I 7/139

INSTITUTUL GEOLOGIC AL ROMÂNIEI

STUDII TECHNICE ŞI ECONOMICE

SERIA C — *Ştiinţa solului* — Nr. 2

FACTEURS DE CLIMAT ET ZONES DE SOL EN ROUMANIE

PAR

N. C. CERNESCU
DR. ÈS SCIENCES

MONITORUL OFICIAL ŞI IMPRIMERIILE STATULUI
IMPRIMERIA NAŢIONALĂ
BUCUREŞTI
1934

419

Institutul Geologic al României

Institutul Geologic al României

I 7139

INSTITUTUL GEOLOGIC AL ROMÂNIEI

STUDII TECHNICE ŞI ECONOMICE

SERIA C — *Ştiinţa solului* — Nr. 2

FACTEURS DE CLIMAT ET ZONES DE SOL EN ROUMANIE

PAR

N. C. CERNESCU
DR. ÉS SCIENCES

ACADEMIA R. P. R. BIBLIOTECA INST. DE MIOLOGIE TRAIAN SAVULESCU

MONITORUL OFICIAL ŞI IMPRIMERIILE STATULUI
IMPRIMERIA NAŢIONALĂ
BUCUREŞTI
1934

Institutul Geologic al României

4147

Cette étude a fait l'objet d'une communication préliminaire dans la séance du 24 février 1933.

Institutul Geologic al României

A) LE SOL, FONCTION DU CLIMAT

Selon les vues modernes concernant la génétique du sol, les différents types de sol représentent les différents stades d'évolution d'un complexe de processus physico-chimiques et biotiques. De nos jours, on parle de plus en plus d'une dynamique du sol (32). Dans le dynamisme des transformations qui mènent à la formation du sol, le climat avec ses différents constituants est certainement l'un des principaux facteurs. Les processus de désagrégation et d'altération chimique des roches sont déterminés par l'eau et par la température. Le sol subit aussi l'influence de tout un ensemble de facteurs biotiques (végétation, vie bactérienne, etc.) qui, à son tour, est conditionné par les éléments du climat (température, précipitations, etc.).

Le rapport génétique évolutif entre le climat, d'une part, le sol et la végétation, d'autre part, admis de nos jours comme une vérité absolue, n'a été reconnu comme tel que très tard. Les travaux de l'école russe de pédologie ont amené à formuler clairement les deux principes suivants:

1. Sur la même roche, dans des conditions climatiques différentes, des types de sol différents peuvent se former.

2. Sur des roches différentes, se trouvant sous le même climat, un même type zonal de sol peut prendre naissance (8).

En d'autres termes, on peut donc établir d'une manière générale la formule:

$$sol = f\,(climat) \quad (17).$$

Evidemment, pour une analyse plus minutieuse des rapports entre le sol et le climat, cette formule devient insuffisante. Les conditions génétiques dans lesquelles un sol peut

Institutul Geologic al României

lation, etc.) tant en ce qui concerne la valeur moyenne annuelle de chaque facteur que leur manière de varier dans le courant de l'année (Em. de Martonne, 21).

La définition d'un climat par la totalité de ces facteurs serait certainement le procédé le plus juste mais aussi le

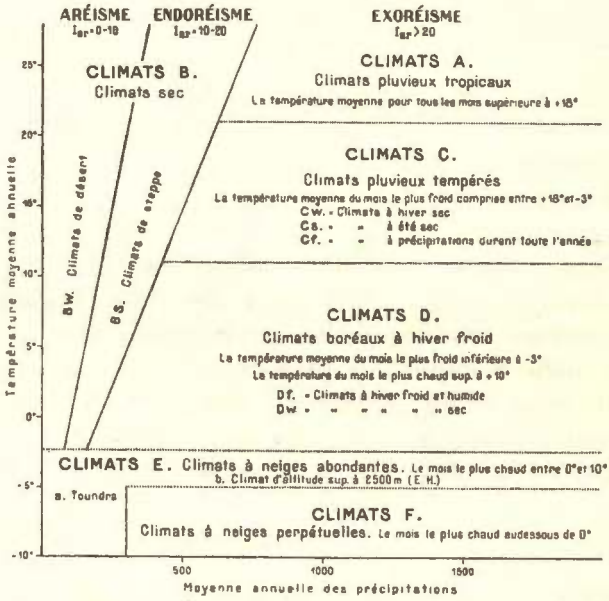


Fig. 1. — La répartition des grandes provinces climatiques (d'après W. Köppen) par rapport à la température moyenne annuelle et la moyenne annuelle des précipitations, figurée schématiquement.

plus difficile. Il n'y a pas lieu de rappeler ici tous les essais de classification rationnelle des climats se basant sur la préférence accordée à tel ou tel élément du climat au détriment des autres. Le système adopté généralement est celui préconisé par W. Köppen (18). Au lieu des trois climats astronomiques (équatorial, tempéré, polaire), il propose six types principaux de climats qu'il désigne sous les lettres *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*. Pour la désignation plus détaillé du climat d'une

Institutul Geologic al României

région, on ajoute des minuscules indiquant chacune certaine particularité. On établit ainsi des formules de constitution climatique présentant une certaine analogie avec les formules de constitution employées en chimie. Pour l'édification du lecteur et la compréhension de ce qui suit, nous donnons (fig. 1) les caractères des six types principaux de climats et leurs principales subdivisions [1]).

Selon E. OTETELIŞANU (25), la surface de la Roumanie appartiendrait aux provinces climatiques suivantes:

1. *Dfbx* avec les variantes *Dfbk*, *Dfk'* et *Dfc*.
2. *Dfax*.
3. *Cfbx*.
4. *Cfax*.
5. *BSax* et la variante *BSbx*.

La signification des lettres de ces formules est:

BS (climat de steppe): la quantité de pluie est sous la limite de la sécheresse; (si la température moyenne annuelle est de 25°, 20°, 15°, 10°, 5°, 0°, —5°C, la quantité annuelle de précipitations se maintient respectivement sous 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10 cm.

C: — le mois le plus froid entre + 18° et —3°C.

D: — le mois le plus froid sous —3°C, le plus chaud au-dessus de 10°C.

a: — la température du mois le plus chaud au-dessus de 22°C.

b: — la température du mois le plus chaud au-dessous de 22°C; pendant quatre mois au moins, la température moyenne est au-dessus de 10°C.

c: — 1 à 4 mois seulement au-dessus de 10°C, le mois le plus froid au-dessus de —30°C.

f: — pluie ou neige suffisante pendant toute l'année.

k: — hiver froid, température annuelle sous 18°C, température du mois le plus chaud au-dessus de 18°C.

[1]) La division des six types de climats est empruntée à A. SUPAN (33, p. 241). Ce mode de présentation a l'avantage d'être plus suggestif, mais les critériums de W. KÖPPEN sont plus subtils.

Institutul Geologic al României

k': — comme pour *k*, mais le mois le plus chaud au-dessous de 18°C.

s: — le mois le plus sec en été. Les précipitations du mois d'hiver le plus pluvieux donnent trois fois plus d'eau que pendant le mois le plus sec de l'été.

w: — le mois le plus sec en hiver. Les précipitations pendant le mois d'été le plus pluvieux donnent 10 fois plus d'eau que pendant le mois d'hiver le plus sec.

x: — le maximum de précipitations se place au début de l'été.

Pour plus de détails, voir l'ouvrage de W. Köppen (18) et celui de E. Otetelişanu (25).

La classification de W. Köppen, par l'utilisation de toute une série de détails, divise la surface de la terre en un grand nombre de provinces climatiques; pourtant A. Meyer (23, p. 214—215) est d'avis qu'elle ne peut être suffisante pour des buts pédologiques. On pourra constater la cause de cette insuffisance dans ce qui suit concernant la concordance des zones de sols roumains et des provinces climatiques de W. Köppen. Si on rapproche les zones naturelles de sol des provinces climatiques de W. Köppen, telles qu'elles ont été délimitées par E. Otetelişanu, on s'aperçoit facilement qu'il n'existe pas de parallélisme, en ce sens qu'à une certaine province climatique ne correspond qu'un seul type de sol ou, du moins, une certaine succession de sols. Sur 27 stations dont les données météorologiques correspondent, d'après E. Otetelişanu, à la formule *Dfbx*, 16 sont situées dans la zone du sol brun rougeâtre des forêts de chênes, 5 sont dans la zone du sol podzolique des forêts à feuilles caduques et 5 dans la zone de la steppe à forêts (tchernoziom dégradé). La raison de ce manque de concordance doit être recherchée dans l'insuffisance des formules climatiques, du moins pour des buts œcologiques et pédologiques. Dans la rédaction de la formule *Dfbx*, on prévoit cette condition que la moyenne annuelle des précipitations dépasse la limite de la sécheresse; on a aussi en considération le rapport entre la quantité de

Institutul Geologic al României

pluie du mois le plus humide et du mois le plus sec, ainsi que le mois dans lequel il tombe la plus grande quantité de précipitations. A une température moyenne annuelle de $10^0,5$, la limite de sécheresse correspond à environ 490 mm de pluie. La formule *Dfbx* de W. Köppen enferme dans une même province climatique toute une série de stations qui remplissent, en dehors d'autres conditions, celle d'avoir une moyenne annuelle de précipitations supérieure à 490 mm. Dans notre cas, une même province climatique englobe des stations possédant des moyennes annuelles de précipitations variant entre 428 mm (Bârlad) et 773 mm (Gurghiu). La valeur 428 se trouve située vers la limite de sécheresse et, en effet, la ville de Bârlad est située à la transition entre le tchernoziom chocolat et le tchernoziom dégradé. La valeur 773 mm correspond à une région sensiblement humide; Gurghiu se trouve dans la zone des sols déjà podzolisés. La conclusion qui s'impose est que, dans la même province climatique, peut apparaître une succession de sols déterminée par la valeur moyenne annuelle des précipitations. Ainsi dans la province climatique *Dfbx*, les stations ayant une moyenne annuelle de précipitations variant de 428 à 540 mm se trouvent dans la zone de la steppe à forêt (tchernozioms dégradés); celles qui ont une moyenne de 600 à 700 mm correspondent à la zone des forêts de chênes (sol brun rougeâtre de forêt); et celles qui dépassent 700 mm, à la zone des forêts de hêtres (sols bruns dégradés ou podzolisés).

Le fait d'envisager seulement les provinces climatiques telles qu'elles sont déterminées d'après Köppen, n'est pas suffisant pour la caractérisation climatique des zones de sols. Il n'y a que la zone des sols de steppe à laquelle corresponde une province climatique déterminée (*BS*), ce qui s'explique par le fait que W. Köppen prend spécialement en considération la moyenne annuelle des précipitations dans la détermination de la région de steppe. Dans toutes les autres provinces climatiques, étant donné le rôle important que joue l'eau dans le chimisme génétique du sol, nous rencon-

Institutul Geologic al României

trerons des types de sols différents correspondant aux valeurs différentes de la moyenne annuelle des précipitations.

Il est aussi facile d'entrevoir que, dans des provinces climatiques différentes, un même type de sol peut exister. Prenons, par exemple, le tchernoziom dégradé qui apparaît dans les provinces climatiques *Dfbx*, *Dfax*, *Cfax*. La steppe à forêt du nord de la Moldavie correspond à la province *Dfbx*, celle de Valachie, à la province *Dfax*, tandis que la steppe à forêt du Banat et celle du sud de la Dobrogea appartiennent à la province *Cfax*. Dans la détermination des caractères morphologiques du sol, le facteur le plus important est l'humidité de la région qui, à son tour, dépend des précipitations et de l'évaporation. Ces deux grandeurs en se compensant de manière à réaliser les mêmes conditions d'humidité (ou d'aridité) peuvent déterminer dans des provinces climatiques différentes des types de sol apparentés.

Nous croyons toutefois que les provinces climatiques, telles qu'elles apparaissent selon les formules de W. Köppen, peuvent rendre de réels services pour la compréhension des variantes d'un même type de sol[1]). C'est pourquoi nous donnons à la fin de ce travail, une carte par laquelle on peut se rendre compte de la manière dont se partage le territoire de la Roumanie, entre les différentes provinces climatiques. Cette carte a été effectuée en tenant compte spécialement de l'étude de E. Otetelişanu (25). Il nous a paru nécessaire d'introduire quelques légères modifications en ce qui concerne la définition des provinces climatiques. Ainsi, la limite de la steppe a été prise lorsque, à une température moyenne annuelle de 11^0, la quantité annuelle de précipitations est de 500 mm[2]). Cette limite cor-

[1]) P. Enculescu (8) montre, par exemple, que dans la zone qui subit l'influence du climat méditerranéen *C*, manifestée par la présence de certains éléments botaniques, les sols sont caractérisés par une nuance sensiblement plus rougeâtre.

[2]) En général la limite de la steppe est marquée par l'apparition de la forêt dont l'existence est déterminée par des causes plus complexes que

Institutul Geologic al României

respond à l'indice d'aridité 24 et représente assez bien la ligne d'avancement de la forêt sur la steppe. La signification thermique des formules climatiques a été précisé comme suit:

Dfax = le mois le plus chaud au-dessus de 22°.
Dfbx = » » » » » entre 20°—22°.
Dfbk = » » » » » » 18°—20°.
Dfk' = » » » » » sous 18° (4 mois au moins à température dépassant 10°).

C) LES FACTEURS DE CLIMAT

1. LE SYSTÈME CLIMATIQUE DE A. PENCK

On a essayé de délimiter les différents climats en ne considérant qu'un nombre aussi restreint que possible de leurs constituants. Cet essai est assez ancien. Des différents systèmes climatiques édifiés sur cette base, nous rappellerons celui du géographe A. PENCK.

Vu l'importance que présente l'eau dans l'économie générale de la nature, A. PENCK [1]) distingue les types de climats suivants:

a) *Climat humide*: $P - E = R > O$. Les précipitations P dépassent l'évaporation E, la différence R représentant l'eau qui s'écoule sous forme de cours d'eau: *endoréisme* ou *exoréisme*.

---

les simples rapports numériques donnés plus haut. W. KÖPPEN (18, p. 128—129) a indiqué que, dans le cas où une saison froide pluvieuse est suivie d'une autre chaude et sèche, la limite mentionnée correspond à $r = 2\,t$ (r = précipitations en cm, t = température moyenne annuelle); dans le cas où les pluies tombent de préférence dans la saison chaude, la formule est $r = 2\,(t + 14)$. La Roumanie jouissant d'une saison chaude à pluies suffisantes, on pourrait lui appliquer la formule $r = 2\,(t + 14)$, ce qui correspondrait pour la température de 10°,5 qui règne dans la steppe, à une quantité de 490 mm de pluie. Cette valeur correspond parfaitement à la limite entre la forêt et la steppe.

[1]) Cité d'après A. SUPAN, (33, p. 240).

Institutul Geologic al României

b) *Climat aride*: $P - E < O$. Il peut s'évaporer plus d'eau que le sol n'en reçoit sous forme de précipitations: *aréisme*.

c) *Climat nival*: $Z - S = G > O$. Les précipitations qui tombent sous forme de neige Z dépassent la quantité S qui pourrait éventuellement être transportée par le vent ou fondue. Le retour dans la circulation des précipitations se fait par l'intermédiaire du glacier G qui s'est formé.

Le système de A. Penck a été très apprécié par les pédologues. Le mouvement des produits résultant de l'altération chimique des roches dépend justement du régime d'humidité de la région, donc de la valeur de la différence $P - E$. Si $P - E > O$, il y aura dans le sol un mouvement de l'eau de haut en bas. Pour la raison ci-dessus, le sol placé sous ce climat humide présentera un profil morphologique dans lequel on distinguera un horizon supérieur de lévigation (éluvial) et un horizon inférieur d'accumulation (illuvial). Sous le climat aride, l'évaporation excédant les précipitations ($P - E < O$), le mouvement ascensionnel de l'eau dans le profil du sol peut prédominer, et, comme suite, l'horizon d'accumulation (illuvial) se formera à la partie supérieure du profil. Evidemment, entre ces deux types extrêmes, il peut y avoir toute une série de transitions qui dépendront aussi bien de la valeur moyenne annuelle de la différence $P - E$ que de la façon dont sont distribuées, dans le courant de l'année, les périodes de pluie et de sécheresse [1]).

Les valeurs numériques de la différence $P - E$ ou du rapport $\frac{P}{E}$ peuvent servir de première indication approximative sur le climat du sol. Sous la dénomination de «*facteurs de climat*», on a donné toute une série de méthodes

[1]) Ainsi lorsque les valeurs $P - E > O$ sont petites, il se forme des sols qui ont un horizon d'accumulation en CO_3Ca *(pedocal)*. Si les valeurs $P - E > O$ dépassent une certaine limite, l'horizon d'accumulation peut être formé d'hydroxydes de Al et de Fe *(pedalfer)*. (C. F. Marbutt, 20).

Institutul Geologic al României

pour le calcul des valeurs mentionnées ci-dessus ou pour leur remplacement par des valeurs équivalentes.

Le procédé le plus simple et le plus juste serait certainement l'évaluation directe des deux grandeurs météorologiques (précipitations et évaporation). Si la détermination des précipitations est relativement facile et les différents bulletins météorologiques mettent à notre disposition des données très abondantes, ce n'est qu'en Amérique du Nord qu'ont été réalisés des mesurages systématiques de l'évaporation, faits selon une méthode unitaire, dans le même intervalle de temps et dans un nombre de stations assez grand pour que les facteurs de climat calculés sur les données obtenues puissent être utilisés dans des buts œcologiques. TRANSEAU utilise les valeurs obtenues pour l'évaporation par T. RUSSEL pour calculer le rapport $\frac{P}{E}$. Les valeurs de ce rapport dénommé « *coefficient hygrométrique* », établies pour 80 station, font voir fidèlement le parallélisme existant entre la distribution des différentes espèces végétales et le coefficient hygrométrique, c'est-à-dire l'état d'humidité d'une région [1]).

2. LE COEFFICIENT HYGROMÉTRIQUE (D. SZYMKIEWICZ [2])

En l'absence de données suffisantes concernant les évaluations directes d'évaporation, on a cherché, en utilisant les éléments météorologiques habituellement déterminés par la plupart des stations, à calculer des valeurs ayant une certaine correspondance avec les valeurs réelles de l'évaporation [3]). Parmi les formules proposées, la plus complète est certainement celle de SZYMKIEWICZ. Sous la dénomination

[1]) Cité d'après A. MEYER (23, p. 215). Voir aussi H. JENNY (17, p. 147).

[2]) Cité d'après A. MEYER (23, p. 216).

[3]) D'après J. HANN (13, p. 157) l'évaporation dépend de la température à la surface d'évaporation, de l'état de saturation de l'espace environnant, de la rapidité avec laquelle s'éloignent les vapeurs et qui maintient le même déficit de saturation et, enfin, elle dépend aussi de la pression de l'air. La vitesse de l'évaporation serait représentée par la formule:

$$V = C(1 + a\,t)\,(E - e)\,\sqrt{w}\ \text{(TRABERT)}$$

Institutul Geologic al României

d'effet d'évaporation, SZYMKIEWICZ calcule la relation suivante :

$$i = (p' - p) \cdot \frac{273 + t}{273} \cdot \frac{760}{P - p}$$

i = effet d'évaporation ;
p' = tension des vapeurs, correspondante à la température t ;
p = tension actuelle des vapeurs ;
t = température enregistrée ;
P = pression enregistrée au baromètre.

SZYMKIEWICZ divise les valeurs des précipitations par les valeurs obtenues pour i. Le quotient, dénommé *coefficient hygrométrique*, sert à caractériser les différentes régions phytoclimatiques. Tant par les considérations théoriques exactes qui sont à sa base que par ses résultats pratiques, la méthode de SZYMKIEWICZ se rapproche fort de la perfection. Toutefois, le calcul exact de *l'effet d'évaporation* réclame des soins minutieux. Les valeurs i doivent être calculées sur les observations faites aux thermomètre, baromètre et hygromètre à deux heures de relevée. Il faudra donc posséder pour chaque station des lectures exactes des éléments météorologiques à cette heure-là. Il faudra calculer aussi cette valeur i par jour et, ensuite seulement, calculer la moyenne mensuelle ou annuelle. Le calcul des valeurs de *l'effet d'évaporation* sur la moyenne annuelle de pression, de température et d'humidité occasionnerait assez d'empirisme pour que les valeurs ainsi obtenues perdissent l'avantage de l'exactitude. Or les éléments climatiques tels que les exige la formule de SZYMKIEWICZ ne sont publiés que par un petit nombre de stations.

3. LES FACTEURS DE PLUIE (R. LANG)

On a proposé de remplacer l'évaporation par un autre élément mesuré par la plupart des stations et aussi exact que possible. Ainsi on a pris en considération la température au lieu de l'évaporation, les valeurs du rapport $\frac{P}{T}$ *(précipitations : température)* devant nous donner un aperçu du régime

Institutul Geologic al României

d'humidité de la région. Le premier qui ait utilisé ce rapport sous le nom de «*facteur de pluie*» est R. LANG (19). Les valeurs du facteur de pluie obtenues pour différentes régions ont servi à R. LANG pour mettre en évidence l'interdépendance qui existe entre le climat et le sol. Quoique l'idée qui repose à la base des facteurs de pluie soit très juste, la méthode de LANG a été critiquée avec une certaine véhémence. La première raison en est que, pour des températures se rapprochant de 0^0 ou négatives, le rapport $\frac{P}{T}$ tend vers ∞ pour devenir ensuite négatif. Pour améliorer ses facteurs, R. LANG a proposé de remplacer la température moyenne annuelle par la somme des températures moyennes mensuelles supérieures à 0^0 divisée par 12; pour les précipitations, on maintiendrait la valeur moyenne annuelle. Ce procédé, malgré les arguments invoqués par R. LANG, semble en quelque sorte arbitraire. Prenons par exemple la Roumanie. Dans toute la région de plaine, les valeurs calculées pour la température selon la méthode de LANG, ne sont guère différentes de la température moyenne annuelle. (Elles dépassent la moyenne annuelle de $0^0,1$—$0^0,2$). Dans la région montagneuse, les valeurs calculées selon la méthode de R. LANG pour la température (T_L) dépassent de $0^0,7$ (Sinaia, alt. = 800 m) jusqu'à $5^0,1$ (Casa Omul, alt. = 2.500 m) la température moyenne annuelle (Tm).

Ces différences, déterminées par l'altitude, pourraient avoir leur justification dans le fait que la différence entre la température moyenne annuelle du sol (Ts) et la température moyenne annuelle de l'air (Ta) augmente avec l'altitude. Ainsi A. MEYER (23, p. 302), donne, d'après KERNER, les valeurs suivantes:

à 1000 m au-dessus de la mer $Ts - Ta = 1^0,5$
» 1600 m » » » » » $Ts - Ta = 2^0,6$
» 2200 m » » » » » $Ts - Ta = 3^0,6$

En moyenne la différence Ts—Ta augmente de $0^0,17$ pour 100 m. La température moyenne annuelle de l'air doit être

Institutul Geologic al României

prise approximativement en admettant son parallélisme avec la température à la surface du sol qui, de fait, devrait être introduite dans la formule. A des altitudes élevées on pourrait donc considérer le surplus de température introduit par la méthode de R. LANG et qui apparaît comme une fonction de l'altitude, comme une correction de l'excès de température du sol sur la température de l'air. Il n'en est pas de même dans le cas d'une série de localités situées à des latitudes différentes. Prenons, par exemple, les valeurs de la différence $T_L—Tm$ pour une série de localités situées en Russie à des latitudes différentes :

Odessa	$T_L - Tm = 0^0,6$
Moscou	$T_L - Tm = 1^0,9$
Leningrad	$T_L - Tm = 2^0,6$

L'excédent de température calculée selon la méthode de R. LANG, par rapport à la température moyenne annuelle ne saurait avoir la même signification que dans le cas de déplacement altitudinal. Si, dans le second cas, la méthode est applicable, elle devient nettement conventionnelle et arbitraire dans le premier cas [1]).

Une critique judicieuse des facteurs de R. LANG a été faite par A. MEYER (23, p. 217—226). A. MEYER a recalculé les *facteurs de pluie* pour une série de stations d'Europe; en se servant de la carte de K. GLINKA, il a établi la correspondance entre les différents types de sol et les facteurs de pluie telle qu'elle est donnée au Tableau 1. Il résulte des données de A. MEYER que les différentes zones de sol ne sont pas tranchées de manière précise grâce aux valeurs qu'on obtient pour les facteurs de pluie. Les valeurs données pour les différentes zones se superposent partiellement, fait qui a obligé A. MEYER à indiquer, dans le tableau 1, en dehors

[1]) Nous pouvons donner à l'appui des exemples pris en Roumanie. Ainsi Balcic (alt. 45 m.) dans le sud de la Dobrogea, a $T_L - Tm = 0^0,0$. Ismaïl (alt. 40 m), situé dans le sud de la Bessarabie, a $T_L - Tm = 0^0,2$. Chişinău (alt. 118 m), au centre de la Bessarabie, $T_L - Tm$ $0^0,8$; Cocorozeni (alt. 87 m), au nord, $T_L - Tm = 0^0,8$.

Institutul Geologic al României

des facteurs de pluie, d'autres quantités météorologiques (température, humidité) pour mieux caractériser les différentes zones de sol. Il convient de remarquer que, si imparfaits que soient les *facteurs de pluie*, ils donnent pourtant une image plus précise de la corrélation entre le climat et le sol que ne pourrait le faire la simple observation de la moyenne annuelle des précipitations (23, p. 226—227).

TABLEAU I

Les valeurs limitatives des facteurs de climat pour les principaux types de sols (d'après A. MEYER)

Zones de sols	Facteurs de pluie R. LANG	Coefficients *NS* A. MEYER	
		Moyens	Réduits
Déserts et steppes arides	<20	0—100	0—5
Contrées méditerranéennes (au-dessus de 15° T. M.)	20—40	50—200	3—18
Sols châtains	20—50	100—275	5—10
Tchernozioms	40—70	125—350	8—20
Sols bruns de forêts (5—15° T. M.; humid. atmosph. modérée)	60—80	275—500	18—30
Contrées atlantiques (au-dessus de 10° T. M.; humid. atmosph excessive)	60—100	375—1000	25—80
Haides (Bruyères)	60—100	375—700	25—50
Contrées du Nord de l'Allemagne et des pays scandinaves (0—1° T. M.)	80—300	300—1200	20—85
Contrées du Nord de la Russie (0—2° T. M.)	80—120	400—600	20—30
Toundras (au-dessous de 0° T. M.)	120—160	500—600	>20
Hautes montagnes	> 200	1000—4000	40—350

4. LES INDICES D'ARIDITÉ (DE MARTONNE)

Pour la caractérisation climatique des régions d'*aréisme*, d'*exoréisme* et d'*endoréisme*, EM. DE MARTONNE (21) a proposé une notion résultant également de la combinaison des deux éléments climatiques: température et précipitations.

Institutul Geologic al României

De Martonne nomme *indice d'aridité* le rapport $\frac{P}{T+10}$. Les *régions aréiques* (complètement dépourvues de cours d'eau permanents) correspondent à des indices d'aridité inférieurs à 10, les *régions endoréiques* (dont les eaux se jettent dans des mers ou des lacs continentaux) correspondent à des indices entre 10 et 20; et pour les indices d'aridité au-dessus de 30, il n'existe plus que *l'exoréisme* (écoulement vers l'océan).

Il convient de remarquer que de Martonne prend comme point de départ des températures, non pas 0^0 mais -10^0, afin d'éviter les valeurs négatives du dénominateur du rapport mentionné ci-dessus. De Martonne le fait parce qu'il est d'avis que le procédé de R. Lang est arbitraire et qu'il n'est pas pratique (22, p. 30).

Au-dessous de -10^0, il y a la zone nivale qui, du point de vue des problèmes qui se posent en relation avec les facteurs de climat, ne présente aucun intérêt.

Les *indices d'aridité* ont été utilisés pour la première fois dans un but œcologique et pédologique par H. Hesselman (14). Comparant ces indices aux *facteurs de pluie*, H. Hesselman en arrive à conclure que les différentes stations se succèdent approximativement dans le même ordre; toutefois les indices d'aridité de de Martonne correspondraient davantage aux régions occupées par les différents groupes de plantes. C'est pourquoi H. Hesselman utilise les indices de de Martonne pour partager la Suède en zones climatiques.

En Roumanie, les indices d'aridité ont été calculés pour la première fois par C. Ioan (15) qui constate qu'en lignes générales, ces indices mettent assez en évidence le parallélisme climat-sol-végétation. C. Ioan note également qu'on devrait prendre pour indice d'aridité l'inverse des valeurs $\frac{P}{T+10}$, étant donné que ces dernières augmentent effectivement avec l'aridité. Cet inconvénient de nomenclature est

Institutul Geologic al României

résolu par H. HESSELMAN qui dénomme les valeurs du rapport $\frac{P}{T+10}$, *indices d'humidité (Humiditätszahlen)*.

Dans notre étude, nous emploierons la dénomination de DE MARTONNE en attirant l'attention du lecteur sur le fait que la valeur du rapport $\frac{P}{T+10}$ croît tandis que l'aridité décroît.

5. LE SYSTÈME CLIMATIQUE DE C. W. THORNTHWAITE

C. WARREN THORNTHWAITE (34) propose un nouveau système climatique fondé sur les mêmes principes que celui de W. KÖPPEN, mais utilisant pour la délimitation des principaux types climatiques deux notions nouvelles: « *precipitation effectiveness* » et « *temperature efficiency* ». Sur 1100 groupes de valeurs obtenues par l'utilisation des mesures directes mensuelles de l'évaporation, des précipitations et de la température, mesures effectuées en 21 stations, d'avril à septembre, pour des périodes de 4—12 ans, C. W. THORNTHWAITE établit la relation suivante:

$$\frac{P}{E} = 11{,}5 \left(\frac{P}{T-10}\right)^{\frac{10}{9}}$$

(Les précipitations P sont exprimées en inches, la température T en degrés Fahrenheit).

En totalisant le rapport $\frac{P}{E}$ pour les 12 mois de l'année et en multipliant le résultat par 10, on obtient ce que C. W. THORNTHWAITE nomme « *P — E index* » ou « *precipitation effectiveness* ». Les valeurs de l'indice $P - E$ sont utilisées pour la délimitation des provinces d'humidité.

Pour la délimitation des provinces thermiques, C. W. THORNTHWAITE prend en considération *l'efficience thermique mensuelle (« temperature efficiency »)*:

$$i = \frac{T-32}{4}$$

T = la température mensuelle en degrés Fahrenheit. La valeur 32 est aussi employée pour des températures inférieures à 32^0.

Institutul Geologic al României

Par la totalisation des 12 valeurs mensuelles, on obtient *l'efficience thermique annuelle* à l'aide de laquelle on délimite des provinces thermiques.

En tenant compte de la distribution saisonnière des précipitations ainsi que de la distribution saisonnière de l'efficience thermique, on en arrive à établir des *formules climatiques* analogues à celles de W. Köppen. Les deux grandeurs «*precipitation effectiveness*» et «*temperature efficiency*» délimiteraient les différentes zones climatiques du sol, comme il suit:

TABLEAU II

Délimitation des zones climatiques de sol d'après C. W. Thornthwaite

Type de sol	*P — E index*	*T — E index*
Sols gris de désert	0—16	32—128
Sols châtains	16—32	32—128
Sols noirs (tchernozioms)	32—48	32—128
Sols de prairie (steppe à forêt)	48—64	32—128
Latérites	64—128	128
Terres rouges et jaunes	64—128	64—128
Sols gris et bruns de forêt	64—128	48—64
Podzols	64—128	32—48

En exprimant les précipitations en mm au lieu de inches, et la température en degrés Celsius au lieu de degrés Fahrenheit, la relation qui donne les valeurs de $\frac{P}{E}$ devient:

$$\frac{P}{E} = 0{,}1644 \left(\frac{P'mm}{T+12^{\circ},2}\right)^{\frac{10}{9}}$$

Comme il a été déjà mentionné, cette corrélation entre $\frac{P}{E}$ d'une part, P et T de l'autre, a été établie sur les données d'un matériel statistique très abondant. Elle montre que la formule de R. Lang: $\frac{P}{E} = k\frac{P}{T}$ s'éloigne des conclusions statistiques.

Institutul Geologic al României

Les indices de DE MARTONNE, partant de l'hypothèse: $\frac{P}{E} = k' \frac{P}{T+10}$, présentent une plus juste approximation. En effet, la valeur —12,2°C = + 10°F est très rapprochée de celle prise comme origine pour la température par DE MARTONNE (— 10°C = + 14°F). D'ailleurs, l'extrapolation graphique utilisée par THORNTHWAITE (34, p. 637) mènerait plutôt à la valeur + 14°F = — 10°C. La valeur + 10°F a sûrement été prise comme origine pour faciliter le calcul dans le système de degrés FAHRENHEIT. La valeur de l'exposant dans la formule de C. W. THORNTHWAITE n'étant pas trop différente de l'unité, pour une région limitée [1]), on peut considérer avec une suffisante approximation, qu'entre $\frac{P}{E}$ et $\frac{P}{T+10}$ il y aurait proportionnalité.

Donc, en résumé, le système des indices de DE MARTONNE unit l'avantage de l'extrême simplicité de calcul à celui d'une approximation suffisante dans l'expression de la succession des valeurs $\frac{P}{E}$.

ACADEMIA R. P. R. BIBLIOTECA

6. LES COEFFICIENTS *NS* DE A. MEYER

Nous avons vu plus haut (p. 14) que « *l'effet d'évaporation* » dépend aussi de la différence $H - h$ entre la tension maxima des vapeurs à la température t et la tension actuelle et qu'il est directement proportionnel à cette différence dénommée également *déficit de saturation*. Cela a incité A. MEYER (23) à proposer sous le nom de « *coefficient NS* », un autre facteur

[1]) Or, comme nous allons le voir, c'est justement pour la surface moins étendue d'une certaine province climatique que la caractérisation des zones phyto-pédo-climatiques à l'aide des facteurs numériques, pourrait avoir un sens. Dans des provinces climatiques trop différentes, il intervient d'autres facteurs météorologiques qui rendent superflue une exactitude plus rigoureuse.

Institutul Geologic al României

de climat, caractérisé par le fait que, dans le dénominateur du rapport $\frac{P}{E}$, on remplace l'évaporation E par la différence $H - h$ (déficit de saturation). Comme l'évaporation est directement proportionnelle au déficit de saturation, les coefficients *NS* représenteraient, de même que les facteurs de pluie, une mesure pour l'humidité des différentes régions. Dans le numérateur du rapport ci-dessus, A. Meyer introduit la moyenne annuelle des précipitations. La différence $H - h$ est calculée de la manière suivante: Dans les tableaux climatologiques, on peut lire la température moyenne annuelle t et l'humidité relative de l'air. Dans les tableaux de constantes physiques, on peut voir la tension maxima des vapeurs à la pression de 760 mm H qui correspond à la température moyenne donnée. Au moyen de l'humidité relative, on peut calculer l'humidité absolue h par l'équation:

$$h = \frac{H \times \text{Humidité relative}}{100}$$

La différence $H - h$ déterminée comme ci-dessus représente le déficit de saturation. A. Meyer propose une méthode de calcul plus simple qui consiste à multiplier la différence 100 — *Humidité relative* par la valeur de la tension maxima des vapeurs et à diviser le résultat par 100.

Il est certain que les coefficients *NS* de Meyer sont basés sur une conception parfaitement juste et qu'ils devraient conduire à de meilleurs résultats que les facteurs de climat obtenus par la simple division des précipitations par la température. Mais l'estimation exacte des valeurs est liée à de multiples difficultés techniques.

Il faut dire avant tout que la détermination de l'humidité atmosphérique ne s'effectue qu'en un nombre restreint de stations et d'après des méthodes assez différentes. Parmi tous les éléments météorologiques, c'est certainement celui que l'on détermine avec le moins de précision. Ensuite, le calcul du déficit de saturation par la température moyenne

Institutul Geologic al României

annuelle et l'humidité relative est un procédé inexact. H. HESSELMAN (14, p. 524—527) montre que la moyenne annuelle du déficit de saturation, calculée en prenant pour base les valeurs des lectures horaires, est tout autre que la valeur obtenue pour le déficit de saturation calculé sur les valeurs moyennes annuelles de la température et de l'humidité relative. Entre la moyenne des valeurs $H - h$ calculées sur les lectures horaires et le déficit de saturation calculé par la température moyenne annuelle et l'humidité relative de l'année, il peut y avoir des différences atteignant 40%. Du reste, on peut s'en convaincre par le calcul du déficit de saturation, en employant, d'une part, l'humidité absolue moyenne indiquée dans les tableaux et la tension maxima correspondant à la température moyenne annuelle t et, de l'autre, par l'emploi du procédé de A. MEYER. Comme preuve, nous donnons une série de valeurs calculées pour quelques stations de Roumanie. La série D_1 représente les valeurs du déficit de saturation obtenues en sous trayant de la tension absolue H des vapeurs saturées à la température moyenne annuelle t, la tension moyenne annuelle h des vapeurs (l'humidité absolue); la série D_2 représente les valeurs du déficit de saturation obtenues par la multiplication de la différence $100 - R$ (R = l'humidité relative moyenne) par la valeur de la tension maxima des vapeurs à la température moyenne annuelle et la division du produit obtenu par 100:

Localités	$D_1 = H - h$	$D_2 = \frac{(100-R)\,H}{100}$
Câmpulung	1,35	2,26
Sinaia	1,27	2,08
Buzău	1,70	2,85
Strihareţ	1,76	2,84
Constanţa	0,70	1,98
Giurgiu	1,80	2,70
Sulina	1,00	2,72

Institutul Geologic al României

Par l'inspection du tableau, on peut se rendre compte des différences que l'on obtient par les deux méthodes de calcul. La moyenne annuelle des valeurs du déficit de saturation obtenu à l'aide des lectures horaires étant la seule qui représente une réalité physique, tout autre procédé fait disparaître l'avantage du substratum théorique fort judicieux, par l'incertitude des résultats obtenus.

En dehors de ce que nous venons de dire, il faut tenir compte également d'une considération d'ordre pratique qui nous a amené à la conclusion que la possibilité d'application exacte des coefficients *NS* est liée à des difficultés insurmontables. Bon nombre de stations météorologiques sont situées, tout au moins en Roumanie, le long des cours d'eau La situation défavorable des stations météorologiques influence surtout les valeurs de l'humidité atmosphérique. Le déficit de saturation à Constanța (littoral de la Mer Noire) a presque la même valeur qu'à Sinaia (800 m d'altitude) (Constanța=1,98; Sinaia=2,08) et bien moins qu'à Bucarest (3,12).

Les coefficients *NS* respectifs sont:

Constanța	194
Bucarest	189
Sinaia	383

Si la valeur obtenue pour Sinaia peut être considérée comme représentant réellement les conditions pédoclimatiques locales, les valeurs obtenues pour Bucarest et Constanța donnent des indications absolument inexactes. Le littoral de la Mer Noire dans la région de Constanța (Dobrogea) est d'une excessive aridité et « l'Hinterland » entier appartient à la steppe sèche (la quantité de précipitations est sous la limite de sécheresse; à la température moyenne annuelle de 11°,1, la moyenne annuelle des précipitations est de 384 mm). Bucarest est situé dans la région des forêts de chênes; à une température moyenne annuelle de 10°,6, la moyenne annuelle des précipitations est de 589 mm (sol brun-rougeâtre). Les

Institutul Geologic al României

valeurs des coefficients *NS* montrent toutefois la région de Bucarest comme étant plus aride que celle de Constanța [1]).

Si les stations météorologiques étaient situées au milieu des régions naturelles de sols, le plus loin possible de causes perturbatrices, les valeurs obtenues pour le déficit de saturation seraient certainement plus utilisables. Pour le moment, nous devons tenir compte de la réalité des faits et utiliser, pour la caractérisation climatique des types zonaux de sol, la méthode qui paraît être le moins influencée par les causes locales.

D'ailleurs, ce que nous venons de dire peut être également déduit des données mêmes de A. Meyer. Partant des données de l'Album Climatologique de Roumanie, Bucarest 1900, publié par St. C. Hepites, Meyer en déduit les valeurs-limites suivantes pour les coefficients *NS:*

Types de sol	Coefficients NS	
	moyens	réduits
Sol brun clair de steppe sèche	160—218	9—16
Tchernozioms châtain et chocola . . .	168—220	9,3—13,6
Tchernoziom dégradé	162—208	9,6—14,1
Sol brun rougeâtre de forêt.	190—272	11,5—18,8
Podzol à hêtres	252—475	18,6—34,3

Il ressort de ces données que les différentes valeurs des coefficients *NS* délimitent de manière très imparfaite les types zonaux de sols. Surtout dans la région de steppe, les valeurs calculées par Meyer ne délimitent presque pas les différentes aires de sol. Et cela pour les raisons mentionnées: Dans les régions sèches, les stations étant situées le long des cours d'eau, l'humidité de l'air en est fortement influencée. Dans les régions de climat humide ou demi-humide, la délimitation est bien plus nette (sol brun de forêt — podzol).

Dans le Tableau 1 (p. 17), nous donnons les valeurs-limites des coefficients *NS* pour les principaux types zonaux

[1]) Les indices d'aridité sont: 18 pour Constanța et 28 pour Bucarest.

Institutul Geologic al României

de sols, telles qu'elles ont été établies par A. MEYER sur les données d'une série de stations météorologiques. Dans la seconde colonne du tableau, on voit qu'ici non plus les limites entre les différents types de sol ne sont pas très tranchées. Dans la 3-e colonne du Tableau I, on a donné les coefficients *NS* réduits à la période dépourvue de gel. Ces valeurs représentent le quotient de la quantité de précipitations tombées pendant les mois dépourvus de gel, par le déficit de saturation moyen du même intervalle de temps. Les coefficients *NS* réduits mettraient, d'après A. MEYER, encore plus en évidence la limite entre les régions sèches et les régions humides.

D) OBSERVATIONS CRITIQUES

Dans ce qui précède, nous avons indiqué quels sont les systèmes proposés pour la caractérisation climatiques des différents types de sol. En examinant ces divers systèmes, on a pu voir que l'effort des différents chercheurs qui se sont occupés du problème, a porté sur le calcul le plus exact du rapport $\frac{P}{E}$ ou bien, sur la possibilité de trouver des valeurs correspondant aux valeurs de ce rapport, par l'introduction d'autres éléments météorologiques à la place de l'évaporation. On peut cependant se demander jusqu'à quel point un système de valeurs, représentant en général le rapport des moyennes annuelles de deux seulement des éléments du climat, pourrait mettre en évidence de façon satisfaisante, l'interdépendance du climat, d'un côté, le sol et la végétation, de l'autre.

Dans les processus génétiques du sol, l'humidité (exprimée par le rapport $P : E$ ou la différence $P - E$) joue assurément le rôle principal. Mais, en dehors de l'humidité, d'autres facteurs climatiques et spécialement leur mode de variation dans le courant de l'année, peuvent jouer un rôle très important. La migration des produits résultant de l'altération

Institutul Geologic al României

de la roche, déterminée comme sens et intensité par la différence $P - E$, n'est que l'un des processus qui constituent tous ensemble le chimisme génétique du sol. Par exemple, le processus de migration est précédé par le processus de préparation de la roche-mère qui consiste à broyer et pulvériser la roche compacte. Ensuite, par l'action hydrolisante de l'eau sur les silicates, prennent naissance, à côté du squelette du sol, le complexe adsorbant en même temps que les sels plus ou moins solubles. Ce procédé de transformation de la roche-mère est déterminé par la quantité d'eau qui peut agir, et par la température à laquelle elle agit. A des températures élevées et dans des conditions optima d'humidité, la transformation de la roche-mère peut aller fort loin.

Mais ce n'est pas seulement la transformation de la partie minérale du sol qui est déterminée par la température. Les processus biotiques qui ont une si grande influence sur l'évolution génétique du sol, sont également déterminés dans la même mesure, par les conditions d'humidité, de température et par la variation de ces deux éléments climatiques dans le courant de l'année. C. W. Thornthwaite, en établissant son système climatique à l'aide de l'efficience thermique et de l'efficacité des précipitations, part justement du point de vue de l'importance que présentent la moyenne de ces éléments climatiques et leur distribution saisonnière pour les processus phyto-pédologiques.

Un type climatique de sol ne peut donc être caractérisé que par deux facteurs de climat au moins, la température et l'humidité. Selon H. Jenny (17), dans les systèmes de facteurs climatiques proposés par A. D. Meyer et R. Lang qui ont employé de préférence l'humidité de la région, on a négligé l'influence de la température sur les processus génétiques de formation du sol. Du reste, Meyer note que « les différents types zonaux de sol ne peuvent être nettement séparés l'un de l'autre uniquement par les facteurs de pluie. Les types singuliers se chevauchent les uns les autres et pour la description univoque des conditions qui régissent un sol, il faut

Institutul Geologic al României

avoir en vue, en dehors du facteur de pluie, toute la série des autres facteurs génétiques » (23, p. 226). On peut voir par le Tableau 1 (p. 17) que A. D. MEYER aussi a été obligé de donner entre parenthèses la température moyenne annuelle de la région respective, ou d'indiquer l'aire géographique à laquelle appartiennent les coefficients *NS*. Du reste, E. RAMANN (29) lui-même était d'avis que *les trois grandes valeurs pédo-climatiques sont les précipitations, l'évaporation et la température.*

La parallélisation succinte entre les zones de sol de Roumanie et les zones de Russie, pourrait encore mieux mettre en évidence *l'influence du régime thermique sur la genèse du sol.* Nous verrons que, quoique géographiquement rapprochées, la Roumanie et la Russie présentent des différences remarquables dans la succession des zones de sol, différences dues à la place que chacun de ces deux pays occupe dans la province du climat boréal *D*.

Généralement, les indices d'aridité, de même que les facteurs de pluie ou les coefficients *NS* calculés pour la Russie et pour la Roumanie, sont compris à peu près dans les mêmes limites (à l'exclusion des régions montagneuses de Roumanie et des régions de toundra et de désert en Russie). Ces indices augmentent en Russie, du *S* au *N* (l'humidité croît). En Roumanie, et spécialement en Moldavie, en Bessarabie, en Dobrodgea, en Valachie et en Olténie, on remarque une double zonalité en ce qui concerne les indices d'aridité: de l'E à l'W (en Valachie et Dobrodgea) et du S au N (en Moldavie et Bessarabie).

En exceptant la région montagneuse, la variation des indices d'aridité est déterminée en Roumanie surtout par l'accroissement des précipitations, la température moyenne annuelle ne changeant que fort peu. Ainsi, dans la plaine de la Valachie et de la Dobrogea, on constate qu'alors que la température moyenne annuelle varie entre 11°,1 et 9,4, les précipitations augmentent de 384 (Constanța) à 670 (Târgoviște). L'indice d'aridité varie entre 18,0 (Constanța) et

Institutul Geologic al României

36 (Târgoviște). On remarque le même fait en Bessarabie, où la température varie entre 11,0—8,0 alors que les précipitations augmentent de 216—470 mm. En Russie, la variation des indices d'aridité est spécialement déterminée par la diminution de la température, les précipitations augmentant du S au N et, après avoir atteint une limite, décroissant à nouveau (par ex. à Odessa: $P = 410$ mm, $t = 9^0,6$ $I = 21$; Moscou: $P = 530$ mm, $t = 3^0,9$ $I = 38$; Leningrad: $P = 480$ mm, $t = 3^0,7$ $I = 35$). Le diagramme (fig. 2, p. 30) met encore mieux en évidence la différence de cause pour la variation des indices d'aridité en Russie et en Roumanie. On peut se rendre compte, par ce diagramme, que pour les stations à faibles indices d'aridité seules, le régime thermique est le même. A mesure que les indices d'aridité augmentent, la différence s'accentue entre le régime thermique des régions respectives en Russie et en Roumanie. C'est pourquoi, entre le sol brun clair de steppe sèche de Roumanie et le sol châtain foncé du S de la Russie (voir la carte de Prasolov), il existe une identité parfaite, car étant tous deux formés sur du lœss, ils correspondent aux mêmes indices d'aridité et au même régime thermique. La même identité doit exister en partie entre le tchernoziom du S de la Russie et les tchernozioms chocolat et châtain de Roumanie. Nous disons: en partie seulement, étant donné que, d'après les données de la littérature, le tchernoziom méridional se forme en Russie à des températures comprises entre $6^0,5$—$9^0,5$, alors qu'en Roumanie, les tchernozioms châtain et chocolat ne se trouvent pas à des températures plus basses que $9^0,5$ ($9^0,5$—$11^0,5$). Le régime thermique plus bas expliquerait la plus grande richesse en humus du tchernoziom de Russie. Ainsi, selon K. Glinka (12), le tchernoziom méridional de Russie contient jusqu'à 7% et même 9% d'humus, tandis que le tchernoziom chocolat de Roumanie (plus riche en humus que le châtain) en contient 6,5% au plus. On peut dire la même chose concernant le tchernoziom ordinaire qui occupe la partie plus humide de la steppe. Ce tchernoziom contient, en Russie,

Institutul Geologic al României

jusqu'à plus de 12% d'humus, tandis qu'en Roumanie, selon les déterminations qui sont à notre disposition, sa teneur en humus ne dépasse pas 9%. Du reste, VILENSKY lui-même montre, dans sa classification, qu'à de basses températures,

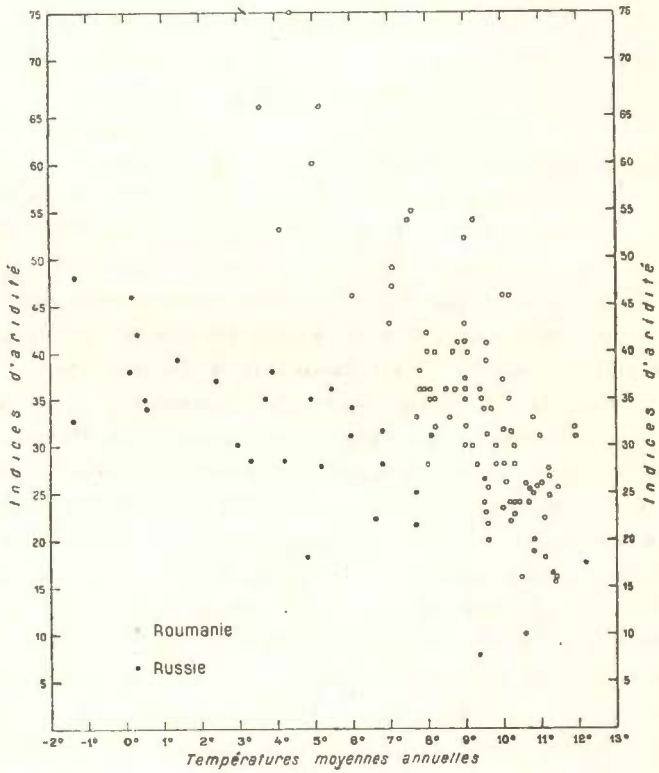


Fig. 2. — Les indices d'aridité annuels et les températures moyennes annuelles correspondantes, pour quelques stations de la Roumanie et de la Russie d'Europe.

mais dans de mêmes conditions d'humidité, le tchernoziom passe en terre noire de prairies (schwarze Wiesenböden).

L'influence du régime thermique sur le processus génétique de formation du sol, alors que les conditions d'humidité restent les mêmes, se fait surtout ressentir lorsque les

Institutul Geologic al României

indices d'aridité dépassent la valeur 28. Cet indice correspond en quelque sorte au front d'avancement de la forêt sur la steppe. L'invasion de la steppe par la forêt a comme suites la dégradation du tchernoziom qui a lieu en Russie sous un régime thermique très bas (7^0—3^0), tandis qu'en Roumanie, dans la zone de dégradation, la température ne descend pas sous 8^0. La dégradation du tchernoziom en Russie conduit à sa transformation en sol gris de forêt, selon GLINKA. Les indices d'aridité dépassant la valeur 28 correspondent donc, en Russie, à une zone de podzolisation. En Roumanie, la dégradation du tchernoziom se produit sous un climat plus chaud et conduit à un type de sol qui effectue la transition entre le tchernoziom et le sol brun rougeâtre des forêts de Quercinées. Aux indices d'aridité 28—36 correspond en Roumanie la zone des sols brun-rougeâtre de forêt qui relient la série des sols de climat boréal *D* à celles des sols de climat tempéré *C*. Les phénomènes de podzolisation secondaire (dégradation du sol brun) apparaissent à peine pour les indices d'aridité compris entre 36—40. En Russie, pour ces indices (36—40), nous nous trouvons déjà en pleine zone de podzolisation primaire (sous l'action de l'humus acide et même de formation épigénétique de tourbe. Du reste, les conditions climatiques différentes qui font apparaître en Roumanie le type brun-rougeâtre de forêt qui, dans le centre de la Russie d'Europe, n'existe pas, se font sentir aussi en ce qui concerne la végétation. Ainsi, la limite *E* du hêtre *(Fagus silvatica)* passe par la Bessarabie, ce qui montre que, vers l'*E*, apparaissent des conditions défavorables à cette essence ligneuse spécifique au climat sous lequel se forme le sol brun de forêt en Europe Centrale.

Comme on peut le voir par le diagramme (fig. 2), l'introduction de la température auprès de l'indice d'aridité, serait suffisante pour mettre en évidence les conditions climatiques différentes sous lesquelles prennent naissance les types zonaux de sol en Roumanie et en Russie. Et ceci, parce que, généralement, la distribution des précipitations, de même que

Institutul Geologic al României

la variation de la température ou de l'humidité moyenne de l'air dans le courant de l'année, ne sont pas très différentes dans les deux pays. Entre les conditions climatiques de Roumanie et celles de Russie, existent des différences d'ordre plutôt quantitatif que qualitatif, les deux pays étant compris, en majeure partie, dans la grande province du climat boréal *D;* la Roumanie du côté qui fait la transition vers le climat tempéré et la Russie du côté faisant la transition vers le climat de toundra *E*.

La simple observation de la température moyenne annuelle, rapprochée du facteur de climat qui représente l'humidité, n'est pas toujours suffisante pour comparer les conditions phyto-pédo-climatiques en deux régions, au cas où la répartition des précipitations et la variation de la température le long de l'année, ne sont pas les mêmes. Pour illustrer cette affirmation, nous allons examiner le cas de deux localités dont l'une (Athènes) reçoit la plus grande quantité de pluie pendant les mois d'hiver (climat *Cs*), tandis que l'autre (Odessa), est caractérisée par les pluies d'été (climat *BS*). Les facteurs de climat calculés à l'aide de la moyenne annuelle des précipitations et de la température, indiquent pour Athènes une plus grande aridité que pour Odessa, (Odessa: indice d'aridité 21,0; Athènes: indice d'aridité 17,3). Pourtant, Odessa se trouve en pleine steppe aride (steppe à Artemisia) alors qu'Athènes se trouve dans une région de forêt (à la limite, il est vrai). Nous ne prolongerons pas davantage la discussion de cette question, et nous contenterons de rappeler que W. Köppen (18, p. 128) considère la limite de la sécheresse (Trockenheitsgrenze) pour le type de climat d'Odessa, alors que $Pcm = 2\ (t + 14)$ c'est-à-dire à la température moyenne annuelle de $9^0,6$, $P = 472$ mm; Odessa n'ayant que 409 mm de pluie, tombe sous la limite de sécheresse. Pour le type de climat d'Athènes, la limite de la sécheresse correspond à $Pcm = 2\,t$, c'est-à-dire à la température moyenne annuelle de 17^0, $P = 340$ mm, ce qui signifie qu'Athènes ayant 402 mm, se trouve au-dessus de la

Institutul Geologic al României

limite de sécheresse. Donc, les facteurs numériques calculés à l'aide des valeurs moyennes des éléments d'un climat ne peuvent pas avoir la même signification phyto-pédologique dans des provinces climatiques trop différentes. Il en résulte qu'entre deux types climatiques de sol formés dans des conditions pétrographiques comparables, et sous le même régime d'humidité (ou d'aridité), il ne peut y avoir d'identité absolue qu'au cas où ils se seraient formés dans la même province climatique (caractérisée par le plus grand nombre d'éléments de climat). Du reste, A. D. Meyer, en séparant les facteurs de climat d'après les régions géographiques: Steppe, Steppe aride, Contrées méditerranéennes, Contrées atlantiques, Toundras, etc., indique tout simplement, sous une autre forme, que les facteurs de climat n'ont pas la même signification dans des provinces climatiques différentes.

Les chances de réussite des «facteurs climatiques» seront très grandes si leur application se fait à l'intérieur d'une province climatique bien délimitée et ce n'est que parce qu'on n'a pas tenu compte de ce fait qu'ils ont été parfois critiqués avec véhémence et remplacés les uns par les autres. Des conditions spéciales climatiques peuvent rendre possible l'emploi pleinement réussi d'un seul élément météorologique même, comme facteur climatique phyto-pédologique. Ainsi, en Russie, la caractérisation climatique des zones phyto-pédologiques à l'aide de la moyenne annuelle de l'humidité relative à une heure, a donné d'excellents résultats (Kaminsky).

Ainsi: la Toundra correspond à l'humidité relative $> 80\%$;
La région de forêt correspond à l'hum. relat. 70—68%.
La steppe correspond à l'hum. relat. 67—56%.
Le demi-désert correspond à l'hum. relat. < 55.

A. Stebutt (32, p. 317—318) conclut: « Le coefficient *NS* n'améliore pas beaucoup la division des zones de sol d'après l'humidité relative de Kaminsky, il lui est même parfois inférieur (Toundras-Podzols) ». La remarque de A. Stebutt est juste, mais uniquement pour la Russie. La température décroissant constamment du S au N, il en résulte que, en Russie,

Institutul Geologic al României

pour un régime de précipitations pas trop différent, surtout en ce qui concerne la répartition des pluies le long de l'année, l'humidité relative de l'air augmentera dans le même sens. La zonalité climatique à laquelle correspond la zonalité phyto-pédologique, sera par cela même, très bien reproduite par la simple connaissance de l'humidité relative. L'essai fait en vue de caractériser de la même manière, les zones phytopédoclimatiques en Roumanie est destiné à échouer. Les coefficients *NS*, malgré tous leurs défauts, que nous avons discutés (p. 22—25), donnent de meilleurs résultats que la moyenne de l'humidité relative atmosphérique ou de l'humidité relative mesurée à une heure.

En revanche, la caractérisation climatique des zones naturelles de sol en Roumanie a pu être réalisée à l'aide de la moyenne annuelle des précipitations. Cette méthode a été reconnue comme excellente notamment sur le territoire de l'ancien royaume roumain, étant donné, comme nous l'avons déjà signalé, que les zones de sol sont déterminées (à l'exception de la montagne) par la variation des précipitations sous un régime thermique relativement peu varié [1]). L'extension de ce système pour le territoire actuel entier de la Roumanie, ne peut plus donner le même résultat, à cause du régime thermique différent de la plaine transylvaine. Il est inutile de parler de l'extension de ce système pour la Russie ou quelqu'autre pays. (Leningrad reçoit 480 mm de pluie, ce qui correspond chez nous à la région de steppe).

Afin de mieux mettre en évidence le fait que, pour certaines régions géographiques limitées, les facteurs de climat

[1]) D'ailleurs, dans le schéma de C. W. THORNTHWAITE, donné pour l'Amérique, il est à remarquer que, pour la série: sols gris de désert, sols châtains, tchernozioms, sols de prairie ou sols de steppe à forêt, l'efficience thermique varie à peu près dans les mêmes limites, cependant que l'efficacité des précipitations augmente; par contre, dans la série: sols latéritiques, sols rouges ou jaunes, sols gris et bruns de forêt, podzols, l'efficacité des précipitations varie entre les mêmes limites, tandis que l'efficience thermique décroît du latérite au podzol.

A la plaine de Roumanie correspond justement la première série de sols et c'est ainsi que se justifie le procédé mentionné.

Institutul Geologic al României

peuvent donner d'excellents résultats, alors qu'en d'autres régions ils sont inapplicables, nous rappelons que R. ALBERT (1) a proposé un système de facteurs de pluie réduits à la période dépourvue de gel. L'utilisation de ces facteurs, obtenus en divisant la quantité de précipitations de la période dénuée de gel par la température moyenne de la même période, échoue complètement en Roumanie. On pourrait obtenir une amélioration en les réduisant à un mois, mais, même alors, ils ne présentent aucun avantage par rapport aux facteurs de pluie ou aux indices d'aridité annuels. Dans le N de l'Allemagne, ces facteurs de pluie réduits au temps dépourvu de gel, séparent très bien les localités à climat continental de celles à climat typique maritime.

Pour conclure, nous pouvons affirmer que les facteurs de climat peuvent rendre un réel service pour la caractérisation climatique des types de sol se trouvant compris dans les limites d'une seule province climatique. Et, plus encore: pour les provinces climatiques voisines, la simple indication de la température moyenne annuelle à côté de la valeur du facteur climatique qui nous indique l'humidité, est souvent suffisante pour la caractérisation climatique du sol. *En règle générale, à côté du facteur climatique, qui indique l'humidité, et la température moyenne annuelle, doit figurer aussi la formule qui caractérise la province climatique respective.*

E) LES FACTEURS DE CLIMAT ET LES TYPES ZONAUX DE SOL EN ROUMANIE

Nous avons donné, dans le tableau III (p. 36), les limites climatiques des principaux types zonaux de sols de Roumanie, telles qu'elles apparaissent après l'examen des différents facteurs de climat. On peut voir dans ce tableau que les différentes zones climatiques de sol ne sont que très imparfaitement délimitées par les *coefficients NS*. Les causes qui contribuent à l'insuffisance des coefficients *NS* ont déjà été discutées (p. 22—25) et nous n'y reviendrons plus.

Institutul Geologic al României

TABLEAU III

Les valeurs limitatives des «facteurs de climat» pour les principaux types zonaux de sols de Roumanie

Zones de sol	Précipitations (moyenne annuelle) mm	Température (moyenne annuelle) °CELSIUS	Coefficients *NS* A. MEYER	Facteurs de pluie R. LANG	Indices d'aridité DE MARTONNE	*P—E* Index C. V. THORNTHWAITE
Sol brun clair de la steppe aride.	217—420	10,4—11,4	160—194	20—38	10—20	30—40
Tchernozioms châtains et chocolats.	428—511	9,6—11,4	164—203	38—49	20—24	40—46
Tchernozioms dégradés	460—580	9,1—11,4	175—232	46—58	23—29	46—57
Sols bruns-rougeâtres de forêts. .	539—705	7,8—11,9	240—405	54—75	28—36	55—62
Sols bruns (Ramann) et sols gris-cendré (type podzolique secondaire) .	632—1035	5,9—10,2	336—385	73—125	35—55	65—90
Sols des hautes régions (type podzolique primaire)	745—1404	2,9— 5,2	>385	>125	53—110	>90

Institutul Geologic al României

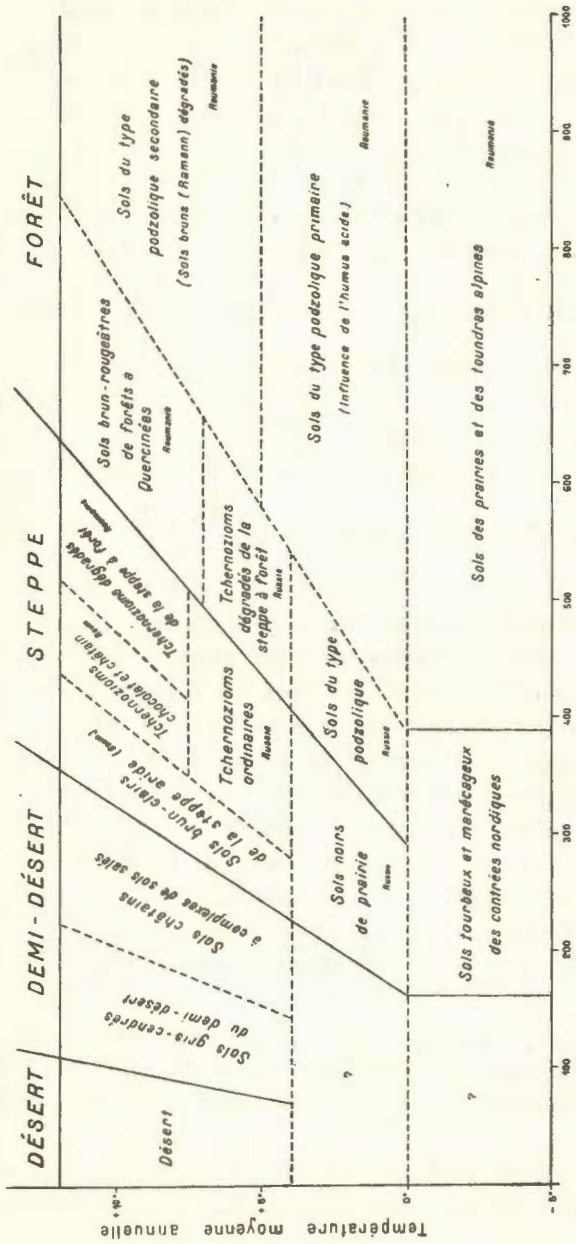


Fig. 3. — La répartition des différents types zonaux de sol de Roumanie, par rapport à la température moyenne annuelle et la moyenne annuelle des précipitations, figurée schématiquement.

Institutul Geologic al României

Par contre, les *facteurs de pluie*, de même que les *indices d'aridité* ou les *indices* $P - E$, indiquent assez précisément les limites climatiques des zones de sols en Roumanie. Si, pour faire la description climatique des différents types, nous préférons les indices d'aridité de DE MARTONNE, c'est à cause des considérations déjà mentionnées (p. 20—21): les indices d'aridité unissent l'avantage d'une extrême simplicité de calcul à celui d'une approximation suffisante en ce qui concerne le parallélisme avec les valeurs $\frac{P}{E}$. En outre nous tenons à rappeler que, dans le dynamisme des processus du sol, un rôle assez important est joué par la variation du facteur climatique dans le courant de l'année. DE MARTONNE propose aussi, pour caractériser le climat d'une région, le calcul des indices d'aridité mensuels, selon la formule $\frac{12\,Pm}{tm + 10}$ (le quotient entre les précipitations Pm et la température tm augmentée de 10, est multiplié par 12, afin d'obtenir des valeurs comparatives à celles de l'indice d'aridité annuel). Le calcul de ces indices mensuels, si importants pour la caractérisation plus précise du climat d'une région, ne peut être effectué selon le système des facteurs de pluie (R. LANG), à cause des températures mensuelles négatives ou égales à 0^0. Evidemment, ces indices mensuels peuvent être calculés également à l'aide de la relation proposée par C. W. THORNTHWAITE. Mais la complication du procédé de calcul n'étant guère compensée par une meilleure mise en valeur des résultats, nous avons préféré les indices mensuels proposés par EM. DE MARTONNE.

Comme on le verra plus loin, nous avons fait la caractérisation climatique des différents types de sol en tenant compte également de la variation mensuelle des indices d'aridité.

En même temps que la carte des provinces climatiques, nous en donnons une autre représentant les zones aux mêmes

Institutul Geologic al României

indices d'aridité. En comparant ces deux cartes, on pourra voir aisément quels sont le régime d'humidité et le régime thermique d'une certaine région. Il est évident que ces cartes ne sont pas tenues pour définitives, mais elles peuvent rendre de réels services pour faire connaître les régions naturelles de la Roumanie.

La délimitation des zones à mêmes indices d'aridité, de même que celle des provinces climatiques, n'a pu être effectuée uniquement sur les données publiées (5, 6, 3, 16, 26). C'est pourquoi nous avons consulté l'archive de *l'Institut météorologique central*, cherchant à utiliser les dates météorologiques mêmes des stations à observations limitées à un petit nombre d'années [1]).

Pour le calcul des zones ayant les mêmes indices d'aridité, nous avons utilisé aussi les données des stations pluviométriques, en déduisant la température des valeurs des stations de second ordre les plus proches. Toutefois, le manque presque complet de stations dans certaines régions du pays aurait rendu impossible toute délimitation pouvant rendre fidèlement la réalité. Voilà pourquoi nous avons été obligé de coordonner les données météorologiques avec les conditions générales de relief et de végétation, en utilisant la Carte orographique de Roumanie, (1 : 1.500.000) publiée par l'Institut géologique et la Carte des zones de végétation de Roumanie, actuellement sous presse, par M. P. Enculescu.

La répartition des différents types zonaux de sol, sur la territoire de Roumanie, peut être étudiée à l'aide de la carte des sols annexée à cet ouvrage. Son élaboration a été effectuée par la simplification de la carte au 1.500.000-ème du Service Agrogéologique de l'Institut geologique. Le principe qui nous a guidé a été celui du groupement des sols par zones naturelles, selon les principaux processus génétiques.

---

[1]) Nous tenons à remercier la *Direction* et les *Membres de l'Institut météor. central de Roumanie* pour l'amabilité avec laquelle ils nous ont communiqué toutes les données dont nous avons eu besoin.

Institutul Geologic al României

C'est ainsi que tous les types de tchernoziom ont été groupés en une seule zone, étant donné qu'ils représentent des stades différents d'un même type d'évolution génétique, caractérisé par la lévigation des sels plus ou moins solubles, par la stabilité du complexe adsorptif et par l'accumulation de l'humus neutralisé. C'est d'après le même principe des zones génétiques que nous avons partagé la région à sols de type podzolique en 2 zones: celle des sols de type podzolique primaire et celle des sols de type podzolique secondaire. Dans la première zone, comme conséquence de l'influence de l'humus acide, a lieu la destruction du complexe argileux et la migration fractionnée de ses composants. Dans la seconde zone, la podzolisation présente le caractère d'une dégradation des sols bruns, manifestée par la migration, du complexe adsorptif vers le bas du profil, sans destruction préalable.

Du reste, la note essentielle du processus génétique est indiquée succintement en petits caractères à l'occasion de la description climatique de chaque zone.

Nous nous dispensons de donner une description trop détaillée des types zonaux de sol de Roumanie, et renvoyons le lecteur aux différentes publications de la section Agrogéologique (2, 7, 11, 24, 30), en nous contentant de donner plus loin surtout la caractérisation climatique de ces types.

Remarque. Dans « Contributions à l'étude des sols roumains », I. DOBRESCU et I. RADU ont aussi tenté d'appliquer les coefficients *NS* à la caractérisation des sols de Roumanie. Les auteurs constatent eux aussi « qu'il n'existe pas de concordance parfaite entre les types établis sur des bases morphologiques et ceux qui sont déduits des facteurs Q et q" (coefficients *NS* annuel moyen et coefficient réduit à la période dépourvue de gel). Sur la base de ce manque de concordance, les auteurs concluent à « l'insuffisance des caractères morphologiques pour la fixation des types génétiques du sol ».

Les exemples considérés par les auteurs sont de nature à démontrer, non l'insuffisance des caractères morphologiques dans l'établissement des types zonaux de sol, mais plutôt le manque de précision des limites climatiques données par A. MEYER à l'aide des coefficients *NS*. Ainsi les stations Strehaia ($Q = 242$), Craiova ($Q = 185$), Striharet ($Q = 177$), Bucarest ($Q = 191$) sont indiquées par les auteurs comme faisant partie

Institutul Geologic al României

de la zone climatique du tchernoziom ($Q = 125 - 350$). D'après les limites établies par A. MEYER, on pourrait les considérer comme comprises même dans la zone des sols châtains ($Q = 100 - 275$), alors qu'en réalité elles appartiennent à la zone des sols bruns rougeâtres recouverts de forêts de Quercinées (la présence des forêts montre qu'il ne saurait être question d'un climat de steppe aride). Il est vrai que dans la zone des sols bruns, les stations mentionnées occupent des postes assez avancés vers l'antésteppe, ce qui se fait sentir dans l'aspect morphologique du profil du sol, différencié par certains caractères de celui du sol brun de forêt de l'Europe Centrale.

Il convient de mentionner en outre que des causes locales peuvent modifier de façon appréciable le climat d'une région. La station Târgu-Ocna est indiquée par J. DOBRESCU et J. RADU comme faisant partie de la zone du podzol. Un examen attentif de la carte des sols indique, très près de Târgu-Ocna, en pleine zone de sols podzoliques, une île de sols bruns. Des influences locales font sûrement correspondre à cette région une aridité plus grande que celle de l'aire géographique à laquelle elle appartient, ce qui se fait sentir également dans les caractères morphologiques du sol. Comme il s'agit d'influences locales, nous rappelons que, dans la région de Ploeşti, quoique le climat soit plus humide qu'à Bucarest, le sol appartient au type tchernoziom dégradé (steppe à forêt). On en doit rechercher la cause dans les conditions spéciale de la roche-mère. Le sol est formé sur des graviers riches en éléments calcaires. La perméabilité du gravier détermine des conditions spéciales d'aridité qui s'imprime dans le caractère de la végétation. La possibilité d'application des facteurs de climat dans des buts pédologiques, ne peut donc avoir qu'une valeur statistique. Même en admettant l'infaillibilité des coefficients NS, une conclusion ne pourrait être établie uniquement sur les données de 8 stations prises au hasard. *Ce n'est que par la considération d'un assez grand nombre de stations, que les influences accidentelles peuvent être exclues et que les conclusions peuvent avoir la valeur de lois statistiques.*

Les résultats obtenus par nous en étudiant toutes les stations pour lesquelles nous avons pu avoir des données sûres, et en choisissant le facteur climatique le plus indiqué, nous conduisent à une conclusion contraire à celle de J. DOBRESCU et J. RADU: Les types zonaux de sol établis par la Section Agrogéologique de l'Institut Géologique de Roumanie, se basant sur les caractères morphologiques des profils, sont aussi de véritables types climatiques. D'ailleurs, en établissant ces types, on a eu en vue, non seulement les caractères morphologiques du profil, mais aussi la végétation qui, à côté du sol, constitue le meilleur réactif du climat d'une région.

Institutul Geologic al României

ZONE DU SOL BRUN-CLAIR DE STEPPE ARIDE

Indices d'aridité 10—20

Le sol brun-clair formé sur le lœss appartient à la série des sols châtains de steppe aride [1]) et notamment à la zone de transition de ces derniers vers le tchernoziom méridional. La teneur en humus est de 2—4%. Le numéro de réaction pH = 8,2—8,3. L'effervescence avec les acides se produit à la surface même.

La zone du sol brun-clair est caractérisée du point de vue botanique par l'absence complète de la végétation ligneuse. La végétation herbeuse est pauvre et à caractère xérophytique accentué. La plante caractéristique de cette zone est *Artemisia austriaca* d'où la dénomination de steppe à Artemisia donnée à cette zone. (*Artemisietum austriacae*) (Voir T. SĂVULESCU, 31).

Ce type de sol occupe la région plus sèche de la steppe dobrodgéenne et de la Bessarabie méridionale qui est la continuation de la steppe de l'extrême sud de la Russie.

D'après le système de classification de W. KÖPPEN, la région des sols bruns de steppe aride appartient à la province climatique *BS*.

Le Tableau IV (p. 43) montre, que dans la zone de ce sol, la moyenne annuelle des précipitations varie entre 217 mm (au phare du Dniestr) et 420 mm (à Brăila) alors que la température moyenne annuelle varie entre $10^0,4$—$11^0,4$ C, les indices d'aridité de DE MARTONNE varient entre 10,5 (phare du Dniestr) et 20,1 (Brăila). La plupart des stations ont des indices compris entre 15—20.

La variation mensuelle des indices d'aridité représentée graphiquement par le diagramme 4 (p. 44), est très caractéristique. Le pointillé qui correspond à l'indice d'aridité 24 (l'indice limite entre la steppe et la steppe à forêt) n'est dépassé dans aucun des mois de la période de végétation. Autrement dit, aucun des mois de végétation ne présente des conditions d'humidité suffisante pour la végétation ligneuse. Au maximum de précipitations de juin correspond un maximum relatif de l'indice d'aridité qui, toutefois, ne dépasse pas la limite mentionnée.

---

[1]) D'après la nomenclature donnée par L. PRASOLOV (28), dans la carte des sols de Russie, il correspondrait au type « dark chestnut soil ».

Institutul Geologic al României

TABLEAU IV

Zone du sol brun-clair de la steppe aride (Steppe à l'Artemisia)
Données climatologiques

No. Tableau X	Localité	Formule climatique	Température moyenne annuelle °C	Précipitations atmosphériques mm	Facteur de pluie	Indice d'aridité	Humidité relative %	Coefficient *NS*
34	Brăila	BSax	10,8	419	38	20	74	168
38	Sulina	BSbx	10,8	389	36	19	78	183
41	Medgidia . . .	BSbx	—	411	—	20*	—	—
43	Constanţa . . .	BSax	11,1	384	34	18	80	195
44	Cernavoda . . .	BSax	—	400	—	20*	—	—
45	Mangalia . . .	BSax	(11,4)	335	29	16	80	163
57	Cetatea-Albă . .		10,4	377	36	18	(83)	235
61	Phare du Dniestr . . .	BSax	10,6	217	20	11	(77)	104
62	Traian cel Vechi	BSax	—	318	—	16*	—	—
63	Ismail	BSax	—	354	—	17*	—	—
64	Cahul	BSax	(11,4)	(373)	32	17	(75)	179
65	Bolgrad	BSax	—	(385)	—	19*	—	—

*) Valeurs calculées pour une température moyenne de 10°,5.

ZONE DES TCHERNOZIOMS CHOCOLAT ET CHÂTAIN

Indices d'aridité 20—24

Les tchernozioms chocolat et châtain formés surtout sur le lœss, correspondent au tchernoziom méridional de la Russie. La teneur en humus 4—6%. Le numéro de réaction pH = 7,3—7,7. L'effervescence a lieu au-dessous de 30—40 cm.

Le tchernoziom châtain forme la transition vers les sols de la steppe aride; le tchernoziom chocolat, vers le tchernoziom dégradé. C'est aussi à cette zone climatique que correspond le tchernoziom ordinaire, à plus forte teneur en humus (6—9%), ayant habituellement la marne pour roche-mère.

Dans la sous-zone des tchernozioms châtain et chocolat paraît surtout la végétation ligneuse représentée par des sous-arbustes. (*Rosa ca-*

Institutul Geologic al României

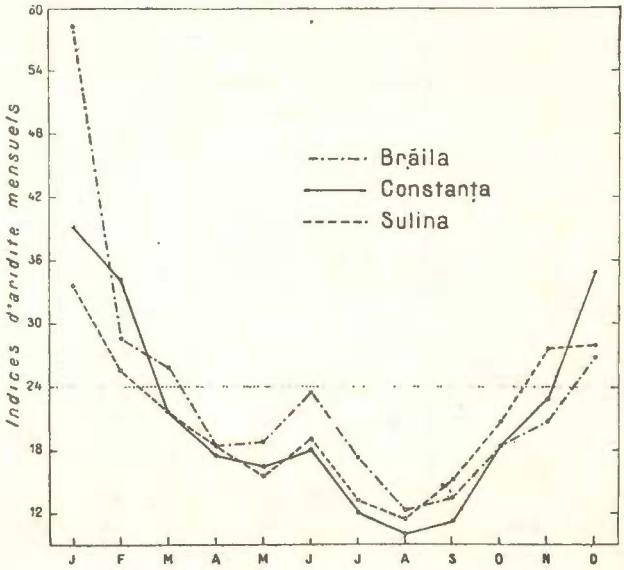


Fig. 4. — Variation des indices d'aridité mensuels dans la zone du sol brun-clair de la steppe aride.

Note. Dans les diagrammes de la variation des indices d'aridité mensuels, la ligne pointillée, qui correspond à l'indice d'aridité 24, représente la limite de la sécheresse.

nina, Prunus chamaecreasus, Amygdalus nanus, Rubus caesius, Prunus spinosa, Spirea hypericifolia). Les graminées (Bromus, Festuca, Koeleria, Stipa, Poa, etc.) commencent à dominer dans cette région et deviennent des éléments constants des associations. La sous-zone des tchernozioms châtain et chocolat correspond au point de vue phyto-géographique, à la sous-zone de végétation dénommée par T. SĂVULESCU (31): *Siccipratum graminosum*, bien étudiée en Bessarabie.

L'augmentation de l'humidité détermine l'accroissement du nombre des dicotylédonées supérieures, à côté de la multiplication des graminées, et la végétation des sous-arbustes devient de plus en plus abondante. Dans le Bugeag, cette seconde sous-zone phytogéographique dénommée par TR. SĂVULESCU: *Siccipratum altiherbosum*, correspond comme sol, au tchernoziom ordinaire.

Les tchernozioms occupent, comme une suite à la steppe ucrainienne, la steppe proprement dite du S de la Bessarabie, et la plaine de la Valachie, dans le Bărăgan et Burnas, continuant ensuite vers l'W, le long

Institutul Geologic al României

du Danube. Dans la Dobrogea, la zone des tchernozioms forme la limite des sols brun-clair de la steppe sèche, au N et au S. Ils apparaissent ensuite au N de la Moldavie (Dépression de Jijia) et de la Bessarabie (steppe de Bălţi). On les retrouve aussi à la partie W du Banat.

On voit par le Tableau V (p. 46), que les différentes régions occupées par les tchernozioms, sont distribuées entre les provinces climatiques suivantes: les tchernozioms du S de la Bessarabie, la plaine de la Valachie et celle de la Dobrodgea appartiennent à la province climatique *BSax*. Les apparitions de tchernoziom chocolat de l'W du Banat appartiennent à la province climatique *Cfax*. La steppe du N de la Moldavie appartient probablement à la même province climatique que celle du N de la Bessarabie. L'absence de stations suffisantes dans cette région ne nous permet pas d'établir avec précision à quelle province climatique cette région appartient. Très probablement, à la province ayant comme formule *BSbx*, différant de *BSax* par la température du mois le plus chaud, comprise entre 20^0—22^0.

La température moyenne anuelle varie entre $9^0,6$ (Bârlad) et $11^0,4$ (T.-Măgurele). La moyenne annuelle des précipitations, si on ne tient pas compte des stations du S de la Bessarabie, varie entre 428 mm (Bârlad) et 511 mm (Corabia). Les indices d'aridité annuels sont compris entre 21 et 24. Les tchernozioms châtain et chocolat, de même qu'une partie du tchernoziom ordinaire du S de la Bessarabie, correspondent à la zone à indices d'aridité 15—20 (précipitations 340—350 mm).

Cette différence dans le régime climatique sous lequel se trouve le tchernoziom dans le S de la Bessarabie, par rapport au reste du pays, ne peut s'expliquer que si l'on admet une tendance du climat à changer vers un climat plus aride. D'ailleurs ce fait a été déduit par P. Enculescu (10) de l'aspect morphologique du profil des sols de cette région. Tant dans le profil du tchernoziom chocolat que dans celui du tchernoziom châtain, on remarque la présence d'un horizon brun plus compact qui indique, dans l'évolution génétique

Institutul Geologic al României

TABLEAU V

Zone des Tchernozioms (Steppe à Siccipratum graminosum et altiherbosum)

Données climatologiques

No. Tableau X	Localité	Formule climatique	Température moyenne annuelle °C	Précipitations atmosphériques mm	Facteur de pluie	Indice d'aridité	Humidité relative %	Coefficients *NS*
9	Corabia	Cfax	11,1	511	45	24	75	208
16	T.-Măgurele .	BSax	11,4	505	44	24	75	202
26	Buzău	BSax	10,0	468	44	23	69	165
29	Armăşeşti . . .	BSax	10,2	484	48	24	74	201
31	Mărculeşti . . .	BSax	(11,0)	(434)	39	21	—	—
32	Perieţi	BSax	(10,7)	495	46	24	—	—
37	Casimcea . . .	BSax	10,3	464	44	23	—	—
56	Comrat	BSax	(10,0)	347	34	17	—	—
58	Tarutino . . .	BSax	—	367	—	18*	—	—
59	Bairamcea . . .	BSax	10,0	347	34	17	—	—
60	Congaz	BSax	—	338	—	17*	—	—
79	Bârlad	BSax	9,6	428	43	22	66	141
81	Galaţi	BSax	10,2	448	42	22	75	193

*) Valeurs calculées pour une température moyenne de 10°,5.

Note: Les localités Bairamcea, Congaz, Tarutino, Comrat sont situées au sud de la Bessarabie où s'observe le phénomène de « régradation du sol » (voir p. . .) ce qui explique les valeurs trop petites des indices d'aridité.

du sol, une période pendant laquelle l'humidité a été suffisante pour déterminer la dégradation du tchernoziom. Cette tendance du climat à changer vers un régime plus aride, détermine une tendance de relèvement de l'horizon à carbonates vers la partie supérieure du profil, processus dénommé par P. ENCULESCU, *régradation du sol*. Nous nous trouvons donc dans une période de transition caractérisée par l'évolution du sol vers un autre type « climax ». Il est

Institutul Geologic al României

aisé de comprendre que, dans une telle situation, le processus de changement des caractères morphologiques du sol demeurera en deçà de la variation du climat, autrement dit, quoiqu'au régime d'humidité actuel correspondrait le sol brun-clair, nous trouvons en réalité du tchernoziom chocolat ou châtain « régradé ».

Le diagramme 5 (p. 47), représente la variation mensuelle des indices d'aridité. Le maximum relatif du mois de

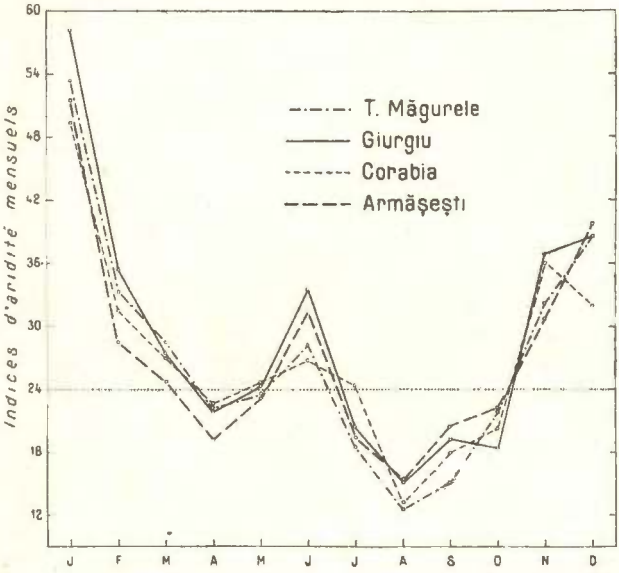


Fig. 5. — Variation des indices d'aridité mensuels dans la zone des tchernozioms chocolat et châtain.

juin dépasse la valeur 24. Le minimum des mois d'août-septembre demeure pourtant tout aussi réduit que dans la zone du sol brun-clair.

ZONE DES TCHERNOZIOMS DÉGRADÉS

Indices d'aridité 23—29

La dégradation du tchernoziom est déterminée par l'envahissement de la steppe par la forêt, conséquence de l'augmentation de l'humidité d'une région. Cette augmentation peut être un effet de l'abaissement

Institutul Geologic al României

de la température moyenne annuelle ou bien de l'accroissement de la quantité de précipitations à un régime thermique peu différent de celui de la steppe avoisinante. Le premier cas, décrit par N. FLOROV (11) pour l'Ucraine, serait possible pour le N de la Moldavie aussi. La dégradation a les caractères de podzolisation secondaire et conduit à la formation du sol gris de forêt, comme terme extrême. Nous rencontrons le second cas (augmentation des précipitations avec maintien d'un régime thermique plus élevé), dans la plaine valaque, le S de la Dobrodgea ou l'W du Banat. Le tchernoziom dégradé y forme l'état de transition vers le sol brun-rougeâtre de forêt et aura comme conséquence, des caractères intermédiaires entre ce dernier sol et le tchernoziom chocolat. Ce sol a comme numéro de réaction: $pH = 6,7—7,2$. Comme teneur en humus: 4—6%. L'effervescence à 100—120 cm.

La végétation spontanée a également un caractère de transition. On remarque ainsi la présence de la végétation de steppe à côté de celle de forêt. Les éléments ligneux qui entrent dans la formation de la forêt d'antésteppe sont, d'ordinaire, les différentes espèces de *Quercus* (*conferta*, *cerris*, *pedunculata*, *pubescens*), *Ulmus campestris*, *Acer tataricum*, etc.

Les tchernozioms dégradés formant, en Roumanie, la transition entre les tchernozioms et les sols de forêt, entourent les régions occupées par les tchernozioms chocolat comme une bordure. On les retrouve dans toutes les régions mentionnées. Les tchernozioms dégradés apparaissent au N de la Moldavie et s'étendent le long du Prut vers le S, continuant à se développer dans la partie la moins aride de la plaine de Valachie et d'Olténie, jusqu'aux Portes de Fer. En Bessarabie, le tchernoziom dégradé forme la zone qui entoure la steppe des Bălţi au N, continuant ensuite le long du Dniestr jusqu'au centre de la Bessarabie où ce sol délimite la steppe du Bugeag. On le retrouve de même au N et au S de la Dobrodgea, et à la partie W du Banat. Enfin, grâce aux conditions locales (orographiques et de sous-sol), le tchernoziom dégradé occupe une partie de la plaine transylvaine.

Comme cela a déjà été dit dans le présent travail, le tchernoziom dégradé appartient à trois provinces climatiques distinctes: les tchernozioms dégradés de la plaine valaque et une partie du dégradé du centre de la Bessarabie appartiennent à la province climatique *Dfax*. Les tchernozioms dégradés de Dobrodgea et ceux de la partie W du Banat, à la province climatique *Cfax*, alors que les tchernozioms dégradés de Moldavie (N et S) et ceux du N de la Bessarabie et de la plaine transylvanie appartiennent à la province climatique *Dfbx*.

Institutul Geologic al României

TABLEAU VI

Zone des Tchernozioms dégradés (Steppe à forêt)

Données climatologiques

No. Tableau X	Localité	Formule climatique	Température moyenne annuelle °C	Précipitations atmosphériques mm	Facteur de pluie	Indice d'aridité	Humidité relative %	Coefficient *NS*
8	Caracal	Dfax	10,4	554	51	27	75	236
10	Strihareţ . . .	Dfax	10,4	495	46	24	70	174
15	Alexandria . . .	Dfax	10,5	525	48	26	72	200
17	Ghimpaţi . . .	Dfax	10,2	496	47	25	(70)	179
25	Ploieşti	Dfax	10,2	621	59	31	72	240
33	Râmnicu-Sărat.	Dfax	10,3	648	61	32	71	240
35	Babadag	Cfax	10,6	484	—	24	71	175
36	Atmagea . . .	Cfax	10,6	480	—	23	—	—
42	Topolog	Cfax	10,3	570	—	28	—	—
46	Silistra	Cfax	11,0	551	50	26	—	—
47	Turtucaia . . .	Cfax	11,0	489	—	23	—	—
48	Acadânlar . . .	Cfax	11,4	570	—	27	—	—
49	Curtbunar. . .	Cfax	11,2	580	—	27	—	—
50	Bazargic	Cfax	11,2	520	—	25	—	—
53	Soroca	Dfbx	9,4	455	46	24	—	—
55	Chişinău . . .	Dfbx	9,5	462	46	24	—	—
71	Iaşi	Dfbx	9,6	500	50	26	72	201
72	Huşi	Dfbx	9,3	515	53	27	(73)	220
73	Vaslui	Dfbx	9,3	537	55	28	74	237
80	Drăguşeni . . .	Dfbx	9,1	548	58	29	69	205
83	Focşani	Dfbx	9,8	558	54	28	70	207
28	Hereşti . . .	Dfax	10,8	478	73	43	73	184

Il ressort du Tableau VI (p. 49), que la moyenne annuelle des précipitations varie pour les différentes régions de tchernoziom dégradé entre 455 (Soroca) et 580 mm (Curtbunar), alors que la température moyenne annuelle varie entre 9°, 1 (Drăguşeni) et 11°,4 (Acadânlar).

Institutul Geologic al României

En établissant les limites ci-dessus, on a laissé de côté la station Ploești, avec ses 621 mm de précipitations, parce que, dans la région respective, l'aridité plus grande est déterminée plutôt par un sous-sol très perméable (cailloux cal-

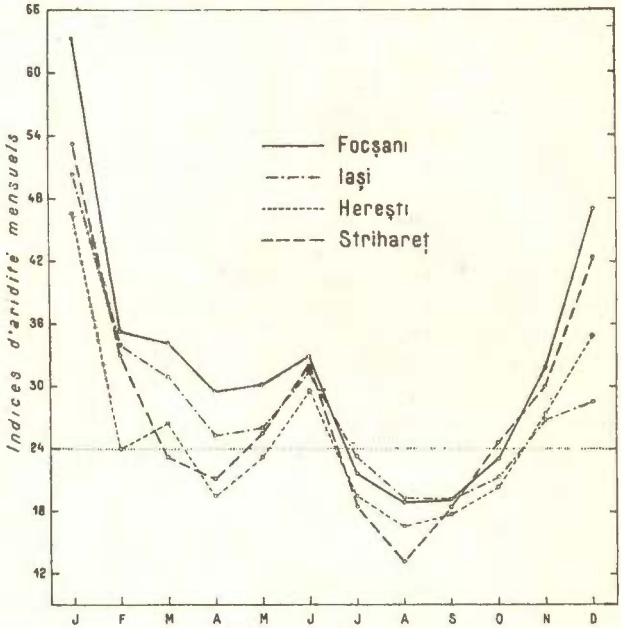


Fig. 6. — Variation des indices d'aridité mensuels dans la zone des tchernozioms dégradés.

caires) que par des causes climatiques. On a également laissé de côté la localité R. Sărat avec 648 mm, située à la limite extrême du tchernoziom dégradé qui forme, en cette région, une bande fort étroite. Indépendamment de la région climatique à laquelle elles appartiennent, les différentes régions occupées par le tchernoziom dégradé, se trouvent sous le même régime d'aridité (donc aussi d'humidité). On voit par le tableau que les indices d'aridité sont: 23—29 pour la Moldavie et la Bessarabie, 23—30 pour la Valachie et 23—28 pour le S de la Dobrodgea. En tenant compte des valeurs

Institutul Geologic al României

les plus fréquentes et des conditions locales exceptionnelles de certaines stations, on en arrive aux valeurs 24—28 qui délimitent exactement les régions à tchernoziom dégradé.

Le diagramme 6 (p. 50), nous montre la variation des indices d'aridité mensuels. Il est à remarquer que la variation de ces indices suit, pour les stations à indice d'aridité annuel réduit, (Hereşti = 23), la même ligne que pour les tchernozioms chocolat et châtain. Pour les stations à indice d'aridité plus élevé (Focşani = 28), le diagramme qui indique la variation des indices d'aridité mensuelle, a le même aspect que celui qui correspond aux sols bruns-rougeâtres de forêt. L'absence d'une courbe caractéristique de la variation des indices d'aridité mensuels, était aisée à déduire, étant donné le caractère de transition de cette zone de sol. Les stations situées vers la limite de la steppe proprement dite (Hereşti) montrent l'influence du climat de steppe, tandis que celles qui avoisinent la limite de la zone de forêts, se ressentent de la proximité du climat respectif (Focşani).

ZONE DU SOL BRUN-ROUGEÂTRE DE FORÊT

Indices d'aridité 28—36

Le sol brun-rougeâtre de forêt, supportant les forêts de chênes comme végétation spontanée, forme la transition entre les sols de steppe et les sols rouges caractéristiques au climat méditerranéen. (G. MURGOCI, 24); c'est pourquoi la couleur rougeâtre de ces sols est de plus en plus accentuée vers le SW et le SE du pays, où l'influence de ce climat se fait ressentir davantage. Le profil du sol des forêts de chênes est caractérisé par la présence d'un horizon B plus compact, de couleur brun-rougeâtre due à la dispersion et au léger entraînement mécanique de l'argile par les courants d'eau descendants, comme conséquence de la lévigation des electrolytes (CO_3Ca, SO_4Ca) de l'horizon supérieur du sol.

La composition moléculaire du complexe argileux reste pourtant la même dans les divers horizons du sol. La teneur en humus est de 3—5%. Le numéro de réaction: $pH = 6—7$. L'effervescence sous 140—160 cm.

La zone des sols de forêt succède à la zone de tchernoziom dégradé dans toutes les régions mentionnées. C'est pourquoi le sol brun de forêt apparaît dans les mêmes provinces

Institutul Geologic al României

TABLEAU VII

Zone du sol brun-rougeâtre sylvestre (Forêts de chênes)
Données climatologiques

No. Tableau X	Localité	Formule climatique	Température moyenne annuelle °C	Précipitations atmosphériques mm	Facteur de pluie	Indice d'aridité	Humidité relative %	Coefficient *NS*
2	Turnu-Severin .	Cfax	11,9	705	59	32	72	242
3	Strehaia. . . .	Dfax	9,8	606	60	31	72	239
5	Craiova	Cfax	10,9	590	54	28	67	190
19	Târgovişte . . .	Dfbx	9,4	689	72	36	(72)	280
20	Găeşti	Dfbx	9,8	662	66	34	(74)	283
27	Bucureşti . . .	Dfax	10,6	587	54	29	68	197
66	Dorohoi	Dfbx	8,2	577	65	32	75	285
68	Botoşani . . .	Dfbx	8,6	584	64	31	72	249
70	Fălticeni . . .	Dfbk	7,8	639	74	36	(72)	288
74	Roman (Pănceşti) .	Dfbx	8,1	539	61	30	75	268
91	Gherla	Dfbx	8,8	671	73	34	—	—
94	Reghin	Dfbk	9,1	756	81	40	—	—
95	Târgu-Mureş .	Dfbk	8,9	663	71	35	79	372
97	Sf.Gheorghe . .	Dfbk	7,9	627	73	35	81	415
98	Cluj	Dfbk	8,2	654	74	36	78	368
99	Aiud	Dfbx	9,6	607	61	31	—	—
101	Alba Iulia. . .	Dfbx	9,6	573	58	29	(79)	306
102	Târnava-Sânmartin	Dfbk	9,1	599	64	31	—	—
105	Hunedoara . .	Dfbx	9,9	626	62	31	—	—
104	Orăştie	Dfbx	9,5	659	66	34	—	—
108	Sibiu	Dfbx	9,0	685	72	36	80	401
111	Bod	Dfbx	7,8	680	80	38	(73)	320
117	Satu-Mare . . .	Cfbx	10,4	663	63	33	—	—
118	Oradea-Mare .	Cfbx	10,5	649	61	32	(76)	285
120	Careii-Mari . .	Cfbx	10,0	563	55	28	(78)	281
121	Timişoara . . .	Cfax	11,0	653	59	31	78	305
124	Lugoj	Cfax	11,9	670	56	31	—	—

Institutul Geologic al României

climatiques que le tchernoziom dégradé : la province climatique *Dfax* pour les sols bruns de Valachie ; la province climatique

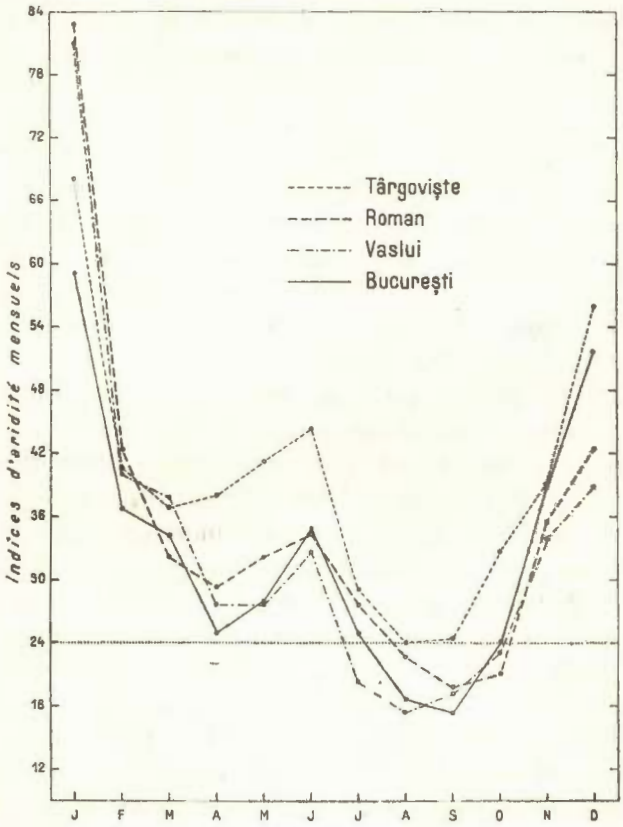


Fig. 7. — Variation des indices d'aridité mensuels dans la zone du sol brun-rougeâtre des forêts de chênes. Les stations appartiennent aux provinces climatiques *Dfax* et *Dfbx*.

Dfbx pour ceux de Moldavie, Bessarabie et Transylvanie et en partie même de Valachie et enfin, pour ceux de l'W du Banat et du S de la Dobrodgea, la province climatique *Cfax*.

La moyenne annuelle des précipitations varie entre 705 mm (T. Severin) et 539 mm (Roman) ; la température moyenne

Institutul Geologic al României

anuelle étant comprise entre 7°,8 (Bod) et 11°,9 (T.-Severin) (Tableau VII, p. 52). En choisissant les limites ci-dessus, on a laissé de côté Reghinul Săsesc (756 mm) situé vers la limite des sols bruns dégradés. Les indices d'aridité annuels sont compris pour la plupart des stations (90%) entre 28—36. Les valeurs des indices d'aridité mensuels varient selon des courbes caractéristiques à cette zone de sol. Les courbes de variation se divisent en trois types que l'on voit dans les diagrammes 7, 8, 9. Dans le diagramme 7 (p. 53), sont groupées les courbes qui représentent la variation des indices d'aridité mensuels pour une série de stations de Valachie et de Moldavie (Province climatique *Dfax* et *Dfbx*). Ce qui donne un aspect différent à ces courbes par rapport aux courbes obtenues pour la région de steppe, c'est l'atténuation de la dépression correspondant aux mois de printemps et qui atteint sa valeur minima au moins d'avril. Comme il ressort du diagramme 7, les indices d'aridité pendant les mois de printemps, demeurent supérieurs à la valeur 25, tandis que, dans la région de steppe, ils descendent même sous 24. C'est également à cause des indices d'aridité plus élevés au printemps, que le maximum des précipitations de juin ne ressort pas tellement en évidence. Le diagramme 7 indique pareillement l'existence d'une période de sécheresse à la fin de l'été et au commencement de l'automne (juillet-octobre). Cette période de sécheresse se fait remarquer dans la région de steppe aussi, à la seule différence que, dans la région de forêt, les indices mensuels ne descendent pas sous 16; dans la région de la steppe, ils se trouvent sous cette limite pour descendre, dans la région de la steppe sèche, sous 15 même. Dans le diagramme 8 (p. 55) sont groupées les valeurs des indices d'aridité mensuels de quelques stations situées sous l'influence du climat tempéré (*Cfax*). L'hiver moins rude est suivi d'un printemps humide. Le maximum des précipitations a lieu en mai. La période juillet—septembre est également plus sèche; ce n'est qu'au mois d'août que la sécheresse est extrême.

Institutul Geologic al României

Dans le diagramme 9, (pag. 56) sont groupées les stations de la zone des sols bruns qui encerclent la plaine du centre de la Transylvanie. Cette plaine est, comme on le sait, un plateau (altitude 400—500 m) entouré de chaînes montagneuses. L'aridité de la plaine transylvaine est due en partie

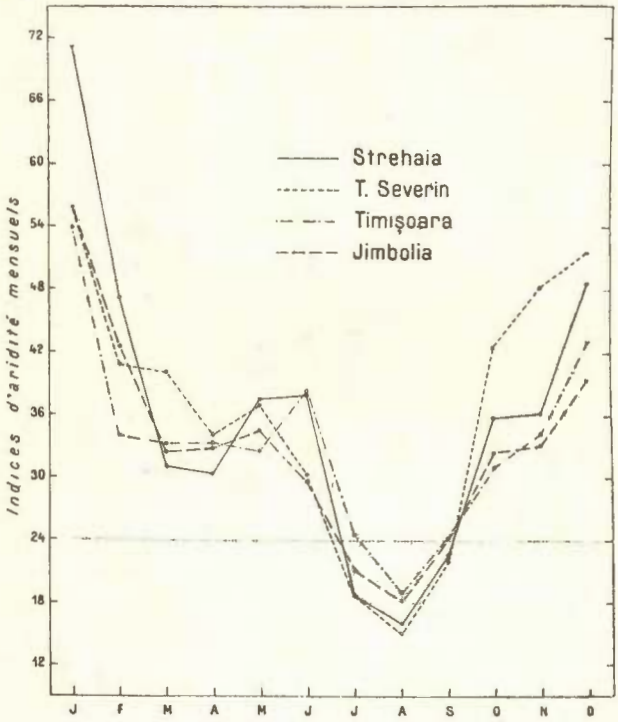


Fig. 8. — Variation des indices d'aridité mensuels dans la zone du sol brun-rougeâtre des forêts de chênes. Les stations appartiennent à la province climatique *Cfax*.

à sa situation géographique. Dans le climat apparaissent des caractéristiques qui le différencient des deux variantes déjà mentionnées. Il faut remarquer en premier lieu, les petites valeurs des indices mensuels aux mois allant de février à avril; pour mars, ils peuvent descendre même sous la limite 24. La quantité de précipitations augmentant depuis

Institutul Geologic al României

le mois d'avril, les valeurs des indices d'aridité s'élèvent à mesure, pour atteindre leur maximum au mois de juin. Il est intéressant de noter que ce maximum ne descend pas sous 39, tandis que pour les stations groupées dans le diagramme 7, ce maximum, en règle générale, demeure sous cette valeur. Après le maximum de juin, les indices d'aridité

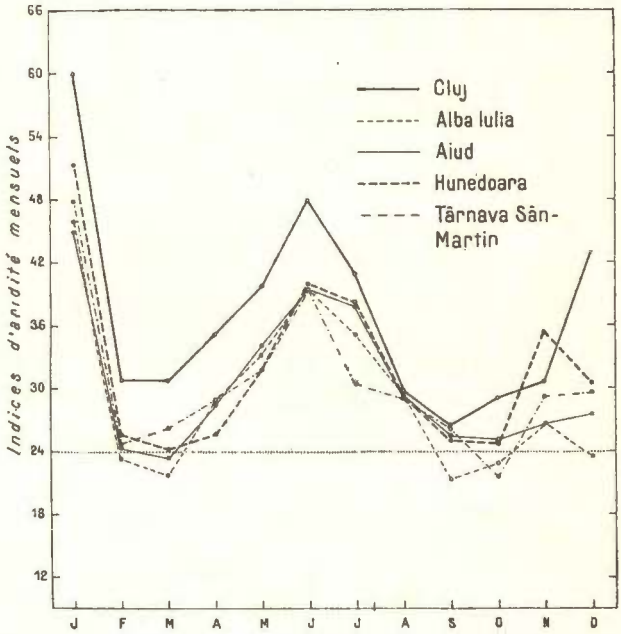


Fig. 9. — Variation des indices d'aridité mensuels dans la zone du sol brun-rougeâtre des forêts de chênes. Les stations appartiennent à la province climatique *Dfbx*. (La plaine du centre de la Transylvanie).

décroissent et atteignent les valeurs les plus réduites aux mois de septembre et octobre.

On peut donc retrouver, en se basant sur les variations des indices mensuels, les trois variantes distinctes du climat des sols bruns de forêt. Une période plus sèche à la fin de l'été et au commencement de l'automne, est commune à

Institutul Geologic al României

ces trois variantes; les indices d'aridité descendent pendant ce temps jusqu'à la valeur 24, et même au-dessous. Le maintien des sols bruns-rougeâtres semblerait être en relation avec l'existence de cette période d'humidité diminuée qui empêche la dégradation. Il est à noter également que les sols bruns rougeâtres de la plaine valaque (province climatique *Cfax* et *Dfax*) sont placés sous un régime de plus grande aridité que ceux de Moldavie ou de Transylvanie. Les indices d'aridité pour les sols bruns-rougeâtres de la plaine valaque, varient entre 26—32, la température moyenne annuelle étant de $9^0,4$—$11^0,9$. Pour des valeurs dépassant 32, apparaissent déjà des phénomènes de dégradation du sol (Găești = 34, Târgoviște = 35). En Transylvanie et en Moldavie (province climatique *Dfbx*) le sol brun de forêt correspond à un climat plus humide (indices d'aridité: 30—36, à une température moyenne annuelle de $7^0,8$—$9^0,7$). Ces différentes manières de se comporter sont dues aux marnes qui forment la roche-mère des sols bruns de Transylvanie et du N de la Moldavie. Les processus de lévigation et de dégradation sont bien plus lents sur les marnes que sur le lœss ou les grès.

ZONE DES SOLS BRUNS (RAMANN) OU SOLS GRIS-CENDRÉS (TYPE PODZOLIQUE SECONDAIRE)

Indices d'aridité 35—55

Les sols de cette zone sont caractérisés par l'apparition dans le profil d'un horizon compact de couleur brune-ferrugineuse formé par l'accumulation de l'argile qui est entraînée en profondeur comme conséquence d'un état de dispersion très avancée. Cette dispersion est due à la pénétration dans le complexe argileux des ions d'hydrogène qui remplacent les ions coagulants de Ca, Mg, K. La migration de l'argile détermine l'enrichissement en silice quartzeuse résiduelle de l'horizon supérieur du sol qui prend, pour cette raison, une teinte plus ou moins claire (grise). Dans cette zone, le processus génétique de podzolisation du sol a lieu sous l'influence d'un humus plus ou moins saturé. On rencontre ici tous les degrés de transition du sol brun (Braunerde-Ramann) qui se maintient là où la rochemère est plus riche en CO_3Ca, surtout sur les pentes à faible inclinaison, jusqu'à des stades assez avancés de dégradation, spé-

Institutul Geologic al României

cialement observés sur les anciennes terrasses, dans les dépressions ou sur les plateaux. La teneur en humus est de 1%—4%, le numéro de réaction pH = 4,5—6,0.

La végétation caractéristique de cette zone est la forêt à feuilles caduques, mais elle comprend la presque totalité des forêts mixtes de sapins et de hêtres.

Les sols de cette zone occupent la région des basses collines, s'étendant jusqu'à la limite supérieure du hêtre.

La majeure partie de la zone des forêts à feuilles caduques appartient à la province climatique caractérisée par la formule *Dfbx* (climat boréal sous-arctique, à précipitations pendant tous les mois de l'année, le maximum des précipitations ayant lieu en juin; (le mois le plus froid sous —3°, le plus chaud entre 20°—22°). Vers l'W du pays, ce climat est remplacé par celui qui correspond à la formule *Cfbx* qui se différencie du précédent par un hiver moins froid (le mois le plus froid au-dessus de —3°). Les sols bruns-rougeâtres de forêt appartiennent en partie à la même province climatique *Dfbx*; mais tandis que les régions occupées par les sols bruns-rougeâtres reçoivent généralement moins de 700 mm, celles où apparaissent les sols podzolisés reçoivent plus de 700 mm de pluie.

La zone des forêts de hêtres s'élevant jusqu'à la limite inférieure de la zone sous-alpine (environ 800 m), le facteur altitude joue un rôle décisif dans la détermination d'une série entière de variantes climatiques (*Dfbk*, *Dfk'*). Ces variantes sont délimitées par le régime thermique de l'été. Ainsi, d'après E. Otetelişanu, la succession dans les Bucegi, serait la suivante:

200—500 m *Dfbx*.

500—800 m *Dfbk* (régime des précipitations change, température du mois le plus chaud 18°—20°C).

800—1000 m *Dfk'* (4 mois au moins à température au-dessus de 10°C, température pendant l'été sous 18°C).

1000—1960 m *Dfck'* (moins de 4 mois à température au-dessus de 10°C).

Institutul Geologic al României

TABLEAU VIII

Zone des sols bruns (Ramann) ou sols gris-cendré (type podzolique secondaire). (Forêt à feuilles caduques)

Données climatologiques

No. Tableau X	Localité	Formule climatique	Température moyenne annuelle	Précipitations atmosphériques mm	Facteur de pluie	Indice d'aridité	Humidité relative %	Coefficient *NS*
1	Baia-de-Aramă .	Dfbx	9,2	1035	108	54	(74)	460
4	Târgu-Jiu . . .	Cfbx	10,1	757	70	38	(73)	303
6	Călimănești . .	Cfbx	9,6	763	78	39	(69)	276
7	Govora	Cfax	9,5	802	83	41	(74)	350
12	Pitești	Dfbx	9,5	689	71	35	(74)	300
13	Rucăr	Dfk'	6,8	806	108	48	(73)	404
14	Câmpulung . .	Dfbk	8,0	761	92	42	72	341
23	Sinaia	Dfk'	5,9	797	121	50	70	381
24	Câmpina . . .	Cfbk	9,1	807	87	42	(69)	300
75	Tg.-Neamț . .	Dfbk	8,0	734	89	41	(72)	328
76	Piatra-Neamț .	Dfbk	8,2	693	78	38	—	—
84	Cernăuți . . .	Dfbk	7,9	632	73	35	78	363
86	Ocna-Sugatag .	Dfbk	8,2	760	79	42	—	—
87	Vișău	Dfbk	7,9	849	96	48	—	—
88	Baia-Mare. . .	Cfbx	9,2	1014	103	53	—	—
89	Bistrița.	Dfbk	8,5	669	73	36	—	—
90	Năsăud	Dfbk	8,6	(850)	92	46	—	—
93	Sovata	Dfk'	7,5	940	109	54	—	—
96	Gurghiu . . .	Dfbk	8,9	773	83	41	—	—
107	Sighișoara . . .	Dfbk	8,8	656	73	35	—	—
110	Brașov	Dfbk	8,4	727	81	40	—	—
112	Pietroșani . . .	Dfk'	7,1	867	110	51	—	—
113	Lupeni	Dfk'	7,6	968	124	55	—	—
123	Oraviță	Cfbx	11,0	873	78	42	—	—
125	Orșova	Cfbx	10,6	916	85	45	—	—
126	Ohaba-Bistra .	Cfbx	10,2	930	90	46	—	—
127	Rusca-Montană	Cfbx	8,7	748	84	40	—	—
92	Gheorghieni . .	Dfbk	6,5	585	75	36	(83)	475
78	Târgu-Ocna . .	Dfbk	8,9	653	71	35	73	285
106	Odorheiu . . .	Dfbk	8,5	656	71	36	—	—

Institutul Geologic al României

C'est à la province climatique *Dfk'* et *Dfck'* qu'appartient la zone des forêts de conifères et des prairies alpines.

Le tableau (p. 59) nous montre que, dans cette zone de sols podzolisés, la température moyenne annuelle varie entre 5°,9 (à Sinaia) et 10°,2 (à Ohaba Bistra), alors que la moyenne an-

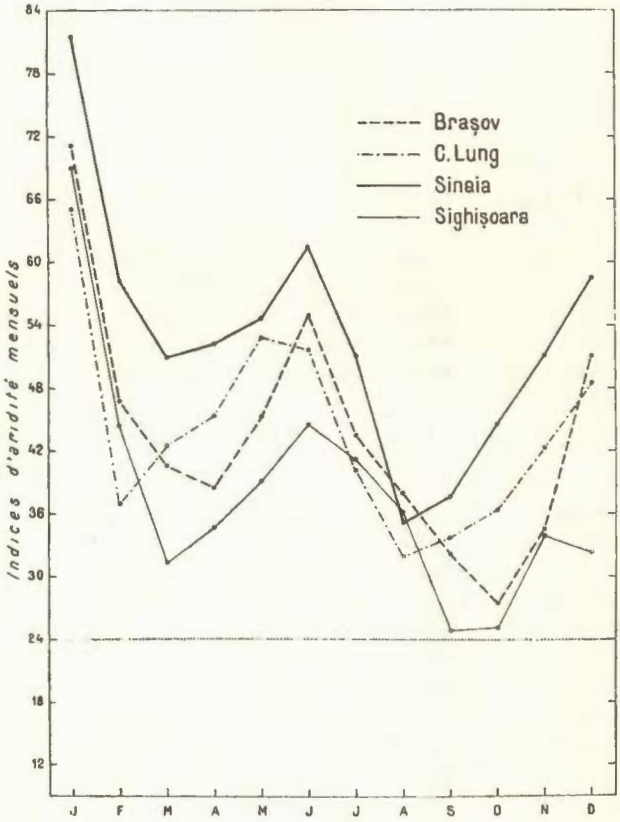


Fig. 10. — Variation des indices d'aridité mensuels dans la zone des sols du type podzolique secondaire.

nuelle des précipitations est comprise entre 603 (Cernăuți) et 1035 (Baia de Aramă). On a évidemment laissé de côté, en établissant ces limites, les stations situées dans les régions où l'apparition des podzols est due à des causes locales.

Institutul Geologic al României

L'indice d'aridité annuelle varie entre 36—55. En règle générale, la valeur de cet indice augmente avec l'altitude. Du diagramme 10, il résulte que les indices d'aridité mensuels ne descendent jamais au-dessous de 24. Pour cette zone, l'humidité serait donc suffisante pour tous les mois de l'année.

ZONE DES SOLS DE HAUTES RÉGIONS (TYPE PODZOLIQUE PRIMAIRE)

Indices d'aridité > 55

La formation de l'humus acide, qui détermine une forte débasification du sol et contribue à la destruction du complexe argileux, constitue une des particularités présidant à l'évolution génétique des sols de cette zone. C'est ainsi qu'on voit apparaître, dans la zone des forêts de conifères, le podzol à horizon d'accumulation en humus et oxides de fer. Sous les pâturages alpins s'étendent des sols bruns ou noirs qui sont caractéristiques aux diverses zones d'altitude. Ces sols des pâturages alpins sont généralement riches en humus (10—14%). Par endroits, les conditions locales provoquent la formation de tourbe. Etant donné que les hautes régions présentent des conditions favorables à une dénudation intense, on y rencontre fréquemment la roche nue ou des sols qui se trouvent au commencement de l'évolution génétique (2).

Comme nous l'avons déjà fait remarquer, le climat de cette zone correspond à celui de la province de *Dfck'*, caractérisée surtout par un été pluvieux et froid (la température du mois le plus chaud est inférieure à 18° et, pendant moins de 4 mois, elle dépasse 10°).

Les précipitations varient de 745 mm (Vatra Dornei) à 1404 mm (Schuler). La température annuelle moyenne est comprise entre 2°,9 (Schuler) et 5°,2 (Bánffytelep). Ces limites concernent les stations possédant des données météorologiques normales et situées à maximum 1600 mètres d'altitude. Au-dessus de cette altitude, les données certaines font défaut. Il résulte d'observations déjà anciennes d'Em. de Martonne et d'autres plus récentes effectuées à la station Omul des Monts Bucegi (2500 mètres d'altitude) qu'à la limite supérieure de la forêt (1600 à 1800 mètres) correspond un maximum de précipitations. Au-dessus de cette limite, la quan-

Institutul Geologic al României

tité annuelle de précipitations décroît. A Casa Omul (2500 mètres d'altitude), par exemple, on n'enregistre que 600 à 700 mm de pluie, alors qu'à Casa Peştera (1600 mètres d'altitude), la quantité de précipitations dépasse 1000 mm. La

TABLEAU IX

Zone des sols de hautes régions (Forêts de conifères, pâturages alpins)
Données climatologiques

No. Tableau X	Localité	Formule climatique	Température moyenne annuelle	Précipitations atmosphériques mm	Facteur de pluie	Indice d'aridité
21	Retevoiu	Dfck'	3,6	1000	—	74
22	Casa Peştera	Dfck'	(3,4)	(1072)	—	80
109	Păltiniş	Dfck'	5,0	911	—	61
114	Bánffytelep	Dfk'	5,2	995	169	66
115	Schuler	Dfck'	2,9	1404	314	110
116	Gyulafalva	Dfk'	4,4	1040	180	72

température annuelle moyenne baisse de 0,5^0 pour chaque centaine de mètres, atteignant de la sorte —2,5^0 à Casa Omul.

Les indices d'aridité annuels ont des valeurs au-dessus de 55 (55—110). La variation mensuelle des indices d'aridité indique une humidité excessive pendant tous les mois de l'année.

Institutul Geologic al României

TABLEAU X

Situation géographique des principales stations météorologiques citées dans le texte

No.	Stations	Longitude E de Greenwich	Latitude N	Altitude m	Période envisagée
	Olténie				
1	Baia-de-Aramă	22°,49′	45°,00′	360	1894—1915
2	Turnu-Severin	22°,33′	44°,38′	70	1885—1924
3	Strehaia	23°,12′	44°,37′	140	1889—1915
4	Târgu-Jiu	23°,20′	45°,03′	210	1886—1915
5	Craiova	23°,48′	44°,19′	110	1891—1924
6	Călimăneşti	24°,22′	45°,15′	280	1886—1915
7	Govora	24°,14′	45°,04′	330	1886—1915
8	Caracal	24°,21′	44°,07′	95	1886—1915
9	Corabia	24°,29′	43°,46′	50	1891—1915
	Valachie				
10	Strihareţ	24°,22′	44°,26′	160	1885—1915
11	Curtea-de-Argeş . . .	24°,41′	45°,10′	450	—
12	Piteşti.	24°,53′	44°,51′	270	1886—1915
13	Rucăr	25°,12′	45°,23′	630	1886—1915
14	Câmpulung	24°,57′	45°,17′	595	1889—1915
15	Alexandria	25°,21′	43°,59′	105	1886—1915
16	Turnu-Măgurele . . .	24°,53′	43°,45′	40	1886—1915
17	Ghimpaţi	25°,47′	44°,11′	75	1886—1915
18	Giurgiu	25°,58′	43°,53′	27	1886—1916
19	Teiş-Târgovişte . . .	25°,28′	44°,56′	300	1886—1915
20	Găeşti	25°,19′	44°,44′	185	1886—1915
21	Retevoiu	25°,36′	45°,30′	1148	—
22	Casa Peştera	25°,27′	45°,43′	1615	—
23	Sinaia	25°,31′	45°,21′	860	1886—1924
24	Câmpina	25°,45′	45°,08′	430	1886—1915
25	Ploieşti	26°,02′	44°,56′	154	1886—1915
26	Buzău.	26°,50′	45°,09′	90	1886—1915
27	Bucureşti	26°,06′	44°,25′	84	1865—1924
28	Hereşti	26°,23′	44°,10′	50	1894—1915
29	Armăşeşti	26°,35′	44°,45′	70	1891—1924

Institutul Geologic al României

TABLEAU X (suite)

No.	Stations	Longitude E de Greenwich	Latitude N	Altitude m	Période envisagée
30	Călăraşi	27°,21′	44°,12′	28	1886—1915
31	Mărculeşti	27°,35′	44°,26′	39	—
32	Perieţi	27°,14′	44°,34′	29	1886—1915
33	Râmnicu-Sărat	27°,03′	45°,23′	127	1886—1915
34	Brăila	27°,50′	45°,16′	30	1879—1916
	Dobrogea				
35	Babadag	28°,40′	44°,53′	50	1891—1915
36	Atmagea	28°,27′	44°,58′	350	1891—1915
37	Casimcea	28°,23′	44°,48′	155	1891—1915
38	Sulina	29°,40′	45°,09′	2	1868—1924
39	Tulcea	28°,49′	45°,11′	50	1891—2915
40	Isaccea	28°,29′	45°,16′	20	1891—1915
41	Medgidia	28°,16′	44°,16′	51	1891—1915
42	Topolog	28°,23′	44°,53′	200	1891—1915
43	Constanţa	28°,39′	44°,11′	32	1886—1924
44	Cernavoda	28°,02′	44°,22′	24	1891—1915
45	Mangalia	28°,37′	43°,37′	38	1891—1915
46	Silistra	27°,16′	44°,07′	26	1891—1915
47	Turtucaia	26°,37′	44°,02′	35	1891—1915
48	Acadânlar	27°,09′	43°,49′	240	1891—1915
49	Curtbunar	27°,25′	43°,35′	225	1891—1915
50	Bazargic	27°,50′	43°,34′	255	1891—1915
51	Balcic	27°,50′	43°,34′	45	1891—1915
	Bessarabie				
52	Grozinţi-Bocicăuţi . .	26°,08′	48°,25′	350	1891—1915
53	Soroca	28°,17′	48°,08′	159	1891—1915
54	Cocorozeni	28°,47′	47°,27′	98	1891—1915
55	Chişinău	28°,48′	47°,02′	125	1891—1915
56	Comrat	28°,28′	46°,17′	92	1891—1915
57	Cetatea-Albă	30°,22′	46°,12′	30	1891—1915
58	Tarutino	29°,10′	46°,11′	80	1891—1915
59	Bairamcea	29°,49′	46°,08′	97	1891—1915
60	Congaz	28°,55′	46°,08′	—	1891—1915

Institutul Geologic al României

TABLEAU X (suite)

No.	Stations	Longitude E de Greenwich	Latitude N	Altitude m	Période envisagée
61	Bugaz (Phare du Dniestr)	30°,29′	46°,05′	3	1891—1915
62	Traian cel Vechi	29°,11′	45°,40′	—	1891—1915
63	Ismail	28°,50′	45°,22′	40	1891—1915
64	Cahul	28°,11′	45°,56′	60	1923—1932
65	Bolgrad	28°,37′	45°,41′	69	1923—1932
	Moldavie				
66	Dorohoiu	26°,25′	47°,95′	172	1887—1924
67	Mamorniţa	26°,05′	48°,13′	180	1895—1916
68	Botoşani	26°,41′	47°,51′	180	1891—1924
69	Comăndăreşti	27°,14′	47°,34′	60	1886—1915
70	Fălticeni	26°,20′	47°,28′	300	1886—1915
71	Iaşi	27°,29′	47°,10′	100	1865—1924
72	Huşi	28°,03′	46°,42′	105	1886—1915
73	Vaslui	27°,44′	46°,39′	120	1889—1915
74	Pânceşti-Dragomireşti	26°,56′	46°,55′	190	1887—1924
75	Târgu-Neamţ	26°,21′	47°,12′	375	—
76	Piatra	26°,22′	46°,56′	310	1886—1915
77	Bacău	26°,56′	46°,33′	140	1886—1915
78	Tg.-Ocna	26°,37′	46°,17′	273	1891—1916
79	Bârlad	27°,41′	46°,15′	60	1886—1915
80	Drăguşeni	27°,42′	45°,58′	197	1886—1915
81	Galaţi	28°,02′	45°,26′	30	1883—1916
82	Tecuci	27°,26′	25°,49′	40	1886—1915
83	Focşani	27°,12′	45°,41′	60	1887—1916
	Bucovine				
84	Cernăuţi	25°,56′	48°,17′	243	1881—1915
85	Vatra-Dornei	25°,22′	47°,21′	803	—
	Maramureş				
86	Ocna-Şugatag	23°,56′	47°,47′	424	1881—1915
87	Vişău	23°,26′	47°,43′	495	1881—1915
88	Baia-Mare	23°,35′	47°,48′	226	1881—1915

Institutul Geologic al României

TABLEAU X (suite)

No.	Stations	Longitude E de Greenwich	Latitude N	Altitude m	Période envisagée
	Transylvanie				
89	Bistriţa	24°,30′	47°,07′	358	1896—1915
90	Năsăud	24°,54′	47°,17′	331	1886—1915
91	Gherla	23°,55′	47°,02′	254	1896—1915
92	Gheorghieni	25°,36′	46°,43′	814	1896—1915
93	Sovata	25°,06′	48°,37′	480	1896—1915
94	Reghinul-Săsesc . . .	24°,43′	46°,47′	361	1896—1915
95	Târgu-Mureş	24°,34′	46°,33′	553	1896—1915
96	Gurghiu.	24°,52′	46°,46′	428	1896—1915
97	Sf.-Gheorghe	25°,48′	45°,17′	528	1896—1915
98	Cluj	23°,34′	46°,46′	363	1896—1915
99	Aiud	23°,43′	46°,19′	247	1896—1915
100	Blaj.	23°,55′	46°,10′	281	1891—1915
101	Alba-Iulia	23°,35′	46°,04′	225	1896—1915
102	Târnava-Sân-Martin .	24°,17′	46°,20′	345	1896—1915
103	Deva	22°,54′	45°,52′	193	1896—1915
104	Orăştie	23°,12°	45°,50′	228	1896—E915
105	Hunedoara	22°,54′	45°,45′	232	1896—1915
106	Odorheiu	25°,18′	46°,18′	447	1896—1915
107	Sighişoara	24°,28′	46°,13′	336	1896—1915
108	Sibiu	24°,19′	45°,47′	419	1881—1925
109	Păltiniş	23°,41′	45°,40′	1403	1926—1930
110	Braşov	25°,31′	45°,39′	544	1891—1915
111	Bod	25°,38′	45°,46′	510	1891—1915
112	Pietroşani	23°,23′	45°,25′	623	1896—1915
113	Lupeni	23°,14′	45°,21′	641	1896—1915
114	Bánffytelep	22°,52′	46°,41′	1250	1896—1915
115	Schuler	25°,33′	45°,43′	1590	1896—1915
	Crişana				
116	Gyulafalva	26°,18′	45°,43′	1012	1896—1915
117	Satu-Mare	22°,53′	47°,48′	123	1891—1915
118	Oradia-Mare	22°,57′	47°,01′	133	1891—1915
119	Arad	21°,19′	46°,11′	114	1891—1915
120	Careii-Mari	22°,28′	47°,52′	135	1891—1915

Institutul Geologic al României

TABLEAU X (suite)

No.	Stations	Longitude E de Greenwich	Latitude N	Altitude m	Période envisagée
	Banat				
121	Timişoara	21°,16′	45°,45′	92	1881—1915
122	Jimbolia	20°,43′	45°,47′	82	1886—1915
123	Oraviţa	21°,44′	45°,01′	268	1866—1890
124	Lugoj	21°,55′	45°,42′	125	1891—1915
125	Orşova	22°,25′	44°,42′	53	1871—1895
126	Ohaba-Bistra.	22°,21′	45°,31′	228	1891—1915
127	Rusca-Montană	22°,28′	45°,34′	364	—

Institutul Geologic al României

LITTÉRATURE CONSULTÉE

1. ALBERT R., Regenfaktor oder NS-Quotient? *Chemie der Erde*, IV, 1929, p. 27.
2. CERNESCU N. C., Zone de soluri în Bucegi. *Buletinul Soc. Nat. din România*, Nr. 4, 1933, p. 24—28.
3. CSALLNER ELFRIEDE, Untersuchungen über die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse in Siebenbürgen. *Verh. u. Mitteil. des Siebenbürg. Vereins für Naturwiss. zu Hermannstadt*, Vol. LXXXI—LXXXII, 1931—1932, p. 104—164.
4. DOBRESCU I. et RADU I., Contributions à l'étude des sols roumains. *XIV-e Congrès international d'agriculture*, Com. 2, Bucarest, 1929.
5. DISSESCU C. A., Date climatologice (Données climatologiques). Vol. I, Nr. 1, *(Inst. Meteor. al României)*, Bucureşti, 1931.
6. DONCIU C., Contribuţiuni la climatologia Basarabiei. *Mem. Secţ. St. Acad. Rom.*, Seria III, Tom. VI, Mem. 6, Bucureşti, 1929.
7. ENCULESCU P., Les zones de végétation ligneuse de Roumanie. *Memoriile Institutului Geologic al României*, Bucureşti, 1924.
8. — Paralelismul dintre clima, solul şi vegetaţia din România, Bucureşti, 1925.
9. — Le sol et la végétation spontanée de Roumanie. *La Roumanie agricole*, Bucarest, 1925, p. 25—50.
10. — Contribuţiuni la studiul agrogeologic al Basarabiei de Sud. *Dări de seamă ale şedinţelor*, (Inst. Geol. Rom.), Vol. XI, 1923, p. 124—149.
11. FLOROV N., Über die Degradierung des Tschernozioms in den Waldsteppen. *Anuarul Institutului Geologic al României*, Vol. XI, 1925—26, Bucureşti, p. 67—132.
12. GLINKA K., Die Typen der Bodenbildung, Berlin, 1914.
13. HANN J., Lehrbuch der Meteorologie, Leipzig, 1906.
14. HESSELMANN H., Die Humidität des Klimas Schwedens. Medd. från. Statens Skogsförsökanstalt, Heft 26, 1930—1931, p. 515—559.

Institutul Geologic al României

15. IOAN C., Indicele de ariditate în România. *Buletinul Meteor. lunar (Inst Meteor. al Rom.)*, Seria II, Vo. IX, Bucureşti, 1929, p. 73—79.

16. *Institutul Meteorologic al României. Buletinul lunar al Observaţiunilor meteorologice*, Seria II, Bucureşti.

17. JENNY H., Klima und Klimabodentypen in Europa und in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika. *Recherches sur le sol*, Vol. I, 1928—1929, p. 139—189.

18. KÖPPEN W., Grundriss der Klimakunde. Berlin-Leipzig, 1931.

19. LANG R., Verwitterung und Bodenbildung als Einführung in die Bodenkunde. Stuttgart, 1920.

20. MARBUTT C. F., A scheme for Soil Classification. *Proc. Ist. Intern. Congr. of Soil Science*, Com. V–VI, Washington, 1928, p. 1—31.

21. MARTONNE EM. DE, Une nouvelle fonction climatologique: l'Indice d'aridité. *La Météorologie*, Paris, 1926.

22. MARTONNE EM. DE, et AUFRÈRE L., Extension des régions privées d'écoulement vers l'océan, Paris, 1928.

23. MEYER A., Über einige Zusammenhänge zwischen Klima und Boden in Europa. *Chemie der Erde*, Vol. II, 1926, p. 209—347.

24. MURGOCI G., Die Bodenzonen Rumäniens. *An. Inst. Geol. Rom.*, Vol. IV, Bucureşti, 1910, p. 22—33.
Voir aussi: *Comptes Rendus de la I-e Conf. Intern. Agrogéol.*, Budapest, 1909, p. 313—325.

25. OTETELIŞANU E., Regiunile climaterice ale României. Buletinul Meteorologic lunar, Série II, vol. VIII, Bucarest, 1928, p. 121—125.

26. OTETELIŞANU E. et DISSESCU C. A., Climat de la Dobroudja et du Littoral de la Mer Noire. *Memorii şi studii (Inst. Meteor. Rom.)*. Vol. I, Nr. 3, Bucarest, 1928.

27. PALMANN H., Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen. *Berichte d. schweiz. Bot. Gesellsch.*, Vol. XLII, H. 2, Bern, 1933, p. 357—466.

28. PRASOLOV L., Soil Map of the European part of U.S.S.R., Leningrad, 1930.

29. RAMANN E., Bodenbildung und Bodeneinteilung, Berlin, 1918.

30. SAIDEL T., Etude chimique des principaux types de sols de Roumanie. *XIV-e Congrès Intern. d'Agriculture*, Bucarest, 1929, 4-e Sect., Rap. 44.

31. SĂVULESCU TR., Die Vegetation von Bessarabien. *Buletinul Agriculturii (supl.)*, Vol. III, Bucureşti, 1927.

Institutul Geologic al României

32. STEBUTT A., Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde, Berlin, 1930.

33. SUPAN A., Grundzüge der physischen Erdkunde. Vol. I, Berlin-Leipzig, 1927.

34. THORNTHWAITE C. W., The Climates of North America. *Geographical Rewiew*, Vol. XXI, 1931, p. 633—655.

35. VILENSKY D. G., Concerning the principles of a genetic soil classification. *Contributions to the study of the soils of Ukraina*, VI, Karkow, 1927.

36. WIEGNER G., Boden und Bodenbildung. Leipzig, 1929.

Institutul Geologic al României

TABLE DES CHAPITRES

Pg.

A) Le sol, fonction du climat 3
B) Provinces climatiques et zones de sols 5
C) Les facteurs de climat 11
1. Le système climatique de A. PENCK 11
2. Le coefficient hygrométrique (SZYMKIEWICZ) 13
3. Les facteurs de pluie (R. LANG). 14
4. Les indices d'aridité (EM. DE MARTONNE) 17
5. Le système climatique de C. W. THORNTHWAITE . . . 19
6. Les coefficients NS (Précipitations: Déficit de saturation), (A. MEYER) 21
D) Observations critiques 26
E) Les facteurs de climat et les types zonaux de sols en Roumanie 35
1. Zone du sol brun-clair de la steppe aride 42
2. Zone des tchernozioms chocolats et châtains 43
3. Zone des tchernozioms dégradés 47
4. Zone des sols bruns-rougeâtres de forêt 51
5. Zone des sols bruns (Ramann) ou sols gris-cendré (type podzolique secondaire) 57
6. Zone des sols de hautes régions (type podzolique primaire) 61

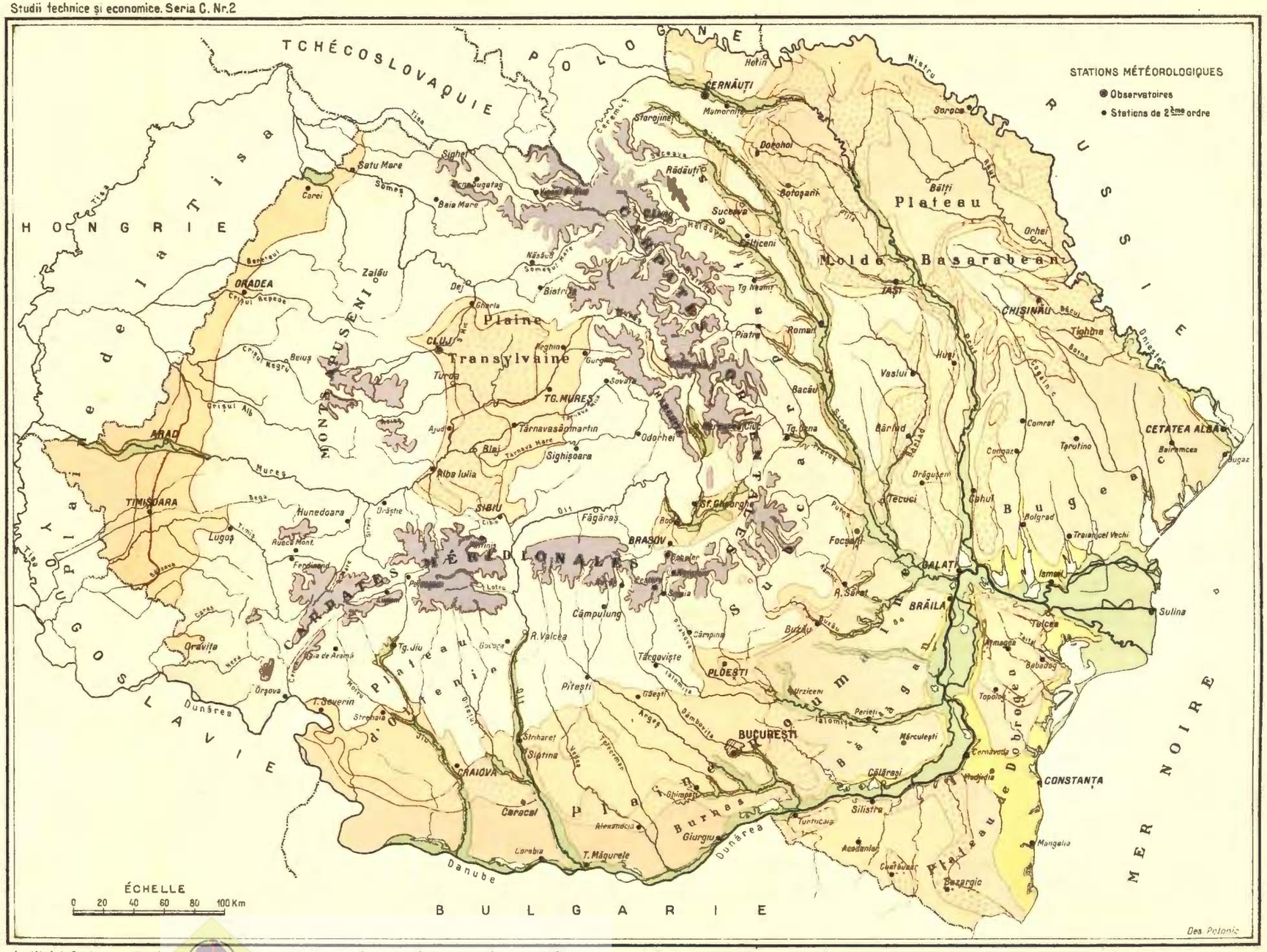
Institutul Geologic al României

ESQUISSE SYNOPTIQUE DES ZONES NATURELLES DE SOL DE ROUMANIE

ELABORÉE D'APRÈS LES LEVÉS DU SERVICE AGROGÉOLOGIQUE
EN CONSIDÉRANT LES PROCESSUS GÉNÉTIQUES DOMINANTS

LÉGENDE

- Zone du sol brun-clair de la steppe aride
- Zone des tchernozioms (châtains, chocolats et ordinaires)
- Zone des tchernozioms dégradés de la steppe à forêts
- Zone des sols brun-rougeâtres des forêts à Quercinées
- Zone des sols du type podzolique secondaire (Sols bruns sylvestres dégradés et sols gris cendrés des forêts à feuilles caduques)
- Zone des sols du type podzolique primaire (Formés sous l'influence de l'humus acide)
- Alluvions et régions inondables



Institutul Geologic al României

Impr. Atei Inst. Geologic al Rom.

Institutul Geologic al României

Institutul Geologic al României