Les associations steppiques sur le plateau de la Petite Pologne et leurs successions.

Par

SEWERYN DZIUBAŁTOWSKI.

(Planches VII et VIII).

Dans mon précédent travail¹⁾ j'ai exposé les conditions écologiques générales, dans lesquelles vivent les plantes steppiques sur le plateau de la Petite Pologne, ainsi que les facteurs présidant à leur répartition. A présent je veux m'occuper du côté sociologique de cette végétation. J'ai consacré beaucoup de temps à ce problème, étudiant pendant quelques années les groupements des plantes steppiques. Avant de publier les résultats définitifs de mes recherches, je voudrais traiter dans ce travail-ci quelques associations les plus caractéristiques du plateau de la Petite Pologne, pour décrire leur caractère phytosociologique et présenter la genèse et la tendance de leur développement. De même que dans mon travail précédent je me baserai sur les associations qui apparaissent au Sud-Est du plateau, surtout sur les loess des environs de Sandomierz et dans la région de la Nida inférieure. Dans cette dernière contrée la végétation steppique apparaît surtout sur les sols gypseux et calcaires. Ce sont deux principales localités de la végétation steppique sur le plateau de la Petite Pologne. En outre j'ai pris en considération les associations steppiques qui apparaissent dans les autres parties de ce plateau, m'appuyant sur la littérature ou sur mes observations personnelles sur place.

Dans mes recherches j'ai appliqué la méthode floristique de M^r Braun-Blanquet²⁾, laquelle me paraît la plus rationnelle.

¹⁾ Dziubałtowski S. La distribution et l'écologie des associations steppiques sur le plateau de la Petite Pologne. — Acta Societ. Botan. Poloniae, vol. I, No 3, 1923.

²⁾ Braun-Blanquet J. Prinzipien einer Systematik der Pflanzengesellschaften auf floristischer Grundlage. — Jahrb. der St. Gallischen Naturw. Gesellschaft, 57. Bd., II. Teil, 1921.

Voir aussi Braun-Blanquet J. et Pavillard J. Vocabulaire de sociologie végétale, 2-e édition, 1925.

En effet, la composition floristique est la meilleure expression des conditions naturelles de la vie. Voilà pourquoi la caractéristique ainsi que la systématique des associations se basent sur la composition floristique. Cependant elle n'exclut point les recherches écologiques. Au contraire, pour mieux comprendre le caractère de l'association il est nécessaire de caractériser exactement les conditions de la station. Pour cette raison j'ai étudié chaque relevé aux différents points de vue : exposition, inclinaison, teneur en carbonate de chaux, épaisseur de la couche d'humus, concentration des ions hydrogènes. La détermination de CaCO_3 , ainsi que celle de MgCO_3 et FeCO_3 a été exécutée à l'aide des calcimètres de Passon et de Dietrich ; le premier de ces appareils servait pour la détermination des petites quantités de calcium dans le sol et le second pour celle des grandes. Ces deux appareils sont basés sur le principe du dégagement de CO_2 en présence de HCl . On ne dose ainsi directement que le gaz carbonique, puis on calcule d'après une échelle graduée le pourcentage du carbonate de chaux. Pour la détermination de la concentration en ions H , nous nous sommes servi d'un ionoscope colorimétrique, fourni par l'Institut Sérologique Suisse à Berne, dont l'application a été exposée par M^r Braun-Blanquet¹⁾.

Avant de commencer la description des associations steppiques, il faut souligner cette circonstance que le plateau de la Petite Pologne était déjà depuis longtemps habité par l'homme. Alors, pour cette raison, sa végétation primitive est fortement modifiée et par places complètement détruite. De là proviennent des difficultés considérables pour le phytosociologue. Il n'est pas en état d'étudier les phénomènes naturels dans toute leur étendue. Dans ces conditions, il est obligé, très souvent, de limiter ses recherches à de petits débris, à des fragments sauvés de la destruction, pour reconstituer, sur leur base, le tableau primitif de la végétation, distinguer les associations et étudier l'histoire de leur développement. Il est bien compréhensible qu'un travail exécuté dans des conditions pareilles exige de longues observations et ne peut prétendre à une certitude absolue. Néanmoins, connaissant à fond la flore d'un terrain, c'est-à-dire sa genèse, l'histoire de son développement, les influences qu'il a subies, enfin son état actuel, on peut être tenté à présenter les relations phytosociologiques.

¹⁾ Braun-Blanquet. Études sur la végétation méditerranéenne. Concentration en ions H et calcimétrie du sol de quelques associations de la garigue languedocienne. — Bull. Soc. Bot. France, t. XXIV, 1924.

Association à *Stipa capillata* (*Stipetum capillatae*).

La plus intéressante et la plus caractéristique des associations steppiques sur le plateau de la Petite Pologne est le *Stipetum capillatae*. C'est une association naturelle, assez répandue aux environs de Sandomierz sur le loess ainsi qu'à la région de la Nida inférieure sur le gypse. Outre cela, nous la rencontrons aussi dans d'autres contrées du plateau. Toutefois, elle ne s'y développe nulle part si franchement et n'occupe tant d'espace qu'aux environs de Sandomierz et sur la Nida. Nous prendrons donc ces localités comme l'objet de nos études. Dans un endroit aussi bien que dans l'autre, cette association apparaît dans les parties les plus inclinées des versants secs, bien ensoleillés, où la pente, étant très rapide, empêche leur défrichement et leur mise en culture. Partout, où les conditions sont favorables, l'association à *Stipa capillata* s'y établit; cela prouve que nous avons à faire avec une association assez forte et bien expansive. Quoique on puisse observer les phases initiales de ce groupement sur le loess, néanmoins ces phénomènes se manifestent beaucoup mieux sur le gypse, où les particularités du relief des terrains gypseux (entonnoirs, effondrements, pentes abruptes etc.) déterminent les conditions, dans lesquelles nous pouvons observer des différentes phases de développement du *Stipetum*. Les Lichens, comme *Xantoria parietina* β *rutilans*, *Physcia ciliaris*, *Cladonia foliacea* subsp. *alcicornis*, *Parmelia physodes* et autres sont les premiers végétaux qui s'établissent à la surface du rocher. Lorsqu'il se forme un peu d'humus, remplissant les plus petites fentes et crevasses, certaines Mousses apparaissent, comme *Thuidium abietinum*, *Tortula* div. sp. et autres. Parmi les Phanérogames on peut citer *Sedum acre*, *Potentilla arenaria*, *Gypsophila fastigiata*, *Artemisia campestris*, *Stipa capillata*, *Festuca vallesiaca* et d'autres qui s'y installent. Les premiers et, après un certain temps, forment l'association bien définie, dans sa phase optimale. Il faut ajouter que l'évolution de l'association dans les terrains de loess diffère un peu de celle des terrains de gypse. Néanmoins, le développement de la végétation conduit à la création du même groupement végétal. (Voir pl. VII [en bas] et VIII).

La table I nous présente la composition floristique du *Stipetum* dans la phase optimale, ses caractères analytiques et synthétiques, c'est-à-dire l'organisation de l'association. Voici les particularités des 16 relevés sociologiques de cette table:

N° du relevé	Localité et date de l'exploration	Exposition de la station	Inclinaison	Surface libre de plantes en pour-cent	Qualité du sol	Epaisseur du terreau noir (humus) en cm	Quantité de carbonates en pour-cent	Concentration en ions hydrogène du sol
1	Bogucice, sommet de colline de gypse, 14. 7. 1924	S.	0—5°	30	Roche de gypse	0—1	6—9	7.4
2	Chotel Czerwony, collines gypseuses, 15. 7. 1924	S.	20°	15—30	Sol gypseux	1—5	2.5—3	7.6
3	Chotel Czerwony, versant de la colline gypseuse „Prześlin“, 26. 6. 1923, 15. 7. 1924	S.	25°	15—30	„	2—5	?	6.9
4	Skorocice, escarpement gypseux, 16. 7. 1924	E.	38°	40—50	Roche gypseuse presque nue	0—3	2	7.4
5	Busko, versant de la colline gypseuse, 12. 8. 1924	S.	30°	30—50	„	1—5	7—8	7.6
6	Wola Zagojska, escarpement gypseux, 14. 7. 1924	S.-E.	40—45°	40—45	Roche de gypse par place presque nue	0—1	6—9	7.3
7	Busko, „Zimna Woda“, 17. 8. 1924	S.-W.	15—30°	20—40	Sol gypseux	1—5	6—7	7.4
8	Owczary-Penczelice, colline gypseuse, 14. 8. 1924	S.-W.	25°	15—30	„	1—5	6—8	7.5
9	„Montagnes“ Pieprzowe, sommet d'escarpement, 12. 6. 1918, 19. 5. 1924,	S.	10°	15—20	Sol de loess	0—5	0.75—1	7.7
10	Dwikozy, versant de haute terrasse de l'Opatówka	S.	30°	20—30	„	0—5	2.1	7.4
11	Sandomierz, versant de haute terrasse de la Vistule, 11. 8. 1923	S.	39°	20—50	„	0—5	1.5	7.5
12	Góry, sommet de la colline de loess, 20. V. 1924	S.	35°	20—50	„	0—3	2	7.5
13	Nowy Kamień, 25. 7. 1917, 18. 8. 1918	S.	± 30°	20—35	„	0—5	0.3—0.8	7.7
14	Słaboszowice, 2. 8. 1918, 22. 9. 1922	S.	25°	30	„	0—5	—	—
15	Słupcza, 27. 4. 1918, 23. 7. 1918	S.	25—30°	20	„	0—5	1.5—2.5	7.7
16	Koprzywnica - Gnieszowice, 28. 7. 1917, 16. 8. 1918, 24. 4. 1918	S.-W.	20°	25	„	0—5	—	—

Table I.

Association à <i>Stipa capillata</i>																									
Nature du sol		Gypse																							
Numéro du relevé		1	2	3	4	5	6	7	8																
Quantité et sociabilité		Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S								
Espèces																									
(*) Caractéristiques																									
Exclusives																									
H	<i>Stipa capillata</i>	3	2	3	2	4	2	4	2	3	2	4	3	2	2	3	3								
H	" <i>pennata</i>									1	2														
H	<i>Poa bulbosa</i> var. <i>vivipara</i>			+	1	1	1	2-3	1	1	1														
H	<i>Scorzonera purpurea</i>					+	1																		
H	<i>Achillea pannonica</i>							+	1					1	1										
Ch	<i>Hieracium echinoides</i>							+	1			+	1												
Électives																									
H	<i>Andropogon Ischaemon</i>																								
H	<i>Linosyris vulgaris</i>																								
H	<i>Festuca</i> div. sp. (<i>glauca</i> , <i>vallesiaca</i> , <i>pseudovina</i> , <i>sulcata</i>)	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2								
H	<i>Koeleria gracilis</i>	1	1	1	1	+	1	1	1	+	1	+	1	1	1	2	1								
H	<i>Oxytropis pilosa</i>			+	1	+	1							+	1	+	1								
Ch	<i>Veronica austriaca</i>																								
Préférées																									
H	<i>Campanula sibirica</i>	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1								
H	<i>Silene Otites</i>	+	1			+	1	+	1	+	1														
Ch	<i>Potentilla arenaria</i>	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2	2								
Ch	<i>Thymus</i> div. sp. (<i>lanuginosus</i> , <i>Marschallianus</i> , <i>glabrescens</i>)	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2								
Ch	<i>Artemisia campestris</i>	2	3	1	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2	+	2								
Ch	<i>Medicago falcata</i>	1	2	2	1	2	1	1	3	1	2	2	2	1	1	2	2								
T	<i>Calamintha acinos</i>	+	1	+	1			+	1	1	1	+	1	1	1	+	1								
T	<i>Euphrasia lutea</i>	1	1																						
H	<i>Scabiosa ochroleuca</i>																								
H	" <i>suaveolens</i>	+	1							1	1			+	1	+	1								
H	<i>Salvia pratensis</i>			1	1									+	1										
Ch (H)	<i>Asperula cynanchica</i>			+	1			1	1					+	1	+	1								
H	<i>Anthyllis polyphylla</i> et <i>vulgaris</i>	1	1											2		+	1								
Ch	<i>Onobrychis viciaefolia</i>	+	1	+	1							+	1	1											
H	<i>Centaurea rhénana</i>	+	1	+	1	+	1					+	1			+	1								
G	<i>Triticum glaucum</i>					+	1	+	1							+	1								
H	<i>Asparagus officinalis</i>					+	1																		
T	<i>Alyssum montanum</i>					1	1							1	1										
H	<i>Stachys recta</i>					+	1																		
H	<i>Dianthus Carthusianorum</i>							+	1							+	1								
H	<i>Thesium intermedium</i>															+	1								
H	<i>Phleum Boehmeri</i>																								
Thuidium abietinum																									
Cladonia foliacea																									
Homalothecium sericeum																									

La table I résume aussi la composition floristique de la sous-association du *Stipetum*. Les relevés proviennent des localités suivantes:

1. Pieprzówki, 23. 7. 1923	}	Versants des ravins de loess.
2. Góry, 15. 8. 1923		
3. Dwikozy, 15. 8. 1923		
4. Słupcza, 15. 8. 1923		
5. Łukawa, 20. 8. 1918		
6. Koprzywnica-Gnieszowice		
7. Wesołówka, 1. 8. 1918		
8. „Montagne“ de Pińczów, versants calcaires, 26. VIII. 1924.		
9. Krzyżanowice, versants des collines gypseuses, 26. 8. 1924.		

De la table I il résulte, que le *Stipetum* sur les sols gypseux diffère un peu du *Stipetum* sur le loess. Ces petites différences, qui peut-être disparaîtraient lorsqu'on aura étudié ce groupement de plus près, se manifestent seulement par certaines espèces qui poussent dans le *Stipetum* sur le gypse comme *Poa bulbosa* var. *vivipara*, *Oxytropis pilosa*, *Scabiosa suaveolens* etc. et n'apparaissent pas dans le *Stipetum* sur le loess. Au contraire, les espèces comme *Linosyris vulgaris*, *Nonnea pulla*, *Scabiosa ochroleuca* etc. ne se rencontrent pas dans cette association sur le gypse¹⁾. Enfin dans la table nous observons quelques différences dans la fréquence de certaines espèces. En général la fréquence des espèces dans cette association sur le loess est plus grande que sur le gypse.

Comme la nature de l'association à *Stipa capillata* est plus ou moins la même dans les deux cas, il est clair que ces différences sont en rapport direct avec les différences qui existent entre les sols gypseux et les sols de loess. Pour avoir une idée plus nette de ces phénomènes il faut examiner brièvement les propriétés physiques et chimiques de ces sols.

D'après M^r S. Miklaszewski²⁾, le sol gypseux, provenant de la décomposition du gypse marneux, contient des débris rocheux de différentes grandeurs dans le sol ainsi que dans le sous-sol. Le sol foncé, presque noir (à l'état humide tout à fait noir), avec un mélange considérable de sable et d'argile, perméable mais peu aéré. Le sous-sol de couleur blanchâtre repose sur les roches maternelles.

¹⁾ Le plus grand nombre de ces espèces pousse aussi bien sur le loess que sur le gypse, seulement dans les autres groupements végétaux.

²⁾ Miklaszewski S. Études sur les sols de la Pologne. — Comptes Rendus de la Soc. Scient. de Varsovie, vol. I, N. 5, 1908.

Les analyses de ces dernières, exécutées par M^r S. Miklaszewski, donnent:

	I. Roche très désagrégée	II. Roche par- tiellement désagrégée	III. Roche non désagrégée
Ca SO ₄ 2H ₂ O	8.41	65.57	40.21
Ca CO ₃	18.39	10.50	-
Mg CO ₃	3.47	1.82	2.34
Fe CO ₃	4.80	1.53	—

De ces analyses on déduit que la proportion de Ca SO₄ dépend du degré de la désagrégation de la roche. Dans les cas où la désagrégation est faible, il y a un grand pourcentage de gypse, mais les carbonates de calcium et de fer font complètement défaut. Leur quantité augmente avec la désagrégation de la roche. Le *Stipetum*, dans ses phases initiales, prospère surtout sur les roches nues, c'est-à-dire sur le substratum qui ne diffère pas beaucoup, au point de vue chimique, des résultats des analyses ci-dessus mentionnées. Ensuite, sous l'influence du climat et de la végétation, la roche forme une mince couche du sol proprement dit. C'est donc une chose intéressante de savoir quelle est la composition chimique du sol gypseux. L'analyse de M^r S. Miklaszewski répond à cette question.

H ₂ O (humidité)	1,321%
CO ₂ (Finkener)	0,103 „
N	0,116 „
Humus (acide)	1,912 „
Al ₂ O ₃ }	
Fe ₂ O ₃ }	0,786 „
CaO	0,552 „
MgO	0,215 „
SO ₃	0,033 „
K ₂ O	0,026 „
Na ₂ O	0,004 „
H ₂ S	présent
P ₂ O ₅	0,019 „

Il résulte de cette analyse, que le sol gypseux est riche seulement en N mais ne contient que des quantités insuffisantes d'acide phosphorique et d'oxyde de potassium. Par conséquent, c'est un sol

qui n'est pas fertile. L'humus acide et la présence du H_2S augmentent l'infertilité du sol gypseux.

Le loess, de couleur généralement jaune, appartient à une sorte de limon sablonneux à grains extrêmement fins (0,01 à 0,05 mm de diamètre). Il est perméable, aéré et possède un réseau capillaire bien développé. Grâce à ces propriétés physiques, le loess retient parfaitement l'eau. Pendant la pluie il l'absorbe, pendant la sécheresse, au contraire, l'eau capillaire monte dans les couches supérieures et fournit aux plantes la sève brute.

Au point de vue chimique le loess, comme il est connu, n'est pas riche. Il est évident que la fertilité de cette terre est due surtout à ses excellentes propriétés physiques. Nous voyons donc que les sols de loess sont incontestablement supérieurs sous n'importe quel rapport à ceux des gypses.

Sur les versants, quelquefois très déclives, où se développe généralement le *Stipetum*, les conditions édaphiques et climatiques sont différentes de celles de la plaine. Les stations de cette association présentent généralement un milieu extrêmement sec, peu favorable à la végétation. Voilà pourquoi les espèces, qui poussent là-bas et qui constituent l'association à *Stipa capillata*, ont très peu d'exigences. C'est un groupement par excellence xérophytique, bien adapté à la sécheresse. Les adaptations xérophilles se manifestent par plusieurs caractères se retrouvant chez les plantes isolées ou réunies. D'abord on voit chez certaines espèces un grand développement du système de racines très ramifiées qui pénètrent profondément dans le sol (loess) ou dans les fissures du rocher (gypse). On peut en citer comme exemples: *Stipa capillata*, *Artemisia campestris*, *Medicago falcata*, *Alyssum montanum*, *Gypsophila fastigiata* etc. La réduction de la surface foliaire, qui protège la plante contre une transpiration excessive, se rencontre chez plusieurs espèces comme *Stipa capillata*, *S. pennata*, *Festuca* div. sp., *Linosyris vulgaris*, *Asperula cynanchica*, *Artemisia campestris*, *Centaurea rhenana* et autres. Enfin il faut signaler un grand nombre d'espèces possédant un revêtement pileux abondant (*Thymus* div. sp., *Calamintha acinos*, *Oxytropis pilosa*, *Triticum intermedium* etc.).

D'une façon générale, on peut brièvement résumer la xérophilie du *Stipetum* comme il suit: la sécheresse du milieu et les difficultés d'approvisionnement en eau provoquent un plus fort développement de l'appareil d'absorption. D'un autre côté la température élevée de l'atmosphère ambiante et le grand déficit hygrométrique

de l'air, en favorisant la transpiration, provoquent la réduction de l'appareil transpiratoire.

Au point de vue systématique les familles suivantes possèdent dans le Stipetum la plus grande quantité d'espèces:

	ayant en égard la liste complète	ayant en égard seulement les espèces caractéristiques
1) <i>Gramineae</i>	19.3%	27.5%
2) <i>Compositae</i>	12.9 „	15.0 „
3) <i>Papilionaceae</i>	9.7 „	12.5 „
4) <i>Labiatae</i>	9.7 „	15.0 „

Les *Graminées*, qui apparaissent socialement et forment des touffes isolées, jouent un rôle important non seulement au point de vue physionomique mais aussi dynamique. C'est pour cette raison qu'on nomme quelquefois cette steppe „la steppe à *Graminées*“ pour la distinguer de celle qu'on appelle „florifère“. Dans cette dernière on a surtout les plantes aux grandes fleurs multicolores.

Le Stipetum est une association ouverte. Il possède un grand % d'espace libre entre les constituants particuliers qui apparaissent socialement ou séparément. Leur majorité forme des touffes plus ou moins développées. Le spectre biologique du Stipetum se présente comme ceci:

1) Hémicryptophytes	37	(60%)
2) Chaméphytes	14	(22.5%)
3) Thérophytes	6	(9.6%)
5) Géophytes	4	(6.4%)
6) Phanérophytes	1	(1.5%)

Nous pouvons constater que cette association possède un très grand % de Hémicryptophytes, représentants des climats tempérés froids. Les Chaméphytes, qui préfèrent généralement les stations sèches à insolation forte, occupent la deuxième place. Que le % des Thérophytes est assez considérable, on peut l'expliquer par ce fait que l'association est ouverte et, par conséquent, la lutte pour l'existence est amoindrie. Le rôle des Géophytes est insignifiant, et celui des Phanérophytes — nul.

Au pieds des versants, comme aussi sur les surfaces moins déclives, dans de petites dépressions, où s'accumule une plus grande quantité d'humus, *Andropogon Ischaemon* se développe fortement et occupe quelquefois les trois quarts de la surface, chassant les autres espèces. Les pelouses à *Andropogon Ischaemon* poussent là où pâit le bétail; celui-ci foule fortement le sol, ce qui sans nul doute empire

ses propriétés physiques. Cette espèce, qui s'étend en forme de coussin, s'adapte très bien à ce piétinement. On ne peut dire cela des autres espèces, qui lui cèdent la place soit entièrement soit partiellement. Le déplacement des espèces xérophiles favorise l'apparition graduelle des espèces à tendances mésophiles comme par exemple: *Plantago media*, *Pimpinella Saxifraga*. *Lotus corniculatus*, *Hypericum perforatum*, *Brunella grandiflora*, *Senecio Jacobaea* et autres. Comme la plupart des pelouses à *Andropogon Ischaemon* ont été tondues par le bétail, les listes floristiques des relevés ne sont pas tout à fait complètes. Cependant, on peut constater une parenté proche de ce groupement avec le Stipetum par la présence de presque toutes les espèces à degré 4 et 5 de présence et par un grand nombre des espèces caractéristiques. Voilà la raison pour laquelle je traite ce groupement comme une sous-association. Ce n'est que le Stipetum appauvri et dégradé dans son développement — Stipetum à *Andropogon Ischaemon* (Stipetum andropogonetosum).

Durant sa période végétative l'association change quelquefois d'aspect et aussi de composition floristique. Au printemps (avril, mai et commencement de juin) le fond est constitué par: *Potentilla arenaria*, *Festuca* div. sp., *Koeleria gracilis*, *Poa bulbosa* var. *vivipara*, *Scorzonera purpurea*, *Stipa pennata*, *Achillea pannonica*, *Alyssum montanum*, *Cerastium semidecandrum*, *Veronica austriaca* et autres. Pendant l'été (seconde moitié du mois de juin, juillet et commencement du mois d'août) fleurissent: *Campanula sibirica*, *Oxytropis pilosa*, *Medicago falcata*, *Silene Otites*, *Thymus* div. sp., *Scabiosa ochroleuca*, *Asperula cynanchica*, *Dianthus Carthusianorum*, *Triticum intermedium*, *Nonnea vulla* etc. Enfin, quand la majorité d'espèces défleurit, c'est alors que commence la floraison de *Scabiosa suaveolens*, *Euphrasia lutea* *Andropogon Ischaemon* et *Linosyris vulgaris*.

Chaque association, comme du reste chaque organisme, a son commencement, se développe, parvient à la phase optimale de son développement et enfin disparaît. Il est intéressant de savoir comment se présente l'histoire de l'association qui nous occupe ici. L'association à *Stipa capillata* prend naissance sur les rochers et sur les pentes déclives. Lorsque les premières plantes, surtout les Cryptogames, préparent le substratum, l'association s'y installe. C'est la phase initiale du Stipetum qui peu à peu se développe et arrive, à un certain moment, à la phase optimale (maturité). Comme nous l'avons vu plus haut, le Stipetum s'installe et se développe là, où les conditions ambiantes sont insuffisantes pour l'établissement d'un peuplement végétal à exigences plus grandes. Il est évident que la

moindre lutte pour l'existence conditionne l'apparition et le maintien de ce groupement. Mais, à mesure que les conditions du milieu, sous l'influence des végétaux, changent au désavantage des xérophytes, le *Stipetum* ne peut pas résister. Il se transforme peu à peu et, enfin, il cède la place à un autre groupement végétal. Sur les sols gypseux et calcaires l'association succédant au *Stipetum*, c'est le *Caricetum humilis*, qui n'apparaît point dans notre territoire sur le loess. Dans la région du loess au *Stipetum* succède l'association à *Prunus fruticosa* dont nous allons étudier en détail l'organisation et les principaux traits.

Prunetum fruticosae.

Le *Prunetum fruticosae* est une des associations les plus caractéristiques que l'on rencontre sur les terrains de loess dans les environs de Sandomierz. Elle apparaît sur les versants des ravins de loess, formant quelquefois des taillis impraticables. Les taillis du cerisier steppique (*Prunus fruticosa*) s'étendent quelquefois sur les étendues considérables; on dirait qu'ils ont été plantés pour embellir les versants des ravins qui coupent le massif de loess dans les différentes directions. Il est vrai, que le *Prunetum fruticosae* se développe à merveille sur les pentes bien éclairées, mais par places il apparaît aussi sur la plaine, aux lisières des forêts et même y pénètre à l'intérieur, lorsque ce sont des forêts de pins clairsemées. On le rencontre aussi sur les versants à exposition Nord. Dans ce dernier cas il n'atteint jamais son plein développement dans la forme typique. (Voir pl. VII [en haut]).

Le *Prunetum fruticosae* succède à l'association à *Stipa capillata*. A mesure que la végétation dans cette dernière devient plus dense, le sol plus ombragé et qu'il s'y forme plus d'humus, apparaissent çà et là les cerisiers steppiques qui avec le temps forment une association. Pendant que ce processus a lieu, apparaissent de différentes espèces qui jusqu'alors ne se rencontraient pas dans le *Stipetum* ou n'étaient que sporadiques.

D'une manière générale en comparaison avec le *Stipetum*, toute cette association possède un caractère xérophile moins net. Comme les taillis du cerisier steppique laissent très peu de place aux autres plantes, ce n'est que sur leurs bords et sur les places libres entre les arbustes que survivent les espèces de l'association vaincue. Ces espèces se développent de deux manières différentes: les unes, plus xérophiles, peu à peu disparaissent, ne jouant aucun rôle dans l'association; les autres au contraire s'y maintiennent et

créent avec les espèces nouvelles un certain équilibre. De là provient une grande parenté du *Prunetum* avec le *Stipetum*.

Le *Prunetum* se forme parfois d'une manière différente. *Prunus fruticosa* apparaît directement sur les sols nouveaux (les éboulis), puis viennent d'autres espèces comme: *Artemisia campestris*, *Medicago falcata*, *Campanula sibirica*, *Dianthus Carthusianorum* etc. et avec le temps cette association devient stable.

Le cerisier des steppes est parfaitement adapté à la vie sur le loess éboulant. En effet, il produit d'abord des racines excessivement longues qui pénètrent très profondément dans le sol. Ensuite cet arbuste produit sur ces racines de nombreux bourgeons. Lorsque le sol, sur le versants, souvent très rapides, en s'éboulant découvre les racines, de nombreuses pousses sortent des bourgeons et produisent de nouveaux arbustes qui couvrent la paroi naturelle du loess.

Voici la description de 10 relevés phytosociologiques qui nous ont servi comme base pour la caractéristique de l'association à *Prunus fruticosa*.

1. Rokitek, versant d'un petit ravin.
2. Kobierniki, versants des ravins à côté de la maison du propriétaire ($\text{CaCO}_3 = 0.4\%$; $P_H = 7.4$).
3. Słupcza, versants d'un ravin ($\text{CaCO}_3 = 0$; $P_H = 7.4$).
4. Dwikozy-Góry, versant, expos. Est, inclin. $\pm 38^\circ$ ($\text{CaCO}_3 = 1.8\%$; $P_H = 7.2$).
5. Góry, vis-à-vis de l'église, versant, expos. Sud-Ouest, incl. ± 50 ($\text{CaCO}_3 = 3.0\%$; $P_H = 7.4$).
6. Kamień Nowy, versant, expos. Sud., incl. $\pm 39^\circ$ ($\text{CaCO}_3 = 0.5\%$; $P_H = 7.6$).
7. Złota, versant de ravin, expos. Ouest, incl. 35° .
8. Gorzyczany, versants des ravins.
9. Terrain ravineux aux environs de Wysiadłów.
10. Wysiadłów-Radoszki, lisière de chemin vicinal.

Dans la composition floristique du *Prunetum fruticosae*, d'un côté nous frappe un certain nombre d'espèces rattachées aux taillis clairsemés et aux lisières des forêts, comme: *Asperula tinctoria*, *Brachypodium pinnatum*, *Peucedanum Oreoselinum*, *Anemone silvestris*, *Pimpinella Saxifraga* etc., d'un autre côté nous rencontrons les espèces steppiques par excellence, comme: *Thymus* div. sp., *Triticum glaucum*, *Fhleum Boehmeri* etc. Ce fait prouve que le *Prunetum fruticosae* n'est qu'une association mi-steppique, mi-forestière. Les Russes nomment une association pareille „Kustarnikowaïa step“. Elle apparaît en Russie dans la partie Nord de la région steppique proprement dite, principalement à la lisière des forêts.

Autrefois, quand dans les environs de Sandomierz il y avait de grandes forêts, particulièrement de chênes et de charmes, cette association sans nul doute se développait soit aux lisières des forêts soit sur les versants gazonneux desquels elle chassait le *Stipetum*, préparant ainsi petit à petit le milieu pour le développement de la forêt. Aujourd'hui, les forêts sont détruites et de grandes étendues occupées par la culture, et alors cette association, libérée d'une rivale menaçante, se développe merveilleusement dans les localités non cultivées, nommées: „rozdoły“ (ravins) etc.

Sous le rapport systématique, la plus grande quantité de représentants possèdent les familles suivantes:

Gramineae	10 = 19.6%
Compositae	7 = 13.7 „
Labiatae	7 = 13.7 „
Papilionaceae	4 = 7.8 „

Le spectre biologique se compose de

Phanérophytes	1 = 2.3%
Chaméphytes	8 = 15.7 „
Hémicryptophytes	37 = 72.5 „
Géophytes	4 = 7.8 „
Thérophytes	1 = 2.3 „

Comme nous pouvons juger de la liste ci-dessus mentionnée, les Hémicryptophytes, plantes caractéristiques pour le climat tempéré froid, ont la plus grande quantité de représentants; la seconde place occupent celles des lieux secs avec forte insolation, comme Chaméphytes. De ce qu'il y a très peu de Thérophytes il suit que l'association est fermée, aussi les espèces annuelles ont peu de chance pour se développer. Les Phanérophytes qui font à peine 2.3% jouent, au point de vue dynamique, le rôle principale.

A l'égard des formes biologiques le *Prunetum fruticosae* accentue le caractère d'une association moins xérophile que le *Stipetum*. Il arrive qu'avec le temps l'association à *Prunus fruticosa* est chassée par un buisson plus fort et plus haut — *Prunus spinosa*, qui est accompagné par d'autres espèces ligneuses, comme: *Crataegus monogyna*, *Rhamnus cathartica*, *Rosa* div. sp., *Corylus Avellana*, *Ulmus campestris* etc. Alors *Prunus spinosa* présente le stade final dans la série évolutive du *Prunetum fruticosae* et initiale dans les *Quercetum-Carpinetum*; ce dernier n'est sur les terrains de loess que l'association finale dans le développement de la végétation (climax climatique).

L'association à *Prunus fruticosa* apparaît aussi sur le plateau de la Petite Pologne au-delà des terrains de loess, le plus souvent sur le calcaire, mais en général elle s'y développe mal, ne formant que des fragments de l'association.

Association à *Carex humilis* et *Inula ensifolia* (*Caricetum Inuletum*).

L'association à *Carex humilis* est une association assez répandue sur le plateau de la Petite Pologne, surtout sur les sols calcaires et gypseux, aussi que sur ceux qui ont dans leur sol ou sous-sol un grand pourcentage de calcium. Cependant le *Caricetum-Inuletum* ne se montre pas sur les loess qui ne possèdent que des quantités insignifiantes de calcium ou sont complètement décalcifiés. Cette association est la plus fréquente dans la région de la Nida inférieure et moyenne ainsi qu'à l'Ouest de ce terrain où l'on rencontre de différentes couches géologiques calcaires. Nous la voyons encore sur les pentes dépourvues de plantes ligneuses, entre les taillis clairsemés ainsi qu'aux lisières des forêts. Son apparition n'est pas liée exclusivement à l'exposition Sud. Au contraire, cette association se développe aussi bien sur les versants exposés à l'Est ou l'Ouest et même au Nord. Dans ce dernier cas, elle possède plutôt un caractère mésophile et se transforme petit à petit en une prairie typique.

Sans nul doute, nous n'avons à faire à présent qu'avec des restes de l'association bien répandue autrefois. Ces restes, plus ou moins bien conservés, n'apparaissent qu'en fragments. Ils se sont conservés dans des lieux secs non cultivés ou laissés en pâturage. En général cette association préfère un terreau riche en matières organiques et en Ca¹⁾.

Les conditions d'apparition du *Caricetum* dans le terrain prouvent que cette association est assez plastique et a une tendance mésophile. A vrai dire, c'est un groupement de plantes, qui rappelle, à un certain degré, une prairie sèche et qui n'en diffère que par la

¹⁾ Khitrovo dans son article „*Carex humilis* et sa signification dans la question des steppes“, dont je dois la connaissance à Mr Paczoski, prétend que cette plante était très importante dans la création du sol et du tapis des plantes steppiques. L'auteur attribue à cette espèce une trop grande importance, car, comme Mr Paczoski déclare avec raison, dans les steppes les plus typiques de la Russie méridionale cette espèce ne se rencontre pas du tout malgré le terreau et la végétation steppique. Cependant dans les lieux où *Carex humilis* apparaît en masse ou en grandes touffes, ce qui arrive avec le *Caricetum humilis*, sans nul doute cette plante provoque dans le sol une plus grande accumulation d'humus. De cette manière, elle joue un grand rôle dans la formation du sol.

prépondérance des espèces steppiques et par le tapis moins dense. Cette association peut paraître là, où le milieu, dans le sens le plus large, est bien avancé dans son développement. Cela peut arriver grâce à certaines espèces de plantes ou d'associations entières (*Stipetum*) qui préparent le terrain pour le *Caricetum*. En effet, à mesure que la végétation ombrage plus fortement le sol dans le *Stipetum*, favorisant le développement des Mousses et la création d'humus, les conditions favorables apparaissent pour le développement de *Carex humilis*, *Adonis vernalis*, *Avena pubescens*, *Peucedanum cervaria* etc. Avec le temps il se forme l'association à *Carex humilis* dans sa forme la plus typique. Par suite il arrive que là, où ces deux associations paraissent l'une près de l'autre, on observe souvent la pénétration réciproque. Quelquefois même il est très difficile de déterminer, à laquelle de ces deux associations certaine espèce est liée le plus.

L'association possède une grande vitalité qui se manifeste quelquefois par son renouvellement dans des lieux déjà cultivés ou défrichés. Une chose caractéristique dans ce renouvellement c'est qu'en premier lieu se présentent les espèces qui croissent aussi dans le *Stipetum*, comme: *Potentilla arenaria*, *Thymus* div. sp., *Onobrychis viciaefolia*, *Anthyllis vulgaris*, *Campanula sibirica*, *Asperula cynanchica*, *Silene Otites*, *Medicago falcata*, *Centaurea rhenana*, *Linum hirsutum*, *Euphrasia lutea* etc., plus tard viennent *Carex humilis*, *Adonis vernalis* et la végétation se transforme en *Caricetum*.

Sur les roches nues calcaires de Leitha et les éboulis plus moins désagrégés les premiers paraissent: *Salvia verticillata*, *Anthyllis vulgaris*, *Onobrychis viciaefolia*, *Gypsophila fastigiata*, et sur la marne de la craie *Doronicum germanicum* (en grande abondance), *Inula ensifolia*, ce n'est qu'après que *Carex humilis* s'y installe avec le cortège des espèces caractéristiques qui forment une association typique. Après l'abattement de la forêt, *Carex humilis*, qui croissait à la lisière et même à l'intérieur de la forêt dans les clairières, trouve des conditions convenables pour son développement. Il est évident que dans cette association nous rencontrons d'un côté des espèces par excellence xérophiles et de l'autre celles qui peuvent pousser aussi bien dans les steppes que dans une forêt plutôt claire.

Voici les détails de 20 relevés analytiques de l'association à *Carex humilis* pris dans les localités suivantes.

N° du relevé	Localité et date de l'exploration	Exposition de la station	Inclinaison	Surface libre de plantes en pour-cent	Caractère du sol	Profondeur du terreau noir (humus) en cm	Quantité de carbonates en pour-cent	Concentration en ions hydrogène du sol	Remarques
1	Bogucice, colline du gypse, 13. 7. 1924	S.-W.	30°	5—10	Le sol gypseux	30	1—2.5	6.9	
2	Zagość, „montagne“ gypseuse de la propriété, 13. 7. 1924	S.	25°	5		25—30	1—1.5	7.6	
3	Wola Zagojska, colline du gypse, 13. 7. 1924	S.	20°	5—10		25	12—15	7.6	
4	Krzyżanowice, pâturage de la propriété, 14. 7. 1924	S.	10°	5		25	0.5—1	6.8	
5	Czerwony Chotel, colline du gypse „Prześlin duży“, 15. 7. 1924	S. et S.-W.	20°	5		10—15	35—45	7.5	
6	Skorocice-Rozdoly, 16. 7. 1924	E.	30°	5—10		5—15	1—3	7.6	
7	Winiary, colline du gypse (réservée), 25. 6. 1923 et 16. 7. 1924	W.	25°	5—10		15	2.5	6.9	
8	Busko-Owczary, colline du gypse	S.-W.	25°	5		10—15	5—7	7.3	
9	Busko-Nadole, colline du gypse, 17. 8. 1924	S.-W.	20°	5		10—15	0.5—2.5	7.5	Pas typique
10	Zwierzyniec-Szaniec, versant de la colline, 22. 8. 1924	S. et S.-W.	30°	10	Le sol calcaire, sablonneux, oolithique, mélange de grains du quartz, très perméable, bien aéré, mais trop sec, pauvre en éléments nutritifs. C'est un produit de décomposition de grès et de conglomérat de chaux	5—10	37—41	7.6	
11	Borków, versant de la colline, 22. 8. 1924	S.	25°	5		15—20	49—58	7.6	
12	Au Sud-Est de Stawiany, 22. 8. 1924	S.-W.	20°	10		5—20	26—36	7.6	

N° du relevé	Localité et date de l'exploration	Exposition de la station	Inclinaison	Surface libre de plantes en pour-cent	Caractère du sol	Profondeur du terrain noir (humus) en cm	Quantité de carbonates en pour-cent	Concentration en ions hydrogène du sol	Remarques
13	Żerniki Górne-Szczaworyż, la plus haute colline, 19. 8. 1924	S.-W.	30°	5	Le sol calcaire, sablonneux, avec des graviers, perméable, aéré, assez fertile. Il provient de la décomposition du calcaire blanc de Leitha.	10—25	10—51	7.4	
14	Szczaworyż, versant au Nord de la chaussée, 20. 8. 1924	S.	25°	10		10—15	50—60	7.6	
15	Colline 257 m de hauteur au Nord de Skotniki Małe, 14. 8. 1924	S. et S.-W.	30—35°	5—10		10—25	45—51	7.4	
16	Colline entre Pińczów et Skowronno de 293 m de hauteur, les versants, 23-25. 6. 1923, 10-11. 7. et 26. 8. 1924	S. S.-E. et S.-W.	15—30°	5—20		10—25	14—38	D'après 10 analyses 7.0—7.4	
17	Nowe—Biedzychów, au Nord-Est de Lasocin, la haute terrasse de la Vistule	S.-E.	20—35°	10—20	Le sol calcaire, blanc, un peu argileux, assez perméable, bien fertile. Il provient de décomposition de la marne crétacique	5—20	45—58	7.5	Fragment de l'association
18	Colline entre Pińczów et Skowronno versant, 16. 7. 1923, 11. 7. 1924	S.	25°	10—30	Comme NN 13—16	3—15	45—65	7.7	
19	Widuchowa, lisière de la forêt, 24. 8. 1924	S. et S.-E.	10—15°	10—30	Comme N 17	2—20	46—60	7.5	
20	Gartatowice, colline gypseuse, 22. 8. 1924	S.-W.	20°	10—25	Comme N 1—9	12—15	15—28	7.6	

Table III.

Association à <i>Carex humilis</i> et												
Nature du sol			Gypse									
Numéro du relevé			1	2	3	4	5	6	7			
Quantité et sociabilité			Q	S	Q	S	Q	S	Q	S	Q	S
E s p è c e s												
α) Caractéristiques												
Exclusives et électives												
H	Carex	humilis	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
H	Adonis	vernalis	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
H	lnula	ensifolia	1	1	+	1		2	2			
H	Linum	hirsutum			+	1		+	1		+	1
H	"	flavum										
H	Linosyris	vulgaris										
H	Oxytropis	pilosa			+	1	+	1	+	1	+	1
H	Astragalus	danicus	1	2	1	2	1	+	1	1	2	1
H	Andropogon	Ischaemon										
Ch	Teucrium	Chamaedrys	+	1	2	1	+	1				
Ch	Veronica	austriaca	+	1			+	1	+	1	+	1
H	Koeleria	gracilis	1	1	1	1	1	1	+	1	1	2
H	Carex	supina										
H	"	Michellii						+	1	+	1	
H	Senecio	campester			+	1	+	1	+	1	+	1
H	Avena	pubescens	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1
H	"	pratensis			+	1	+	1	+	1	+	1
G	Ornithogalum	tenuifolium	+	1	+	1	+	1	+	1	+	1
Préférantes												
H	Campanula	sibirica	1	1	1	1	1	1	+	1	+	1
Ch (H)	Asperula	cynanchica	+	1	1	1	1	1	+	1	+	1
H	"	tinctoria	+	1					+	1	+	1
Ch	Medicago	falcata	2	1	2	1	1	1	1	2	1	+
H	Scabiosa	ochroleuca	1	1	1	1	+	1	+	1	+	1
H	"	suaveolens					+	1	+	1	+	1
Ch	Onobrychis	viciaefolia	2	1	1	2	+	1	+	1	+	2
T	Euphrasia	lutea			+	1	1	1	1			1
Ch	Thymus div. sp.	(lanuginosus, Marschalianus, glabrescens)	2	2	1	2	3	2	2	1	2	2
Ch (H)	Potentilla	arenaria	3	2	3	2	2	2	3	2	1	2
Ch	Helianthemum	obscurum					+	1				
H	Peucedanum	cervaria					+	1		+	1	
H	"	Oreoselinum					+	1			+	1
H	Festuca div. sp.	(glauca, pseudovina, sulcata)	1	1	1	1	1	1	1	+	1	1
H	Brachypodium	silvaticum	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2
H	Pimpinella	Saxifraga	1	1	1	1	1	1	+	1	+	1
H	Salvia	verticillata							1	1		
H	"	pratensis	1	2	+	1	1	1	1	2		2
H	Veronica	spicata	+	1	1	1	1	+	1	+	1	+
H	Phleum	Boehmeri	+	1	1	1	+	1			+	1
G	Triticum	glaucum										
H	Achillea	collina			+	1	+	1		+	1	+
H	Centaurea	rhénana					+	1	+	1	+	1
H	Filipendula	hexapetala	1	1	+	1	+	1	+	1	1	1
H	Ranunculus	bulbosus							+	1		
T	Alyssum	montanum							+	1		

[illegible]

Association à <i>Carex humilis</i> et															
Nature du sol		Gypse													
Numéro du relevé		1	2	3	4	5	6	7							
Quantité et sociabilité		Q S	Q S	Q S	Q S	Q S	Q S	Q S	Q S	Q S	Q S				
H	<i>Eryngium campestre</i>	1	2		+	2			+	1	+	1			
H	<i>Anemone silvestris</i>														
H	<i>Pulsatilla pratensis</i>														
H	<i>Thesium intermedium</i>	1	1				+	1			+	1			
H	<i>Brunella grandiflora</i>				+	1									
H	<i>Carlina longifolia</i>											+	1		
T	<i>Calamintha acinos</i>				+	1	+	1			+	1	+	1	
H	<i>Dianthus Carthusianorum</i>	+	1				1	1	+	1	+	1	+	1	
H	<i>Thalictrum minus</i>								1	+	1	+	1		
H	<i>Seseli annuum</i>	+	1		+	1			+	1	+	1			
H	<i>Erysimum pannonicum</i>								+	1	+	1			
H	<i>Asparagus officinalis</i>						+	1		1	+	1			
Ch	<i>Artemisia campestris</i>	1	1		+	1			+	1			1	2	
H	<i>Anthyllis polyphylla et vulgaris</i>	2	1	1	1	2	1	+	1	+	1	1	+	1	
G	<i>Anthericum ramosum</i>									+	1				
H	<i>Aster amellus</i>														
H	<i>Stachys rectus</i>								+	1					
	<i>Thuidium abietinum</i>	1	1	1	1	2	1			2	2	1	1	2	1
	<i>Homalothecium sericeum</i>	1	1	1	1	1	1		1	1	2	2	2	1	
	<i>Cladonia foliacea</i> subsp. <i>alcicornis</i>	1	1	+	1	1	1	2	1				+	1	
	<i>Tortula</i> div. sp. (<i>ruralis</i> , <i>montana</i>)				1	2	+	1			+	2	+	1	
β) Compagnes															
H	<i>Euphrasia stricta</i>	2	1	1	1	1	1	2	1	+	1	1	1	+	1
H	<i>Cirsium acaule</i>														
T	<i>Melampyrum arvense</i>														
H	<i>Arabis hirsuta</i>				+	1		+	1	+	1	+	1		
H	<i>Medicago lupulina</i>	1	1		+	1	+	1		+	1	1	1	1	1
H	<i>Galium verum</i>	2	1	1	1	1	1	1	1	+	1	2	1	1	1
H	" <i>boreale</i>				+	1									
H	<i>Euphorbia cyparissias</i>	2	1	3	1	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1
H	<i>Plantago media</i>	1	1	1	1	1	1			+	1	+	1	2	1
H	<i>Centaurea scabiosa</i>	+	1							+	2	+	1		
H	<i>Hieracium Pilosella</i>									2	2			2	1
H	<i>Hypericum perforatum</i>	+	1											+	1
H	<i>Stipa capillata</i>	+	1	+	1	+	1	+	1	+	2	+	1		
H	<i>Lotus corniculatus</i>	2	1	1	1	+	1	+	1	+	1	+	1		
H	<i>Silene Otites</i>														
H	<i>Sanguisorba minor</i>														
H	<i>Viola arenaria</i>														
H	" <i>hirta</i>				+	1									
H	<i>Helichrysum arenarium</i>					+	1								
H	<i>Fragaria vesca</i>	1	1	1	1			1	1	+	1	+	1	1	1
H	<i>Trifolium montanum</i>	2	1	1	1			—	1	+	1	1	1		
H	<i>Polygala comosa</i>	+	1			+	1			+	1	+	1		1
H	<i>Cerastium semidecandrum</i>									+	1			+	
H	<i>Leucanthemum vulgare</i>				+	1									
H	<i>Leontodon hispidus</i>														
H	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	1	1	1	1						+	1	1	1	
H	<i>Ononis spinosa</i>	1	1												
H	<i>Linaria vulgaris</i>			+	1					+	1			+	1
T	<i>Linum catharticum</i>	+	1					+	1					+	1
G	<i>Gymnadenia conopsea</i>													+	1

[illegible]

La table III montre la richesse en espèces. Quoique la quantité des espèces de Graminées ne soit pas inférieure à celle du *Stipetum*, cependant l'abondance et la sociabilité est pour la plupart moindre; par conséquent leur valeur dynamique pour l'association et leur rôle au point de vue physiognomique est insignifiant. Les espèces les plus importantes sont celles qui possèdent de belles fleurs multicolores, aussi cette association rappelle-t-elle par son caractère et par sa composition floristique le type de la steppe podolienne nommé „steppe florifère“. Les différences dans le développement des associations sur les sols gypseux et calcaires sont minimes et consistent surtout dans la fréquence d'apparition de certaines espèces. A cette association appartiennent probablement les espèces telles que: *Artemisia pontica*, *Dorycnium germanicum*, *Carlina onopordifolia* et autres. Comme ce sont des espèces très rares en Pologne, il est bien difficile de définir au juste leur relation envers le *Caricetum*, en se basant sur leur apparition dans ce groupement dans une localité unique. Dans la composition floristique du *Caricetum* nous sommes frappés d'un côté par un nombre d'espèces, qui apparaissent dans l'association xérophile de notre terrain, le *Stipetum*, et d'un autre côté par des espèces moins xérophiles qui peuvent pénétrer de cette association dans les associations forestières. A titre d'exemple on peut citer les espèces suivantes: *Adonis vernalis*, *Scabiosa ochroleuca*, *Helianthemum obscurum*, *Peucedanum cervaria*, *Pimpinella Saxifraga*, *Anemone silvestris* etc.

Dans le *Caricetum* nous rencontrons quelquefois des arbustes comme par exemple: *Juniperus communis*, *Rosa* div. sp., *Crataegus monogyna*, *Berberis vulgaris*, *Rhamnus cathartica* etc. Mais ces espèces, comme accidentelles rencontrées dans les individus d'association qui se développaient dans le voisinage des forêts (pour la plupart détruites), n'ont pas été prises en considération dans ce tableau.

Au sein de cette association on peut distinguer quelquefois un faciès à *Inula ensifolia*. Ce phénomène a lieu dans les phases initiales de l'association, quand elle apparaît sur les terrains dénudés. De quelle façon ce processus se produit, nous en avons déjà parlé plus haut. J'y ajouterai que dans les phases plus avancées du développement de l'association on rencontre plus rarement *Inula ensifolia* et, ce qui est plus important, en moindre abondance. Ce fait nous indique que les conditions les plus favorables pour cette espèce dans les phases initiales de l'association, empirent ensuite. Malgré cela, cette espèce est liée à peu près exclusivement au *Caricetum* dans notre terrain.

Au point de vue de formes biologiques le *Caricetum-Inuletum* possède:

1) Hémicryptophytes	74	espèces =	77 ⁰ / ₀
2) Chaméphytes	12	„ =	12·5 „
3) Thérophytes	5	„ =	5·2 „
4) Géophytes	5	„ =	5·2 „

En la comparant au *Stipetum*, l'association à *Carex humilis* possède plus de Hémicryptophytes, moins de Chaméphytes, des Thérophytes et Géophytes. Tout cela prouve que la xérophilie de cette association est moins grande et que la végétation est plus serrée, ce qui ne favorise pas l'existence des espèces annuelles.

Sous le rapport systématique la plus grande quantité de représentants possèdent les familles suivantes:

<i>Compositae</i>	14	espèces =	14·6 ⁰ / ₀
<i>Papilionaceae</i>	10	„ =	10·4 „
<i>Gramineae</i>	10	„ =	10·4 „
<i>Labiatae</i>	7	„ =	7·3 „

Sur les versants exposés au Nord, où les conditions thermiques et l'humidité sont différentes que sur les versants mieux éclairés, le processus de la formation de l'humus s'accomplit plus vite. Par conséquent, le *Caricetum* possède un caractère plus mésophile. Ce caractère se révèle par une plus grande abondance d'espèces aux tendances mésophiles, comme: *Seseli annuum*, *Trifolium montanum*, *Brunella grandiflora*, *Anemone silvestris* etc. En même temps les espèces xérophiles deviennent plus rares et enfin disparaissent complètement. Quelquefois à cette association se joignent des espèces de prairie comme: *Medicago lupulina*, *Trifolium medium*, *Linum catharticum*, *Briza media*, *Dactylis glomerata*, *Leontodon hispidus* etc. et nous voyons alors un groupement de plantes au caractère mélangé, trahissant une influence des associations des prairies.

S'il s'agit de l'apparence de l'association, elle change pendant sa période végétative. Au commencement du printemps dominant: *Carex humilis*, *Adonis vernalis*, *Potentilla arenaria*, *Alyssum montanum*, un peu plus tard fleurissent: *Anemone silvestris*, *Veronica prostrata*, *Astragalus danicus* etc. La plus grande quantité des espèces fleurit pendant les mois de juin et de juillet. On remarque alors une grande diversité de couleurs qui correspondent à la floraison de différentes espèces. Ainsi pendant juin et juillet fleurissent: *Anthericum ramosum*, *Campanula sibirica*, *Salvia pratensis*, *Erysimum pannonicum*, *Silene Otites*, *Scabiosa ochroleuca*, *Asperula cynanchica*, *Achillea collina*,

Thymus div. sp., *Thesium intermedium*, *Onobrychis viciaefolia* etc. Vers la fin de juillet ce sont: *Linum hirsutum*, *Linum flavum*, *Inula ensifolia*, *Medicago falcata*, *Teucrium Chamaedrys*, *Aster Amellus*, *Scabiosa suaveolens*, *Salvia verticillata* etc. A la fin de l'été (c. à d. août, septembre) fleurissent: *Euphrasia lutea*, *Linosyris vulgaris*, *Andropogon Ischaemon*.

L'association à *Carex humilis* présente dans le cycle évolutif de la végétation un stade, après lequel viennent les associations forestières. Ce processus s'accomplit de la façon suivante: sur les calcaires dans le *Caricetum* s'établit la végétation ligneuse (*Prunus fruticosa*, *P. spinosa*, *Rosa* div. sp., *Crataegus monogyna*, *Juniperus communis*, *Rhamnus cathartica*, *R. frangula* etc.), enfin *Quercus pedunculata* et *Carpinus betulus*. Sur les gypses, le *Caricetum* est le plus souvent dépourvu de la végétation ligneuse, cependant celle-ci peut apparaître ici et former une association forestière le *Quercetum-Carpinetum*.

Nous voyons ainsi que le même processus s'accomplit sur les gypses que sur les calcaires, seulement beaucoup plus lentement. Voilà pourquoi le groupement à *Carex humilis* sur le gypse est une association plus durable que sur le calcaire. Il faut ajouter que *Prunus fruticosa* sur le plateau de la Petite Pologne se rencontre aussi sur les calcaires et à Bogucice sur la Nida même sur le gypse, mais nulle part il ne présente une association bien développée. En tout cas dans la série évolutive de la végétation après le *Caricetum* vient la phase à *Prunus fruticosa*. Celle-ci cède la place à la phase de la forêt chêne-charme qui, dans cette région, n'est autre que l'association climatique finale.

Maintenant que nous connaissons les associations steppiques les plus caractéristiques, nous tâcherons de résumer les faits généraux. La végétation steppique, malgré une grande influence exercée par l'homme, se maintient dans plusieurs endroits du plateau et forme les associations primitives, bien individualisées. Ce sont des centres de la radiation des espèces steppiques. Les associations en question n'apparaissent pas toujours en forme typique c'est-à-dire dans la phase optimale. Au contraire, elles se présentent très souvent comme des groupements dégradés, appauvris, fragmentaires ou mêlés avec d'autres groupements végétaux.

Au point de vue écologique toutes les associations mentionnées ci-dessus sont plus ou moins calcicoles, thermophiles et xérophiles. C'est ainsi que plusieurs espèces méridionales dont la limite Nord passe par notre plateau, cantonnent surtout dans ces associations.

A titre d'exemple on peut citer *Andropogon Ischaemon*, *Linum hirsutum*, *L. flavum* etc. Par rapport au calcium l'association à *Carex humilis* occupe la place principale. Les autres groupements sont moins calcicoles.

Au point de vue floristique ces associations ont entre elles beaucoup d'affinité. Celle-ci s'exprime par le fait que l'ensemble spécifique ou le noyau floristique (espèces caractéristiques et non caractéristiques mais avec un degré de présence élevé 5 et 4) ne subit que peu de différences accentuées. Voilà la raison pour laquelle on peut considérer ces associations comme appartenant à un groupe d'associations steppiques.

Au point de vue de successions on peut ranger des associations steppiques dans la série suivante: *Stipetum capillatae vel pennatae*, *Caricetum humilis*, *Prunetum fruticosae* qui par le taillis tend vers le groupement climatique final, c'est-à-dire la forêt à *Quercus pedunculata* (et *sessiliflora*) et *Carpinus Betulus*. Ce qui est très curieux c'est que l'évolution naturelle des associations végétales dans la région des steppes de la Russie méridionale se fait, dans les lignes générales, d'une manière semblable que dans notre territoire. Il est inutile de dire que ces phénomènes s'y passent sur une grande échelle et dans la direction du Sud au Nord.

Comme nous le savons d'excellents travaux de Mr Paczowski¹⁾, au Nord de la mer Noire, à la place de l'ancienne mer Pontique, s'étend la zone des associations à *Stipa* div. sp. (*Stipetum*); plus loin au Nord on rencontre la zone de prairie-steppe ou des steppes du type de Podolie, correspondants au *Caricetum humilis* dans notre région. La prairie — steppe apparaît à côté des forêts, pour cela Paczowski l'appelle „la forêt-steppe“. *Prunus fruticosa* qui commence à apparaître dans cette zone, fait dans leur partie Nord et un peu plus au Nord, à la frontière des forêts, des associations qui s'approchent du *Prunetum fruticosae* sur notre plateau. On conçoit de ces faits que par-dessus les différentes influences qui agissent sur le tapis végétal, domine la tendance évolutive de la végétation. Elle conduit à la création d'un équilibre plus ou moins stable entre la végétation et les conditions physiques (climatiques et édaphiques) du milieu. La tendance évolutive, qui se manifeste d'une façon semblable en Pologne, en Russie et dans d'autres pays, dirige le développement vers le groupement climatique final ou, comme l'appelle

¹⁾ Paczowski, J. Les lignes générales du développement de la flore de la Russie Sud-Ouest. Cherson, 1910 (en russe).

Braun-Blanquet, „climax climatique“. Mais, pour que la forêt puisse apparaître, le milieu ambiant doit passer une évolution. C'est ainsi que le degré de cette évolution conditionne l'apparition d'une telle ou d'une autre association végétale. Autrement dit, l'association est l'expression d'évolution dynamo-génétique et ne fait qu'un stade dans la série des succésions. Comme les conditions de vie changent et que l'évolution ne se produit pas d'une manière absolument identique, alors les groupements végétaux, très souvent différents, peuvent coexister l'un à côté de l'autre.

Pour terminer nos considérations nous voudrions consacrer quelques mots à l'étude de la concentration en ions H du sol que nous avons appliquée dans notre travail. Dans les associations steppiques nous avons constaté la concentration la plus inférieure de $P_H = 6.8$ et a plus supérieure $P_H = 7.7$. On rencontre le plus souvent la concentration de $P_H = 7.4-7.6$ ce qui prouve que le sol présente un milieu neutre ($P_H = 7$) ou un peu basique. Les concentrations inférieures à $P_H = 7$ on ne trouve que dans le sol gypseux. Dans les sols de loess et de calcaires la concentration est presque toujours supérieure à $P_H = 7$. D'une manière générale, on peut dire que le *Stipetum capillatae* et le *Prunetum fruticosae* subissent les oscillations peu accentuées, tandis que le *Caricetum-Inuletum* à cet égard diffère considérablement. De l'autre côté on ne constate pas la corrélation nette entre l'ionisation (P_H) du sol et leur teneur en carbonates de chaux ¹⁾.

De cette façon, nous arrivons à la conclusion que la concentration en ions H n'est pas le principal facteur de la répartition des espèces particulières ainsi que des associations steppiques sur le plateau de la Petite Pologne. A cet égard nos recherches s'accordent parfaitement avec les résultats obtenus par Kurz ²⁾, Braun-Blanquet (l. c.) et les autres qui trouvent que la teneur en ions H ne peut pas servir toujours comme un moyen qui nous permettrait de distinguer et classifier les associations végétales.

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

¹⁾ Il faut remarquer que parmi les carbonates CaCO_3 joue un rôle le plus important: il prédomine dans le sol gypseux et est presque exclusifs dans les autres sols.

²⁾ Kurz, B. Hydrogen ion concentration in relation to ecological factors — Bot. Gaz. LXXVI, 1923.

Explication des planches.

Pl. VII. En haut: *Prunetum fruticosae* sur les versants de loess des ravins à Góry Wysokie. — Photographié par R. Kobendza.

Pl. VII. En bas: phase initiale du *Stipetum capillatae* sur le rocher gypseux à Skorocice. — Photographié par R. Cholewiński.

Pl. VIII. Phase optimale du *Stipetum capillatae* sur le rocher gypseux à Chotel Czerwony. — Photographié par R. Cholewiński.