

Nouvelles observations sur les conditions édaphiques et les réactions des plantes indicatrices dans des réserves de pâturages de la Région Alfatière Algérienne

par Charles KILLIAN

Reçu le 1^{er} octobre 1949

1. GÉNÉRALITÉS

La présente publication fait partie d'une série de travaux consacrés au problème de la mise en défens des pâturages dans les territoires du Sud de l'Algérie. A ce sujet de nouvelles observations et des mesures ont pu être faites dans la réserve de Chabounia (Commune mixte de Boghari), établie en 1946 et couvrant une surface de 14 × 14 kms. Située dans la limite du douar de Bouaïche et de celui de Chabounia, en amont de l'Oued Ouercq, à débit très irrégulier, elle est traversée, elle-même, par un ravineau (Aïn-Sultane), sec, comme l'Ouercq, pendant la majeure partie de l'été.

Aux conditions hydrographiques défectueuses s'ajoutent celles du climat, typiquement continental, avec une pluviométrie dépassant rarement 250 à 300 mm. et des précipitations tout à fait irrégulières. « Défavorables à la vie végétale en été, elles le sont autant en hiver, et au premier printemps où les gelées nocturnes sont de règle. Au surplus un vent, glacial en hiver, brûlant en été y souffle fréquemment, hostile à la végétation arborescente et tuant les semailles. »

Un coup d'œil sur notre graphique, établi en 1936, comparant le climat au cours d'une année, à Chabounia, à celui d'Alger, fournira des précisions supplémentaires.

En ce qui concerne la végétation de notre enclave je n'en donnerai qu'un aperçu physiognomique, n'ayant pu faire de relevés

suffisamment nombreux des associations végétales. En effet, la cartographie botanique, indispensable à ce genre de recherches, n'a toujours pas été commencée en Algérie, faute de moyens de travail.

Il aurait fallu, tout d'abord, établir, dans l'ensemble du territoire, bien au delà de notre réserve, des listes phytosociologiques complètes dont l'interprétation aurait nécessité d'autres relevés, dans toute la région alfatière.

Pour le moment l'exploration biologique et écologique de notre enclave, jointe à l'étude des sols, y suppléera. Elle sera même indispensable pour toute application à la pratique, aucune classification des sociétés végétales, fondée sur une vague physiologie collective, ne pouvant la remplacer.

La végétation de notre champ d'expérience, très monotone pour un observateur inaverti, est en réalité extrêmement variée, en relation avec les conditions édaphiques très nuancées. Elles le sont tout particulièrement dans les bas-fonds, temporairement irrigués en hiver et au printemps. Ici peuvent se constituer de véritables prairies, comme je l'ai vu en 1948 et surtout pendant l'année d'abondance 1949, où elles atteignirent 1 m. 50 à 2 m. de hauteur. Ces prairies ont produit le plus et le plus longtemps de jeunes feuilles vertes, ce qui représente un critérium infaillible d'un bon pâturage. Leur exubérante végétation constituait ainsi un témoignage spectaculaire de l'utilité de la mise en défens, par suite de l'enrichissement, en particulier, de la végétation annuelle. Elle présentait, de toute façon, un contraste saisissant avec la maigre flore des collines, d'une grande monotonie, sur d'énormes espaces.

L'étude de ces prairies, jointe à celle de leur substratum a fait, plus spécialement, l'objet de mes recherches.

Celles-là ne sont d'ailleurs pas entièrement nouvelles, étant précédées par d'autres, faites dans une réserve plus ancienne, située à Tadmit, au centre de la Daïa Terchoucha. J'avais trouvé, en 1948, dans le bas-fond de cette dépression, des conditions édaphiques tout à fait similaires, avec le même mélange d'espèces, hétéroclites au point de vue sociologique.

A Tadmit, cependant, la surface irriguée était beaucoup plus restreinte et, en conséquence, toute évolution progressive des associations, comme nous le constaterons à Chabounia, y demeura impossible.

L'interprétation de mes mesures est analogue à celle utilisée antérieurement, les caractères essentiels de sols-types étant condensés dans nos « polygones édaphiques » dont l'explication est donnée dans notre « polygone de référence » (fig. 1).

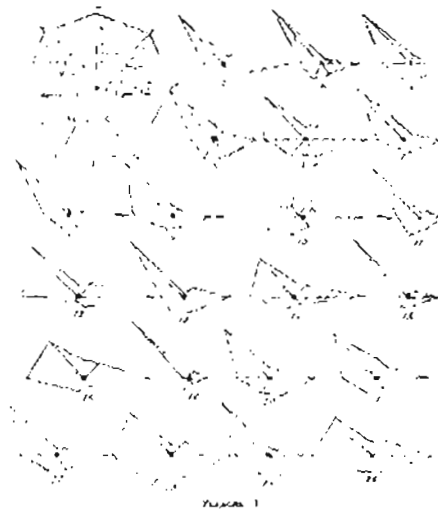


Fig. 1. — Polygone de référence avec les caractéristiques physiques dans la moitié supérieure et les caractéristiques chimiques dans sa moitié inférieure, exprimées en p. cent de sol sec, sauf pour l'Az, exprimé en p. mille.

Fig. 2-26. — Polygones édaphiques du :

Fig. 2. — *Helianthemum crenophilum*.

Fig. 3. — Groupement *Macrochloa tenacissima* et *Thymus algeriensis*.

Fig. 4. — *Echium pycnanthum*.

Fig. 5. — *Noëa spinosissima*.

Fig. 6. — Groupement *Noëa spinosissima* — *Anobasis articulata*.

Fig. 7. — Groupement *Thymus algeriensis* — *Helianthemum crenophilum* — *Atractylis caespitosa*.

Fig. 8-9. — *Atractylis caespitosa*.

Fig. 10. — *Atractylis caespitosa* sur gypse.

Fig. 11. — *Stipa tortilis*.

Fig. 12. — D'une berge ravinée, peuplée de *Plantago albicans*.

Fig. 13. — *Teucrium polium* sur sable éolien, déposé sur cette berge.

Fig. 14. — D'une berge dénudée et ravinée.

Fig. 15. — *Macrochloa tenacissima* sur sable éolien, déposé sur cette berge.

Fig. 18. — *Carex divisa*.

Fig. 19. — *Juncus maritimus*.

Fig. 20. — *Medicago denticulata*.

Fig. 21. — *Medicago litoralis*.

Fig. 22. — Groupement *Medicago litoralis* — *Cynodon dactylon*.

Fig. 23. — Groupement *Cynodon dactylon* — *Salvia verbenaca*.

Fig. 24. — *Cynodon dactylon*, limite.

Fig. 26. — Groupement *Salvia verbenaca* — *Poterium Mugnolii*.

Si leurs granulométries⁽¹⁾ et leurs caractères physiques présentent toujours un intérêt biologique de premier ordre, comme partout en pays sec (KILLIAN 1949), il n'en est plus de même pour leurs caractéristiques chimiques : celles, utilisées dans mon précédent travail (% CaO, MgO, Cl, CaCO³), se sont révélées indifférentes, la salure n'ayant, dans le présent cas, plus aucune action limitative. Je leur ai substitué les facteurs C (%) et Az (°/°°) (fig. 1).

2. SOLS ET VÉGÉTATION EN AMONT

Avant d'aborder l'étude de notre principal sujet, relative à la Biologie des prairies, jetons un coup d'œil rapide sur la végétation environnante. Ce qui frappe, ici, au premier chef, c'est la dominance absolue d'espèces xéromorphes : *Helianthemum eremophilum* couvre ainsi, dès la fin du mois de mai, de ses fleurs jaunes, une grande partie des pentes et des collines, formant un ourlet continu autour de la population d'Halfa (*Macrochloa tenacissima*) qui en occupe les sommets. Le graphique édaphique du premier (fig. 2) est caractérisé par l'abondance du sable (le chiffre relativement élevé de l'équivalent d'humidité pouvant peut-être s'expliquer par la prédominance de sa fraction fine — 50,5 % sur 81,6 %). Chez l'autre, de même (fig. 3), le pourcentage du sable est au maximum (84,1 %) et le chiffre, relativement bas, de l'équivalent pourrait s'expliquer par la prédominance du sable grossier (45 %) ; taux faible de la matière organique chez l'un et chez l'autre. Le pH (8 - 8,3) est atypique, comme le taux des phosphates et celui des potasses assimilables ; pourcentages faibles des chlorures et du CaCO³ (14 mg % et 11,9 %).

Par ailleurs la végétation à *Helianthemum eremophilum* est rarement pure ; aux stations moins sableuses (70 % de sable) elle se mélange au *Noëa spinosissima* ; *H. eremophilum*, à son tour, peut être remplacé localement par d'autres espèces, du même genre, par exemple *H. pergamaceum*, très rarement *H. ellipticum*, ou bien par une Crucifère très abondante, *Eruca pinnatifida* qui peut le relayer complètement dans les bas-fonds⁽²⁾.

Au printemps, au contraire, c'est un autre associé, *Echium*

(1) Les déterminations ont été faites avec la pipette murale, et les chiffres ont été établis d'après les normes internationales ; nos graphiques, par conséquent, ne se comparent pas tout à fait à ceux du précédent travail. Quant à la porosité, j'ai pu la déterminer à quelques endroits favorables, à l'aide d'un cylindre-sonde de 500 cm³. Le dosage de l'air, par rapport au volume de la carotte, a été effectué par immersion dans le benzène, et la différence entre le volume total et celui des particules solides m'a fourni la porosité que j'ai rapportée à ce volume.

(2) A l'état sec, en été, cette espèce produit un excellent fourrage de secours.

pycnanthum qui, par la profusion de ses fleurs bleues, domine la physiologie des collines.

Son polygone édaphique (fig. 4) se rattache de près à ceux qui précèdent. Parmi ses associés je cite *Argyrolobium uniflorum*, *Centaurea Melitensis*, *Astragalus hamosus* et *Telephium sphaerospermum*.

Une autre espèce, très répandue et à allure très xéromorphe est le *Noëa spinosissima*, souvent en société d'un deuxième xéromorphe, *Anabasis articulata*, et surtout du *Karrichtera Vellae*. Ce dernier peut couvrir de grands espaces et envahit aussi les bas-fonds. Le premier (fig. 5) habite des sols, légèrement plus riches en particules dispersées, ayant, de même, un chiffre plus élevé pour la matière organique et l'hygroscopicité. Pour l'*Anabasis*, en société du *Noëa* (fig. 6) cette augmentation de l'argile, haussant l'équivalent et l'hygroscopicité, est particulièrement marquée, conformément à ce que j'avais trouvé à Tadmit, en 1948.

Parmi ses associés, dans ce même milieu biologique, je cite *Atractylis prolifer* et surtout *A. caespitosa*, souvent en compagnie du *Hernaria cinerea* et du *Helianthemum pergamaceum*. Toutes ces espèces sont indicatrices des sols arides.

Par ailleurs, aux endroits les plus pierreux, se constitue un peuplement particulier, dont les représentants les plus marquants sont *Atractylis caespitosa*, *Teucrium polium* et surtout *Thymus algeriensis*. Le thym (fig. 7) peut même se substituer à l'*Halfa* (*Macrochloa tenacissima*) (également un habitué des stations rocailleuses), lorsque celui-ci est détruit par l'incendie. Ce remplacement est lent et débute par l'apparition d'espèces annuelles provenant des associations voisines, telles *Tragiopsis dichotoma*, *Malva aegyptiaca*, *Plantago albicans*, *Mathiola livida* et *M. tristis*, *Alyssum campestre*, *Telephium sphaerospermum*; mais il n'est pas définitif car l'*Halfa* reprendra finalement, grâce à ses rejets de souche et, au bout de trois saisons, de nouvelles feuilles tendres surgiront partout.

Les endroits caillouteux des sommets, dégradés par le pacage, sont habités par une autre espèce, très typique, *Thymelaea hirsuta* qui n'est pas comestible et qui progresse partout dans les pâturages ruinés (1). Avec elle, *Atractylis caespitosa*, rivé aux terrains caillouteux, peut s'avancer jusqu'à la limite des prairies où il sera en lutte avec des espèces plus vigoureuses et plus expansives. Ici, comme à ses stations d'origine, il y a dominance de la fraction sableuse, et du sable fin en particulier, et les caractéristiques sont essentiellement celles des stations précédentes (cf. fig. 8 et 9). Comme partout ailleurs, la teneur en air est importante (66 %), la porosité, au contraire, faible (34 %). Cette même espèce envahit aussi les affleurements gypseux, généralement dénudés, des berges

(1) Confirmé par Boyko (l. c.).

ravinées. Extrêmement limoneuses, mais très pauvres en sable (fig. 10), ces stations ont un pouvoir rétenteur en eau très élevé (35,8 %), une hygroscopicité maxima, en raison de leur teneur en anhydride et renferment, effectivement, en juin plus d'eau (9,4 % : volume) qu'au voisinage ; leur taux calcaire est important (28,3 %) (1).

Non loin de ces berges dénudées la steppe aride se couvre d'une autre espèce persistante qui domine sur de grands espaces : c'est le *Stipa tortilis* qui donne sa physionomie si particulière au paysage d'été.

Cette Graminée, qu'elle soit pure ou mélangée à d'autres espèces du même genre, par exemple *parviflora* ou *barbata*, se substitue entièrement au *Helianthemum eremophilum*, au *Noëa spinosissima* et à l'*Atractylis caespitosa*. On pourrait l'attribuer à la plus grande perméabilité du sol (selon le graphique 11), mais c'est aux phyto-sociologues de trancher la question, en définissant et en délimitant son association (2).

Mentionnons, pour terminer, quelques enclaves, purement édaphiques, foncièrement distinctes des véritables associations sociologiques. Tel est le cas du *Plantago albicans* et d'une espèce hivernale, le *Schismus barbatus*, qui sont dispersés, l'un et l'autre, dans toutes les sociétés végétales, partout où le vent a amené une mince couche de sable.

Signalons, à cette même occasion, l'absence presque complète d'une bonne espèce indicatrice, *Atriplex Halimus*. C'est précisément son extrême rareté qui indique un dessalement, presque complet, des sols de notre enclave.

D'autres exemples pour prouver, combien de faibles modifications des sols peuvent agir sur leur couverture végétale, ont été repérés sur les berges de l'oued Ain Sultane. Ravinées et complètement dénudées ou couvertes d'une maigre végétation de *Plantago albicans*, elles peuvent être recolonisées par des pieds de *Teucrium polium*, lorsque l'ensablement est à ses débuts ; aux endroits où l'apport du matériel éolien est plus important, nous voyons apparaître des Graminées perennes, *Lygeum spartum* et même *Macrochloa tenacissima*.

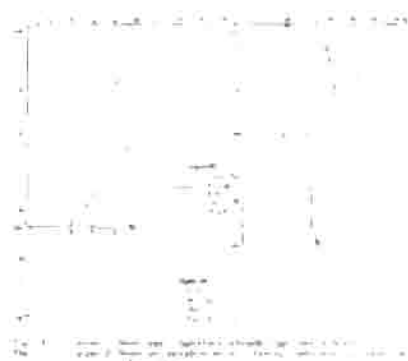
Nos deux paires de graphiques 12-13 et 14-15 nous montrent ainsi les corrélations étroites qui existent entre cette colonisation progressive et les changements correspondants des sols, chimiques et physiques. Ces figures sont trop parlantes pour exiger un commentaire.

(1) Aux endroits moins gypseux j'ai trouvé localisé le *Pteranthus echinatus*, mais pas ou peu d'espèces annuelles ; elles semblent prospérer, à ces stations particulières, seulement après les pluies printanières.

(2) Boyko la trouve dans la même ambiance ; suivant cet auteur sa dominance indiquerait l'absence d'un surpâturage et une pluviométrie de 200 à 250 mm.

Un coup d'œil rétrospectif sur les graphiques ci-dessus nous apprend donc que les sols des collines renferment généralement une importante fraction sableuse d'où leur perméabilité qui explique, à son tour, la présence d'une flore plus ou moins xérophile.

Nous compléterons leur étude par l'examen d'une coupe de terrain qui nous fournira quelques renseignements supplémentaires (fig. 16).



Une pareille coupe, creusée par l'oued au bas d'une colline, au cœur de la végétation xérophile, nous montre, sur un mètre de profondeur, une série continue de sables, cimentés, à différents horizons, par des gravillons. D'après l'analyse granulométrique il y a dominance de la fraction sablonneuse jusqu'à 81 cm ; son pourcentage diminue insensiblement vers le bas, entraînant une hausse proportionnelle du limon.

Ici les cailloux augmentent de taille, pour être remplacés, subitement, par un grossier poudingue, constitué par des éléments roulés. La coupe se termine par une couche imperméable d'argile blanche-verdâtre, à importante fraction argileuse ayant une hygroscopicité de 3,4 %, donc plus du double de celle des couches superposées (fig. 16, bas), avec une réaction légèrement alcaline (pH 8,5, contre 8,3 à 50 cm. et 7,9 en surface) ; cependant le pourcentage du

CaCo³ va en diminuant (20, 19 et 18 %) en profondeur, comme d'ailleurs celui du C (0,35 — 0,13 et 0,12 %) et de l'Az (0,54 — 0,39 et 0,25 ‰) (fig. 16, bas).

Notre coupe nous apprend que l'oued était plus puissant autrefois et qu'il avait un régime torrentiel au départ ; puis progressivement, par suite de la dessiccation du climat, il s'est ensablé ; la rubéfaction plus intense, en surface, la taille plus petite des cailloux et leur forme moins arrondie en fournissent un témoignage supplémentaire.

A 1 km. environ de distance les méandres de l'oued mettent à jour une deuxième coupe, située sur la rive opposée, en contre-bas (fig. 17). Sa surface dont la fraction limoneuse est bien plus importante qu'en face avec une porosité relativement faible (37 %) est occupée par une végétation clairsemée de *Plantago albicans* qui remplace intégralement les xérophytes. Le sol, d'une structure uniformément grumeleuse jusqu'à 30 cm. de profondeur, voit, dès 10 cm., augmenter sa fraction argileuse et en même temps diminuer le taux du sable fin ; bien plus pauvre en chlorures (avec des maxima de 18,3 mg. en surface et 11,0 mg. à 1 m., contre 63,2 et 67,2 à 30 et 55 cm. respectivement, en face) il présente, de même, des pourcentages moindres de CaCo³ — 11, 12 et 14% —. De 30 à 45 cm. l'apparition de plusieurs couches de gravier va de pair avec une hausse du pourcentage de l'argile. Ceux-ci sont remplacés, brusquement, par un horizon de gros graviers arrondis, correspondant exactement à celui de la première coupe. Cette remarque s'applique aussi à la couche crayeuse sous jacente, également imperméable, mais bien plus limoneuse (39,7 %) et plus calcaire (36,1 %) que là.

La coupe ci-dessus appartient vraisemblablement à une nappe d'épandage à courant moins violent qu'en face.

Ceci posé, nous passons au sujet qui nous intéresse plus particulièrement : *Sols et végétation des bas fonds.*

3. SOLS ET VÉGÉTATION DES BAS FONDS

La végétation clairsemée des collines, nous l'avons vu tout à l'heure, passe brusquement, sans transition aucune, aux associations plus denses, souvent exubérantes, des bas-fonds.

Ces dernières sont particulièrement développées sur les berges de l'oued Aïn Sultane où peuvent se maintenir des flaques d'eau pendant une partie du printemps.

L'irrigation a une action directe sur la constitution des sociétés végétales, ceci est hors de doute, l'eau étant ici le facteur limitant tout puissant. Mais le passages des crues, entraînant des matières

détritiques et alluviales, agit, à son tour, en facteur sélectionnant et nous explique la zonation, si typique, de la végétation des berges. Cette interprétation se confirme par les observations que j'ai pu faire dans les ravinaux de pluie de moindre taille, à crues moins violentes. On y retrouve une zonation du même genre, mais beaucoup moins complexe.

Le régime hydrique crée, par conséquent, aux espèces des bas-fonds des conditions vitales, foncièrement différentes de celles réalisées en amont, et ceci explique aisément leur localisation étroite. Seules les stations picurreuses permettent un mélange des éléments et, par conséquent, une expansion de xérophytes. Ainsi s'explique la présence, dans le lit de l'oued, de quelques touffes isolées du *Lygeum spartum* et du *Thymelaea hirsuta*. Elles peuvent se maintenir temporairement sur le cailloutis, mais seront envahies, par année pluvieuse, par leurs concurrents plus dynamiques. Je cite, dans le même ordre d'idées, la présence de l'*Atractylis caespitosa*, déterminée par le ravinement local des berges.

Aux xérophytes hétérotopes ci-dessus s'oppose, diamétralement, la série des véritables hygrophyles, rivés aux abords des flaques d'eau dont ils occupent les sols boueux. Je cite : *Polygonum aviculare*, *Carex divisa*, *Scirpus holoschoenus*, *Atractylis caespitosa*, *Teucrium campanulatum* et *Senebiera coronopifolia*. Ce même groupement figurait aussi dans les stations humides du ravin de Terchoucha.

En ce qui concerne le sol, habité par ce peuplement, il est, suivant le graphique 18 (pl. 1, p. 3), établi dans la zone du *Carex*, fortement limoneux, avec prédominance du sable fin, un pH légèrement alcalin (8,1), une importante hygroscopicité, un équivalent d'humidité élevé, mais il renferme peu de matières minérales et organiques.

Un autre peuplement, bien individualisé, constituant une véritable enclave, est constitué par une végétation dense de *Juncus maritimus*. Son graphique édaphique (fig. 19) dénote un sol extrêmement sableux (90 %) et lessivé, en raison de sa perméabilité. Effectivement son taux phosphorique est très faible (6,5 mg %) de même son pourcentage potassique (21,8 mg %). Mais, par suite de son enfeutrement intense par les racines, le taux hydrique par volume est très faible (1,9 %), la porosité moyenne (63,8 %), mais son taux aérien important (61,8 %).

En contre-bas du peuplement des joncs, nous passons à une autre zone végétale, très individualisée, étant marquée par le passage des crues.

Une nouvelle espèce y fait son apparition et domine nettement par sa masse végétale : c'est le *Medicago denticulata*. Son graphique

édaphique accuse une importante fraction sablonneuse, réduisant à un minimum les autres caractéristiques physiques, telles hygrosco-picité et l'équivalent d'humidité ; il en est de même pour ses caractéristiques chimiques (fig. 20), pour les matières minérales, et le P_2O_5 assimilable (15,8 mg. %) ; seul le K_2O assimilable peut accuser une hausse (49,4 %) ; son $CaCO_3$ tombe à 10,3 % ; quant à sa réaction ionique, elle est voisine de la neutralité (7,5), caractère typique de la plupart des sols des bas-fonds.

Des caractéristiques physiques ci-dessus découle une bonne aération (66,3 % d'air par volume), une porosité très élevée (71,6 %), un taux hydrique, satisfaisant encore en juin (5,3 % : vol) et une faible compacité (28,3 de particules solides par volume).

Une autre espèce, tout aussi abondante, *Medicago littoralis*, se mélange fréquemment au *denticulata* ; lorsqu'elle prend le dessus — ce qui est le cas sur des sols plus exondés — elle pourra constituer des peuplements, plus ou moins purs, et très touffus. Son graphique édaphique, relevé au voisinage d'une station de *denticulata*, accuse une légère augmentation du limon (fig. 21). Mais ce caractère ne lui est nullement spécifique, car il fait défaut à d'autres endroits où l'ensablement entraîne une nouvelle hausse de la fraction sableuse.

Le peuplement du *Medicago littoralis* passe, à son tour, à une autre formation, plutôt prairiale, celle du *Cynodon dactylon*, Graminée très répandue des berges qui constitue de véritables gazons touffus dont j'ai déjà apprécié la valeur colonisatrice (1949). Lorsque les deux peuplements sont mélangés, leurs graphiques édaphiques sont tout à fait similaires à celui du *Medicago littoralis*, par suite de la dominance de la fraction sableuse (76,4 %) (fig. 22). Mais lorsque le *Cynodon* prend le dessus, c'est-à-dire lorsque les terrains sont plus exondés, il se produit une baisse très sensible de cette fraction, corrélativement à la hausse des fractions dispersées, de l'hygrosco-picité et de l'équivalent d'humidité (fig. 23). En outre l'épais feutrage des rhizomes favorise l'aération du sol (52,9 %), mais diminue à 58 % sa porosité ; taux relativement important (4,9 %) d'eau par volume.

En périphérie, lorsque le terrain devient plus caillouteux, la végétation du *Cynodon* se rabougrit. A ces endroits il y a hausse de la fraction sableuse, avec diminution des autres caractéristiques physiques (fig. 24).

Tout autrement au centre des pelouses où son système souterrain, extrêmement enchevêtré, enrichit le sol de ses parties mortes, et en augmente le taux organique ; peu à peu les matières humiques pénètrent en profondeur. C'est ce qui ressort de l'étude de notre troisième coupe (fig. 25, p. 12).

Creusée par l'oued en plein peuplement de *Cynodon*, elle présente

des couches, uniformément grumeleuses, d'une couleur blanc-rosé par suite du mélange avec les éléments sableux en amont. Notre figure montre, effectivement, une dominance du sable sur 60 cm. de profondeur, allant jusqu'à 79 %, d'où les faibles valeurs de l'hygroscopicité et de l'équivalent d'humidité. Enrichissement en matière organique sur les premiers dix centimètres, puis appauvrissement ; déficit aussi des sels assimilables (6-11 mg. % PO^5 et 5-12 mg. % de K^2O).

Mais subitement, entre 60 et 70 cm., nous voyons la couleur du sol virer légèrement au gris, ce qui est vraisemblablement en rapport avec la hausse du C à 1,02 % et celle de l'Az à 0,87 ‰. En même temps le taux de l'argile hausse de 10 à 22 %. Nous avons, par conséquent, affaire à une véritable couche d'accumulation de la matière organique, infiltrée du haut (fig. 25, haut).

En dessous on assiste, au contraire, à une décoloration, avec une nouvelle diminution de l'azote, à 0,5 ‰, et une forte baisse du C à 0,26 %, corrélatives à une hausse du limon. J'attribue ces changements de couleur à une action réductrice de la matière organique.

Entre 1 m. et 1 m. 50 le sol grumeleux est remplacé par des couches de gravier fin auxquelles succède le même gravier grossier que dans les coupes précédentes.

Par conséquent ce dépôt a dû se constituer dans des conditions comparables à celles du premier ; il marque l'emplacement d'une cuvette à faible courant qui, insensiblement, s'est enlisée.

La station du chiendent forme transition vers les zones qui seront exceptionnellement touchées par les crues. Effectivement le gazon est remplacé, en périphérie, par une végétation moins dense, caractérisée par la présence du *Salvia verbenaca*, de l'*Eryngium campestre* et du *Poterium Magnolii*. Son graphique édaphique accuse une nouvelle baisse de la fraction sableuse, avec dominance du sable grossier (fig. 26) (pl. 1), diminution à 38,1 % du taux aérien, et corrélativement, hausse de la porosité à 61,7 % ; le pH est de 8,4, le K^2O de 60,5 mg. %. Une légère hausse du taux psammique à 78 %, au sein de ce groupement végétal, est marquée par l'apparition du *Bromus rubens* ; à ces endroits l'équivalent d'humidité baisse à 14 %, l'hygroscopicité à 1,9 %.

A un niveau légèrement supérieur où le sol est inondé exclusivement par les plus fortes crues, la prairie à *Cynodon* est remplacée par un peuplement particulièrement typique pour la steppe algérienne : celui de l'*Artemisia Herba-alba* (le « Chih » des Arabes). Les premières touffes, infiltrées dans les pelouses, augmentent en nombre et constituent finalement une association pure. La pénétration du Chih se présente, par conséquent, dans des conditions

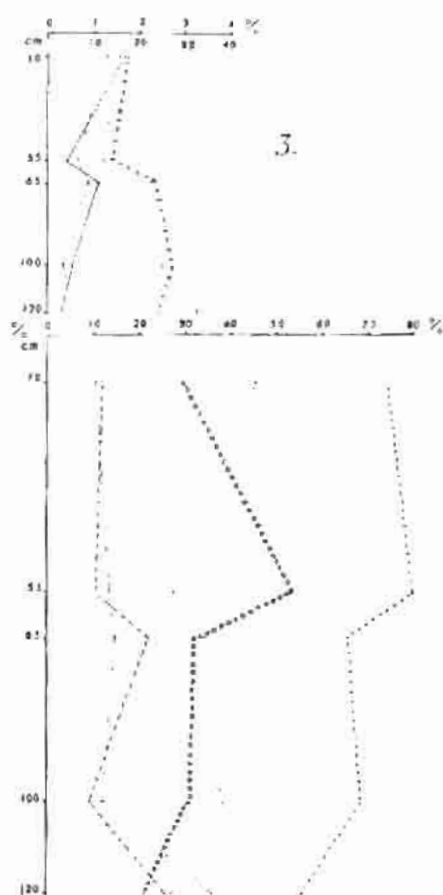


Fig. 25. — Coupe 3. Sous un peuplement prairial où domine *Cynodon dactylon*; même légende que pour la coupe 1.

tout à fait semblables à celles réalisées dans la daïa Terchoucha (KILLIAN 1938). Partout cette espèce longe les ravineaux et se maintient en marge du passage des crues.

Aux avant-postes de l'*Artemisia* se mêlent sporadiquement des pieds de *Salsola vermiculata* dont la limite est marquée par une hausse de la fraction sableuse, entraînant une baisse de l'hygroscopicité (fig. 27, pl. 2).



Fig. 27-45. — Graphiques édaphiques :

Fig. 27. — Groupement *Salsola vermiculata*, *Artemisia herba-alba*.

Fig. 28-29. — *Artemisia herba-alba* pur.

Fig. 30. — D'un champ en friche remplaçant *Artemisia herba-alba*.

Fig. 31. — Groupement *Artemisia herba-alba* — *Helianthemum eremophilum*.

Fig. 32. — Groupement *Artemisia herba-alba* — *Noëa spinosissima*.

Fig. 33. — Groupement *Artemisia herba-alba* — *Hordeum murinum*.

Fig. 35. — *Cynoglossum cheirifolium* sur humus.

Fig. 37-38. — *Melica Magnolii* sur humus.

Fig. 39. — *Calendula arvensis* sur humus.

Fig. 40. — *Cichorium intybus* sur humus.

Fig. 41. — *Cichorium intybus*, *Malva sylvestris*, *Centaurea microcephala* sur humus.

Fig. 42. — *Eryngium campestre* sur humus.

Fig. 43. — *Aizoon hispanicum* sur nebka dégradé.

Fig. 44. — Peuplement prairial par année d'abondance (1949).

Fig. 45. — Sa marge, dans la zone des premiers *Helianthemum eremophilum*.

Cette espèce ne se groupe cependant pas en peuplements denses, comme à Tadmit⁽¹⁾ où elle constitue l'espèce dominante des bas-fonds ; ici, au contraire, elle est nettement dominée par l'*Artemisia*, preuve indéniable de l'évolution progressive de leur communauté.

Lorsqu'on avance plus en amont, aux endroits où le « Chih » constitue des peuplement massifs, on trouve des changements importants dans la qualité des sols : nouvelle hausse, assez forte, de la fraction limoneuse et baisse corrélative du sable, surtout de sa fraction grossière ; ce caractère influe profondément sur toutes leurs autres caractéristiques, chimiques et physiques ; la diminution de la perméabilité entraîne ainsi une hausse à 25 mg. % du P²O⁵ assimilable et de même du K²O, dont j'ai dosé un taux aussi élevé que 68,3 mg. %. L'absence presque complète de cailloux entraîne une diminution de la porosité à 55,4 % (graphique 28 et 29).

Les qualités supérieures des terres d'*Artemisia Herba-alba*, diamétralement opposées à celles des collines, dégradées et ravineées par les pluies, est connue, depuis longtemps, aux populations sédentaires de la steppe algérienne : en effet ils les défrichent fréquemment en vue d'y cultiver des céréales. J'ai trouvé des vestiges d'anciens champs partout, soit dans l'oued Ain Sultane, soit dans les ravineaux, creusés dans les plateaux environnants. Ces sols, primitivement occupés par des peuplements denses d'armoises, sont restés en friche et se sont couverts d'une flore adventice, très modifiée, où se mélangent les restes de l'ancienne végétation avec des nouveaux venus ; y foisonnent les espèces annuelles, provenant des zones voisines et dont la germination avait été déclenchée par le labour ; des espèces rudérales, dues au passage des hommes et des bêtes, viennent s'y ajouter.

Le premier groupe est représenté par *Centaurea Claryi*, *Linaria aglutinans*, *Androsace maxima*, *Roemeria hybrida*⁽²⁾, *Reseda Phyteuma* donc les mêmes espèces, déjà repérées à Tadmit. J'en ai trouvé d'autres dont l'attribution sociologique reste à définir : *Tragiopsis dichotoma*, *Thesium humile*, *Carduncellus Spachii*, *Rhaponiticum acaule*, *Micropus bombycinus*, *Lonchophora capiomontana*, *Nonnea micrantha*, *Echinopsis spinocarpa*, *Erodium laciniatum* puis, aux endroits légèrement ensablés, *Spergularia diandra* et *Schismus barbatus*.

Les nitrophytes sont représentés par *Glaucium corniculatum*, *Fumaria capreolata*, *Euphorbia fallax*, *Marrubium vulgare*, plus rarement *Alyssum maritimum*, puis surtout par *Hordeum muri-*

(1) Strictement localisée sur les berges à *Chabounia*, elle s'étend plus loin, à Tadmit, et se trouve parfois en société des *Helianthèmes xérophytiques*.

(2) Le graphique édaphique de cette espèce (que je ne représente pas) est caractérisé par une hausse de la fraction sableuse, motivée par sa plus grande psammophilie.

num var. *leporinum*, juxtaposé, en populations serrées, aux touffes d'armoises ; enfin le nitrophyte par excellence : *Peganum harmala*, localisé en périphérie (1).

Parmi les espèces, généralement considérées comme messicoles, j'ai noté *Scorpiurus sulcatus*, *Silene cucubalus* et *Vaccaria pyramidalis*.

Les excellentes qualités de ces sols de culture sont illustrées par la figure 30. J'ajouterai qu'ils sont souvent plus riches en calcaire que les terres des alentours (20 % et plus), que leur teneur en phosphates peut être de 25 mg. %, que le pourcentage potassique peut atteindre le maximum de 79 mg. %.

En périphérie, où se maintiennent quelques pieds d'*Artemisia Herba-alba*, souvent mêlés aux espèces, provenant des sols vierges, leur mélange a une répercussion immédiate sur les caractères du substratum.

Aux confins de la steppe à *Helianthemum eremophilum*, le sol, relativement riche en particules dispersées et en matières organiques, garde ainsi ses bonnes qualités (fig. 31), le taux phosphorique atteignant encore 15,3 mg. %, le taux potassique 50 mg. %. Plus en amont, où apparaît le *Noëa spinosissima*, la fraction sableuse augmente à 80 %, d'où les différences fondamentales de son graphique (fig. 32) ; diminution, de même, de 2,5 %, de son taux hydrique par volume, mais hausse, à 63,4 %, de sa porosité.

Mais le sable éolien peut aussi pénétrer dans les bas-fonds. Un peuplement clairsemé d'armoise sera, dans ces conditions, envahi par des plantes à caractères plutôt psammophytiques, notamment le *Hordeum murinum*. Des relevés, faits à de pareilles stations, nous montrent que leurs caractéristiques physiques sont intermédiaires entre celles des deux sols précédents (fig. 33). Cette remarque s'applique aussi à leur porosité (qui est de 58 %), leur taux aérien (54 % par volume) et leur compacité, le pourcentage des particules solides par volume se situant à 41,7 %.

J'ai signalé, dans mon précédent mémoire (2), qu'à Terchoucha les peuplements du « Chih » représentaient indubitablement le dernier terme d'une évolution progressive des associations.

Ici au contraire ils sont envahis par une autre espèce, très expansive, qui est le *Ziziphus Lotus*. Cette espèce couvre généralement, par ses buissons touffus, les buttes limoneuses (les « Nebka » des Arabes) (3) qui s'égrainent en chapelets dans les fonds des oueds et des grands ravineaux.

C'est autour de ces buttes, et abritée par elles, que la végéta-

(1) Cette espèce est toxique à l'état frais, comestible après dessiccation, en été.

(2) Dans deux publications antérieures, en 1945 et en 1949, mais surtout dans cette première, j'ai étudié plus spécialement les qualités biologiques des Nebka.

(3) *Annales Inst. Agr. Algérie.*, IV, 9, 1949.

tion atteint son maximum de densité et c'est d'ici que part la colonisation des terres voisines. On se l'explique : la broussaille fournit un abri à toute une série d'animaux qui enrichissent la terre par leurs déchets, stimulant la croissance de nombreuses espèces de grande taille et de haute valeur fourragère. Toujours en est-il que leur exubérante végétation est étroitement liée à la présence du jujubier ; elle est même directement proportionnelle à sa vigueur.

Mais les buissons du *Zizyphus Lotus*, constituant de véritables enclaves dans les peuplements denses des bas-fonds, dépendent, en réalité, de conditions édaphiques très particulières.

L'étude d'une coupe, creusée par l'oued dans le flanc d'une pareille butte à jujubier, m'a documenté sur leur constitution et leur genèse. On voit, dans notre graphique 34 (coupe 4) que les couches supérieures sont moins riches en sable, mais plus argileuses et

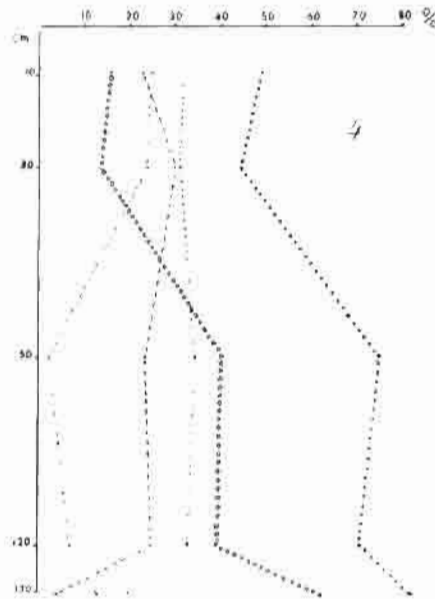


Fig. 34. — Coupe 4. Sous un buisson de *Zizyphus Lotus* ; même légende que pour la coupe 1.

limoneuses que dans les autres coupes, et ceci jusqu'à une profondeur de 30 cm. Le sol est caractérisé, en outre, par sa couleur brune, résultant de l'apport d'humus, fourni par la litière abondante. A 50 cm. seulement le limon cède sa place à une quantité équivalente de sable, mais l'argile maintient approximativement son pourcentage.

Cette dominance des fractions dispersées, mais surtout l'abondance de l'humus dans les couches supérieures de la coupe, peut nous expliquer l'important pouvoir rétenteur pour l'eau qui est le caractère saillant d'une parcelle de Nebka.

Les apports phytogènes disparaissent à 70 cm. seulement. La couleur brune du sol fait, en conséquence, place à une teinte plus claire qui résulte vraisemblablement d'une réduction, pareille à celle que j'ai signalée dans la cuvette à *Cynodon*.

A cet horizon on trouve, de même, une véritable couche d'accumulation de l'humus. Plus bas, on tombe sur un horizon de gros gravier, puis de gravier fin, cimenté sur 40 cm. d'épaisseur. Ce dernier repose sur une épaisse couche d'argile verdâtre, pareille à celle des autres profils; mais ici elle est concave, et particulièrement riche en calcaire (51 % contre 13 à 17 % dans les couches supérieures). En outre elle est bordée, sur les côtés, par de gros cailloux cimentés, constituant ainsi une véritable cuvette. C'est grâce à son étanchéité que les racines du jujubier trouveront, en toute saison, l'eau indispensable à leur subsistance.

Les conditions édaphiques, très particulières, dans lesquelles vit ce buisson, se rapprochent donc bien plus de celles, réalisées dans la coupe du *Cynodon* (fig. 25) que de celles, d'un sol sous une végétation xérophytique.

Les analyses granulométriques de notre coupe, trop sommaires, ont été complétées, dans la suite, par d'autres, faites plus particulièrement dans les assises supérieures, très humifères.

Pour le *choix de mes échantillons* je me suis laissé guider exclusivement par les *types de végétation*.

Mais j'ai dû me rendre compte que leur tri était malaisé : on se trouve en présence d'un mélange d'espèces, hétéroclite et inextricable en apparence. C'est ce qui ressort du relevé ci-dessous (1) fait

(1) Relevé sociologique d'un carré de 25 m² dans un buisson de *Zizyphus Lotus* :

Zizyphus Lotus, *Atriplex parviflora*, 1, 1, *Salsola vermiculata* + 1, *Melica Magnoli* + 1, *Lolium perenne* + 1, *Asparagus horridus* 2, *Bromus rubens* 1,2, *Phalaris coerulea* 1,2, *Peganum Harmala* +, *Silene rubella* +, *Papaver hydridum* +, *Bupleurum semicompositum*, *Hordium murinum* 1,2, *Malva hispanica* +, *Hedypnois polymorpha* +, *Reseda proprinqua* +, *Paronychia argentea* +, *Spergula rubra* +, *Calendula aegyptiaca* +, *Erodium laciniatum* +, *Anacyclus clavatus* +, *Diploaxis virgata* +, *Torilis nodosa* + *Lonchophora capiomontana* +, *Schismus barbatus* +, *Plantago cf. lagopus* +, *Reseda neglecta* +, *Karrichtera Vellae* +, *Aizoon hispanicum* +, *Kentrophyllum lanatum* +, *Glau-cium corniculatum* +, *Brachypodium distachyum* +, *Papaver Rhoas* +.

en fin mai 1948, au moment où la végétation était au maximum de son développement.

Cependant l'étude plus approfondie montre qu'il n'en est pas ainsi en réalité ; l'évolution des sociétés végétales, marquée par la présence de telle espèce dominante, est soumise à des règles fixes : leur composition reflète fidèlement les modifications des sols, déterminées surtout par l'humidification.

Vu l'impossibilité de poursuivre ces changements pendant une longue série d'années, je me suis borné à les étudier dans l'espace, c'est-à-dire d'un point plus humifié à un autre, moins humifié. En comparant ainsi, dans une Nebka ancienne, la végétation du centre avec celle qui en couvre les abords, les différences sont absolument frappantes : en périphérie c'est la dominance du *Salvia verbenaca*, de l'*Eryngium campestre*, du *Poterium Magnolii* avec quelques rares *Paronychia argentea*, *Papaver hybridum*, *Medicago lappacea* et surtout *Plantago psyllium* y figurent comme indicateurs de sols secs; vers l'été s'y ajoute *Rochelia stellulata* et *Convolvulus arvensis*.

Ces endroits plus sablonneux servent, dès les premières pluies d'automne, à la germination d'espèces plus ou moins psammophiles, telles *Schismus barbatus*, *Erodium malacoides* et *pulverulentum*, *Torilis nodosa*, *Alsine montana*, *Aegilops ovata*, *Ceratocephalus incurvus*, *Micropus supinus*; *Roemeria hybrida* s'y joint plus tard.

En pénétrant vers le centre de la Nebka, on voit diminuer le nombre de ces psammophytes ; ils cèdent leur place à des espèces plus vigoureuses, à feuillage tendre.

Je cite, entre autres, *Calendula arvensis*, *Cynoglossum cheirifolium*, *Chrysanthemum coronarium*, *Launea nudicaulis*, *Marrubium vulgare*, *Scorpiurus sulcatus*, *Diplotaxis Harra*, *Adonis microcarpa* puis, en grande abondance dans tous les bas-fonds, *Rhaphanus raphanistrum* auxquels se mélangent d'autres espèces à tendance nettement nitrophile telles *Lamium amplexicaule*, *Malva silvestris*, *Papaver Rhoas* et surtout *Peganum Harmala*. Les graphiques édaphiques de ces stations montrent une hausse des fractions dispersées, de l'hygroscopicité et de l'équivalent d'humidité; mais leur pH se maintient toujours entre 7,5 et 7,6 ; diminution à 62 % de leur porosité.

La fig. 36, ensuite, qui vient compléter ces graphiques, illustre, pour les différentes zones, la progression des fractions de l'humus, déterminées par la méthode WAKSMAN. Elle prouve que ces fractions y figurent toutes, exception faite de la cellulose, et qu'elles se présentent en faibles quantités. Le quotient C/Az y est de 13, preuve d'une bonne décomposition de la substance organique. Le chiffre élevé des cendres (99 %) vient confirmer cette interprétation.

L'amélioration constante des sols par leur humification permet une colonisation par des espèces de plus grande taille telles *Sonchus tenerrimus*, *Centaurea microcephala*, *Cichorium intybus* qui seront protégées par le branchage du jujubier. A ces endroits le taux du C dépasse généralement 1 %, celui de l'Az 1 ‰ ; les taux du P²O⁵ et K²O assimilables n'étant que de 10 et 20 mg %, en périphérie, haussent ici à 26 et 60 mg. respectivement. Quant aux différentes fractions de l'humus, toujours faiblement représentées, (sauf la cellulose et l'hemicellulose) elles ont haussé légèrement (-B) mais ni le quotient c/Az (12), ni le taux des cendres n'ont changé.

Plus à l'intérieur des buissons et mieux protégés par leur branchage touffu, nous trouvons toute une série de *Graminées* à feuilles tendres qui sont de très bonne qualité fourragère.

J'ai noté *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Phalaris coerulea* et *Bromus rubens* (ce dernier étant plutôt psammophile).

Aux mêmes endroits sont localisées d'autres espèces à feuilles tendres, parmi lesquelles je cite *Cynoglossum cheirifolium*. Son graphique édaphique est caractérisé par une hausse des fractions dispersées, augmentant le pourcentage de l'équivalent d'humidité et de l'hygroscopicité (fig. 35, pl. 2).

Dans les Nebka puissantes se localisent, enfin, certaines Graminées, telles *Melica Magnolii*, espèce que l'on peut déjà considérer comme hygrophytique. Effectivement on ne la trouve pas dans les buttes de moindre taille et ses stations sont généralement orientées du côté nord.

En ce qui concerne son substratum, il présente un maximum de bonnes qualités et renferme relativement beaucoup d'humus, sa fraction organique aqueuse pouvant, à elle seule, atteindre 1,39 % avec un maximum d'azote (0,027 %) ; son extrait éthéré, de même, atteint 0,45 % (contre 0,16 et 0,11 %, trouvés sous d'autres associations). Hausse également de l'extrait alcoolique et de la protéine (1,75 %) ; la lignine, au contraire, tombe, corrélativement, au minimum avec 0,27 % (fig. 36 C). Hausse surtout, du C qui atteint 3,4 % et de l'azote, de 1,74 ‰.

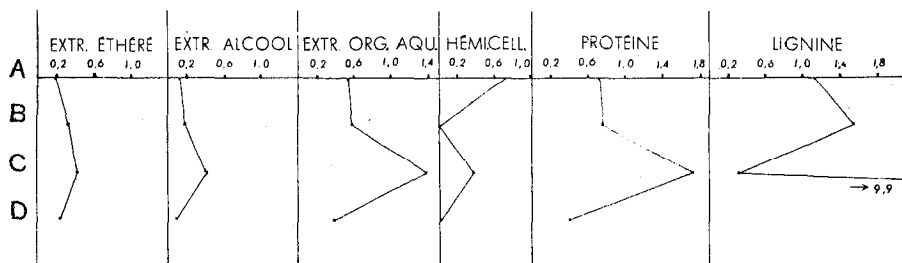


Fig. 36. — Analyses des constituants humiques de sols de Nebka prélevés sous différentes espèces telles *Cynoglossum cheirifolium*, *Malva sylvestris* (A), *Cichorium intybus*, *Centaurea microcephala* (B), *Melica Magnolii* (C), *Aizoon Hispanicum* (D).

En ce qui concerne les qualités physiques de ce sol elles sont bonnes également, l'hygroscopicité atteignant 3,6 %, l'équivalent d'humidité 31,3 %, en raison du taux limoneux élevé qui est de 22 %.

Ces qualités se reflètent aussi dans le taux maximum de 70,8 % pour la porosité, inversement proportionnelle à la faible compacité du sol (29,1 % de particules solides). Il en résulte une hydratation satisfaisante qui, au début juin, atteint encore 5,6 % par volume (fig. 37) (pl. 2).

Une nouvelle hausse du pourcentage de la matière organique, telle qu'elle s'est présentée dans un deuxième prélèvement d'une Nebka à *Melica Magnolii*, entraîne une modification importante du graphique édaphique (fig. 38). Cette remarque s'applique aussi à un échantillon de Nebka, prélevé sous un pied de *Calendula arvensis* (fig. 39) et surtout à une station de *Cichorium intybus*, *Centaurea microcephala* et *Malva sylvestris* où les facteurs hygroscopicité et équivalent d'humidité atteignent leur maximum (fig. 40). Les fractions humiques, moins importantes qu'aux stations du *Melica Magnolii* accusent cependant une hausse de la lignine (fig. 36 B). Seuls le P²O⁵ et le K²O assimilables se maintiennent au même niveau qu'ailleurs.

Si l'on pénètre au centre de la broussaille épineuse on assiste à une diminution de la végétation annuelle, l'enchevêtrement de ses branches étant tel qu'il enlève la lumière et l'espace aux plantes de consistance tendre. On y trouve, plus rarement, *Blitum virgatum*, indicatrice des stations riches en matières nutritives et en sels chlorurés. Une seule espèce, *Asparagus horridus*, extrêmement épineuse et parfaitement adaptée à la broussaille, y trouve ses stations exclusives.

Il résulte de ce qui précède qu'il faut considérer, à juste titre, les buissons du jujubier comme colonisateurs de premier ordre. Leur implantation s'impose, par conséquent, dans toute réserve fourragère où la présence d'eau, dans les bas-fonds, lui assure son minimum vital.

Malheureusement le buisson épineux est décimé par un pillage abusif de la part des nomades autochtones qui s'en servent comme bois de chauffage ou comme clôture de leurs tentes.

Ayant spolié les buttes de leur protection naturelle, ils les amèneront, à bref délai, à une ruine totale.

Les sols privés de leur couverture présenteront alors des fractions dispersées (fig. 41-43, pl. 2) et des taux humiques de moins en moins importants (fig. 36 D) : les analyses d'échantillons prélevés sous *Malva sylvestris*, *Cichorium intybus*, *Centaurea microcephala*

d'une part (fig. 41), *Eryngium campestre* de l'autre (fig. 42) (il s'agit d'espèces de plus en plus héliophiles) en fournissent une preuve évidente.

Ravinés par les pluies et ensablés par les apports éoliens, les sols perdent progressivement toutes leurs bonnes qualités physiques. Leur matière humique s'émiette et disparaît ; les différentes fractions humiques que nous relève l'analyse, tomberont finalement au minimum (fig. 36 D), la lignine, au contraire, haussera corrélativement au maximum (9,9 %). Même observation pour un échantillon de surface, prélevé au même endroit. Son graphique édaphique, présente les caractéristiques de n'importe quel sol des collines (fig. 43) ; de même sa teneur en air, atteignant 65 %, est de 13 % supérieure à celle d'une Nebka non dégradée ; son taux hydrique par volume, mesuré le même jour que celui de l'échantillon A est au minimum (1,9 %), également sa porosité (34,9 %).

Toutes ces modifications édaphiques s'inscrivent d'ailleurs dans l'aspect de la couverture végétale. L'ancienne flore disparaît complètement des buttes ruinées, les *Graminées* en premier lieu ; d'autres espèces, moins hygrophiles, viennent prendre leur place. Nous voyons ainsi s'implanter des héliophytes tels *Centaurea Claryi*, *Launaea nudicaulis* et *Chrysanthemum coronarium*, puis des héliophytes à allure psammophytique, tel *Spergularia diandra*.

Comme, d'autre part, les matières nutritives, aspirées en surface du sable dénudé, finissent par s'accumuler, la salure du sol augmentera anormalement.

Le terrain sera tout prêt pour l'arrivée des Halophytes. On assiste ainsi à l'apparition de l'*Aizoon hispanicum*, si étrange au voisinage de glycyphytes (fig. 43).

Tout autrement par année d'abondance, comme en 1949, avec ses pluies exceptionnelles jusqu'à la mi-mai : la puissante végétation des bas-fonds prit un aspect tout à fait inaccoutumé, notamment au centre des larges dépressions.

Ici les espèces moins dynamiques et expansives ont été complètement supprimées par leurs concurrents plus puissants. Insensiblement se sont constitués des peuplements denses et étendus de *Microlonchus salmantinus*, *Centaurea microcephala* et *Kentrophylum lanatum* et de quelques *Beta macrocarpa*, enchevêtrés de *Medicago* et enfeutrés d'une Légumineuse volubile (*Vicia disperma*). Cette masse végétale peut atteindre facilement une hauteur de plus de 1 m. 50 et couvrir le sol à 100 %.

L'excellente qualité de ces sols à végétation exubérante se manifeste aussi bien par leurs caractères chimiques (taux relativement élevés des phosphates (19 mg %), maximum de sels potassiques

assimilables (74,3 mg %) (le double de ce que l'on trouve plus en périphérie), que par leurs caractères physiques.

La forme du graphique 44 en fournit une preuve éclatante.

Quant à leur taux aérien il est assez faible (54,2 %), de même leur porosité ; le pourcentage hydrique (2,6 % par volume) est faible, probablement en raison de la transpiration excessive de toute cette masse végétale. Ce caractère physique s'améliore en périphérie, lorsque apparaissent les premiers *Helianthèmes* ; ici le pourcentage de l'eau, mesuré le même jour, atteint 4,2 %, celui de l'air 62,9 % et la porosité 67,2 %.

Quant à son graphique édaphique il présente comme particularité saillante une hausse de la fraction sableuse (fig. 45).

Toutes ces modifications édaphiques s'inscrivent, il va de soi, dans tous les détails, dans l'aspect de la couverture végétale.

Ainsi les espèces héliophiles qui s'étalaient largement dans les bas-fonds par année plus sèche, telles *Launea resedifolia*, *Centaurea Claryi*, *Chrysanthemum coronarium* sont chassées du centre et reléguées en périphérie. C'est ici que viennent se réfugier des colonies d'*Achillea Santolina* et de *Silene inflata* qui marquent, avec des peuplements de *Medicago denticulata*, la limite des bonnes espèces fourragères. Elles sont bordées par une végétation moins dense et moins expansive, où abondent des Crucifères printanières et surtout de *Reseda propinqua*.

Leur graphique édaphique ne figure pas sur notre tableau, parce qu'il ne présente aucune particularité saillante ; il en est de même de leur taux aérien et de leur porosité.

Cette végétation à faible degré de couverture est, ensuite, remplacée par des peuplements clairsemés de *Salvia verbenaca* et d'*Eryngium campestre* qui seront relayés, subitement, sans transition aucune, par la végétation steppique, marquée par l'apparition des premiers *Helianthemum eremophilum*.

L'analyse des sols, prélevés à ces stations, nous ayant rien appris de nouveau, je n'y insiste pas (fig. 45).

B. — RÉACTIONS DES PLANTES INDICATRICES

Dans ce qui précède j'ai pu mettre en évidence les relations étroites qui existent entre les végétaux de notre réserve et les qualités de leur substratum, physiques d'abord, chimiques ensuite.

La question, déjà soulevée dans mon précédent mémoire, se pose à nouveau, à savoir si la nature de nos sols se reflète également dans la constitution chimique des plantes qu'ils supportent.

A ce sujet j'ai fait remarquer plus haut que les facteurs qui limitent la répartition des différentes espèces ne sont pas les mêmes que ceux qui se sont présentés à Terchoucha.

Les sels toxiques, chlorurés et magnésiens, surtout l'abondance du gypse, n'interviennent pas, dans le terrain que j'ai étudié.

Cette constatation soulèvera la question, à savoir : quelles sont les caractéristiques des plantes dans lesquelles se reflètent ces facteurs limitatifs des sols ?

Pour leur choix je me suis laissé guider par les considérations suivantes :

Tout le monde connaît le parti important qu'a tiré l'agrobiologie de certains facteurs biochimiques tels que le rapport entre P^2O^5 et CaO , et l'intérêt que présentent les cendres végétales, notamment la somme N, P et K, puis, parmi les constituants organiques, les matières albuminoïdes, grasses, non azotées et les fibres crues.

C'est ce qui m'a amené à utiliser ces caractéristiques à des fins, purement écologiques.

Quant à la technique, suivie pour le dosage des constituants organiques, elle s'est inspirée des méthodes routinières, en usage aux stations agronomiques.

Ainsi l'albumine a été calculée en multipliant par un facteur constant (6,25) le taux de l'azote, déterminé, lui, par le dosage au Mikrokjeldahl, en utilisant le catalyseur DUMAZET et MARCELLIN. La graisse a été déterminée par extraction éthérée avec l'appareil de SOXLETH.

Pour le dosage des fibres j'ai traité 3 g. de substance sèche au H^2SO^4 dilué, et après lessivage, au KOH dilué. Les cendres ont été déterminées par incinération. La différence, ensuite, de toutes ces fractions, avec 100 donnera la matière non azotée. Quant aux constituants minéraux, le P^2O^5 a été dosé sur l'extrait nitrique et sulfonitrique après précipitation au réactif LORENZ. Le CaO par la méthode classique du précipité oxalique d'un extrait chlorhydrique, le plus grand soin étant attaché à l'élimination des silicates ; cette même précaution est de rigueur pour le dosage du K^2O , pour lequel j'ai utilisé le réactif cobaltinitrique.

Voilà la technique qui m'a permis de faire un grand nombre de dosages, appliqués à un nombre restreint d'espèces-types.

Toutes ces mesures ont été effectuées au cours de la période printanière, donc au moment où la végétation atteignait le maximum de son développement.

Parmi les espèces à port xérophytique, mon choix s'est porté sur le *Thymelaea hirsuta*, plante des terrains les plus arides et les plus pierreux. Elle est caractérisée, effectivement, par un maximum de fibres crues (40,3 %), un minimum de matières albuminoïdes (10,5) et un déficit en substances non azotées (33 %). Ce déficit en matières non azotées place notre plante en dessous des espèces fourragères européennes qui dosent 45 à 50 % en moyenne.

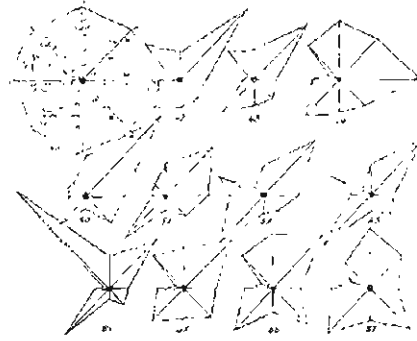


FIGURE III

Fig. 46. — Polygone de référence avec les caractéristiques chimiques de nos espèces fourragères à savoir (de gauche à droite) : P_2O_5 , P_2O_5/CaO , CaO , $N + P + K$, fibres crues, extrait étheré, matières albuminoïdes, cendres, matières non azotées.

Fig. 47-57. — Polygones des cendres.

Fig. 47. — *Thymelaea hirsuta*.

Fig. 48. — *Noëa spinosissima*.

Fig. 49. — *Atractylis caespitosa*.

Fig. 50. — *Stipa tortilis* adulte.

Fig. 51. — *Stipa tortilis* jeune.

Fig. 52. — *Lotium perenne*.

Fig. 53. — *Aegilops ventricosa*.

Fig. 54. — *Anabasis articulata*.

Fig. 55. — *Thymus algeriensis*.

Fig. 56. — *Teucrium polium*.

Fig. 57. — *Artemisia herba-alba*.

Son quotient P_2O_5 est très bas (0,17) et le facteur $N + P + K$ tombe au minimum (2,51 %) (fig. 47).

Elle n'a d'égale qu'une espèce xéromorphe des stations légèrement gypseuses, *Statice Thouini*, distincte uniquement par un taux non azoté plus élevé (44,7 %). Son taux azoté, au contraire, et le pourcentage de ses cendres sont minimes (1,31 et 4,5 %), d'où un facteur $N + P + K$ très bas (1,66 %).

Une autre espèce, très répandue aux endroits arides est le *Noëa spinosissima*, légèrement moins fibreuse (33,1 %), mais, pour le reste, tout aussi pauvre que les précédentes (fig. 48). On trouve, aux mêmes stations, *Atractylis caespitosa* (fig. 49) où le taux des fibres baisse à 23 %, et où le pourcentage faible des matières albuminoïdes (15,1 %) contraste avec le taux exceptionnellement élevé

de la graisse (7 %). Partout ailleurs la teneur aliphatique oscille entre 2 et 3 %.

Pour ce qui est du quotient $P^2O^5 : CaO$ il tombe au minimum de 0,08 chez le *Thymelaea hirsuta* et demeure faible (0,11) dans l'*Atractylis caespitosa*; il en est de même pour leur taux potassique (0,89 et 0,77 %) qui est au minimum dans *Statice* (0,66 %).

J'ai trouvé des chiffres du même ordre de grandeur chez une Graminée xérophytique, en fleurs, le *Stipa tortilis* où le taux des fibres, dans la feuille adulte, atteint le chiffre record de 46,4 %, s'opposant diamétralement à celui des cendres, extrêmement faible (3 %). On retrouve d'ailleurs ces caractères chez d'autres Graminées; déficience, aussi, pour ses matières albuminoïdes (16,2 %) et non azotées (30,64). Taux bas du quotient $P^2 O^5 : CaO$ (0,22), la somme $N + P + K$ atteignant une valeur moyenne (fig. 50).

Il n'en va plus de même pour ses feuilles jeunes où la baisse à 27,7 % de sa teneur en fibres hausse à 50,9 %, celui des matières non azotées, allant de pair avec une faible hausse de la teneur en cendres (5,8 %) ; mais le quotient $P^2O^5 : CaO = 0,2 : 1,22 = 0,16$, de même le facteur $N + P + K$ se maintiennent à un niveau bas (2,23) (fig. 51).

Cependant dans les feuilles jeunes de *Lygeum spartum* ledit quotient hausse légèrement (0,4), par suite d'une augmentation du pourcentage phosphorique à 0,56 %.

Ces chiffres se confirment pour deux autres Graminées à allure moins xérophytique : *Lolium perenne* et *Aegilops ventricosa*. Leur quotient $P^2O^5 : Ca$ est en croissance (0,58 et 0,50), de même le pourcentage de leurs substances non azotées (0,58 et 59,6 %) ; leurs fibres n'atteignent que 31 % et la somme $N + P + K$ est du même ordre de grandeur (2,1) ; le taux de leurs cendres, enfin, est de 7 %, donc faible, comme chez les autres Graminées (fig. 52-53).

Toutes ces espèces, d'allure plus ou moins xéromorphe ont donc un caractère commun : d'être relativement riches en fibres.

En ce qui concerne les autres constituants organiques, on trouve réalisées toutes les constellations :

Ainsi chez *Anabasis articulata* un taux moyen de fibres (29,7 %) se trouve combiné à un taux très élevé en matières non azotées (55,2 %) et, en revanche, à un minimum de substances azotées (9,6 %) (fig. 54), l'abondance exceptionnelle de CaO confirmant mes résultats de 1949.

Chez *Thymus algeriensis* un taux identique de fibres est accompagné d'une teneur plus forte en substances albuminoïdes (15,3 %) et moyenne en substances non azotées ; le facteur $N + P + K$ est moyen, de même (3,92) (fig. 55).

Le graphique du *Teucrium polium* (fig. 56), ensuite, ressemble au précédent en ce sens qu'il combine une teneur élevée en subs-

tances non azotées (50 %) avec une richesse relative en matières albuminoïdes (21,1 %). Par ce caractère il forme transition vers les graphiques du groupe suivant ; en effet, pour voir baisser définitivement les chiffres relatifs aux fibres crues, il nous faut choisir des plantes fourragères de bonne qualité. Ainsi en est-il de l'*Artemisia Herba-alba* où la pauvreté relative des fibres se combine avec un taux élevé, à la fois en matières non azotées, albuminoïdes et grasses, accompagnées d'une augmentation du facteur N + P + K ; mais il est à remarquer que ni le quotient P:O ; CaO = 0,46 ; 1,68 = 0,2, ni sa teneur potassique (0,9 %) ne haussent sensiblement (fig. 57). Cette remarque s'applique aussi au *Plantago albicans*, fréquent sur les sols lourds des berges où les fibres baissent à 10,9 % ; en revanche les matières non azotées haussent à 50,3 % et le facteur N + P + K atteint 3,69 (fig. 58, pl. I).

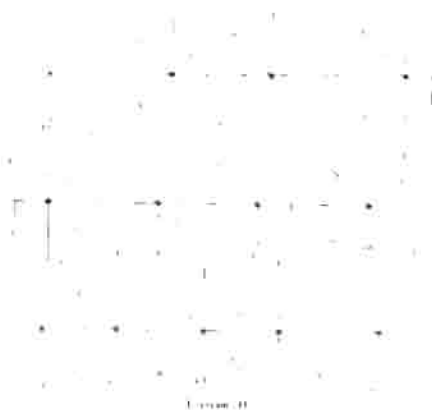


Fig. 58-70. — Polygones des cendres.

Fig. 58. — *Plantago albicans*.

Fig. 59. — *Calendula arvensis*.

Fig. 60. — *Cynoglossum cheirifolium*.

Fig. 61. — *Potentilla Magnolia*.

Fig. 62. — *Centaurea Claryi*.

Fig. 63. — *Karrichtera Vallur*.

Fig. 64. — *Salvia verbenaca*.

Fig. 65. — *Medicago denticulata*.

Fig. 66. — *Vicia dispersa*.

Fig. 67. — *Medicago litoralis*.

Fig. 68. — *Melica Magnolia*.

Fig. 69. — *Schismus barbatus*.

Fig. 70. — *Cynodon dactylon*.

Ces espèces sont intéressantes parce qu'elles forment transition entre les vrais xérophytes et les très bonnes plantes fourragères à feuilles tendres, aussi bien par leur qualités biochimiques que par rapport à leurs stations. Effectivement ce groupe de plantes est localisé autour des buttes de jujubier, nous l'avons vu tout à l'heure.

Parmi leurs principaux représentants commençons par *Calendula arvensis* et *Cynoglossum cheirifolium* où le pourcentage des fibres diminue en dessous de 10 % ; ici les matières albuminoïdes haussent, corrélativement, à 28 % (fig. 59-60) ; elles augmentent même à 35,6 % chez *Diploaxis Harra*, Crucifère tendre des sols humides et couverts d'une végétation épaisse.

Pour les matières non azotées j'ai dosé, chez les deux premières, 35,7 et 48,7 % ; pour le facteur N + P + K les chiffres haussent à 5,58 et 4,48 %, l'ascension du taux potassique (2,17, 2,03 et 3,2 %) en étant pour beaucoup.

Je signalerai, enfin que l'extrait éthéré atteint, de même, son point culminant qui est de 5,6 % chez *Cynoglossum cheirifolium*. Le pourcentage des matières albuminoïdes tel que je l'ai mesuré chez le *Calendula arvensis* y atteint également son maximum. Il n'a de pareil que chez les plantules de *Nasturtiopsis coronopifolia* qui, en outre, sont tout à fait remarquables par leur richesse exceptionnelle en phosphates (1,83 %) et en cendres (31,5 %).

Trouvent leur place ici trois espèces qui habitent les abords des Nebka: *Poterium Magnolii*, *Centaurea Claryi* et *Karrichtera Vellae*; elles combinent une faible teneur en fibres (6,9, 11,8 et 7,9 %) avec un taux élevé en matières non azotées (50,6, 43,4 et 55,2 %) et un taux très élevé en cendres (28,9, 24,2 et 22,6). Cependant leurs facteurs N + P + K restent moyens (2,81, 2,87 et 2,41) (fig. 61-63).

C'est dans ce groupement biologique qu'il nous faut classer également *Salvia verbenaca*, pareil aux précédents, mais qui compense une plus forte teneur en fibres (22,4 %) par un taux moindre en cendres (16,1 %) (fig. 64).

Il nous faut arriver au groupe biologique des Légumineuses *Medicago denticulata*, *Vicia disperma* et surtout *Medicago littoralis* pour trouver combinés, à la fois, pauvreté en fibres crues, richesse en matières albuminoïdes et minérales (sous forme de N + P + K) et teneur relativement élevée en matières non azotées ; il est étrange, cependant, de ne pas voir hausser le facteur P^2O^5/CaO chez ces trois Légumineuses (fig. 65-67) ; ce fait se confirme pour le cas d'une quatrième espèce, *Astragalus cf. cruciatus*, psammophile où le quotient se maintient à 0,21, bien que le facteur N + P + K y atteigne 5,1 %.

Il hausse, très légèrement, chez *Melica Magnolii* que j'ai classé parmi les herbes les plus nutritives de nos sols humifiés. Tant

qu'elle est jeune, la richesse potassique y est particulièrement frappante (2,79 %) ; il en résulte une hausse importante de la somme N + P + K (4,07 %). En même temps elle est pauvre en fibres (13,2 %) (fig. 68).

Il n'en est plus de même au moment de sa floraison où une hausse du taux des fibres à 27,1 % va de pair avec une baisse de son taux potassique (0,67 %), déterminant une diminution du facteur N + P + K ; mais le pourcentage des substances non azotées reste élevé (49,1 %).

Melica Magnolii, franc hygrophyte, localisé sur les buttes puissantes, se place, par conséquent, à l'état adulte, au même rang que *Stipa tortilis*, lorsqu'il est encore jeune et tendre.

Une autre espèce, excellente herbe fourragère, apparaît dès les premières pluies : c'est le *Schismus barbatus*. Cette Graminée printanière, combine une richesse relative en P²O⁵ (0,6 %) et en K²O (1,38 %) avec une pauvreté inversement proportionnelle en CaO (1,34 %), aussi en fibres crues (15,1 %) et en substances non azotées (45,2 %) ; son facteur N + P + K est élevé (4,72) (fig. 69).

Ces deux plantes s'opposent, enfin, par certains caractères, à une autre Graminée, très particulière, le *Cynodon dactylon* ; ici les feuilles jeunes, aussi pauvres en fibres que les leurs (18,7 %), présentent une richesse albuminoïde, remarquable chez une Graminée (25,5 %), combinée avec une teneur, relativement élevée, en cendres (17,8 %), forte en N + P + K (5,19) ; mais cette richesse est compensée par une pauvreté relative en substances non azotées (33,79 %) (fig. 70).

Les feuilles du chiendent sont caractérisées, finalement, par une forte teneur potassique (2,02 %) et surtout par un taux élevé en phosphates (0,90 %), le plus élevé que j'aie pu trouver chez les herbes fourragères de notre réserve. Cette richesse phosphorique, combinée à une pauvreté relative en CaO (1,24 %), hausse le quotient P²O⁵/CaO à son maximum de 0,73.

Tous ces caractères biochimiques classent le *Schismus*, le *Cynodon* et le *Melica Magnolii* (et probablement d'autres Graminées hygrophiles, qu'il ne m'a pas été donné d'analyser) parmi les meilleures espèces fourragères.

C. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

De tout ce qui précède, nous retiendrons les principaux faits suivants :

La végétation de notre réserve dépend de conditions édaphiques, extrêmement nuancées.

La répartition des groupements végétaux est déterminée, sur-

tout, par les caractères physiques des sols ; parmi leurs caractères chimiques j'ai retenu, exclusivement, leur taux organique.

Si les conditions édaphiques sont extrêmement variées dans les bas-fonds, elles sont plutôt monotones en amont.

Ici on trouve régulièrement des peuplements clairsemés, sur un substratum, essentiellement sableux, souvent très pierreux et pauvre en particules dispersées, d'où sa forte perméabilité. Seules les espèces xéromorphes, à enracinement profond, pourront s'y maintenir.

Dans les bas-fonds, au contraire, l'irrigation temporaire peut créer des constellations extrêmement nuancées. La violence, plus ou moins grande des crues, représente un autre facteur, d'une importance primordiale pour sélectionner les groupements végétaux.

Extrêmement dense dans les bas-fonds et hétéroclite en apparence, cette végétation présente souvent une véritable zonation, en relation étroite avec la zonation physique et chimique de leur substratum.

Nous voyons ainsi, juxtaposés, des hygrophytes, localisés sur les sols boueux, près des mares d'eau, à importante fraction limoneuse et pauvres en matières organiques et des peuplements de Légumineuses qui se situent aux endroits où passent les crues, et qui sont relativement riches en sable. Ils sont remplacés par d'autres, en particulier par des gazons denses de *Cynodon dactylon*. Cette Graminée habite de préférence des sols exondés, plutôt limoneux ou argileux qu'elle enrichit en substances organiques et qu'elle consolide, leur conférant une densité importante (42 % de particules solides).

En périphérie, elle cède sa place à l'*Eryngium campestre* et au *Salvia verbenaca* ; ici la fraction sablonneuse subit une nouvelle baisse à 59 %.

Aux endroits, régulièrement exondés, *Cynodon* est relayé par *Artemisia Herba-alba*. Son substratum présente un maximum de bonnes qualités, son équivalent se situant autour de 30 %, l'hygroscopicité autour de 3 %, avec un taux organique supérieur.

Dans cette zone, particulièrement étendue, se trouvent enclavées les buttes à *Zizyphus Lotus* dont la végétation atteint un maximum de densité et d'où elle s'étendra, pour coloniser les terres vierges des alentours.

L'amélioration générale des sols se manifeste, ici, par une hausse importante de la fraction dispersée, de l'équivalent d'humidité (plus de 30 %) et de l'hygroscopicité (dépassant souvent 3 %) et surtout par leur enrichissement en matières organiques.

Tous ces changements se répercutent, en détail, sur la composition de la végétation : les mauvaises espèces fourragères font place à d'autres, à feuilles larges et tendres. Leur valeur fourragère peut