



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ ZIANE ACHOUR - DJELFA

Faculté des Sciences de la vie et de la nature

Département des sciences agronomiques et des sciences
vétérinaires

Spécialité : Licence Sol et Eau

MODULE

IRRIGATION ET DRAINAGE

Présentée par : KHADRI Samira

Année universitaire : 2019/2020

Partie I : Irrigation

Introduction

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 veut dire arroser artificiellement la terre et les plantes. Elle est également 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'irrigation peut aussi avoir d'autres applications comme par exemple : l'apport d'éléments fertilisants soit au sol, soit par aspersion aux feuilles (fertilisation foliaire) ; dans la culture hydroponique, l'irrigation se confond totalement avec la fertilisation.

Nécessité et effets des irrigations

I. Les besoins en eau des plantes cultivées

1- Les phénomènes vitaux chez les plantes

a) Phénomènes essentiels

Chez les plantes, comme tous les organismes vivants, la vie se traduit par un certain nombre de phénomènes qui concourent à leur évaluation et à leur développement.

Il nous paraît indispensable de rappeler quelques connaissances essentielles qui vont nous permettre de mieux comprendre la nécessité des irrigations et leurs effets.

Parmi les phénomènes fondamentaux de la vie chez les plantes nous retiendrons leur respiration, leur transpiration et leur nutrition, phénomènes qui consistent tous en des échanges entre la plante et le milieu extérieur (sol et atmosphère) et qui tous ont besoin pour se produire de chaleur et d'humidité.

b) Echanges aériens

La plante, en premier lieu, respire ; elle absorbe l'oxygène de l'air et rejette du gaz carbonique : c'est la première forme des échanges aériens. Le second phénomène, le plus important et le plus caractéristique est l'assimilation chlorophyllienne. Elle se traduit par un échange inverse de la respiration : sous l'action fondamentale d'une substance verte contenue dans ses organes aériens, la chlorophylle, et la lumière la plante absorbe le gaz carbonique de l'air et rejette l'oxygène.

Par la transpiration la plante évapore de l'eau par toutes ses parties en contact avec l'atmosphère.

c) Echanges avec le sol

La plante ne trouve pas dans l'atmosphère tous les éléments dont elle a besoin pour vivre ; c'est dans le sol qu'elle va puiser les éléments minéraux et l'eau, grâce auxquels elle va construire, avec le carbone et l'oxygène, ses tissus.

2- L'eau dans la plante**a) Eau de constitution**

Les plantes contiennent des quantités considérables d'eau. Les teneurs en eau des tissus végétaux sont assez élevées : on peut retenir comme ordre de grandeur 80 à 90% de leur poids pour les organes en pleine activité.

<i>Organes</i>	<i>Teneurs en eau en % du poids</i>
----------------	-------------------------------------

• <i>Graines</i>	<i>10</i>
• <i>Organes âgés (tronc d'arbre)</i>	<i>50</i>
• <i>Feuilles de blé en herbe</i>	<i>75</i>
• <i>Feuilles de maïs en pleine turgescence</i>	<i>90</i>
• <i>Sommet des tiges</i>	<i>93</i>
• <i>Jeunes racines</i>	<i>95</i>
• <i>Fruit et tubercules</i>	<i>95</i>

La teneur en eau varie d'ailleurs avec la période de végétation. Il y aurait un maximum au moment de la floraison, un minimum à la fin de la maturation et à mesure que les tissus se lignifient.

b) Eau de végétation

A côté de l'eau de constitution, il y a lieu de considérer l'eau qui ne fait que passer dans la plante, se renouvelant constamment. Cette eau est transitée vers les organes verts de la plante pour y être rejetée purement et simplement par transpiration après avoir accomplie le cycle de la photosynthèse. Elle représente 99 % de l'eau totale consommée.

En agriculture, 1 m³ d'eau d'irrigation peut produire :

- 12 kg de pomme de terre;
- 10 kg de tomate ;
- 30 à 40 kg de pastèque ;
- 3 à 4 kg de fraise ;
- et seulement 0.5 à 1 kg de blé.

3- Evaluation des besoins en eau des cultures ; l'évapo-transpiration

La notion d'évapotranspiration regroupe deux processus, à savoir l'évaporation directe de l'eau du sol et la transpiration par les plantes. Elle est exprimée le plus généralement en hauteur moyenne évaporée sur la surface considérée pendant une durée définie.

Quantité d'eau transférée du sol vers l'atmosphère par évaporation et transpiration des plantes.

✓ Les facteurs de l'évapo-transpiration :

Elle est conditionnée pas les phénomènes physiques et biologiques.

En effet, en premier lieu l'évapo-transpiration dépend des échanges d'énergie radiante (énergie solaire) et de la turbulence de l'atmosphère qui sont deux phénomènes liés directement aux conditions climatiques (température, humidité de l'air, vent, durée d'exposition au soleil).

En second lieu l'évapo-transpiration varie en fonction des conditions biologiques. Il y a des périodes critiques pendant lesquelles les plantes sont plus exigeantes en eau et des périodes où les plantes se trouvent dans un repos relatif.

a) Notions d'évapotranspiration de référence, potentielle et réelle

L'évapotranspiration de références *ETO* : est définie comme le niveau de l'évapotranspiration d'une surface importante d'un gazon de hauteur uniforme (entre 8 et 15 cm), en croissance active, recouvrant complètement le sol et alimenté en eau d'une façon non conditionnel.

L'évapotranspiration potentiel *ETP* : est l'évapotranspiration d'une culture (stade de développement végétatif max) bien fournie en eau et ou le sol est à sa capacité de rétention ; c'est la limite maximale de l'évapotranspiration.

L'évapotranspiration réelle **ETR** : est la valeur réelle de l'évapotranspiration, elle est inférieure à l'évapotranspiration potentielle **ETP** puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention.

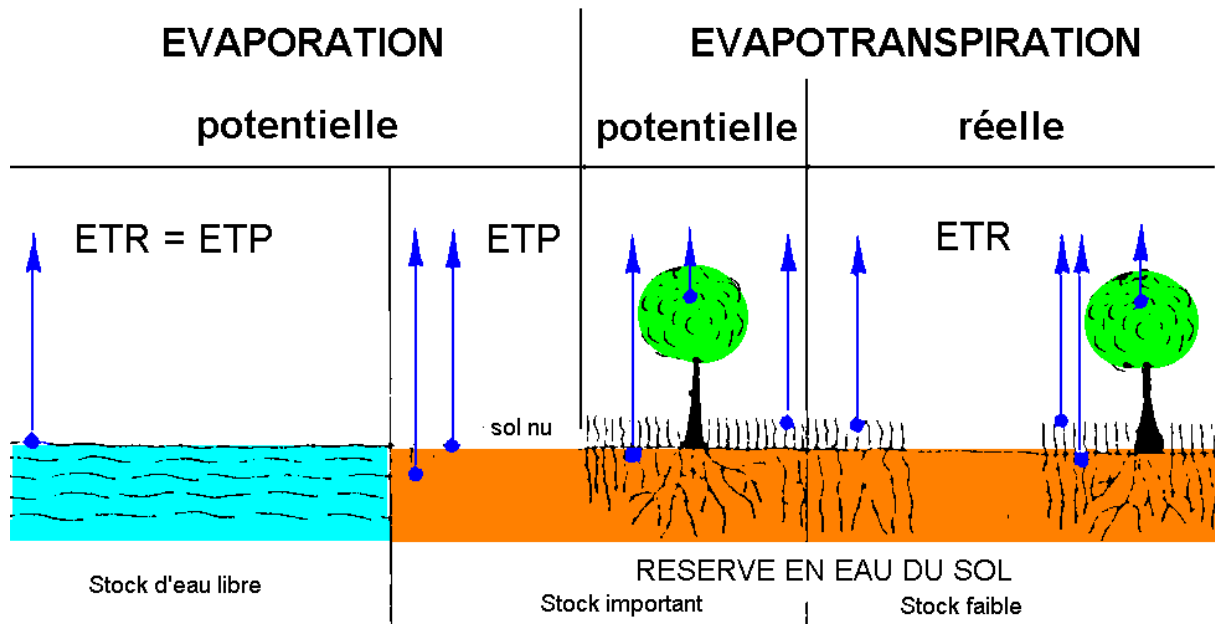


Figure 1 : Evaporation et évapotranspiration potentielle et réelle.

b) Les méthodes de détermination de l'ETP par les formules empiriques

✓ **Formule de Thornthwaite**

$$ETP = 16 (10 t/I)^a k$$

ETP : en mm

T : température moyenne (C°)

I : indice thermique annuel $I = \sum_{1}^{12} i$

i : indice thermique mensuel $i = (t/5)^{1,5}$

a : simplification apporté par Serra $a = (1,6/100) * I + 0,5$

K : coefficient d'ajustement mensuel.

✓ **Formule de Turc**

- Si l'humidité relative de l'air est supérieure à 50 %, l'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) * \frac{T}{T + 15} \quad \text{en (mm/mois).}$$

Avec :

T : Température moyenne mensuelle en °c

I_g : Radiation globale du mois considéré en (cal / cm² / j),

Selon TURC, le coefficient 0.40 est réduit à 0.37 pour le mois de février.

➤ Si l'humidité relative de l'air est inférieure à 50 %, l'ETP est donnée par :

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) * \frac{T}{T + 15} * (1 + \frac{50 - H_r}{70})$$

Avec :

T : Température moyenne de la période considéré en °c.

H_r : L'humidité de l'air en %

I_g : Radiation globale en (cal / cm² / jour)

Telque :

$$I_g = I_{gA} \times \left(0,18 + 0,62 \times \frac{h}{H} \right)$$

Avec : I_{gA} : Radiation maximale théorique

H : Durée astronomique de jour en (heure / mois)

h : la durée d'insolation en (heure / mois)

Remarque : Pour le mois de février le coefficient 0.40 est réduit à 0.37.

c) Les méthodes de détermination de l'ETR

Pour l'estimation de l'évapotranspiration réelle (ETR) par les formules suivantes :

✓ **Formule de Thornthwaite** (Voir tableau du bilan hydrique, TD).

✓ **Formule de Turc**

La formule de L. Turc permet d'évaluer l'évapotranspiration potentielle mensuelle moyenne et tenant compte de la durée réelle de l'insolation.

$$ETR = P / \sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}$$

Avec : $L = 300 + 25 \times T + 0,05 \times T^3$

P : Précipitations moyennes annuelles (mm) ;

$$P = \sum_{1}^{12} p_i$$

T : Températures moyennes annuelles (°C) ;

$$T = \frac{\sum_1^{12} t_i}{12}$$

ETR : Evapotranspiration réelle (mm)

L : Pouvoir évaporant, est une limite vers laquelle tend l'ETR lorsque P devient grand.

✓ Formule de Coutagne

Cette formule fait appel à deux paramètres indispensables en climatologie, mais sous une autre procédure (formule) de calcul.

$$\text{ETR} = P - \lambda P^2$$

Avec : $\lambda = 1 / (0.8 + 0.14T)$

ETR : Evapotranspiration réelle en mm.

P : Précipitation moyenne annuelle en mm.

T : Température moyenne annuelle en °C

Cette formule n'est valable que si les précipitations sont comprises entre

$1/8 \lambda < p \text{ (m)} < 1/2 \lambda$.

II. Nécessité des irrigations (besoin en eau d'irrigation)

Les disponibilités en eau du sol comparées aux besoins des plantes. L'eau reçue par le sol s'infiltre, ruisselle, s'évapore ; les racines des plantes ne puisent l'eau dans le sol que jusqu'à une profondeur limitée, souvent inférieure à 1 mètre.

Quelles sont les quantités d'eau que le sol met naturellement à la disposition des plantes ?

- 1^{ère} partie des précipitations atmosphérique absorbée et retenue par la couche de sol accessible aux racines.
- 2^{ème} une fraction de l'humidité accumulée dans le sol en hiver et utilisable par les plantes en printemps.

1. Etude rationnelle du déficit en eau

a) Le déficit pluviométrique

Il est possible de définir le déficit pluviométrique (D_p) d'une période donnée comme étant la différence entre l'évapo-transpiration et le module pluviométrique correspondant P :

$$(D_p) = (ETP) - P$$

Il est important de noter que les excédents de précipitation sont perdus par infiltration et ruissellement et ne viennent pas compenser les déficits des autres mois, et on résulte que le déficit pluviométrique annuelle évaluée mois par mois.

b) Le déficit agricole

Il n'est pas nécessaire de fournir au sol chaque mois la totalité de déficit pluviométrique si le sol peut mettre à la disposition de la plante une certaine quantité d'eau prise par sa réserve utilisable.

$$d_a = ETP - P - k_c * RFU$$

$$d_a = D_p - k_c * RFU$$

Avec k_c : coefficient culturale

En revenant à la notion de réserve utile RU et RFU .

- La réserve utile (RU)

La réserve utile est la quantité d'eau stockée dans le sol qui peut être absorbée par les racines des plantes. Cette réserve utile pour les plantes dépend essentiellement de la granulométrie des sols et varie à l'inverse de la perméabilité : les sols argileux ont une réserve utile supérieure aux sols sableux.

$$RU = (H_{cc} - H_{ft}) * D_a * Z$$

H_{cc} : humidité de rétention (capacité de champ) en %.

H_{ft} : humidité au point de flétrissement en %.

D_a : densité apparente du sol.

Z : profondeur enracinement en dm.

- La réserve facilement utilisable (RFU)

C'est la quantité d'eau disponible par unité de surface calculé sur la profondeur maximale d'enracinement, et comprise entre deux limites ; d'une part le point de flétrissement et d'autre part la capacité de rétention (RFU comprise en pratique entre 1/2 et 2/3 de la réserve utile).

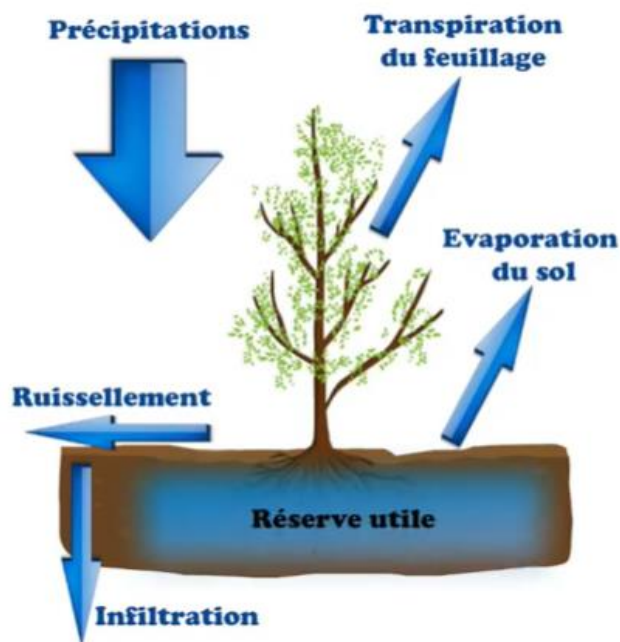
$$\text{RFU} = \text{RU} * \alpha \quad 0.5 \leq \alpha \leq 1$$

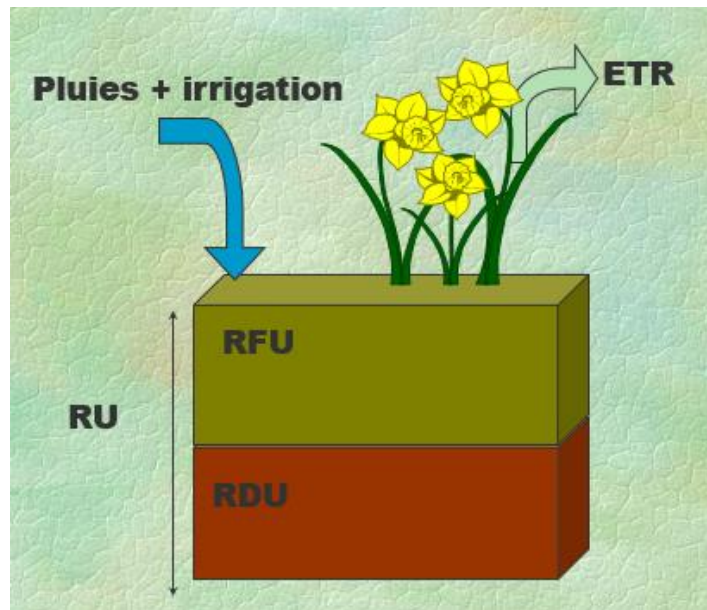
$\alpha = 1/2$ pour l'argile

$\alpha = 2/3$ pour le sable

La réserve facilement utilisable dépend essentiellement :

- De la nature du sol
- De la profondeur du sol capable de recevoir des racines
- La nature des cultures, dont dépend la profondeur réelle des racines
- De l'excédent hivernal.





III.L'humidité du sol

La quantité d'eau qui contient un sol par une mesure effective soit sur le sol en place, soit au laboratoire sur un échantillon.

Il existe plusieurs valeurs remarquables de l'humidité du sol : il passe de l'humidité maximale à la sécheresse absolue.

a) Humidité maximale (ou capacité maximale)

On dit encore capacité totale correspond à la terre gorgée d'eau. C'est l'humidité du sol lorsque l'eau occupe toute la porosité, le sol ne contient plus d'air.

b) Humidité de rétention (ou la capacité de rétention)

C'est la quantité maximale d'eau que le sol peut retenir dans les conditions où son drainage se trouve assuré librement, cette valeur notée H_r . Après la disparition de l'eau de gravité, cette humidité et en quelque sorte la limite supérieure de l'eau utile (également appelée humidité de capacité au champ).

c) Point de flétrissement

C'est l'humidité au-dessous de laquelle la plante se fane d'une façon permanente et subit des dommages irréversibles à cause de sécheresse. Nous noterons ce taux H_{pf} .

IV. Circulation de l'eau dans le sol

Les déplacements de l'eau dans le sol sont régis par des lois très différentes suivant le taux d'humidité. Nous distinguerons deux cas principaux :

- **Premier cas :** le taux d'humidité du sol est supérieur à la capacité de rétention avec le sol gorgée d'eau ($H = H_m$, capacité maximale). Le mouvement de l'eau est alors régi essentiellement par la pesanteur.
- **Deuxième cas :** le taux d'humidité du sol est inférieur à la capacité de rétention ($H < H_r$), le mouvement de l'eau est régi alors par la diffusion capillaire. Ensuite, si le dessèchement se poursuit le déplacement de l'eau ne s'effectue plus que sous l'effet de l'évaporation.

1. Circulation de l'eau de gravitation

a) Notion de perméabilité. Loi de Darcy

Dans le cas d'un sol saturé ($H = H_m$), le mouvement de l'eau est provoqué par l'action de la gravité. La perméabilité est la propriété qui traduit en langage courant la facilité plus ou moins grande avec laquelle s'effectue alors le cheminement de l'eau.

Darcy a énoncé (« les fontaines publiques de la ville de Dijon », 1856) une règle simple concernant l'écoulement de l'eau à travers les colonnes de sable.

$$V = K \frac{H}{L} = KI$$

On désigne, en effet, souvent l'expression H/L par I que l'on appelle pente motrice.

Le débit est donné par l'expression

$$Q = VS = KSI$$

2. Diffusion capillaire

Lorsque l'humidité d'un sol est inférieure à l'humidité de rétention, il peut y avoir encore circulation de l'eau. Mais la loi de circulation n'est plus une loi aussi simple que dans le cas où le sol est saturé. La vitesse du déplacement, très faible, est encore régie par les différences du potentiel des forces auxquelles est alors soumise l'eau entre les différents points du sol.

Or, on sait que pour une humidité comprise entre humidité de rétention et, par exemple, l'humidité de flétrissement temporaire, c'est-à-dire :

$$H_r > H > H_{ft}$$

Au fur et à mesure que le sol se dessèche les forces de rétention du sol et le potentiel de l'eau (exprime l'intensité des forces qui retiennent l'eau dans le sol) augmente.

Plus le sol est humide plus le potentiel de l'eau est faible, plus l'eau est mobile.

Les principaux fondamentaux de l'irrigation

I. Eléments de base pour l'étude d'un projet d'irrigation

1. Les éléments de base pour l'étude d'un projet d'irrigation est essentiellement le besoin propre des plantes cultivé en eau et le besoin en eau d'irrigation.
2. Facteurs naturels de l'irrigation : en résumé, si la quantité totale d'eau à fournir à une culture donnée, sous un climat défini, est bien connue, les conditions pratiques d'arrosage ne pourront être déterminées qu'après une étude complémentaire de deux facteurs naturels :
 - D'une part, le débit d'arrosage ou débit continu à fournir et ses variations au cours de chaque mois et d'autre part l'étude du sol à irriguer.

II. Le débit caractéristique d'arrosage

a. Débit fictif continu

Représente le débit nécessaire pour assurer une irrigation 24 heures sur 24 heures pendant le mois considéré

$$q = \frac{D_a}{J * 24 * 3600} \text{ (l/slha)}$$

Avec :

q : est le débit fictif continu en l/s/ha.

Da : déficit agricole.

J : est le nombre de jours du mois considéré

b. Débit caractéristique q_c (l/s/ha)

C'est le débit fictif le plus élevé des débits fictifs continus de l'année et qui correspond généralement au mois de pointe (juillet) en Algérie.

$$q_c = \frac{q}{E_f}$$

E_f : le rendement global ou efficacité globale de cette irrigation, c'est-à-dire le rapport entre la quantité d'eau consommée efficacement par les plante et la quantité d'eau envoyée en tête de réseau (rendement d'utilisation dans le temps et rendement d'utilisation dans le champ).

Elle s'écrit également comme suit :

$$q_c = \frac{q}{\zeta_t \zeta_c}$$

Avec ζ_t : rendement d'utilisation dans le temps

ζ_c : rendement d'utilisation dans le champ

III. La dose d'arrosage

a. Le sol, réservoir d'irrigation

Les plantes n'auront au maximum à leur disposition dans le sol que l'humidité correspondant à la différence entre le point de rétention et le point de flétrissement (l'humidité supérieur au point de rétention disparaît rapidement et d'autre part l'humidité inférieur au point de flétrissement est retenue trop énergiquement par le sol et les plantes ne peuvent pas la capter.

Exemple : on étudie un sol qui présente les caractères suivants :

Au point de rétention = 0,32

Au point de flétrissement = 0,17

L'eau disponible sera, par mètre cube de sol, de :

$$1 \text{ m}^3 \cdot (0,32 - 0,17) = 0,15 \text{ m}^3, \text{ soit } 150 \text{ l/ m}^3.$$

Par 1 m³ de sol la quantité d'eau disponible pour les plantes était au maximum de 1000 (0,32-0,17) = 150 litres.

b. Détermination de la dose d'arrosage

C'est la quantité d'eau nécessaire mais suffisante pour compenser dans le sol le prélèvement par évaporation et transpiration, et aussi c'est la quantité d'eau qu'il faut apporter régulièrement pour maintenir le sol à sa capacité de rétention.

On distingue :

- **La dose maximale d'arrosage**

C'est la quantité d'eau qu'il faut apporter à un sol durant chaque irrigation pour reconstituer le réservoir sol sans qu'il y ait perte par percolation profonde ou par ruissellement de surface :

$$d_m = Z (H_r - H_f) \implies d_m = RU$$

Z : la profondeur de sol explorée.

- **La dose pratique**

La dose d'arrosage pratique est la quantité d'eau qu'il faut donner au sol pour éviter d'arriver au point de danger. Elle est donnée par la formule suivante :

$$d_p = RFU = \alpha RU = \alpha d_m$$

On voit que la notion de dose pratique d'arrosage d_p correspond à la reconstitution de la réserve facilement utilisable RFU.

- **La dose réelle**

La dose d'irrigation réelle est la quantité d'eau dans le sol entre le point flétrissement et la capacité de rétention ($d_r \leq d_p$).

$$d_r = \text{besoin}/N'$$

Avec N' : N rapproché

IV. Etude des facteurs pratiques de l'arrosage

Le cadre naturel se résume par la valeur des trois facteurs :

- Le débit fictif continu mensuel, imposé par les plantes et le climat.
- La dose pratique d'arrosage, fixée par le sol et les plantes.

- La perméabilité du sol, caractéristique du terrain.

Les conditions pratiques de l'arrosage, qui doivent satisfaire à ces données, sont :

- L'espacement des arrosages ;
- Le débit à employer pratiquement pour l'arrosage de chaque parcelle, débit que l'on a l'habitude de nommer module ou "main d'eau".
- La surface des parcelles recevant successivement l'arrosage ou surface de l'unité parcellaire.
- La durée de l'arrosage de chacune des parcelles unitaires.

1. La fréquence d'arrosage (N)

C'est le nombre d'arrosage par mois, elle est égale au rapport entre l'ETP du mois (besoin de la culture) considéré et la dose pratique.

$$N = \frac{ETP_{\text{mois}}}{d_p \text{ (RFU)}}$$

2. L'espacement des arrosages (T)

C'est le nombre de jours qui séparent deux irrigations (T doit être un nombre entier).

$$T = \frac{\text{nombre de jours du mois}}{N}$$

$$T = \frac{30 d_r}{ETP}$$

$$N = \frac{ETP}{d_r}$$

Ou

Exemple : si l'on avait eu les données suivantes

ETP = 100 mm

$d_p = 30$ mm

Trouver N, T et d_r

On aurait d'abord trouvé

$$N = \frac{ETP}{d_p} = \frac{100}{30} = 0,33 \text{ arrosage}$$

On aurait adopté $N = 4$

$$T = \frac{\text{nombre de jour du mois}}{N} = \frac{30}{4} = 7,5 \text{ jours}$$

$$d_r = \frac{ETP}{N'} = \frac{100}{4} = 25 \text{ mm}$$

3. Débit pratique d'arrosage : module ou "main d'eau"

Le module d'arrosage est le débit d'eau m , dont dispose l'irrigant pour le déverser sur le sol des parcelles à irriguer.

Ce débit impose un écoulement sur la parcelle durant un temps qui est assez court et permet d'arroser successivement plusieurs parcelles, m est fonction :

- De la nature du sol et la topographie de la parcelle ;
- Du type d'irrigation.

Le module, qu'exprime en l/s ne varie pratiquement qu'entre $15 \text{ l/s} \leq m \leq 100 \text{ l/s}$. Une valeur adoptée est de 40 l/s.

4. Surface de l'unité parcellaire de l'arrosage (S)

Le dimensionnement de parcelle repose sur :

- la méthode d'arrosage.
- la perméabilité du sol qui est correspond à la vitesse de filtration.

$$S = \frac{m}{k} (m^2)$$

m : le module d'arrosage (l/s).

k : perméabilité (m/s).

5. La surface que le module peut arroser lorsqu'il coule de façon continue

C'est la surface S_m en hectares que peut irriguer un module m (l/s) pendant la saison des arrosages.

$$S_m = \frac{m}{q} (ha)$$

Il répartira cette surface S_m en unités parcelaires d'arrosage et le nombre (n) de ces unités parcelaires sera :

$$n = \frac{S_m}{s}$$

6. La durée de l'arrosage

La durée théorique d'arrosage est le temps d'infiltration de la hauteur d_r . chaque parcelle unitaire doit recevoir l'eau pendant un temps t .

$$t = \frac{d_r}{k}$$

V. Techniques d'arrosage

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.

Le choix d'une technique d'irrigation dépend de plusieurs facteurs :

- D'ordre naturel : La pente du terrain, la perméabilité du terrain, la forme du terrain ;
- D'ordre technique : type de culture, système de captage d'eau, l'état du réseau d'irrigation ;
- D'ordre économique : Certains systèmes d'irrigation sont relativement chers par rapport à d'autres ;
- Selon la rentabilité de la culture ;
- La qualité de l'eau d'irrigation ;

V.I. Les systèmes d'irrigation

Cinq systèmes d'irrigation peuvent être utilisés. Ces cinq systèmes d'irrigation se subdivisent en deux grands groupes appelés :

- Systèmes classiques ou gravitaires
- Systèmes modernes ou sous pression
-

V.I.1. Les systèmes classiques

- Irrigation par submersion ou inondation ;
- Irrigation par ruissellement ou par déversement ;
- Irrigation par infiltration.

V. I.2. Les systèmes modernes

- par aspersion ;
- Irrigation localisée (goutte à goutte).

