

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

Band: 41 (1968)

Artikel: Balance d'eau et d'azote dans les prairies à litière des alentours de Zurich

Autor: Léon, Rolando

Kapitel: D: Méthodes de travail

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308316>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

D. Méthodes de travail

I. Analyse phytosociologique

La végétation fut analysée selon la méthode de l'école de Zurich/Montpellier, cependant que les sous-unités sociologiques étaient différencierées d'après ELLENBERG (1956). Les relevés furent effectués durant l'automne de 1962 et l'été de 1963. A l'occasion de chaque retour aux places d'investigation, des additions et des corrections ont été faites (voir tableaux 8–10).

II. Mesurage du niveau de la nappe phréatique¹

Les mesurages périodiques du niveau de la nappe phréatique ont été effectués à l'aide d'un tube enterré dans l'aire d'investigation et d'une sonde métallique graduée de 2 m de longueur. Une ficelle de chanvre, attachée aux extrémités de cette sonde et appliquée à celle-ci dans toute sa longueur, indiquait la limite entre mouillé et sec et permettait de lire la valeur sur l'échelle. On a utilisé deux types de tuyaux, l'un ayant la forme d'un parallélépipède de section carrée, fait en bois et fermé en bas par un treillis de fil de fer; l'autre, métallique, de forme cylindrique, et finissant en pointe pour faciliter la pénétration dans le sol. Les uns furent placés en creusant au préalable un trou d'une ampleur convenable, les autres furent enfouis à l'aide d'un compresseur ou tout simplement d'une masse, quand la pénétration était facile. La communication entre l'intérieur des tubes et le sol n'était pas seulement assurée par l'extrémité inférieure de ceux-ci, mais encore par des fentes longitudinales chez les tuyaux en bois et des trous répartis sur toute la surface chez les tuyaux métalliques.

III. Description des profils du sol

La description des profils de sol en ce qui concerne la désignation des horizons et des types d'humus suit KUBIENA (1952) et DUCHAUFOUR (1965). La nomenclature des sols adoptée correspond à KUBIENA (1952). Les symboles utilisés dans les représentations graphiques ont été adaptés de ceux donnés par la Division de pédologie de l'Institut suisse de recherches forestières (RICHARD, 26.4.1961, Polycopie N° 300).

IV. Analyse granulométrique

La fraction sable grossier fut déterminée à l'aide d'un tamis à mailles appropriées (0,2 mm). Les fractions plus fines furent déterminées en utilisant la pipette cylindrique d'Esenwein (WIEGNER et PALLMANN, 1938). Au départ, le matériel consistait toujours en 20 g de terre fine soumise à l'ébullition pendant 2 heures au minimum (lorsque le sol contenait beaucoup de matière organique, la durée de l'ébullition fut prolongée jusqu'à ce que l'eau oxygénée – nouvellement ajoutée – ne bouillît plus) et remuée pendant le même temps. Les résultats obtenus permirent de classer le squelette minéral du sol examiné selon les catégories d'Atterberg.

V. Détermination de la matière organique

1. Estimation par perte au feu

Les premières estimations de matière organique totale furent faites par la méthode classique de la combustion à sec ou perte au feu. On fit des déterminations préliminaires à l'aide du bec de Bunsen et ensuite on refit une certaine partie en utilisant une moufle (600 °C). Mais,

¹ D'ici en avant on emploie l'expression «nappe de l'eau phréatique» dans le sens que lui donne WECHMANN (1964), p. 160–161, d'après la terminologie standardisée TGLO-4049.

comme la perte au feu ne donne qu'une estimation grossière et souvent erronée de la teneur du sol en matières organiques (il serait nécessaire de déduire de la perte globale le poids de CO₂ perdu par les carbonates), une autre méthode a été utilisée.

2. Analyse par la méthode d'oxydation sulfochromique

Les mêmes échantillons ont été soumis à la méthode de combustion humide ou d'oxydation sulfochromique (WALKLEY and BLACK, 1934, et PIPER, 1950), adoptées par le Laboratoire de pédologie et l'Institut suisse de recherches forestières. Les valeurs indiquées (fig. 7) correspondent à cette dernière méthode; elles sont les moyennes obtenues par deux déterminations.

VI. Détermination du poids spécifique réel et apparent

La densité apparente (ρ_a) fut déterminée à l'aide des cylindres de Burger, la densité réelle (ρ_r) ou poids spécifique, d'après la méthode pycnométrique.

VII. Dosage de l'humidité de la terre

Il a été effectué au laboratoire sur des échantillons qu'on a soumis à un chauffage de 12 heures à l'étuve à 105 °C, c'est-à-dire en tout cas jusqu'à constance de poids. Les résultats ont été exprimés tantôt en pour cent de sol sec, tantôt rapportés au volume de sol. Ceci permet de mieux comparer les contenus en eau des sols très différents en ce qui concerne la densité.

VIII. Mesure de la tension de l'eau dans le sol

1. Méthodes utilisées

Pour mesurer approximativement les forces de rétention de l'eau par le sol, trois méthodes furent essayées et comparées. La première utilise la centrifugation d'après RUSSELL et RICHARDS (1938), la deuxième emploie la pression d'air comprimée, selon RICHARDS (1947, 1948, 1949). La troisième est celle des capillaires, d'après URSPRUNG et BLUM (1930), modifiée par ELLENBERG (1939). La première ne s'emploie que sous pressions basses, inférieures à 0,2 atm. Les échantillons furent soumis à un essorage sous l'action des forces équivalentes à 40, 80 et 160 cm d'eau (460, 690 et 975 révolutions par minute). La deuxième a été appliquée selon la technique décrite par RICHARD et BEDA (1953) en employant un extracteur de basse pression et une presse à membrane pour les pressions élevées. Aux échantillons de sol préalablement saturés d'eau, on a appliqué des pressions (de 0,001, 0,02, 0,08, 0,160, 0,345, 0,690, 5 et 15 atm.) dans une enceinte fermée, en expulsant l'eau à travers des plaques poreuses ou des membranes perméables, selon les pressions.

Les deux méthodes furent appliquées à trois différents types de sol, dont chacun était représenté par huit répétitions (quatre seulement dans le cas du centrifugeur) à structure naturelle et deux répétitions à structure modifiée par le traitement employé pour déterminer l'accumulation d'azote, c'est-à-dire passés à travers un tamis à mailles de 0,4 cm. Le fait qu'on a examiné dans les essais des «sols types» aux valeurs déjà établies a permis de juger dans chaque cas de l'exactitude des déterminations.

La troisième méthode d'après URSPRUNG et BLUM (1930) a été appliquée à l'aide de capsules utilisées par les auteurs et de solutions de NO₃K de différentes molarités. La méthode consiste à enfermer la terre dont on veut connaître la tension de rétention de l'eau avec une série de solutions de molarité (et de pression osmotique) déjà connue qui se trouvent dans des capillaires courtes, dans une petite salière. Le tout maintenu à température constante, après un certain temps le système arrive à un équilibre entre ces diverses solutions aqueuses. En effectuant les mesures de la longueur du contenu de chaque capillaire (d'un ménisque à l'autre) au commencement de l'expérience et après deux jours, on peut déterminer quelles solutions sont hypotoniques ou hypertoniques par rapport à la tension du sol, et, par conséquent, évaluer

avec une certaine approximation (pas plus grande que 0,5 atm.) la force de rétention de l'eau dans ces dernières.

Les capillaires, préparées en laboratoire, n'avaient pas une uniformité suffisante de diamètre pour permettre l'interpolation des valeurs, ni le calcul des moyennes. Pour obtenir des résultats assez exacts, il faut utiliser toute une série de capillaires avec des solutions de NO_3K correspondant à des valeurs osmotiques très proches l'une de l'autre. En outre, il est absolument nécessaire de maintenir une température constante pendant toutes les phases du travail.

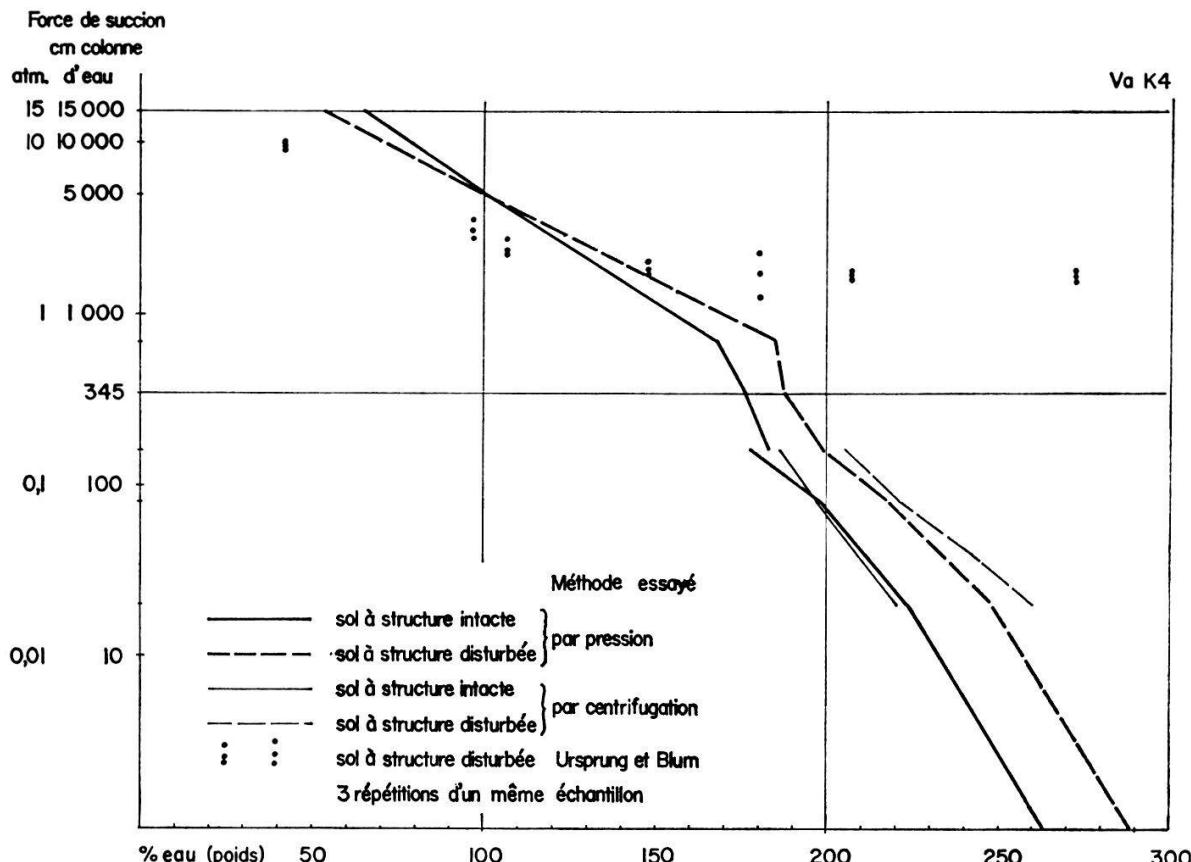


Fig. 5 Comparaison de différentes méthodes de mesurement de la force de rétention de l'eau dans le sol. Les courbes correspondent à l'horizon superficiel (5–15 cm) d'un Anmoor de tourbe ($\rho_a = 0,31 \text{ g/cm}^3$) peuplé par un *Schoenetum* typique, station K4.

Pour obtenir des échantillons avec un pourcentage de teneur en eau échelonné, les trois sols examinés furent soumis à une dessiccation progressive. Chacun de ces échantillons a été soumis à une épreuve d'encadrement, en employant d'abord les molarités de la solution NO_3K à des intervalles de 2 atm. Une fois qu'on a connu les marges entre lesquelles il faut chercher, on a pris une autre portion du même échantillon et on l'a soumis à une gamme de concentration à intervalles plus petits (0,5 atm.), compris entre les valeurs données par l'épreuve préliminaire.

2. Comparaison des résultats

Les figures 5 et 6 présentent les valeurs obtenues en appliquant les trois méthodes mentionnées sur trois sols très différents l'un de l'autre. Les valeurs dues à la méthode Ursprung-Blum concernent des sols à structure modifiée. Il y a indéniablement une forte correspondance entre les courbes qui les représentent et celles qui proviennent du même type de sol examiné à l'aide de la méthode des membranes de pression. Evidemment, la première méthode perd sa validité dans un ordre de grandeur inférieur à 2 atm. Les courbes représentant les valeurs fournies par la centrifugation sont aussi en étroite harmonie avec celles fournies par la membrane de pres-

sion. Une autre particularité se manifeste dans les trois graphiques: les courbes qui représentent le sol modifié et celles du sol de structure intacte s'entrecoupent. Il faut en chercher la raison dans le fait que le passage du sol à travers un tamis réduit le nombre des micropores, d'une part, mais fait augmenter le volume total des pores, de l'autre (ceci au cas où la relation entre la quantité d'eau contenue dans ces deux sols à 1 cm de tension et à l'état de saturation, tension = 0, est constante). Cette modification accroît sa capacité de retenir l'eau avec des forces faibles et diminue celle qui met en jeu des pF supérieurs à 3 (1 atm. = 1000 cm³ H₂O).

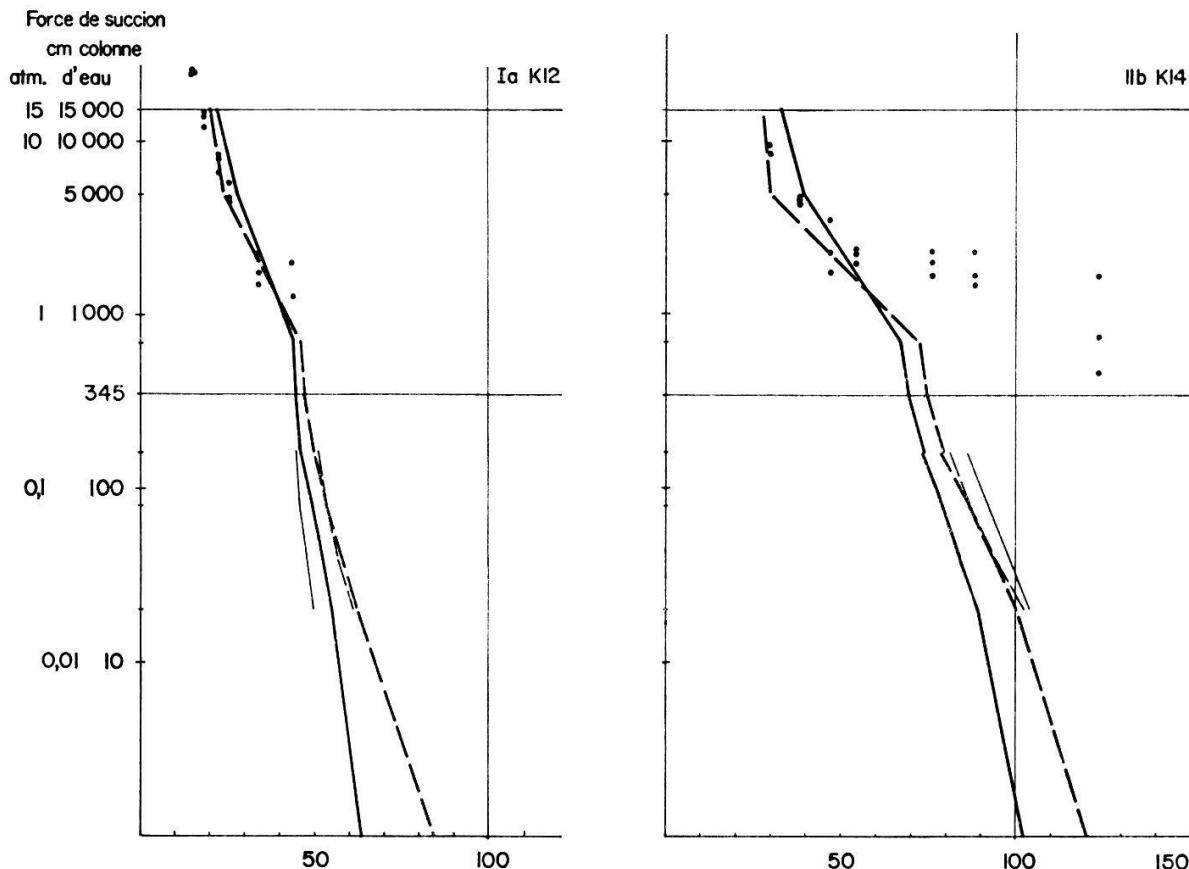


Fig. 6 Comparaison de différentes méthodes de mesurement de la force de rétention de l'eau dans le sol. Les courbes correspondent à l'horizon superficiel (5-15 cm) d'un sol brun gleyifié ($\rho_a = 1,01 \text{ g/cm}^3$) et d'un Gley à mull-moder ($\rho_a = 0,7 \text{ g/cm}^3$) peuplés par un *Mesobrometum* et par un *Molinietum* intermédiaire, stations K 12 et K 14. Voir légende fig. 5.

On a décidé d'adopter la méthode des membranes de pression à cause de la plus grande exactitude de ses résultats et à cause de ses avantages d'ordre technique. L'emploi de la méthode Ursprung-Blum aurait été indiqué si les sols avaient été salins. Mais dans ces recherches, l'absence de ce type de sol permet de procéder en négligeant les pressions osmotiques de la solution du sol, peu importantes dans les régions au climat humide.

IX. Détermination du volume de pores

Les valeurs du volume poreux furent évaluées sur la foi des données de densité apparente (ρ_a) et réelle (ρ_r), celles du pourcentage des différentes catégories de pores selon les courbes des valeurs de tension de rétention de chaque sol. Pour former ces catégories, on a classé comme macropores ceux qui sont remplis d'air quand le sol retient l'eau avec une tension de $\frac{1}{3}$ atm.; comme micropores, ceux qui contiennent encore de l'eau lorsque le sol est au point permanent de flétrissement (15 atm.); finalement comme pores moyens, ceux qui contiennent de l'eau retenue entre les deux états mentionnés.

X. Dosage du calcaire

Comme méthode d'orientation, on a employé celle des gouttes d'acide chlorique au 50%. Lorsque la présence de carbonates (en quantité supérieure à 1%) était constatée, les échantillons étaient analysés à l'aide du calcimètre Passon (cf. WIEGNER et PALLMANN, 1938).

XI. Détermination du pH

Il fut mesuré en suspension aqueuse, avec des électrodes de verre. 30 à 40 cm³ de terre fraîche furent dilués dans de l'eau distillée, de manière à obtenir une consistance pâteuse, en remuant simplement plusieurs fois avec un bâton. Lorsque la terre était grumeleuse ou se prêtait difficilement à la formation d'une pâte, on avait recours à un remueur mécanique. La détermination ne fut jamais effectuée avant que la pâte ait reposé au moins 5 heures. Mais au moment même de la détermination, on remuait encore une fois pour avoir une suspension homogène. L'appareil utilisé était une Batterie-pH-Meter, Typ E280, Metrom AG, Herisau (Suisse).

XII. Détermination de la capacité d'accumulation d'azote minéral

1. Préparation des échantillons

Les échantillons destinés aux déterminations périodiques du pouvoir d'accumuler le nitrate et l'ammonium furent prélevés et traités comme suit: 5 à 6 échantillons furent pris dans la zone marginale de la surface examinée et choisie comme représentant bien la sous-unité végétale en question. Ces échantillons, prélevés à 4 à 12 cm de profondeur approximativement, furent passés à travers un tamis de 0,4 cm de largeur de maille. Du matériel ainsi tamisé, recueilli dans une pièce de nylon, rendu parfaitement homogène et débarrassé de tous restes visibles de racines ou de rhizomes, on prit deux portions, l'une suffisant à en remplir un sac de nylon (approximativement 1 litre), destiné aux analyses en laboratoire, l'autre remplissant un gobelet en plastic (approximativement 200 cm³) muni d'un couvercle. Ce gobelet fut enterré à profondeur identique, au même endroit, et laissé en place pendant 6 semaines. La terre fut légèrement comprimée. Un échantillon de la terre destinée aux analyses de laboratoire fut utilisé pour la détermination du pourcentage d'humidité (105 °C), dont les résultats permirent de calculer la quantité de sol frais à analyser, équivalant à 5 g de sol sec. Avec le reste de la terre, on a rempli des récipients en verre d'un demi-litre de contenance et couverts avec de l'ouate, qui furent emmagasinés dans la chambre humide pendant 6 semaines (20 °C; 95–99% HR).

2. Dosage du NO₃ et NH₄

Les analyses de NO₃ et NH₄ furent effectuées suivant les méthodes adoptées par l'Institut de Géobotanique de l'EPF qui correspondent à celles développées par ZÖTTL (1958); les déterminations du NO₃ selon la méthode du 2,4-xylénole (BARNES, 1950; SCHARRER et SEIBEL, 1956), celles du NH₄ d'après le procédé de Conway en utilisant de petites boîtes de micro-diffusion (CONWAY, 1947). Les lectures ont été faites à l'aide d'un spectrophotomètre (Beckman, modèle B).

XIII. Mesures microclimatiques

Pour les mesurages des températures du sol (à 1, 10 et 25 cm de profondeur), on a utilisé des thermomètres à mercure ordinaires et à long cou, tandis que pour les températures des différentes couches aériennes (à 10, 25 et à 200 cm), on s'est servi de psychomètres à aspiration. La double lecture de celui-ci a permis de calculer l'humidité relative. L'évaporation fut mesurée moyennant des évaporimètres Piche, muni d'un papier buvard vert de 3 cm de diamètre. Les lectures furent faites périodiquement entre 5 et 17 heures approximativement, en tâchant de déterminer ainsi les registres extrêmes de la journée.