

**LA VEGETATION HALOPHILE**  
**INDICATRICE DE PLAN D'EAU ET DE SALURE**  
**SES POSSIBILITES D'APPLICATION PRATIQUE**  
par **G. NOVIKOFF \***

\* Communication présenté à la Société des Sciences Naturelles le 2 Mars 1964

S. T. G. M. Fonds Documentaire

N° : 11576

Cote : B

11576

## P L A N

I. — Principes d'étude de la végétation halophile

II. — Etude des principaux types de végétation halophile :

a) — Exemple de végétation marécageuse et salée subissant un engorgement prolongé de la surface du sol : groupement à **Juncus subulatus** et **Polypogon maritimum** ssp. eu - **maritimum**.

b) — Exemple de végétation halophile subissant un engorgement temporaire de surface : groupement à **Festuca elatior** var. **arundinacea** et **Trifolium isthmocarpum** var. **Jaminianum**.

c) — Exemple de végétation halophile se développant sur un sol à plan d'eau peu profond, et à régime d'oscillation faible : groupe écologique à **Salicornia arabica**.

d) — Exemple de végétation halophile se développant sur un sol à plan d'eau plus profond, à régime d'oscillation plus ample : groupe écologique à **Suaeda fruticosa** var. **longifolia** et **Hordeum maritimum** ssp. eu - **maritimum**.

III. — Essai d'interprétation synthétique

A) — Valeur Indicatrice de la végétation halophile

B) — Exemples d'application pratique de la valeur indicatrice de la végétation halophile ; étude des remontées du plan d'eau dans les oasis d'el Galâa, et de Nefta ; phénomènes d'asphyxie existant dans certains périmètres irrigués.

## **I. — PRINCIPES SUR LESQUELS ON S'EST BASE POUR ETUDIER LA VEGETATION HALOPHILE**

### **a) — Généralités**

Un rappel de quelques notions nous paraît nécessaire. Qu'entend-on par végétation halophile? C'est, si l'on utilise la terminologie de Warming, celle se développant sur des sols riches en sels (1, p. 136, 1925). En Tunisie, les sels sont principalement constitués par du chlorure de sodium ou du sulfate de sodium.

Dans le sol, la salure peut se présenter sous deux formes :

— sels solubles ; la teneur en sels solubles s'exprime en grammes par litre ou, plus fréquemment par la conductivité (en millimhos).

— cations adsorbés par le complexe adsorbant (fraction du sol douée de propriétés de surface) ; la teneur en différents cations échangeables s'exprime en pourcent par rapport à la capacité totale d'échange.

### **b) — Caractères morphologiques du profil en rapport avec le régime hydrique**

Une catégorie de sols salés présente des caractères d'hydromorphie ; autrement dit, leur évolution s'est effectuée sous l'influence de l'eau. Cette eau peut

— stagner en surface ; elle crée alors un engorgement de surface.

— stagner en profondeur ; il se forme un plan d'eau dont le régime de variation est une caractéristique de la végétation halophile.

Pour un certain nombre de sols, la stagnation de l'eau crée des conditions réductrices. Ceci se traduit dans le profil par l'apparition

— de taches jaunes, ou brunes, ou jaune - rouge indiquant une stagnation faible (1 - 2 mois).

— de taches jaune rouge et grises ; c'est ce que l'on nomme pseudogley. La stagnation de l'eau y est plus longue (3 - 4 mois).

— de taches grises en prédominance ; c'est ce que l'on nomme gley. La stagnation y varie entre 6 et 12 mois.

### **c) — Principes phytosociologiques sur lesquels a été basée l'étude de la végétation**

Le principe sur lequel se fonde notre étude de la végétation halophile est l'existence des milieux salés hétérogènes, et superposé. Prenons un

Espèce buissonnante à enracinement profond	Groupes d'espèces annuelles à enracinement superficiel (0 - 30cms)
<p><b>Arthrocnemum indicum</b> (conductivité atteignant 5 à 70 millimhos dans les horizons situés au - dessous de 60 cms).</p>	<p>(1) Groupe écologique à <b>Sphenopus divaricatus</b> et <b>Spergularia Salina</b> caractéristique de conductivité variant en surface entre 18 et 40 millimhos.</p> <p>(2) Groupe écologique à <b>Beta macrocarpa</b> caractéristique de conductivité variant entre 10 et 25 millimhos</p> <p>(3) Groupe écologique à <b>Trifolium isthmocarpum</b> var. <b>Jaminianum</b>, caractéristique de conductivité variant en surface entre 5 et 15 millimhos.</p>

TABLEAU n° 1 : Schéma des combinaisons existant entre une espèce buissonnante à enracinement profond, ici **Arthrocnemum indicum** et différents groupes d'espèces annuelles à enracinement superficiel. (schéma valable pour la Tunisie du Nord).

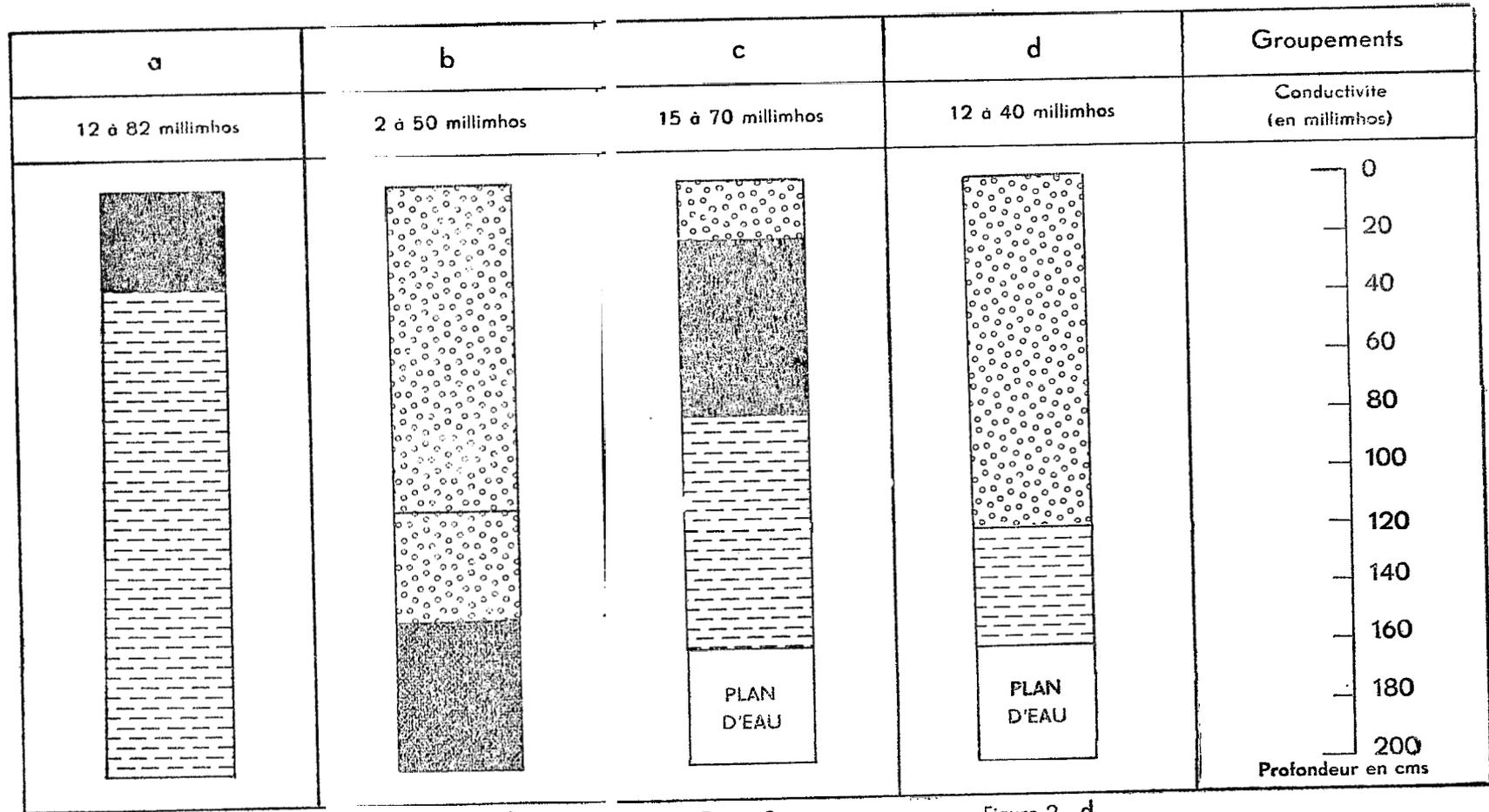


Figure 2 - a

Figure 2 - b

Figure 2 - c

Figure 2 - d

**Fig. 2** — Correspondances entre l'hydromorphie, la conductivité et les 4 groupements présentés à titre d'exemple.

Figure 2 - a — groupement à *Juncus subulatus* et *Polypogon maritimum* ssp. eu-maritimum.

Figure 2 - b — Groupement à *Festuca elatior* var. *arundinacea* et *Trifolium isthmocarpum* var. *Jaminianum*.

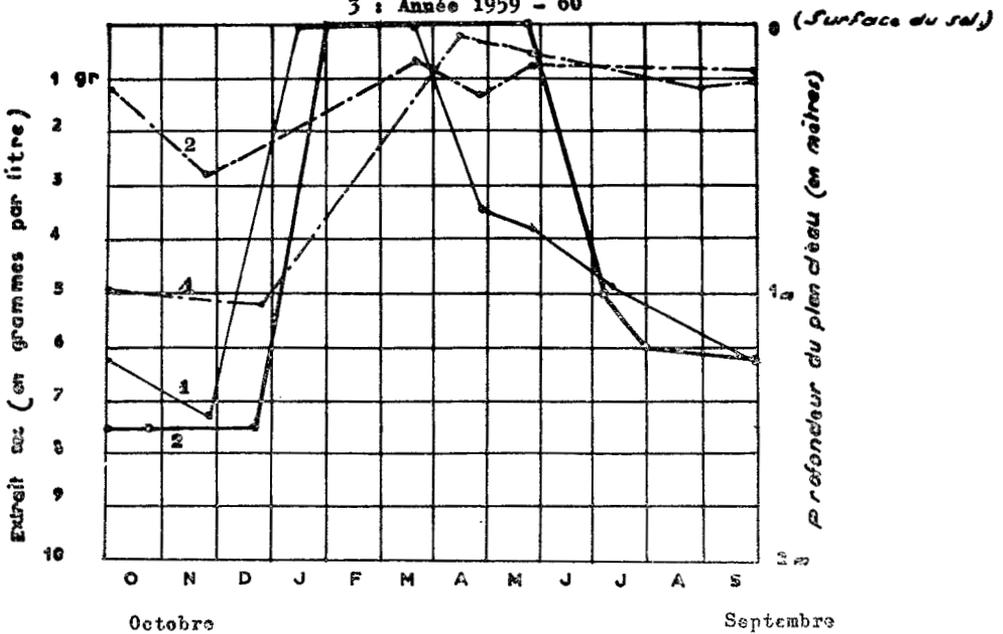
Figure 2 - c — Groupe écologique à *salicornia arabica*.

Figure 2 - d — Groupement à *Suaeda fruticosa* var. *longifolia* et *Hordeum maritimum* ssp. eu-maritimum.

Echelle d'intensité d'hydromorphie (basée sur les observations de différents puits busés).

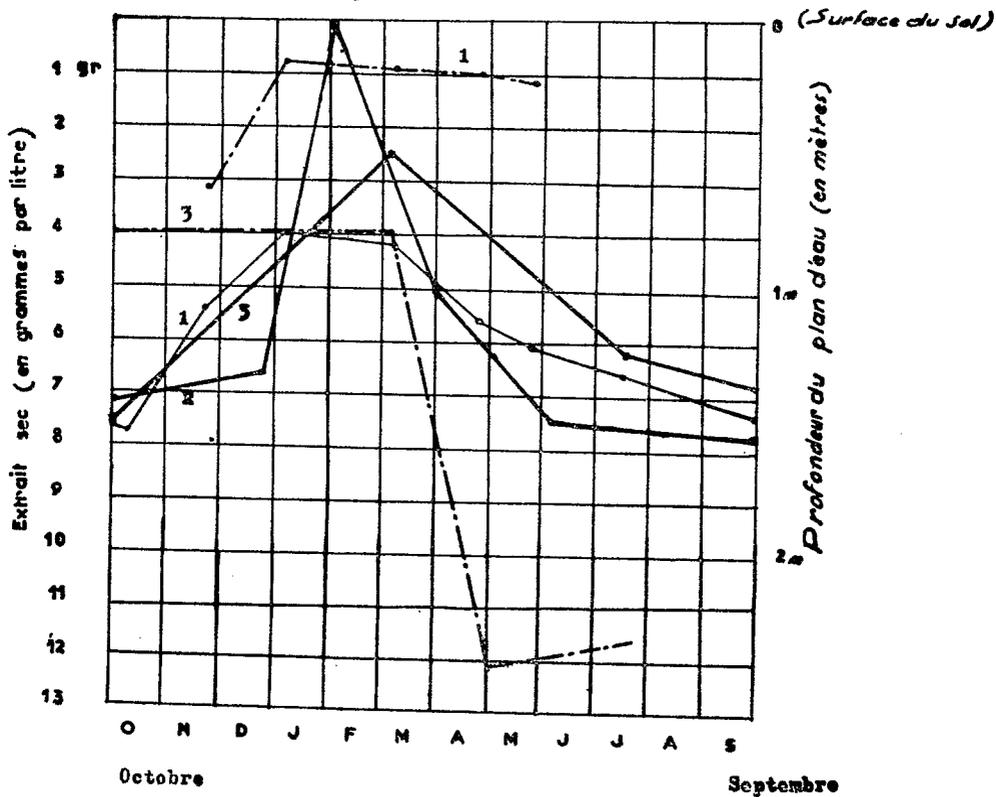
Intensité de l'hydromorphie	Caractères morphologiques	Symboles
Hydromorphie faible	taches jaunes	
Hydromorphie moyenne	Taches jaune-brun et grises Taches jaune-rouge et grises à prédominance des taches jaune-rouge	
Hydromorphie forte	Taches jaune-rouge et grises à prédominance des taches grises.	

**Fig. 1 - a :** Variation du plan d'eau salé dans une station où se développe le groupement Juncus subulatus et cressa cretica (en traits pleins la position du plan d'eau; en traits discontinus, sa salure) 1 : Année 1957 - 58  
2 : Année 1958 - 59  
3 : Année 1959 - 60



**Fig. 1 - b** : Variation du plan d'eau salé dans une station où se développe le groupement à *Pestuca elatior* var. *arundinacea* et *Trifolium isthmocarpum* var. *Jaminianum* (en traits pleins la position du plan d'eau; en traits discontinus, sa salure).

- 1 : Année 1957 - 58
- 2 : Année 1958 - 59
- 3 : Année 1959 - 60



exemple : le groupement à **Arthrocnemum indicum** et **Trifolium isthmocarpum** var. **Jaminianum** résulte de la combinaison d'une espèce buissonnante halophile, **Arthrocnemum indicum** (dont les racines atteignent 1 m,50 de profondeur ; l'horizon d'abondance maximum des racines se situe entre 0 m,10 et 0 m,80) avec un groupe d'espèces annuelles dont l'enracinement ne dépasse pas 30 cms. Dans la plaine de Galaat el Andleuss (vallée de la Medjerdah, Tunisie du Nord) l'horizon de 0 à 30 cms atteint une salure de 3 à 6 millimhos, alors qu'au dessous de 30 cms, elle atteint 70 millimhos. La comparaison des différentes localités où existe cette espèce buissonnante halophile en même temps que différentes couvertures d'annuelles montre la permanence d'horizons fortement salés en profondeur (conductivité variant entre 50 et 70 millimhos). Par contre, dans l'horizon superficiel, les conductivités varient suivant les différentes associations annuelles à enracinement superficiel. Par exemple, examinons les combinaisons existant entre différentes associations d'annuelles à enracinement superficiel et **Arthrocnemum indicum** : les résultats obtenus sont exposés au tableau n° 1.

D'autres halophytes buissonnantes, à enracinement profond s'associent également avec les groupes (1), (2), (3). Dans le cas d'une combinaison d'un même groupe d'annuelles avec diverses halophytes buissonnantes ; ce qui change c'est la conductivité des horizons profonds. Les études de Fédorov (2, p. 120, 1962) en Asie Centrale, confirment cette notion de superposition de végétation à système racinaire différent à laquelle correspondent des milieux de salure différente.

Notre étude de la végétation halophile a été basée sur des mesures de conductivité (teneur en sels solubles), de teneurs en sodium échangeable, des caractères morphologiques exprimant le régime hydrique du sol ; les mesures de plan d'eau citées ici ont été effectuées par M. Hernot, anciennement pédologue à l'OMVVM.

a) — Exemple de végétation marécageuse et salée subissant un engorgement prolongé de la surface du sol : groupement à **Juncus subulatus** et **Cressa cretica**. Ce groupement représenté par des groupements à Joncs (**Juncus subulatus** et **Cressa cretica**, à **Scirpus maritimus** ssp. **eu-maritimus**), à massettes (**Typha angustifolia** et **Potamogeton pectinatus**). Toutefois ces plantes exigent pour se développer un sol recouvert par une tranche d'eau d'une certaine épaisseur et la stagnation en surface dure au moins 4 mois. L'étude du sol (profil effectué à la Garâa d'Utique) montre que la salure des horizons exploités par les racines varie entre 8 et 40 millimhos ; les sols sont salés à alcalis ; il existe toujours un horizon de pseudogley qui débute à 30 cms de la surface et s'étend jusqu'à 2 mètres de profondeur (voir figure 2 - a). Le régime de variation du plan d'eau est indiqué à la figure 1-a. Ce groupement se développe donc dans des sols ayant une gamme de conductivité très large ; il caractérise donc peu la salure, mais surtout un horizon de pseudogley.

Fig. 1 - c : Variation du plan d'eau salé dans une station où se développe le groupement à Salicornia arabica (en traits pleins la position du plan d'eau, en traits discontinus, sa salure)

- 1 : Année 1957 - 58
- 2 : Année 1958 - 59
- 3 : Année 1959 - 60

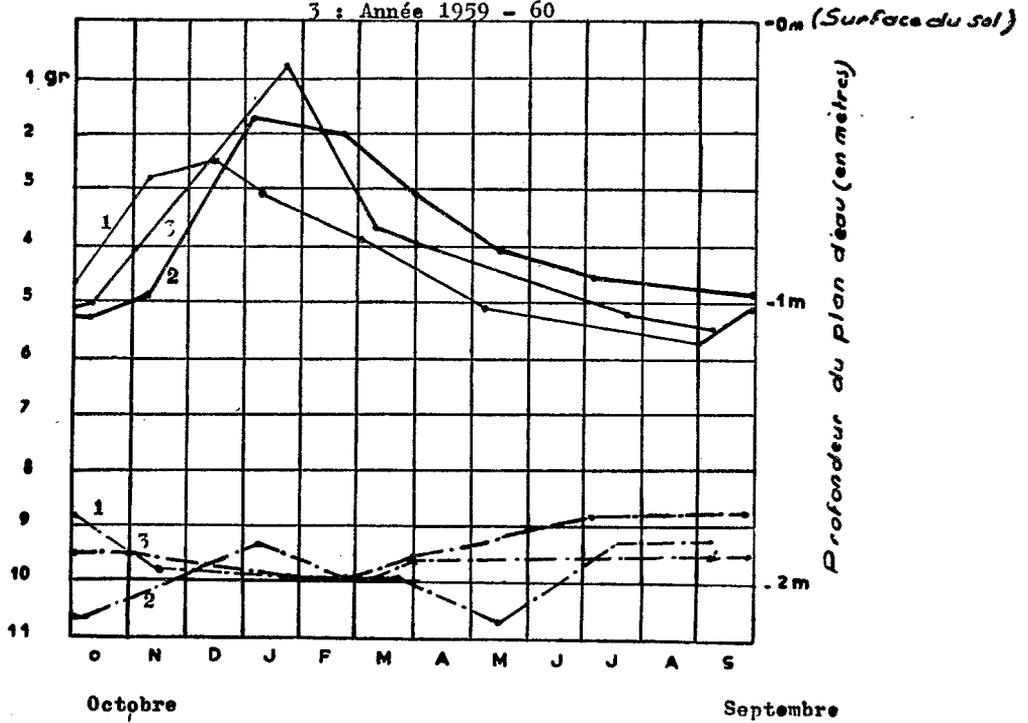
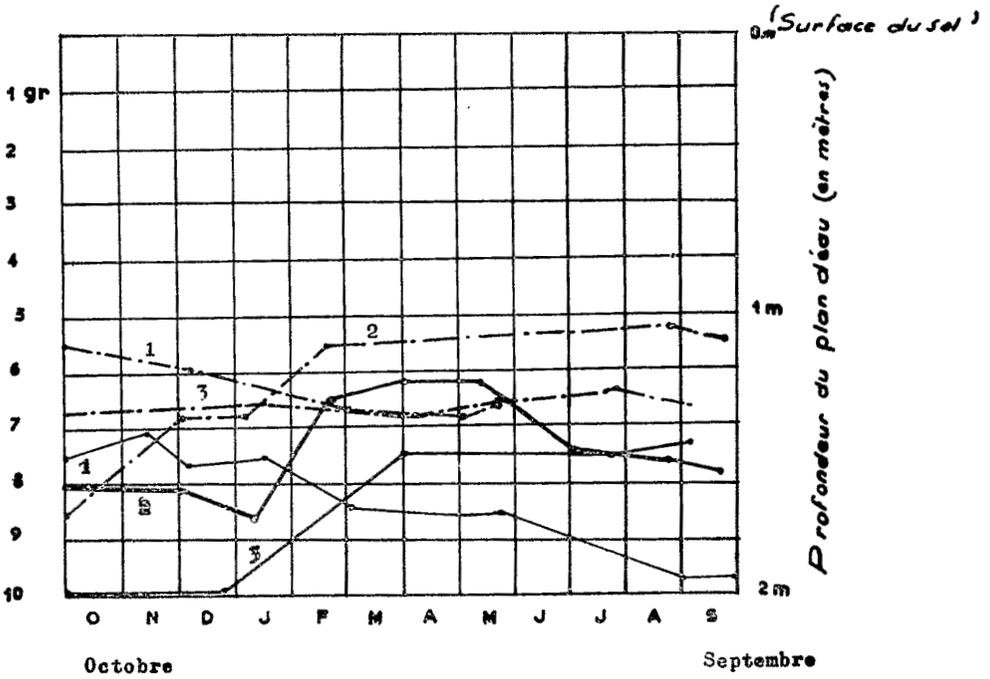


Fig. 1 - d : variation du plan d'eau salé dans une station où se développe le groupement à *Suaeda fruticosa* var. *longifolia* et *Hordeum maritimum* (traits pleins, position du plan d'eau; traits discontinus, sa salure).

- 1 : Année 1957 - 58
- 2 : Année 1958 - 59
- 3 : Année 1959 - 60



b) — Exemple de végétation subissant un engorgement temporaire de surface. : Groupement à **Festuca elatior** var. **arundinacea** et **Trifolium isthmocarpum** var. **Jaminianum**.

Il n'existe qu'un engorgement des couches moyennes du sol et le plan d'eau descend rapidement (voir figure 1 - b). Les racines de la Fétuque atteignent 1 m,50. L'étude d'un certain nombre de profils montre la présence de taches jaune rouge à partir de 1 mètre (voir figure 2 - b). Les sols sont salés à atcalis mais la conductivité est variable (2 à 50 millimhos). Le groupement à **Festuca elatior** var. **arundinacea** et **Trifolium isthmocarpum** var. **Jaminianum** caractérise surtout un horizon d'engorgement et non la salure puisque la conductivité des horizons exploités par les racines varie beaucoup.

c) — Exemple de végétation halophile se développant sur un sol à plan d'eau peu profond, à régime de variation faible : groupement à **Salicornia arabica**.

Cette espèce buissonnante halophile peut s'associer avec différents groupements d'annuelles. Il existe un plan d'eau situé à 1 m,50 de profondeur environ et son régime de variation est faible. Il n'y a pas de stagnation (voir la figure 1-c) d'eau en surface. L'étude des profils montre un pseudogley de 20 à 80 cms, un gley de 80 à 120 cms. Les sols sont salés à atcalis et la conductivité varie de 15 à 70 millimhos ; (voir figure 2-c) ce qui caractérise donc les sols où se développent les groupements à **Salicornia arabica**, c'est surtout l'existence d'un horizon de gley et non la salure, puisque la conductivité est variable. Le groupement à **Salicornia arabica** caractérise surtout un certain type d'hydromorphie pour une salure variable.

d) — Exemple de végétation halophile se développant sur un sol où le plan d'eau présente un régime de variation important.

A ce type appartiennent les groupements formés par l'association d'espèces buissonnantes halophiles telles **Suaeda fruticosa** var. **longifolia**, **Arthrocnemum indicum**, **Halocnemum strobilaceum** (espèces à enracinement profond) et de groupements d'annuelles à enracinement superficiel, telles les associations citées page 4. Une étude du régime de variation du plan d'eau pour le groupement à **Suaeda fruticosa** var. **longifolia** et **Hordeum maritimum** ssp. **eu-maritimum** montre que le plan d'eau ne s'élève pratiquement pas au-dessus de 1 mètre (voir figure 1 - d). Il existe un horizon à taches jaunes entre 0 m et 1 m,20 (voir figure 2 - d) ; au dessous apparaît un pseudogley à taches. Pour toutes les espèces précédemment citées, les racines atteignent l'horizon à taches jaune-brun. Pour la Tunisie du Nord, une étude comparée des profils correspondant à ces 3 espèces buissonnantes (**Suaeda fruticosa** var. **longifolia**, **Arthrocnemum indicum**, **Halocnemum strobilaceum**) nous montre la constance de cet horizon à taches, mais

TABLEAU 2 :Tableau récapitulatif montrant les relations entre le sol et la végétation halophile de Tunisie ; seuls figurent les groupes écologiques et groupements ayant une valeur indicatrice par rapport à la salure, l'hydromorphie, l'encroûtement gypseux, la texture.

### Signification des chiffres

- (1) Végétation indicatrice d'une amplitude étroite de conductivité pour une hydromorphie donnée.
- (2) Végétation indicatrice d'une certaine hydromorphie pour une amplitude de conductivité assez large : évolution vers la gleyification.
- (3) Végétation indicatrice d'une certaine hydromorphie pour une amplitude de conductivité assez large ; évolution vers la firsification.
- (4) Végétation indicatrice d'encroûtement gypseux pour une amplitude de conductivité assez large.
- (5) Végétation indicatrice de texture pour des amplitudes de conductivité et de climat variables.

**N. B.** — Le tableau 2 étant trop grand, il a fallu le diviser en feuilles qui ont été dactylographiées isolément. Afin de pouvoir le reconstituer, il faut se baser sur les indications suivantes : Toutes les feuilles d'une même rangée portent le même chiffre. La première feuille de la rangée (rang 1 par exemple) correspond au chiffre arithmétique, soit page 1. Les feuilles suivantes du même rang portent les indications : 1', 1". La rangée située au dessous est le 2, et ainsi de suite jusqu'à la rangée la plus inférieure qui est le 4.

Végétation	Etage bioclimatique subhumide		
	Conductivité	Hydromorphie	Structure Texture
Groupe écologique monospécifique à <b>Halocnemum strobilaceum</b>  (1)	70 à 90 millimhos	25 - 120 cms : taches brun clair, pseudomycelium gypseux et salé 120 - 140 cms : taches brun clair et grises	massive, friable, texture variable
Groupe écologique monospécifique à <b>Arthrocnemum indicum</b>  (1)	40 à 70 millimhos	10 - 120 cm : reflets ou taches jaunes, pseudomycelium gypseux et salé. 120 - 150 cms : taches jaune rouge 150 - 160 cms : taches grises, jaune rouge, brun pâle.	10 - 120 : plaquettes. 120 - 160 : massive à structure variable.  texture variable.
Groupe écologique monospécifique à <b>Suaeda fructicosa</b> var. <b>longifolia</b>  (1)	10-20 à 45 millimhos	50-80 cms : taches brun jaune, pseudomycelium gypsocalcaire et salé. 80 - 120 cms : taches brun jaune, pseudomycelium gypsocalcaire et salé. 100 - 160 cms : taches jaune rouge dans horizon noirâtre.	6-60 cms : cubique moyenne 60-160 cms : massif.  texture fine
Groupe écologique à <b>Sphenopus divaricatus</b> et <b>Spergularia marina</b>  (1)	18-20 à 40-50 millimhos	pas de traces d'hydromorphie.	quelquefois prismatique moyenne texture fine
Groupe écologique monospécifique à <b>Salicornia arabica</b>  (2)	20 à 60 millimhos avec optimum à 40	horizon de gley situé entre 50 et 110 cms de profondeur environ	0-60 : prismatique large 60 - 100 cms : massif texture variable

Végétation	Étage bioclimatique semi-aride		
	Conductivité	Hydromorphie	Structure Texture
Groupe écologique monospécifique à <i>Halocnemum strobilaceum</i> (1)	70 à 90 millimhos	25-110 cms : pseudomycélium gypseux et salé	pseudosable jusqu'à 20 cms massif au dessous texture variable
Groupe écologique monospécifique à <i>Arthrocnemum indicum</i> (1)	40 à 70 millimhos	en général pseudomycélium gypseux et salé plus ou moins épais	massive texture variable
Groupe écologique monospécifique à <i>Suaeda fruticosa</i> var. <i>longifolia</i> (1)	(une partie de l'étage semi aride)		
	10-20 à 45 millimhos	souvent pseudomycélium gypsocalcaire et salé	massive texture variable
(1)	(une partie de l'étage semi-aride, l'étage aride et l'étage saharien)		
	10-20 à 70 millimhos		
Groupe écologique à <i>Sphenopus divaricatus</i> et <i>Spergularia marina</i> (1)	(une partie de l'étage semi aride)		
	18-20 à 40-50 millimhos avec optimum à 20	pas de traces d'hydromorphie	grumeleuse à polyédrique. texture fine
Groupe écologique monospécifique à <i>Salicornia arabica</i> (2)	20 à 60 millimhos avec optimum à 40	horizon de gley situé entre 50 et 110 cms de profondeur environ	massive, friable texture variable

Végétation	Étages bioclimatiques aride et saharien		
	Conductivité	Hydromorphie	Structure Texture
Groupe écologique monospécifique à <b>Halocnemum strobilaceum</b> (1)	90 à 110 millimhos certaines stations jusqu'à 150 millimhos	souvent horizon superficiel de sulfures	massive, friable texture variable
Groupe écologique monospécifique à <b>Arthrocnemum indicum</b> (1)	60 à 80 millimhos optimum à 70, certaines stations jusqu'à 125 millimhos	10-100 cms - pseudomycélium gypseux et salé, moyennement dense 100-130cms : pseudomycélium plus dense, taches brunes et grises	massive, friable texture variable
Groupe écologique monospécifique à <b>Suaeda fruticosa</b> var. <b>longifolia</b> (1)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Sphenopus divaricatus</b> et <b>Spergularia marina</b> (1)	—	—	—
Groupe écologique monospécifique à <b>Salicornia arabica</b> (2)	30 à 60 millimhos avec aptimum autour de 50	horizon de gley situé entre 50 et 110 cms de profondeur environ	massive, friable texture variable

Végétation	Etage bioclimatique subhumide		
	Conductivité	Hydromorphie	Structure Texture
Groupe écologique monospécifique à <b>Phragmites communis</b> var. <b>isiacus</b> f. <b>pungens</b> (2)	10 à 100 millimhos	horizon de gley situé à une profondeur variable (50 à 175 cms)	massive, friable texture variable
Groupe écologique à <b>Salicornia arabica</b> var. <b>erecta</b> et <b>Halimione portulacoides</b> var. <b>laevis</b> (2)	30 à 80 millimhos	sulfures sur la plus grande partie du profil	massive texture variable
Groupe écologique à <b>Juncus subulatus</b> et <b>Polypogon maritimum</b> ssp. <b>eu-maritimum</b> (2)	10 à 60 millimhos	sol hydromorphe à pseudogley puis à gley	prismatique, très compacte larges plaquettes texture fine
Groupe écologique à <b>Scirpus maritimus</b> et <b>Crypsis aculeata</b> (2)	10 à 60 millimhos	horizon superficiel de gley	prismatique, très compacte, large texture fine
Groupe à <b>Scirpus lacustris</b> ssp. <b>eu-lacustris</b> et <b>Typha angustifolia</b> ssp. <b>australis</b> facies à <b>Typha</b> (2)	10 à 40 millimhos	prédominance de gley dans le profil	massive exture fine
Groupe écologique à <b>Suaeda fruticosa</b> var. <b>brevifolia</b> et <b>Beta macrocarpa</b> (2)	—	—	—
Groupe écologique monospécifique à <b>Salsola tetrandra</b> (2)	—	—	—

Végétation	Etage bioclimatique semi-aride		
	Conductivité	Hydromorphie	Structure Texture
Groupe écologique monospécifique à <b>Phragmites communis</b> var. <b>isiacus</b> f. <b>pungens</b> (2)	10 à 100 millimhos	horizon de gley situé à une profondeur variable (50 à 175 cms)	massive, lriable texture variable
Groupe écologique à <b>Salicornia arabica</b> var. <b>erecta</b> et <b>Halimione portulacoides</b> var. <b>laevis</b> (2)	30 à 80 millimhos	sulfures sur la plus grande partie du profil	massive texture variable
(une partie de l'étage semi aride)			
Groupe écologique à <b>Juncus subulatus</b> et <b>Polypogon maritimum</b> ssp. <b>eu-maritimum</b> (2)	10 à 60 millimhos	sol de prairie hydro-morphe sur pseudogley	prismatique, très compacte larges plaquettes texture fine
(une partie de l'étage semi aride)			
Groupe écologique à <b>Scirpus maritimus</b> et <b>Crypsis aculeata</b> (2)	10 à 60 millimhos	horizon superficiel de gley	prismatique, très compacte, large texture fine
Groupement à <b>Scirpus lacustris</b> ssp. <b>eu-lacustris</b> et <b>Typha angustifolia</b> ssp. <b>australis</b> cf. <b>australis</b> (2)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Suaeda fruticosa</b> var. <b>brevifolia</b> et <b>Beta macrocarpa</b> (2)	—	—	—
Groupe écologique monospécifique à <b>Salsola tetrandra</b> (2)	—	—	—

Végétation	Etages bioclimatiques aride et saharien		
	Conductivité	Hydromorphie	Structure Texture
Groupe écologique monospécifique à <b>Phragmites communis</b> var. <b>isiacus</b> f. <b>pungens</b> (2)	10 à 100 millimhos	horizon de gley situé à une profondeur variable (50 à 175 cms)	massive, firable texture variable
Groupe écologique à <b>Salicornia arabica</b> var. <b>erecta</b> et <b>Halimione portulacoides</b> var. <b>laevis</b> (2)	30 à 80 millimhos	sulfures sur la plus grande partie du profil	massive texture variable
Groupe écologique à <b>Juncus subulatus</b> et <b>Polypogon maritimum</b> ssp. <b>eu-maritimum</b> (2)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Scirpus maritimus</b> <b>Crypsis aculeata</b> (2)	—	—	—
Groupement à <b>Scirpus lacustris</b> sp. <b>eu-lacustris</b> et <b>Typha angustifolia</b> sp. <b>australis</b> facies à <b>Typha</b> (2)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Suaeda fruticosa</b> var. <b>brevifolia</b> et <b>Beta macrocarpa</b> (2)	2 à 30 millimhos	(étage aride supérieur) pseudomycélium sur tout calcaire de 30-40 à 50-60 cms quelques taches brunes	grumeleux plaquettes texture moyenne à fine
Groupe écologique monospécifique à <b>Salsola tetrandra</b> (2)	10 à 80 millimhos	(étage aride supérieur) pseudomycélium calcareogypseux dense, localisé à la partie supérieure du profil, de 10 à 60 cms d'épaisseur	plaquettes en surface

Végétation	Etage bioclimatique subhumide		
	Conductivité	Hydromorphie	Structure Texture
Groupements à <i>Festuca elatior</i> var. <i>arundinacea</i> et <i>Medicago ciliaris</i> , à <i>Festuca elatior</i> var. <i>arundinacea</i> et <i>Trifolium isthmocarpum</i> var. <i>Jaminianum</i> , à <i>Festuca elatior</i> var. <i>arundinacea</i> et <i>Triglochin bulbosa</i> ssp. <i>Barrelieri</i> , à <i>Festuca elatior</i> var. <i>arundinacea</i> et <i>Spergularia marina</i> (3)	1 à 50 millimhos	reflets et taches	cubique, prismatique, plaquettes texture fine
Groupement à <i>Trifolium isthmocarpum</i> var. <i>Jaminianum</i> et <i>Juncus maritimus</i> faciès à <i>Juncus maritimus</i> (3)	4 à 25 millimhos	0-45 cms : sol hydromorphe humifère 45-200 cms : divers horizons à taches et reflets	plaquette prismatique massive texture fine
Groupement à <i>Oenanthe globulosa</i> et <i>Phragmites communis</i> var. <i>isiacus</i> (3)	2 à 20 millimhos	sol noir hydromorphe sur gley	grumeleux prismatique massive texture fine
Groupe écologique monospécifique à <i>Nitraria retusa</i> (4)	—	—	—
Groupe écologique à <i>Frankeniam thymifolia</i> et <i>Halmione portulacoides</i> var. <i>appendiculata</i> (4)	—	—	—
Groupe écologique à <i>Limonium pruinosum</i> esp. <i>Allezzetti</i> et <i>Limoniastrum guyonianum</i> (4)	—	—	—
Groupe écologique à <i>Zygochillum album</i> et <i>Lygaeum spartum</i> (4)	—	—	—

Végétation	Etage bioclimatique semi aride		
	Conductivité	Hydromorphie	Structure Texture
Groupements à <b>Festuca elatior</b> var. <b>arundinacea</b> et <b>Medicago ciliaris</b> , à <b>Festuca elatior</b> var. <b>arundinacea</b> et <b>Trifolium isthmocarpum</b> var. <b>Jaminianum</b> , à <b>Festuca elatior</b> var. <b>arundinacea</b> et <b>Triglochin bulbosa</b> ssp. <b>Barrelieri</b> , à <b>Festuca elatior</b> var. <b>arundinacea</b> et <b>Spergularia marina</b> (3)	1 à 50 millimhos	(une partie de l'étage semi aride) reflets et taches	cubique, prismatique, plaquettes texture fine
Groupement à <b>Trifolium isthmocarpum</b> var. <b>Jaminianum</b> et <b>Juncus maritimus</b> facies à <b>Juncus maritimus</b> (3)		(une partie de l'étage semi aride) 0-45 cms : sol hydromorphe humifère 45-200 cms : divers horizons à taches et reflets	plaquettes prismatique massive texture fine
Groupement à <b>Oenanthe globulosa</b> et <b>Phragmites communis</b> var. <b>isiacus</b>	—	—	—
Groupe écologique monospécifique à <b>Nitraria retusa</b> (4)	10 à 70 millimhos	encroûtement gypseux, finement microcristallisé	massive compacte
Groupe écologique à <b>Frankenia thymifolia</b> et <b>Halmione portulacoides</b> var. <b>appendiculata</b> (4)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Limonium pruinosum</b> ssp. <b>Allezetii</b> et <b>Limoniastrum gyonianum</b> (4)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Zygodon album</b> et <b>Lygaeum spartum</b> (4)	—	—	—

Végétation	Etages bioclimatiques aride et saharien		
	Conductivité	Hydromorphie	Structure Texture
Groupements à <i>Festuca elatior</i> var. <i>arundinacea</i> et <i>Medicago ciliaris</i> , à <i>Festuca elatior</i> var. <i>arundinacea</i> et <i>Trifolium isthmocarpum</i> var. <i>Jaminianum</i> , à <i>Festuca elatior</i> var. <i>arundinacea</i> et <i>Triglochin bulbosa</i> ssp. <i>Barrelieri</i> , à <i>Festuca elatior</i> var. <i>arundinacea</i> et (3)	—	—	—
Groupement à <i>Trifolium isthmocarpum</i> var. <i>Jaminianum</i> et <i>Juncus maritimus</i> facies à <i>Juncus maritimus</i> (3)	—	—	—
Groupement à <i>Oenanthe globulosa</i> et <i>Phragmites communis</i> var. <i>isiacus</i> (3)	—	—	—
Groupe écologique monospécifique à <i>Nitraria retusa</i> (4)	10 à 70 millimhos	(étage aride inférieur et saharien) encroûtement gypseux, finement microcristallisé	massive compacte
Groupe écologique à <i>Frankeia thymifolia</i> et <i>Halimione portulacoides</i> var. <i>appendiculata</i> (4)	10 à 90 millimhos	(étages aride inférieur et saharien) encroûtement gypseux, à gypse finement microcristallisé	massive friable
Groupe écologique à <i>Limonium pruinosum</i> ssp. <i>Allezetii</i> et <i>Limonium gyanianum</i> (4)	10 à 90 millimhos	(étage aride inférieur à hivers doux) encroûtement gypseux, à gypse microcristallisé	massive très compacte
Groupe écologique à <i>Zygochloa albicollis</i> et <i>Lycium spartum</i> (4)	10 à 70 millimhos	(étage aride inférieur) sables gypseux	massive friable

Végétation	Etage bioclimatique subhumide		
	Conductivité	Hydromorphie	Structure Texture
Groupe écologique à <b>Limonium tunetanum</b> et <b>Aeluropus littoralis</b> var. <b>repens</b> (5)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Suaeda maritima</b> et <b>Heliotropium curassavicum</b> (5)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Bassia muricata</b> et <b>Launaea resedifolia</b> ssp. <b>eu-resedifolia</b> (5)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Mesembryanthemum nodiflorum</b> et <b>Schismus barbatus</b> var. <b>calycinus</b> (5)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Setaria verticillata</b> ssp. <b>eu-verticillata</b> et <b>Dactyloctenium Aegyptiacum</b> (5)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Plantago Coronopus</b> var. <b>scleropus</b> et <b>Centaurea melitensis</b> (5)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Mantisca Duriaei</b> var. <b>tenella</b> et <b>Medicago hispida</b> var. <b>lappacea</b>	—	—	—

Végétation	Étage bioclimatique semi-aride		
	Conductivité	Hydromorphie	Structure Texture
Groupe écologique à <b>Limonium tunetanum</b> et <b>Aeluropus littoralis</b> var. <b>repens</b> (5)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Suaeda maritima</b> et <b>Heliotropium curassavicum</b> (5)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Bassia muricata</b> et <b>Launaea resedifolia</b> ssp. <b>eu-resedifolia</b> (5)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Mesembryanthemum nodiflorum</b> et <b>Schismus barbatus</b> var. <b>calycinus</b> (5)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Setaria verticillata</b> ssp. <b>eu-verticillata</b> et <b>Dactyloctenium Aegyptiacum</b> (5)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Plantago Coronopus</b> var. <b>sclerpus</b> et <b>Centaurea melitensis</b> (5)	—	—	—
Groupe écologique à <b>Mantisalca Durisei</b> var. <b>tenella</b> et <b>Medicago hispida</b> var. <b>lappacea</b>	—	—	—

Végétation	Étages bioclimatiques aride et saharien		
	Conductivité	Hydromorphie	Structure Texture
Groupe écologique à <b>Limonium tunetanum</b> et <b>Aeluropus littoralis</b> var. <b>repens</b> (5)	(étages aride inférieur et saharien)		
	12 à 50 millimhos	hydromorphie moyenne à faible, partielle ou totale	massive friable
Groupe écologique à <b>Suaeda maritima</b> et <b>Heliotropium curassavicum</b> (5)	(étages aride inférieur et saharien)		
	6 à 24 millimhos	hydromorphie partielle, superficielle	massive friable
Groupe écologique à <b>Bassia muricata</b> et <b>Launaea resedifolia</b> ssp. <b>eu-resedifolia</b> (5)	(étage aride)		
	1 à 10 millimhos	texture grossière	ochérente plus ou moins lâche
Groupe écologique à <b>Mesembryanthemum nodiflorum</b> et <b>Schismus barbatus</b> var. <b>calycinus</b> (5)	(étage aride)		
	1 à 50 millimhos	texture grossière	cohérente plus ou moins lâche
Groupe écologique à <b>Setaria verticillata</b> ssp. <b>eu-verticillata</b> et <b>Dactyloctenium Aegyptiacum</b> (5)	(étages aride inférieur et saharien)		
	4 à 12 millimhos	texture grossière	cohérente plus ou moins lâche
Groupe écologique à <b>Plantago Coronopus</b> var. <b>scleropus</b> et <b>Centaurea melitensis</b> (5)	(étage aride)		
	inférieur à 15 millimhos	texture moyenne	variable
Groupe écologique à <b>Mantisalca Duriaei</b> var. <b>tenella</b> et <b>Medicago hispida</b> var. <b>lappacea</b>	(étage aride supérieur))		
	inférieure à 15 millimhos	texture fine hydromorphie superficielle faible	variable

— pour **Suaeda fruticosa var. longifolia**, la conductivité des horizons occupés par les racines varie toujours entre 20 et 50 millimhos.

— pour **Arthrocnemum indicum**, la conductivité varie toujours entre 50 et 70 millimhos.

— pour **Halocnemum strobilaceum**, la conductivité des horizons exploités par les racines varie entre 70 et 90 millimhos. Précisons que les chiffres se rapportent à un ensemble de stations de la Tunisie du Nord).

Ce dernier exemple caractérise l'écologie des halophytes succulentes ; ce qui est particulier, c'est la stricte dépendance de ces espèces (**Suaeda fruticosa var. longifolia**, **Arthrocnemum indicum**, **Halocnemum strobilaceum**) à l'égard d'une amplitude étroite de conductivité ; la dépendance à l'égard de l'hydromorphie est beaucoup plus faible

### III. — ESSAI D'INTERPRETATION SYNTHETIQUE

#### A) — Valeur indicatrice de la végétation halophile (voir tab. 2)

Les études effectuées en Tunisie (3, 1965) montrent que la salure, exprimée par la conductivité (c'est à dire par la teneur en sels solubles) et l'hydromorphie, exprimée par les caractères morphologiques du profil (gley, pseudogley, hydromorphie à taches) sont les facteurs principaux intervenant simultanément mais à des degrés divers dans l'écologie de la végétation halophile.

Les exemples cités montrent qu'il existe toute une gamme de groupement caractérisant

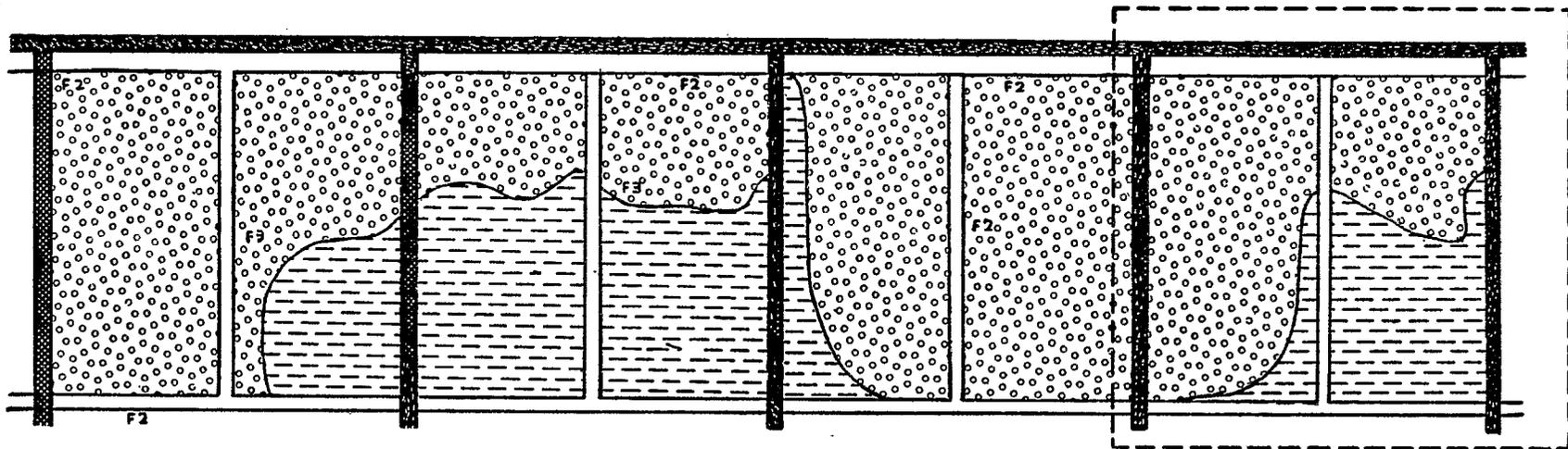
— les uns un type d'hydromorphie pour une amplitude de conductivité large (exemples a, b, c).

— les autres caractérisent des sols présentant une amplitude de conductivité étroite pour une hydromorphie peu variable (exemple d).

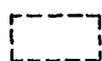
— enfin il existe des groupes écologiques différentiels caractérisant les uns un type de texture du sol (grossière ou fine), les autres un type de cristallisation du gypse (voir le tableau 2)

#### B) — Exemples d'application pratique de la valeur indicatrice de la végétation halophile ; étude des remontées du plan d'eau dans les oasis d'el Galâa, et de Nefta ; phénomènes d'asphyxie existant dans certains périmètres irrigués

1 — Oasis d'el Galâa. Dans l'oasis d'el Galâa, existe une zone haute et une zone basse ; toutes les deux sont irriguées et possèdent des canaux d'évacuation de l'excès d'eau (canaux de drainage). En règle générale, les accidents dus à un drainage défectueux sont à craindre dans la zone



**Figure 3 a** — Schéma montrant, dans les parcelles irriguées de l'oasis d'el galâa la répartition par rapport au réseau d'assainissement, des groupes écologiques à *Suaeda maritima* et *Heliotropium curassavicum*, à *setario verticillata* ssp. eu--verticillata et *Dactyloctenium aegyptiacum*



Parcelles dont la répartition et l'état biologique des variétés de palmiers-dattiers sont étudiés on détail figure 3-b.



Groupe écologique à *Suaeda maritima* et *Heliotropium curassavicum*.



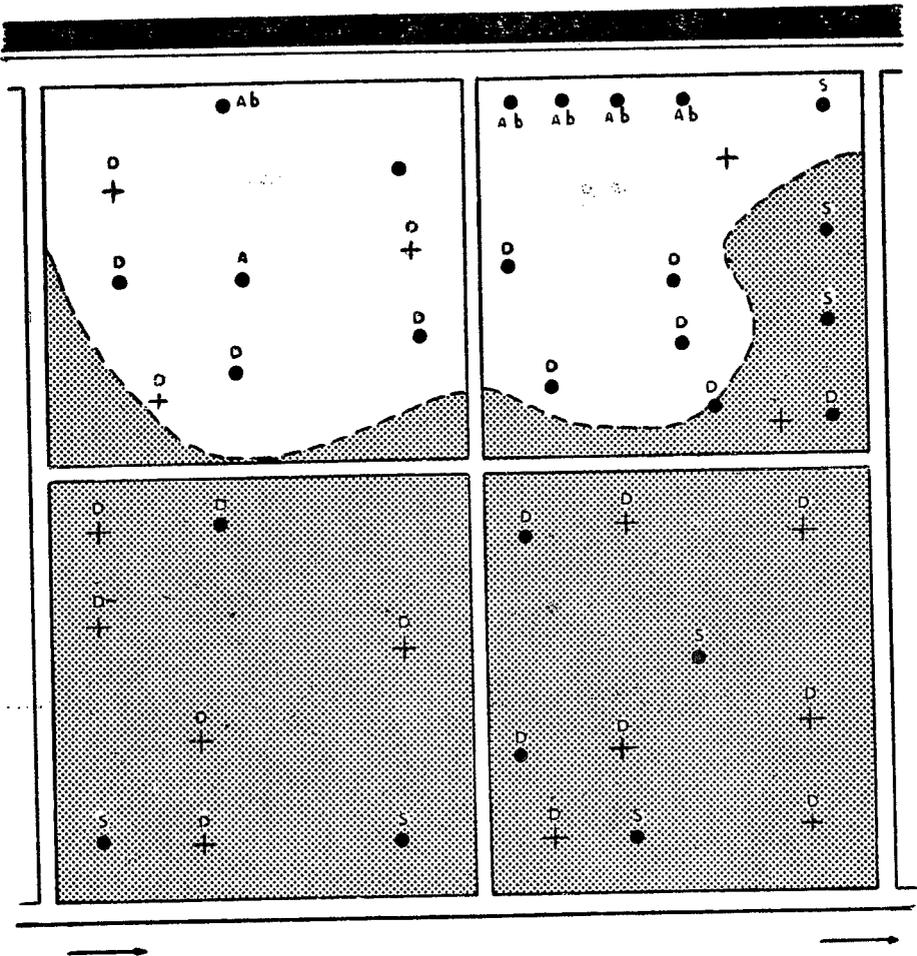
Groupe écologique à *Setaria verticillata* et *Dactyloctenium aegyptiacum*



Fossés d'assainissement principaux (F2) et secondaires (F3).



Réseau d'irrigation.



**Fig. 3-b** — Répartition et état biologique des variétés de palmier dattier (Degla, Allig, palmier à noyau), d'abricotiers, par rapport au fossé d'évacuation F. 2



Tache de végétation constituée par le groupe écologique à *Heliotropium curassavicum* et *Suaeda maritima*.



Tache de végétation constituée par le groupe écologique à *Setaria verticillata* ssp. eu-verticillata et *Dactyloctenium aegyptiacum*.

basse. Aussi, lorsque au milieu d'une végétation normale des terres irriguées et salées (groupe écologique à *Setaria verticillata* ssp. eu-*verticillata* et *Dactyloctenium aegyptiacum*) apparut une végétation d'un type particulier (groupe écologique à *Heliotropium curassavicum* et *Suaeda maritima*), nous entreprimes une étude détaillée par coupes transversales, entre deux fossés collecteurs principaux F 1. Les canaux F 1 étaient profonds de 1 m,20 alors que les canaux collecteurs secondaires F 2 atteignaient de 0 m,80 (voir figure 3 - a). Le long de F 1, suivant une bande d'une certaine largeur, était apparu le groupe écologique à *Heliotropium curassavicum*. A l'extérieur de cette zone, nommée A sur la figure 3 - a, se développait le groupe écologique normal des terres irriguées (groupe à *Setaria verticillata* et *Dactyloctenium aegyptiacum*, nommé B sur la figure 3 -. En A, la profondeur du plan d'eau était de 1 m,10 alors qu'elle était de 1 m,40 en B. Dans les profils exécutés en A, des taches gris-noir apparaissaient indiquant un engorgement du sol ; ces taches n'existaient pas dans les profils de B. L'influence sur les cultures de ces différences d'engorgement et de position du plan d'eau étaient les suivantes (voir figure 3 - b) : les palmiers-dattiers de la variété Deglat ennour (espèce sensible à l'asphyxie) étaient dépérissants en A, bien développés en B. Par conséquent, l'apparition du groupe écologique à *Heliotropium curassavicum* dans une végétation normale des oasis indique une remontée locale du plan d'eau. Ceci correspond à un déséquilibre entre l'apport d'eau et son évacuation. Dans le cas présent, cette localisation par taches le long du canal indique une insuffisance de sa section.

2 — Dans le cadre d'un travail pédologique effectué sur l'oasis de Nefta, nous avons étudié la végétation de l'oasis et ses rapports avec la hauteur du plan d'eau. Nous avons pu distinguer deux zones :

a) — une zone haute, où les remontées du plan d'eau se répartissent par taches. A l'intérieur de ces taches, les fossés d'évacuation des eaux de drainage manquent.

b) — une zone basse, près du chott où le plan d'eau est proche de la surface. Dans ce cas, c'est la faible pente qui empêche l'évacuation de l'eau.

Dans toutes les zones à plan d'eau proche de la surface, les palmiers de la variété Deglat ennour étaient dépérissants. Les moyens d'y remédier vont différer évidemment suivant qu'il s'agit de la zone haute ou la zone basse. Dans la zone haute, il suffira de compléter le réseau des fossés existants ou l'approfondir. Dans la zone basse, un réseau de drainage est à créer. La végétation halophile indicatrice de ces zones à plan d'eau proche de la surface était :

— le groupe écologique à *Suaeda maritima* et *Heliotropium curassavicum*.

— le groupe écologique à *Phragmites communis* var. *isiacus*.

### 3 — Phénomènes d'asphyxie existant dans certains périmètres irrigués

Pour les racines, la stagnation de l'eau en surface crée des conditions d'asphyxie ; ceci entraîne soit un mauvais développement de la plante, soit son dépérissement. Il paraît donc intéressant d'essayer de diagnostiquer l'asphyxie et ses causes par la végétation halophile.

Dans la station expérimentale de Cherfech, parmi une culture de luzerne, sont apparues des taches à *Hutchinsia procumbens* et *Ranunculus trilobus*, taches à l'intérieur desquelles la luzerne dépérissait. Une étude de la conductivité a montré que la salure était la même qu'à l'extérieur des taches, mais les racines des pieds dépérissants présentaient une coloration brun - noir symptôme caractéristique d'asphyxie. L'intérêt pratique de cette observation est le suivant : les planches où ont été observées ces taches avaient une pente de 2 ‰ ; en termes d'irrigateur, cela signifie que pour des sols dont la texture est analogue à celle de la Basse Vallée de la Medjerdah, des parcelles dont la pente est égale ou supérieure à 2 ‰ des phénomènes d'asphyxie. Dans les conditions étudiées (texture fine, irrigation par calants), cela signifie que pour que l'asphyxie n'apparaisse pas, on ne doit pas dépasser une pente de 2 ‰ dans l'établissement des planches d'irrigation.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. — WARMING : (1925). — Oecology of plants, Oxford University Press, London 422 pages, Grande - Bretagne.
2. — FEODOROV (1962). — dans Bases physiologiques de la résistance aux conditions extrêmes 420 pages, (en russe), Edition Académie des Sciences d'U.R.S.S., U.R.S.S.
3. — NOVIKOFF G. (1965). — Contribution à l'étude des relations entre le sol et la végétation halophile de Tunisie Annales de l'INRAT, 339 pages. — Tunisie.

Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Tunisie - Tomes IX et X - 1956-66

Tomes IX et X

1956-66

BULLETIN  
DE LA  
**SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES**  
DE TUNISIE

*Publié avec le concours*  
de L'UNIVERSITE DE TUNIS



SIEGE DE LA SOCIÉTÉ :  
2, RUE SOUK - AHRAS, 2  
TUNIS

Imp. S.T.A.G. - Tunis

B11576