

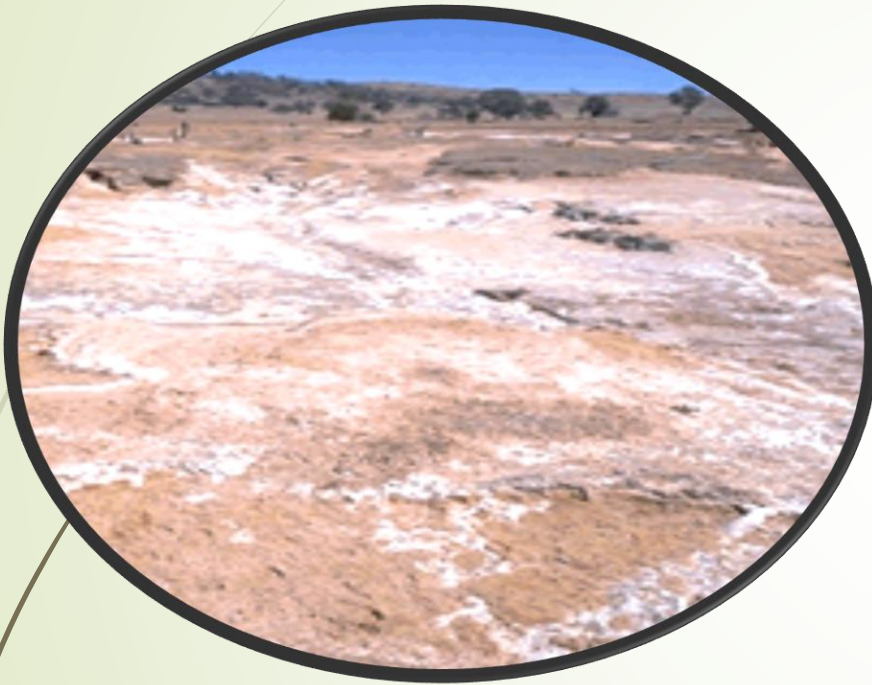
La salinité des sols et les eaux d'irrigation



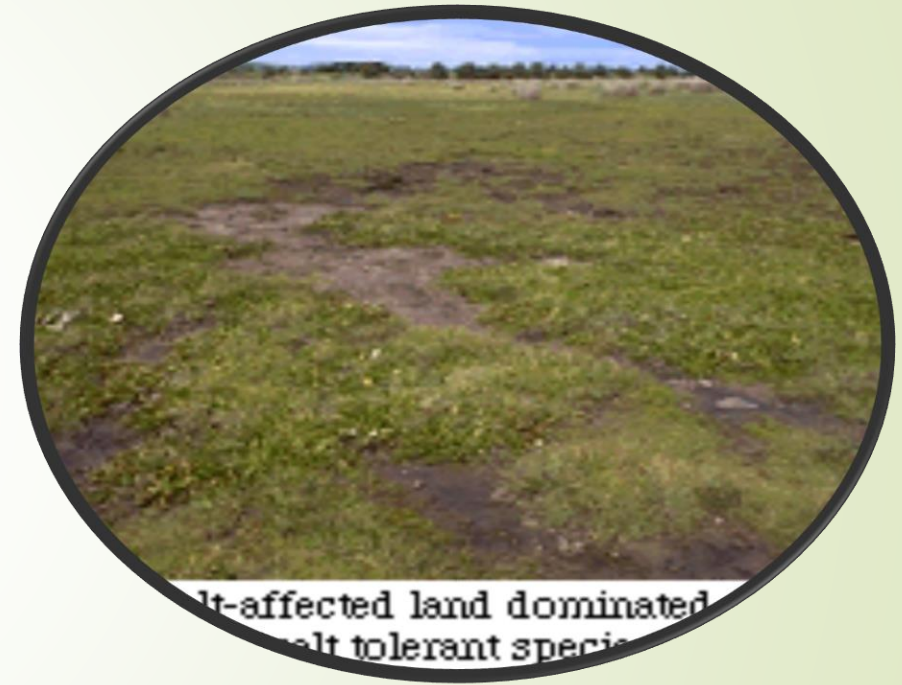
Généralités

- Les sols salés se rencontrent le plus souvent sous les climats à faible pluviosité et à forte évaporation (zones arides ou subarides).
- L'aridité est le plus important facteur de la salinité.
- La présence de sels solubles dans les sols est en relation avec un ensemble de faits relatifs soit à l'origine de ces sels : roche mère salée, nappe phréatique salée, eau d'irrigation salée soit à l'absence d'évacuation de ces sels hors du sol : mauvais drainage, climat aride, mauvaise conduite des irrigations, remontée capillaire à partir d'une nappe.
- Les éléments majeures caractéristiques des milieux salés sont Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} pour les cations et Cl^- et SO_4^{--} pour les anions.

- Une teneur en sel élevée provoque la formation d'une **croûte saline blanchâtre** à la surface du sol.



Une **structure poudreuse** est observable dans les premiers centimètres du sol.



Le sol est alors colonisé par une **végétation halophyte**.

Tableau 1 : Echelle de salinité CE dS / m, extrait saturé :

Non salin	Légèrement salin	Salin	Très salin	Extrêmement salin
<2	2-4	4-8	8-16	>16

(USDA, 1954)

Tableau 2 : Classification des sols salsodiques :

	CE dS / m	ESP %	pH
Sols salins	> 4	< 15	< 8,5
Sols salins alcalins	> 4	> 15	> 8,5
Sols alcalins	< 4	> 15	8,5 – 10

(USDA, 1954)

1- Salinité et sodicité :

- La salinisation s'exprime par l'accumulation des sels au niveau du sol ce qui augmente la concentration de la solution du sol.
- La sodisation est un enrichissement en sodium du complexe adsorbant sans que ce phénomène entraîne de manière marquée **une dégradation de l'état structural** et **une forte élévation du pH**.
- **La salinité** et **la sodicité** subsistent ensemble dans le cas général des sols affectés par la salure au Sahara (sols salins sodiques)

2- La qualité d'eau d'irrigation :

- Toutes les eaux naturelles contiennent des **sels minéraux en solution**.
- C'est **la concentration** et **la proportion** de ces sels qui déterminent les **possibilités d'utilisation** de ces eaux.
- Les principaux constituants dissous des eaux d'irrigation sont les cations : **Na⁺**, **Ca⁺⁺**, **Mg⁺⁺** et les anions **Cl⁻**, **SO₄⁻⁻**, **HCO₃⁻** avec d'autres éléments mineurs.
- **La qualité des eaux** est donc fonction de **la quantité** totale des sels dissous et **la nature** de ces sels.

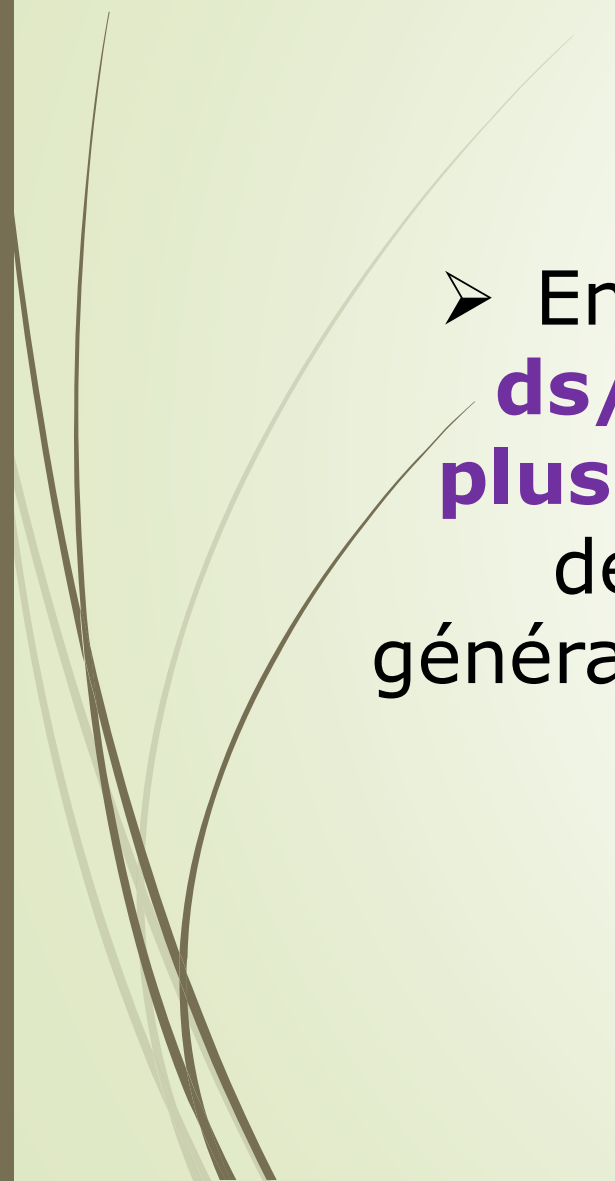
2.1- Classification des eaux d'irrigation :

- La majorité des classifications considèrent **03 critères** : la salinité totale, la concentration des ions : Na, CO₃ et HCO₃ en relation avec Ca, Mg (sodicité) et la toxicité des ions spécifiques : Cl⁻, B⁻ ...etc.
- Il est **presque impossible** d'établir des **critères généraux** pour l'eau d'irrigation, car l'efficacité de l'eau salée dépend **des conditions de son utilisation** : culture, climat, sol, méthode d'irrigation et les pratiques de gestion.

Tableau 3 : Evaluation de la qualité des eaux d'irrigation :

CE dS / m	Concentration (g/l)	Evaluation USA	Evaluation Russe	Evaluation de DURAND pour l'Algérie
CE < 0,25	< 0,2	Faiblement salée	Bonne qualité	Non saline
0,25 < CE > 0,75	0,2 – 0,5	Moyennement salée		Salinité moyenne
0,75 < CE > 2,25	0,5 – 1,5	Fortement salée	Risque de salinisation	Forte salinité
2,25 < CE > 5	1,5 – 3	Très fortement salée		Très forte salinité
5 < CE > 20	3 - 7	Salinité excessive	Ne peut être utilisée sans lessivage	Salinité excessive

(DAOUD et HALITIM, 1994)

- 
- 
- En général : **la salinité d'eau** inférieure à **0,75 ds/m** ne cause aucun problème, **CE = 3ds/m ou plus cause** souvent des problèmes pour la plupart des cultures, **CE entre 0,75 et 3ds/m** pose généralement des problèmes croissants pour un grand nombre de cultures

Risque d'alcalinité :

- L'augmentation de la teneur du **sodium soluble dans l'eau d'irrigation** entraîne une augmentation de la teneur en **sodium échangeable**.

Le danger d'alcalinisation est exprimé par la valeur du SAR, qui s'exprime comme

- Un taux **suit :**
des parties
une dimension

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

Ca^{++} , Mg^{++} et Na^+ sont exprimés en meq/l.

par une dispersion
et par conséquent

Le S

de l'eau.

- La **classification USSL (1954)** donne **4** classes des eaux en fonction du **SAR** depuis **S1** : **eaux faiblement sodiques** jusqu'au **S4** **eaux très fortement sodiques** généralement inutilisables pour l'irrigation.

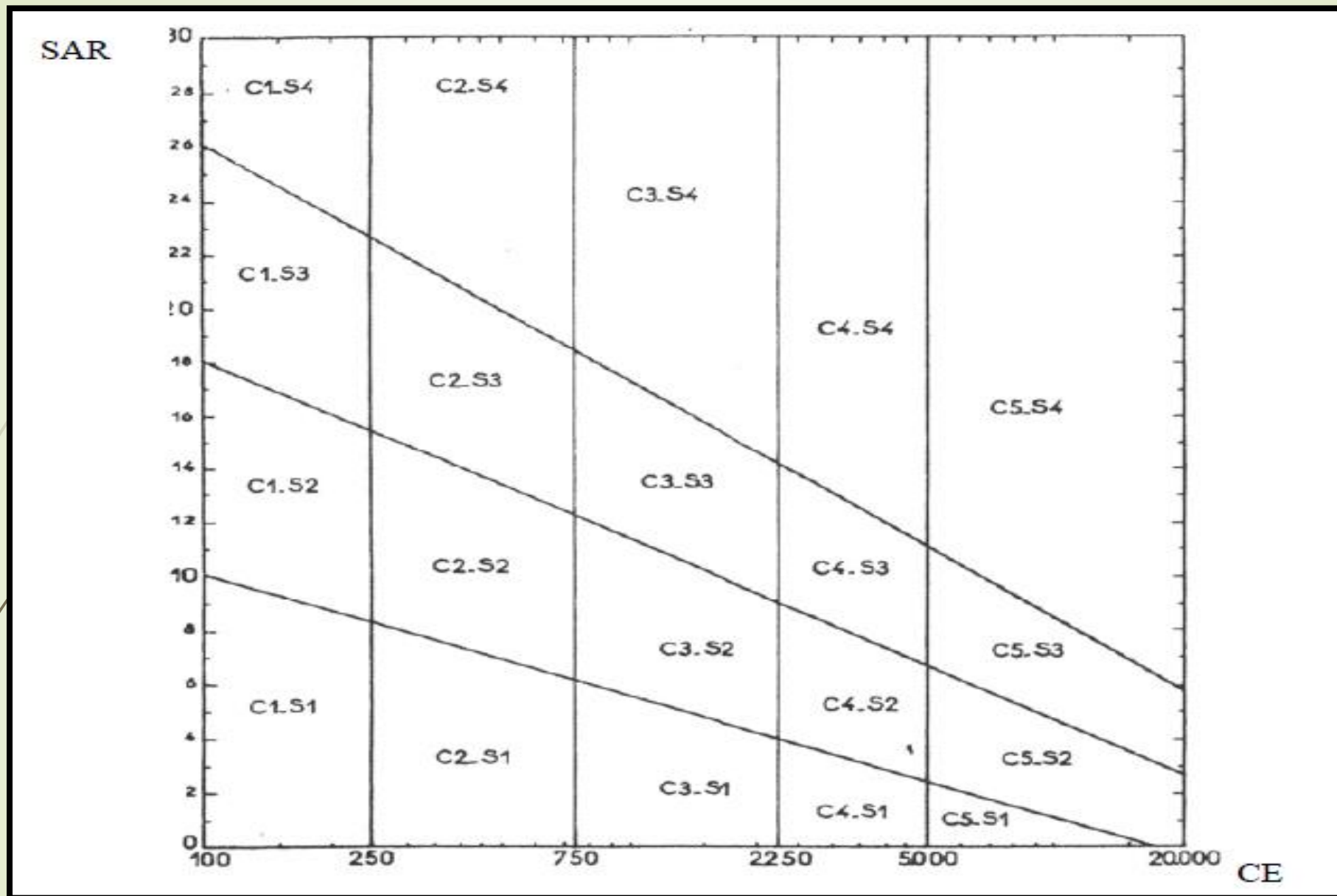
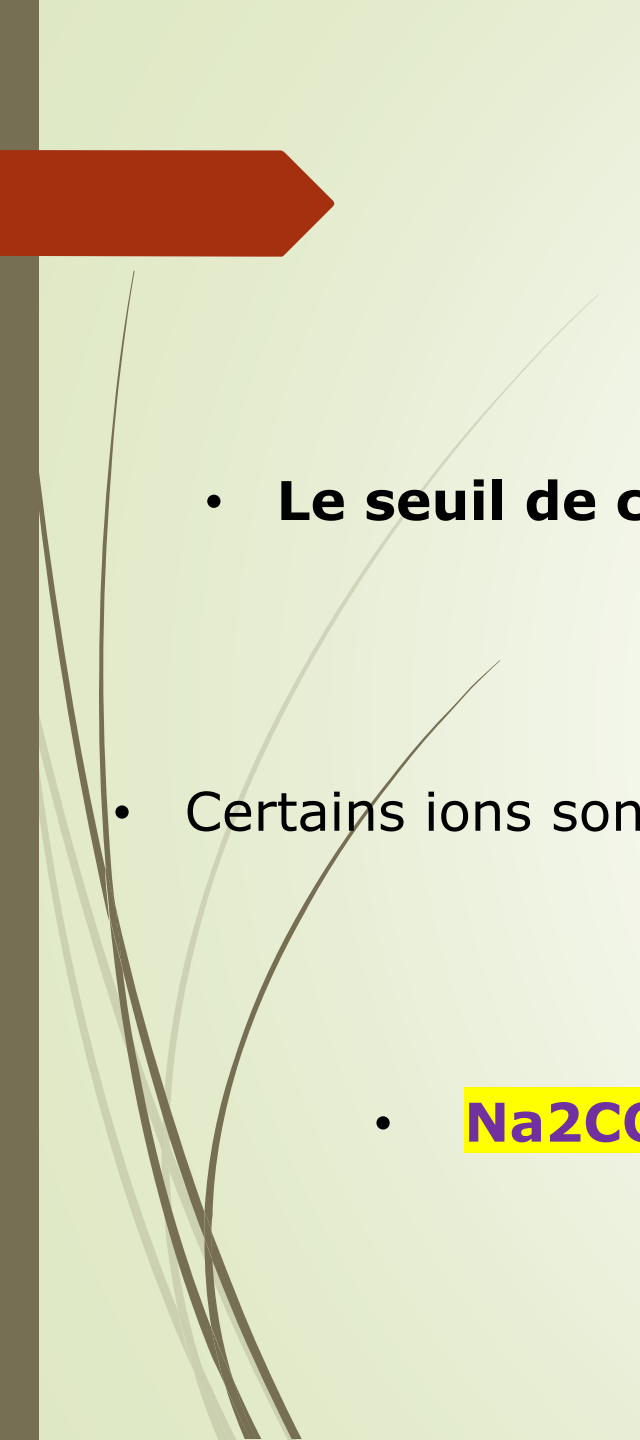


Diagramme de classification des eaux d'irrigation de USSL (1954) complété par DURAND.
D'après DURAND(1983)

Toxicité des ions spécifiques :

- En plus de **l'effet osmotique** général, il a été retenu que les concentrations excessives de sel ont une action **perturbatrice sur la physiologie des plantes** soit par un effet direct de toxicité d'ions déterminés, soit par l'apparition de **désordres nutritionnels** provoqués par l'action de certains ions sur l'absorption et le métabolisme des éléments nutritifs.
- La plupart des ions sont toxiques à des fortes concentrations mais les espèces végétales et même les variétés ont **une tolérance** différente vis-à-vis la toxicité des ions spécifiques.
 - Les principaux **ions toxiques** sont : **Na, Cl et le bore.**



- **Le seuil de carence** et **le seuil de toxicité** du **Bore** sont **assez voisins**.

- Certains ions sont plus **nocifs** par **les modifications du milieu** qu'ils entraînent que
Par **leur nature**.

- **Na₂CO₃** élève **le pH** de la solution du sol et entraîne des **blocages**
des **oligoéléments**.

3- Effet des sels sur le sol :

- **Les sols salés** ont caractérisés généralement par des propriétés physiques, chimiques et biologiques défavorables à la croissance des végétaux en raison de la présence de sels solubles et ou de sodium échangeable en quantité élevée.
- **Les sols salins** peuvent provenir des sols normaux par suite d'une accumulation de sels provenant de l'eau d'irrigation ou par le mouvement montant de l'eau souterraine ou par une combinaison des deux processus.
- Les sels accumulés dans le sol provoquent l'augmentation de la pression osmotique de la solution du sol et peuvent conduire à la stérilisation du sol.



D'autre part les sols riches en sodium échangeable peuvent avoir **une structure dégradée** suite à la dispersion des argiles.

La séparation des particules du sol conduit à une structure **dense compacte** et le sol devient **imperméable, asphyxiant** et **difficile à labourer**.

N.B : Il est à noter que **la présence de sels en excès** et **l'absence** de quantité appréciable **de sodium échangeable** peuvent donner dans certains sols salins **une structure favorable** et **une bonne perméabilité** suite à la floculation des colloïdes.

4- Effet des sels sur la plante :

Les effets des sels sur la physiologie des plantes ont été reconnus par :

- **un effet osmotique** général, **diminuant la disponibilité en eau** indépendamment de la nature des sels.
- Des effets des **ions spécifiques** qui peuvent être **toxiques** dont les symptômes sont attribués à l'accumulation d'ions spécifiques dans la plante ou l'apparition de désordres nutritionnels provoqués par l'action de certains ions sur l'absorption et le métabolisme d'éléments nutritifs essentiels.

5- Tolérance des plantes aux sels :

- **La tolérance aux sels** est un phénomène complexe qui varie avec les espèces, les variétés et le stade de développement des plantes.
- Les plantes les plus tolérantes sont appelées **halophytes**.
- Ces dernières ont une aptitude à développer des pressions osmotiques suffisamment élevées pour compenser la pression osmotique de la solution du milieu extérieur.
- Il est à noter que **la tolérance au sel** est habituellement déterminée en termes de **croissance** ou de **rendement**.

**Tableau 4 : Seuil de résistance de quelques plantes cultivées
(CE de l'extrait de pâte saturée) :**

CE ds/m	Plantes
25	Palmier dattier
12	Orge, betterave à sucre, artichaut
8	Betterave fourragère, chou, asperge, épinard, sorgho, avoine, luzerne, soja
4	Figuier, olivier, vigne, tomate, laitue, pomme de terre, oignon, carotte, melon
3	Radis, céleri, haricot
2	Pommier, poirier, prunier, amandier, pêcher, abricotier, framboisier
1.5	Fraisier

(BOULAINÉ, 1974)

6- Texture du sol et concentration de l'eau d'irrigation :

- Vu que le sol retient une partie de l'eau d'irrigation égale à sa capacité de rétention **seulement**, donc la quantité de sels retenue par **un sol argileux** soit **toujours supérieure** à celle retenue par **un sol sableux**.
- **Une argile** dont la capacité de rétention est **30%** retiendra donc **trois fois plus** de sels **qu'un sable** dont la capacité de rétention est **10%** s'ils sont traversés tous deux par une eau de salinité donnée.
- En conséquence **les sols sableux** **peuvent être irrigués par des eaux plus salées** que **les sols argileux**.
- Selon certains auteurs, sur **sol sableux calcaire**, il est possible d'utiliser des eaux titrant **4.5 g** à **5g** de sels/l et même parfois plus.

Tableau 7 : Facteur de multiplication de la concentration en fonction de la texture du sol :

Textures	Facteur adopté
Sable	1,5
Limon sableux	2,5
Limon	4
Limon argileux	5
Argile	5 – 10

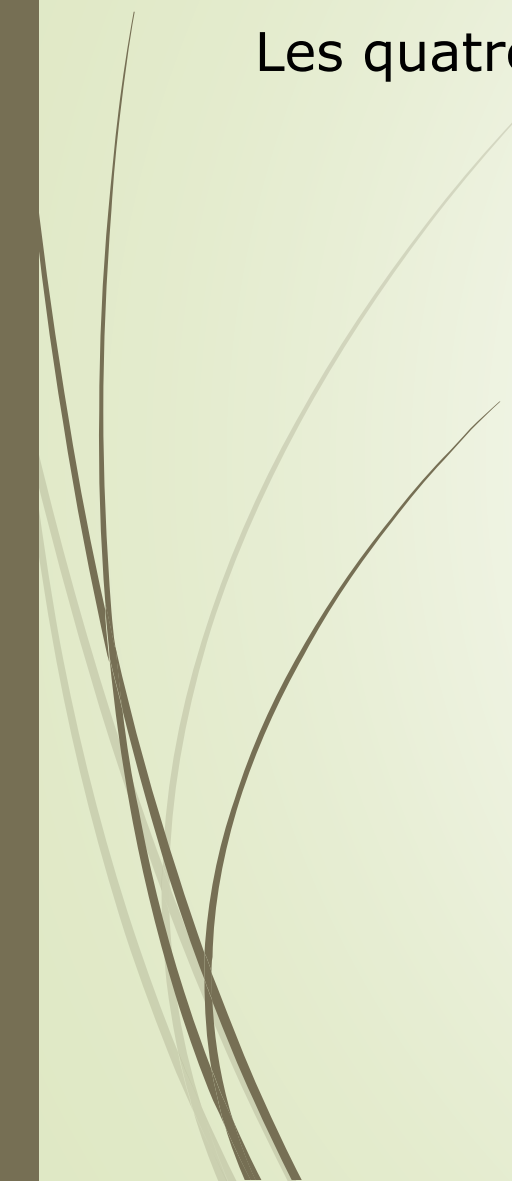
(DURAND, 1983)

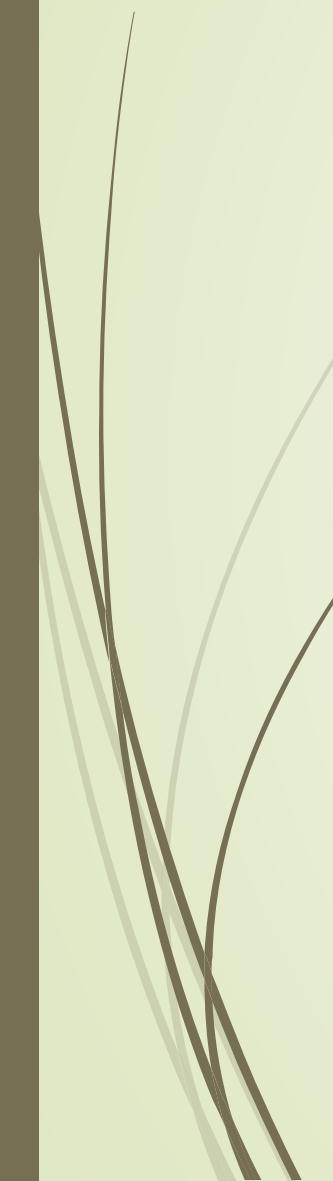
7- Irrigation et salinisation :

- La salinité du sol de l'eau constitue le problème majeur dans beaucoup de pays.
- La salinisation et la sodisation provoquent une dégradation des propriétés chimiques, physiques et biologiques des sols.
- Le développement de l'irrigation s'est dans la majorité des situations accompagné de l'apparition de processus de salinisation, de sodisation ou d'alcalisation des sols à des degrés d'importance divers.
- L'intensité de la salinisation est en rapport avec la qualité des eaux d'irrigation utilisées.



Les quatre **(04)** principales causes de salinisation des terres cultivées :

- la qualité médiocre des eaux d'irrigation,
 - l'insuffisance d'eau pour lessiver des sels,
 - le mauvais drainage des sols,
 - la faible profondeur de la nappe phréatique.
- 

- 
- 
- La présence d'une couche de sol imperméable provoque une accélération du phénomène de salinisation.
 - De même la remontée de l'eau souterraine limite le drainage naturel et empêche le lessivage du sol.
 - La vitesse de salinisation dépend de la profondeur de la couche imperméable et la texture du sol, elle est plus rapide dans un sol moins profond et de texture Fine.