

CHAPITRE 1: Introduction

Dans les actes de la Consultation sur l'irrigation en Afrique (Lomé, Togo, 1997) le terme «irrigation» a été défini comme «l'application d'eau complémentaire à celle fournie directement par les précipitations naturelles pour la production agricole».

Bien que clairement définie, l'irrigation n'a pas été vraiment identifiée ni distinguée du vaste domaine des activités de développement hydraulique, telles les constructions majeures et mineures pour la collecte, le stockage, le transport et la distribution de l'eau, la réalisation des forages et les pompages. La plupart des efforts et investissements consentis dans de nombreux pays pour le développement de l'irrigation ont davantage porté sur la mise en valeur des ressources en eau plutôt que sur l'amélioration de l'utilisation de l'eau au niveau de la parcelle.

L'application des méthodes et techniques d'amélioration de l'irrigation dans les petites exploitations est en rapide expansion parce que la nécessité d'une plus grande efficacité de l'irrigation, d'une meilleure utilisation de l'eau, ainsi que d'une intensification et d'une diversification de la production se fait sentir de manière accrue.

Un système d'irrigation comprend des canaux et des ouvrages pour transporter et distribuer l'eau aux utilisateurs. Il existe essentiellement deux catégories de systèmes d'irrigation: les réseaux de canaux à ciel ouvert (figure 1.1) et les réseaux de conduites sous pression. Cet ouvrage ne concerne que ce dernier type de réseaux.

FIGURE 1.1 - L'irrigation de surface, gaspilleuse d'eau.



1.2 *Chapitre 1 – Introduction*

L'expérience accumulée dans de nombreux pays des zones arides et semi-arides indique que les techniques d'irrigation en conduites sous pression remplacent avec succès les méthodes traditionnelles d'irrigation par canal à ciel ouvert au niveau de l'exploitation.

Pour tous renseignements complémentaires, on peut écrire à:
FAO-water@fao.org

CHAPITRE 2: Techniques d'irrigation en conduites sous pression

SYSTÈMES D'IRRIGATION EN CONDUITES SOUS PRESSION

Un système d'irrigation en conduites sous pression est un réseau constitué de conduites, raccords et autres dispositifs conçus et installés pour acheminer l'eau sous pression de la source jusqu'à la superficie à irriguer.

Les différences fondamentales entre l'irrigation traditionnelle de surface et les techniques d'irrigation sous pression sont:

- Le régime d'écoulement de l'eau: avec les méthodes traditionnelles d'irrigation de surface, l'écoulement doit être important, alors qu'avec les systèmes d'irrigation en conduites sous pression, de très faibles débits, même de l'ordre de 1 m³/h, peuvent être utilisés.
- Le parcours de l'écoulement: avec les méthodes traditionnelles d'irrigation de surface, l'eau d'irrigation est transportée à partir de la source et distribuée par gravité sur les champs par des canaux à ciel ouvert qui suivent les courbes de niveau. Avec les systèmes d'irrigation par conduites sous pression, l'eau est transportée et distribuée dans des conduites fermées sous pression en suivant le tracé le plus favorable (souvent le plus court), sans tenir compte de la pente ni de la topographie de la zone traversée.
- Les superficies irriguées simultanément: avec les méthodes traditionnelles d'irrigation de surface, des volumes d'eau importants sont appliqués par unité de surface, alors qu'avec les systèmes d'irrigation par conduites sous pression, l'eau est distribuée avec de faibles débits sur de grandes surfaces.
- L'énergie extérieure (pression) requise: le fonctionnement des méthodes traditionnelles d'irrigation de surface par gravité ne nécessite pas d'énergie extérieure, alors que les systèmes d'irrigation par conduites sous pression nécessitent une certaine pression (2–3 bars), fournie par une unité de pompage ou un réservoir d'alimentation situé à une altitude supérieure.

TRAME DU RÉSEAU

Les conduites qui transportent et distribuent l'eau d'irrigation sur les différentes parcelles sont normalement enterrées, ce qui les protège des activités culturelles et de la circulation routière. Les bornes de prise, qui émergent à la surface, sont localisées en divers endroits selon la trame du

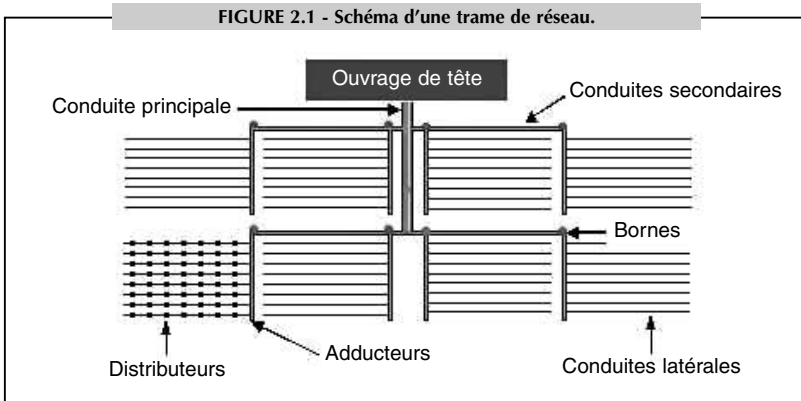
réseau. Avec les méthodes d'irrigation de surface, l'eau d'irrigation peut être livrée directement aux canaux à ciel ouvert qui alimentent les sillons ou les bassins.

En micro-irrigation et dans les autres systèmes globaux, par exemple l'aspersion, les bornes sont connectées à de plus petits adducteurs (conduites d'alimentation) placés le long des limites de parcelles. Celles-ci alimentent à leur tour des conduites latérales posées perpendiculairement aux adducteurs, le long des rangs de cultures. Les conduites latérales sont munies de distributeurs à intervalles réguliers et répartissent l'eau d'irrigation uniformément entre les plantes sous une pression donnée.

Il existe de nombreuses sortes de systèmes d'irrigation. Toutefois, un examen rigoureux des divers réseaux, de leurs équipements et de leurs principes de fonctionnement révèle une approche identique depuis la procédure de planification jusqu'à leur application et de nombreux points communs dans la plupart de leurs caractéristiques et composantes.

Dans tous les systèmes par conduites sous pression, les principales composantes (figure 2.1) sont:

- 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.



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 connection 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.).

Toutes les composantes ci-dessus remplacent celles des méthodes traditionnelles d'irrigation de surface, à savoir la vanne principale, les canaux principaux et secondaires, les prises sur canaux, les arroseurs tertiaires et les sillons ou bassins, respectivement (figure 2.2).

FIGURE 2.2 - Méthode d'irrigation de surface améliorée avec conduites.



CLASSIFICATION DES SYSTÈMES

Les systèmes d'irrigation par conduites sous pression sont classés selon la pression requise pour leur fonctionnement, la méthode de distribution de l'eau à la plante et le type d'installation.

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.

Méthode de distribution de l'eau

La méthode de distribution de l'eau est la manière dont l'eau est distribuée aux plantes. On distingue:

- *l'irrigation par aspersion (au-dessus des cultures)*: l'eau est répartie sur toute la superficie sous la forme de gouttes 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.;
- *l'irrigation de surface (sillon, bassin, planche, etc.)*: l'eau est livrée aux parcelles directement à partir des conduites principales et secondaires par les bornes. Elle est soit répartie sur l'ensemble de la superficie, soit appliquée latéralement;
- *la micro-irrigation (irrigation localisée)* par goutteurs, mini-diffuseurs, barboteurs, micro-jets, etc.: l'eau est livrée aux plantes sans être répartie sur la totalité de la surface, mais appliquée à faible dose sur une surface limitée autour des plantes.

La méthode de distribution de l'eau et le type de distributeur sont les principales caractéristiques d'un système d'irrigation sous pression. Dans bien des cas ces deux facteurs influencent les autres caractéristiques (pression et type d'installation) et performances, tels les débits et la durée d'application.

La capacité de débit d'un système est le débit hydraulique (en mètres cubes par heure ou litres par seconde) donné ou fixé pour couvrir les besoins en eau d'irrigation de la surface irrigable en période de pointe. Elle est inversement proportionnelle à la durée d'application. Elle correspond habituellement au débit le plus petit possible en vue d'optimiser les dimensions des conduites et des autres équipements. La durée d'application est le temps requis pour l'achèvement d'un cycle d'irrigation.

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.

LES TECHNIQUES D'IRRIGATION PAR CONDUITES SOUS PRESSION COMPARÉES AVEC LES MÉTHODES TRADITIONNELLES D'IRRIGATION

Efficience de l'irrigation. Dans les réseaux de distribution par canaux à ciel ouvert, les pertes d'eau peuvent atteindre 40 pour cent dans les canaux non revêtus et 25 pour cent dans les canaux revêtus. Ces pertes

sont dues aux infiltrations, aux plantes aquatiques et aux fuites dans les vannes, déversoirs, etc. Dans les systèmes d'irrigation sous pression, ces pertes n'existent pas. Durant l'application de l'eau aux plantes les pertes d'eau varient de 10 pour cent en micro-irrigation (figure 2.3) à 30 pour cent en aspersion conventionnelle ainsi qu'en irrigation de surface (figure 2.4). Par conséquent, les pertes d'eau peuvent être minimisées et une efficacité d'irrigation globale de 75 à 95 pour cent peut être atteinte. Dans les canaux à ciel ouvert, l'efficacité d'irrigation varie de 45 à 60 pour cent maximum.

Rentabilité économique par unité de volume d'eau. Les systèmes sous pression présentent des conditions beaucoup plus favorables de manipulation de l'eau d'irrigation que ceux des canaux à ciel ouvert. Il en résulte un accroissement du rendement de 10 à 45 pour cent et une amélioration de la qualité.

Fonctionnement et entretien. La main-d'œuvre requise pour le fonctionnement et l'entretien des réseaux en conduites sous pression varie entre un dixième et un quart de celle nécessaire pour les canaux à ciel ouvert. N'importe qui peut aisément faire fonctionner un réseau sous pression, alors que les canaux ouverts exigent une main-d'œuvre spécialisée. Dans les réseaux de canaux, des activités coûteuses sont requises pour éviter les dommages dus aux racines, aux infiltrations à travers les berges, à la prolifération des algues, à la sédimentation et à l'ensablement, aux blocages des prises et vannes, etc. Dans les réseaux sous pression, il n'est pas nécessaire d'entretenir ni de réparer les structures. Les composants de base des réseaux de conduites sous pression ne demandent qu'un entretien minimal durant les premières sept années. Le coût annuel de l'entretien d'un tel réseau représente environ 5 pour cent de l'investissement initial.

Coût. L'utilisation de conduites et raccords thermoplastiques en polychlorure de vinyle non plastifié (uPVC rigide), polyéthylène à haute densité (PEHD), polyéthylène à faible densité (PEFD) et polypropylène (PP), qui sont manufacturés dans presque tous les pays en plusieurs classes et dimensions, a réduit le coût des réseaux sous pression à un niveau relativement bas, alors que les réseaux de canaux à ciel ouvert deviennent de plus en plus chers.

L'investissement initial en capital pour l'application de ces techniques varie selon la méthode d'irrigation et le type d'installation sélectionnés. Le coût des installations fixes pour les méthodes d'irrigation localisée est plus élevé que celui des systèmes d'aspersion manuellement semi-portables et des réseaux en conduites sous pression pour les méthodes d'irrigation de surface. Les coûts, en Europe, de divers réseaux d'irrigation par conduites sous pression sont présentés dans le tableau 2.1 et les coûts moyens en

pourcentage des diverses composantes d'un système sous pression, calculés sur la base d'une petite exploitation (environ 1 ha), sont donnés dans le tableau 2.2. Une analyse détaillée du coût de distribution de l'eau pour tous les types de systèmes sous pression a montré que les conduites (y compris les conduites latérales) représentent environ 50 pour cent du coût total du système.

La complexité de la conception et la multiplicité d'équipements coûteux ne sont qu'apparentes. La technologie des systèmes d'irrigation sous pression est simple et souple, et le rendement du capital investi est favorable. Il faut s'attendre à des difficultés mécaniques au démarrage de l'installation. Par la suite, les exploitants se familiarisent avec les caractéristiques et composantes du système et l'exploitent au mieux. L'application des techniques d'irrigation par conduites sous pression entraîne une modification fondamentale des pratiques de gestion de l'irrigation au niveau de l'exploitation.

FIGURE 2.3 - Techniques modernes d'irrigation.



FIGURE 2.4 - Techniques d'irrigation par aspersion.



TABLEAU 2.1 - Coûts comparatifs des systèmes d'irrigation par conduites sous pression

	Irrigation de surface par conduites sous pression			Irrigation par aspersion conventionnelle semi-portable manuellement			Micro-irrigation installation fixe		
	1	1-2	2-3	1	1-2	2-3	1	1-2	2-3
Surface (ha)	1	1-2	2-3	1	1-2	2-3	1	1-2	2-3
Coût installation (\$EU/ha)	1 700	1 600	1 400	2 800	2 700	2 100	3 950	3 300	3 000
Coût annuel d'entretien (\$EU/ha)	85	80	70	140	135	105	200	165	150

Note: Prix moyens 1997 en Europe.

TABLEAU 2.2 - Détail des coûts des systèmes d'irrigation par conduites sous pression

Composantes	Installation sophistiquée	Installation simple
Ouvrage de tête	>23%	13%
Conduites (principales, secondaires, adducteurs)	10%	21%
Raccords et autres accessoires	22%	24%
Conduites latérales et distributeurs	45%	42%