rampe d'aspersion, montée sur un chariot muni de roues à une hauteur de 1,3 à 2,5 m au-dessus du sol, est entraînée à l'extrémité du champ jusqu'à 400 m du corps principal de l'engin (un bâti surmonté d'un tambour) qui reste près de la borne. Le chariot est relié au bâti par un long tuyau en PE posé sur le sol. Pendant le fonctionnement, le tuyau s'enroule sur le tambour fixé sur le corps principal en tractant vers l'arrière le chariot avec la rampe mobile qui irrigue une bande de terrain, jusqu'à ce que toute la longueur du champ soit couverte. Les rampes repliables d'aspersion sont des systèmes compacts opérant à basse/moyenne pression (3 à 4,5 bars). La superficie irriguée par tour (secteur) est de l'ordre de 0,4 à 2 ha selon la dimension de l'unité. Ces systèmes sont utilisés pour l'irrigation des fourrages, céréales, pommes de terre, arachides ainsi que la plupart des cultures industrielles de plein champ; ils sont beaucoup employés pour l'irrigation supplémentaire des céréales (blé et orge) durant les mois d'hiver.

**FIGURE 9.1 - Rampe d'aspersion en service sur son chariot.**



## ***TRAME DU SYSTÈME ET COMPOSANTES***

Une rampe équipée de buses d’aspersion rotatives à basse pression vaporise l’eau d’irrigation au-dessus des plantes. La rampe est une simple conduite mobile d’aspersion suspendue au-dessus du sol. Elle est montée sur un chariot roulant et alimentée par un long tuyau flexible en PE raccordé à un gros tambour d’enroulement, placé sur un bâti à base pivotante montée sur roues (figure 9.2). Celui-ci est équipé d’un dispositif de commande et d’autres systèmes optionnels assurant un bon fonctionnement du système. Pour l’installation, tout l’équipement est traîné par un petit tracteur agricole, puis connecté à une borne ou toute autre source d’eau sous pression. Le chariot avec la rampe pliée ou déployée est tracté jusqu’au bout du champ à irriguer sur toute la longueur du tuyau flexible, en général 400 m au maximum.

Le système se déplace avec la pression hydraulique; la pression est transmise de la turbine centrale du système au tambour enrouleur par un entraînement à chaîne et une boîte de vitesse. Pendant le fonctionnement, le tambour actionné par la turbine tire automatiquement le chariot avec la rampe sur une large bande de terrain à irriguer, en enroulant le tuyau sur le tambour. La vitesse de tractation est réglable, entre 2 et 60 m/heure. Lorsque le tuyau est complètement rétracté, le tambour cesse automatiquement l’enroulage. Le bâti à base pivotante peut être tourné (180° maximum) et la rampe avec son tuyau d’aspersion orientée dans une autre direction, pour irriguer une nouvelle zone du même champ. Ensuite, toute l’unité peut être déplacée jusqu’à une autre parcelle ou stockée.

**FIGURE 9.2 - La rampe, le tuyau en PE et le bâti à tambour.**



### ***La rampe avec les distributeurs (mini-diffuseurs) et le chariot mobile***

La conduite de la rampe comprend des tubes pliables en acier galvanisé au zinc à chaud de 2 à 3 pouces (50–80 mm) de diamètre et d'environ 4 m de longueur, avec des diamètres réduits aux 2 extrémités. La rampe est montée sur un chariot à 2 ou 4 roues selon la dimension des rampes, construit en acier et aluminium de haute qualité, équipé de supports pivotants avec dispositifs de blocage pour le transport de la rampe. Celle-ci est suspendue au-dessus du sol entre 1,3 et 2,5 m du sol, cette hauteur étant ajustable hydrauliquement par un mécanisme spécial monté sur le chariot. Des contrepoids maintiennent la rampe constamment parallèle au sol. La rampe peut facilement et rapidement être repliée ou déployée par un seul opérateur, sa longueur totale variant entre 15 et 50 m selon le modèle. Des buses d'extrémité ou des asperseurs rotatifs à impact montés sur les deux bras de la rampe peuvent accroître significativement la largeur effective d'arrosage (largeur de la bande irriguée) (figure 9.3).

Les mini-diffuseurs sont en général du type à déflecteur avec des plaquettes à rainure fixes ou rotatives pour une distance de projection de l'eau plus longue (jusqu'à 6 m de rayon), comme dans les irrigateurs à pivot central. La dimension des buses varie de 2 à 5 mm et la pression de fonctionnement de 0,7 à 2,5 bars, avec des débits compris entre 100 l/h et 4 500 m<sup>3</sup>/h; les buses, qui peuvent fonctionner en demi-cercle (180°) ou cercle complet (360°), sont placées à la partie inférieure de la conduite, face au sol, à des intervalles de 1,5 à 2 m pour un recouvrement efficace. A proximité du bâti, des asperseurs à déflecteur en demi-cercle avec portée de jet réduite sont installés pour diriger l'aspersion devant la rampe, hors des roues, afin d'éviter leur engorgement dans des sols submergés, ce qui permet le retour du système sur un sol sec.

**FIGURE 9.3 - Mini-diffuseurs en cercles complets et demi-cercles.**



## ***Le tuyau flexible en polyéthylène***

Ce tuyau est fait de PEHD vierge spécial renforcé, résistant à de hautes pressions minimales de 10 bars. Il est conçu spécialement pour les machines à tambour d’enroulement et son diamètre varie de 75 à 110 mm selon le système, pour une longueur de 300 à 500 m. Une extrémité est branchée au tambour, l’autre à la rampe. Ce tuyau assure le transit de l’eau d’irrigation et l’alimentation de la conduite de la rampe.

## ***Le bâti à tambour***

Selon le modèle et les dimensions, le bâti, constitué de trains de roulement de construction lourde à deux, trois ou quatre roues, comprend un châssis tournant sur lequel le tambour à enrouler le tuyau peut pivoter de 270°, manuellement ou mécaniquement, pour occuper n’importe quelle position. L’ensemble de la machine reste fixe même lorsqu’elle est soumise à de fortes tractions durant l’irrigation. Le tambour enrouleur, d’un diamètre d’environ 2 m, est équipé d’un système d’entraînement à turbine à plein débit et d’une boîte à quatre vitesses, d’un dispositif de commande électronique ou mécanique, d’une vanne de sectionnement à surpression, d’un tachymètre et d’un capteur pour le réglage précis de la vitesse de rétraction. Le tambour démarre, fonctionne et s’arrête en toute sécurité; il s’arrête automatiquement en fin de rembobinage du tuyau (figure 9.4). Le mécanisme d’enroulement guide le tuyau en PE avec précision et uniformément durant tout le processus d’enroulement en évitant la formation de coudes et écrasements sur le tuyau enroulé. Le système peut être arrêté à tout moment grâce au levier de changement de vitesse. Le cas échéant, le tuyau en PE peut être enroulé très rapidement. Un système de vidange permet de vider l’eau laissée dans le tuyau au terme de

**FIGURE 9.4 - Le bâti à tambour et le tuyau flexible en PE.**



l'irrigation; simultanément, la rampe se replie facilement et le chariot dans sa position de transport est hissé hydrauliquement sur le support à tambour. Toute la structure est en acier galvanisé à chaud.

## ***CRITÈRES ET SPÉCIFICATIONS DE CONCEPTION***

Les rampes mobiles d'arrosage sont des systèmes mobiles qu'il est facile de transférer d'un champ à l'autre en les tirant par un tracteur agricole. Les dimensions les plus utilisées par les fermiers sont les débits de 25 à 35 m<sup>3</sup>/h à une pression de fonctionnement de 3 à 4,5 bars, arrosant des bandes de 35 à 50 m de large avec une surface arrosée par tour de 0,8 à 1,5 ha, une durée de fonctionnement de 10 à 12 heures et une pluviométrie totale de 40 à 50 mm d'eau. Une telle machine d'irrigation peut facilement couvrir 25 ha d'irrigation supplémentaires durant les mois d'hiver. Cette pratique est habituellement réservée aux céréales en période de sécheresse. Chaque modèle peut être modifié pour des débits et des largeurs d'irrigation différents en remplaçant les buses d'arrosage de la rampe.

### ***Superficie, topographie***

La superficie à arroser doit être un champ agricole uni de forme régulière; elle doit permettre le déplacement du système d'une position à l'autre (figure 9.5). La rampe d'arrosage peut fonctionner sur un terrain irrégulier, mais le niveling préalable du sol est recommandé pour obtenir une pente uniforme maximale de 1 pour cent. Une topographie irrégulière peut conduire à de nombreuses difficultés, en particulier si l'eau se met à ruisseler.

**FIGURE 9.5 - Déplacement de la machine.**



## **Sols**

Le sol doit être de texture moyenne avec un taux d'infiltration de plus de 15 mm/h, un bon drainage interne et une capacité de rétention de l'eau suffisante.

## **Disponibilité en eau**

La source d'eau peut être un forage, une rivière ou un petit réservoir de stockage. Le système peut aussi être alimenté par des bornes localisées en divers points sur les bords de la parcelle. La pression de l'eau doit être adéquate pour un fonctionnement normal du système, mais en aucun cas inférieure à 3,5 bars; dans le cas contraire une pompe de remise en pression est nécessaire en tête du système pour fournir le débit demandé à la pression correcte. La prise du système sera connectée à la prise ou à la sortie de la pompe par un tuyau flexible à raccord rapide. A chaque position de la rampe doit correspondre une borne. La source d'eau doit être aussi proche que possible du champ à irriguer.

## **Qualité de l'eau**

L'eau doit être propre et ne pas contenir de solides en suspension ni d'autres impuretés, avoir un pH normal de 6,5 à 8,4 et ne présenter aucun risque de salinité, de présence de sodium ni de problèmes de toxicité causés par les bicarbonates et nitrates ou le bore. Si possible, la quantité totale de matière dissoute ne doit pas dépasser 1 500 mg/l (ppm); taux d'adsorption du sodium < 12; carbonate de sodium résiduel < 1,25 meq/l; teneur en bore < 0,7 mg/l; chlorures < 200 mg/l; nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) < 100 mg/l et une faible teneur en bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ).

## **Type de cultures**

Les cultures qui seront cultivées sous irrigation par aspersion à enrouleurs à rampes repliables sont les mêmes qui sont recommandées par l'irrigation à pivot central et leur saison de croissance sera identique:

- *Cultures d'hiver:* blé, orge, mi-oct./mi-nov. (semis) à mai/juin (récolte)
  - pois chiche: mars (semis)/juin (récolte)
  - lentilles: mai (semis) à juin (récolte).
- *Cultures industrielles:* soja: mars/avril (semis) à octobre/novembre (récolte)
  - maïs: mars, juin ou juillet (semis) à juillet/octobre (récolte)
  - tournesol: mars (semis) / juin (récolte).

- *Autres cultures:* légumes à feuilles: début printemps, pommes de terre: printemps, automne, melons: mars à juin – juillet à octobre (récolte), arachides: avril à septembre, luzerne: pérenne.

## **SPÉCIFICATIONS PARTICULIÈRES ET PROGRAMME D'IRRIGATION**

---

Il convient de souligner que ce système est entièrement différent des systèmes conventionnels d'irrigation par aspersion, car il est axé sur l'intensité de l'application de l'eau d'irrigation. Dans un système conventionnel fixe, la pluviométrie (P) est déterminée par le taux d'infiltration du sol et dépend du débit de l'aspergeur (m<sup>3</sup>/heure) et de l'espacement (m) des aspergeurs le long de la ligne et entre les lignes. La hauteur (D) d'application de l'eau (dose d'irrigation) est déterminée par le programme d'arrosage et dépend du nombre d'heures de fonctionnement. Par exemple, si P = 12 mm/h durant 3,5 heures, D = 12 mm/h × 3,5 h = 42 mm.

Dans le système d'aspersion à enrouleurs à rampes repliables, la pluviométrie P est pratiquement identique à la quantité d'eau requise par unité de surface à irriguer. Cette quantité est appliquée en une fois, comme dans les méthodes d'irrigation de surface et non durant une période donnée (durée d'application). En d'autres termes, la surface irriguée simultanément est limitée à la petite superficie arrosée en chaque instant par les mini-diffuseurs de la rampe, qui tout au long du trajet apportent la totalité de l'eau nécessaire. Ainsi, l'intensité d'irrigation est très élevée, atteignant 50 à 100 pour cent de la hauteur d'application d'irrigation. Il est évident que ruissellement et formation de flaques sont inévitables dans beaucoup de terrains à taux d'infiltration faible à modéré, en dépit des arguments commerciaux des fabricants et fournisseurs. Comme les fermiers ne considèrent pas qu'il soit pratique de revenir à plusieurs reprises, la dose d'eau d'irrigation ne peut être appliquée partiellement, comme c'est le cas dans le système à pivot central où l'on peut répéter les rotations.

Plus la vitesse de rétraction du chariot mobile est élevée, plus la hauteur d'eau appliquée est faible, et vice-versa. D'autres facteurs importants sont la superficie couverte par tour et le nombre d'heures de fonctionnement du système. Ainsi pour le calcul du programme d'arrosage, les deux formules suivantes peuvent être utilisées, (1) pour la détermination de la vitesse de rétraction et (2) pour la surface irriguée par tour:

$$S = \frac{Q \times 1000}{WD} \quad (1)$$

$$A = \frac{WSH}{10000} \quad (2)$$

où:

**S:** vitesse de rétraction en m/h

**Q:** débit du système en m<sup>3</sup>/h

**W:** largeur de la bande irriguée en m

**D:** hauteur d'eau d'irrigation en mm (dose d'irrigation)

**A:** superficie par position en ha

**H:** heures de fonctionnement du système

Pour le programme d'irrigation, les utilisateurs des systèmes d'aspersion à enrouleurs à rampes repliables peuvent utiliser les formules ci-dessus ou utiliser les tableaux préparés à cet effet par les fournisseurs (tableau 9.1). Ces tableaux donnent la hauteur d'eau calculée pour diverses vitesses de rétraction de la rampe, en fonction du débit du système et de la largeur de la bande irriguée.

TABLEAU 9.1 - Exemple de tableau des performances pour diverses vitesses de rétraction et pluviométries

Débit du système m <sup>3</sup> /h	Largeur bande (mètres)	Hauteur d'application par position			
		20 mm	30 mm	40 mm	50 mm
Vitesse de rétraction m/h					
17,5	50	17	12	9	7
30	50	30	20	15	12
37	50	37	25	18	15
45,9	50	46	31	23	18

Les valeurs de ce tableau sont calculées au moyen de la première formule indiquée ci-dessus pour la vitesse de rétraction.

Ce système est recommandé pour les cultures à racines profondes avec des dosages d'irrigation d'environ 40 à 50 mm. L'utilisation de mini-diffuseurs appropriés produisant de fines gouttes de dimension et distribution adéquates est d'une importance majeure, car les gouttes trop fines sont emportées par le vent, ce qui nuit à l'uniformité de la distribution, alors que les grosses gouttes perturbent la surface du sol et modifient le taux d'infiltration.

## COÛTS

Le coût d'un système complet d'aspersion à enrouleurs à rampes repliables varie en fonction de la dimension de l'unité à irriguer. Les caractéristiques générales pour une machine de taille relativement modérée sont: débit du système: 25 à 40 m<sup>3</sup>/h; pression de fonctionnement: 3,0 à 3,5 bars; tuyau flexible en PEHD de 75 mm de diamètre et de 300 m de long; largeur de bande irriguée: 50m; et surface moyenne irriguée par position: 1,5 ha. Le coût d'une telle unité est d'environ 12 000 \$EU.

## AVANTAGES

- Système d'irrigation automatisé, complet en une unité compacte mobile.
- Efficience d'irrigation de 80 pour cent.
- Gain de main-d'oeuvre considérable.
- Fines précipitations améliorant la structure du sol.
- Maniement simple.
- Pas d'installation de tuyaux sur le champ (figure 9.6).
- Solution pratique à de nombreux problèmes d'irrigation pour les exploitants agricoles.
- Idéal pour l'irrigation supplémentaire de grands champs éloignés (figure 9.7).

## INCONVÉNIENTS

- Prix d'installation élevés.
- Fortes intensités de pluviométrie conduisant à des ruissellements et à la formation de flaques.

FIGURE 9.6 - Rampe repliable en fonctionnement.



FIGURE 9.7 - Machine à rampe repliable.



- Le système est peu recommandé pour les sols lourds de texture fine avec de faibles perméabilités.
- Déplacement d'un champ à l'autre nécessitant un tracteur (figure 9.8).

## ***EXEMPLE DE PROJET – SYSTÈME D'ASPERSION À ENROULEURS À RAMPES REPLIABLES POUR UNE CULTURE DE LUZERNE***

### ***Superficie et culture***

Le champ est un rectangle de 280 m x 100 m situé le long d'une route, plus ou moins régulier avec pente uniforme, et couvrant une superficie totale de 2,8 ha. Il y pousse de la luzerne pérenne, une culture fourragère à racines profondes tolérante à la salinité.

### ***Sol, eau et climat***

Le sol est de texture moyenne, avec un taux d'infiltration > 15 mm/h et une humidité disponible de 120 mm/m. La source d'eau est un forage profond débitant 30 m<sup>3</sup>/h avec une pression de 3,2 bars à la sortie. L'eau est légèrement saline avec une quantité totale de matière dissoute de 1 400 mg/l sans risque de sodium ni d'autre problème. Le climat est semi-aride avec des étés chauds et une évaporation maximale de 9 mm/jour en juillet/août.

### ***Besoins en eau et programme d'irrigation***

La luzerne est une culture pérenne qui pousse pendant trois à quatre ans dans les climats à hivers doux. Ses besoins en eau sont élevés, de 900 à 1 500 mm par saison. Les variations de consommation d'eau (valeurs de  $k_c$ ) durant la saison d'irrigation dépendent principalement du moment de la coupe et de la période de dormance, pratiquée par les agriculteurs durant les mois chauds. Avec un  $k_c$  de 0,95 et une efficience d'application de 80 pour cent, les besoins bruts d'irrigation dans ce cas d'étude s'élèvent à 1 350 mm. Chaque saison, la hauteur totale d'eau est appliquée en 27 irrigations, à raison de doses unitaires régulières de 50 mm.

### ***Caractéristiques de la trame du système et performances***

La machine à rampe mobile choisie fonctionne avec une pression de 3 bars et un débit de 30 m<sup>3</sup>/h correspondant à la disponibilité en eau de la source. La longueur de la rampe est d'environ 32 m permettant l'irrigation effective d'une bande de 50 m de largeur. Le tuyau flexible est en plastique PEHD de 75 mm de diamètre et 300 m de long. La rampe repliable est tirée à une extrémité du champ à 280 m du tambour placé à l'autre extrémité près de la borne, le tuyau en PEHD étant déroulé au sol.

Lorsque le système fonctionne, le tuyau s'enroule sur le tambour et le chariot avec la rampe est traîné vers l'arrière en arrosant une bande de 50 m de largeur. Avec deux positions de la machine ( $2 \times 50 \text{ m} \times 280 \text{ m}$ ), toute la parcelle est irriguée.

L'application de 50 mm de hauteur d'eau par irrigation est obtenue avec un débit de  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  et une vitesse de déplacement de  $12 \text{ m/h}$  (voir tableau ou formules). Le temps requis pour une position est  $280 \text{ m} \div 12 \text{ m/h} = 23,3$  heures. Avec 8 heures de fonctionnement par jour, trois jours sont nécessaires par position, soit 6 jours pour l'irrigation de toute l'unité. En été la durée quotidienne peut atteindre 10 ou 12 heures, ce qui peut réduire l'irrigation de toute l'unité à quatre jours. En accord avec le programme d'irrigation, les 27 irrigations se répartissent ainsi: 2 en avril, 3 en mai, 5 en juin, 5 en juillet, 5 en août, 4 en septembre et 3 en octobre. Durant la période de pointe la machine fonctionnera 20 jours par mois pour répondre aux besoins (figure 9.9).

FIGURE 9.8 - Positions d'une machine à enrouleurs à rampes repliables.



## ***SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES (BESOINS MINIMAUX)***

### ***Description et conditions générales requises***

Machine intégrée d'irrigation par aspersion à rampes repliables et tambour d'enroulement à utiliser comme un simple système d'irrigation de la manière suivante:

- superficie couverte par position: 1,2 à 1,8 ha;
- débit – pression:  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  de 3 à 3,5 bars;
- type de système: déplacement mécanisé;
- composantes du système: i) tambour enrouleur sur châssis à roues à déplacement hydraulique; ii) tuyaux à enrouler en PEHD de 75 mm; iii) rampe repliable d'arrosage avec mini-diffuseurs sur chariot;

- trame du système: la rampe d'arrosage est tirée à une extrémité du champ à 280 m du bâti à tambour placé à l'autre extrémité près de la borne, le tuyau en PEHD étant déroulé au sol. Pendant le fonctionnement, le tuyau s'enroule sur le tambour et le chariot avec la rampe est rétracté en arrosant une bande de 50 m de largeur;
- longueur totale du tuyau à enrouler: 300 m.

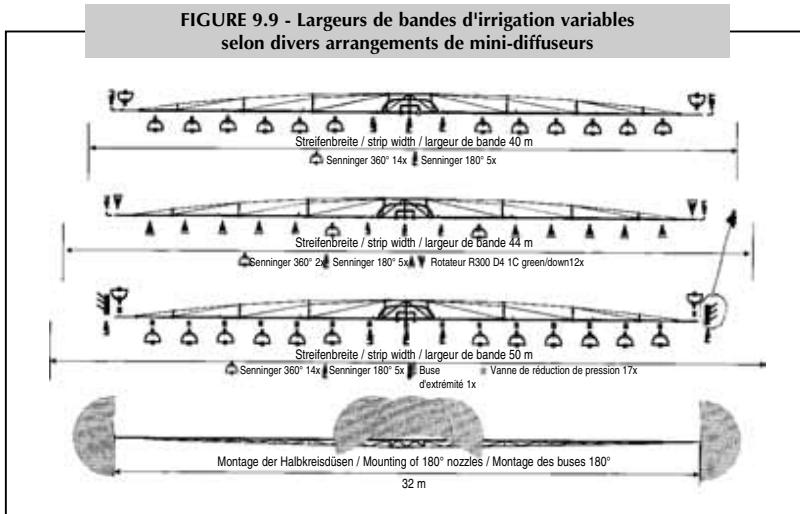
### **Bâti à tambour**

- bâti assemblé en acier et aluminium de la meilleure qualité, avec écartement des roues ajustable. Facile à déplacer;
- cadre monté sur 2 ou 4 roues munies de pneus larges;
- pivot hydraulique ou mécanique pour l'orienter dans toute position voulue sur sol nivelé ou non;
- supports de machine avec enrouleur mécanique;
- bâti et châssis tournant entièrement en acier galvanisé à chaud;
- tambour enrouleur de tuyau rotatif avec supports intégrés, diamètre d'environ 2 m;
- vitesse de rétraction réglable avec tachymètre pour indication digitale de la vitesse;
- équipé d'un mécanisme d'entraînement à pression hydraulique (turbine à écoulement intégral, manomètre, boîte à 4 vitesses, capteur, dispositifs de sécurité);
- système de guidage symétrique et asymétrique du tuyau;
- système de vidange du tuyau;
- dispositif de levage hydraulique automatique pour l'assemblage de la rampe, avec tiges de support;
- dispositif automatique d'arrêt;
- raccord facile aux bornes, par tubes de connexion de 10 m.

### **Rampe d'arrosage et chariot mobile**

- bras pivotants de la rampe;
- ensemble en acier galvanisé au zinc à chaud ou aluminium;
- monté sur chariot mobile à roues;
- mini-diffuseurs à cercle complet d'irrigation, fines gouttes et grand rayon de couverture, placés à des espacements fréquents et réguliers; demi-cercles de couverture à l'extrémité près du chariot. Asperseurs en bout de rampe.;
- largeur de la bande d'irrigation effective: 50 à 55 m (figure 9.9);
- rampe facilement pliable et dépliable;
- hauteur de rampe ajustable au-dessus du sol: 1,2 à 2,5 m.

FIGURE 9.9 - Largeurs de bandes d'irrigation variables selon divers arrangements de mini-diffuseurs





# CHAPITRE 10:

## Systèmes d'irrigation par aspersion à pivot central

### ***INTRODUCTION***

---

Le système d'irrigation par aspersion à pivot central est constitué d'une seule conduite d'arrosage de diamètre relativement grand, composée de tuyaux en acier léger galvanisé ou aluminium à haute résistance, suspendus au-dessus du sol par de longues structures métalliques et/ou des câbles et posés sur des tours mobiles sur roues (figure 10.1). Une extrémité de la conduite est raccordée à un mécanisme à pivot implanté au centre de la zone à irriguer: l'ensemble de la conduite tourne autour du pivot. Le taux d'application des distributeurs d'eau varie entre les plus faibles valeurs près du pivot et les plus élevées vers l'autre extrémité et se fait au moyen de buses de diamètres variables le long de la conduite.

Le pivot central est un système d'irrigation automatisé, entièrement mécanisé à basse/moyenne pression et assemblé de manière permanente. Il est devenu très populaire au Proche-Orient ces dernières années pour l'irrigation de la plupart des cultures de plein champ, céréales, légumineuses, fourrages et légumes. Il est également utilisé pour l'irrigation supplémentaire des céréales cultivées en sec. Le coût de chaque unité étant relativement élevé, ce système est mieux adapté aux

**FIGURE 10.1 - Le pivot central.**



grandes exploitations irriguées. La superficie irriguée peut varier entre 3,5 et 60 ha, selon la taille du pivot central, et plus la superficie arrosée est vaste, plus le coût unitaire par ha est faible.

## ***TRAME DU SYSTÈME ET COMPOSANTES***

---

Le système type à pivot central consiste en une simple **conduite irrigante** longue reliée à une **tour centrale**, qui tourne lentement sur le champ en décrivant un cercle et irrigue les plantes avec des **asperseurs ou mini-diffuseurs** disposés à intervalles fréquents. La tour centrale avec son **mécanisme de pivotement et un panneau principal de commande (contrôle électrique)** sont ancrés dans un petit socle de béton au droit d'un point fixe d'alimentation en eau (borne) au centre du terrain. L'ensemble de la conduite d'arrosage est suspendu au-dessus du sol par de **longues structures** métalliques et/ou des câbles, posés sur des **tours de support mobiles** en forme de "A" sur roues. L'extrémité de la conduite est équipée d'un canon-asperseur. L'ensemble du système automoteur tourne lentement autour du pivot, à une vitesse type (dernière travée) de 2 à 3 m/min et se déplace en pulvérisant l'eau au-dessus des plantes, couvrant le terrain en décrivant un cercle. Le **système d'entraînement** se compose de petites unités motrices individuelles équipant chacune des tours roulantes. Ces unités sont pilotées électriquement, mais peuvent aussi fonctionner hydrauliquement (eau ou huile) ou mécaniquement. Un **système d'alignement** automatique permet de garder alignées les travées portant la conduite (figure 10.2).

Le système à pivot central classique peut être une installation permanente fixe ou mobile/portative avec la tour centrale montée sur roues ou chariot, facilement transportable d'un champ à l'autre. Le pivot central linéaire est un autre type courant de système portatif pouvant irriguer des champs de forme rectangulaire ou carrée au moyen d'un canal de fourniture de l'eau parallèle à la direction de déplacement de la ligne d'arrosage. Des modèles (MULTICENTER) de systèmes de gestion assistée par ordinateur (GAO) et des unités automotrices sont maintenant disponibles, et toute l'installation peut être gérée par télécommande pour le déplacement d'un site à l'autre. Des systèmes adaptés aux coins sont aussi disponibles pour irriguer les champs carrés, rectangulaires ou d'autres formes. Il existe également des systèmes à travée unique pour les petites parcelles.

### ***La conduite d’arrosage***

La longue conduite latérale portant les distributeurs d'eau (asperseurs, barboteurs ou mini-diffuseurs) a un diamètre qui peut varier entre 140 et 250 mm, selon le débit et la longueur du système; des dimensions standard d'environ 160 mm (6 pouces) et 200 mm (8 pouces) sont très courantes. La longueur de la conduite peut varier de 50 à 750 mètres, selon le projet. Elle est constituée d'aluminium ou d'acier léger galvanisé à

**FIGURE 10.2 - Vue générale d'un pivot central .**

résistance élevée, avec des raccords extra forts pour résister aux pressions de fonctionnement du système.

La conduite est disposée entre les tours intermédiaires de support en forme de A et sur roues, dont la hauteur type au-dessus du sol est de trois mètres minimum et qui sont espacées de 35 à 55 m (longueur de la travée); la longueur habituelle ou standard est de 40 mètres. Des charpentes métalliques en arc maintiennent une distribution régulière des charges et poids entre les tours. Au niveau du sol, la hauteur libre requise varie de 2,75 à 4,5 mètres pour les plus grandes machines. Les travées sont équipées à leur extrémité de joints flexibles permettant l'articulation de la conduite et autorisant des mouvements latéraux, verticaux et rotatifs sans provoquer de contraintes sur la conduite.

### ***Les distributeurs d'eau***

Les distributeurs d'eau, dont le diamètre et l'espacement sont déterminés par ordinateur pour une application uniforme de l'eau, sont montés sur la conduite à des intervalles de 1,5 mètre, 3 mètres ou 6 mètres approximativement selon le type et la couverture des distributeurs; ils ne fonctionnent que lorsque la machine est en mouvement. Dans le temps, les distributeurs étaient des asperseurs rotatifs en cercle complet. Depuis le début des années 80, le mode d'application précise à faible énergie (LEPA) a conduit à utiliser des mini-diffuseurs, barboteurs ou mini-diffuseurs angulaires, fixés sur des tubes flexibles pendant de la conduite latérale à 20-45 cm pour les barboteurs, et à 1-1,80 m pour les mini-diffuseurs. Ces tubes suspendus, connectés à la conduite par un raccord à embout cannelé

(«col de cygne»), fonctionnent à des pressions plus faibles de 0,5 à 1,5 bar. Les tubes suspendus et les raccords col de cygne sont habituellement branchés alternativement de chaque côté de la conduite latérale pour uniformiser les contraintes sur la ligne lorsque le système est utilisé sur des cultures hautes. Il existe plusieurs modèles de mini-diffuseurs avec d'excellentes performances, de grands rayons d'action et une pluviométrie uniforme. Des régulateurs de pression et de débit sont utilisés dans la plupart des cas. Le débit des distributeurs le long de la conduite n'est pas le même d'un bout à l'autre, mais varie des valeurs plus faibles près du centre aux plus élevées vers l'extrémité par l'utilisation respective de buses de petits et grands diamètres, et quelquefois par la variation des espacements. Un recouvrement suffisant des cercles arrosés est essentiel. Des mini-diffuseurs à couverture en cercle partiel sont utilisés près des tours pour éviter un sur-arrosage le long des roues. Les mini-diffuseurs les plus communément utilisés sont l'aspergeur Senninger (wobbler et mini-wobbler) et le pivot rotatoire Nelson.

Un canon d'aspersion, monté au bout de la conduite suspendue (figure 10.3), peut accroître la longueur du dispositif des trois quarts de son rayon d'arrosage, bien que les performances des asperseurs rotatifs soient faibles en basse pression. Les pressions de fonctionnement étant faibles le long de la ligne, le système est sensible aux variations de pression causées par les pertes de charge dues au frottement ou les différences d'élévation ou inégalités du sol. L'installation de manomètres permettant un suivi fréquent est importante, afin d'assurer un débit uniforme et une bonne efficience et uniformité d'application. Un manomètre est indispensable en fin de conduites. Puisque les régulateurs de pression à 0,4 bar souvent utilisés dans le mode d'application précise à faible énergie nécessitent pour fonctionner correctement au moins 0,65 bar à leur entrée, le maintien de 0,65 bar minimum en fin de ligne garantira un bon fonctionnement de tous les régulateurs. La pression d'admission normale dans le système à pivot est légèrement inférieure à 3 bars.

**FIGURE 10.3 - Tubes suspendus avec mini-diffuseurs.**



**ENCADRÉ 10.1 - Application précise à faible énergie**

L'irrigation par application précise à faible énergie ou LEPA (pour Low Energy Precision Application) est définie comme une méthode d'irrigation en basse pression permettant d'appliquer uniformément et fréquemment de petites irrigations au niveau ou près du sol vers des sillons individuels (habituellement des sillons alternés) au moyen d'un système mécanique mobile, associée à des méthodes de labour ou de labour plus gestion des résidus culturaux pour accroître la capacité de stockage de l'eau de surface. Sur les exploitations, ce système utilise des barboteurs de petits diamètres situés à environ 30 cm du sol, délivrant l'eau directement dans les sillons au travers de manchons brise-charge.

L'irrigation par vaporisation se définit comme l'application d'eau par une faible vaporisation ou brumisation au niveau de la surface du sol, dans laquelle le passage dans l'air participe à la distribution de l'eau. Cette méthode a été mise au point pour réduire l'évaporation des gouttelettes et la dérive inhérente à l'impact de l'eau aspergée. Les fabricants d'asperseurs ont développé plusieurs types de têtes de vaporisation, et de nos jours, plusieurs combinaisons de régulateurs de pression, têtes de vaporisation, buses et deflecteurs sont disponibles sur le marché.

Aujourd'hui le système d'irrigation à pivot central est essentiellement proposé équipé de 3 types de distributeurs:

- a) le manchon LEPA, b) le barboteur LEPA, c) le mini-diffuseur.

Le barboteur produit une forme d'ombrelle d'environ 40 à 50 cm de diamètre qui minimise les effets du vent et n'humecte qu'une partie de la surface du sol. C'est ce qu'on appelle le vrai système LEPA tel qu'introduit et développé par Lyle and Bordovsky (1981). Le mode par vaporisation produit un diamètre horizontal d'eau vaporisée d'environ 2,5 à 3,3 m qui humidifie toute la surface du sol. Le mode appelé de chimigation ou irrigation chimique vaporise vers le haut avec un angle de 60°, ce qui permet d'arroser les feuilles par dessous. Récemment de nouveaux mini-diffuseurs sont apparus.

Il existe maintenant sur le marché des têtes et buses LEPA qui peuvent fonctionner dans les trois modes par la modification des positions du support et du capuchon. Ainsi le même produit peut être utilisé pour la pré-irrigation et la germination, l'irrigation en mode barboteur et l'achimigation.

### **La tour centrale**

Il s'agit d'une structure pyramidale d'environ 3,5 à 4,5 m de hauteur constituée de profilés angulaires en acier galvanisé, ancrée dans un socle en béton formant une plateforme carrée. Cette structure est équipée d'une échelle d'accès. Elle constitue la tête du système et comporte tout l'équipement nécessaire pour la commande du système, tel que le dispositif en tube vertical avec coude au sommet, alimenté en eau et équipé d'entrées pour l'injection d'engrais liquide, l'anneau collecteur, et le panneau central de commande.

**FIGURE 10.4 - La tour centrale et le panneau de commande.**

### ***Le système de commande du pivot central***

Un panneau modulaire de commande, protégé par un coffret, est installé sur la tour centrale du pivot; il permet le maniement de la machine d’arrosage et la programmation de l’irrigation, c’est-à-dire la commande du débit, la période de rotation et de fonctionnement de la conduite tournante et la vitesse/durée de chaque tour (figure 10.4). Un voltmètre et plusieurs lampes témoins indiquent la tension, l’alarme des tours de support et le manque de pression. Un démarreur automatique, un dispositif d’arrêt sur position, un arrêt automatique et un compteur horaire sont aussi inclus dans les panneaux standard. Les fabricants offrent plusieurs modèles avec divers niveaux de contrôle, dont une commande à distance par téléphone cellulaire.

### ***Le fonctionnement de la machine***

La machine à pivot central, entièrement mécanique, fonctionne automatiquement. De petits moteurs électriques (0,75 hp standard), montés sur chaque tour à deux roues, assurent le déplacement de la machine. En l’absence de branchement électrique, un générateur est adjoint au système. Un dispositif automatique de maintien d’alignement assure un alignement

**FIGURE 10.5 - Les tours de support.**

permanent de la conduite latérale. La distance parcourue par chaque tour de support varie d'un maximum à l'extrémité de la conduite latérale à un minimum près de la tour centrale. Les tours (figure 10.5) ne bougent pas continuellement, mais progressent par une série d'avances et d'arrêts contrôlée par la fréquence de mouvements de la tour guide externe. Le pourcentage de temps établit la fraction de temps de fonctionnement de la tour guide externe durant chaque cycle de mouvement, ce qui fixe la vitesse de rotation du système et la dose d'irrigation appliquée. Les micro-contacts du mécanisme d'alignement actionnent les moteurs des tours intermédiaires de manière à maintenir l'alignement du système.

### ***Le générateur***

Dans la plupart des cas et spécialement dans les régions dépourvues d'installations électriques, un petit générateur relié à la tour centrale, doté d'un moteur diesel avec un réservoir de carburant, produit l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement du système.

## ***COÛTS***

Le coût de chaque unité est relativement élevé; il varie de 750 à 2 500 \$EU par ha selon la taille de l’aire irriguée. Il est mieux adapté aux grandes exploitations irriguées. Une unité petite à modérée de 4 travées d’environ 220 m de rayon (superficie de 15 ha) coûte environ 35 000 \$EU.

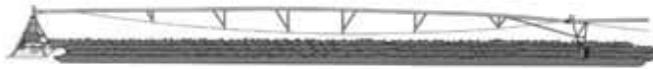
## ***AVANTAGES***

- Efficience d’application élevée de 75–85 pour cent permettant des économies d’eau, avec contrôle absolu de l’eau d’irrigation depuis la source jusqu’à la plante (figure 10.6).
- Meilleure uniformité d’application en comparaison d’autres systèmes d’aspersion ou de vaporisation, en raison de la continuité de distribution de l’eau.
- En fin d’irrigation, le système se retrouve au point de départ.
- Economies de main-d’œuvre et de carburant.
- Labour et coûts connexes limités.
- Contrôle de la salinité. Le lessivage intégral de la zone racinaire en fin de saison est très efficace avec le pivot central.
- Applicable en irrigation supplémentaire des céréales cultivées en sec durant les périodes de sécheresse.

**FIGURE 10.6 - Schéma d’implantation en profils haut et bas.**



**Système à pivot central à profil haut et ultra-haut avec unités motrices**  
Dégage plus de hauteur libre pour les cultures



**Système à pivot central à profil bas avec unités motrices**  
Lorsque les cultures ne nécessitent pas beaucoup de hauteur libre

## ***INCONVÉNIENTS***

- Investissement initial important.
- Non adapté aux petites exploitations.

## **CRITÈRES ET SPÉCIFICATIONS DE CONCEPTION**

### ***Conception et installation***

Les fabricants et fournisseurs sont responsables de la conception des structures mécaniques et des mécanismes de déplacement des systèmes à pivot central, car une connaissance spécifique de toutes les composantes et caractéristiques du système est indispensable. Ils sont aussi responsables du montage de la machine (figure 10.7). Un système clés en main doit être fourni au client. Les fabricants fournissent aussi le manuel technique qui indique les différents stades de préparation de la machine en début de saison, l'entretien nécessaire durant l'utilisation et les stades de préparation de la mise hors service quand le matériel ne sera pas utilisé pendant longtemps. Les machines à pivot central neuves n'ont que rarement besoin de pièces de rechange, mais un stock de pièces sera nécessaire pour plusieurs années après l'installation. Il y a des dispositions particulières à

**FIGURE 10.7 - Le montage du pivot central.**



**FIGURE 10.8 - Déplacement du système.**

prendre pour le transport (figure 10.8), le stockage, le chargement et le déchargement de la machine, ainsi que pour son installation.

### ***Taux d’application et fréquence d’irrigation***

Tous les systèmes et méthodes d’irrigation sont prévus pour appliquer l’eau à des taux égaux ou inférieurs à celui de l’infilt ration du sol. Le système à pivot central est essentiellement conçu sans tenir compte du taux d’absorption du sol. La conception du système à pivot central est basée sur l’application par irrigation d’un volume d’eau n’excédant pas le volume de stockage du sol. Le diamètre mouillé par les mini-diffuseurs dépasse largement celui des barboteurs, mais le ruissellement de surface qui se produit réduit l’efficience et l’uniformité d’application en raison de la redistribution de l’eau sur le sol. La vitesse de déplacement est un facteur important dans la conception de ces systèmes. Dans la majorité des cas le système à pivot central doit se déplacer à une vitesse plus élevée pour compenser la quantité d’eau additionnelle atteignant le sol. Les fréquences d’irrigation sont diminuées et l’application d’irrigation réduite. Des programmes d’irrigation détaillés doivent être préparés sur

place. Dans tous les cas, en région semi-aride, le système d'irrigation à pivot central doit être conçu pour les besoins en eau de pointe des cultures, jusqu'à 8–9 mm/jour et des heures quotidiennes de fonctionnement accrues doivent être prévues durant cette période.

### ***Spécifications particulières***

Les types et catégories de sols, leur topographie, capacité de rétention et taux d'infiltration, sont parmi les principaux facteurs conditionnant le succès de l'application du système à pivot central. L'un des principaux problèmes est que ce type de machine fournit un taux pluviométrique très élevé, car les petits distributeurs (mini-diffuseurs et barboteurs) ont un très faible diamètre de couverture (quantité d'eau supérieure sur une aire plus petite). Cela entraîne généralement un dépassement de l'absorption du sol, qui conduit à la formation de ruissellement et de flaques d'eau. Dans ce cas, l'application de pratiques additionnelles de prévention du ruissellement est nécessaire. Les systèmes à pivot central fonctionnent mieux sur les sols à taux d'infiltration élevés qui absorbent l'eau au point d'impact et à proximité immédiate. Normalement, le ruissellement se forme dans les bas-fonds, dans lesquels les roues des tours s'enfoncent; il a tendance à se concentrer et à créer des écoulements érosifs. Une façon de réduire le ruissellement consiste à créer de petites diguettes entre les rangs en formant de petits bassins qui conservent l'eau là où elle tombe, ce qui permet au sol de l'absorber. Un labour correctif est alors nécessaire.

Le fonctionnement des systèmes à pivot central pose moins de problèmes sur les terrains horizontaux ou les champs uniformes en légère pente (jusqu'à 3 pour cent). Les différences de pentes sur des sols ondulés peuvent atteindre jusqu'à 20 pour cent dans la direction radiale. Dans la direction circulaire, les travées peuvent se déplacer sur des pentes de 15 pour cent sur des champs unis ou traversés de petits sillons. Lorsque la profondeur des sillons dépasse 15 cm, la pente du terrain ne doit jamais excéder 10 pour cent. Une topographie trop ondulée peut conduire à de nombreuses difficultés, en particulier en cas de ruissellement. D'importants phénomènes de ruissellement et de translocation se produisent en irrigation à pivot central sur les pentes fortes qui n'ont pas subi de labour correctif, même si le sol est très sableux et la dose d'irrigation faible. En cas d'application plus importante que le taux d'infiltration, un ruissellement significatif se produira sur les pentes supérieures à 3 pour cent. Ce problème peut être résolu par la modification de la surface du sol, ou l'utilisation de mini-diffuseurs dotés de plus grands diamètres de couverture, favorisant l'application de l'eau sur une superficie accrue.

Sur les terrains avec des gradients inégaux, les variations de pression peuvent avoir un effet négatif sur l'uniformité d'application, si l'on n'installe pas des régulateurs de pression à chaque buse. Si le système à

pivot central circulaire est utilisé sur des champs carrés, environ 21 pour cent de la superficie n'est pas couverte; l'utilisation de canons à eau en bout de rampe réduit ce pourcentage à 15 pour cent.

Dans les sols argileux lourds, lorsque le sol humide ne supporte pas le poids des roues, de profonds fossés se creusent; le remplissage de ces fossés avec du sable peut provisoirement éviter l’embourbement de la machine. Si le sol devient trop humide et par conséquent collant, la machine peut également s'enliser. La vitesse de déplacement de la machine est un facteur essentiel, car elle affecte la pluviosité, qui ne doit pas être égale à la dose d'irrigation (application d'eau). Il faut alors appliquer la dose d'irrigation en plusieurs fois. Comme règle empirique, il faut choisir une application d'eau maximale par cycle d'irrigation dépassant 30 mm.

Lorsque l'eau est pompée dans le système à pivot central, l'eau remplit la conduite latérale et les tubes flexibles suspendus. Le poids de l'eau va causer un fléchissement de la rampe, qui sera à son maximum en milieu de travée; par conséquent la longueur des tubes suspendus devra être adaptée à cette déformation de façon à ce que tous les distributeurs soient calés à une hauteur identique au-dessus du sol lorsque le système fonctionne.

### ***Critères de sélection du site***

Les critères requis pour la collecte et la préparation des informations ci-dessus se fondent sur le type et les caractéristiques du système d'irrigation ainsi que ses aspects techniques. Une étude rigoureuse du texte qui précède précise comme suit les critères de sélection du site pour l'installation d'un système d'irrigation à pivot central:

#### ***Superficie, dimensions et forme***

Le terrain doit être relativement horizontal. Le système est normalement utilisé pour l'irrigation supplémentaire des cultures de céréales durant les périodes de sécheresse.

#### ***Topographie***

Les systèmes à pivot central peuvent fonctionner sur un sol inégal; toutefois, des terrains horizontaux ou à pente uniforme inférieure à 3 pour cent sont recommandés. Une topographie ondulée peut occasionner de nombreuses difficultés, particulièrement en cas de ruissellement.

#### ***Type de sol***

Le sol doit être de texture légère à moyenne avec un taux d'infiltration élevé ( $> 15 \text{ mm/h}$ ) et un bon drainage interne.

#### ***Disponibilité en eau et pression***

La source d'eau peut être un forage, une rivière ou un petit réservoir d'eau. Mais les systèmes circulaires à pivot central doivent être alimentés par

une borne située à proximité du pivot. Une pompe de remise en pression peut éventuellement fournir l'eau à la pression requise. La prise d'entrée du système est connectée à la borne par un tuyau flexible à connexion rapide.

#### *Qualité de l'eau*

The water should be of normal pH, free from suspended solids, salinity hazard, sodium hazard and toxicity problems caused by bicarbonates, nitrates or boron. TDS should not exceed 1 500mg/l (ppm), SAR < 12, RSC < 1.25 meq/l, boron content< 0.7 mg/l.

#### *Besoins en carburant*

Les systèmes à pivot central sont équipés de générateurs à moteur diesel pour le déplacement des tours et des pompes de remise en pression. Le réservoir de carburant doit être relié à d'autres réservoirs de plus grande taille pour un fonctionnement ininterrompu durant de longues périodes.

#### *Type de cultures*

Cultures hivernales (blé, orge, pois chiche, lentille); cultures industrielles (soja, maïs, tournesol); autres cultures (légumes à feuilles, arachides, melons, pastèques, luzerne, etc.) (figure 10.9).

FIGURE 10.9 - Vue générale d'un système à pivot central.



## ***EXEMPLE DE PROJET***

---

La conception d'un projet d'irrigation par pivot central est relativement plus simple que celle de systèmes conventionnels par goutte-à-goutte. L'exemple donné est un cas plutôt difficile. Une culture de plein champ d'été est sélectionnée dans une région semi-aride avec une forte évapotranspiration et des ressources en eau plutôt limitées. Les principales étapes sont les suivantes:

- détermination de la surface irriguée, de la longueur du rayon de la machine à pivot central et des principales caractéristiques de la culture (profondeur d'enracinement, saison de croissance, stades critiques, etc.);
- calcul des besoins en eau de pointe des cultures et de l'humidité disponible du sol (capacité de rétention en eau);
- programme d'irrigation (dosage, nombre d'heures quotidiennes de fonctionnement et intervalle entre les irrigations);
- principales caractéristiques du système et spécifications techniques.

### ***Superficie, rayon d'action de la machine et cultures***

La superficie à irriguer couvre environ 15 ha avec des pentes faibles. La conduite du système à pivot central est longue de 215 m de distance effectivement arrosée et atteint 218,50 m avec le canon asperseur d'extrême. La périphérie de l'aire circulaire mesure environ 1 350 m (circonférence =  $2 \pi r$ ) (figure 10.10). La superficie est plantée d'arachides (*Arachis hypogaea*), une culture sensible pour laquelle toute pénurie d'eau se traduit par une perte sensible de rendement; saison de croissance: avril à septembre, 130 jours environ; profondeur d'enracinement effectif: 0,65 m; valeurs de kc: stade initial, 0,45 – croissance végétative, 0,75 – floraison et formation de la graine, 1 et 0,75 au dernier stade. Le stade de mi-saison, d'environ 45 jours avec un kc de 1, tombe en juillet/août avec une demande d'eau d'irrigation maximale.

### ***Besoins en eau et sols***

L'ET<sub>0</sub> maximale en juillet/août est de 7 mm/jour, multipliée par le kc = 1 de la culture: ET<sub>c</sub> = 7 mm/jour. Avec une efficience du système d'irrigation de 85 pour cent, les besoins bruts sont de  $7 \text{ mm} \div 0,85 = 8,2 \text{ mm/jour}$  ou  $8,2 \text{ mm} \times 10 \times 15 \text{ ha} = 1 235 \text{ m}^3/\text{jour}$  en période de pointe. Le sol est de texture légère à moyenne avec une humidité disponible de 120 mm/m de profondeur de sol et un taux d'infiltration > 15 mm/h. À partir des données ci-dessus, un programme détaillé d'irrigation peut être préparé.

## Caractéristiques des systèmes

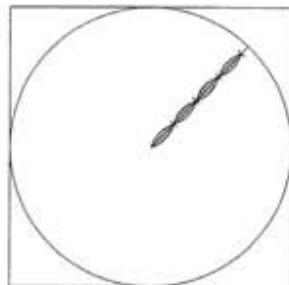
Les performances des systèmes doivent répondre aux demandes en période de pointe, à celles des autres périodes de croissance, ainsi qu'aux conditions existantes en ce qui concerne la disponibilité en eau, les heures quotidiennes de fonctionnement, le coût du carburant, etc. Les facteurs et données requises pour le calcul du débit du système sont: la dose d'irrigation et le besoin quotidien en eau. Le dosage ( $d$ ) = humidité disponible du sol en  $\text{mm}/\text{m} \times$  pourcentage de tarissement de l'humidité ( $p$ )  $\times$  profondeur d'enracinement en m ( $D$ ). La fréquence d'irrigation en jours est égale à  $d$  ( $\text{mm}$ )  $\div$  ETc/jour. L'intervalle entre les irrigations (fin de l'une jusqu'au début de la suivante) est la fréquence en jours, moins la période requise pour mener à bien une irrigation. Cette dernière dépend de l'importance du débit et du nombre d'heures quotidiennes de fonctionnement. Dans la plupart des cas, le débit disponible dicte les caractéristiques et performances de base du système. Les irrigants noteront toutefois que l'on ne dispose du débit de projet que dans environ 7 à 9 pour cent des cas.

Un débit du système autour de 15–17 l/s (60 m<sup>3</sup>/h) est choisi et les heures quotidiennes de fonctionnement pour couvrir la demande de la culture au stade de mi-saison sont:

$$1\,235 \text{ m}^3/\text{jour} \div 60 \text{ m}^3/\text{h} = 20.5 \text{ h/jour.}$$

Pour un tour par jour la vitesse est de 1,125 m/mn. Pour deux tours par jour cette vitesse est de 2,25 m/h et le temps par tour de 10 heures 15 minutes.

FIGURE 10.10 - Trame du système.

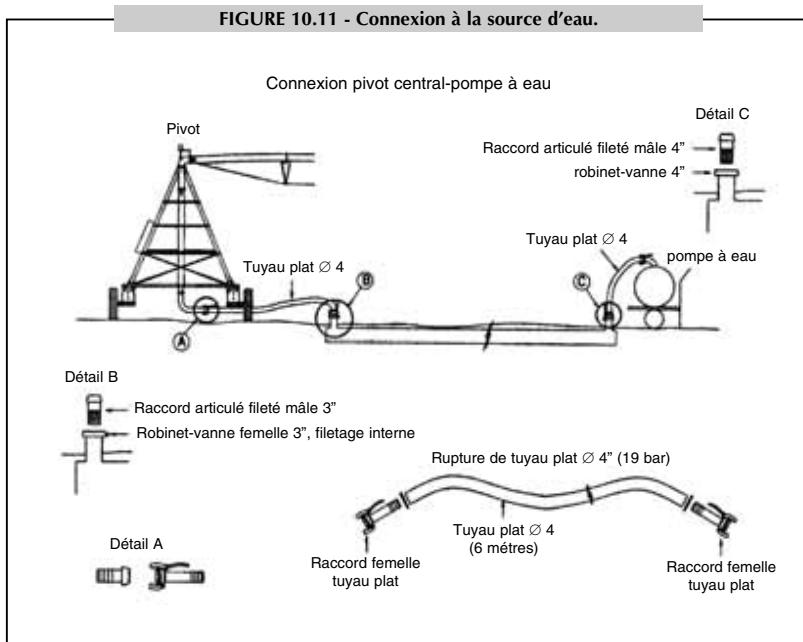


## SPÉCIFICATIONS MINIMALES POUR LE SYSTÈME À PIVOT CENTRAL

### Caractéristiques générales du système à pivot central

- Composantes du système: a) tour centrale du pivot avec panneau de commande et générateur, déplaçable sur roues pivotantes; b) conduite avec mini-diffuseurs sur tubes suspendus et canon d’aspersion en bout de ligne, soutenue par 4 tours automotrices intermédiaires sur roues; c) pompe de remise en pression avec moteur; d) longueur des travées: 40 à 50 m. Hauteur minimale laissée aux cultures: 3 m.
- Longueur de la conduite 216 m (4 travées d’environ 48 m + 24 m de travées en porte-à-faux).
- Rayon d’arrosage: environ 219 m.
- Débit du système: 60 m<sup>3</sup>/h.
- Pression à l’entrée du pivot: environ 2,3 bars (figure 10.11).
- Superficie couverte: environ 15 ha.
- Vitesse minimale par tour: 0,3 m/mn; temps par tour: 74 h; pluviométrie: 29,6 mm.
- Vitesse maximale par tour: 3 m/mn; temps par tour: 7,4 h; pluviométrie: 2,96 mm.

**FIGURE 10.11 - Connexion à la source d'eau.**



## ***Spécifications techniques***

### ***La tour centrale***

Structure en acier galvanisé à chaud de haute résistance avec coude. Supports sur toutes les faces et échelle d'accès pour contrôle de l'anneau collecteur. Dimension appropriée du tube de rallonge de prise pour minimiser les pertes de charge dues au frottement. Tour sur roues pivotantes et pieds robustes en cas d'ancrage de la pyramide dans le socle de béton. Structure de support galvanisé du panneau principal de commande. Manomètre. Structure de support du tube de rallonge. Aucune vibration de l'eau arrivant sous haute pression.

### ***La conduite***

Diamètre approximatif 141 à 160 mm pour pertes de charge minimales, pression minimale 10 bars, en acier zingué à chaud à l'intérieur et à l'extérieur. Joints en caoutchouc, supports en acier galvanisé, raccords de travées courts de type cardan renforcés à grande résistance, manchon de raccordement en caoutchouc avec attaches en acier ou raccords en aluminium, joints à bride des travées. Pour prévenir la corrosion, toutes les structures sont en acier galvanisé à chaud, assemblages par boulons et écrous de sécurité.

### ***Les distributeurs d'eau***

Mini-diffuseurs à basse pression à relativement grand diamètre de couverture, avec buses interchangeables pour diverses performances; équipés de régulateurs de pression individuels montés sur des tubes flexibles suspendus de longueurs variables pour s'adapter à une hauteur libre de 2 à 2,5 m pour diverses cultures.

### ***Les tours intermédiaires***

Structures entièrement en acier galvanisé à chaud, posées sur des pieds de tour à haute résistance, avec supports des deux côtés, et axe d'entraînement à haute résistance, supportant les boîtes de vitesse, les pieds des tours et l'unité motrice. Les supports des unités motrices sont intégrés dans le cadre de la boîte de vitesses et non sur la conduite libre.

### ***L'unité motrice***

Unité compacte équipée d'ailettes de refroidissement, corps d'aluminium, joints étanches extérieurs pour protéger l'huile de la poussière extérieure. Tension 380 V, fréquence 50 Hz. Taux de réduction 40:1, puissance  $\frac{3}{4}$  hp. Boîte de vitesses à haute résistance. Axe de sortie des deux côtés. Taux de réduction de la vis sans fin: 50:1. Axe de transmission avec un système basé sur le joint à cardan télescopique, avec des bras en acier et un carter de protection.

*Le système d'alignement*

Boîte en plastique anticorrosive sur la tour avec micro-contacts de sécurité. Support interne en acier inoxydable pour les composants électriques. Composants d'alignement en acier inoxydable et aluminium. Interrupteur électrique individuel sur chaque boîte de contrôle.

*Le panneau de contrôle*

Boîtier fermé renforcé, porte doublée, totalement isolée et étanche à l'air; tension 380 V, fréquence 50 Hz. Inclus: voltmètre, plusieurs lampes témoins contrôlant la tension, les alarmes de support de tour et le manque de pression, indicateur de déplacement avant et arrière; sélecteur de marche avant et arrière, sélecteur avec ou sans eau, arrêt automatique (pression insuffisante), testeur de tension, compteur d'heures, contrôle de vitesse, interrupteur général. Possibilités d'arrêt en cas de problèmes de tous types durant le fonctionnement, du générateur électrique, de l'électro-valve ou du groupe de pompage. Prises de sortie 24 et 110 V.

*L'anneau collecteur*

Entièrement étanche, placé au sommet de la tour centrale du pivot.

*Les roues*

Adaptées à l'utilisation en irrigation. Roues neuves à flottaison élevée. Jantes galvanisées à chaud, avec protection de valve.

# CHAPITRE 11:

## Les micro-asperseurs

### ***INTRODUCTION***

---

Les micro-asperseurs sont des distributeurs d'eau à capacité réduite, de type asperseur, mais plus petits en dimension que les asperseurs conventionnels et dont les débits sont inférieurs à 250 litres/heure. Ils sont disposés sur un espace triangulaire ou rectangulaire relativement compact permettant un recouvrement maximal, pour irriguer des pommes de terre, des carottes, des légumes à feuilles, des arachides et d'autres cultures de plein champ à forte densité de plantation. Cette méthode d'irrigation est fiable, très efficiente et facile à appliquer, opérer et manipuler.

C'est une installation de micro-irrigation fixe, saisonnière, à basse pression qui se monte facilement dans les champs et se démonte rapidement (s'enlève) en fin de saison.

### ***TRAME ET COMPOSANTES DU SYSTÈME***

---

La trame du système comprend un ouvrage de tête équipé seulement de vannes de contrôle (sectionnement, anti-retour, purge d'air) et d'un filtre d'environ 40–60 «mesh» (200–300 microns). Aucun injecteur d'engrais n'est requis car en général les agriculteurs n'utilisent pas ce système pour l'irrigation fertilisante.

La disposition des conduites principales et secondaires, bornes et adducteurs est semblable à celle des autres réseaux de conduites pour la micro-irrigation.

La dimension des lignes d'adducteurs sera de 50 à 63 mm et en aucun cas ne dépassera 75 mm. Des tuyaux de 50 à 63 mm sont recommandés pour des débits de 12 à 18 m<sup>3</sup>/h, lorsque l'eau est distribuée continuellement en cours de déplacement.

Les tuyaux utilisés pour les réseaux de distribution du système sont généralement en PVC rigide enterré ou en PEHD noir (normalement posés en surface). D'autres types de tuyaux sont aussi utilisés, tels que des tuyaux plats ou des tuyaux à raccord rapide en acier léger galvanisé.

Les conduites latérales sont des conduites en PE ductile de diamètres de 20, 25 ou 32 mm, selon la longueur, et de pression admissible de 4 bars, qui sont posés en surface de manière permanente. Les micro-asperseurs

sont placés le long de la conduite latérale à des intervalles de 5 à 7 m et disposés à 70–80 cm au-dessus du sol sur des tiges en métal plantées dans le sol. Ils sont connectés aux conduites latérales par de petits tubes flexibles en PVC de 7 à 9 mm de diamètre et d'un mètre de long.

### ***LES MICRO-ASPERSEURS DE DISTRIBUTION***

---

Ces distributeurs sont des asperseurs rotatifs à bas débit conçus pour distribuer uniformément de faibles quantités d'eau sur toute la superficie à irriguer sous forme de pluie (figure 11.1). Fabriqués en plastique durable, ils présentent divers dispositifs de fonctionnement et sont habituellement compacts sans partie extérieure mobile. Ils ont une trajectoire basse (angle du jet au-dessus de la buse) à rotation rapide avec des buses de 1,5–2 mm. Leurs principales caractéristiques sont:

- pression de fonctionnement: 2 bars;
- débit: 130–250 l/h (on recommande 160–180 l/h);
- diamètre du cercle arrosé (couverture): en moyenne 12 m;
- taux de pluviométrie: 4 à 7 mm/h (recommandé);
- filtration requise: environ 40–60 «mesh» (300 à 250 microns).

Un jeu complet comprend: a) la tête compacte d'aspersion, b) une tige métallique de 6 mm et d'un mètre de long et c) un tube flexible en PVC de 7 à 9 mm avec un embout cannelé permettant la connexion avec la conduite latérale.

**FIGURE 11.1 - Micro-asperseurs de distribution dans un champ de pommes de terre.**



## **PROGRAMMATION DE L'IRRIGATION**

---

Ce système permet un grand degré de maîtrise, tant de la période optimale d'application que de la quantité d'eau à appliquer. Les restrictions imposées par le système sont limitées. Ainsi, il y a beaucoup plus d'options de temps dans la programmation de l'irrigation. Les légumes ainsi irrigués sont principalement des cultures à faible enracinement, d'où le choix d'une option d'irrigation à dosage fixe.

Une hauteur brute d'application de 20 à 30 mm est courante pour les pommes de terre et les légumes. Les besoins en eau bruts d'une plantation de légumes ou de pommes de terre varient de 300 à 400 mm en terme de hauteur d'eau. Ainsi le nombre total d'irrigations requises est d'environ 12 à 15, à des intervalles basés sur l'évaporation cumulée.

## **CRITÈRES ET CONSIDÉRATIONS DE CONCEPTION**

---

Outre les critères standard de conception, tels la superficie, la culture, l'alimentation en eau, le sol et le climat, il est très important de considérer les traits et caractéristiques spéciaux du système, car ces paramètres influencent la décision finale.

Les micro-asperseurs distribuent l'eau à de faibles taux d'application, sous la forme de fines gouttes. Celles-ci sont facilement entraînées dans l'air même en cas de vitesses du vent basses et modérées. Afin d'assurer une uniformité élevée d'application, l'espacement des asperseurs doit être réduit et ne pas excéder 50 pour cent du diamètre du cercle arrosé, c'est-à-dire que l'espacement des asperseurs le long des conduites latérales et entre celles-ci doit être compris entre 5 et 7 m. Par conséquent les espacements habituels sont 5 x 5 m, 5 x 6 m, 5 x 7 m, et 6 x 7 m. De plus, pour atténuer les effets nocifs du vent, un nombre relativement élevé d'asperseurs par unité de surface doit fonctionner simultanément. Les tours doivent être organisés de façon à ce que la surface irriguée en même temps soit aussi compacte que possible.

Les conduites latérales du système sont constituées de tuyaux en PEFD. L'expérience indique que le diamètre optimum de ces derniers est de 32 mm, car de tels tuyaux sont faciles à placer, à manipuler sur le terrain et à enlever, etc. De plus grands diamètres ne sont pas recommandés.

La longueur maximale admissible des conduites latérales de diamètres variés, posées en terrain uniforme, est fonction du nombre d'asperseurs, de leur espacement et du débit distribué, selon les données du tableau suivant (tableau 11.1):

**TABLEAU 11.1 - Longueur maximale admissible des conduites latérales**

Diamètre latéral (D)	et espacement (E)	160 l/h		180 l/h	
		Nb. asperseurs	Longueur de la conduite latérale (m)	Nb. asperseurs	Longueur de la conduite latérale (m)
20 mm	5 m	8	40	7	35
20 mm	6 m	7	42	6	36
20 mm	7 m	7	49	6	42
20 mm	8 m	7	56	6	48
25 mm	5 m	12	60	11	55
25 mm	6 m	11	66	10	60
25 mm	7 m	10	70	10	70
25 mm	8 m	10	80	9	72
32 mm	5 m	21	105	18	90
32 mm	6 m	20	120	17	102
32 mm	7 m	18	126	16	102
32 mm	8 m	18	144	15	120

Tous les tuyaux en PEFD, de PN de 4 bars, sont conformes à la norme DIN 8072 (diamètres intérieurs: 16 , 20,2 et 27,2 mm respectivement).

## *COÛTS*

Le coût d'une installation complète de micro-aspersion est d'environ 3 300 \$EU/ha. L'ouvrage de tête représente 8 à 10 pour cent du coût total du système; les tuyaux (tubes) en plastique, 50 pour cent, et les asperseurs à faible débit environ 35 pour cent.

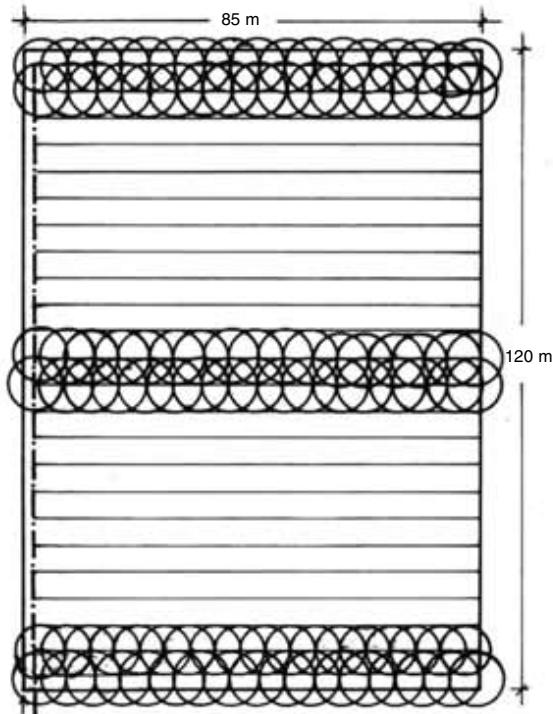
## *AVANTAGES*

- Faibles besoins en main-d'œuvre pour le fonctionnement et l'entretien.
- Flexibilité et adaptabilité: la technique est simple et facile à adopter et à gérer; une transition sans risque des méthodes traditionnelles d'irrigation de surface à la micro-irrigation avancée se fait avec succès par l'installation de ce type de système.
- Efficience d'application de l'irrigation élevée.

## *INCONVÉNIENTS*

- Coût initial élevé.

FIGURE 11.2 - Irrigation par aspersion à basse capacité des pommes de terre (système fixe) (exemple de trame)



Tuyau en PEHD de 75 mm (ligne principale)



Tuyau en PEFD de 32 mm avec asperseurs

### ***EXEMPLE DE PROJET – MICRO-ASPERSEURS POUR UN CHAMP DE POMMES DE TERRE***

#### ***Superficie et cultures***

Il s'agit d'une parcelle de 120 x 85 m (1 ha), plantée de pommes de terre de printemps.

### **Sol, eau et climat**

Sol de texture fine à structure favorable avec une perméabilité d'environ 11 mm/h et une capacité de rétention d'eau élevée (200 mm/m). L'eau, claire mais légèrement salée, est fournie par un réservoir soigneusement entretenu. La saison culturelle de la pomme de terre de printemps s'étend de janvier à mai. En avril, l'évaporation en bac est en moyenne de 3,3 mm/jour; multipliée par le facteur de correction de l'évaporation en bac (0,66), la valeur de l'ETo est de 2,18 mm/jour.

### **Besoins en eau et programme d'irrigation**

La demande de pointe se situe en avril et la valeur  $k_c$  est de 0,9. Par conséquent  $ETo = 2,18 \times 0,9 = 1,96$  mm/jour (besoin en eau net de pointe). L'efficience d'application du système est de 75 pour cent. Il faut aussi compter 15 pour cent de plus pour le lessivage des sels. Les besoins bruts d'irrigation en période de pointe sont:

$$1,96 \text{ mm/jour} \times 100 \div 75 = 2,61 \text{ mm/jour} \times 100/85 = 3,1 \text{ mm/jour} \times 10 \times 1 \text{ ha} = 31 \text{ m}^3/\text{jour}$$

L'humidité disponible du sol est de 200 mm/m de profondeur, la profondeur effective d'enracinement est de 0,35 m et le tarissement maximal de l'humidité recommandé est de 40 pour cent. L'intervalle maximal d'irrigation en avril est de:

$$200 \times 0.35 \times 0.4 \div 1.96 = 14 \text{ jours}$$

Le programme d'irrigation est basé sur un tarissement fixe d'environ 20 mm (évaporation cumulée). Ainsi l'intervalle en avril est de 10 jours ( $20 \div 1,96$ ). La dose brute d'irrigation est de 31,4 mm, ce qui donne une quantité brute par irrigation de 314 m<sup>3</sup>/ha.

### **Trame du système**

Le système est une installation fixe où toutes les conduites latérales avec asperseurs sont disposées sur le sol de manière permanente. L'ouvrage de tête est muni de vannes de régulation et d'un filtre à tamis de 60 «mesh». Il n'y a qu'une conduite principale en PEHD de 75 mm, de PN 6 bars, posée sur le côté de la parcelle et qui sert d'adducteur alimentant les conduites latérales. Les conduites latérales avec asperseurs sont en PEFD de 32 mm, 4 bars, connectées avec la conduite principale par des bornes de 2 ½ in.

## Asperseurs

160 l/h à 2 bars, cercle d'arrosage complet, diamètre d'arrosage (couverture) 11 m. Espacement: 5 m le long de la conduite latérale par 5 m entre les conduites latérales. Pluviométrie: 6,4 mm/h. Nombre d'asperseurs par conduite latérale: 17.

## Débit des conduites latérales

2 720 litres/heure; Nombre total de conduites latérales: 24; nombre de conduites latérales fonctionnant simultanément (par tour): 6 ; débit du système: 16,3 m<sup>3</sup>/h; nombre de tours par irrigation: 4; durée d'application par tour: 4,9 h (4h 50 min); temps requis pour une irrigation 19,5 h (ensemble des tours) (tableaux 11.2 et 11.3 et figure 11.3).

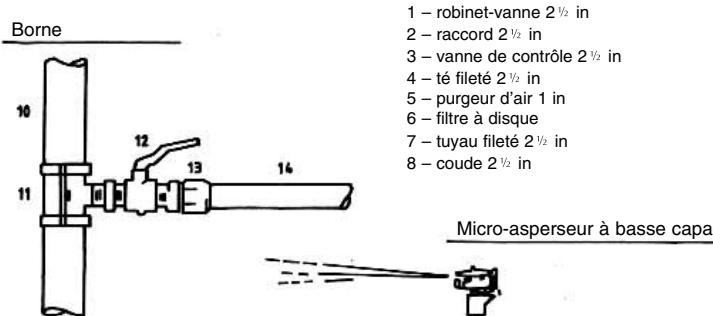
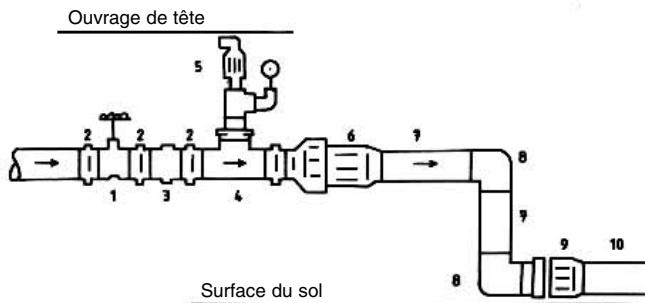
**TABLEAU 11.2 - Pression de fonctionnement du système**

Pression de fonctionnement du système	Pression (bars)
Pression requise à l'asperseur	2,00
Pertes de charge dues au frottement dans la conduite latérale:	0,20
Pertes de charge dues au frottement dans la conduite principale:	0,35
Pertes de charge dues au frottement dans l'ouvrage de tête:	0,50
Pertes mineures:	0,20
<b>Charge totale dynamique:</b>	<b>3,25</b>

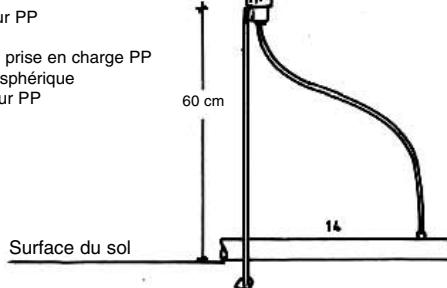
**TABLEAU 11.3 - Liste des équipements nécessaires pour l'installation de micro-asperseurs**

Pièce n°	Description	Quantité	Prix unitaire \$EU	Prix total \$EU
	<b>Réseau de distribution</b>			
1.	Conduite noire PEHD 75mm, 6 bars	120 m	2,60	312,00
2.	Tuyau noir PEFD 32 mm 4 bars	2040 m	0,65	1326,00
3.	Adaptateur PP 2 ½ in x 75mm	1 U	9,00	9,00
4.	Adaptateur PP 1 in x 32 mm	24 U	1,25	30,00
5.	Bouchon PP 75mm	1 U	9,00	9,00
6.	Bouchon PP 32mm	24 U	1,25	30,00
7.	Collier de prise en charge PP 75mm x 1 in	24 U	1,80	43,20
8.	Vanne sect. laiton 1 in	24 U	3,50	84,00
9.	Raccord 1 in	24 U	0,40	9,60
10.	Asperseur à basse capacité, 160 l/h à 2 bars, cercle complet de 11 m de diamètre, avec support et tube de connexion	408 U	2,80	1142,40
	<b>Sous-total</b>			<b>2995,20</b>
	<b>Ouvrage de tête</b>			
11.	Vanne de contrôle laiton 2 ½ in	1 U	15,00	15,00
12.	Vanne de sectionnement laiton 2 ½ in	2 U	13,00	26,00
13.	Té 2 ½ in (métal galvanisé ou PVC)	3 U	3,50	10,50
14.	Raccord 2 ½ in	4 U	1,00	4,00
15.	Purgeur d'air 1 in	1 U	12,00	12,00
16.	Filtre à tamis 60 mesh	1 U	180,00	180,00
	<b>Sous-total</b>			<b>247,00</b>
	<b>COÛT TOTAL:</b>			<b>3242,20</b>

**FIGURE 11.3 - Système de micro-irrigation à basse capacité.**



9 – 2 1/2 in x 75 mm daptateur PP  
 10 – 75 mm tuyau PEHD  
 11 – 75 mm x 1 in collier de prise en charge PP  
 12 – 1 in vanne à boisseau sphérique  
 13 – 1 in x 32 mm adaptateur PP  
 14 – 32 mm tuyau PEFD



# CHAPITRE 12: Les mini-asperseurs

## ***INTRODUCTION***

---

Cette méthode consiste à placer un seul distributeur de type mini-asperseur au pied de chaque arbre. Le distributeur asperge d'eau une superficie circulaire limitée, sous le feuillage autour du tronc, avec des débits très faibles. Cette approche combine les principes et avantages des deux systèmes d'irrigation, par aspersion et par goutte-à-goutte localisé.

L'irrigation par mini-asperseur est une micro-irrigation localisée, utilisant un système à basse pression sur une installation fixe permanente ou saisonnière.

## ***TRAME ET COMPOSANTES DU SYSTÈME***

---

L'ouvrage de tête peut être aussi simple que possible. Toutefois un dispositif de filtrage est requis comme dans toutes les installations de micro-irrigation. Un injecteur d'engrais n'est pas toujours nécessaire, car de nombreux fermiers préfèrent appliquer l'engrais manuellement. Néanmoins, la disposition de l'équipement devra toujours permettre l'installation ultérieure d'un injecteur d'engrais.

Les conduites principales et secondaires seront assemblées de manière permanente, soit en surface, soit enterrées, avec des bornes (2–3 pouces) implantées soit en surface, soit dans une boîte de soupapes pour les configurations enterrées.

Les adducteurs peuvent être en PEHD s'ils sont posés en surface, ou en tuyau rigide PVC quand ils sont enterrés. D'autres types de tuyaux peuvent aussi être utilisés, tels les tuyaux plats ou les tuyaux à raccord rapide en acier léger.

Les conduites latérales avec les mini-asperseurs sont posées le long des rangs d'arbres près des troncs, une ligne pour chaque rangée, avec un mini-asperseur au pied de chaque arbre.

Les raccords des conduites latérales sont généralement des tuyaux en PEFD souples de 16, 20, 25, et 32 mm de diamètre, avec une pression de service PN de 4 bars. Des tuyaux enterrés de petit diamètre en PVC peuvent aussi être utilisés comme conduites latérales, avec de plus longs petits tubes de plastique de raccordement sortant à la surface.

## **LES MINI-ASPERSEURS DE DISTRIBUTION**

Les micro-pulvérisateurs utilisés dans les vergers (figure 12.1), nommés mini-asperseurs, gicleurs ou micro-jets, sont de petits distributeurs en plastique, du type asperseur statique, qui distribuent un petit débit à faible angle sous la forme de fines gouttes, réparties uniformément autour des arbres, selon une couverture circulaire totale ou partielle.

Ils peuvent comporter différents mécanismes (capot avec aiguille rotative, sans capot avec un partiteur pivotant, ou avec un déflecteur), avec une vaste gamme de débits et diamètres de couverture. Tous ont une section d'écoulement au travers de la buse plutôt faible (diamètre de buse de 1 à 1,7 mm environ). Les eaux distribuées devront être filtrées avant d'entrer dans le système.

Les principales caractéristiques de fonctionnement des mini-asperseurs sont:

- pression de fonctionnement: 1,5 à 2 bars;
- débit: 35 à 250 l/h (en général 150 l/h);
- diamètre arrosé: 3 à 6 m;
- pluviométrie: 2–20 mm/h (en général 4 à 8 mm/h);
- filtration requise: 60–80 «mesh» (250–200 microns).

**FIGURE 12.1 - Irrigation d'un verger de citrus par mini-asperseurs.**



Les têtes des mini-asperseurs sont fixées à des tiges de plastique ou à de petites barres métalliques à 20 ou 30 cm au-dessus du sol; elles sont connectées aux conduites latérales en PE par des tubes souples en plastique de 7 à 9 mm et longs de 60 à 120 cm, munis d'embouts à rainure. Ainsi, un distributeur complet de mini-aspersion comprend la tête, la tige de support et le tube de connexion avec l'embout. Tous les composants s'emboîtent à pression, sont interchangeables et peuvent facilement être montés ou démontés.

## ***PROGRAMMATION DE L'IRRIGATION***

---

Comme dans toutes les méthodes localisées de micro-irrigation, la quantité d'eau stockée dans la zone racinaire est limitée en raison du faible volume de sol humidifié. Toutefois, avec cette méthode, le volume humide de sol dépasse 65 pour cent du volume total; par conséquent, il n'existe aucune urgence à pratiquer des irrigations fréquentes, à moins que la capacité de rétention de l'humidité du sol ne soit très basse.

La pratique courante est d'irriguer à intervalles fixes sur une base hebdomadaire et d'appliquer les besoins en eau cumulés des jours précédents. Avec de jeunes arbres, l'intervalle d'irrigation sera plus court, soit deux fois par semaine. La majorité des exploitants des zones arides et semi-arides distribuent l'eau à leurs arbres fruitiers (agrumes, goyaves, avocats, etc.) conformément aux indications du tableau ci-dessous (tableau 12.1).

**TABLEAU 12.1 - Programme d'irrigation par mini-asperseurs**

<b>Age des arbres (années)</b>	<b>Débit unitaire (litres/jour/arbre)</b>	<b>Intervalle d'irrigation (jours)</b>	<b>Dose moyenne (litres par arbre)</b>	<b>Durée moyenne d'opération (heures)</b>
1-2	8-15	4-6	60	0,5
3-4	20-40	6-7	200	1,6
4-6	50-60	7	380	3,0
Plus de 7	80-120	7-10	900	7,5

## ***CRITÈRES ET CONSIDÉRATIONS DE CONCEPTION***

---

Les mini-asperseurs sont essentiellement utilisés pour l'irrigation intensive d'arbres fruitiers (figure 12.2). Ils sont aussi employés pour l'irrigation supplémentaire d'arbres cultivés en sec. Un mini-asperseur par arbre est suffisant; par conséquent l'écartement des distributeurs correspond à celui des arbres. La distance entre l'asperseur et le tronc de l'arbre est de 30 à 50 cm, selon l'âge et la dimension de l'arbre. Pour les jeunes arbres, les têtes d'asperseurs peuvent être montées à l'envers afin de réduire le diamètre arrosé.

**TABLE 12.2 - Nombre maximal de mini-asperseurs sur la conduite latérale et longueur de la conduite latérale sur sol uni. Débit des mini-asperseurs à 2 bars**

Débits: Conduite latérale Diamètre et espacement (m)	70 l/h		120 l/h		150 l/h	
	Nombre asp.	Long latéral (mètres)	Nombre asp.	Long latéral (mètres)	Nombre asp.	Long latéral (mètres)
16 mm	3	10	30	7	21	6
	4	9	36	6	24	6
	5	8	40	6	30	5
	6	8	42	5	30	5
	8	7	56	5	40	4
20 mm	3	16	48	11	33	9
	4	15	60	10	40	9
	5	14	70	9	45	8
	6	13	78	9	54	8
	8	11	88	8	64	7
25 mm	3	25	75	18	54	15
	4	22	88	16	64	14
	5	20	100	15	75	13
	6	19	114	14	84	12
	7	18	144	12	96	11

Remarque: Tous les tuyaux sont en PEFD, 4 bars, conformes à la norme DIN 8072.

**FIGURE 12.2 - Arbres irrigués par mini-asperseurs.**



Le taux de distribution du distributeur doit être adapté aux conditions existantes de disponibilité en eau, à la superficie, au nombre, à l'âge et aux dimensions des arbres, et au nombre de tours d'irrigation (programme d'irrigation). Ceci n'est pas une tâche compliquée, si l'on considère la vaste gamme des débits de mini-asperseurs disponibles.

Les mini-asperseurs sont des distributeurs avec des orifices de buse à circuit court créant des écoulements entièrement turbulents. Par conséquent, la variation de débit du mini-asperseur est la moitié de la variation de la pression de service; par exemple, une différence de pression de 20 pour cent produit une différence de débit de 10 pour cent, ce qui est considéré comme le maximum admissible. Le tableau 12.2 ci-dessous est basé sur ce principe.

## ***COÛTS***

---

Le coût total pour l'installation sur un hectare d'un système tel que décrit dans l'exemple ci-dessous est de 1 634 \$EU, avec 470 \$EU pour l'ouvrage de tête, soit 26 pour cent du coût total. Le même réseau peut desservir une unité d'au moins 3 ha. La partie la plus importante du coût est absorbée par le réseau de conduites en PE, soit 864 \$EU, c'est-à-dire 55 pour cent du coût total pour un système de 1 ha. Pour une installation complète de 3 ha, les conduites représentent environ 65 pour cent du coût total.

## ***AVANTAGES***

---

- Efficience d'irrigation élevée. La quantité d'eau est contrôlée avec précision, et seule une surface partielle est arrosée; aucunes pertes dues à l'évaporation, à la percolation profonde ou au ruissellement.
- Contrôle de la salinité. L'écoulement de l'eau au travers du sol se fait verticalement et les sels accumulés dans la zone racinaire peuvent être facilement lessivés dans des couches plus profondes.
- Souplesse et adaptabilité. C'est le plus flexible des systèmes de micro-irrigation, facilement adopté et géré par les exploitants. La technologie est simple et la gamme d'équipements relativement modeste.
- Besoins réduits en main-d'œuvre.

## ***INCONVÉNIENTS***

---

- Investissements initiaux élevés.

**EXEMPLE DE PROJET – IRRIGATION DE CITRONNIERS PAR MINI-ASPERSEURS*****Superficie et cultures***

La parcelle, qui mesure 85 x 120 m, c'est-à-dire environ 1 ha, est plantée de citronniers en rangs espacés de 6 par 6 m (figure 12.3). Il y a 20 rangs avec 14 arbres sur chaque rang pour un total de 280 unités. La pente de la parcelle est de 0,5 pour cent d'ouest en est et du nord au sud.

***Sol, eau et climat***

Le sol est de texture moyenne avec une perméabilité d'environ 4 mm/h, une capacité de rétention de l'humidité de 22 pour cent et une humidité disponible de 150 mm/m de profondeur. Il n'existe aucun risque de salinité ni de toxicité. La source d'eau est un forage existant avec un débit assuré de 5 l/s (18 m<sup>3</sup>/h). L'eau est de bonne qualité avec une conductivité électrique ECw = 1,5 dS/m de salinité totale. L'évaporation en bac moyenne atteint 7 mm/jour à la mi-juillet. La saison d'irrigation s'étend d'avril à octobre.

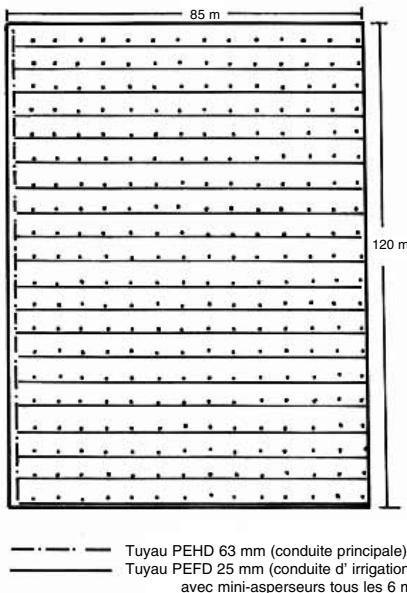
***Besoins en eau et programme d'irrigation***

L'évaporation en bac de 7mm/jour multipliée par 0,66 (le facteur de correction de l'évaporation en bac) donne une ETo de 4,65 mm/jour. Le coefficient cultural kc est de 0,65. Ainsi Etc = 4,65 x 0,65 = 3 mm/jour. La superficie ombragée par la canopée des arbres est de 70 pour cent, mais définie à 82 pour cent pour les besoins du calcul. Avec une efficience d'application du système de 80 pour cent, les besoins quotidiens bruts d'irrigation sont de:  $2,48 \times 100 \div 80 = 3,1 \text{ mm (}31 \text{ m}^3\text{)}$ . Si l'on irrigue tous les 10 jours, la dose brute d'irrigation est de  $10 \times 31 = 310 \text{ m}^3$ .

L'intervalle d'irrigation maximal admissible en juillet avec un tarissement de 50 pour cent de l'humidité pour une profondeur d'enracinement des arbres de 0,6 m est de:  $150 \times 0,6 \times 0,5 \div 3 = 15 \text{ jours}$ . La fréquence d'irrigation dépend de plusieurs facteurs, mais en aucun cas elle ne doit dépasser l'intervalle d'irrigation maximal admissible.

Toutefois, comme il a déjà été mentionné, la pratique courante est d'irriguer tous les sept jours. L'intervalle de sept jours accumule des besoins bruts en irrigation de 217 m<sup>3</sup>, c'est-à-dire la dose d'irrigation de pointe en juillet.

**FIGURE 12.3 - Exemple de projet d'irrigation par mini-asperseurs sur des arbres fruitiers.**



### **TRAME DU RÉSEAU, PERFORMANCES ET CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES**

- Une ligne latérale d'irrigation de tuyaux en PEFD de 25 mm, longue de 81 m est posée le long de chaque rang d'arbres, avec un mini-aspergeur par arbre, soit 14 asperseurs par ligne. Les lignes latérales sont connectées directement à la ligne principale, un tuyau en PEHD de 63 mm posé le long des limites de la parcelle, qui sert également d'adducteur (figure 12.4).
- Performance des mini-asperseurs: 120 l/h à 2 bars pour un cercle complet, filtration de 60 «mesh» requise (tableaux 12.3 et 12.4).
- Nombre de mini-asperseurs par conduite latérale: 14.
- Débit de la conduite latérale: 1,680 l/h.
- Débit du système: 17–18 m<sup>3</sup>/h.
- Nombre total de conduites latérales: 20.
- Nombre maximum de conduites latérales fonctionnant simultanément: 10.
- Nombre de tours par irrigation: 2.
- Durée d'application d'irrigation par tour: environ 6,2 heures.

**TABLEAU 12.3 - Pression de fonctionnement du système**

<b>Pression de fonctionnement du système</b>	<b>Pression (bars)</b>
Pression requise pour le fonctionnement	2,00
Pertes de charge dues au frottement le long de la conduite latérale	0,35
Pertes de charge dues au frottement le long de la conduite principale	0,25
Pertes de charge dues au frottement dans l'ouvrage de tête	0,50
Pertes mineures	0,20
<b>Sous-total</b>	<b>3,30</b>
Déférence de niveau	- 0,15
<b>Charge dynamique totale</b>	<b>3,15</b>

**TABLEAU 12.4 - Liste des équipements nécessaires pour l'installation du système**

<b>Pièce n°</b>	<b>Description</b>	<b>Quantité</b>	<b>Prix unitaire \$EU</b>	<b>Prix total \$EU</b>
	<b>Réseau de distribution</b>			
1.	Conduite noire PEHD 63 mm , 6 bars	120 m	1,80	216,00
2.	Tuyau noir PE 25 mm 4 bars	1620 m	0,40	648,00
3.	Adaptateur PP 2 ½ in x 63 mm	1 U	6,00	6,00
4.	Adaptateur PP ¾ in x 25 mm	20 U	1,00	20,00
5.	Bouchon PP 63 mm	1 U	6,00	6,00
6.	63 mm x ¼ in PP clamp saddle	20 U	1,30	26,00
7.	Vanne sect. laiton ¼ in	20 U	2,30	46,00
8.	Mini-asperleur à basse capacité, 120 l/h à 2 bars, cercle complet	280 U	0,70	196,00
	<b>Sous-total</b>			<b>1164,00</b>
	<b>Ouvrage de tête</b>			
9.	Vanne de contrôle laiton 2 ½ in	1 U	15,00	15,00
10.	Vanne de sectionnement laiton 2 ½ in	2 U	13,00	26,00
11.	Vanne de sectionnement laiton ¾ in	2 U	2,30	4,60
12.	Té 2 ½ in (métal galvanisé)	2 U	1,00	2,00
13.	Raccord galvanisé 2 ¼ in	2 U	0,25	0,50
14.	Raccord galvanisé ½ in	3 U	3,50	10,50
15.	Purgeur d'air automatique 1 in	1 U	12,00	12,00
16.	Filtre à grille (ou disque) 60 «mesh» 2 ½ in	1 U	180,00	180,00
	<b>Sous-total</b>			<b>250,60</b>
	<b>Total général: (Prix 2001)</b>			<b>1415,00</b>

FIGURE 12.4 - Techniques de raccordement des systèmes de mini-asperseurs.

