

CHAPITRE II : Paramètres et facteur intervenants en irrigation

I. Introduction

L'usage de l'irrigation présente de nombreux avantages. Il permet d'augmenter la superficie des surfaces cultivées (zones arides), d'assurer parfois deux récoltes (ou plus Exp zones tropicales humides), d'améliorer les rendements, Enfin, les techniques modernes d'irrigation permettent aussi dans le même temps de fertiliser les sols. Quelque soit la technique utilisé pour l'irrigation soit ancienne ou moderne, leur succès il dépend des plusieurs facteurs ainsi paramètres, entre eux la topographie, la température le vent, la pluviométrie...etc

II. Paramètres et facteur intervenants en irrigation

1) Le sol

Définition: Le sol est le résultat de la transformation d'une roche mère sous l'influence des facteurs physiques, chimiques, et biologique, **pour l'irrigation**, le sol est : *(la partie meuble de la surface de l'écorce terrestre susceptible d'être irriguée et de produites des récoltes)*. Alors le sol est peut considérer comme un milieu de culture¹, soit comme le simple support² des plantes cultivées. **Les agronomes** nomment parfois « sol » la partie arable (pellicule superficielle) homogénéisée par les labours et explorée par les racines des plantes. On considère qu'un bon sol agricole est constitué de 25 % d'eau, 25 % d'air, 45 % de matière minérale et de 5 % de matière organique. Le tassement et la semelle de labour peuvent induire une perte de rendement de 10 à 30 %.

Le sol : une réserve d'eau pour la plante, La plante prélève l'eau par les racines et de manière insignifiante par les feuilles, même en cas de fortes rosées. Le sol agit comme un réservoir³ qui est alimenté naturellement par :

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

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

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

Ces différents paramètres permettent de définir la quantité d'eau utilisable par la plante, on parle alors de **Réserve Utile (RU)**. Pour la gestion des arrosages, on ne considère qu'une fraction de la RU appelée **Réserve Facilement Utilisable (RFU)**.

En espace vert, la **RFU** varie couramment de 0,8 à 1,2 *mm/cm* de sol (0,8 à 1,2 *litre/m²* par *cm* de sol).

-Texture et structure du sol : Les sols peuvent se classer en trois catégories selon la taille de leurs particules : les sables, les limons et les argiles. Il peut être important de connaître la texture du sol pour diagnostiquer certains problèmes liés à la sécheresse, au compactage ainsi qu'à certaines maladies des plantes comme la pourriture des racines et la fusariose. La texture peut également être utile pour établir les calendriers d'irrigation.

La **texture du sol** se définit par ses proportions relatives en argile, limon, sable fin, sable grossier. Ces particules plus ou moins fines interviennent sur les propriétés physiques du sol. On dit d'un sol qu'il est plus ou moins lourd ou léger, selon qu'il se compacte facilement (il colle en cas de pluie) ou qu'il se délite.

Elle affecte quasiment tous les facteurs de croissance des plantes, la texture du sol influence les mouvements et la disponibilité de l'eau du sol, l'aération, la disponibilité en nutriments et la résistance du sol à la pénétration des racines, Elle influe aussi certains propriétés physiques du sol comme la stabilité structurale, qui sont liées à la susceptibilité du sol à la dégradation.

La texture apporte des informations utiles à la gestion de l'eau et de la fertilisation. Par exemple, un sol sableux draine beaucoup plus vite qu'un sol argileux.

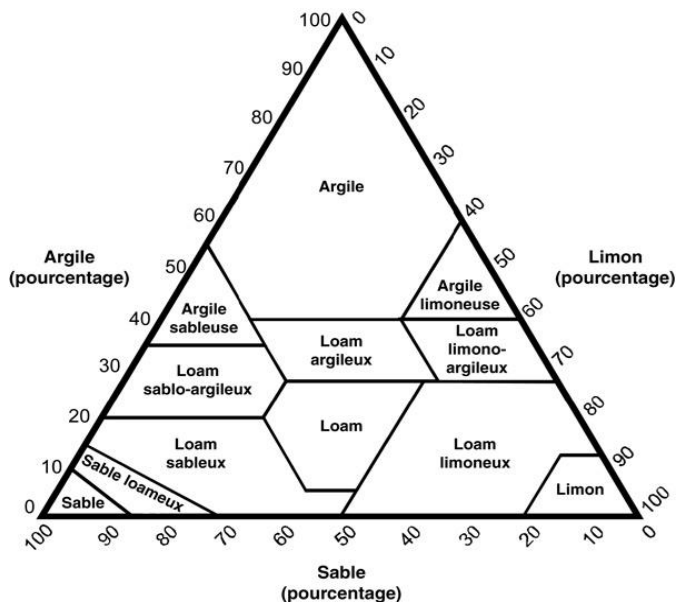
Il existe de nombreux triangles de texture. Il est possible de regrouper les textures en quatre classes fondamentales, qui permettent de définir les principales propriétés du sol :

- texture sableuse : sol bien aéré, facile à travailler, pauvre en réserve d'eau, pauvre en éléments nutritifs, faible capacité d'échange anionique et cationique.
- texture limoneuse : l'excès de limon et l'insuffisance d'argile peuvent provoquer la formation d'une structure massive, accompagnée de mauvaises propriétés physiques. Cette tendance est corrigée par une teneur suffisante en humus et calcium.
- texture argileuse : sol chimiquement riche, mais à piètres propriétés physiques; milieu imperméable et mal aéré, formant obstacle à la pénétration des racines ; travail du sol difficile, en raison de la forte plasticité (état humide), ou de la compacité (sol sec). Une bonne structure favorisée par l'humification corrige en partie ces propriétés défavorables.
- texture équilibrée : elle correspond à l'optimum, dans la mesure où elle présente la plupart des qualités des trois types précédents, sans en avoir les défauts.

La structure du sol est le mode d'assemblage des particules qui le composent. Elle conditionne une propriété, la porosité, qui est un facteur important de la perméabilité. Pour apprécier la structure et la porosité, il faut réaliser une coupe dans le sol pour examiner les différentes couches du sol. La structure, contrairement à la texture qui ne change pas, est un état qui évolue dans le temps.

La structure et la porosité du sol exercent une influence sur les apports en eau et en air aux racines ; sur la disponibilité en nutriments, sur la pénétration et le développement des racines et sur la microfaune du sol. Une bonne structure induit un bon espace poreux ; elle génère des pores ayant une bonne continuité ; une bonne stabilité et dont les tailles sont équilibrées, et comprennent des macros et des micro pores (Cabeda 1984)

Un sol peu perméable retient l'eau longtemps. Attention, un sol qui reste gorgé d'eau peut conduire à l'asphyxie des racines et favoriser le développement des maladies.



Triangle textural

2) **Topographie** : (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, l'efficacité d'un système d'irrigation de drainage est liée à la topographie et à la géologie du sol. La Topographie est un facteur important pour la détermination de l'érosion et ses mesures et son influence

Plus la topographie et la longueur du terrain seront fortes, plus le risque d'érosion sera sévère, Des pentes plus aiguës vont entraîner des vitesses de ruissellement plus grandes et, en conséquence. L'énergie cinétique de l'eau engendrera plus d'érosion. Des pentes longues favoriseront l'addition des ruissellements. Augmentant d'autant leur volume cumulé et rajoutant à la sévérité de l'érosion.

Souvent aussi la fréquence des pluies influence les pertes dues à des sols, Lorsque les pluies tombent à l'intervalle rapproché, l'humidité du sol reste élevée et le volume du ruissellement est plus important.

3) Le régime thermique :

Le régime thermique est l'autre paramètre climatique de base utilisé pour définir les zones agro-écologiques.

Le régime thermique a trait à la quantité de chaleur pouvant servir à la croissance et au développement des plantes durant la période de croissance. D'habitude, il est défini par les températures journalières moyennes durant la période de croissance. La température optimum environs de 25°C 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. Une eau froide arrivant au contact d'un feuillage surchauffé peut également causer des accidents, certaines plantes comme les cucurbitacées (النباتات القرعية) y sont très sensibles.

La température : Selon le cycle et période végétative. La plupart des cultures cessent de se développer quand la température descend au-dessous d'un seuil critique. De même, des températures très élevées (au-dessus de 30-35°C) ont un effet néfaste sur la croissance.

4) Régime pluviométrique :

La pluie est un facteur climatique des plus influents sur l'érosion ; le volume et la vitesse du ruissellement dépendent de l'intensité, de la durée et de la fréquence des pluies. De ces facteurs ; l'intensité est le plus important : les pertes par érosion augmentent avec l'intensité des pluies.

La durée de la pluie est un facteur complémentaire

5) L'évaporation :

L'évaporation est un processus qui provoque le refroidissement de l'air environnant parce que les molécules d'eau puisent leur énergie de cet environnement ou bien c'est le Passage progressif de l'eau à l'état gazeux à partir de la surface libre d'une étendue d'eau, du sol ou d'un végétal.

6) L'humidité : est la présence d'eau ou de vapeur d'eau dans l'air ou dans une substance.

L'humidité tout comme la température et la lumière agissent sur certains mécanismes de la plante et affectent la productivité et la rentabilité des cultures. L'humidité du sol joue un rôle important dans le maintien de la vie sur la Terre, sa première "utilisation" est de permettre la croissance de la végétation. Elle conditionne également la mise en place du peuplement végétal (germination des semences, émergence, implantation du système racinaire, etc.). Son évaluation est donc importante en hydrologie et en agronomie, et constitue un paramètre d'alerte pour la désertification.

L'humidité du sol : en quoi est cet important ?

La connaissance de l'humidité du sol est un élément clé pour :

- (1) suivre et comprendre la croissance de la végétation. *point de flétrissement *capacité au champ
- (2) pouvoir améliorer la prévision des caractéristiques de ruissellement (modélisation) dont dépendent les risques d'inondation ainsi que la gestion des ressources en eau

L'humidité du sol est aussi un paramètre d'alerte pour la désertification et Par conséquent

- Mieux connaître les transferts de masse et de chaleur entre la Terre et l'atmosphère
- Améliorer les prévisions météorologiques

7) Qualité de l'eau d'irrigation :

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.

La qualité de l'eau d'irrigation peut être mieux déterminée par une analyse chimique en laboratoire.

Les facteurs les plus importants pour déterminer la qualité requise de l'eau dans l'agriculture sont les suivants:

- ✓ pH
- ✓ Risque de Salinité
- ✓ Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR)
- ✓ Carbonate et bicarbonates en relation avec les teneurs en Ca & Mg
 - Autres traces d'éléments
 - Anions toxiques
 - Aliments
 - Chlore libre

Risque de Salinité : La teneur en sel dans l'eau d'irrigation

L'excès de teneur en sel est l'un des soucis principaux avec l'eau utilisée pour l'irrigation. Une concentration élevée en sel dans l'eau ou dans les sols affectera négativement le rendement des récoltes, provoquera une dégradation des sols et une pollution des eaux souterraines.

L'utilisation d'une eau salée pour l'irrigation dépendra de plusieurs facteurs:

- La tolérance en sel de la récolte
- Les caractéristiques du sol sous l'irrigation
- Les conditions climatiques. La qualité de l'eau d'irrigation joue un rôle essentiel dans les secteurs arides affectés par des taux d'évaporation élevés entraînant une accumulation importante de sel dans les sols.
- Les procédures de gestion des sols et de l'eau.

En général, l'eau réutilisée pour l'irrigation doit avoir un degré faible ou moyen de salinité. (i.e. conductivité électrique de 0.6 à 1.7 dS/m). (Voir tableau ci-dessous).

La salinisation : C'est l'accumulation des sels dans les sols. Elle a pour principales conséquences une augmentation de la pression osmotique, une toxicité pour les végétaux due à l'accumulation de certains ions, dont du sodium Na⁺, et une dégradation du sol.

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. Une eau froide arrivant au contact d'un feuillage surchauffé peut également causer des accidents, certaines plantes comme les cucurbitacées y sont très sensibles. Certaines eaux courantes entraînent avec elles des limons de qualités fortes variables. Ceux du Nil fertilisent les cultures de la vallée, mais ces boues peuvent être infertiles et même nuisibles lorsqu'elles sont composées

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.

Impact de l'eau sur l'irrigation :

La qualité de l'eau et sa composition sont des facteurs qui ne peuvent certainement pas être sous-estimés ; en fait, ils affectent le développement de la plante, la structure du sol et le système d'irrigation lui-même. La qualité de l'eau d'irrigation se rapporte principalement à la composition physico-chimique de l'eau, ou plus précisément à la composition minérale de l'eau et à la présence de substances solides ou organiques dans l'eau. Les propriétés chimiques et physiques (turbidité, présence d'algues, etc.) déterminent l'aptitude de l'eau à être utilisée pour l'irrigation. Les critères de qualité pour l'eau d'irrigation sont complètement différents des critères pour l'eau potable ; en outre, les critères de qualité peuvent varier d'une culture à l'autre, car différentes cultures ont une sensibilité différente à certains minéraux ou à certaines propriétés de l'eau. Une analyse chimique en laboratoire est nécessaire pour observer les caractéristiques de l'eau.

Les paramètres ou les propriétés chimiques qui déterminent la qualité de l'eau pour l'irrigation sont :

– La dureté de l'eau ; – La salinité de l'eau ; – Ph ; – Alcalinité de l'eau ; – Le rapport entre le sodium, le calcium et le magnésium;

Dureté de l'eau :

La dureté de l'eau est essentiellement la somme des concentrations de calcium et de magnésium dans l'eau, exprimée en ppm (parties par million) de CaCO_3 . Le calcium et le magnésium sont tous deux des nutriments essentiels pour les plantes et une concentration adéquate de ceux-ci dans l'eau est bénéfique. Cependant, lorsque la dureté de l'eau est trop élevée, des précipitations de sels de calcium et de magnésium peuvent se produire dans le système d'irrigation. (Une dureté trop faible pourrait provoquer la corrosion du système d'irrigation).

Salinité de l'eau : La salinité est l'un des paramètres de l'eau que les agriculteurs connaissent le mieux et qui est lié à la qualité de l'eau d'irrigation. Un niveau de salinité trop élevé réduit la capacité de la plante à absorber l'eau. Cela pourrait entraîner une diminution des rendements, le flétrissement et la brûlure des feuilles et d'autres symptômes. La salinité de l'eau est mesurée soit sous forme de TDS (sels dissous totaux), soit sous forme de conductivité électrique (CE). Les deux se réfèrent à la concentration totale de sels dissous dans l'eau.

pH : Le pH de l'eau influence la solubilité des sels minéraux. Les minéraux non dissous ne sont pas disponibles pour les plantes, car celles-ci ne peuvent absorber les minéraux d'une solution aqueuse, sous forme d'ions, que directement à partir de l'eau ou de la solution du sol. La plupart des nutriments sont disponibles à un pH compris entre 5,5 et 6,5.

En raison de son volume infini, il est très difficile d'influencer le pH du sol en contrôlant le pH de l'eau d'irrigation. Il est donc important d'ajuster le pH de l'eau dans les cas suivants :

- Pour éviter le colmatage des émetteurs (par exemple dans l'irrigation au goutte-à-goutte) en raison des précipitations minérales. Par exemple, le carbonate de calcium ;
- Dans les cultures hydroponiques et les sols sans sol, où le pH de l'eau d'irrigation influence directement la disponibilité des nutriments ;
- Lorsque le sol est fréquemment irrigué. Dans ce cas, le pH de l'eau peut affecter l'absorption des nutriments.

Alcalinité de l'eau : L'alcalinité est une mesure de la capacité de l'eau à résister aux changements de pH. Il est calculé comme la somme de l'acide carbonique (H_2CO_3), des bicarbonates (HCO_3) et des carbonates (CO_3^{2-}) dans l'eau. Il est considéré comme un paramètre important de la qualité de l'eau d'irrigation, car il est beaucoup plus difficile d'abaisser le pH d'une eau à forte alcalinité que celui d'une eau à faible alcalinité, même si les deux ont le même niveau de pH initial. Cela peut affecter la disponibilité de nombreux nutriments. L'alcalinité, comme la dureté, s'exprime en ppm de $CaCO_3$.

Rapport entre le sodium, le calcium et le magnésium : Le SAR est un paramètre de qualité de l'eau d'irrigation qui aide à estimer le potentiel du sodium dans l'eau à absorber les particules du sol, en relation avec le calcium et le magnésium. L'irrigation avec de l'eau dont la valeur SAR est égale ou supérieure à 10 peut entraîner une perte de la structure du sol et de sa capacité d'infiltration. Cela est particulièrement vrai pour les sols à concentration relativement élevée d'argile.

- 8) **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. Alors **La 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.
- 9) **Les Besoins des plantes :** Varient 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, de l'hygrométrie... 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 la luzerne, le dattier réclame 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). Il convient de tenir compte des réserves en eau du sol, de l'évaporation au niveau du sol, de la transpiration des plantes, de l'évapotranspiration qui cumule les deux phénomènes.

10) D'autres Conditions climatiques :

Le vent

Le soleil rayonnement
