

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE
DÉMOCRATIQUE ET
POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Centre Universitaire
Maghnia
Institut des Sciences et
Technologie
Conseil Scientifique
d'Institut

المركز الجامعي مغنية
معهد العلوم و التكنولوجيا
المجلس العلمي للمعهد

Extrait Procès-Verbal du Conseil
Scientifique d'Institut des Sciences et
Technologie

Lors de la session ordinaire N°02 du conseil scientifique, tenue le **13 octobre 2024**, le conseil a confirmé l'avis favorable pour la publication du polycopié pédagogique intitulé "**Protection et gestion des périmètres irrigués**" de **Dr. Rezagu Djihed**, spécialiste en **Hydraulique urbaine**. Cette décision a été prise après l'examen des rapports d'expertise favorables concernant ce polycopié.

Le Président du Conseil
Scientifique de L'institut ST

د. فضيل محمد الأمين
رئيس المجلس العلمي



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique

المركز الجامعي - مغنية-
Centre Universitaire – Maghnia-
معهد العلوم و التكنولوجيا

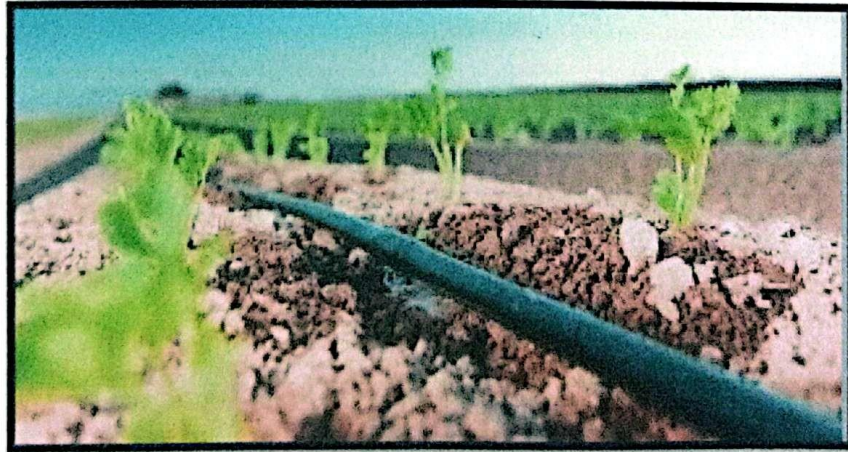
Institut des Sciences et de la Technologie
Département d'Hydraulique

Polycopié Pédagogique de Cours

"Protection et gestion des périmètres irrigués"

Spécialité : Hydraulique Urbaine

Destiné aux étudiants de Master 1.



Présenté par : Dr. REZAGUI Djihad

Année Universitaire : 2023/2024

Sommaire

Sommaire

Table des matières

Sommaire :	1
Introduction :	4
Chapitre I: Généralité sur l'irrigation	3
I.1. Définition.....	3
I.2. But et Intérêt de l'irrigation.....	4
I.3. Limites de l'irrigation	4
I.4. Intérêts de l'irrigation.....	5
I.5. Qualité de l'eau d'irrigation	6
I.5.1. Qualité physique	6
I.5.2. Qualité chimique	6
I.5.3. Qualité bactériologique	6
I.5.4. Classification en fonction de la minéralisation	6
I.6. Aptitude des eaux a l'irrigation.....	7
I.6.1. Caractérisation des eaux destinées pour l'irrigation	7
I.6.2. Les risques du (SAR)	8
I.6.2.1. Classification des eaux par la méthode de Richards	8
I.6.2.2. Classification des eaux par la méthode de WILCOX.....	9
I.7. Introduction à la conception d'un réseau d'irrigation	14
Chapitre II :Facteurs intervenants en irrigation.....	15
II.1. Le sol	15
II.1.1. L'humidité du sol	17
II.1.2. Topographie.....	17
II.1.3. Propriétés physiques	17
II.1.3.1. Structure et texture du sol	17
a. Structure de sol.....	18
a.1. L'indice des vides.....	19
a.2. La porosité	19
b. Texture de sol	20
II.1.4. Propriétés chimiques.....	23
II.2. L'eau.....	23
II.2.1. La qualité physique.....	23
II.2.2. La qualité chimique	24
II.2.3. Le débit.....	24
II.3. Les cultures.....	24

II.3.1.	Nature des cultures	25
II.3.2.	Besoins des plantes.....	25
II.3.3.	Surveillance de la teneur en eau dans le sol	26
Chapitre III : Techniques d'irrigations.....		29
III.1.	Introduction	29
III.2.	Irrigation de Surface	30
III.2.1.	Irrigation par bassins (irrigation par submersion)	30
A.	Conditions d'utilisation.....	31
A.1.	Cultures recommandées.....	31
A.2.	Pentes adéquates.....	31
A.3.	Types de sol approprié.....	32
A.4.	Aménagement des bassins.....	32
B.	Les avantages et les inconvénients de l'irrigation par bassin	33
III.2.2.	Irrigation par sillons/a la raie (irrigation par infiltration)	33
A.	Les avantages et les inconvénients de l'irrigation par sillon	35
III.2.3.	Irrigation par planches (irrigation par ruissellement)	35
A.	Les avantages et les inconvénients de l'irrigation par planches	37
III.3.	Irrigation sous pression.....	37
III.3.1.	Irrigation par aspersion.....	37
III.3.1.1.	Définition.....	37
III.3.1.2.	Le fonctionnement du système pivot.....	38
III.3.1.3.	Les avantages et les inconvénients du système d'irrigation par pivot.....	40
III.3.2.	Irrigation goutte-à-goutte.....	41
III.3.2.1.	Définition.....	42
III.3.2.2.	Les avantages et les inconvénients d'irrigation localisé.....	43
III.3.2.3.	Installation	45
III.4.	Choix des techniques d'arrosage	46
III.4.1.	Les contraintes naturelles	46
III.4.2.	Les contraintes techniques.....	47
III.4.3.	Les contraintes agronomiques	47
Références bibliographiques:		48

Introduction

Introduction

L'eau est une ressource essentielle à la vie. Elle fait l'objet d'utilisations très diverses par l'homme. Indispensable dans la production agricole, d'énergie et d'industrie.

Fragile et limitée, la ressource en eau est de plus en plus menacée par les conséquences des activités humaines. Le nombre croissant d'utilisateurs oblige aujourd'hui à gérer cette ressource de manière intégrée et efficace, dans une perspective de long terme, et, ainsi, à trouver des solutions innovantes pour répondre à la demande.

La maîtrise de l'eau en agriculture consiste à déployer toutes les connaissances et les moyens humains et matériels visant à donner aux cultures les quantités d'eau dont elles ont besoin et quand elles le veulent et garantir ainsi des rendements optimums. Concrètement, cette maîtrise vise non seulement une économie d'eau dans l'activité agricole, mais prêter à ce qu'on produit plus avec moins d'eau. Dans cette idée, il est essentiel d'agir d'abord au niveau du régime hydrique du système sol – plante – atmosphère pour éviter un stress hydrique et/ou excès d'eau. A défaut de pluviométrie, dans les pays à agriculture irriguée, cette action ne peut aboutir que si on intervient par l'amélioration de l'efficacité de l'irrigation.

L'agriculture est, de loin, l'industrie ayant la plus grande consommation d'eau. L'irrigation des régions agricoles représente 70% de l'eau utilisée dans le monde entier. Dans plusieurs pays en voie de développement, l'irrigation représente jusqu'à 95% de toutes les utilisations d'eau, et joue un rôle important dans la production de nourriture et la sécurité alimentaire. Les futures stratégies de développement agricole de la plupart de ces pays dépendent de la possibilité de maintenir, d'améliorer et d'étendre l'agriculture irriguée.

D'autre part, il existe une pression croissante sur les ressources en eau, amplifiée par la concurrence des autres secteurs utilisateurs d'eau et par le respect de l'environnement.

L'eau est une ressource qui peut créer des tensions entre différents pays se partageant les mêmes sources d'eau. L'agriculture irriguée peut entraîner une grande concurrence, puisqu'elle représente de 70 à 90% de l'utilisation d'eau dans certaines régions.

L'irrigation peut se définir comme un apport artificiel d'eau destiné à faciliter la croissance de cultures, d'arbres et des pâturages. Les méthodes diffèrent selon que l'eau s'écoule sur la terre (irrigation de surface), y est pulvérisée sous pression (irrigation par aspersion) ou est amenée directement à la plante (irrigation localisée).

Parmi les objectifs visés par l'efficacité de l'irrigation, sont ceux relatifs au maintien d'un taux d'humidité du sol constant en permanence dans la zone racinaire et accessible à la culture. Il faut intervenir à plusieurs niveaux ;

1- L'objectif donc, est d'offrir une disponibilité en à la culture dans la réserve hydrique du sol. Il s'agit de maintenir une humidité du sol pour les racines, entre pas trop humide (saturation du sol et asphyxie de la plante) et pas trop sec (flétrissement de la plante). Ceci peut être atteint par un certain nombre d'interventions.

2 - Intervention par l'irrigation - drainage ; en effet l'eau amenée à la culture par l'irrigation permet en principe de remplir et d'assurer le bon fonctionnement de la réserve hydrique, tout en maintenant une humidité du sol favorable à l'absorption racinaire et au bon développement de la culture.

Dans le domaine de l'irrigation la solution consiste à identifier les futurs projets en adoptant les techniques et les procédés d'arrosage qui utilisent d'une façon rationnelle et efficace les volumes d'eau réservés.

L'objectif de ce module est de donner une formation de base sur les techniques d'irrigation et la connaissance des sols et la science d'irrigation en montrant qu'il s'agit d'un système organisé, vivant et dynamique, dont la compréhension est indispensable à toute utilisation soutenue réversible et respectueuse de l'environnement, en passant en premier lieu par l'estimation des besoins en eau des plantes, et la relation eau-sol-plante.

Dans cet esprit, le rôle qu'incombe à un agronome, est de vulgariser, d'informer par ses connaissances en la matière, les agriculteurs, sur les pratiques rationnelles de l'irrigation pour éviter les conséquences néfastes sur les rendements, d'un stress hydrique des cultures ou d'excès d'eau. Egalement souligner, que l'eau d'irrigation est souvent chargée en sels pour les raisons évoquées antérieurement et qu'il faut toujours dans ces conditions associées l'irrigation et le drainage des sols cultivées et limiter les pertes en eau par percolation (sols légers, à renforcer par amendement organique,...)

Chapitre I. Généralité sur l'irrigation

Chapitre I. Généralité sur l'irrigation

Dans le domaine de l'irrigation, nous nous préoccupons d'abord des mouvements de l'eau entre les plantes et leur environnement. Plus précisément, l'irrigation vient combler le déficit en eau encouru par les plantes durant leur croissance, que ce soit pour des raisons esthétiques (irrigation horticole) ou pour des raisons économiques (irrigation agricole)

I.1. Définition

Le terme « irrigation » a été défini comme : l'application d'eau complémentaire à celle fournie directement par les précipitations naturelles pour la production agricole

L'irrigation est l'opération consistant à apporter artificiellement de l'eau à des végétaux cultivés pour en augmenter la production, et permettre leur développement normal en cas de déficit d'eau induit par un déficit pluviométrique, un drainage excessif ou une baisse de nappe, en particulier dans les zones arides.

L'eau dans le sol ne représente qu'une infime part de l'eau douce (0.1%), mais à l'instar de la vapeur d'eau, elle-même fraction infime dans l'atmosphère et néanmoins fondamentale pour le cycle de l'eau. Il est indispensable pour la continuité du cycle hydrologique; à la fois par l'intermédiaire de l'évapotranspiration (plantes et surface des sols) et en entretenant l'approvisionnement des nappes phréatiques et des aquifères.

Toute l'eau dans le sol n'est pas pareillement ou totalement disponible pour les plantes ou pour les aquifères. En effet, l'eau entretient avec les différents matériaux composant les sols, des relations particulières qui la rendent plus ou moins durablement indisponible.

L'irrigation est l'apport artificiel d'eau aux cultures, dont l'objectif est de satisfaire leurs besoins en eau et créer des conditions favorables de production, tant au point de vue quantitatif que qualitatif.

Il existe deux types, **l'irrigation fondamentale**, qui se pratique dans un milieu dépourvu de ressources en eau (région aride) pour l'alimentation de la plante, et **l'irrigation de complément**, qui est pratiquée, quand il y a une source d'alimentation (pluie) qui ne suffit pas au besoin de la plante, alors on complète ce besoin par un apport artificiel.

L'objectif majeur de l'irrigation est de maximiser les rendements agricoles, par rapport au volume d'eau consommé. En pratique, on utilise deux grands types de système d'irrigation : de surface (principalement l'aspersion et le goutte-à-goutte), et souterraine. Quand l'eau est rare et coûteuse, le système goutte-à-goutte devient l'un des systèmes les plus intéressants et les plus pratiques. Il existe aussi une autre classification basée sur l'apport en énergie, c'est

les systèmes sous pression, qui nécessitent une énergie pour fonctionner (Electricité, Gasoil...etc), et gravitaire, qui utilise la pente pour transporter l'eau de la source à la plante.

I.2. But et Intérêt de l'irrigation

Dans le monde, 277 millions d'hectares sont irrigués (FAO, 2003) sur 1,4 milliard d'hectares de terres arables au total. Ils fournissent environ 1/3 de la production alimentaire mondiale. La nécessité de préserver les ressources en eau conduit à une réglementation et à la taxation des prélèvements.

Pourquoi irriguer ?

L'irrigation doit permettre de combler ce déficit hydrique (On appelle déficit hydrique, pour une période donnée, la différence entre les pluies tombées et le besoin en eau défini d'après les caractéristiques climatiques et physiologiques de la plante).

Lorsque la pluie satisfait la plus grande partie de ces besoins, on parle alors d'irrigation d'appoint. Dans ce cas, l'irrigation permet une sécurisation de la production, en régularisant et en améliorant les rendements.

Lorsque la pluie est trop faible pour assurer tout au long de l'année germination et croissance régulière, l'irrigation est permanente. Il s'agit dans ce cas d'une technique nécessaire à l'existence même de la culture, sa mise en oeuvre exige la prise en compte de paramètres liés au sol, au climat et à la plante.

Leur connaissance est nécessaire non seulement pour le dimensionnement du réseau mais aussi pour pouvoir piloter une irrigation économiquement rentable. Réussir son irrigation consiste à apporter aux plantes l'eau dont elles ont strictement besoin pour assurer les meilleurs rendements sans dépenses inutiles (arrosages excessifs), en valorisant tous les intrants et en évitant ruissellement et drainage.

Même subventionné, l'investissement nécessaire à l'équipement d'une parcelle va demander, de la part de l'agriculteur, un important effort financier. Au moment du choix, cet investissement impose donc de bien prendre en compte tous les facteurs qui entrent en jeu ainsi que leurs effets.

I.3. Limites de l'irrigation

Une irrigation inadaptée ou mal conçue peut-être source de propagation de pathogènes, de polluants (résidus de médicaments, de biocides, etc.) dans les cultures ; c'est le cas avec l'utilisation d'eaux grises ou résiduaires, en particulier dans certains pays arides. En zone aride, le risque de salinisation est élevé.

L'irrigation peut aussi affecter les écosystèmes, le paysage ou l'agriculture en amont

ou en aval, à cause des volumes d'eau détournés des cours d'eau. On cite souvent l'exemple de la mer d'Aral polluée et en partie vidée à cause de l'irrigation du coton en amont.

L'irrigation entraîne la salinisation des sols et la remontée des nappes phréatiques par capillarité. Environ 30 % des terres irriguées sont maintenant touchées par ces problèmes, certaines modérément, d'autres gravement.

La salinisation des zones irriguées est la cause d'une réduction de 1 à 2 % , par an de la superficie des terres cultivées sous irrigation, Pour contrer ce phénomène, une des méthodes les plus courantes est le drainage intensif, ce dernier entraîne des conséquences irréversibles comme la dégradation de la structure du sol.

Une autre limite de l'irrigation est l'utilisation non maîtrisée de l'eau, dans la plupart des cas. Sur certaines cultures il y a des pertes d'eau de l'ordre de 30 à 60%.

I.4. Intérêts de l'irrigation

Approximativement, il y a 1.5 milliard d'hectares de terre agricole dans le monde, à savoir environ 17 % = 270 millions d'hectares seulement sont irrigués. La terre irriguée constitue plus de 40% de la moisson globale produite. Les cultures irriguées sont environ 3.5 fois plus productives que les cultures non irriguées.

Certaines considérations sont à prendre en compte tels que :

- L'agriculture (irrigation pour l'essentiel) consomme environ 70% de l'eau douce mobilisée dans le monde.
- Population mondiale : **80** à **85** millions d'individus de plus chaque année, essentiellement en zones arides et semi-arides.
- L'indispensable accroissement de production alimentaire passera principalement par l'irrigation.
- Nécessité d'améliorer le rendement de l'irrigation, d'utiliser des eaux de moindre qualité et de mettre en œuvre des techniques efficaces de conservation de l'eau.

Les Causes de la mauvaise prise en main de l'irrigation sont principalement :

- Gestion mauvaise et irrationnelle de l'eau d'irrigation.
- Infrastructures inadéquates.
- Opération et entretien insatisfaisants, mauvaise organisation institutionnel, manque de formation des fermiers.
- Efficacité globale d'utilisation de l'eau d'irrigation dans le monde entier est moins de 40%.

- Les grandes pertes se produisent dans les systèmes de transport et de distribution, l'équipement défectueux ou vieux et les systèmes d'irrigation mal conçus, mal maintenus ou mal contrôlés.

I.5. Qualité de l'eau d'irrigation

Les eaux d'irrigation doivent être en quantité suffisante, mais aussi satisfaire certains critères de qualité. Les plantes sont particulièrement sensibles au niveau de sels dissous dans l'eau d'irrigation. Une grande quantité de sel dans l'eau et dans le sol, ainsi qu'une irrigation irrégulière peuvent induire des problèmes de salinisation des terres irriguées, ce qui est courant dans certaines régions du globe.

Les effets les plus graves d'une irrigation de mauvaise qualité d'eau est une accumulation excessive de sels solubles et / ou Le sodium dans le sol. Des sels hautement solubles dans le sol font que l'humidité du sol est plus difficile à extraire par les plantes, et les cultures subissent un stress en eau même lorsque le sol est humide.

Lorsqu'il est excessif le sodium s'accumule dans le sol, il provoque des particules de l'argile et de l'humus pour réduire l'espace des pores du sol. Cette action réduit le mouvement de l'eau dans et à travers le sol, donc Les racines de culture ne reçoivent pas assez d'eau, même si l'eau peut être stockée sur la surface du sol.

D'autre part la qualité de l'eau d'irrigation peut être évaluée par plusieurs paramètres physiques, chimiques et bactériologiques.

I.5.1. Qualité physique

- Teneur en sédiments (matière en suspension, turbidité) et débris végétaux.
- Température.
- pH, etc.

I.5.2. Qualité chimique

- Concentration en substances dissoutes (CE, SAR)
- Ions toxiques à forte concentration (B, Cl, Na, HCO₃, etc.)
- Substances susceptibles de précipiter (carbonates, oxydes de Fe et Mn, sulfures, etc.)

I.5.3. Qualité bactériologique

- Algues, bactéries, champignons, spores, etc.

I.5.4. Classification en fonction de la minéralisation

Les eaux peuvent être classées sur la base de leur seule minéralisation totale :

- Eaux douces < 0.5 g/l
- Eaux salines de 0.5 à 1 g/l
- Eaux très salines de 1 à 3 g/l
- Eaux saumâtres > 3 g/l

I.6. Aptitude des eaux a l'irrigation

Dans les zones arides et semi-arides, l'approvisionnement en eau d'irrigation constitue l'un des facteurs déterminants dans la production agricole, aussi bien dans l'intensification des cultures, que dans l'extension des surfaces irriguées. Pour les régions tempérées, les eaux superficielles constituent la principale source d'eau d'irrigation ; alors que dans les zones semi-arides, où cette ressource est rare ou inexistante, on fait appel aux eaux souterraines.

Le développement de l'agriculture dans ces zones rencontre actuellement, en dehors de la rareté des ressources hydriques, de nouveaux problèmes tels que le risque de salinisation des sols qui peut être apprécié par la conductivité électrique et celui de l'alcalinisation des sols. Cette dernière est due aux échanges ioniques (du sodium, du calcium et du magnésium) entre l'eau et le sol irrigué.

L'accumulation des sels hydrosolubles dans le sol d'enracinement influe négativement sur la croissance des plantes, on a recensé deux séries d'effets de la salinité : les uns portent sur les végétaux, les autres sur le sol. En effet, ces sels causent des changements de la perméabilité et de l'aération du sol d'une part, et d'autre part ils provoquent des perturbations du métabolisme des plantes et du processus osmotique de ces dernières.

I.6.1. Caractérisation des eaux destinées pour l'irrigation

La salinisation peut entraîner des effets nocifs sur la qualité des eaux pour l'irrigation, et ce en raison de la fixation du sodium et des chlorures par les colloïdes du sol. La présence du sodium exerce alors une action néfaste sur la végétation et le sol :

- Un accroissement de la pression osmotique qui rend l'eau plus difficilement mobilisable par les plantes ;
- Une toxicité de certains ions pour les végétaux (Cl⁻, Na⁺, etc.);
- Une dégradation du sol (modifications de l'état structural, diminution de la perméabilité, etc).

Lorsque la concentration des ions Na⁺ à l'état soluble dans le sol est importante, ces ions remplacent le plus fréquemment les cations Ca⁺² (échange de base) dans le complexe absorbant.

La qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation est un paramètre essentiel pour le rendement des cultures, le maintien de la productivité du sol et la protection de l'environnement. Ainsi, les propriétés physiques et chimiques du sol, telles que sa structure (stabilité des agrégats) et sa perméabilité, sont très sensibles au type d'ions potentiellement échangeables présents dans les eaux d'irrigation.

I.6.2. Les risques du (SAR)

L'estimation de la sodicité des eaux par le calcul du rapport d'adsorption du sodium (ARAGUES, 1983) ou sodium adsorption ratio.

Le SAR est défini par l'équation suivante (en meq/l) :

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]}{2}}}$$

L'indice utilisé est le (SAR) qui exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échange dans les sols. Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium.

Une grande quantité d'ions de sodium Na^+ dans l'eau affecte la perméabilité des sols et pose des problèmes d'infiltration. Ceci est dû au fait que le sodium présent dans le sol en forme échangeable remplace le calcium et les magnésium adsorbés (échange de bases) sur les argiles de sol et cause la dispersion des particules dans le sol (c.-à-d. si le calcium et le magnésium sont les cations prédominants adsorbés sur le complexe d'échange du sol, le sol tend à être facilement cultivé et a une structure perméable et granulaire).

Cette dispersion a comme conséquence l'altération des agrégats des sols. Le sol devient alors dur et compact (lorsqu'il est sec) réduisant ainsi les vitesses d'infiltration de l'eau et d'air, affectant ainsi sa structure, par conséquent l'asphyxie des plantes.

Ce problème est également relié à plusieurs facteurs tels que le taux de salinité (voir ci-dessous) et le type de sol. Par exemple les sols sableux ne subiront pas de dommage si facilement en comparaison aux sols argileux quand ils sont irrigués avec de l'eau à haut SAR.

I.6.2.1. Classification des eaux par la méthode de Richards

Cette classification a été proposée par Richards, chercheur à l'USDA (United States Department of Agriculture) de Riverside en Californie, en 1954, elle a été très utilisée et l'est encore de nos jours. Elle est très utile et fiable pour caractériser une eau d'irrigation. Cependant, elle ne peut pas servir pour estimer un risque de salinisation ou de sodisation.

En effet, cette classification ne peut prendre en compte l'évolution des caractéristiques de l'eau lorsque sa minéralité augmente dans les sols des zones arides ou semi- arides auxquels elle est destinée. Elle donne une vision sur l'état actuel de ces caractéristiques mais ne permet pas d'anticiper sur le devenir de cette eau.

L'eau avec un SAR (sodium adsorption ratio) se situant entre 0 et 6 peut généralement être utilisée sur tout type de sol avec une faible accumulation de sodium. Quand le SAR se situe entre 6 et 9, les risques de problèmes liés avec la perméabilité du sol augmentent. Dans ce cas, le sol devrait être échantillonné tous les 1 ou 2 ans pour déterminer si l'eau augmente la teneur en sodium du sol. (Figure I.2).

I.6.2.2. Classification des eaux par la méthode de WILCOX

Généralement, les plantes supportent mal les sols saturés en sodium. La classification de Wilcox fondée sur la conductivité électrique et la teneur en sodium dans l'eau exprimée en pourcentage. La représentation des différents échantillons sur ce diagramme permet la caractérisation des eaux pour leur aptitude à l'irrigation (figure I.1) et leur interprétation dans le tableau I.1. Le % Na⁺ est défini par la relation :

$$\% Na = \frac{(Na + K)}{(Ca + Mg + Na + K)} * 100$$

Tableau I.1. Interprétation du diagramme de Richards.

Degré	Qualité	Classes	L'état d'utilisation
1	Excellente	C1-S1	Eau utilisable sans danger pour l'irrigation de la plupart des cultures, sur la plupart des sols.
2	Bonne	C2-S1 C2-S2	En général, eau pouvant être utilisée sans contrôle particulier pour l'irrigation de plantes moyennement tolérantes au sel, sur sols ayant une bonne perméabilité.
3	Admissible	C3-S1 C3-S2 C2-S3	En général, eau convenant à l'irrigation de cultures tolérantes au sel, sur des sols bien drainés. L'évolution de la salinité doit cependant être contrôlée.
4	Médiocre	C4-S1 C4-S2 C3-S3	En général, eau fortement minéralisée pouvant convenir à l'irrigation de certaines espèces bien tolérantes au sel et sur des sols bien drainés et lessivés.
5	Mauvaise	C3-S4 C4-S3 C4-S4	Eau ne convenant généralement pas à l'irrigation mais pouvant être utilisée sous certaines conditions: sols très perméable, bon lessivage, plantes tolérant très bien le sel.

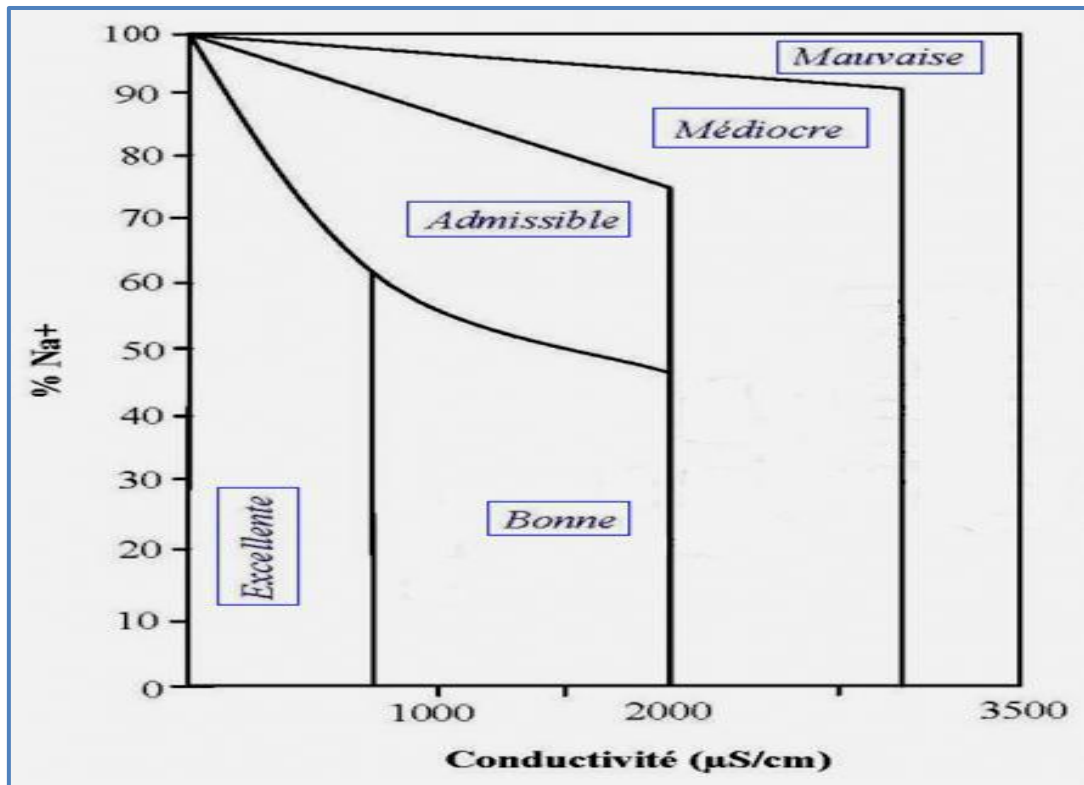


Figure I.1. Diagrammes de Wilcox

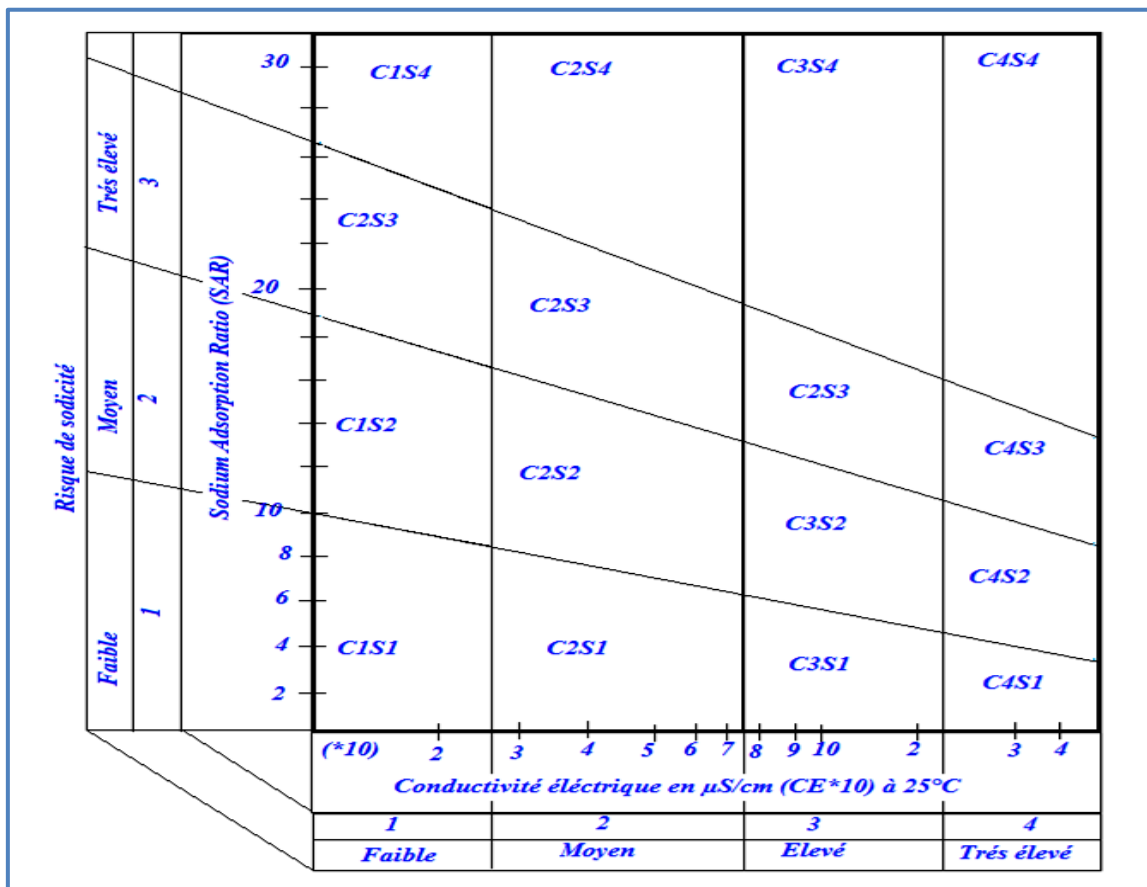


Figure I.2. Diagrammes de Richards

La classification des eaux d'irrigation, tient compte des conditions d'utilisation de ces eaux et des caractéristiques du sol telle que le taux d'infiltration, le drainage ainsi que la tolérance des cultures (DURAND, 1983). Le diagramme de l'U.S.S.L (1954) modifier par DURAND (1958) en ajoutant une cinquième classe de salinité, s'avère le plus pratique pour les eaux Algériennes. Le diagramme de l'U.S.S.L (1954) modifier par DURAND(1958) est établi essentiellement sur la base des observations réalisées en Afrique du nord, cette classification suppose des conditions correctes de cultures, un bon drainage et des sols suffisamment perméables (Figure I.3). Ainsi que ce diagramme se base sur le paramètre de salinité de l'eau (C.E à 25°C) et le danger d'alcalinisation des sols exprimé par le S.A.R.

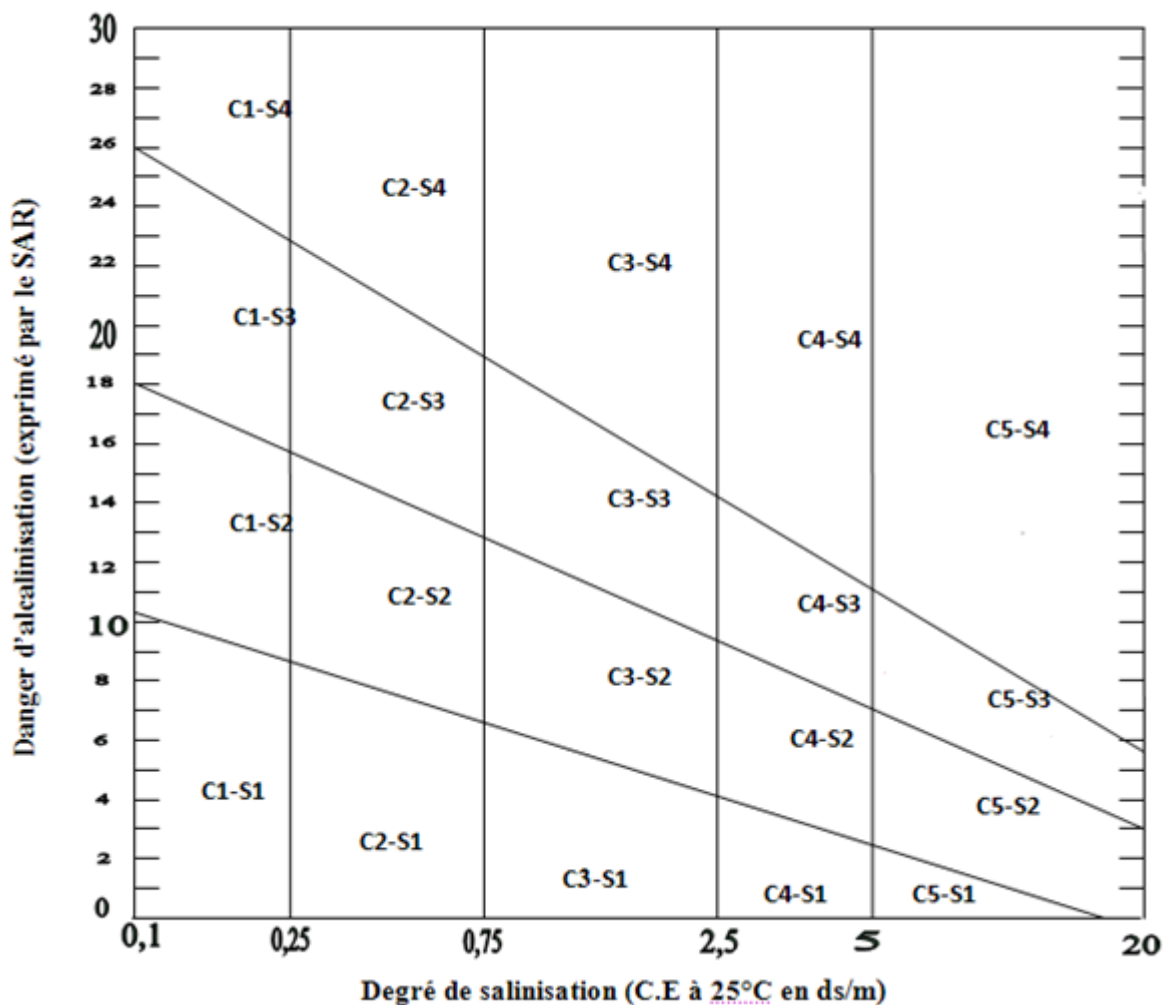


Figure I.3. Diagramme permettant de déterminer la qualité des eaux d'irrigation en fonction de C.E. à 25°C et du S.A.R. (DURAND, 1958)

D'après DURAND (1958), la salinité de l'eau (C.E.e) permet de déterminer cinq classes d'eau d'après la relation entre la conductivité électrique à 25°C de l'eau et le danger de salinisation du sol :

C1 : C.E. à 25°C < 0,25 dS /m : eaux non salines, utilisables pour l'irrigation de la plupart des cultures sur la plupart des terrains avec peu de chances d'apparition de salinité dans le sol.

C2 : C.E. à 25°C comprise entre 0,25 et 0,75 dS/m : eaux à salinité moyenne, utilisables avec un léger lessivage.

C3 : C.E. à 25°C comprise entre 0,75 et 2,25 dS/m : eaux à forte salinité, inutilisables même avec un bon drainage ; il faut des pratiques spéciales de contrôle de salinité, et seules les plantes tolérantes qui peuvent être cultivées.

C4 : C.E. à 25°C comprise entre 2,25 et 5 dS/m : eaux à très forte salinité, inutilisables normalement pour l'irrigation ; exceptionnellement, elles peuvent être utilisées sur des sols très perméables avec un bon drainage et avec une dose d'irrigation en excès pour assurer un fort lessivage du sol. Les plantes cultivées devront être très tolérantes aux sels.

C5 : C.E. à 25°C >5 dS/m : eaux à salinité excessive, inutilisables sauf sur sable drainé et pour des cultures très tolérantes comme le palmier dattier.

En fonction du risque d'alcalinisation des sols quatre classes ont été distinguées par l'U.S.S.L. (1954), ces classes ne sont pas délimitées par des valeurs absolues mais par des droites à pente négatives en fonction de l'accroissement de la salinité. Donc cette classification tient aussi compte non seulement du S.A.R mais aussi de la quantité totale des sels dissous dans l'eau.

S1 : S.A.R. de 0 à 10 : eaux faiblement sodiques, utilisables pour l'irrigation de presque tous les sols avec peu de danger d'alcalinisation bien que certaines cultures sensibles au sodium puissent être gênées (avocatier).

S2 : S.A.R. de 10 à 18 : eaux moyennement sodiques, le danger d'alcalinisation du sol est appréciable dans les sols à texture fine et a forte capacité d'échange. Ces eaux sont utilisables sur les sols à texture grossière ou en présence de gypse.

S3 : S.A.R. de 18 à 26 : eaux fortement sodiques, pouvant provoquer l'apparition d'une alcalinité dangereuse dans la plupart des sols, leur emploi exigera la mise en oeuvre d'un aménagement spécial ; bon drainage, fort lessivage, addition de matières organiques.

S4 : S.A.R. de 26 à plus de 30 : eaux très fortement sodiques, le danger d'alcalinisation est très fort, de telles eaux sont impropres à l'irrigation sauf si leur salinité est faible et permet l'addition de calcium soluble ou si le sol en contient suffisamment.

Tableau I.2. Les classes de l'eau d'irrigation (DURAND, 1958)

Classe	Qualité	Interprétation
C1 – S1	<i>Bonne qualité</i>	Précaution avec les plantes sensibles
C1 – S2 C2 – S1	<i>Qualité moyenne à bonne</i>	A utiliser avec précaution dans les sols lourds mal drainés et pour les plantes sensibles (arbres fruitières).
C2 – S2 C1 – S3 C3 – S1	<i>Qualité moyenne à médiocre</i>	A utiliser avec précaution. Nécessite de drainage avec doses de lessivage et/ou apports de gypse
C1 – S4 C2 – S3 C3 – S2 C4 – S1	<i>Qualité médiocre à mauvaise</i>	Exclure les plantes sensibles et les sols lourds. Utilisable avec beaucoup de précautions dans les sols légers, bien drainés avec doses de lessivage et/ou apports de gypse.
C2 – S1 S2 – C4 C3 – S3	<i>Qualité mauvaise</i>	A utiliser, avec beaucoup de précautions que dans les sols légers et bien drainés et pour des plantes résistantes. Risque élevés. Lessivage et apports de gypse indispensable
C3 – S4 C4 – S3	<i>Qualité très mauvaise</i>	A utiliser que dans des circonstances exceptionnelles
C4 – S4	<i>Déconseiller pour l'irrigation</i>	
C5 – S1 C5 – S2 C5 – S3 C5 – S4	<i>Très déconseillée pour l'irrigation</i>	

I.7. Introduction à la conception d'un réseau d'irrigation

Tenant compte de la diversité des paramètres : sol, climat et plante, permettra une mise en place et une bonne maîtrise de l'irrigation, il est utile de procéder comme suit :

- Connaître la source, la qualité de l'eau, le débit à extraire, le type de sol et le choix de la culture.
- Connaître la topographie de la parcelle et les vents dominants.
- Calcul des besoins en eau de la culture.
- Faire le choix de la technique et le système d'irrigation à utiliser, entre le goutte à goutte, l'aspersion ou le gravitaire.
- Dimensionnement du réseau d'irrigation adopté.
- Connaître les possibilités de drainage de la parcelle.

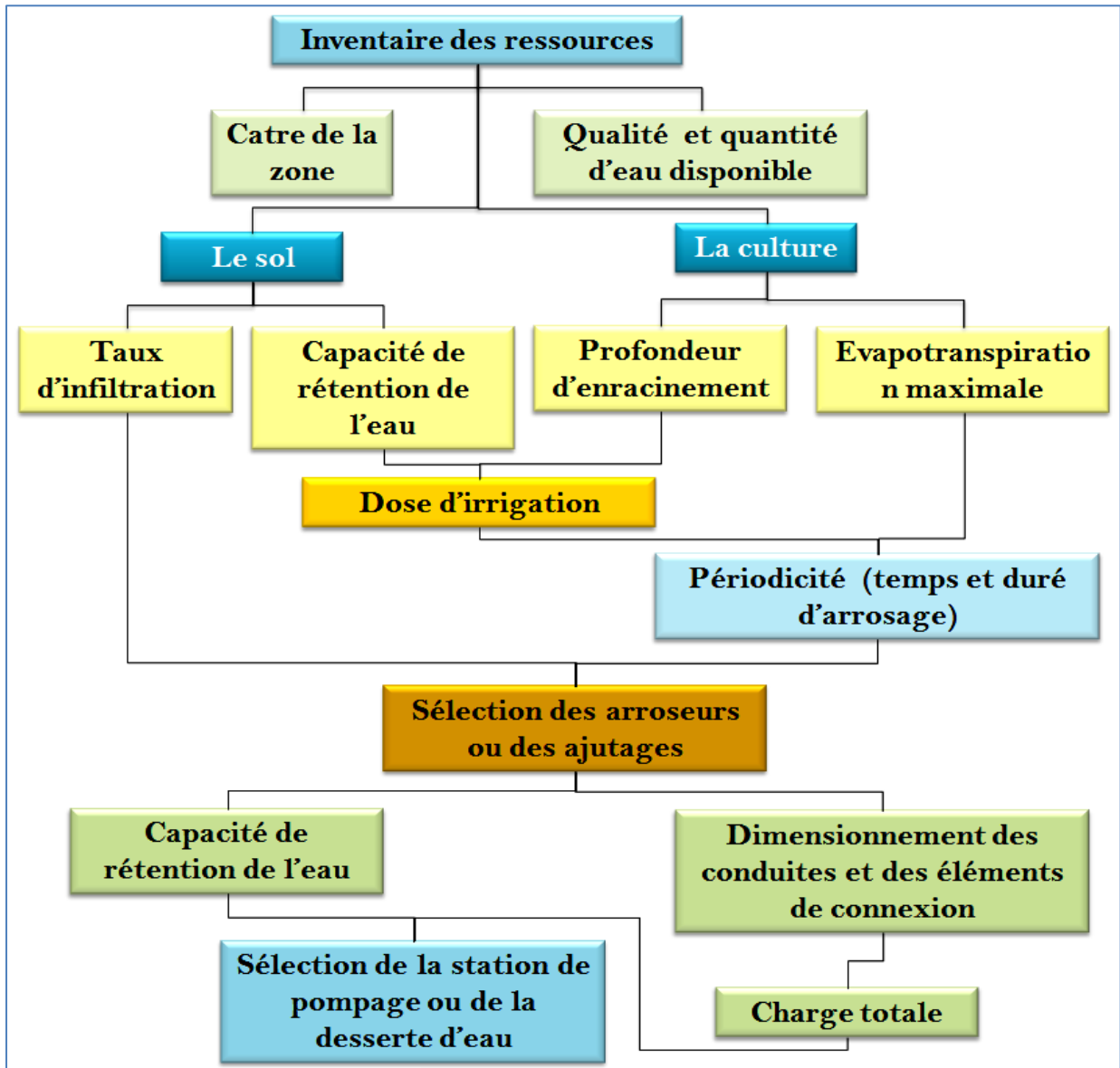


Figure I.4. Etapes fondamentales dans la conception d'un système d'irrigation sous pression

*Chapitre II. Facteurs intervenants en
irrigation*

Chapitre 2 : Facteurs intervenants en irrigation

Le sol est un milieu naturel à propriétés essentiellement dynamiques, différencié en horizons à constituants minéraux et/ou organiques généralement meubles. Le terme sol, sera défini comme étant la couche supérieure de la terre qui peut être creusé et pelleté. Les facteurs élémentaires de l'irrigation sont :

II.1. Le sol

Le sol est un mélange poreux des particules inorganiques ou minérales, de matière organique, d'air et d'eau, résultant de la transformation d'une roche mère sous-jacente, sous l'influence de divers processus chimiques, physicochimiques et biologiques. Ces horizons diffèrent de la roche mère par certains caractères morphologiques, physiques, chimiques et biologiques. Le sol est le support des végétaux, le milieu dans lequel, grâce à leurs racines, les plantes se procurent l'eau et les éléments nutritifs dont elles ont besoin.

C'est un milieu poreux complexe constitué de trois phases : phase solide (éléments organiques et minéraux), phase liquide (eau du sol), phase gazeuse (air du sol).

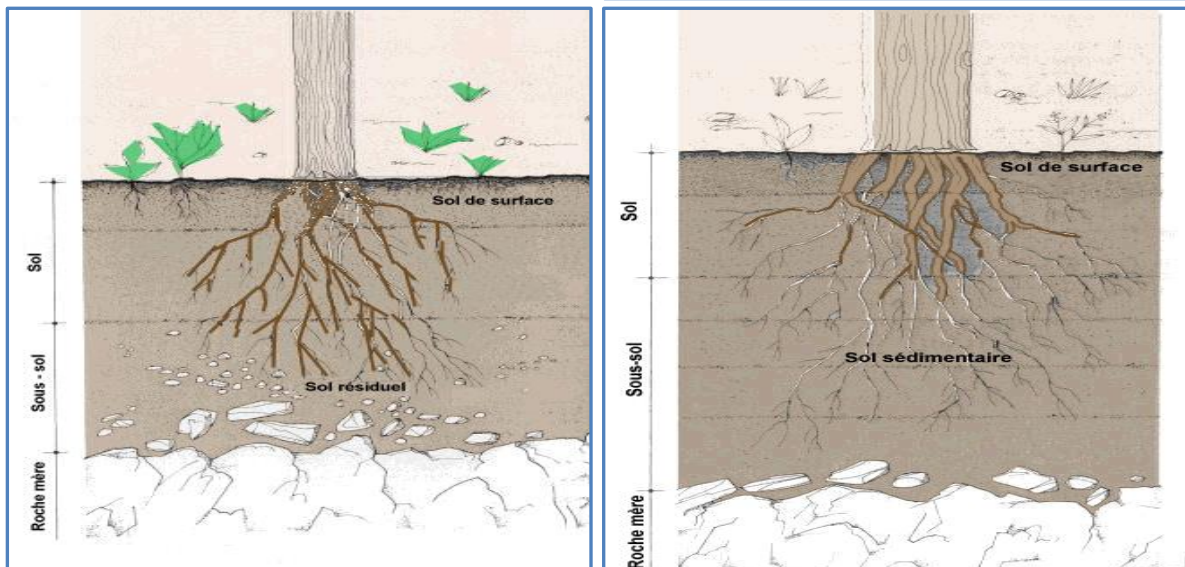
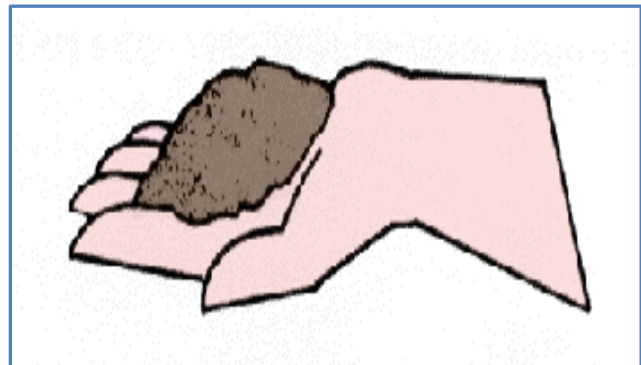


Figure II.1. Sol résiduel et sol sédimentaire

Le sol superficiel : est constitué de matière organique et abrite la plupart des racines nourricières. Il est de couleur plus sombre et peut même, dans certains cas, être noir. Au fond de ce sol superficiel, on observe parfois une petite couche de gravier.

Le sous-sol : C'est la couche plus profonde où seules pénètrent les racines des grands arbres. La circulation de l'air, de l'eau et des éléments chimiques y est restreinte et le sol est dur. (Figure II.1) L'aspect général du sous-sol varie selon son origine :

- Si c'est **un sol résiduel**, le nombre de pierres augmente rapidement vers le fond du sous-sol jusqu'à la roche mère.
- Si c'est un **sol sédimentaire**, les couches du sol sont plus minces. Chacune peut avoir sa composition propre selon la façon dont elle s'est déposée. Ces sols sont généralement assez épais, et la roche mère se trouve à plusieurs mètres au-dessous de la surface.

Le caractère d'ordre général qui doit retenir tout spécialement l'attention réside dans la grande hétérogénéité du sol.



Figure II.2. Schéma d'un profil de sol.

II.1.1. L'humidité du sol

L'eau est retenue dans le sol à cause de son attraction naturelle envers les particules de sol de la même façon qu'envers ses propres particules. L'eau est retenue sous la forme d'un film autour d'un chaque particule de sol.

II.1.2. Topographie

Examiner la pente (facteur capital de l'irrigation) qui conditionne la vitesse de circulation de l'eau en surface, ainsi que le parcellement. Les parcelles à pente uniforme et de faible amplitude (zones desservies par les grands barrages, se prêtent bien à l'irrigation car elles réduisent les coûteux travaux de terrassement.

II.1.3. Propriétés physiques

Perméabilité et capacité du sol pour l'eau : plus la perméabilité est grande, plus la capacité est faible. Cohésion : Le maintien des particules entre elle. La force d'érosion de l'eau est d'autant plus élevée que la vitesse du liquide est plus grande cohésion. En outre l'imbibition du sol réduit par elle-même la force de cohésion en dispersant les agrégats. Les terres lourdes, possèdent un degré de cohésion élevé, peuvent donc utiliser des masses d'eau importantes sur des pentes relativement prononcées.

II.1.3.1. Structure et texture du sol

Le sol est un milieu naturel à propriétés essentiellement dynamiques, différencié en horizons à constituants minéraux et (ou) organiques généralement meubles, résultant de la transformation d'une roche mère sous-jacente, sous l'influence de divers processus chimiques, physicochimiques et biologiques. Ces horizons diffèrent de la roche mère par certains caractères morphologiques, physiques, chimiques et biologiques.

Le sol est le support des végétaux, le milieu dans lequel, grâce à leurs racines, les plantes se procurent l'eau et les éléments nutritifs dont elles ont besoin.

Sous nos climats, l'apport d'eau au sol se fait sous forme de pluie, neige, rosée et brouillard. Toute l'eau des précipitations n'atteint pas le sol : une part est évaporée directement pendant et après la pluie ; les gouttes peuvent être interceptées en partie par le feuillage. L'eau qui atteint le sol ruisselle, s'infiltre et réhumecte le sol. Les racines absorbent cette eau que la tige et les feuilles évaporent par transpiration. Une fraction réduite finalement gagne la profondeur et atteint la nappe.

Le sol est d'abord caractérisé par une texture et une structure qui va fortement

conditionner ses propriétés physiques et chimique, notamment celle liées à l'eau.

a. Structure de sol

Un sol est un mélange d'éléments solides, d'eau pouvant circuler entre les grains constitutifs et de gaz (essentiellement de l'air).

Le sol comporte trois phases : une phase solide (qui est minérale et organique), une phase liquide ou solution du sol (qui correspond à l'eau et aux éléments dissous), et une phase gazeuse (composé principalement de l'oxygène, de méthane, de dioxyde de carbone). On peut voir sur les schémas suivants les trois phases distinctes d'un sol :

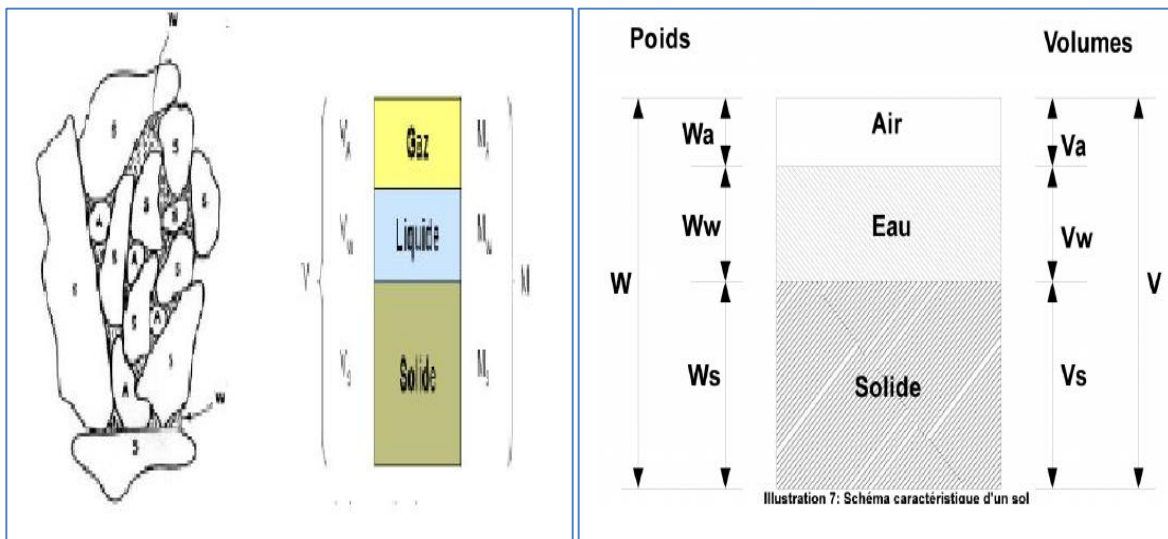


Figure II.3. La structure du sol.

Avec:

- Ws:** poids des grains solides
- Ww:** poids de l'eau
- Wa:** poids de l'air.
- W:** poids total du sol
- Vs:** volume des grains solides
- Vv:** volume de vide entre les grains ($V_v = V_w + V_a$)
- Va:** volume de l'air
- Vw:** volume de l'eau
- V:** volume total

A partir du schéma de sol précédent on définit les propriétés principales d'un sol comme suit:

- γ : poids volumique du sol
- γ_d : poids volumique du sol sec
- γ_w : poids volumique de l'eau = **10 kN/m³**.

La structure du sol est déterminée par l'organisation des agrégats des éléments minéraux et organiques, qui donnent lieu à la matrice poreuse du sol, au sein de laquelle ont lieu les écoulements d'eau.

La structure résulte de processus biologiques, chimiques et physiques, est donc une propriété variable temporellement et spatialement, et peut changer avec la teneur en eau ou d'autres paramètres. Parmi les agrégats du sol, on peut distinguer les particules primaires libres (sable, limon ou argile), les micro-agrégats (diamètre < 250 μm) et les macro-agrégats (diamètre > 250 μm).

Le mode d'assemblage des constituants du sol à un moment donné résulte une structure qui influe sur la fertilité du sol, elle peut conditionner la circulation de l'air et l'eau et l'enracinement dans les vides (porosité) qu'elle délimite.

a.1. L'indice des vides

Qui permet de savoir si les vides sont importants ou non, c'est-à-dire si le sol est dans un état lâche ou serré est défini de la manière suivante :

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

a.2. La porosité

La teneur en eau est fonction de la porosité et de la perméabilité du sol. Le volume maximal d'eau qu'un sol peut retenir est la "*capacité au champ*" ou capacité de rétention du sol qui dépend essentiellement de la granulométrie du sol. Près de la surface, le sol n'est pas saturé, les espaces vides contiennent de l'eau et de l'air ; l'eau est soumise aux forces de gravité et de capillarité. A partir d'une certaine profondeur, la teneur en eau n'augmente plus : le sol est saturé, tous les pores du sol sont remplis d'eau : cette zone saturée forme une nappe ; les forces de gravité sont prédominantes ; son rôle est cependant essentiel puisque c'est l'eau qu'utilisent les racines des plantes.

La porosité dont la signification est analogue à celle de l'indice des vides est quant à elle définie comme suit :

$$n = \frac{V_v}{V}$$

b. Texture de sol

La distribution granulométrique (appelée également granulométrie ou texture) est l'une des caractéristiques les plus importantes du sol. La distribution granulométrique a un effet sur beaucoup de propriétés du sol telles que la facilité de labourage, la conductivité capillaire d'un sol, l'humidité disponible, la perméabilité d'un sol, le tassement, etc. L'application d'un set pour test de composition granulométrique permet de déterminer la distribution granulométrique des échantillons de sol pour classer les sols sur la base des normes internationales.

Sols sableux

On améliore la structure des sols sableux en les amendant régulièrement avec de la matière organique sous forme de engrais. Il est préférable d'incorporer ces amendements au début du printemps, Parce que le travail du sol sablonneux à l'automne favorise l'érosion.

Sols argileux

On améliore la structure des sols argileux par des apports en matières organiques sous forme de compost ou de fumier composté. Ces amendements sont préférablement incorporés à la fin de l'automne. Les sols argileux mal drainés peuvent aussi être amendés avec une terre sableuse.

Certains sols argileux sont très riches en sodium, ce qui nuit à l'agrégation des particules minérales. Il est possible d'améliorer la structure de ces argiles sodiques en y incorporant du gypse (si leur pH est neutre ou alcalin) ou de la chaux (si leur pH est acide).

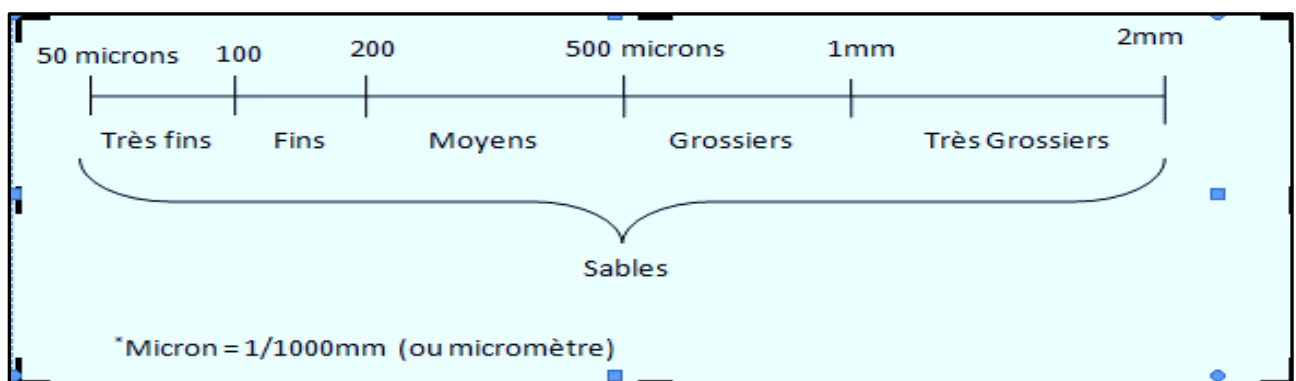
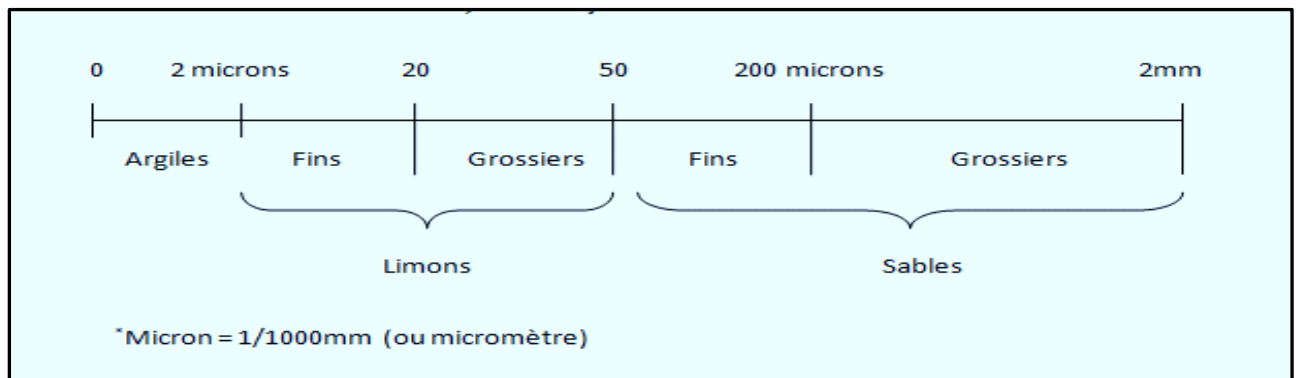
Sols limoneux

On améliore le drainage et l'aération des sols limoneux par des apports importants de matières organiques, sous forme de compost ou de fumier composté. Il est préférable d'incorporer ces amendements à la fin de l'automne.

CLASSE GRANULOMETRIQUE	DIMENSIONS (en μm)
Argile	< 2
Limon fin	2-20
Limon grossier	20-50
Sable fin	50-200
Sable grossier	200-2000

Argile, limon et sable constituent **la terre fine**, par opposition aux **éléments grossiers** qui comportent les fractions suivantes :

DENOMINATION	DIMENSIONS (en cm)
Graviers	0,2 à 2 cm
Cailloux	2 à 7,5 cm
Pierres	7,5 à 20 cm
Blocs	plus de 20 cm



La texture peut s'apprécier sur le terrain ou être déduite d'une analyse granulométrique (laboratoire).

La détermination de la texture permet d'attribuer au matériau observé le nom d'une classe texturale (exemple : limon fin, argileux sableux...). Ces classes texturales sont définies et représentées sur des « triangles de texture » (Figure II.3).

La texture du sol est caractérisée par la taille et la distribution des particules. La composition granulométrique du sol permet de déterminer sa texture. La composition s'exprime en pourcentage des trois principales fractions minérales 2 mm de diamètre. La texture du sol est une propriété constante dans le temps et peu variable spatialement (*Baize et Jabiol, 1995*).



Photo II.1. Essai de la granulométrie au laboratoire

Certains spécialistes, notamment agronomes et pédologues, savent déterminer approximativement, après humidification, si le sol est plutôt argileux, limoneux ou sableux. En effet, l'argile colle aux doigts au toucher, le limon est doux et le sable rugueux.

Pour déterminer plus finement la texture on évalue au laboratoire pour un échantillon de sol la teneur en sable, en argile et limon. Ensuite on utilise un diagramme qui permet de déterminer la classe texturale du sol.

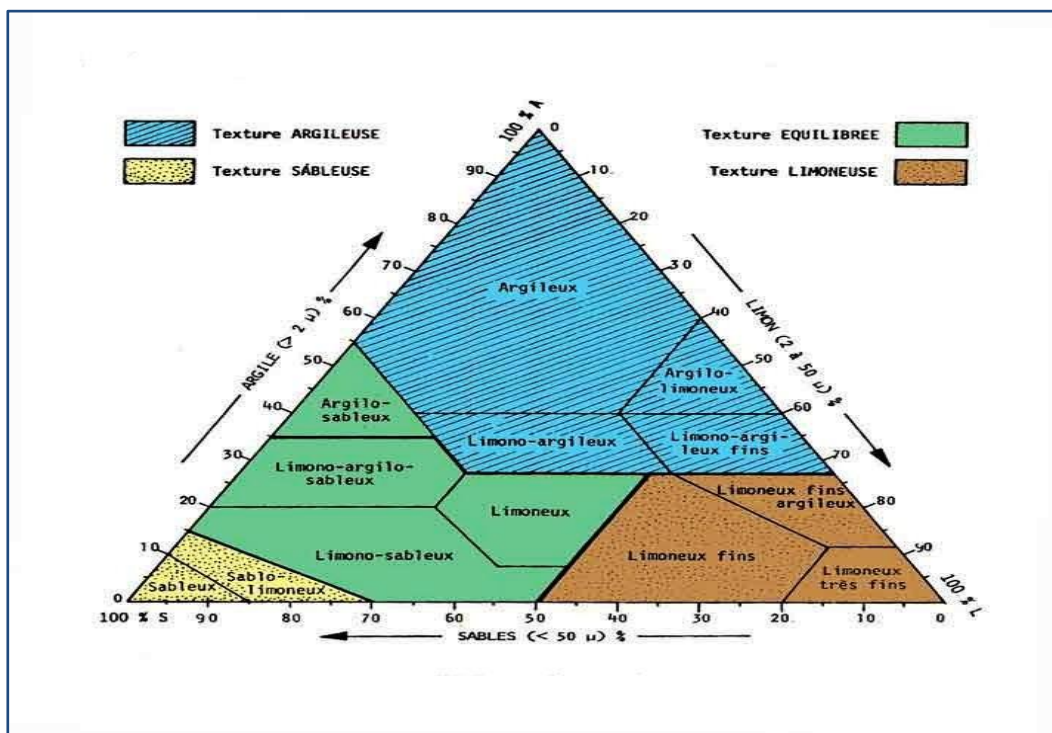


Figure II.4 : le triangle textural.

La texture joue un rôle essentiel dans la rétention de l'eau du sol et des échanges avec les racines des plantes.

II.1.4. Propriétés chimiques

Matières organiques : En apportant au sol une humidité permanente, elle réalise les conditions de milieu idéales pour une rapide transformation des matières organiques. En accélérant la décomposition de la matière organique, l'eau d'arrosage tend à gâter le sol.

Matières minérales : L'excès d'eau entraîne dans les couches profondes du sol où les substances sont définitivement perdues, il est évident qu'il ne serait guère avantageux d'appliquer des arrosages très suivis sur les terres maigres.

II.2. L'eau

L'eau d'irrigation, qu'elle que soit son origine superficielle ou souterraine, n'est jamais pure; elle contient des sels dissous qui peuvent affecter les sols et les cultures suivant leur concentration, il est important alors d'adopter les pratiques agricoles à l'eau dont on dispose, sachant que les comportements seront différents suivant la nature des sels en cause.

La composition chimique d'une eau d'irrigation doit donc être examinée en fonction de son impact sur la terre et les plantes.

L'utilisateur doit se préoccuper de l'origine de l'eau, de ses qualités et de son débit. Les besoins en eau domestique étant prioritaires, et vu le rôle central de l'eau pour de nombreux autres secteurs d'activités (tourisme, industrie, hydroélectricité, refroidissement des centrales nucléaires), l'agriculture irriguée, même si elle reste la principale utilisatrice de l'eau douce (70 % des volumes prélevés) doit respecter les dispositifs de contrôle pour l'accès à l'eau et les arbitrages entre les différents usages. Mais l'adéquation entre les demandes croissantes pour l'eau et la disponibilité des ressources en eau n'est pas toujours contrôlée.

II.2.1. La qualité physique

La qualité physique dominante est sa température. La température optimum peut se situer aux environs de 25° pour la majorité des plantes, durant la saison active de la végétation. Un apport d'eau sur la terre très sèche peut donner lieu à des phénomènes d'hydratation susceptibles d'élever dangereusement la température du sol. C'est pourquoi on recommande de ne pas arroser en pleine chaleur. Une eau froide arrivant au contact d'un feuillage surchauffé peut également causer des accidents.

II.2.2. La qualité chimique

L'eau dérive surtout des sels qu'elle contient en dissolution. Certains ions sont utiles, même à doses relativement élevées Le calcium, qui compense ainsi les pertes de chaux dont il a été question plus haut. D'autres sont utiles à très faibles doses, puis deviennent rapidement nocifs lorsque la teneur de l'eau s'accroît : c'est le cas du magnésium. De même que l'on a maintenant recours à des essais physiologiques pour déterminer les besoins d'un sol en engrais, il ne faut pas hésiter à appliquer l'eau d'irrigation sur des plantes témoins, en utilisant la terre à irriguer, puisqu'on ne peut séparer sans crainte d'erreur ces deux éléments qui réagissent l'un sur l'autre : l'eau et le sol.

II.2.3. Le débit

C'est la quantité d'eau dont on dispose en un temps donné, par l'arrosage d'une propriété, il s'exprime en litres par seconde, litres par minute ou mètres cubes par heure.

Le débit total, ou module général pour une propriété, se calcule en fonction des besoins de pointe des cultures dans le cours d'une année. On doit tenir compte des pertes en cours de route, s'il ya lieu et se ménager une petite marge de sécurité en cas d'accident. Le volume d'eau distribué dans chaque élément, ou par hectare, prend le nom de dose, on a donc :

$$Dose = \text{débit} \times \text{temps d'écoulement}$$

II.3. Les cultures

Influent sur le mode d'irrigation soit par nature qui ne s'allie pas avec tous les systèmes, soit par leurs besoins en eau qui peuvent modifier la rotation des arrosages.

Les plantes consomment de l'eau qu'elles rejettent dans l'atmosphère par **évapotranspiration**.

Deux sortes d'eau :

- **Eau de constitution** qui constitue l'essentiel du tissu de la plante.
 - **Eau de transpiration** qui transite à travers la plante en lui apportant les éléments fertilisants prélevés dans le sol (vol. transpiré 100 x plus que le volume d'eau de constitution).
- La vitesse de circulation de l'eau dans les plantes est de 30 à 180 cm/h. Cette vitesse augmente avec la température, le vent, la sécheresse de l'atmosphère.

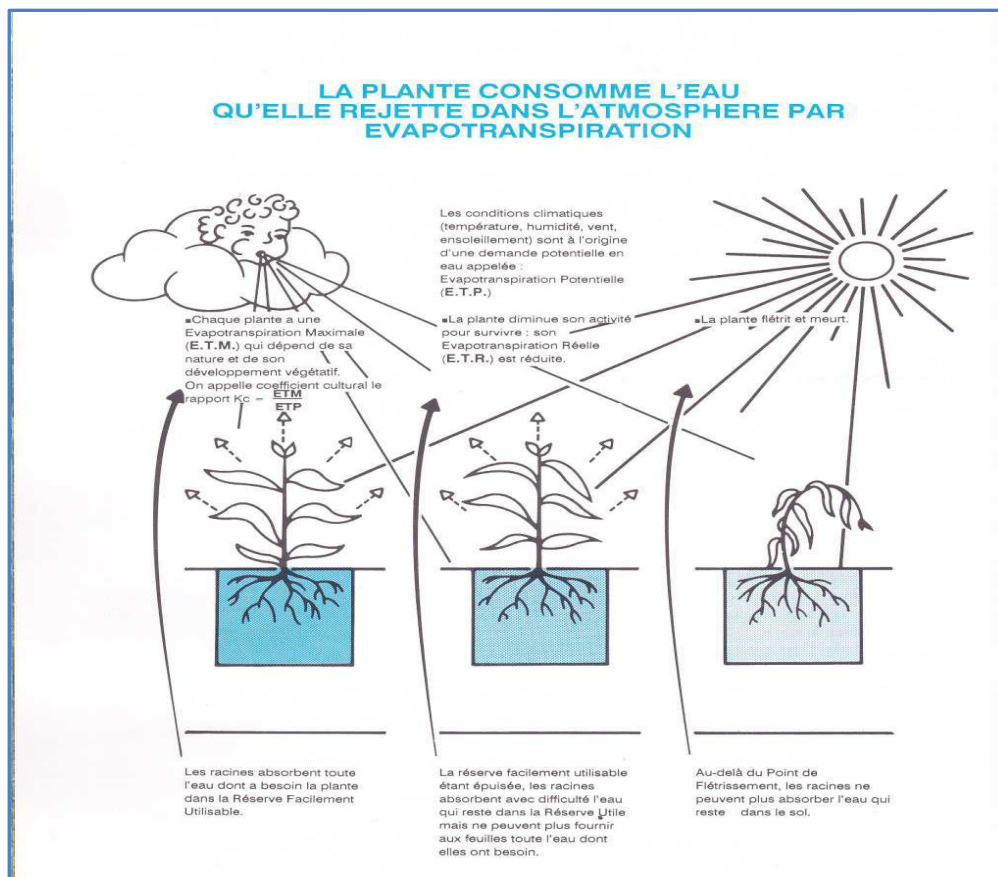


Figure II.5. : évapotranspiration de la plante selon l'eau disponible dans le sol.

II.3.1. Nature des cultures

Impose un système d'irrigation. Il faut évidemment que les conditions naturelles conviennent à la fois à la plante et à son système d'arrosage. Si le milieu impose un mode d'irrigation, le choix des cultures se restreint. Ainsi une pente supérieure à 10 % nécessite les sillons ou l'arrosage en pluie.

On ne peut songer à y installer économiquement des rizières. L'assolement peut amener à modifier le système d'irrigation au cours des années. Pour que ces changements ne surprennent pas le cultivateur, ils doivent être prévus avant l'établissement du réseau d'arrosage, afin qu'il soit agencé en conséquence.

II.3.2. Besoins des plantes

Varié avec le climat et avec les espèces et selon le degré d'évolution de la végétation. Les modifications dues aux facteurs climatiques sont essentiellement variables d'une année à l'autre suivent le régime des températures, de la pluviométrie, des vents, ... Les besoins sont variables suivant les espèces, principalement en raison de la durée de végétation en période estivale, certaines spéculations comme les cultures maraîchères, de primeur ne

nécessitant que quelques arrosages au printemps, tandis que d'autres, comme le dattier réclament de l'eau sur la plus grande partie de l'année. Quelques espèces fruitières peuvent se contenter d'un arrosage de loin en loin (Abricotier, olivier), tandis que certaines nécessitent des irrigations suivies (agrumes).

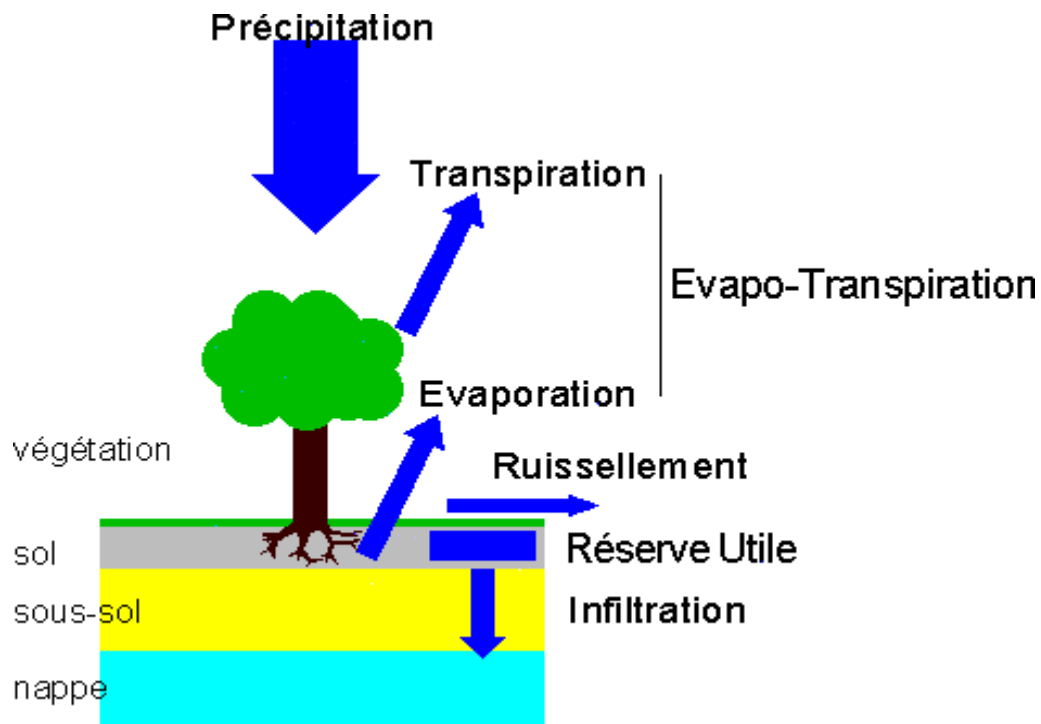


Figure II.6. Place de l'eau du sol dans le cycle de l'eau

La teneur en eau est fonction de la porosité et de la perméabilité du sol. Le volume maximal d'eau qu'un sol peut retenir est la "capacité au champ" ou capacité de rétention du sol qui dépend essentiellement de la granulométrie du sol. Près de la surface, le sol n'est pas saturé, les espaces vides contiennent de l'eau et de l'air ; l'eau est soumise aux forces de gravité et de capillarité. A partir d'une certaine profondeur, la teneur en eau n'augmente plus : le sol est saturé, tous les pores du sol sont remplis d'eau ; cette zone saturée forme une nappe ; les forces de gravité sont prédominantes. L'eau du sol ne représente que 0,064% de l'eau douce totale ; son rôle est cependant essentiel puisque c'est l'eau qu'utilisent les racines des plantes.

II.3.3. Surveillance de la teneur en eau dans le sol

L'humidité absolue représente le nombre de grammes de vapeur d'eau présents dans un volume donné, rapporté à la masse d'air sec de ce volume exprimé en kilogramme, L'humidité relative s'exprime en % ; sa valeur est proche du rapport entre l'humidité absolue

portée par l'air et l'humidité absolue maximale qu'il peut porter lorsqu'il est saturé.

Pourquoi surveiller l'humidité du sol : même si on applique la règle simple " d'arroser avec 2,54 cm (1 po) d'eau par semaine " pour les cultures horticoles, la quantité exacte à administrer à une culture dépend de combien elle a besoin et de ce que le sol peut emmagasiner.

La quantité d'eau dont la culture a besoin dépend de l'évapotranspiration (*ET*), qui est affectée par :

- La température et l'humidité
- Le stade de croissance de la culture
- Le rayonnement solaire
- La présence de paillis.

La quantité d'eau que le sol peut emmagasiner (biodisponible) dépend :

- De la texture du sol
- Du % de matière organique
- De la profondeur des racines.

L'utilisation de l'eau et des éléments nutritifs est à son plus efficace quand l'eau est fournie dans les quantités exigées par la culture et que le sol ne peut en emmagasiner ni plus, ni moins.

Capacité de rétention : autant d'eau que le sol peut en retenir (plus précisément, la quantité d'eau retenue dans le sol deux ou trois jours après qu'il ait été saturé par des précipitations. Il y a peu de mouvement descendant, par gravité, de l'eau dans le sol et très peu de succion capillaire).

Point de flétrissement permanent : quantité d'eau qui reste dans le sol quand le végétal se flétrit dans une atmosphère humide. L'eau qui reste dans le sol est fortement retenue par les particules du sol et ne peut être absorbée par les racines.

Eau disponible : c'est la quantité d'eau dans le sol qui se situe entre la capacité de rétention et le point de flétrissement permanent. Il faut commencer à irriguer avant que le sol n'atteigne un niveau de 50 % de l'eau disponible.

La capacité au champ : quantité d'eau retenue dans les premiers niveaux du sol quand la percolation naturelle vers la profondeur et vers l'aval stoppe. - La teneur en eau du sol peut descendre au-dessous de la capacité au champ et même atteindre le point de flétrissement près de la surface : un courant d'eau capillaire s'établit depuis la profondeur.

La réserve utile (RU) : quantité d'eau que la plante peut théoriquement utiliser dans ses conditions optimales. Cette quantité est toujours $<$ à la capacité de la rétention et dépend des plantes. La quantité d'eau qui reste dans le sol, mais qui ne peut pas être utilisée par les plantes définit le point de flétrissement.

Chapitre III. *Techniques d'irrigations*

Chapitre 3. Techniques d'irrigations

III.1. Introduction

Le manque d'eau et l'accroissement constant des besoins en eau en agriculture, conjugués aux conflits d'usage avec les autres secteurs, tels que l'industrie et la consommation en eau potable, nous amènent à constamment réfléchir sur les économies d'eau et d'énergie. Ceci passera forcément par une gestion efficace de l'irrigation ainsi que par la maîtrise de l'utilisation et le choix des systèmes d'irrigation.

Quelle que soit l'origine de l'eau et son mode de transport (canaux ou conduites), le problème le plus délicat est le choix de la méthode pour répartir cette eau sur le sol de façon à ce que les plantes en tirent le maximum de profit.

En effet, il s'agit de songer au moyen de distribuer l'eau d'une qualité donnée à travers toute la parcelle irriguée d'une manière équitable.

Le choix de l'un ou de l'autre de ces procédés ne peut se faire au hasard, mais sur la base d'une analyse bien détaillée de ces différents modes et leur degré de compatibilité avec les contraintes de la région considérée du point de vue agronomique, naturel, technique et socio-économique.

Les systèmes d'irrigation peuvent être classés en deux grandes catégories : l'irrigation gravitaire (de surface) et l'irrigation sous pression.

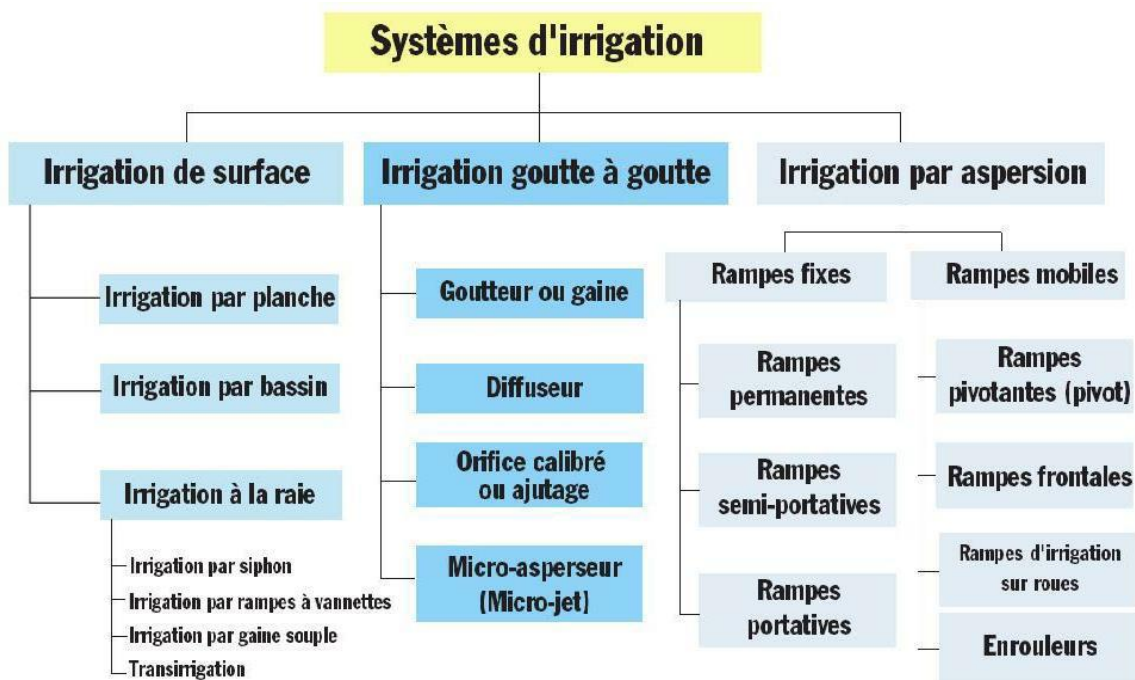


Figure III.1. Organigramme des systèmes d'irrigation

III.2. Irrigation de Surface

L'irrigation de surface consiste à amener l'eau au point le plus haut du terrain et à la laisser s'écouler par gravité. L'eau est ensuite distribuée au champ, soit par submersion (irrigation par bassins), soit dans des sillons en terre (irrigation par infiltration) ou bien par ruissellement à la surface d'une planche d'arrosage (irrigation par planches). (*BENDIDI, 2014*)



Photo III.1 : Irrigation de Surface

III.2.1. Irrigation par bassins (irrigation par submersion)

Les bassins sont constitués de cuvettes en terre, à fond à peu près plat, entourées de diguettes de faible hauteur ou levées. Ces levées sont conçues pour empêcher le passage de l'eau aux champs adjacents. Cette technique est utilisée, d'une façon générale, pour l'irrigation des rizières sur terrain plat, ou des terrasses. En général, cette technique d'irrigation s'applique à toutes les cultures qui peuvent tolérer la submersion par les eaux pour une longue durée.

- L'irrigation par **submersion** ou **inondation** consiste à submerger le sol d'une couche d'eau plus ou moins grande qui sera **complètement** ou **partiellement** infiltrée selon les cas.
- Dans certains cas, l'eau doit séjourner pendant plusieurs jours dans un même bassin (cas de la culture de **riz**).
- Dans ce cas, l'eau du bassin doit être renouvelée un certain nombre de fois durant la période de submersion.
- L'irrigation par submersion est pratiquée dans les terrains à faible pente (**inférieure à 2‰**), dans lesquels l'irrigation par ruissellement ne peut être pratiquée, ceci en raison du débit exigé pour obtenir une homogénéité d'irrigation.



Photo.III.2. Irrigation par bassin.

A. Conditions d'utilisation

A.1. Cultures recommandées

La technique par bassins convient à l'irrigation d'un grand nombre de cultures. C'est la technique la plus appropriée à l'irrigation des rizières. La productivité des rizières est plus forte quand elles sont submergées d'eau. Cette technique est aussi utilisée pour l'irrigation d'autres types de cultures, à savoir :

- Les pâturages, e.g. luzerne, trèfle ;
- Les arboricultures, e.g. agrumes, bananiers ;
- Les cultures semées à la volée (céréales).
- Les cultures en lignes (tabac).

L'irrigation par bassins n'est pas recommandée pour les cultures qui ne tolèrent pas la submersion par les eaux pour des durées supérieures à 24 heures.

La méthode par bassins n'est généralement pas recommandée pour l'irrigation des cultures à racine tubercule et à tubercules, telles que la pomme de terre, la cassave et les carottes, cultures qui, nécessitent un sol bien meuble et bien drainé.

A.2. Pentés adéquates

Les terrains plats sont les plus appropriés à l'aménagement des bassins. En effet, la pente étant faible ou presque nulle, les travaux de nivellement requis seront de faible importance.

Les bassins sont aussi aménagés sur des terrains en pente, et même en forte pente. Dans ces conditions, les cuvettes des bassins sont aménagées en gradins qu'on appelle aussi

terrasses.



Photo.III.3. Les terrasse en Irrigation par bassin.

A.3. Types de sol approprié

La méthode des bassins pourrait être utilisée pour l'irrigation de toutes sortes de cultures autres que le riz sur sols argileux, mais les sols limoneux sont préférables. En effet, pour les sols limoneux, les problèmes d'engorgement d'eau (saturation permanente du sol) sont inexistantes. Cette technique n'est pas à adopter sur du gros sable où les pertes par percolation profonde sont trop fortes. De la même manière, la méthode d'irrigation par bassins n'est pas recommandée pour des sols qui forment une croûte dure (encroûtement) quand ils sont secs.

A.4. Aménagement des bassins

L'aménagement des bassins n'est pas uniquement limité à définir leur forme et leur taille, mais aussi celles des diguettes ou des levées de terre. Tous ces aspects seront traités dans les sections suivantes :

A.4.1. Les Bassins doivent être petits si :

- La pente de terrain est forte.
- Le sol est sableux.
- Le débit du courant d'eau dérivé est faible.
- La dose d'irrigation est faible.

- La préparation du terrain est faite avec de la main-d'œuvre ou bien par traction animale.

A.4.2. Les Bassins peuvent être grands si :

- Le terrain est plat ou à pente douce.
- Le sol est argileux.
- Le débit du courant d'eau dérivé est important.
- La dose d'irrigation est importante.
- Les travaux de préparation sont mécanisés.

B. Les avantages et les inconvénients de l'irrigation par bassin

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par laquelle s'infiltrer à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaires pour la croissance des plantes. Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméables et de pente inférieure à 2%.

B.1. Les avantages de la submersion

- Destruction des adventices ;
- Protège contre le gel.

B.2. Les inconvénients de la submersion

- Tassement du sol ;
- Diminution de la porosité d'où diminution de la perméabilité ;
- Nécessite d'assainissement ;
- Manque d'aération.

III.2.2. Irrigation par sillons/a la raie (irrigation par infiltration)

Les sillons sont des petites rigoles en terre, aménagées dans le sens de la pente du terrain, pour transporter l'eau entre les rangées de cultures. L'eau s'infiltrer dans le sol, principalement par les côtés du sillon, tout le long de son trajet dans le sens de la pente du terrain. Généralement, les plantes sont cultivées sur les billons séparant les sillons. Cette technique est valable pour l'irrigation de toutes les cultures en lignes et pour toutes les cultures qui ne tolèrent pas la submersion par les eaux de leur feuillage ou de leur collet pour une longue durée.

Les sillons sont alimentés par des prises d'eau aménagées sur les berges du canal d'amenée. Ces ouvrages de prise peuvent être soit de simples ouvertures aménagées sur les berges du canal d'amenée, soit des siphons, ou bien des tuyaux d'alimentation passant à travers la berge du canal d'amenée.



Photo.III.4. Irrigation par infiltration.

Consiste à amener l'eau à la plante, par une série plus au moins dense (espacement d'environ 0,75 à 1 m.) de petits fossés à ciel ouvert à pente faible mais régulière.

Les raies sont tracées suivant la ligne de plus grande pente du terrain pour des pentes < 02 %. Pour des pentes > 02 % les raies sont orientées obliquement par rapport à la ligne de plus grande pente. La forme des sections des raies peut être triangulaire, trapézoïdale ou parabolique avec : une Largeur de 25 à 40 cm et une Profondeur de 15 à 30 cm.

L'arrosage à la raie se pratique sur les terrains d'environ 0,5 à 4 % de pente et convient à toutes les cultures de céréales et de plantes sarclées (Maïs, Coton, Pomme de terre etc.).

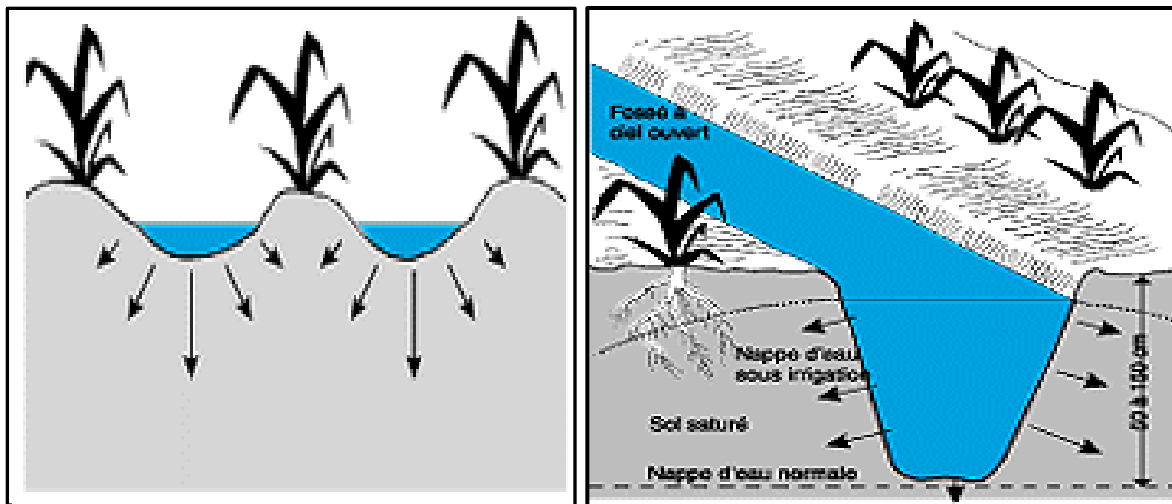


Figure.III.2. Irrigation par infiltration.

L'arrosage à la raie pose de sérieux problèmes d'application de l'eau lorsque la longueur des raies devient importante (supérieure à 250 m.). Il exige une main d'œuvre abondante et qualifiée pour la conduite des arrosages.

A. Les avantages et les inconvénients de l'irrigation par sillon

L'eau coule dans les fossés, rigoles ou raies et s'infiltré latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

A.1. Les avantages

- Pas de danger d'érosion, ni de formation de croûtes ;
- L'accès est facile au terrain

A.2. Les inconvénients

- Grande perte d'eau ;
- Exigence en main d'œuvre

III.2.3. Irrigation par planches (irrigation par ruissellement)

Les planches sont des bandes de terrain, aménagées en pente douce et séparées par des diguettes. Elles sont aussi appelées calant ou planches d'arrosage. L'alimentation en eau des planches est faite de plusieurs façons : soit à l'aide de prises d'eau aménagées sur le canal d'amenée et équipées d'une vannette, soit par des siphons, ou bien par des tuyaux d'alimentation passant à travers les berges du canal d'amenée. La lame d'eau introduite

ruisselle en descendant la pente de la planche, guidée par les diguettes des deux côtés de celle-ci. (BENDIDI, 2014)



Photo III.5. Irrigation par planches

On divise la surface à irriguer en bandes rectangulaires prise dans le sens de la plus grande pente. En général, la longueur des planches varie de 5 à 30 m. et leur largeur de 50 à 800 m.



Photo III.6. Irrigation par planches

L'irrigation par planches convient le mieux aux pentes inférieures à 0,5 %. Cependant, les pentes longitudinales maximales des planches peuvent atteindre 4 % à 5 %.

Les sols convenant le mieux à cette technique sont les sols moyennement filtrants. L'irrigation par planches s'applique aux cultures telles que les prairies, les céréales et les vergers. La préparation des planches est minutieuse et coûteuse et exige une main-d'œuvre qualifiée et des équipements de terrassement performants. Les pertes par percolation profonde et en colature sont importantes, et font remonter dangereusement le niveau des nappes phréatiques.

A. Les avantages et les inconvénients de l'irrigation par planches

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement. On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.

A.1. Les avantages

- Les investissements pour l'équipement sont peu élevés ;
- Pas de dépense pour la mise sous pression de l'eau ;
- Possibilité de lessivage sans risques d'érosion ;
- Matériel d'irrigation assez simple.

A.2. Les inconvénients

- Temps d'irrigation important ;
- Nécessité de nivellement et son entretien ;
- Pertes importantes d'eau.

III.3. Irrigation sous pression

III.3.1. Irrigation par aspersion

L'irrigation par pivots est une technique américaine importée, qui a été implantée dans plusieurs pays arabes touchés par le fait désertique.

III.3.1.1. Définition

L'irrigation par pivot est un système d'arrosage qui consiste à distribuer l'eau sous forme de pluies sur sol ; très employée depuis longtemps par les jardiniers, les horticulteurs et les arboriculteurs pour les cultures. Maraîchères, florales, arbustives, fruitiers, les pelouses, l'aspersion tend, vu les gros avantages qu'elle présente et que nous énumérons plus loin, à être utilisée de plus en plus en grande culture.



Photo III.7. Irrigation par pivot

Dans toutes les méthodes anciennes l'eau est distribuée avec plus ou moins d'uniformité sur le sol par des rigoles et elle y pénètre dans des conditions plus ou moins favorable suivant sa régularité et sa pente, dans le système pivot l'eau tombe naturellement sur le sol, donc dans les mêmes conditions que les précipitations atmosphériques, et s'y infiltre, compte tenu seulement de la perméabilité du sol.

III.3.1.2. Le fonctionnement du système pivot

Ce mode repose sur un forage, auquel correspond un trépied et un bras mécanique de longueur variable (pouvant atteindre 500m), qui tourne lentement nuit et jour et peut arroser d'un coup 30 à 50 hectares cette technique nécessite d'importants investissements, forage, matériel, montage et entretien.

Nous citons que les procédés simples ou l'aspersion se fait avec l'arrosoir ou avec tonneau d'arrosage, nous examinerons les procédés modernes qui utilisent :

- Un appareil de pompage qui fournit l'eau nécessaire à l'arrosage.
- Des conduites sous pression qui distribuent l'eau en tous les points utiles de la surface à arroser et qui alimentent les appareils de répartition.
- Des appareils qui projettent et répartissent l'eau sur sol.



Photo III.8. Irrigation par aspersion.

Ces installations sont fixes, mobiles ou mixtes, elles sont dites fixe lorsque la station de pompage et le réseau de canalisations sont placés de façon permanente, elles permettent de supprimer une grande partie de la main d'œuvre de fonctionnement, mais les frais d'établissement sont très élevés et elles sont dites mobile quand l'ensemble peut se déplacer à volonté, on tombe alors dans l'excès opposé ; on ne fait plus d'économie de main d'œuvre, raison à la difficulté de transporté le matériel à volonté ce qui permet sont utilisation à pleine rendement durant tout la période d'arrosage , d'où un meilleur amortissement.

Enfin on peut concevoir des installations mixtes comprenant des canalisations principales permanentes ou même des canaux, dans ce dernier cas on déplace le long des canaux un simple groupe motopompe avec jet qui asperge les cultures ce procédé tend de plus en plus à se développer dans les régions où l'eau était amenée par canaux et répartie ensuite par les rigoles.

III.3.1.3. Les avantages et les inconvénients du système d'irrigation par pivot

a) Avantages

- Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface irriguer, la méthode est employée sur des terrains à faible pente, elle permet en conséquence d'éviter les travaux de terrassements toujours coûteux. Les canaux et les rigoles étant supprimés ; elle facilite l'exploitation du sol et notamment permet l'emploi aisés des machines qui ne rencontrent aucun obstacle à leur utilisation.
- Elle peut être employée quelle que soit la nature du sol arrosé, même s'ils sont très perméables.
- Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie, on peut donc utiliser des eaux acides et certaines eaux résiduaires dont les autres méthodes ne permettraient pas l'emploi ; on peut aussi utiliser éventuellement les engrais et tous les fertilisant ou désinfectant que l'on dilue dans l'eau ; on répand ainsi sur le sol avec économie, les produits employés.
- Elle réalise une importante économie d'eau ; elle permet un dosage précis et une répartition régulière des quantités d'eau distribuées.
- Enfin elle met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très souple ; les installations peuvent facilement être individuelles ou d'intérêt local sans soulever des impossibilités technique ou financières comme cela se produirait souvent avec les autres systèmes, c'est que l'aspersion ne demande pas systématiquement de grands travaux.

b) Inconvénients

- On a l'habitude de considérer que l'inconvénient majeur de l'aspersion réside dans le fait qu'elle nécessite au départ, pour chaque irrigant, une dépense importante de premier établissement (frais de matériel) et quelle exige souvent une nombreuse main d'œuvre d'exploitation. Cet inconvénient est sans doute moins important qu'on ne le pense habituellement ; en effet les investissements nécessaires pour une telle installation ne sont pas plus onéreux que l'aménagement de tout autre système d'irrigation, le coût du matériel et les frais de sa mise en place sont compensés par la suppression des travaux de terrassement du sol et des travaux périodiques de son aménagement ; de l'autre côté

les frais d'exploitation sont compensés par la rapidité des arrosages, par la possibilité d'arroser la nuit sans surveillance et les économies d'eau.

- Elle favoriserait l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttes d'eau sont plus fines et l'air plus sec.
- Elle provoquerait le développement des mauvaises herbes.

III.3.2. Irrigation goutte-à-goutte

L'irrigation localisé ou irrigation par la goutte à goutte peut être considérée comme une solution pratique aux problèmes de la sécheresse au même titre que les méthodes traditionnelles de l'irrigation de surface et de l'irrigation par aspersion. Elle permet une très grande efficacité de l'irrigation.

La micro-irrigation, également connue sous le nom de « goutte à goutte », est une méthode d'irrigation utilisée en zone aride car elle réduit au minimum l'utilisation de l'eau et de l'engrais. L'eau s'égoutte lentement vers les racines des plantes soit en coulant à la surface du sol soit en irriguant directement la rhizosphère par un système de tuyaux. (BENDIDI, 2014)

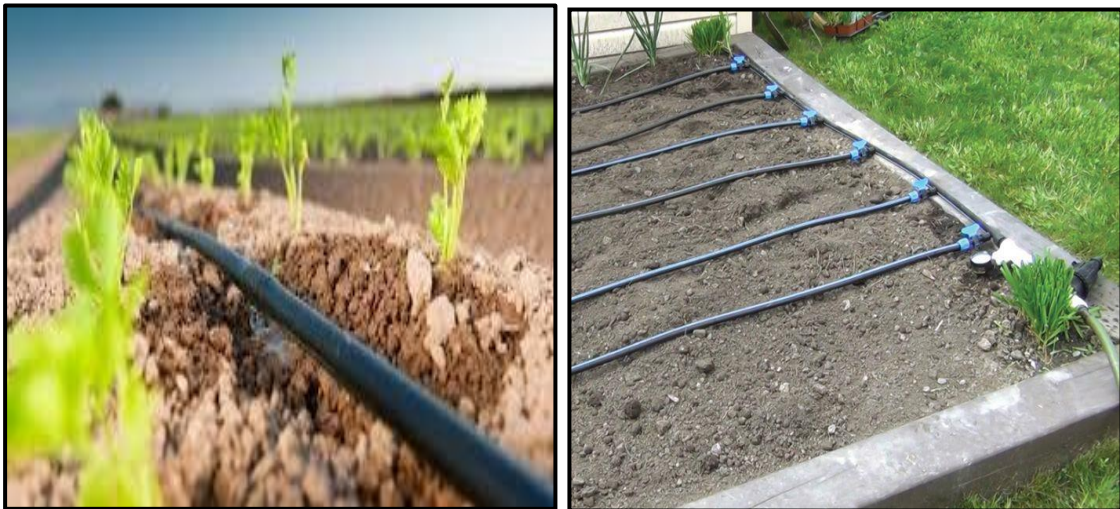


Photo III.9. L'irrigation par goutte à goutte

L'irrigation par goutte à goutte moderne s'est développée en Allemagne vers 1860 quand les chercheurs ont commencé à expérimenter la subrogation à l'aide de tuyau d'argile pour créer une combinaison d'irrigation et de système de drainage. Dans les années 1920, des tuyaux perforés ont été testés en Allemagne.

Cette technique est l'innovation la plus importante dans l'agriculture depuis l'invention des asperseurs dans les années 1930, qui avait déjà remplacé à l'époque une irrigation nécessitant trop d'eau. Le système goutte à goutte à basse pression est une nécessité vitale

dans les zones arides et semi-aride.

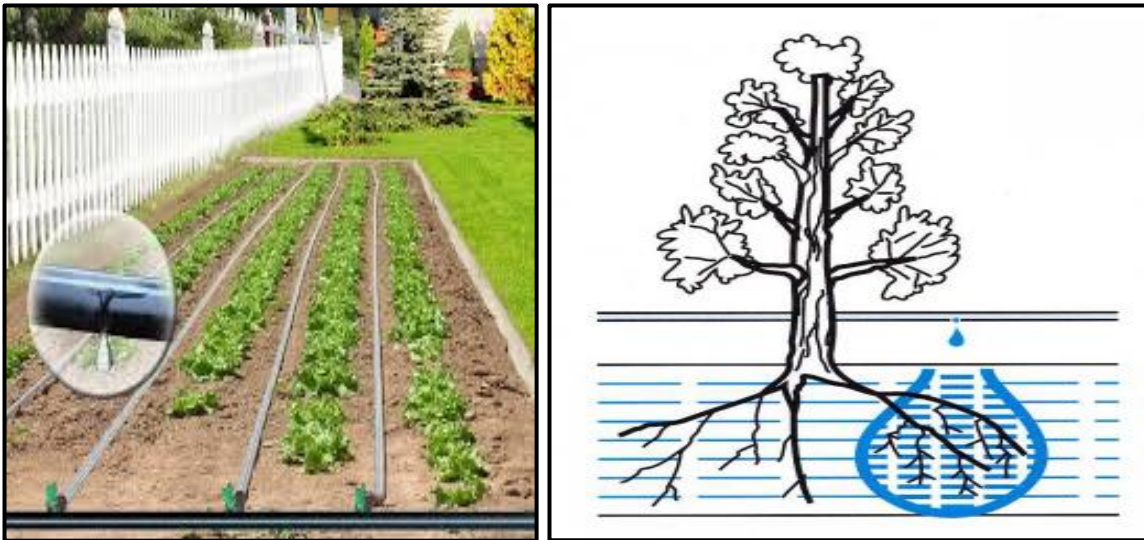


Photo III.10. L'irrigation localisée.

III.3.2.1. Définition

Le goutte-à-goutte est une forme de l'irrigation localisée, il consiste à n'arroser qu'une fraction du sol, et ne mouille pas le feuillage, en utilisant de faibles débits d'eau avec de faibles pressions. L'eau forme, sous la surface, une « bulbe » humide, ce qui maintient sèche la plus grande partie de la surface. L'évaporation est considérablement freinée, ainsi que la levée des adventices. On peut dire que l'eau n'arrose pas la terre, mais la plante, elle est directement « rendue racines ».

On mesure toute l'économie qui en résulte, dans tous les pays chauds, par rapport à l'irrigation gravitaire. Mais gardons-nous de condamner celle-ci : la percolation est souvent impérative sous climat chaud, comme le cas de plusieurs régions de l'Algérie et en particulier les hauts plateaux et le Sahara. La goutte à goutte est couramment utilisée pour les cultures fruitières, maraîchères, arbustives en pots et les arbres.

Pour l'irrigation goutte-à-goutte, l'eau devient un moyen d'assurer la récolte et d'améliorer sa qualité. Mais en plus de ce rôle essentiel, l'irrigation goutte-à-goutte présente d'autres atouts. Elle permet aussi :

- D'économiser la ressource en eau ;
- De diminuer la main d'œuvre ;

- De mieux répartir l'eau dans l'espace et dans le temps (ce qui limite les à-coups physiologiques)
- De faciliter l'apport d'engrais et d'en assurer une meilleure efficacité.

III.3.2.2. Les avantages et les inconvénients d'irrigation localisé

A) Les avantages

- La distribution dans le champ est uniforme ;
- L'application d'engrais peut se faire facilement par le système d'irrigation directement au niveau des racines ;
- L'eau est apportée directement à l'endroit nécessaire, au niveau des racines ;
- La quantité et la durée de l'irrigation sont hautement contrôlées de façon à maintenir l'aération et l'humidité du sol à leur niveau optimum ;
- L'efficacité du système pour l'utilisation de l'eau est de loin supérieure aux autres méthodes.
- Économie de main d'œuvre, une personne est nécessaire pour arroser toute la parcelle, un seul geste (l'ouverture de la vanne) remplace des heures d'aller et venue.
- Facilité d'utilisation et d'entretien. Il ne requiert aucune expérience préalable en matière d'irrigation et peut être opéré par n'importe quel membre de la famille.

Les principaux critères de choix entre système d'irrigation demeurent les avantages techniques et économiques que présentent chacun des systèmes par rapport aux contextes agronomiques, pédologiques et climatiques où se trouve l'exploitation agricole.

A.1. L'efficacité de l'eau

Pertes d'eau considérablement réduites en raison de :

- La réduction des pertes par évaporation, par ruissellement et par percolation.
- L'absence de concurrence des mauvaises herbes.
- Des conditions du milieu (vents, températures élevées) qui n'influencent pas beaucoup le rendement du système.

A.2. Avantages agronomiques

- Constance du degré d'humidité du sol, due à la continuité relative des apports

d'eau dans le temps.

- Bonne aération du sol.
- Pas de brûlures de feuillage en cas de salinité de l'eau d'irrigation.
- Les insectes ne sont pas attirés au voisinage des cultures en raison de la sécheresse relative de l'air.
- Développement des mauvaises herbes très réduites.
- Grande efficacité de la fertilisation (fertigation).
- Possibilité d'utiliser les eaux salées en veillant sur la fréquence et la continuité des arrosages, afin de maintenir l'humidité du sol élevée, de façon à ce que la teneur en sel du sol n'atteigne pas une seuil préjudiciable à la plante.

A.3. Avantages économiques

Du point de vue économique, les avantages de l'irrigation localisée sont multiples et autant de facteurs pouvant influencer le prix de revient :

- Main d'œuvre.
- Eau.
- Fertilisation.
- Temps.
- Augmentation des rendements des cultures.

A.4. Avantages cultureux

La gêne et l'encombrement du matériel lors des travaux du sol sont diminués du fait que les rampes portes goutteurs soient confondues avec les rangées des arbres. (Cas de l'arboriculture)

B) Les inconvénients

- Coût élevé des investissements
- Maintenance professionnelle, continue et minutieuse.

B.1. Obstruction des goutteurs

L'inconvénient dans ce type d'installation est le risque de colmatage (obstruction) des distributeurs ; soit physique ou chimique :

➤ **Le colmatage physique**

Il est provoqué par le dépôt d'éléments minéraux ou organiques grossiers (sable fragment de végétaux algues) ou fins (argiles limons). Ce qui nécessite un système de filtration très efficace en tête de ligne.

➤ **Le colmatage chimique**

Il est dû le plus souvent à la présence de calcaire ; parfois de fait qu'il est dissout dans l'eau se dépose :

- Soit à la sortie des orifices des distributeurs.
- Soit à l'intérieure de ceux-ci lors de l'arrêt des arrosages.

B.2. Difficulté à déterminé le volume minimal de sol humidifié

Le développement racinaire se limite à la zone humidifiée et la croissance optimale de la culture globale exige l'humidification d'un volume sont liées aux différentes variables et plus spécialement ; au débit des goutteurs, à leur distance et à la nature de sol.

B.3. Accumulation des sels

On peut lutter contre l'accumulation des sels en apportant un excès d'eau par rapport à la consommation de la plante : on lessive ainsi une grande partie des sels et on les déplace en dessous de la zone racinaire mais le procédé le plus efficace surtout dans les régions où la pluviométrie naturel est trop faible pour assure un lessivage suffisant ; il est indispensable de pratiquer des arrosages complémentaires selon une méthode classique (ex : aspersion ou ruissellement).

III.3.2.3. Installation

Une installation de goutte à goutte ou réseau d'irrigation localisée comprend de l'amont vers l'aval les éléments suivants :

- **Source d'eau.**
- **Unité de tête** : permet de régulariser la pression et le débit. Cette unité comprend une station de filtration, un système d'injection de produits chimiques et un certain nombre d'accessoires ;
- **Vanne volumétrique** : sert à régler le débit et la pression de l'eau. Cette vanne sert à créer un différentiel de pression qui permet à l'injecteur de produire un vide et d'aspirer la solution mère.
- **Régulateur de pression** : contrôle les variations brusques de pression. Il est

indispensable lorsque la pression existante au niveau de la source d'eau est supérieure à la pression demandée par le système.

- **Compteur volumétrique** : indique la consommation cumulée de l'eau par la culture. Il doit résister à une pression de *10 bars*.
- **Manomètres** : placés à l'entrée et à la sortie de la station de tête et des filtres. Ils indiquent la pression de l'eau.
- **Station de filtration** : le rôle de cette station est l'obtention d'une eau propre en vue d'éviter le colmatage des distributeurs. Le choix du filtre dépend de : l'origine et la qualité de l'eau, du niveau de filtration exigé par les goutteurs utilisés, de la taille de la plus petite particule à empêcher d'entrer dans le système, et du débit de la source qui déterminera le choix du nombre de filtres.
- **Canalisation d'alimentation** (rampes et portes-rampes).
- **Les goutteurs** : Goutteur turbulent (à chicane). Goutteur auto-régulant. Goutteur incorporé. La pression de l'eau dans la rampe est dissipée par le passage de l'eau à travers le goutteur.

III.4. Choix des techniques d'arrosage

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de savoir les contraintes suivantes :

III.4.1. Les contraintes naturelles

a. L'évaporation

Notre zone d'étude est caractérisée par une évaporation élevée durant l'été, ce qui provoque une perte d'eau importante

b. Le vent

C'est le facteur déterminant dans le choix de technique d'irrigation, notre zone d'étude est caractérisée par des vitesses faibles d'une part et moyenne d'autre part (2.9 m/s au moyen).

c. Le sol

Les sols de la station présentent une texture limoneuse, la perméabilité est moyenne, d'où l'irrigation de surface doit être prudente afin d'éviter l'asphyxie des plantes, dans ce cas l'irrigation par aspersion et l'irrigation localisé des avantages du fait qu'on peut donner des faibles doses.

d. La pente

La zone d'étude à une pente qui varie entre 2 et 3 % en général, donc cette dernière ne présente aucune contrainte particulière.

III.4.2. Les contraintes techniques

- Qualification de main d'œuvre ;
- Entretien du matériel.

III.4.3. Les contraintes agronomiques

Les types des cultures envisagés dans notre station sont constitués de fourrage, maraîchage, et arbre fruité (Agrumes), pour des raisons d'économie d'eau essentiellement on retient l'irrigation par aspersion pour les fourrages et les maraîchages, et l'irrigation localisé pour les agrumes.

Une analyse multicritère du choix des techniques d'arrosage basée sur les différentes contraintes, résume le choix adéquat pour la zone considérée.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ANOUAR Yamina (2018)** « Estimation Et Cartographie Des Paramètres Du Bilan Hydrique Des Cours D'eau Du Bassin Versant De La Macta. » thèse de doctorat, 231 p., 102 Fig., U.S.T.O.
- ARAGUES R., 1983** - The quality and availability of water used in irrigation systems. Proc. 17 th coll. Int. Potash Institued Bern, CRIDA, Zaragoza : 315-323.
- BAIZE D., 1988** - Guide des analyses courantes en pédologie. I.N.R.A., Paris, 172 p.
- BAIZE, D. et JABIOL, B., 1995.** Guide de description des sols. Ed. AFES-INRA, Paris, 388 p.
- BENDIDI MOHAMMED (2014)** « Les Méthodes D'irrigation Dans La Région Sud Ouest Algérienne » Mémoire de master, Université de Béchar.
- BROUWER C. (1994)** « Méthodes d'irrigation » Manuel de formation n° 5 Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- CHARLES OLLIER ET MAURICE POIREE 1983** Les réseaux d'irrigation théorie, technique et économie des arrosages par sixième édition 1983 pages 435, 436 et 469.
- CHARLES OLLIER ET MAURICE POIREE (1986).** Irrigation. Les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages. Edition Eyrolles. 503 p.
- DONEEN I.D. (1972).** Technique de l'irrigation et gestion des eaux. Bulletin FAO d'Irrigation et de Drainage. Organisation des Nations Unies Pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome. 51p.
- DURAND JH., 1949.-** Etude géologique, hydrologique des croûtes en Algérie. Thèse 1ng. Doct .Fac .So .Paris .Gouv. Gén.Algérie. Dir. Serv. Colon.et Hydraul. Serv. Et. So. Pédologie N°1 Alger 209 P.
- DURAND J. H. et GUYOT J. 1955-** Irrigation des cultures dans l'Oued Righ. Travaux de l'IRS. Tome 13. Univ. D'Alger.
- DURAND J.H., 1958** - Les sols irrigables. Etude pédologique. Impr. Imbert, Alger, 191 p.
- DURAND J.H., 1959** - Les sols rouges et les croûtes en Algérie. Dir. Hydraul. Equip. rural., Alger, 188 p.
-

DURAND JH., 1963 - Les croûtes calcaires et gypseuses en Algérie formation et âge.

Bull. Soc. Géo. Fr. t .v, pp. 959-968.

FAO, 1976 - water quality for agriculture. Irrigation and drainage paper 29.

FAO, 1998- Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and drainage 56p.

FAO,2003. L'irrigation avec des eaux traitées- manuel d'utilisation

KENDOUCI Mohammed Amine, BENDIDA A., KHELFAOUI R., B. KHARROUBI, 2013:

The impact of traditional irrigation (Foggara) and modern (drip, pivot) on the resource non- renewable groundwater in the Algerian Sahara”, Energy Procedia ELSEVIER 36. 154-162.

U.S.S.L., 1954 - Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U. S. Salinity Laboratory, U.S. Dept. Agr., Handbook, 60 , Washington, 160 p.

