

LA SALINISATION



Que sont la salinisation et la sodification?

La salinisation est l'accumulation de sels hydrosolubles dans le sol. Ces sels sont le potassium (K^+), le magnésium (Mg^{2+}), le calcium (Ca^{2+}), le chlorure (Cl^-), le sulfate (SO_4^{2-}), le carbonate (CO_3^{2-}), le bicarbonate (HCO_3^-) et le sodium (Na^+). L'accumulation de sodium est aussi appelée sodification. Les sels se dissolvent et se déplacent avec l'eau. Quand l'eau s'évapore, les sels restent.

Tout d'abord, la salinisation implique une accumulation de sel par des processus naturels du fait d'une forte teneur en sel du matériau parent ou des nappes souterraines. En second lieu, la salinisation est provoquée par des interventions humaines, telles que des pratiques d'irrigation inappropriées, par exemple avec de l'eau d'irrigation riche en sel et/ou par un drainage insuffisant.

La salinité dans le monde



Destruction de la structure du sol due à l'excès de sodium (Source: Soil Atlas of Europe)

Région	Superficie (millions d'hectares)
Afrique	80,5
Europe	50,8
Amérique du Nord	15,7
Amérique du Sud	129,2
Australie	357,3
Mexique et Amérique centre	2
Asie du Sud Est	20
Asie du centre et du Nord	211,7
Asie du sud	87,6
Total	954,8

La salinité en Algérie:

En Algérie, les sols agricoles sont dans leur majorité affecté par la salinité ou susceptibles de l'être (DURAND, 1983). Ils sont répartis dans les basses plaines d'Oranie, dans la vallée de Mina près de Relizane, sur les hautes plaines au Sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains Chotts comme Chott Melghir.

Ils ont aussi une grande extension dans les régions sahariennes au Sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla et d'autres (DURAND, 1983).

D'après HALITIM (1988), dans les régions arides, les sols salés représentent environ 25% de la surface cartographiée. Soit 3,2 millions d'hectares (HAMDY, 1995).



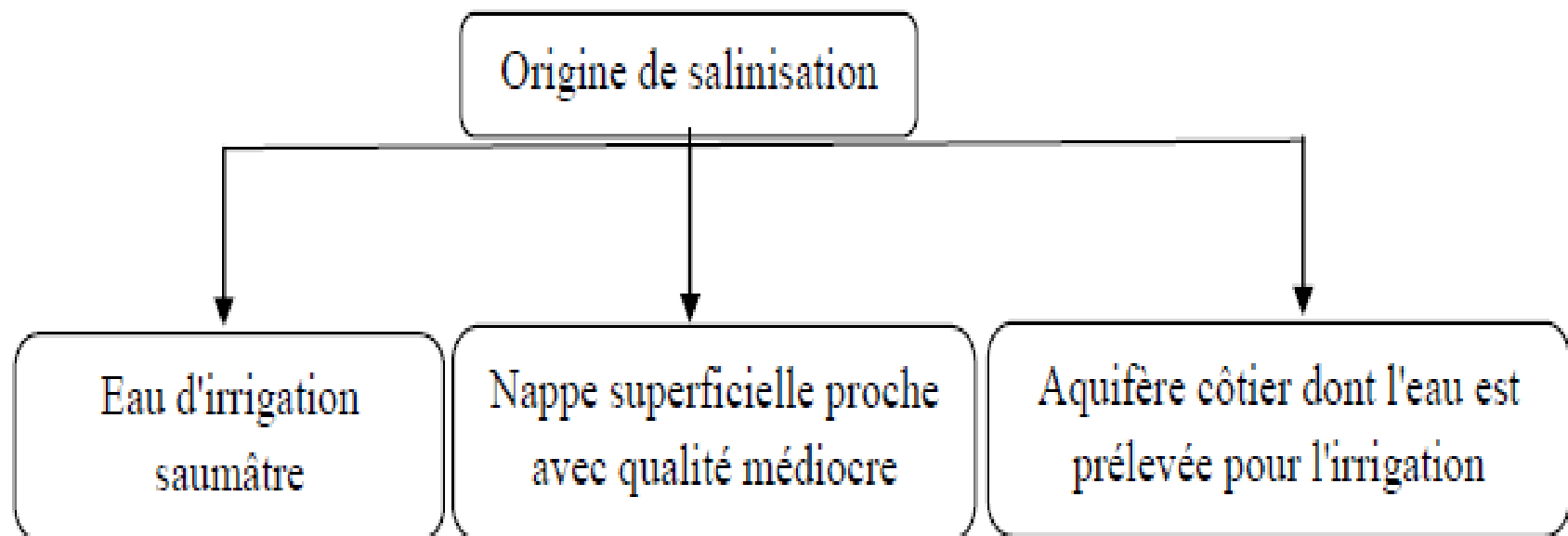
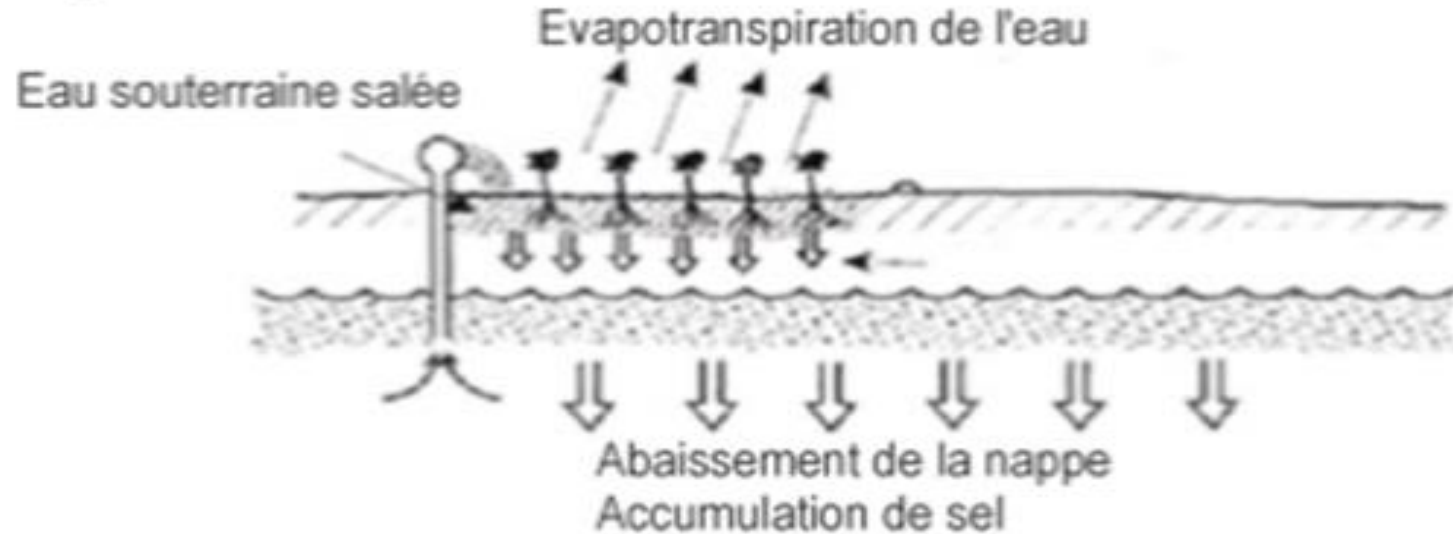


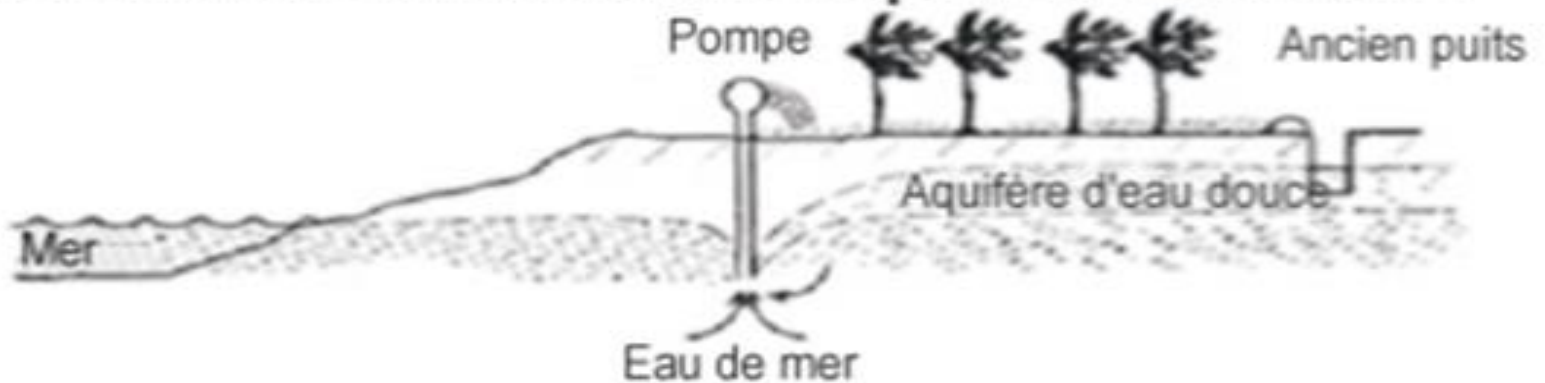
Fig 04. Origine de la salinisation du sol (IPTRID, FAO, CISEAU, 2006).

Les quartes modes de salinisation

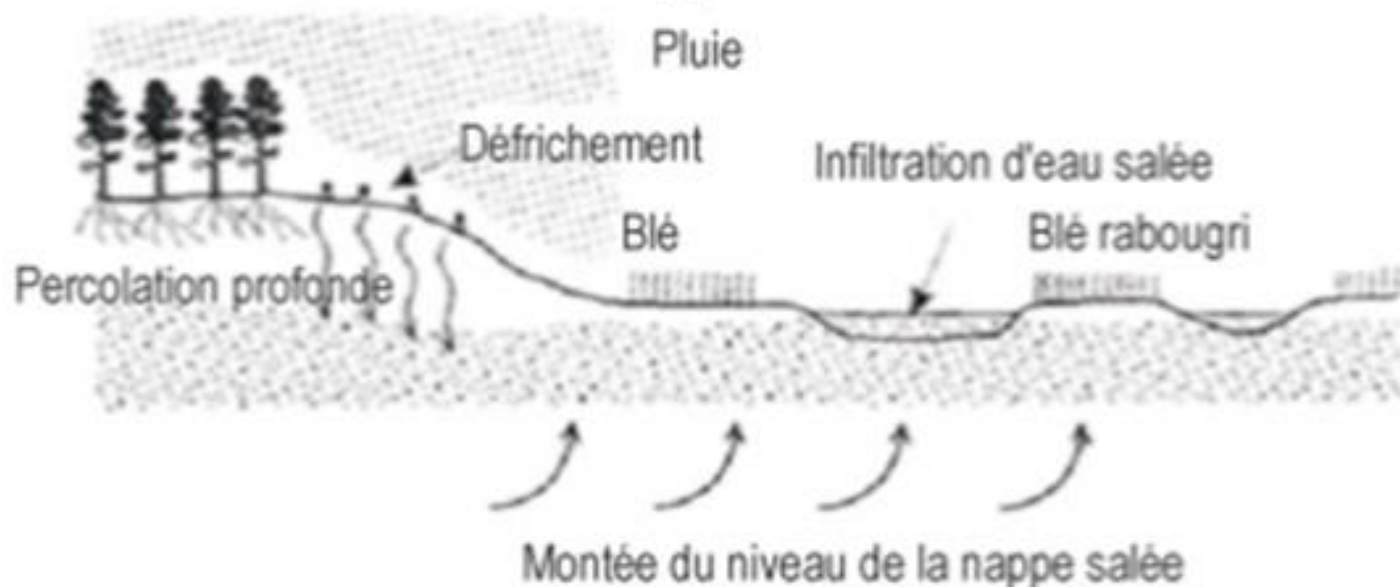
1. Irrigation avec de l'eau souterraine salée



2. Intrusion d'eau de mer dans les aquifères d'eau douce



3. Montée du niveau d'une nappe salée due au défrichement



4. Nappe perchée dans le bassin d'une rivière



Types de salinisation

1. Salinisation primaire ou naturelle

1.1. Salinisation géologique

Les sels solubles peuvent provenir :

☐ Soit de l'altération des roches contenant des minéraux sodiques, potassiques et magnésiques. En régions arides et semi-arides, ces sols se concentrent sur place, dans les dépressions fermées.

☐ Soit de dissolution des évaporites contenant des chlorures, des sulfates, etc. Les évaporites se localisent essentiellement dans les bassins élémentaires (Trias, tertiaire et quaternaire).

☐ Soit de l'altération des roches volcaniques (SERVANT, 1975).

Dans les régions côtières, intrusion d'eau salée ou submersion des terres basses, inondations périodiques par de l'eau de mauvaise qualité.

Remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone racinaire

1.2. Salinisation marine et lagunaire

L'origine des sels peut se trouver dans les dépôts lagunaires ou matériaux salés plus ou moins récents qui peuvent être eux-mêmes des roches mères des sols et fournir leurs sels aux oueds qui les transportent jusqu'aux nappes superficielles plus ou moins profondes, sous les sols des vallées et basses plaines ou les déposent à leur surface (GAUCHER et BURDIN, 1974).

2. Salinisation secondaire

Induite par l'activité humaine, liée fréquemment à des pratiques agricoles inappropriées (MEMOUD, 2006). C'est un processus d'enrichissement d'un sol en sels solubles causé par l'approvisionnement en eau pour l'irrigation et qui aboutit à la formation d'un sol salin.

L'irrigation altère le bilan hydrique du sol, en générant un apport d'eau supplémentaire. Cet apport est toujours associé à un apport de sels. En effet, même une eau douce de meilleure qualité contient des sels dissous et, si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable. Les échanges de cations entre le sol et l'eau d'irrigation sont le début de la salinisation du sol.

La salinisation peut être causée par la remontée capillaire des eaux souterraines salines ou résulter d'une irrigation réalisée avec de l'eau saline

L'effet sur les plantes

Certaines plantes ont acquis des mécanismes d'adaptation et résistance - dans une certaine mesure - au sel, mais la salinité est l'un des facteurs les plus limitants de la productivité des cultures (hormis dans quelques cas).

Le coût des pertes liées à celle-ci est estimé être d'environ 12 milliards de dollars US pour une année, prix qui devrait sans doute augmenter dans les années à venir puisque la salinisation gagne régulièrement du terrain.

Les effets chez les plantes du stress salin

Les effets généraux sont :

Les effets osmotiques

- Changement de la turgescence

- Biosynthèse d'osmolytes

Les effets relatifs aux ions

- Toxicité (qui peut aussi varier selon le type de sel)

- nutrition en minéraux perturbée (inhibition de l'arrivée de minéraux, perte de la sélectivité K/Na...)

Le stress oxydatif

Les effets sur les organismes symbiotiques ou utiles et commensaux de la plante (ex : bactéries fixatrices de l'azote, champignons Mycorhizateurs, Pollinisateurs, décomposeurs du sol...)

Beaucoup de plantes et de micro-organismes disposent de mécanismes de défense contre le sel, mais ils ne sont généralement que de court-terme ou non adaptés aux sols saturés en sel.

Salinisation des sols : les moyens de la prévenir ou de la corriger

- **La lixiviation** : en donnant aux cultures à peine un peu plus d'eau que nécessaire (mais sans exagérer), on réduit la salinité dans la zone racinaire. Les sels sont transportés dans la couche aquifère qui les disperse, à condition que le drainage naturel soit suffisant.
- **Le drainage** : des fossés ou des tuyaux souterrains peuvent emporter l'eau saline. 1/3 des terres salines gorgées d'eau pourraient être bonifiées grâce à un meilleur drainage et à une série de techniques adaptées à la situation locale. Exemple : au cours des 30 dernières années, le programme national de drainage égyptien a affronté la saturation en eau et la salinité des sols en utilisant différents types de drainages et stations de pompage. Ceci a permis de faciliter l'écoulement et de réutiliser les eaux de drainage.



Pourquoi est-il important de combattre la salinisation et la sodification?

L'accumulation de sels (et en particulier des sels de sodium) est une des principales menaces physiologiques qui pèsent sur les écosystèmes. Le sel perturbe le développement des végétaux en limitant leur assimilation des éléments nutritifs et en réduisant la qualité de l'eau à disposition pour les végétaux. Il affecte le métabolisme des organismes du sol et mène à une réduction importante de la fertilité du sol.

Un niveau de salinité élevé des sols provoque le flétrissement des plantes du fait d'une augmentation de la pression osmotique et des effets toxiques des sels.

Un excès de sodium entraîne la destruction de la structure du sol qui, du fait du manque d'oxygène, devient incapable d'accompagner la croissance végétale ou la vie animale.

La salinisation augmente l'imperméabilité des couches profondes du sol, et la terre ne peut plus être utilisée pour la culture.

- **Les inondations** : des terres qui regorgent de sel devenues incultivables peuvent parfois être remises en état grâce à la submersion et au drainage. Cette méthode est souvent coûteuse mais elle peut valoir la peine en fonction de la valeur des terres et des cultures. Dans les cas où les terres sont encore un peu productives, les agricultures peuvent semer une culture tolérant un certain degré de salinité et nécessitant une grande quantité d'eau d'irrigation, telle que le riz.
- Une meilleure utilisation de **l'eau d'irrigation** : l'irrigation par aspersion est plus efficace que l'irrigation de surface, mais elle peut aussi déposer des sels directement sur la plante si l'eau d'irrigation est saline. Il est donc préférable de pratiquer l'irrigation au goutte-à-goutte qui mesure la quantité d'eau distribuée à la surface autour de la plante.

Techniques de diagnostic des sols salés et alcalins :

L'étude d'un sol sur le plan de la salinité se base sur un ensemble de facteurs :

1. Conductivité électrique : la salinité est mesurée par la CE de l'extrait de pâte saturée ou l'extrait diluée du sol. Elle est exprimée en dS/m à 25°C°

CE (ds/m) à 25°C Degré de salinité

2. pH du sol : la notion de pH du sol permet de façon commandée et précise de désigner la réaction du sol. Les sols salés ont un pH supérieur à 7. Il augmente en corrélation avec le rapport Na^+/CEC

3. ESP (Taux de sodium échangeable): ce terme permet de caractériser le stade d'alcalinisation d'un complexe d'échange, l'ESP est fonction de la CEC exprimée en (meq/1). $\text{ESP} = \text{Na}^+ / \text{Quantité totale des cations absorbées}$

4. SAR (Sodium absorption ration): il s'agit d'un paramètre fondamental pour la détermination du niveau de l'alcalinisation de la solution du sol.

☐ **SAR** = $\text{Na}^+ / \sqrt{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})/2}$; (Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++}) méq/l

CE (ds/m) à 25°C	Degré de salinité
CE < 0.6	Sol non salé
0.6 < CE < 02	Sol peu salé
02 < CE < 2.4	Sol salé
2.4 < CE < 06	Sol très salé
CE > 06	Sol extrêmement salé

SAR	Degré d'alcalinisation
≤ 4	Basse d'alcalinisation
$4 < SAR \leq 8$	Faible d'alcalinisation
$8 < SAR \leq 12$	Alcalinisation moyenne
$12 < SAR \leq 18$	Alcalinisation fort
> 18	Alcalinisation interse