

République du Niger



Fraternité – Travail – Progrès



REPUBLIQUE DU NIGER
Ministère du Plan

Programme Nigéro – Allemand de Promotion
de l'Agriculture Productive

PromAP
Composante 2



AFC
Consultants International

MODULE DE FORMATION :

IRRIGATION PAR ASPERSION



Version finale

Janvier 2019

Table des matières

<i>Sigles et abréviations</i>	4
<i>Liste des tableaux</i>	5
<i>Liste des images</i>	5
<i>Liste des figures</i>	5
<i>Introduction</i>	7
I. PRINCIPALES COMPOSANTES DU SYSTEME D'IRRIGATION PAR ASPERSION	8
II. EQUIPEMENT D'IRRIGATION ET TECHNIQUES DE RACCORDEMENT	11
2.1. Les conduites	11
2.2. Les filtres	15
2.3. Matériel d'injection pour l'irrigation fertilisante	17
2.4. Les distributeurs d'eau	18
2.5. Les dispositifs d'automatisation	21
2.6. Les instruments de mesure	22
III. CONCEPTION DU SYSTEME	23
3.1. Conception des conduites latérales	23
3.2. Conception des conduites	23
3.3. Ouvrage de tête	24
IV. SYSTEMES D'IRRIGATION PAR ASPERSION A TUYAUX FLEXIBLES MOBILES ...	26
4.1. Trame du système et composantes.....	26
4.2. Les asperseurs.....	27
4.2.1. Le diffuseur ou buse (sprayer ou spray nozzle)	27
4.2.2. L'asperseur rotatif à batteur (sprinkler).....	27
4.2.3. Le canon d'arrosage	28
4.3. Formes des surfaces arrosées	29
4.4. Critères et considérations de conception	30
4.5. Régime des vents.....	31
4.6. Programmation de l'irrigation	33
4.7. Application	33
V. TYPES DE RESEAUX EN ASPERSION	35
5.1. Réseau fixe.....	35
5.2. Réseau mobile	36
5.3. Avantages et inconvénients du système d'irrigation par aspersion mobile ..	37
5.4. Coûts du système d'irrigation par aspersion mobile	37
VI. EXEMPLE DE PROJET – IRRIGATION DU COTON PAR ASPERSION À TUYAUX FLEXIBLES MOBILES	38

VII. LES MICRO-ASPERSEURS	41
VIII. AUTRES SYSTEMES D'IRRIGATION PAR ASPERSION.....	42
8.1. L'irrigation par tuyaux flexibles.....	42
8.2. Irrigation à l'aide d'arrosoirs	42
8.3. Irrigation par rampes perforées.....	43
Références bibliographiques	45

Sigles et abréviations

ETP : Evapotranspiration potentielle

GIZ : Coopération technique allemande

KC : Coefficient cultural

PE : Polyéthylène

PET : Polyéthylène

PP : Polypropylène

PromAP : Programme Nigéro-allemand pour la promotion de l'agriculture productive

PSRCA/PI : Plan Stratégique de renforcement des compétences des acteurs de la petite irrigation

PVC : Polyvinyle de chlorure

SPIN : Stratégie de la Petite Irrigation au Niger

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques maximales des canons d'arrosage	28
Tableau 2 : Espacements corrects entre asperseurs dans des conditions spécifiques de vent	31
Tableau 3 : Nombre maximal d'asperseurs à basse/moyenne pression sur des conduites latérales à raccord rapide	32
Tableau 4 : Avantages et inconvénients de l'aspersion mobile	37
Tableau 5 : Equipements nécessaires pour l'installation des tuyaux flexibles mobiles.....	39

Liste des images

Image 1 : Tuyaux en PVC rigide	12
Image 2 : Tuyaux PVC pour conduite principale	13
Image 3 : Rouleau de tuyau en polyéthylène	13
Image 4 : Rouleau de tuyau plat	14
Image 5 : Raccords en polypropylène (PP)	15
Image 6 : Asperseurs rotatifs	18
Image 7 : Différents types de micro-asperseurs	19
Image 8 : Micro-aspersion avec buse rotative (spinner)	19
Image 9 : Micro-jets irrigant un mandarinier	20
Image 10 : Electrovanne automatique	21
Image 11 : Electrovanne d'irrigation à contrôle automatique	22
Image 12 : Système d'irrigation par aspersion à tuyaux flexibles mobiles	26
Image 13 : Canon d'arrosage à forte pluviométrie	29
Image 14 : Canon d'arrosage à faible pluviométrie	29
Image 15 : Aspersion par réseau fixe	35
Image 16 : Pose d'un réseau mobile	36
Image 17 : Différentes formes de micro asperseurs	41
Image 18 : Micro asperseurs suspendus en serres	41
Image 19 : Irrigation par aspersion à l'aide de tuyau flexible	42
Image 20 : Irrigation par arrosoir	43
Image 21 : Rampe perforée	44
Image 22 : Jets d'eau d'une rampe perforée	44

Liste des figures

Figure 1 : Schéma d'une trame de réseau sous pression	8
Figure 2 : Coupe schématique et photo d'un filtre à gravier	15
Figure 3 : Coupe schématique et photo d'un hydrocyclone	16
Figure 4 : Coupe schématique et photo d'un filtre à tamis	16
Figure 5 : Filtre auto-nettoyant automatique	17
Figure 6 : Schéma de fonctionnement et photo d'un dilueur d'engrais liquide fermé	17
Figure 7 : Schéma d'installation et photo d'un injecteur d'engrais de type Venturi	17
Figure 8 : Schéma d'installation et photo d'un injecteur d'engrais à pompe et piston	18
Figure 9 : Vue schématique d'un barboteur	20
Figure 10 : Pression de fonctionnement requise pour les systèmes sous pression	24
Figure 11 : Diffuseurs arrosant un demi-cercle (a) et un cercle complet (b)	27

Figure 12 : Formes de surface arrosée par aspersion	30
Figure 13 : Répartition de l'eau issue des jets d'un asperseur	30
Figure 14 : Disposition des asperseurs.....	32
Figure 15 : Densité du réseau d'asperseurs	33
Figure 16 : Aire d'irrigation couverte par un asperseur à rotation complète	34
Figure 17 : Réseau fixe	35
Figure 18 : Réseau mobile	36
Figure 19 : Techniques de raccord pour l'aspersion à tuyaux flexibles mobiles	40

Introduction

Le Niger a inscrit l'irrigation en générale et la petite irrigation en particulier parmi les stratégies résilientes les plus efficaces pour lutter contre les effets du changement climatique et pour améliorer la productivité agricole et les revenus des populations rurales. A ce titre, le Gouvernement du Niger a élaboré, avec l'appui de la Coopération Technique Internationale Allemande (GIZ), la Stratégie de la Petite Irrigation au Niger (SPIN) qui a été adoptée par le Conseil des Ministres le 10 avril 2014. L'objectif de la SPIN est de doter le pays d'un cadre d'orientation en matière de la petite irrigation en tant que vecteur important pour la sécurité alimentaire et l'adaptation de l'agriculture nigérienne au changement climatique. Pour accompagner le Niger dans la mise en œuvre de cette Stratégie, l'Allemagne et le Niger ont initié le Programme de Promotion de l'Agriculture Productive (PromAP). Ce programme, qui est à sa 2ème phase, vise à promouvoir l'exploitation agricole durable à travers une stratégie d'intervention basée sur l'appui-conseil aux producteurs et productrices évoluant dans la petite irrigation (PI). Le PromAP est constitué de trois composantes : (i) Composante 1 : Conseil à la politique sectorielle de l'agriculture de la petite irrigation ; (ii) Composante 2 : Renforcement des capacités des prestataires de services pour la petite irrigation ; (iii) Composante 3 : Appui aux producteurs/productrices de la petite irrigation.

La composante 2 : Renforcement des capacités des prestataires de services pour la petite irrigation a pour objectif d'améliorer les services rendus par les prestataires étatiques et privés dans le domaine de la petite irrigation.

Le Plan Stratégique de Renforcement des Capacités des Acteurs de la Petite Irrigation (PSRCA/PI) a été l'un des premiers documents annexes de la SPIN. Il constitue un cadre d'orientation pour l'ensemble des interventions dans le renforcement des compétences en petite irrigation. Il prévoit pour la décennie 2014-2024, l'élaboration de cent douze (112) modules de formation regroupés dans vingt-sept (27) curricula. La gestion de l'eau d'irrigation constitue l'une des thématiques prioritaires du PSRCA/PI. C'est pour répondre à cela que la composante 2 du PromAP a lancé la présente étude afin d'élaborer un (1) module de formation sur « l'irrigation par aspersion ».

Ce module a été élaboré par ADAMOU Mahaman Moustapha, enseignant-chercheur au Département « Génie rural, Eaux et Forêts » de la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey.

Il faut noter que l'irrigation par aspersion, tel que décrite dans ce module est faiblement pratiquée au Niger du fait du coût élevé des matériels et d'exploitation du système.

I. PRINCIPALES COMPOSANTES DU SYSTEME D'IRRIGATION PAR ASPERSION

L'irrigation par aspersion fait partie des systèmes d'irrigation par conduites sous pression. L'irrigation par aspersion consiste à répartir l'eau sur toute la superficie cultivée sous forme de goutte de pluie. Il existe de nombreuses variantes de l'aspersion en termes de débit et de diamètre d'aspersion, de hauteur du jet au-dessus du sol (au-dessus des cultures, en dessous du feuillage), de type de mécanisme pour l'asperseur, etc.

Dans tous les systèmes par conduites sous pression, les principales composantes sont (figure 1) :

- l'ouvrage de tête (unité de contrôle de la charge) ;
- les conduites principales et secondaires ;
- les bornes ;
- les adducteurs (conduites d'alimentation) ;
- les conduites latérales (tuyaux d'irrigation) avec les distributeurs.

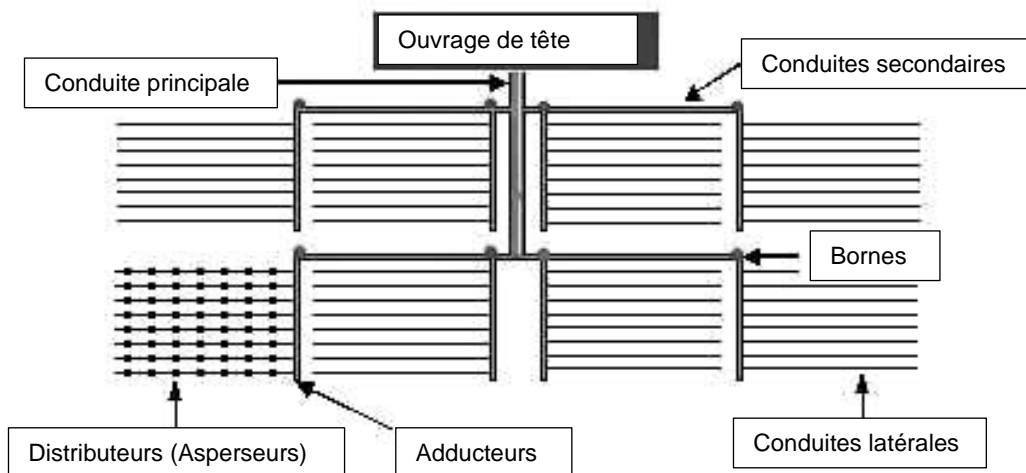


Figure 1 : Schéma d'une trame de réseau sous pression

Ouvrage de tête

Il comprend une ligne d'alimentation (PVC rigide ou acier galvanisé fileté) installée horizontalement à une hauteur minimale de 60 cm au-dessus du sol. Il est équipé d'un purgeur d'air, d'une valve de contrôle, de deux prises (tuyaux de $\frac{3}{4}$ pouce) pour la connexion avec l'injecteur d'engrais liquide, d'une vanne de sectionnement entre les deux prises, d'un injecteur d'engrais et d'un filtre. Si un filtre à gravier ou un séparateur à sable (hydrocyclone) est nécessaire, il est installé en tête de l'ouvrage.

Conduite principale

C'est la conduite de plus grand diamètre du réseau, qui peut transporter le débit du système dans des conditions hydrauliques favorables de vitesse du courant et de pertes de charge. Les conduites utilisées sont généralement enterrées, assemblées de manière permanente

pour le PVC rigide, le polyéthylène noir à haute densité (PEHD), les tuyaux plats (type pompier), et les tubes en acier léger galvanisé avec raccord rapide, dans une gamme de diamètres de 63 à 160 mm (2–6 pouces) selon la dimension de l'exploitation.

Conduites secondaires

Ce sont des conduites de plus petits diamètres qui se branchent sur la conduite principale et qui permettent de distribuer l'écoulement vers les diverses parcelles. Elles sont du même type que les conduites principales.

Bornes de prise

Elles sont branchées sur les conduites principales ou secondaires et équipées d'une vanne de sectionnement (2–3 pouces). Elles fournissent une partie ou la totalité de l'écoulement aux adducteurs (conduites d'alimentation).

Adducteurs (conduites d'alimentation)

Ce sont des conduites d'un plus petit diamètre que les conduites secondaires qui sont connectées aux bornes et posées, généralement en surface, le long des limites de parcelle pour alimenter les conduites latérales. Tous les types de matériaux à conduites disponibles peuvent convenir pour ces adducteurs (PEHD habituellement), de diamètre de 2 à 3 pouces.

Conduites latérales (conduites d'irrigation)

Ce sont les conduites avec le plus petit diamètre du système ; elles sont couplées aux adducteurs, perpendiculaires à ceux-ci à des emplacements fixes, posées le long des lignes de culture et équipées de distributeurs fixés à intervalles courts et réguliers.

Distributeurs

Un distributeur pour l'irrigation est un dispositif de toute nature, de tout type et de toute dimension qui, branché sur une conduite, débite l'eau sous pression de diverses manières : en projetant des jets d'eau en l'air (asperseurs), en pulvérisant l'eau (mini diffuseurs), en distribuant des gouttes d'eau en continu (goutteurs) et en fournissant de petits écoulements (barboteurs, vannettes et ouvertures sur une conduite, tuyaux de petits diamètres, etc.).

Pression de fonctionnement

La pression de fonctionnement du système est la pression hydraulique maximale requise pour le fonctionnement normal du système, qui comprend : a) les pertes de charge dans le réseau de conduites depuis l'ouvrage de tête jusqu'à l'extrémité la plus lointaine du système ; b) la pression requise par les distributeurs ; et c) la différence d'altitude (en plus ou en moins). On distingue trois classes de systèmes :

- les systèmes à basse pression, dans lesquels la pression requise est de 2 à 3,5 bars ;
- les systèmes à moyenne pression, dans lesquels la pression requise est de 3,5 à 5 bars ;

- les systèmes à haute pression, dans lesquels la pression requise est supérieure à 5 bars.

Type d'installation

On distingue trois classes de systèmes :

- les installations fixes, où toutes les composantes sont posées ou installées à des emplacements fixes, permanents ou saisonniers ;
- les installations semi-permanentes, où les conduites principales et secondaires sont permanentes alors que les conduites latérales sont portables, manuellement ou mécaniquement ;
- les installations portables, où toutes les composantes sont portables.

II. EQUIPEMENT D'IRRIGATION ET TECHNIQUES DE RACCORDEMENT

Les systèmes d'irrigation comprennent diverses sortes de conduites, raccords de conduites, valves et autres équipements selon le type de système et d'installation. La plupart des installations ont des structures identiques, ce qui permet de couvrir les besoins de toute une région avec une gamme relativement réduite d'équipements.

Les différents équipements d'irrigation sont :

- les conduites ;
- les raccords de conduites ;
- les dispositifs de contrôle de l'écoulement ;
- les filtres ;
- le matériel d'injection pour la fertirrigation (irrigation fertilisante) ;
- les distributeurs d'eau ;
- les dispositifs d'automatisation ;
- les instruments de mesure ;
- les systèmes d'exhaure.

Les principales caractéristiques des équipements d'irrigation sont :

- les matériaux, par exemple l'acier galvanisé, le PVC rigide, etc. ;
- les dimensions : par exemple le diamètre nominal (DN) de la norme métrique ISO en millimètres (16–160 mm) et/ou de la norme de filetage BSP (British Standard Pipe) en pouces ($\frac{3}{4}$ - 4 pouces) ;
- les types de raccords et joints, par exemple à filetage, raccords rapides, soudage par solvant, etc. ;
- la pression de fonctionnement PN (pression nominale) ou PR (classe de pression) en bars, par exemple 6 bars ;
- les normes nationales ou/et internationales conformes, par exemple DIN, ISO, BS, ASTM.

La pression de fonctionnement d'une conduite ou d'un raccord est la pression hydraulique interne maximale à laquelle la conduite ou le raccord sera soumis de manière continue en utilisation ordinaire, avec la certitude que la conduite ne connaîtra aucune défaillance. On distingue la pression nominale (PN) et la classe de pression (PR).

2.1. Les conduites

Les conduites constituent la composante fondamentale de tous les réseaux d'irrigation par conduites. De nombreuses catégories et types de conduites sont disponibles dans diverses classes de pression et diverses dimensions (diamètres). Les conduites utilisées pour les

systèmes d'irrigation au niveau de la parcelle sont principalement constituées de PVC rigide ou de polyéthylène (PE).

Extrudés à partir de polychlorure de vinyle non plastifié, ou uPVC, ces tuyaux sont idéaux pour l'irrigation, le transport à froid de l'eau et les lignes de distribution principales et secondaires. Dans bien des cas, ils sont aussi utilisés comme adducteurs et conduites latérales.

Très légers, ils sont faciles à transporter et à manipuler sur place. La seule contrainte réside dans l'obligation de les garder enterrés en permanence pour les soustraire aux très basses ou hautes températures ambiantes, ainsi qu'aux radiations solaires. La vitesse maximum d'écoulement ne doit pas excéder 1,5 m/s. Ils sont livrés en longueurs standard de 6 m et en plusieurs séries et classes de pression de service, en conformité avec les normes nationales et internationales appliquées en Europe, aux États-Unis et ailleurs (ISO 161-1/2: 1996, ISO 3606, BS 5556, DIN 8062, ASTM D 2241, ANSI/ASAE S376.1, ANSI/ASTM D 1785).

Il existe une gamme complète de dispositifs de connexion pour ces tuyaux, certains en uPVC et d'autres en fonte ductile. Les raccords en polypropylène (PP) à compression sont également utilisables pour les tuyaux mesurant jusqu'à 110 mm. Tous les raccords et toutes les vannes des tuyaux en PVC enterrés doivent être bloqués pour empêcher la poussée hydraulique de les déplacer longitudinalement pendant le fonctionnement. La durée de vie moyenne des tuyaux enterrés en uPVC est estimée à 50 ans.

Les tuyaux rigides en PVC sont faits pour être enterrés, ce qui les protège des différences de température et risques liés à la circulation routière et aux pratiques culturales. Le terrain de la tranchée doit être aussi uniforme que possible, ferme, aplani et dépourvu de grosses pierres et autres matériaux abrasifs. En cas de soubassement rocheux ou de couche très dure, le fond de la tranchée doit être rempli sur environ 10 cm avec un matériau de remplissage compacté, sable ou terre granuleuse.

L'épaisseur minimale de couverture sera de 45 cm pour les tuyaux mesurant jusqu'à 50 mm, de 60 cm pour les diamètres jusqu'à 100 mm, et de 75 cm au-dessus de 100 mm. Lorsque des tuyaux en PVC rigide sont posés sous une route, l'épaisseur de couverture ne sera pas inférieure à 1 m ; à défaut, les tuyaux seront enfilés dans un tube protecteur en acier.



Image 1 : Tuyaux en PVC rigide



Image 2 : Tuyaux PVC pour conduite principale

Les tuyaux en polyéthylène (PE).

Les tuyaux flexibles en PE noir sont extrudés à partir de composants polyéthylènes contenant des stabilisants et 2,5% de noir de carbone qui protège les tuyaux du vieillissement, de la lumière solaire et des variations de température. Les tuyaux en PEFD (résine à faible densité) sont aussi appelés tuyaux en polyéthylène mou (PE25), tandis que les PEHD (résine à haute densité) sont des tuyaux en polyéthylène dur (PE50) (les chiffres correspondent aux résistances à la pression hydrostatique du matériel). Ces tuyaux sont fabriqués en conformité avec divers standards métriques et anglo-saxons en pouces (ISO 161-2, DIN 8072/8074, etc.). Les tuyaux en PE sont fournis, munis de bouts unis, en rouleaux de 50 à 400 m, selon les diamètres. Posés en surface, ils ont une durée de vie de 12 à 15 ans. Conformément aux normes européennes et internationales, ils sont disponibles dans les gammes de diamètres et pressions suivantes :

DN (diamètre extérieur) en millimètres : 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90 et 110 ;

PN (pression de service) en bars : 2.0, 4.0, 6.0, 10.0 et 16.0.

Le raccordement des tuyaux en PE est simple. Une gamme complète de raccords en PP est disponible pour tous les diamètres et types de pression de 2 à 10 bars.



Image 3 : Rouleau de tuyau en polyéthylène

Les fabricants de tuyaux en PVC et PE recommandent que la vitesse d'écoulement maximale dans ces tuyaux ne dépasse pas 1,5 m/s.

Les tuyaux plats

Les tuyaux plats sont employés en irrigation depuis de nombreuses années (figure 8). Ils constituent une alternative aux tuyaux en PVC rigide pour l'utilisation en surface comme adducteurs principaux et secondaires, pour le goutte-à-goutte ou pour les autres systèmes de micro irrigation à basse pression. Ce tuyau est constitué de PVC mou renforcé avec une trame tissée en polyester. Les tuyaux plats sont souples, légers et disponibles en dimensions diverses (mm ou pouces) de 1 à 6 pouces et pour des pressions de service (PN) de 4 à 5,5 bars. Ils sont fabriqués sans embout et fournis en rouleaux de longueurs standard de 25, 50 et 100 m.

Il n'existe pas de raccords spécifiques pour les tuyaux plats. Les tuyaux sont raccordés en insérant de petits segments de tuyaux en PE, ou des raccords rapides métalliques aux deux extrémités des tuyaux. De petits tuyaux en PE permettent de brancher les conduites latérales sur les adducteurs en tuyaux plats ; dans ce cas, des attaches en fil de fer sont fixées pour maintenir le raccord. Cependant, plusieurs industriels spécialisés en micro-irrigation ont conçu et fabriqué des raccords spéciaux pour connecter leurs lignes de goutte-à-goutte aux adducteurs en tuyaux plats.



Image 4 : Rouleau de tuyau plat

Les raccords en PVC

Les raccords en PVC pour conduites sont disponibles dans le système anglo-saxon (pouces) selon les mêmes règles que pour les tuyaux et raccords en métal, et dans le système métrique (en mm) conformément aux normes de dimensionnement ISO et DIN. Ils sont fabriqués pour l'accouplement par collage, filetage ou par jointoyage mécanique intégral (par pression) (figures 6).

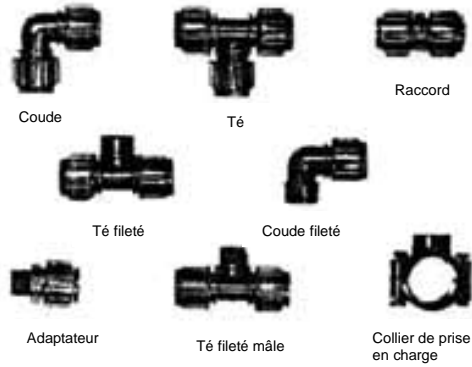


Image 5 : Raccords en polypropylène (PP)

2.2. Les filtres

La filtration de l'eau d'irrigation est essentielle pour éviter d'endommager les distributeurs des systèmes de micro-irrigation par le bouchage. Le type de filtres utilisés dépend du type d'impuretés contenues dans l'eau et du degré de filtration requis pour les distributeurs. Leur dimension doit être la plus économique possible avec des pertes de charge minimales comprises entre 0,3 et 0,5 bar. On distingue plusieurs types de filtres :

Les filtres à gravier

Ces filtres, aussi nommés filtres-médias, sont des réservoirs cylindriques fermés contenant du gravier à grain de 1,5 à 3,5 mm ou un lit de sable basaltique filtrant.

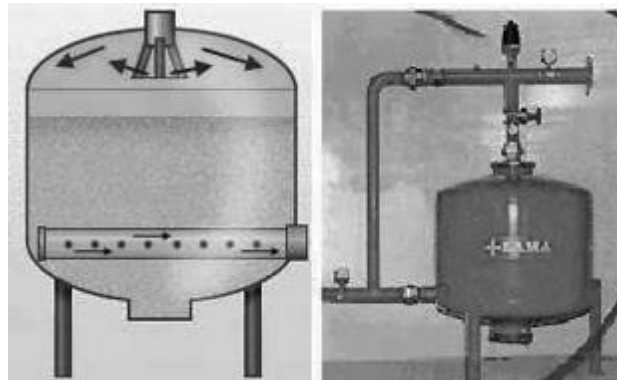


Figure 2 : Coupe schématique et photo d'un filtre à gravier

Les hydrocyclones (ou séparateur de dessablage)

Ce sont des réservoirs coniques métalliques fermés, placés le cas échéant en tête de l'unité de contrôle. Ils éliminent le sable ou les autres petites particules solides des eaux de rivière ou de puits par une force centrifuge créée à l'intérieur du filtre (figure 8).

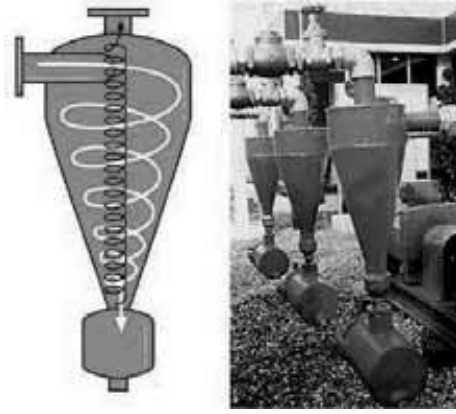


Figure 3 : Coupe schématique et photo d'un hydrocyclone

Les filtres à tamis

Ils sont utilisés en filtration finale et servent de dispositifs de protection pour les eaux de qualité moyenne ou après une filtration primaire avec un filtre à gravier ou un séparateur de sable. Ils sont installés à l'extrémité de l'ouvrage de contrôle de tête avant la conduite principale (figure 9).

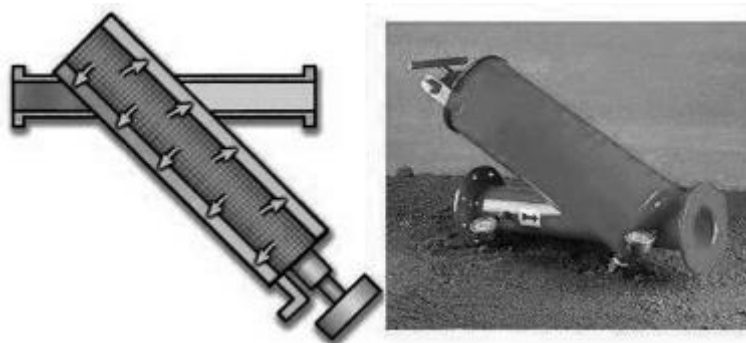


Figure 4 : Coupe schématique et photo d'un filtre à tamis

Les filtres auto-nettoyants automatiques.

La plupart des différents types de filtre peuvent être équipés d'un dispositif de nettoyage automatique déterminé en fonction du différentiel de pression, de l'intervalle de temps entre deux filtrations, de la durée de filtration, du volume d'eau filtrée ou d'une combinaison de ces critères. Le mécanisme de nettoyage, généralement à contre-courant, pour l'élimination des débris accumulés utilise la pression de l'eau dans le système. Il est activé : a) lorsque la différence de pression dans le corps du filtre augmente d'une valeur prédéterminée, par exemple 0,5 bar ; et b) à des intervalles de temps fixes définis par une horloge électronique (figure 10).

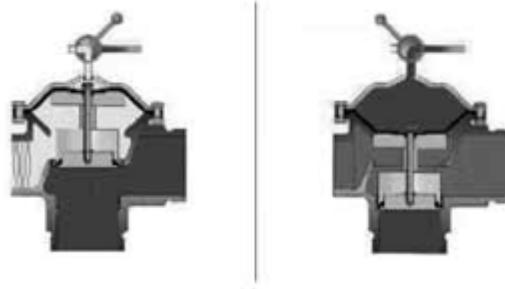


Figure 5 : Filtre auto-nettoyant automatique

2.3. Matériel d'injection pour l'irrigation fertilisante

Des engrais peuvent être mélangés avec l'eau d'irrigation au sein du réseau au moyen de dispositifs spéciaux appelés injecteurs d'engrais, installés sur l'ouvrage de tête. Il existe trois principaux types d'injecteurs d'engrais : le dilueur d'engrais fermé, l'injecteur de type Venturi et la pompe à piston. Tous sont actionnés par la force motrice de l'eau.

Le dilueur d'engrais liquide (fermé)

Il s'agit d'un réservoir cylindrique pressurisé, revêtu de résine époxy et résistant à la pression du système, qui est connecté par une dérivation à la conduite d'alimentation de l'ouvrage de tête. Cet appareil est pourtant encore en service à très petite échelle dans certains pays, en raison de son faible coût et de sa fabrication aisée (figure 11).

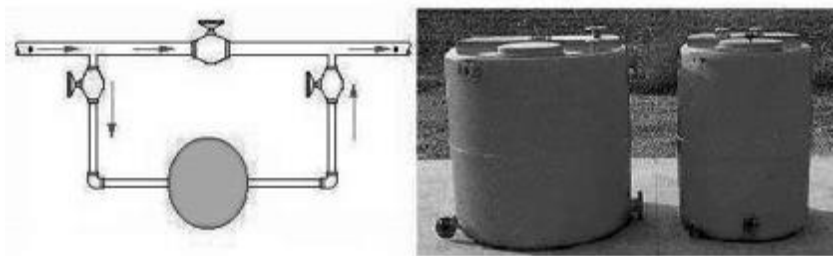


Figure 6 : Schéma de fonctionnement et photo d'un dilueur d'engrais liquide fermé

L'injecteur de type Venturi

Ce dispositif est basé sur le principe du tube de Venturi (figure 12). Une différence de pression est nécessaire entre l'entrée et la sortie de l'injecteur.

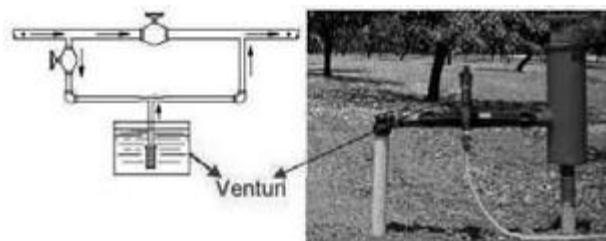


Figure 7 : Schéma d'installation et photo d'un injecteur d'engrais de type Venturi

La pompe à piston

Ce type d'injecteur est activé par la pression de l'eau dans le système et peut être directement installé en ligne et non sur une dérivation. L'écoulement dans le système active

les pistons et l'injecteur fonctionne en injectant la solution d'engrais stockée dans une cuve tout en maintenant un taux d'injection constant. Ils sont plus chers que les injecteurs de type Venturi (figure 13).

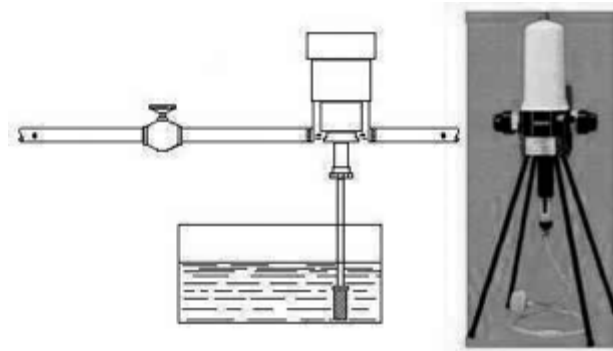


Figure 8 : Schéma d'installation et photo d'un injecteur d'engrais à pompe et piston

2.4. Les distributeurs d'eau

Les distributeurs d'eau définissent généralement la catégorie de système et, dans la plupart des cas, le type d'installation. Branchés sur les conduites latérales à intervalles réguliers, ils apportent l'eau aux plantes sous forme de jet de pluie, pulvérisation, brumisation, faible débit, fontaine ou gouttes continues. Il existe trois types de distributeurs auxquels appartiennent toutes les catégories de modèles actuellement utilisés : buse à petit orifice, vortex ou labyrinthe à circuit long. L'écoulement dans les distributeurs est turbulent. Quelques goutteurs à écoulement laminaire, utilisés dans le passé, ne sont plus utilisés.

Les asperseurs

La plupart des asperseurs agricoles sont actionnés par un batteur, du type à impact rotatif lent, à buse unique ou double. L'asperseur projette en l'air des jets d'eau, qui se répandent sous la forme de gouttes de pluie sur une superficie circulaire du champ. Ces asperseurs existent en divers débits, dimensions de buses, pressions de service, et diamètres du cercle mouillé (ou diamètre de couverture), en cercle complet ou partiel (figure 14).

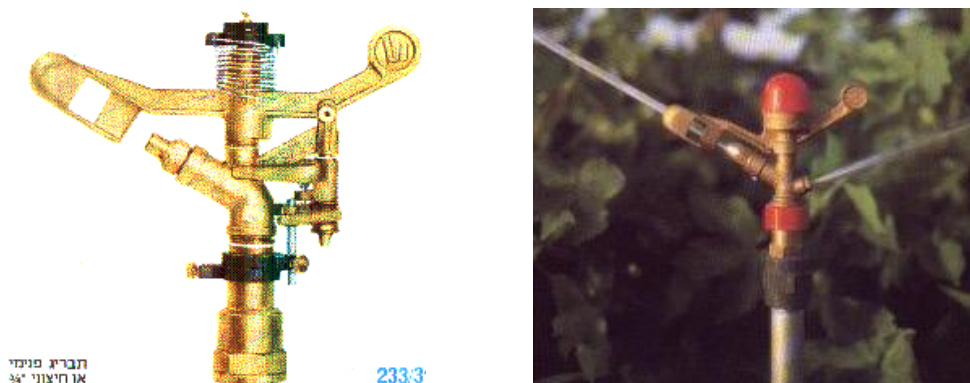


Image 6 : Asperseurs rotatifs

Les micro-asperseurs

Ce sont de petits asperseurs en plastique de faible capacité avec des débits inférieurs à 300 litres par heure. Leurs principales caractéristiques sont : leur vitesse rapide de rotation, moins d'une minute par rotation ; le très petit diamètre des gouttes d'eau et le faible angle du jet d'eau au-dessus de la buse. Ils n'ont qu'une buse d'environ 2 mm de diamètre. Ils ont un débit de 150 à 250 l/h sous 2 bars de pression. Ils arrosent un cercle complet d'un diamètre de 3 à 12 m.



Image 7 : Différents types de micro-asperseurs



Image 8 : Micro-asperseur avec buse rotative (spinner)

Les gicleurs, micro-jets et diffuseurs

Il s'agit de petits distributeurs en plastique, à faible débit et angle réduit, qui fournissent l'eau sous forme de fines gouttes distribuées sur un cercle complet ou par secteur de cercle. Ils sont utilisés principalement sur les cultures arbustives. Il existe différents mécanismes avec une large gamme de débits et diamètres de couverture.

Les dispositifs sont fixés à de petites baguettes en plastique dépassant du sol de 20–30 cm. On en place un par arbre, à 30- 50 cm les uns des autres (figure 17).



Image 9 : Micro-jets irrigant un mandarinier

Les barboteurs

Les barboteurs à basse pression sont de petits distributeurs conçus pour l'irrigation localisée par submersion sur de petites superficies. Les barboteurs sont montés, comme les mini-jets, sur de petites tiges en plastique plantées en terre, et raccordés aux conduites latérales en PE par des tubes flexibles. Ils sont placés dans les bassins ménagés au pied des arbres, à raison d'un ou deux pour chaque arbre (figure 18).

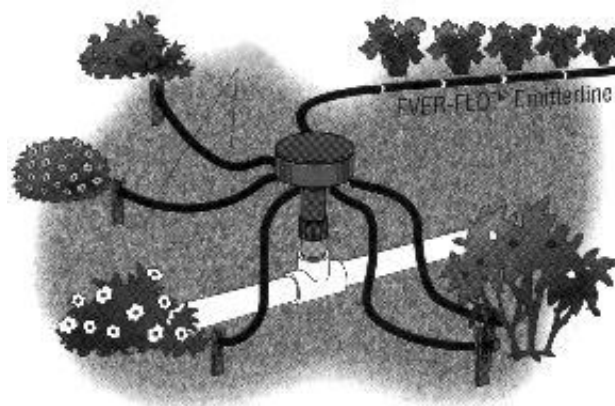


Figure 9: Vue schématique d'un barboteur

2.5. Les dispositifs d'automatisation

Dans les grandes fermes de production agricoles, l'irrigation est pilotée par ordinateur. Le dispositif d'automatisation d'un système d'irrigation comprend essentiellement les électrovannes, le dispositif de commande et les câbles in-situ, lorsque la transmission est électrique.

Les électrovannes (à solénoïdes)

Ce sont des vannes automatiques qui sont commandées à distance pour ouvrir ou fermer l'écoulement de l'eau (figure 19).



Image 10 : Electrovanes automatiques

Les dispositifs de commande

Ce sont des dispositifs automatiques de programmation de la durée de fonctionnement qui commandent les valves automatiques (électriques) à distance, par exemple pour leur ouverture et leur fermeture selon un programme pré-déterminé.

Les vannes volumétriques automatiques à compteur

Ces vannes comprennent un compteur volumétrique, une commande de pilotage et un mécanisme de fermeture. Lorsque le volume prédéterminé a été distribué, la vanne se ferme automatiquement. De nos jours, des commandes automatiques à batteries sont en vente à des prix abordables (moins de 200 euros) pour la commande de l'irrigation de jardin de taille réduite (figure 20).



Image 11 : Electrovanne d'irrigation à contrôle automatique

2.6. Les instruments de mesure

La gestion correcte d'un système d'irrigation exige que des contrôles simples et fréquents soient effectués sur le terrain, tant pour les sols que pour les eaux. Il existe à cet effet de nombreux instruments qui donnent des lectures directes des données.

Les capteurs d'humidité du sol

La mesure de l'humidité du sol est difficile, principalement en raison de la variabilité des types de sol, du calibrage du capteur, de la zone d'influence du capteur, et de l'extrapolation de ces mesures à la gestion des cultures. Fondamentalement, deux paramètres présentent de l'intérêt : i) le volume d'eau dans le sol, car il donne des indications sur le taux d'eau dans le sol par rapport au volume du matériau solide plus l'air (c'est une mesure très utile pour le contrôle de l'irrigation, car elle indique le volume d'eau requis pour combler les vides, ou « remplir l'éponge »; et ii) la tension d'humidité des sols, car elle renseigne sur l'effort que la plante doit fournir pour extraire l'eau du sol. Il existe actuellement diverses technologies pour la mesure de l'humidité du sol. On distingue : **les tensiomètres, Les réflectomètres temporels (RDT), les conductivimètres : Les extracteurs de solutions de sol.**

III. CONCEPTION DU SYSTEME

La conception technique est le second stade de la planification de l'irrigation, le premier stade concernant les besoins en eau des cultures, les types de sol, le climat, la qualité de l'eau et le programme d'irrigation. Les conditions d'approvisionnement en eau, l'électricité disponible et la topographie du terrain doivent également être considérées, de même que les considérations économiques, les disponibilités en main-d'oeuvre et le niveau de compétence. Le système d'irrigation est sélectionné après une évaluation approfondie des données ci-dessus et un processus de calcul détaillé, intégrant les débits dans le système, la dose d'irrigation, la durée d'application et le programme d'irrigation.

Une fois la conception achevée, une liste détaillée de tous les équipements requis pour la mise en place du système est préparée avec des descriptions complètes, les normes et les spécifications de chaque élément.

La procédure de conception hydraulique et technique est presque la même pour tous les types de systèmes d'irrigation sous pression. Il s'agit d'une série de calculs intrinsèquement liés, dont les différents stades sont résumés ci-dessous.

Sélection du distributeur d'eau (asperseur, goutteur, mini-asperseur, barboteur, tuyau, etc.) en fonction de la culture à irriguer, des méthodes d'irrigation et des besoins en eau :

- type, débit, pression de service, diamètre de couverture ;
- espacement et nombre de distributeurs par ligne latérale.

3.1. Conception des conduites latérales

Il s'agit de déterminer, sur la base de la superficie du champ et de la disposition des cultures (écartements), les paramètres des conduites latérales suivants :

- longueur, direction, espacement et nombre total de lignes latérales (dans les systèmes fixes) ou positions des conduites latérales (dans les systèmes semi-permanents);
- débit dans la conduite latérale : nombre de distributeurs par conduite x débit du distributeur;
- nombre de conduites latérales fonctionnant simultanément = débit du système/débit de la conduite latérale;
- nombre de tours pour réaliser une irrigation = nombre total de lignes latérales ou positions ÷ nombre de conduites latérales fonctionnant simultanément ;
- durée d'application = dose d'irrigation en mm ÷ taux d'application en millimètres par heure.

3.2. Conception des conduites

Les conduites latérales

Il est important de comprendre les fonctions et les principes de fonctionnement des distributeurs d'eau avant de commencer le processus de conception. L'une des principales caractéristiques de tous les types de distributeurs est la relation entre le débit et la pression de fonctionnement, habituellement exprimée par la formule empirique :

$$q = kdH^*$$

où q est le débit du distributeur; k et d sont des coefficients (constantes), H est la pression au niveau du distributeur et * est un exposant caractérisé par le régime d'écoulement dans le distributeur et la courbe de variation du débit en fonction de la pression.

Les adducteurs, conduites principales et secondaires

À partir des adducteurs, qui peuvent également être des conduites principales ou secondaires, plusieurs rampes latérales peuvent être alimentées simultanément. Le débit sur ces conduites est distribué en route, comme sur les rampes portant des distributeurs. Par conséquent, lorsque l'on détermine les pertes de charge dues au frottement, il faut également appliquer le coefficient de réduction F de Christiansen.

Les conduites principales et secondaires et toutes les bornes sont dimensionnées de telle façon que les pertes de charge n'excèdent pas environ 15% de la charge dynamique totale requise à la tête du réseau de conduites. Sur terrain plat, ces pertes de charge s'élèvent à environ 20 pour cent de la pression de fonctionnement fixée pour les distributeurs. Il s'agit d'une règle pratique pour tous les réseaux de conduites sous pression pour obtenir des conditions de pression et de distribution de l'eau uniformes en tous points du système. La figure 21 ne doit pas être confondue ou associée d'aucune façon avec la perte de charge maximale autorisée le long des rampes latérales.

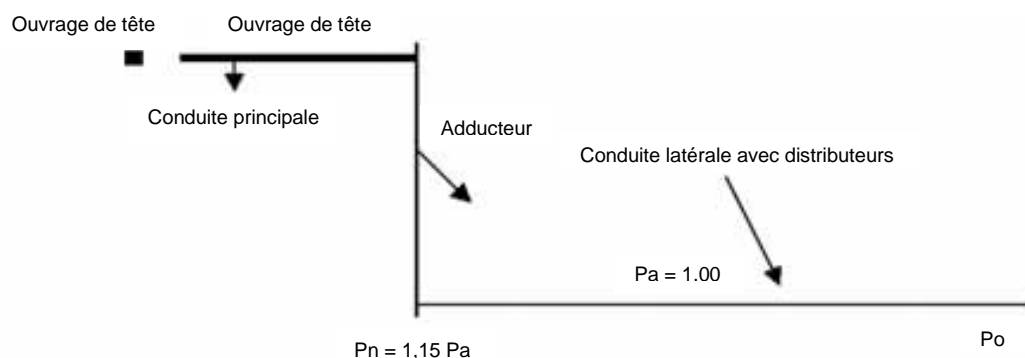


Figure 10 : Pression de fonctionnement requise pour les systèmes sous pression

3.3. Ouvrage de tête

Les composantes de l'ouvrage de tête et leurs dimensions sont sélectionnées en fonction des besoins du système. Dans les systèmes de micro-irrigation, les ouvrages de tête sont munis de filtres et d'injecteurs de fertilisants, alors qu'en aspersion et en irrigation par tuyaux

(gaines), ces ouvrages sont simples avec un équipement minimal. Les pertes de charge dans les diverses composantes de l'ouvrage peuvent varier de 3 à 10 m.

IV. SYSTEMES D'IRRIGATION PAR ASPERSION A TUYAUX FLEXIBLES MOBILES

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 (nommées 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 22).

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 que 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.



Image 12 : Système d'irrigation par aspersion à tuyaux flexibles mobiles

4.1. 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.

4.2. Les asperseurs

On distingue trois (3) types essentiels d'organes d'arrosage (asperseurs) en usage agricole : le diffuseur ou buse, l'asperseur rotatif à batteur et le canon d'arrosage.

4.2.1. Le diffuseur ou buse (sprayer ou spray nozzle)

Dans ce type d'organe, le jet est intercepté par un obstacle fixe, qui provoque sa pulvérisation en très fines gouttelettes (Figure 33). Du fait de la résistance aérodynamique, ces gouttelettes ont une trajectoire très courte (3 à 8 m), la surface arrosée par l'appareil est faible et l'intensité pluviométrique forte (généralement supérieure à 10 mm/h), ce qui constitue l'inconvénient majeur de ce type d'équipement, utilisable uniquement sur sols perméables, ou bien sous serres où les apports d'eau peuvent être fréquents et de courte durée.

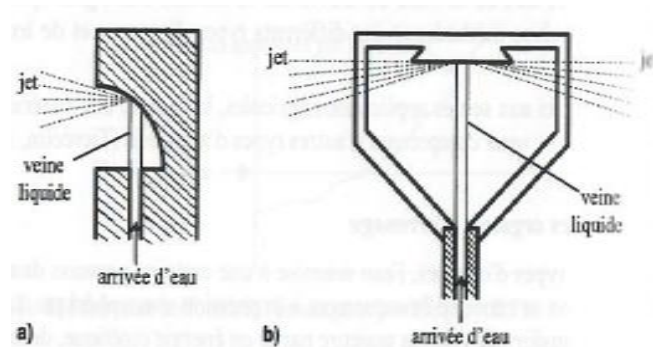


Figure 11 : Diffuseurs arrosant un demi-cercle (a) et un cercle complet (b)

Cependant, la technologie de ces matériels est en évolution : on cherche à obtenir une pulvérisation de moins en moins fine et en agissant sur les caractéristiques de la surface d'impact.

4.2.2. L'asperseur rotatif à batteur (sprinkler)

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 contrepoids) 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'asperseur, tout en activant le mécanisme de rotation de l'asperseur ; la buse secondaire pulvérise l'eau à proximité de l'asperseur.

Les buses sont interchangeables pour permettre des variations de performance en fonction des besoins. Les asperseurs 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 asperseurs 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 m³/h ;
- diamètre de couverture (arrosé): 18–35 m;
- angle du jet : 20°–30° (sauf 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 asperseurs rotatifs conventionnels, la pression minimale de fonctionnement doit être au moins de 2 bars.

4.2.3. Le canon d'arrosage

Le canon d'arrosage est un asperseur de grandes dimensions fonctionnant à haute pression et fournissant un fort débit (supérieur à 30 m³/h). Le principe de fonctionnement est le même que celui de l'asperseur à basse pression ; cependant, l'axe batteur est généralement horizontal, et sur certains gros appareils la rotation est assurée par une turbine hydraulique. Le mécanisme de formation du jet est ici plus complexe que dans le cas d'un asperseur à petite ou moyenne pression. Alors que dans ce dernier on peut considérer que la veine liquide se divise en goutte dès sa sortie de l'ajutage, dans le cas du canon la veine liquide reste cohérente sur une grande longueur, ce qui réduit les effets de la résistance aérodynamique et permet au jet d'atteindre une grande portée (plus de 80 m sur certains matériels).

Tableau 1 : Caractéristiques maximales des canons d'arrosage

	P (Atm)	Q (m ³ /h)	D (m)

4,0	30,4	73
5,0	34,8	78
6,0	38,0	84
7,0	41,5	88
8,0	44,5	92



Image 13 : Canon d'arrosage à forte pluviométrie



Image 14 : Canon d'arrosage à faible pluviométrie

4.3. Formes des surfaces arrosées

On distingue quatre (4) formes de surface arrosée selon le type de tête d'asperseur :

- le cercle complet (360°) ;

- le ½ cercle (180°) ;
- l'aile de papillon ;
- le pinceau.

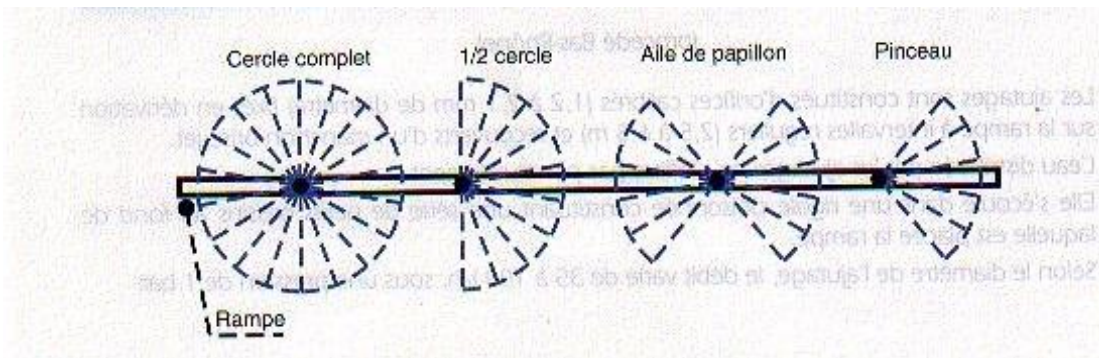


Figure 12 : Formes de surface arrosée par aspersion

4.4. Critères et considérations de conception

L'eau projetée par un simple asperseur n'est pas uniformément distribuée sur la totalité de la surface ; une plus grande quantité d'eau tombe à proximité de l'asperseur, alors que la périphérie en reçoit moins.

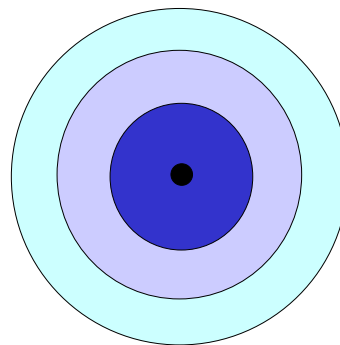
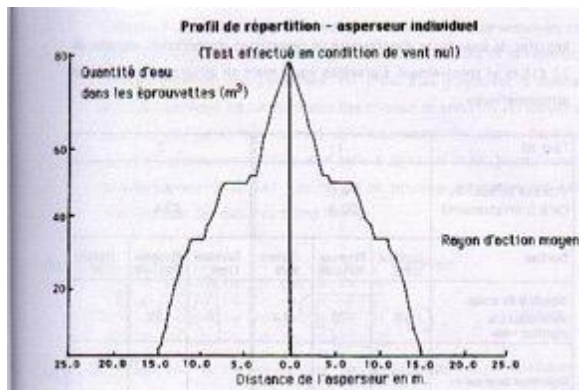


Figure 13 : Répartition de l'eau issue des jets d'un asperseur

Afin d'assurer une pluviométrie uniforme sur toute la surface irriguée, les asperseurs sont toujours placés de façon 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 asperseurs 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 asperseurs (Sm) ne doit pas excéder 65% du diamètre de couverture de l'asperseur 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% du diamètre de couverture. Dans des conditions de vent fort, l'espacement ne dépassera pas

50% 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.

4.5. 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,
- >3,5 m/s vent très fort.

Tableau 2 : Espacements corrects entre asperseurs dans des conditions spécifiques de vent

	Vitesse du vent	Distances entre les arroseurs
Espacement carré et rectangulaire	Pas de vent	65% du diamètre
	2 m/s	60% du diamètre
	3,5 m/s	50% du diamètre
	Plus de 3,5 m/s	30% du diamètre
Espacement triangulaire ou espacé	Pas de vent	75% du diamètre
	2 m/s	70% du diamètre
	3,5 m/s	60% du diamètre
	Plus de 3,5 m/s	35% du diamètre

L'aspersion est déconseillée lorsque les vents sont forts.

On distingue trois (3) types de dispositions d'asperseurs (figures 38 et 39) :

- disposition carré ;
- disposition triangulaire ;
- disposition rectangulaire.

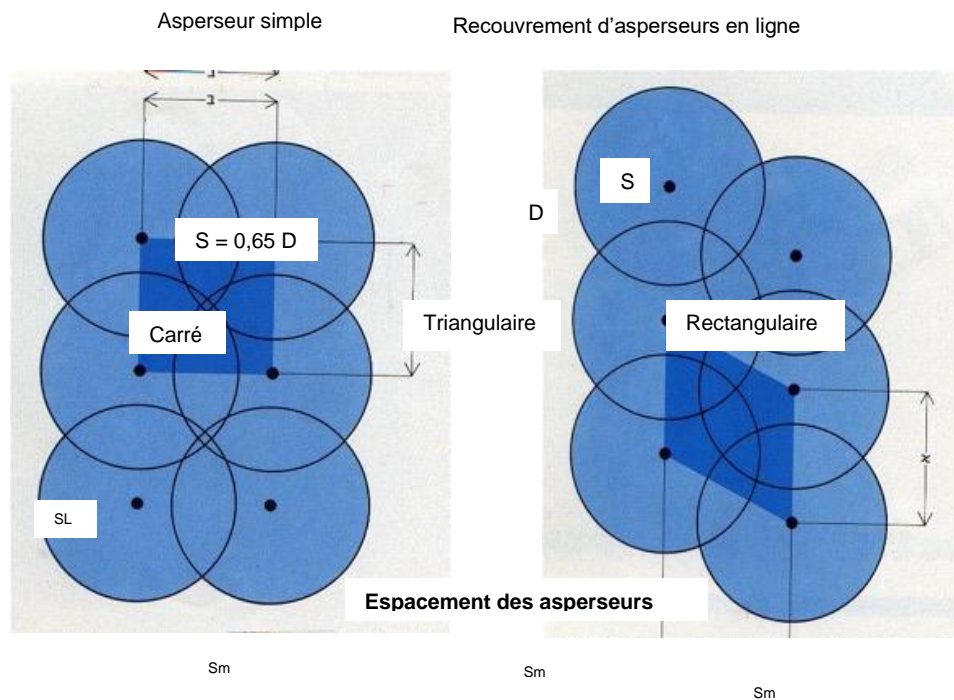


Figure 14 : Disposition des asperseurs

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.

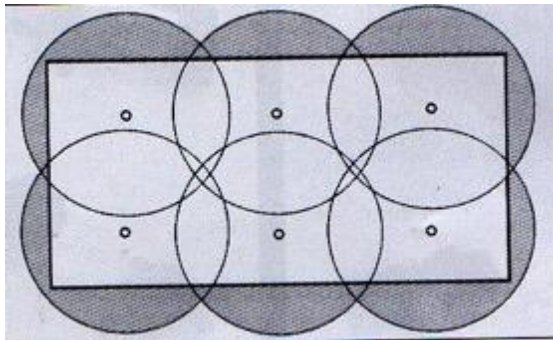
Tableau 3 : Nombre maximal d'asperseurs à basse/moyenne pression sur des conduites latérales à raccord rapide

Pression asperseurs bars	Débit des asperseurs m ³ /h	Diamètre des conduites					
		50 mm		70 mm		89 mm	
		Espace 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						

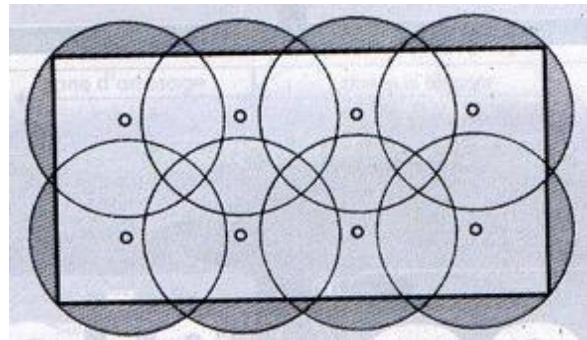
Densité du réseau

La densité du réseau des asperseurs et la disposition des asperseurs dépend de leur portée (diamètre de couverture de la pluie). Ainsi, on a (figure 28) :

- une faible densité d'aspenseurs lorsqu'ils ont une grande portée ;
- une forte densité d'aspenseurs lorsqu'ils ont une petite portée.



Faible densité d'aspenseurs de grande portée



Forte densité d'aspenseur de petite portée

Figure 15 : Densité du réseau d'aspenseurs

4.6. 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'efficacité d'irrigation est d'environ 75%. 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.

4.7. Application

1 aspenseur donne un débit de 2500 l/h à 3 atm et un diamètre de 30 m : quelle est la pluviométrie en mm/h ?

La pluviométrie sera de:

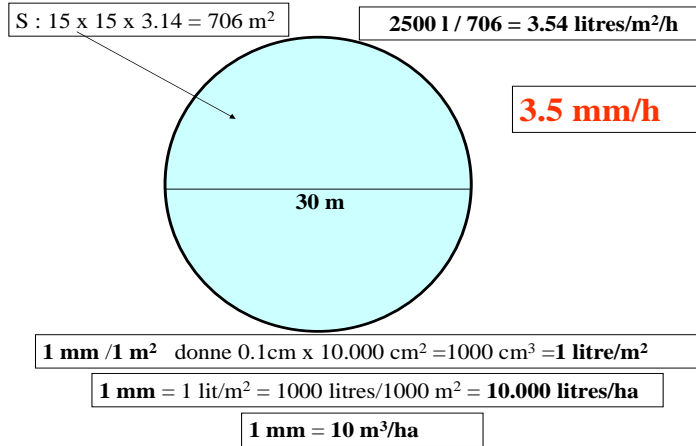


Figure 16 : Aire d'irrigation couverte par un asperseur à rotation complète

V. TYPES DE RESEAUX EN ASPERSION

On distingue deux (2) types de réseaux en irrigation par aspersion :

- le réseau fixe ;
- le réseau mobile.

5.1. Réseau fixe

Tous les éléments du réseau d'irrigation, de la conduite principale aux asperseurs, sont fixés jusqu'à la fin de la campagne d'irrigation (figure 29). A la fin des irrigations, les asperseurs et les rampes (distributeurs), et parfois les conduites latérales, sont enlevés pour permettre la bonne circulation des engins pour la récolte.

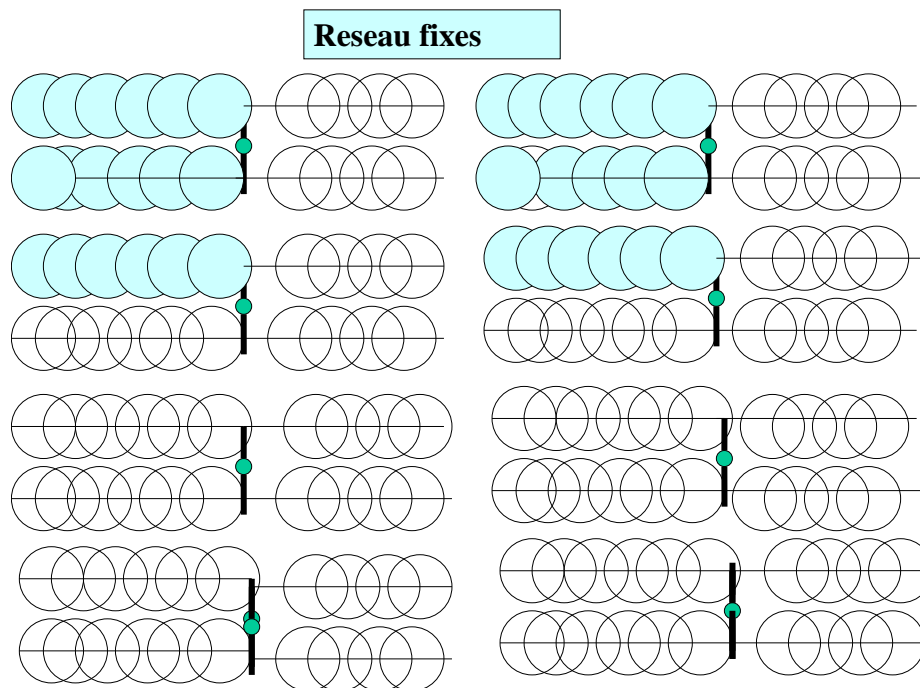


Figure 17 : Réseau fixe



Image 15 : Aspersion par réseau fixe

5.2. Réseau mobile

Pour une économie d'investissement et la rentabilisation des asperseurs, les asperseurs à tuyaux flexibles mobiles sont utilisés le plus souvent surtout pour des superficies irriguées allant jusqu'à 2 ha. L'idée consiste à partitionner la parcelle (sous forme de quartiers hydrauliques) en mettant en place le dispositif d'irrigation suivant :

- une conduite principale et des conduites secondaires fixes ;
- des asperseurs connectés à des rampes en tuyaux flexibles.

Les mêmes asperseurs sont déplacés par quartiers hydrauliques pour l'irrigation (figure 18).

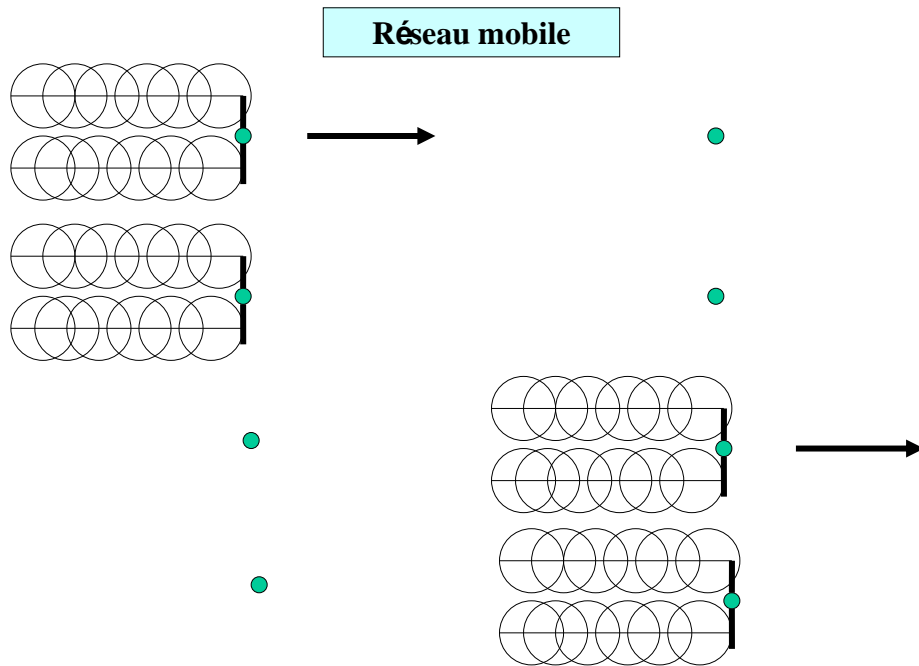


Figure 18 : Réseau mobile



Image 16 : Pose d'un réseau mobile

5.3. Avantages et inconvénients du système d'irrigation par aspersion mobile

Tableau 4 : Avantages et inconvénients de l'aspersion mobile

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Efficacité d'irrigation élevée : 75 %• Mesure facile de la quantité d'eau (mm/h)• 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'œuvre qualifiée	<ul style="list-style-type: none">• Pénibilité dans le déplacement des asperseurs avec les tuyaux flexibles• Longue durée du cycle d'irrigation• Sensible aux vents forts

5.4. Coûts du système d'irrigation par aspersion mobile

Le coût total de l'installation du système sur 2 ha (comme dans l'exemple ci-après) est de 1,3 millions de FCFA, soit moins de 1 500 Euros/ha. Une analyse de coût indique que le coût des conduites en plastique, PVC et PE, du réseau de distribution constituent la partie la plus coûteuse, soit 66% du coût total. L'équipement sophistiqué importé, tels les asperseurs, représente rarement plus de 10% du coût total.

VI. 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 m³/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'évapotranspiration de référence (ET_o) est de 3,7 mm/jour.

À ce stade, le coefficient cultural du coton K_c est de 1,05, la profondeur d'enracinement de 1 m et la baisse d'humidité de 50%.

Par conséquent, ET_c coton = 3,7 x 1,05 = 3,88 mm/jour.

La profondeur nette d'application (Besoin net) 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 mm ÷ 3,88 mm/jour = 14 jours.

La fréquence d'irrigation dépend de plusieurs facteurs, mais en aucun cas elle ne doit excéder l'intervalle maximum d'irrigation admissible.

L'efficacité d'application du système étant de 75%, la profondeur brute d'application en pointe (Besoins bruts) est de : 55 mm ÷ 0,75 = 73,3 mm.

La dose brute d'irrigation est de : 73,3 mm x 10 x 2 ha = 1 466 m³.

- 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 7 et 8 et figure 33).

- Caractéristiques et performances des asperseurs : basse pression, asperseurs à deux buses ; débit 1,5 m³/h à 2,5 bars de pression nominale, diamètre du cercle arrosé : 26 m ;
- Espacement des asperseurs : 12 x 12 m ;

- Pluviométrie : 10,4 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 m³/h ;
- Débit total du système : 36 m³/h ;
- Nombre de position d'asperseurs (et rotation de conduites latérales) : 6 ;
- Durée d'application par rotation : 73,3 mm ÷ 10,4 = 7 heures ;
- Durée du cycle d'irrigation : 42 heures.

Tableau 4 : Charge totale dynamique requise

Caractéristiques de la pression	Pression (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	0,25
Charge totale dynamique requise	3,70

Tableau 5 : Equipements nécessaires pour l'installation des tuyaux flexibles mobiles

N°	Description	Quantité	Prix unitaire (Euros)	Prix total (Euros)
	Réseau de distribution			
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 in	24 U	1,30	31,20
9.	Adaptateur PP 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 ³ /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
	Sous-total			1722,20
16.	Ouvrage de tête			
17.	Vanne de contrôle laiton 2,5 in	1 pc	15,00	15,00
18.	Vanne de sectionnement laiton 2,5 in	2 U	13,00	26,00
19.	Té 2,5 in (métal galvanisé ou PVC)	3 U	3,50	10,50
20.	Raccord 2,5 in	4 U	1,00	4,00
	Purgeur d'air 1 in	1 pc	12,00	12,00
	Sous-total			67,50
	COÛT TOTAL :			1789,70

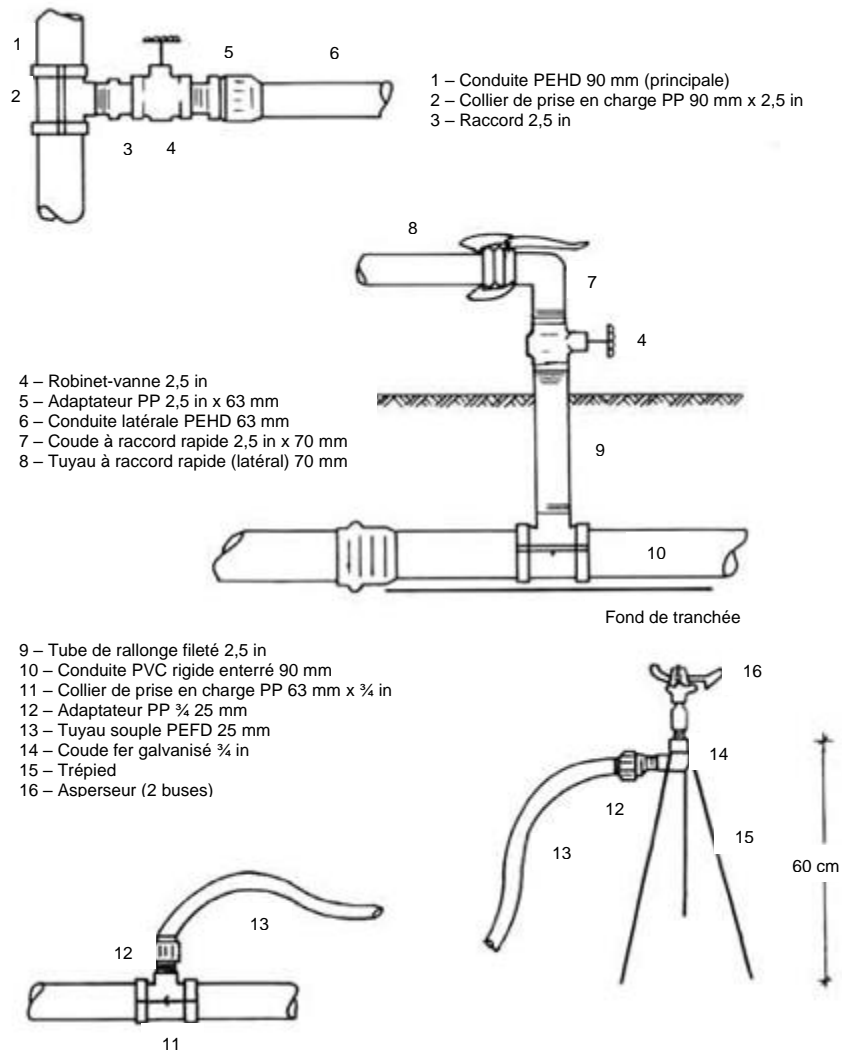


Figure 19 : Techniques de raccord pour l'aspersion à tuyaux flexibles mobiles

VII. LES MICRO-ASPERSEURS

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 efficace 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.

Les micro-asperseurs sont aussi utilisés dans les serres pour les cultures horticoles.



Image 17 : Différentes formes de micro asperseurs



Image 18 : Micro asperseurs suspendus en serres

VIII. AUTRES SYSTEMES D'IRRIGATION PAR ASPERSION

Dans de nombreux pays les installations peu onéreuses d'irrigation par tuyaux flexibles et les arrosoirs sont couramment utilisées par les petits exploitants agricoles et les fermiers à temps partiel pour l'irrigation de plusieurs cultures. Cette méthode est une amélioration des méthodes traditionnelles d'irrigation par planches.

8.1. L'irrigation par tuyaux flexibles

L'eau est distribuée par des tuyaux portables en plastique de $\frac{3}{4}$ et $1\frac{1}{2}$ pouce de diamètre dont les rampes sont mobiles et qui peuvent être orientés dans toutes les directions. Quand un sillon ou un bassin est rempli d'eau, le tuyau est déplacé manuellement à la position suivante, et ainsi de suite.

Grâce à un perfectionnement technique important, cette ancienne méthode d'irrigation de surface s'est transformée en une technique moderne et très efficace d'irrigation par tuyaux sous pression au bout duquel on met une tête perforée. Le tuyau est branché directement à la motopompe et l'eau sort ainsi sous forme de jets pouvant 2 à 3 mètres (figure 36). Cette technique est appliquée à une large échelle et utilisée extensivement dans plusieurs régions du Niger pour des exploitations familiales d'environ un hectare.



Image 19 : Irrigation par aspersion à l'aide de tuyau flexible

8.2. Irrigation à l'aide d'arrosoirs

Ce système reproduit manuellement l'aspersion. L'arrosoir constitue une technique d'irrigation simple et accessible qui est compréhensible et largement pratiquée par les petits exploitants agricoles pour la production de légumes. La technologie ne nécessite que peu d'investissement, mais demande un travail intense et ne permet que l'irrigation d'une petite surface (50 à 100 m²).

L'irrigation avec un arrosoir ou un seau (figure 37) apporte aux petits exploitants agricoles un moyen simple de cultiver des produits irrigués. Dans la plupart des cas, les arrosoirs sont fabriqués localement à partir de fer galvanisé, de plastic, ou parfois avec des matériaux locaux disponibles tels que lesalebasses. Le transport des arrosoirs de la source d'eau vers les cultures représente un travail important et un arrosage quotidien est nécessaire. En

général, la source d'eau ne devrait pas être éloignée de plus de 50 m de la zone à irriguer, ne devrait pas être trop profonde et devrait être facile d'accès pour le remplissage de l'arrosoir. Un réservoir rempli par une petite pompe est quelques fois construit pour faciliter l'accès (Figure 37). Normalement, les superficies irriguées sont situées le long de rivières ou de ruisseaux ou aux endroits où l'eau de surface ou l'eau souterraine peut être facilement atteinte.

Le volume de travail pour transporter l'eau de la source vers le champ limite la surface qui peut être irriguée correctement par un ménage, en général entre 50 et 100 m².

Coûts :

Les arrosoirs peuvent coûter 2 500 FCFA la pièce ou moins. Un arrosoir permet d'irriguer environ 100 m², ce qui revient à 250 000 FCFA par hectare (ha). Quelques fois des coûts supplémentaires sont nécessaires pour rendre la source d'eau accessible en installant une pompe, un réservoir, ou pour améliorer un puits à ciel ouvert.



Image 20 : Irrigation par arrosoir

8.3. Irrigation par rampes perforées

Il s'agit d'un système par aspersion sans sprinkler. Ce sont des tuyaux souples perforés par des petits trous d'où l'eau sort par jet continu. Les tuyaux sont déposés par terre et espacés. La hauteur et la distance des jets dépendent de la pression. Ce système est en adoption dans les exploitations de PI.



Image 21 : Rampe perforée



Image 22 : Jets d'eau d'une rampe perforée

Références bibliographiques

Bases techniques de l'irrigation par aspersion - C. MATHIEU, P. AUDOYE, J-C. CHOSSAT - 97827
https://www.unitheque.com/Livre/lavoisier__tec_et_doc/Bases_techniques_de_l_irrigation_par_aspers ion-16872.html43009465 Lavoisier / tec et doc, Production végétale

Utilisation des matériels d'irrigation par aspersion. Diagnostic de fonctionnement au champ -
lhb1993023.pdf
<https://www.shf-lhb.org/articles/lhb/pdf/1993/02/lhb1993023.pdf>

Arrosage par aspersion : principe – Ooreka
<https://arrosage.ooreka.fr/comprendre/arrosage-par-aspersion>

Diapositive 1 - Exposé+3+sur+7+ +Implantation+d'un+système+d'irrigation+par+aspersion+matériel
+et+recommandations+techniques.pdf
<http://www.agriculture-biodiversite-oi.org/content/download/7177/61877/version/2/file/Expos%C3%A9+3+sur+7+-+Implantation+d%27un+syst%C3%A8me+d%27irrigation+par+aspersion+mat%C3%A9riel+et+recommandations+techniques.pdf>

<https://www.shf-lhb.org/articles/lhb/pdf/1993/02/lhb1993023.pdf>
[Etude des effets de l'installation de l'irrigation par aspersion en ...](https://agritrop.cirad.fr/576687/1/CommunalEffetAspersionFrançais.pdf)
<https://agritrop.cirad.fr/576687/1/CommunalEffetAspersionFrançais.pdf>
de T Communal - 2014 –

[Les systèmes d'irrigation : des investissements qui rapportent](https://www.agrireseau.net/legumeschamp/documents/Irrigation.pdf)
<https://www.agrireseau.net/legumeschamp/documents/Irrigation.pdf>
faible débit offre une protection contre le gel. Donc, si besoin de protéger contre le gel, le premier système à acquérir est l'aspersion. CHOIX DU SYSTÈME.
Vous avez consulté cette page 2 fois. Dernière visite : 21/05/18

[Implantation d'un système d'irrigation par aspersion: matériel et ...](http://www.agriculture-biodiversite-oi.org/.../Exposé+3+sur+7+-+Implantation+d%27un+sys...)
www.agriculture-biodiversite-oi.org/.../Exposé+3+sur+7+-+Implantation+d%27un+sys...
Implantation d'un système d'irrigation par aspersion : matériel et recommandations techniques. Caroline Gloanec. Chambre d'Agriculture ...

[Conception participative d'un projet de modernisation du système d ...](https://agritrop.cirad.fr/527036/1/document_527036.pdf)
https://agritrop.cirad.fr/527036/1/document_527036.pdf
de L Cyrille - 2004 - [Cité 1 fois](#) - [Autres articles](#)
Aspects techniques de la modernisation des systèmes irrigués ; 2. ... d'amélioration à l'irrigation par aspersion sur l'antenne C12 du secteur Z1

[Matériel d'irrigation - Transfert de Technologie en Agriculture](http://www.agrimaroc.net/81.pdf)
www.agrimaroc.net/81.pdf

18 juin 2001 - *Matériel d'irrigation*. Choix, utilisation et entretien. Systèmes *d'irrigation*. *Irrigation* de surface. *Irrigation* goutte à goutte. *Irrigation* par aspersion.

[La conduite de l'irrigation en maraichage : le matériel d'irrigation ...](#)

irrigazette.com/fr/.../la-conduite-de-lirrigation-en-maraichage-le-materiel-dirrigation

5 mai 2013 - La conduite de l'*irrigation* en maraichage : le *matériel d'irrigation* Rampe *d'aspersion* avec gouteurs pendulaires, utilisée sous serre.

[Choisir son matériel d'irrigation - Chambre d'agriculture des Pyrénées ...](#)

www.pa.chambagri.fr/fileadmin/documents_ca64/.../Materiel/F06-Irrigation.pdf

d'irrigation goutte-à-goutte ou la micro *aspersion*. Un système de filtration efficace doit être mis en place pour retenir les particules minérales et éviter les ...

[CATALOGUE Ivoire Irrigation 2013 230613](#)

www.ivoireirrigation.com/IMAGES/CATALOGUE-Ivoire-Irrigation.pdf

47 14 40 76 – ivoire.irrig@yahoo.fr www.delta-irrigation-sn.com. Catalogue *Materiel irrigation* 2013. Goutte à goutte – Tuyaux – *Aspersion* – Filtration ...

[Choisir son matériel d'irrigation - Chambre d'agriculture des Pyrénées ...](#)

www.pa.chambagri.fr/fileadmin/documents_ca64/.../Materiel/F06-Irrigation.pdf

d'irrigation goutte-à-goutte ou la micro *aspersion*.

[Matériels d'irrigation envisages dans la perspective de l ... - AFPF](#)

www.afpf-asso.fr/download.php?type=1&id=645&statut=0

matériel d'arrosage prévu pour d'autres cultures soit utilisé également sur ROLLAND: « *L'irrigation par aspersion* méca-. 136 isée en 1977» (p. 43). *Matériels*.

[Arrosage par aspersion - Ecovegetal](#)

https://www.ecovegetal.com/multimedia/.../arrosage_par_aspersion_011216110106.p...

Arrosage par *aspersion*. Fiche système Référence N° 1353

[Choix du busage et conduite de l'irrigation par pivots - Prise en ... - Hal](#)

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00461143/document>

de B Molle - 1998 - [Cité 5 fois](#) - [Autres articles](#)

3 mars 2010 - trois grands types de *matériel d'irrigation* par aspersion

[Maîtriser son irrigation en maraichage ... - Sud & Bio](#)

https://www.sud-et-bio.com/.../Fiche_Technique_Maitriser%20son%20irrigation%20e...

naturel d'arrosage, l'*irrigation* devient alors une nécessité absolue. Disposer *L'irrigation par aspersion*

[Catalogue technique - Rolland Sprinklers](#)

www.rolland-sprinklers.com/ebooks/ebookFR/links/assets/common/.../publication.pdf

matériel d'irrigation. ... du canon à la micro-*aspersion*.