La distribution et l'écologie des associations steppiques sur le plateau de la Petite Pologne.

Par

SEWERYN DZIUBAŁTOWSKI.

On sait depuis longtemps que les espèces steppiques apparaissent dans les différents endroits de la Pologne centrale sur les plateaux et au nord dans la plaine, au delà de la région steppique proprement dite. On rencontre la flore steppique sur le plateau de la Petite Pologne (y compris la zone du Jura polonais [Cracovie-Wieluń]), sur le plateau de Lublin et le long de la Vistule, entre Włocławek et Kwidzyń (Marienwerder). Les plantes steppiques apparaissent en plus grande abondance sur le plateau de la Petite Pologne dans la région de la Nida inférieure, principalement sur le gypse tertiaire, ainsi que dans le district de Sandomierz sur le loess. Elles y marquent leur empreinte d'une manière caractéristique sur la physionomie floristique de ces endroits en les rendant bien intéressants au point de vue phytogéographique.

Au delà de la région steppique contemporaine, les espèces steppiques apparaissent séparément ou en associations floristiques plus ou moins étendues. On les rencontre toujours sur les versants escarpés des collines, sur les bords élevés des rivières, sur les éboulis des rochers etc. Il est de règle que la flore steppique se développe d'autant plus que la surface du sol est plus accidentée. D'un autre côté l'apparition des espèces steppiques est liée étroitement à l'exposition sud-est, sud ou sud-ouest de leur station. Quelques-unes de ces espèces steppiques peuvent apparaître aussi dans les différentes associations floristiques; pourtant les associations caractéristiques du genre *Stipa* apparaissent à peu près exclusivement dans les conditions mentionnées ci-dessus. Et voici la question qui se pose: d'où vient que les

espèces steppiques apparaissent toujours dans des conditions pareilles? Quels sont les facteurs qui décident de leur répartition dans la Pologne centrale et septentrionale?

Avant de répondre à ces questions, nous devons indiquer qu'en général les facteurs qui déterminent la répartition des plantes, peuvent se réduire en facteurs physiques (édaphico-climatiques), sociaux et historico-géologiques. Nous les examinerons brièvement l'un après l'autre et nous nous contenterons de ne parler dans ce travail que des terrains situés sur le plateau de la Petite Pologne.

Nous examinerons d'abord l'influence des facteurs édaphiques, en prenant comme exemple les espèces steppiques par excellence, telles que *Stipa capillata et S. pennata.* On les rencontre dans le terrain étudié sur les différents sols: sur les calcaires jurassiques à Ojców (district d'Olkusz), à Wysocice aux bords de la Dłubnia (district de Miechów [1]), à Skała aux bords de la Kamienna (district d'Opatów); sur le gypse et le calcaire tertiaire dans la région de la Nida inférieure [2]); sur les couches sarmatiennes (sables rouges, argiles, grès calcaires et les marnes compactes) dans les environs de Racławice et de Małoszów (district de Miechów). Enfin on les voit encore dans le district de Sandomierz sur le loess, quelquefois même, comme à Pieprzówki, sur l'argile et aux environs de Żórawniki sur les dolomies devoniennes etc. Ces exemples suffisent pour constater que le genre *Stipa* apparaît dans le plateau de la Petite Pologne sur les sols bien chauds, mais différents au point de vue de leur origine et de leurs propriétés physiques et chimiques. On en peut dire autant des autres espèces steppiques qui à cet égard sont moins exigeantes. De ces faits il résulte que les facteurs édaphiques du sol ne jouent pas de rôle principal dans la répartition des plantes steppiques.

Cependant, comme nous avons remarqué, l'apparition des espèces steppiques est étroitement liée à l'exposition sud de la station. Et comme c'est un fait général, la question se pose d'elle même: quelle liaison existe-t-il entre la flore steppique et l'exposition de sa station? Sans nul doute, l'exposition a une grande influence sur la totalité des facteurs qui suggèrent la conception du „climat local". Celui-ci conditionne peut être l'insularité de la flore steppique?

---

[1]) Kozłowska, A. Étude phytogéographique de la région de Miechów. — Bull. Acad. Sc. Cracovie. Série B. Année 1922.

[2]) Dziubałtowski, S. Étude phytogéographique de la région de la Nida inférieure. Neuchâtel 1915.

En voulant avoir une idée plus exacte des conditions écologiques dans lesquelles se développe la flore steppique, nous nous sommes décidés pendant l'été de 1922 et 1923 d'étudier les conditions thermiques, l'humidité du sol et le déficit hygrométrique de l'air [1]) c'est-à dire les facteurs météorologiques qui déterminent le climat. Ces facteurs ont été étudiés comparativement dans une période de 24 ou 48 heures sur quelques points couverts par les différentes associations floristiques. Il s'agissait d'obtenir un matériel comparatif qui puisse servir de base nécessaire pour formuler des conclusions générales, ainsi qu'à étudier l'influence de l'exposition sur le climat. Dans ce but nous avons choisi sur le plateau de la Petite Pologne deux endroits, dans lesquels les associations steppiques sont les plus développées: 1^0 le ravin de gypse à Skorocice dans la région de la Nida inférieure; 2^0 les pentes du loess sur les bords élevés de la Vistule, entre Sandomierz et Pieprzówki. Quoique ces recherches, que nous avons l'intention de continuer, aient pour but principal l'orientation des recherches postérieures, elles nous permettent dès maintenant de faire certaines généralisations. Avant de les exposer, nous voudrions dire quelques mots sur la méthode de ces recherches. Pour les effectuer, nous avons choisi quatre points: le premier dans la vallée, le deuxième à peu près au milieu du versant sud, le troisième sur le plateau et le quatrième au milieu du versant nord. Ces points se trouvaient à peu près dans le même plan méridional. Au premier de ces points, s'étendait la végétation des prairies, au deuxième la végétation steppique, au troisième la végétation champêtre, créée après la destruction de la végétation forestière, et au quatrième la végétation plus hygrophile mixte (espèces de prairie, du steppe et de la forêt). Dans chacun de ces points ont été observés les facteurs suivants: 1) la température du sol dans la profondeur de 50 et 25 cm et à la surface; 2) la température et le déficit hygrométrique de l'air à la hauteur de 5, 10 et 50 cm, et dans le troisième point à la hauteur de 150 cm; 3) l'humidité du sol aux mêmes niveaux que la température. De cette façon, on a observé le milieu dans lequel se développent les parties aériennes et souterraines des plantes.

La température du sol a été mesurée à l'aide de thermomètres spéciaux pour les sols, celle de la surface à l'aide de thermomètres ordinaires, dont la boule de mercure se trouvait dans le sol à la

---

[1]) Szymkiewicz, D. Sur l'importance du déficit hygrométrique pour la phytogéographie écologique. — Acta Soc. Bot. Polon. Vol. I Nr. 1 1923.

profondeur de 10 mm environ et était entièrement couverte d'une couche de terre. La température et l'humidité de l'air a été mesurée au moyen du psychromètre d'Assmann. L'humidité du sol était déterminée par les méthodes usuelles des laboratoires. Les échantillons du sol étaient pris dans des éprouvettes hermétiquement bouchées, soigneusement enduites de paraffine. Le pourcentage était calculé d'après la moyenne de plusieurs prises.

Maintenant nous passons à la description plus détaillée des endroits où ont été effectués les observations, puis nous résumerons les résultats acquis.

A) Skorocice. Le temps d'observation était 3—6 août 1922 et 18—21 juillet 1923. Le lieu des recherches était une pente douce inclinée au sud-est d'une petite colline de gypse, atteignant environ 15 m de hauteur. La distance environ de 12 m entre les points. Le premier point se trouvait au fond du ravin et était couvert de gazon, dont la composition (principalement les herbes), n'a pu être définie, à cause des ravages produits par le bétail. Le deuxième point se trouvait dans une association steppique ouverte à la composition suivante: *Stipa capillata, Potentilla arenaria, Festuca ovina, Artemisia campestris, Medicago falcata, Asperula cynanchica, Campanula sibirica, Scorzonera purpurea, Thymus Marschallianus, Thymus pannonicus, Achillea pannonica, Galium verum, Erysimum odoratum* etc. Le troisième point, sur le sommet de la colline, avait aussi la flore steppique, seulement en association plus fermée. Parmi les espèces caractéristiques il faut citer: *Carex humilis, Potentilla arenaria, Erysimum odoratum, Thymus Marschallianus, Th. pannonicus, Veronica austriaca, Scabiosa ochroleuca, Asperula cynanchica, Adonis vernalis, Astragalus sp.* etc. Le quatrième point se trouvait sur la pente nord-ouest, à peu près à la même hauteur, que le deuxième, c'est-à-dire à 7.5 m. La végétation avait le caractère intermediaire entre celle du steppe et de la prairie. Voilà la liste des espèces qui poussaient dans l'entourage de ce point: *Carex humilis, Anthyllis polyphylla, Astragalus* sp., *Anemone silvestris, Primula officinalis, Salvia pratensis, Aster Linosyris, Trifolium montanum, Veronica austriaca, V. spicata, Avena pubescens, Briza media, Brachypodium pinnatum, Euphrasia stricta, Fragaria vesca, Galium vernum, Adonis vernalis, Thalictrum minus, Plantago media* et autres.

B) Sandomierz. Le temps d'observations était 9—12 août 1922 et 12—13 août 1923. Les observations ont eu lieu sur le versant élevé de la vallée de la Vistule, entre Sandomierz et Pieprzówki. La distance entre les points était d'environ 15 m. Le premier se trou-

vait dans la vallée de la Vistule, dans un lieu gazonné, le deuxième sur le versant d'une pente de 39° 10′, exposé au sud-ouest entre *Stipa capillata, Festuca ovina, Koeleria gracilis, Thymus pannonicus, T. Marschallianus, Potentilla arenaria, Achillea pannonica, Galium verum, Asperula cynanchica, Medicago falcata, Artemisia campestris, Euphrasia lutea, Hieracium Bauhini, Centaurea rhenana, Euphorbia cyparissias* et autres moins caractéristiques. Le troisième point a été choisi au sommet du versant, dans un champs planté de pommes de terre, près du sentier et dans un endroit gazonné. Le quatrième point se trouvait sur la pente nord-ouest à peu près sur le même niveau que le deuxième, dans un terrain bien gazonné, dont la végétation était composée des espèces suivantes: *Medicago lupulina, Thymus* div. sp., *Galium verum, Hieracium umbellatum, H. Bauhini, Agropyrum glaucum, Anemone silvestris, Prunella grandiflora, Viola arenaria, Campanula sibirica, C. glomerata, Seseli annuum, Solidago Virga aurea, Hypericum perforatum, Pimpinella Saxifraga, Anthyllis vulgaris, Potentilla arenaria, Dianthus Carthusianorum, Euphrasia stricta, Euphorbia cyparissias.*

A cause de place limitée, nous ne pouvons donner ici tous les résultats de nos observations. Nous sommes obligés de nous contenter de quelques résultats caractéristiques qui sont représentés sur la fig. 15 et dans les tables numériques qui suivent à la fin du mémoire.

Les données qui viennent d'être citées peuvent être résumées de la façon suivante. La température du sol dans la profondeur de 50 cm n'accuse pas de fluctuations diurnes, mais en revanche diffère très nettement suivant les stations: elle est plus élevée sur le versant sud (II) que sur le versant nord (IV) (voir surtont fig. 15 A qui se rapporte à Skorocice). Dans la profondeur de 25 cm les variations diurnes se font déjà sentir; les différences entre les stations conservent le même caractère (fig. 15 B qui se rapporte également à Skorocice). A la surface, les variations diurnes et les différences entre les stations augmentent énormément (fig. 15 C se rapportant à Sandomierz), le versant sud (II) restant toujours plus chaud que le versant nord (IV).

La température de l'air mesurée à la hauteur de 5 et 10 cm sur le versant sud (II) s'élève le jour beaucoup plus haut que sur le versant nord (IV). Elle dépasse de beaucoup la température des couches de l'air situées à la hauteur de 150 cm (voir fig. 15 D et E se rapportant à Sandomierz, où la température à la hauteur de 150 cm est marquée par le signe 0). Les différences entre les stations diminuent à la hauteur de 50 cm (voir les tables numériques). Elles disparaissent la nuit presque complètement à tous les niveaux.

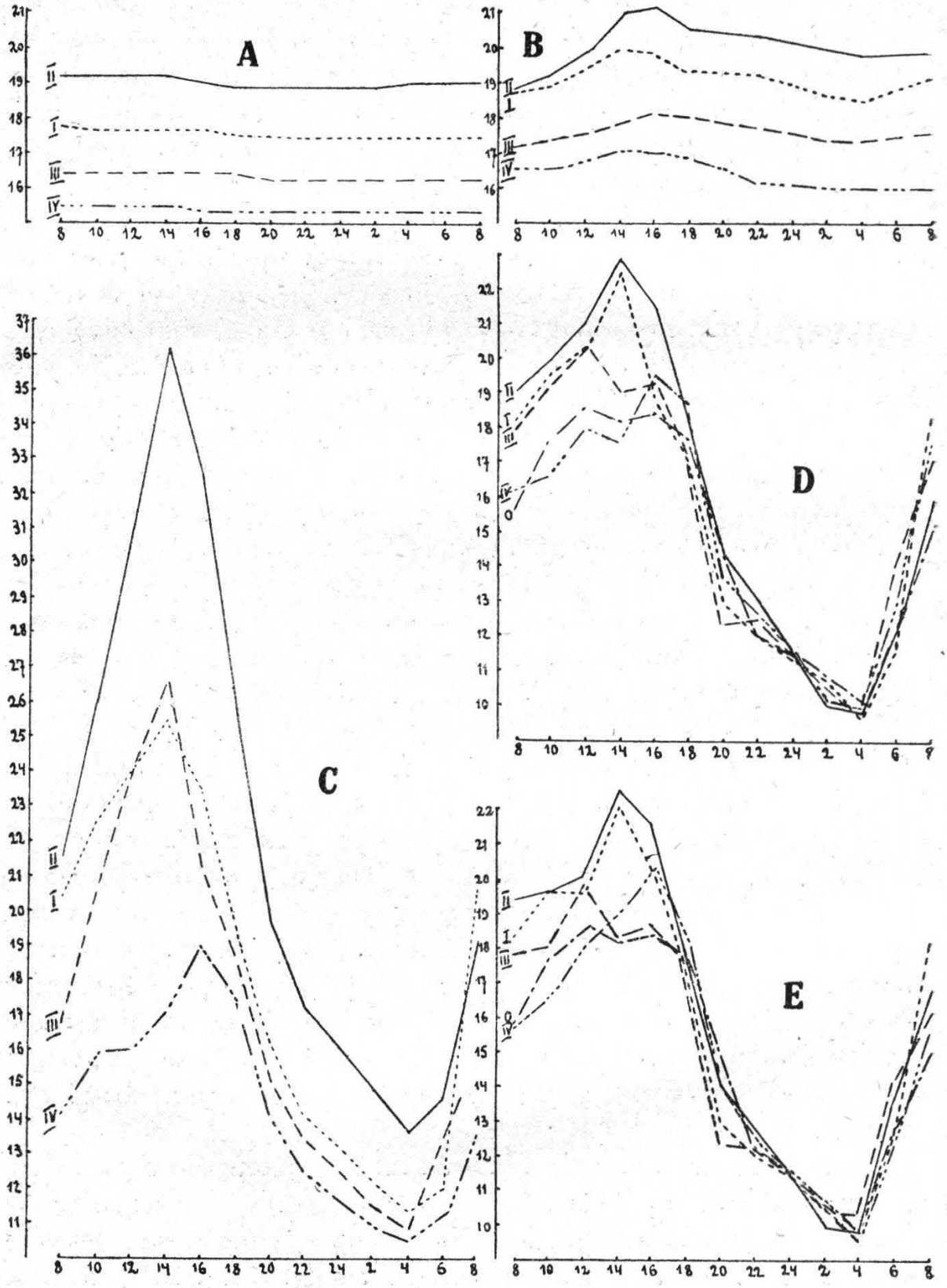

Fig. 15.

Le versant sud, tout en étant plus chaud, est aussi plus sec que le versant nord. Tout d'abord, l'humidité du sol, qui a été mesurée à trois niveaux différents, s'est montrée plus considérable sur le versant nord que sur le versant sud. Ensuite, le déficit hygrométrique à la hauteur de 5 et 10 cm sur le versant sud était beaucoup plus élevé que sur le versant nord. Cette différence s'effaçait d'ailleurs dans les couches plus élevées, p. ex. à 50 cm (voir les tables numériques). Elle était plus considérable le jour que la nuit de la même manière que celle concernant la température, la marche diurne de ces deux facteurs étant très semblable.

Il suit de tout ce qui précède que le climat local des versants sud diffère beaucoup du celui des versants nord par sa température plus élevée et par sa plus grande sécheresse. Nos observations effectuées dans les deux contrées éloignées de cent kilomètres l'une de l'autre donnent des résultats tout à fait concordants.

Ces différences du climat local produisent encore secondairement les modifications dans le sol du terrain. Une plus grande chaleur au printemps sur les versants sud fait fondre les neiges beaucoup plus tôt, aussi la végétation est-elle plus précoce. On peut observer qu'à la fin du mois de mars, quand les versants nord sont couvert de neige, sur les versants sud fleurissent *Adonis vernalis, Potentilla arenaria* et autres. Comme la neige disparait plus vite et, à cause de l'inclinaison du terrain, l'eau enlève rapidement les produits de désagrégation à l'état plus divisé, le sol devient ainsi plus stérile et sec. Il est inutile d'ajouter que les conditions pareilles ne favorisent pas le développement des microorganismes qui jouent un rôle considérable dans les processus de la formation du sol. Le sol devient ainsi plus pauvre en produits nutritifs et acquiert une structure grossière qui est peu favorable à la retention d'eau.

Naturellement, tous ces facteurs qu'on peut embrasser par la dénomination générale du „climat local" produisent une forte influence sur la végétation. Néanmoins, la question se pose, le climate local, peut-il expliquer l'apparition des espèces steppiques sur les versants exposés au midi? Sinon, ce climat joue-t-il un rôle quelconque dans ce cas et en quoi consiste ce rôle?

Quand on observe plus attentivement la répartition des plantes steppiques, on remarque ce phénomène général, que lorsque sur le versant se produit une dépression, sûrement la végétation change. Sans nul doute, ce changement est une expression de différents phénomènes, tels que la circulation de l'eau souterraine, la formation de terre fertile et d'autres encore, qui se produisent dans le sol et sur les-

quels la végétation réagit. Lorsque dans un endroit pareil apparaît une flore ligneuse, en abritant partiellement le sol, les associations steppiques caractéristiques disparaissent. Au lieu du steppe herbacé, avec *Stipa capillata, Festuca ovina, Koeleria gracilis, Potentilla arenaria, Achillea pannonica, Asperula cynanchica, Hieracium Bauhini, Scorzonera purpurea, Campanula sibirica, Veronica austriaca* etc., apparaît le steppe touffu avec *Prunus chamaecerasus, Adonis vernalis, Triticum intermedium, Brachypodium pinnatum,* dans lequel on rencontre aussi les espèces forestières. De telle façon, l'association végétale ouverte devient plus fermée. Les associations pareilles préparent le terrain pour l'apparition des arbres tels qu'*Ulmus campestris, Quercus pedunculata, Carpinus Betulus* etc. et d'arbustes, comme: *Crataegus monogyna, Corylus Avellana, Rhamnus cathartica, R. Frangula, Evonymus europaea, E. verrucosa, Cytisus nigricans* etc. Le steppese trouve ainsi remplacé par la forêt, laquelle, au fur et à mesure de son développement, change les conditions édaphiques et climatiques dans son entourage le plus proche. De cette manière, l'association steppique homogène devient morcelée en fragments, dispersés entre les touffes de la végétation arborescente. Il est bien clair qu'il existe ici la lutte entre la végétation ligneuse et steppique, principalement herbacée. La végétation herbacée n'est pas en état de dompter la pression de la végétation ligneuse et, par suite, tombe dans la lutte pour la vie. Alors là, où l'apparition de la végétation arborescente trouve les conditions convenables, l'existence des plantes steppiques devient impossible. Ce n'est que dans les conditions exceptionnelles, sur les versants très rapides, sur les éboulis des rochers et dans d'autres stations pareilles, que la végétation steppique se conserve. Ces terrains n'ont pas encore atteint le degré de développement nécessaire pour l'apparition de la végétation forestière. Un facteur des plus importants qui rend difficile l'apparition de la végétation ligneuse dans ces stations, c'est l'insuffisance de l'eau dans le sol. Ceci sort clairement des essais de boisement sur les versants exposés au midi, comme à Słaboszewice, aux bords de l'Opatówka, avec les différentes espèces d'arbres tels que: mélèze, acacia, pin, sapin (!) etc. Ces essais n'ont pas donné de résultats positifs. Quand on a planté les arbres pendant les étés très humides, ceux-ci poussaient d'abord bien, mais ensuite périssaient quand un été sec venait. De même, les cultures des arbres fruitiers périssaient sur les versants rapides. Nous avons fait de pareilles observations sur le versant qui se trouve entre Sandomierz et Pieprzówki.

Dans le district de Sandomierz, où les rivières creusent dans le

loess de profondes vallées et ravins, les versants exposés au midi possèdent les restes d'une végétation steppique, représentée soit par les espèces particulières, soit par les associations bien développées. Dans la région de la Nida inférieure, sur les terrains gypseux presque dépourvus de forêts, la végétation ligneuse apparaît très rarement et se développe en général très mal. Au contraire, la végétation steppique pousse très bien. Les terrains gypseux diffèrent des terrains de calcaires et de loess au point de vue de la flore. Les versants de calcaires et de loess sont couverts de la végétation ligneuse (arbustes et arbres) en très grande quantité, tandis que la végétation steppique est représentée faiblement. Sur les gypses nous voyons le contraire. On peut dire en effet, que les terrains des gypses présentent, en général, le milieu moins avancé dans le développement que les terrains de calcaires et de loess. Ceci veut dire que la composition chimique du sol et du sous-sol, ses propriétés physiques et chimiques, ses relations biotiques n'ont pas encore atteint le degré de développement indispensable à l'apparition de la végétation ligneuse et à la création des associations forestières.

Nous avons vu plus haut, que sur les versants sud il suffisait quelquefois d'un petit changement dans la forme de la surface (une dépression) pour provoquer un changement dans le caractère uniforme de la végétation. Le développement s'accomplit de cette manière, que parmi la végétation herbacée apparaît la végétation arborescente, conformément à la loi de succession de Paczoski[1]): le désert, la végétation herbacée, la forêt. Les terrains gypseux sont couverts de la „rędzina" gypseuse; c'est un sol très pauvre en éléments nutritifs, surtout en acide phosphorique et potasse, il a de mauvaises propriétés capillaires et contient les sulfures nuisibles pour les plantes, provenant de la désoxydation de $CaSO_4$. Dans les endroits plus bas, ce sol devient acide et on y constate les processus de désoxydations: les sulfates de chaux produisent les sulfures, lesquels, en présence des acides humiques libres, donnent l'hydrogène sulfuré, nuisible, lui aussi, pour la végétation. En général la végétation arborescente, qui exige plus de produits nutritifs et d'humidité, se développe bien dans les lieux plus bas, où s'amasse d'habitude une plus grande quantité d'eau et d'humus. Dans les terrains gypseux tout se passe autrement. Pour les raisons mentionnées plus haut, la végétation ligneuse ne peut pas se développer du tout, ou elle se

---

[1]) Paczoski, J. Les lignes générales du développement de la flore de la Russie sud-onest. Cherson, 1910 (en russe).

développe mal, en cédant la place à la végétation halophile. Les résultats des essais de boisement sur les terrains gypseux sont médiocres. Il arrive bien souvent, que les arbres déjà grands sèchent pendant l'été. C'ets pour cette cause, qu'on ne trouve q'uà Bogucice une forêt de charmes assez grande et que dans les terrains de gypses la végétation ligneuse joue un rôle insignifiant. D'après S. Miklaszewski [1]), au printemps les pousses de blé sur ces sols sont souvent belles, mais à mesure que la saison de végétation s'avance, les blés dépérissent de plus en plus et pendant la moisson on ne récolte que la paille. S. Miklaszewski prétend que cet phénomène peut s'expliquer par le manque de produits nutritifs dans le sol. A notre avis, il y a ici encore une autre cause non moins importante. Au printemps, quand le sol possède encore une assez grande quantité d'humidité, la végétation se développe facilement. Ensuite, quand le sol à cause de sa couleur noire s'échauffe fortement par les rayons de soleil, la teneur en eau diminue fortement et ceci d'autant plus que les propriétés capillaires du sol sont mauvaises. Dans les pareilles conditions les plantes périssent. Notre point de vue se base sur cette circonstance que les bonnes récoltes arrivent seulement pendant les étés humides. Ainsi nous voyons qu'en général les terrains gypseux, dans la région de la Nida inférieure, présentent un milieu qui ne favorise pas la végétation arborescente, et où, par conséquent, l'intensité de la lutte pour l'existence entre la végétation ligneuse et herbacée est moins grande. Par ce fait nous pouvons traduire le développement magnifique de la végétation steppique, laquelle apparaît non seulement sur les rochers escarpés où le sol ne se forme pas, mais aussi sur les champs incultes. Cette végétation occuppait naguère des espaces bien étendues dans cette région. Mais le développement de plus en plus grand de l'agriculture a provoqué l'utilisation plus complète du sol et maintenant la végétation steppique ne subsiste que dans les endroits où la culture est tout à fait impossible, à cause du relief trop accidenté. Après avoir examiné les conditions d'apparition de la flore steppique dans le district de Sandomierz et dans la région de la Nida inférieure, on arrive à cette conclusion que le climat local ne suffit pas pour expliquer la distribution de cette flore. Il est vrai que les climats locaux présentent une certaine somme de facteurs qui influent sur le milieu dans lequel s'accomplit la vie sociale des végétaux. Ces facteurs ont une influence puissante sur la direction et le caractère

---

[2]) Miklaszewski, S. Les sols de Pologne. Varsovie, 1912 (en polonais).

de la lutte qui se produit entre les associations ou bien entre les groupes des associations. Mais le résultat de cette lutte dépend avant tout du degré de développement auquel est arrivé le milieu en question. Dans le milieu qui n'est pas encore à ce degré de développement, dans lequel l'apparition de la flore forestière est possible, les espèces steppiques ne rencontrent pas encore ce rival menaçant — la forêt. Elles peuvent se développer le mieux en occupant les régions plus étendues. Au contraire, là où le milieu est arrivé au degré plus haut de développement et possède déjà les conditions favorables pour la végétation forestière, cette dernière déplace la flore steppique aux endroits rocheux, secs et pauvres en produits nutritifs, défavorables pour la végétation arborescente. La lutte pour la vie devenant moins intense permet alors à cette végétation de vivre. Donc, nous arrivons à la conclusion que ce sont les facteurs phytosociaux qui jouent le rôle décisif dans la répartition de la végétation steppique à côté de la forêt. L'état présent de la répartition est un des anneaux dans la longue chaîne des variations continuelles; c'est une phase passagère qui n'est en ce moment que le résultat de la lutte pour la vie entre les végétations forestière et steppique. Les conditions extérieures édaphico-climatiques activent ou reculent la marche de la lutte continuelle pour l'existence entre la flore forestière et steppique. Dans les considérations géobotaniques, la connaissance de toutes ces conditions est, pour cette raison, indispensable pour comprendre les phénomènes phytogéographiques. Pourtant, la connaissance des facteurs édaphico-climatiques et sociaux est insuffisante pour comprendre l'origine de la végétation steppique sur le plateau de la Petite Pologne. Il faut pour cela connaître l'histoire géologique du terrain, l'histoire du développement de la flore, l'influence de l'homme sur elle, en un mot, il faut connaître les facteurs historico-géologiques. Ainsi la répartition de la végétation steppique sur le plateau de la Petite Pologne est un fait bien compliqué, conditionné par les différents facteurs. La connaissance de ces facteurs nous permet de répondre à plusieurs questions qui se présentent aux recherches géobotaniques.

En résumant tout ce qui a été dit plus haut, nous arrivons aux conclusions suivantes:

I. La connaissance des facteurs géologico-historiques est nécessaire pour comprendre l'origine de la flore en général et l'apparition des associations steppiques en particulier sur le plateau de la Petite Pologne.

II. La répartition de la végétation steppique à côté de la végétation sylvatique est conditionnée par facteurs phytosociologiques, c'est-à-dire par la lutte pour l'existence, qui se produit entre la végétation steppique et la végétation arborescente.

III. Les conditions climatiques, surtout la température, qui détérminent les autres facteurs écologiques du milieu, possèdent une grande influence sur la marche de cette lutte.

IV. Les facteurs édaphiques ne jouent dans la distributions de la végétation steppique qu'un rôle peu important.

En finissant ce travail, je suis très heureux d'exprimer mes remerciements à MM[rs] R. Kobendza, St. Krzeszkiewicz, M. Lipski, Rewieński et Dr. W. Moycho qui m'ont aidé dans l'execution de ce travail ainsi qu'à M[r] Sulimierski à Skorocice qui m'a offert une gracieuse hospitalité au cours de mes recherches.

Institut de Botanique de l'École Supérieure d'Agriculture à Varsovie.

(Wpłynęło do redakcji 2 października 1923).

Skorocice			5—6 août 1922											
Heures			6	8	10	12	14 [1]	16 [2]	18	20	22 [3]	24 [3]	2	4	6
Nébulosité			9	9	8	4	8	10	5	8	10	4	10	10	10
Vitesse du vent [4]			1	2	2	2	3	2	2	2	0	1	1	1	2
	Hauteur au-dessus du sol	Station													
Température de l'air	50 cm	I	14.2	16.4	21.6	23.0	25.4	18.0	18.2	16.0	16.0	13.6	16.0	14.8	16.0
		II	14.6	18.0	22.2	23.2	24.0	18.0	18.2	16.2	15.8	14.0	15 8	14.6	16.0
		III	15.4	19.0	22.4	25.2	23.2	18.0	18.0	16.0	16.0	15.0	15.4	14 6	15.8
	150 cm	III	13.8	16.0	20.2	23.0	24.0	18.0	18.4	16.2	15.8	13.6	15.4	15.0	15.0
Déficit hygrométrique	50 cm	I	1.2	0.8	5.6	7.4	9.8	1.5	1.8	0.5	1.0	0.3	1.3	0.8	1.0
		II	1.8	3.1	5.4	8.7	9.6	1.5	1 8	0.8	1.1	0.3	1.4	0.8	1.0
		III	1.0	4.3	6.7	11.2	8.7	2.9	1.5	0.8	1.3	0.5	1.3	0.6	1.1
	150 cm	III	1.2	1.0	5.9	8.3	9.6	1.8	1.8	0.3	1.1	0.5	1.0	0.8	0.5

[1]) L'orage s'approche.
[2]) Il pleut.
[3]) Il bruine.
[4]) D'après l'échelle de Beaufort.

Skorocice			20—21 juillet 1923									
Heures			$7^{00}/7^{30}$	$8^{00}/8^{50}$	$10^{00}/10^{45}$	$12^{00}/12^{50}$	$14^{00}/14^{55}$	$16^{00}/16^{55}$	$18^{00}/19^{00}$	$22^{00}/25^{00}$	$3^{45}/4^{35}$	$8^{00}/8^{50}$
Nébulosité			0	1	5	5	5	3	4	—	10	9
Vitesse et direction du vent			sw2	w4	sw6	sw5	w5	w4	w2	—	w2	w6
		Station										
Température du sol	Dans la profondeur de 50 cm	I	17.8	17.7	17.6	17.6	17.6	17 6	17.5	17.4	17.4	17.4
		II	19.2	19.2	19.2	19.2	19 2	19.0	18.9	18.9	19.0	19.0
		III	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.4	16.2	16.2	16.2
		IV	15.4	15.4	15 4	15.4	15.4	15.3	15.3	15.3	15 3	15.3
	Dans la profondeur de 25 cm	I	18.6	18.7	18.9	19.4	20.0	19.9	19.4	19.2	18.6	19.2
		II	18.6	18.8	19.2	20.0	21.0	21.0	20.6	20.4	19.8	19.9
		III	17.2	17.2	17.4	17.6	17.8	18.2	18.1	17.7	17.4	17.6
		IV	16 6	16.6	16.6	16.8	17.1	17.1	16 4	16.2	16.0	16.0
	Sur la surface	I	18.8	22.0	25.0	28.6	28.4	23.4	18.0	17 8	15.2	21.6
		II	17.4	23.6	29.0	35.0	34.8	30.2	23.2	18.5	15.8	24.0
		III	17.0	20.4	23.0	28.6	31.2	24.4	20.4	16.8	15.2	22.2
		IV	17.8	18.8	18.8	18.9	18.8	18.2	17.3	16.4	15.2	18.4
Temperature de l'air	A la hauteur de 5 cm	I	17.3	19.6	20.7	24.6	25.0	22.0	17.0	17.0	15.6	20.2
		II	16.0	20.4	21.8	25.6	26.4	22.2	20.0	17.5	15.8	20.2
		III	14 8	18.5	22.3	24.6	25.6	22.2	19.2	17.0	14.8	20.6
		IV	17.6	18.8	21.4	22.4	23 8	21.9	16.6	16 8	15.6	19.8
	A la hauteur de 10 cm	I	16.6	19.4	22.0	25.0	25.0	22.0	17.5	17.4	15.6	20.0
		II	15.3	19.4	21.2	23.4	25.4	23.0	19.4	17.5	15.8	20.4
		III	15.4	18.2	21.1	23.8	24 2	22.5	19.8	17.0	14.8	20.1
		IV	17.1	18.8	20.9	21.4	22.5	22.1	17.4	17.0	15.6	20.2
	A la hauteur de 150 cm	III	14.2	18.2	20.1	21.6	23.2	23 0	20.6	17.4	15.6	19.6
Déficit hygrométrique	A la hauteur de 5 cm	I	0.4	3.9	7.0	8.6	11.8	3.3	2.2	3.0	1.6	4.0
		II	1.0	4.5	8.3	11.1	13.1	9.8	5.3	3.7	2.2	5.2
		III	0.8	3.1	7.5	9.8	11.7	8.5	5.2	3.5	1.0	5.2
		IV	1.7	4 2	6.5	7.6	10.3	7.3	2.2	2.9	1.6	4 5
	A la hauteur de 50 cm	I	1.1	3.7	7.2	9.6	11.8	8.2	2.5	3.6	1.6	3.9
		II	1.0	4.6	7.2	10.4	11.9	8.4	5.4	3.9	2.9	5.5
		III	0.8	3.4	5.2	9.5	10.5	8.3	5.7	3.5	1.0	4.3
		IV	1.8	4.2	6.8	7.2	8.9	8.0	2.8	3.4	1.6	4.9
	A la hauteur de 150 cm	III	0.7	3.7	5.9	7.7	10.2	9.6	7.1	3.6	1.9	3.9

Sandomierz			11—12 août 1922											
Heures			6	8	10	12	14	16[1])	18	20	22	24	2	4	6
Nébulosité			9	10	10	5	4	9	6	2	0	0	0	2	2
Vitesse du vent			2	2	2	2	3	3	3	0	1	1	1	0	0
	Hauteur au-dessus du sol	Station													
Température de l'air	50 cm	I	16.6	18.0	20.3	23.8	24.2	18.6	19.8	14.6	13.4	11.6	10.8	9.4	11.6
		II	16.6	17.6	19.2	22.2	22.2	19.2	19 6	15.0	13.4	12.4	11.0	9.8	11.8
		III	16.4	17.8	19.2	23 0	21.6	19.4	19.0	14.2	12.4	12.4	11.0	10.0	14.2
	150 cm	III	16 6	18.2	20.0	22.8	23.6	18.4	20.0	14.6	13.6	12.6	11.6	10.0	11.6
Déficit hygrométrique	50 cm	I	1.1	2 3	4.2	7.4	7.8	4.0	6.1	2.1	1.7	1.1	0 9	0.2	0.9
		II	1.1	2.0	3.8	7.3	7.3	4.7	5.8	2 6	1.7	1.7	1.1	0.7	0.7
		III	1.1	2.1	3.0	6.6	5.6	5.0	5.4	2.0	0.6	1.5	1.1	0.9	1.0
	150 cm	III	1.4	2.3	4 2	6.5	8.2	4.0	6.1	2.1	1.3	1.5	1.3	0.7	0.9

[1]) Après la pluie.

Sandomierz			12—13 août 1923										
Heures			8	10	12	14	16	18	20	22	2	4	6	8
Nébulosité			2	8	7	7	5	6	0	0	0	1	0	4
Vitesse et direction du vent			w5	w6	w6	w6	w6	w6	w2	w1	w5	w5	w5	w4
		Station												
Température du sol	Dans la profondeur de 50 cm	I	17.0	17.0	17.0	17.2	17.2	17.1	17 4	17.2	17 2	17.2	17.1	17.0
		II	18.8	19.0	19.0	19 5	19.6	19.6	19.6	19 6	19.4	19 6	19.6	19.4
		III	17.2	17.6	17.6	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8	17.6	17.6	17.6	17.6
		IV	—	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.8	15.4	15.4	15.4	15.4
	Dans la profondeur de 25 cm	I	17 4	17.6	17.9	18 6	19.1	19.0	18.6	18.3	17.3	16.8	16.2	16.6
		II	—	16 6	16.8	17.2	17.7	17.9	18.0	18.0	17.2	16 5	16.2	16.0
		III	18.2	18.4	18.4	19.0	19.2	19.1	18.8	18.4	17.4	17.2	16.8	17.1
		IV	15.2	15.2	15.4	15.6	15.9	15.9	15.9	15.6	14 8	14.6	14 4	14.3
	Sur la surface	I	20.3	22.6	24.0	25.4	23.5	19.4	16.2	14.2	12.2	11.3	12.0	20 8
		II	21.4	26 0	31.0	36.2	32.5	25.4	19.8	17.4	15.0	13.8	14 8	19.0
		III	16.8	20.5	24.0	26.6	21.3	18.7	15 2	13.6	11.6	10.9	13.2	16.4
		IV	14.1	15.8	16 0	17.1	19.0	17.4	14.2	12.6	11.0	10.6	11.7	13.4
Température de l'air	A la hauteur de 5 cm	I	18.2	19.6	20.4	22.6	18.8	17.0	13.0	12.0	10.0	9.6	11.6	18.6
		II	19.0	20.0	21.0	23.0	21.6	18.2	14.2	13.0	10.0	9 8	12.2	16.0
		III	18.0	19.2	20.4	19.0	19.2	17.0	12.2	12.4	10.6	9.8	14.0	17.0
		IV	16.1	16.6	18.0	17.6	19.4	18.8	13.8	12.6	10.6	10.0	12.8	16.2
	A la hauteur de 10 cm	I	18.2	19 6	19.6	22.2	20.3	17.4	13.0	12.0	10.8	9.6	12.4	18.2
		II	19.4	19.6	20.1	22.6	21.6	17.8	14.0	12.8	10.0	9.8	13.2	16.8
		III	17.8	18.0	19.8	18.4	18.8	17.6	12.4	12.2	10.6	10.0	13 8	16.2
		IV	15.9	16.6	18.0	19.0	20.2	18.4	14.0	12.6	10.4	10.0	13.0	15.8
	A la hauteur de 150 cm	III	15.8	17.6	18.5	18.2	18.4	17.6	14.4	12 0	10.8	10.0	12.6	15.2
Déficit hygrométrique (en mm)	A la hauteur de 5 cm	I	4.5	6.6	7.0	7.0	4.9	4.8	2.4	2.1	1.3	0.7	1.3	3.8
		II	5.7	7.7	8.1	9.6	7.8	6 1	3.6	2.8	0.4	0.9	0.5	1 3
		III	4.3	7.3	7.4	7.0	6.8	4.8	1.7	2.6	1.4	1.1	2.2	3.2
		IV	2.9	5.0	6.3	4.4	6.6	6.2	3.1	2.3	1.4	1.1	1.5	2.7
	A la hauteur de 10 cm	I	6.0	6.3	7.1	8.5	6 9	5.1	2.6	2.1	1 3	0.8	1.7	3.2
		II	6.3	6.7	7.4	9.4	7.8	5.5	3.4	2.5	0 4	0.9	1.7	2.4
		III	4.2	6.3	7.2	6.6	5.4	5.7	1.7	2.4	1.4	1.1	2.2	1.6
		IV	3.5	3 8	6.3	6.0	7.3	6.4	3.2	2.5	1.2	1.1	1.7	2.4
	A la hauteur de 150 cm	III	2.7	5.4	5.9	5.6	5.5	5.4	3 7	1.6	0.9	0.9	0,7	1.4