Zeitschrift: Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF))

Band: 72-M (1974)

Heft: 7

Artikel: Quelques considérations sur l'assainissement des sols lourds

Autor: Musy, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-227096

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: 02.07.2025

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

Quelques considérations sur l'assainissement des sols lourds

A. Musy

Résumé
La complexité du processus de l'écoulement de l'eau souterraine dans un sol peu perméable conduit l'ingénieur projeteur à adopter des techniques particulières de drainage pour assainir ces sols. En effet, l'évaporation physique, l'évapotranspiration des végétaux et la diffusion capillaire jouent un rôle primordial sur l'état d'humidité du milieu poreux et contre-carrent quelque peu les lois classiques de l'écoulement de l'eau dans un sol. Une méthode combinée «drainage souterrain/sous-solage» semble cependant donner des résultats appréciables à condition toutefois de tenir compte, pour l'assainissement par tuyaux enterrés, des paramètres hydrodynamiques caractéristiques de ces sols et, pour le sous-solage, de l'aspect agrologique et topographique du terrain.

Zusammenfassung
Die Kompliziertheit des unterirdischen Wasserhaushaltes in Böden geringer Durchlässigkeit führt zur Anwendung besonderer Drainageverfahren, um solche Böden zu entwässern; denn die physikalische Verdunstung, die Abscheidungsverdunstung der Pflanzen und die kapillare Diffusion beeinflussen den Feuchtigkeitszustand des porösen Mediums in entscheidender Weise und wirken in gewissem Maße den klassischen Gesetzen des Wasserabflusses im Boden entgegen.
Eine Methode der kombinierten Unterbodenentwässerung mit Untergrundlockerung scheint indessen recht gute Ergebnisse zu zeitigen. Dabei muß allerdings bei der Röhrendrainung der charakteristischen hydrodynamischen Parameter Rechnung getragen werden, und bei der Untergrundlockerung sind die agrologischen und topographischen Eigenschaften des Bodens zu berücksichtigen.

1. Introduction

L'assainissement des sols lourds, c'est-à-dire des sols à forte teneur en argile et limon, n'a pas encore trouvé de solution universelle à ce jour. La technique classique de drainage des sols perméables ne s'adapte guère aux conditions très particulières d'un sol lourd. En effet, la dynamique des eaux souterraines varie notamment en fonction de la structure du milieu poreux. Si cette dernière est constituée précisément de fines particules terreuses, l'écoulement de l'eau souterraine est entravé, car la faible perméabilité du sol réduit fortement le gradient hydraulique des filets liquides. Il en résulte souvent une diminution sensible des débits de drainage et, en conséquence, une difficulté accrue d'éliminer l'eau d'infiltration nuisible à la culture. De plus, la présence d'une microstructure accroît l'influence de facteurs trop souvent négligés, telles que l'évapotranspiration et la diffusion capillaire, sur l'état d'humidité du sol.
Par ailleurs, l'expansion économique contraint l'agriculteur à labourer de tels sols, autrefois maintenus sous herbage et paturage, pour en améliorer les rendements. Ainsi, l'expérimentation de diverses méthodes de drainage sur ces sols est relativement jeune et ne permet pas encore de dicter une règle générale quant à l'assainissement de ces terres peu perméables.

Conscient de ce problème, l'Institut de génie rural de l'EPFL, en collaboration avec le Département de l'agriculture, de l'industrie et du commerce de l'Etat de Vaud et le Service fédéral des améliorations foncières a poursuivi une recherche appliquée sur le dimensionnement optimal des ouvrages d'assainissement en sols peu perméables. Nous présentons ci-après les principaux résultats de cette étude et nous renvoyons le lecteur intéressé à la publication N° 117 de l'Institut de génie rural intitulée: «Etude des sols et dimensionnement des ouvrages d'assainissement en terrains peu perméables.»

2. Description des parcelles d'essais

Plusieurs essais ont été conduits durant quatre années sur trois parcelles expérimentales situées dans la région lémanique, entre Lausanne et Genève (Nyon, Mies). Les sols étudiés, issus géologiquement d'une moraine de fond argileuse, présentaient les principales caractéristiques suivantes:

	Argile	Limon	Sable	Gravier
Composit. granulométrique (selon l'échelle USCS)	22–27%	44–45%	13%	6–10%
Porosité moyenne	55–65%			
Poids spécifique des grains	2,62 g/cm^3			
Densité apparente sèche	1,4–1,7 g/cm^3			
Vitesse de filtration par unité de pente	env. 10^{-5} cm/s (10^{-2} m/jour)			
Humidité équivalente	23%			
Capacité de rétention	29%			
Point de flétrissement	env. 6%			

En outre, les prospections géologiques (sismique et résistivité), de même que les divers forages d'essais et de contrôle ont permis de déceler trois couches distinctes dans le sous-sol, à savoir:
- une couche de terre végétale, de 30 à 40 cm de profondeur moyenne,
- un horizon argilo-limoneux atteignant 5 m d'épaisseur par endroit,
- un substratum très compact, essentiellement argileux (célérité des ondes sismiques env. 4000 m/s).

3. Météorologie – Hydrologie

La climatologie locale fut observée durant les quatre années de mesures (1968–1972) en plusieurs endroits des périmètres d'essais. Les observations de pluviométrie, de température, d'humidité relative, d'évapotranspiration, etc. ont été effectuées journellement afin de mieux saisir l'influence de chaque paramètre sur le comportement de l'eau superficielle et souterraine. L'interprétation de ces mesures, rendue

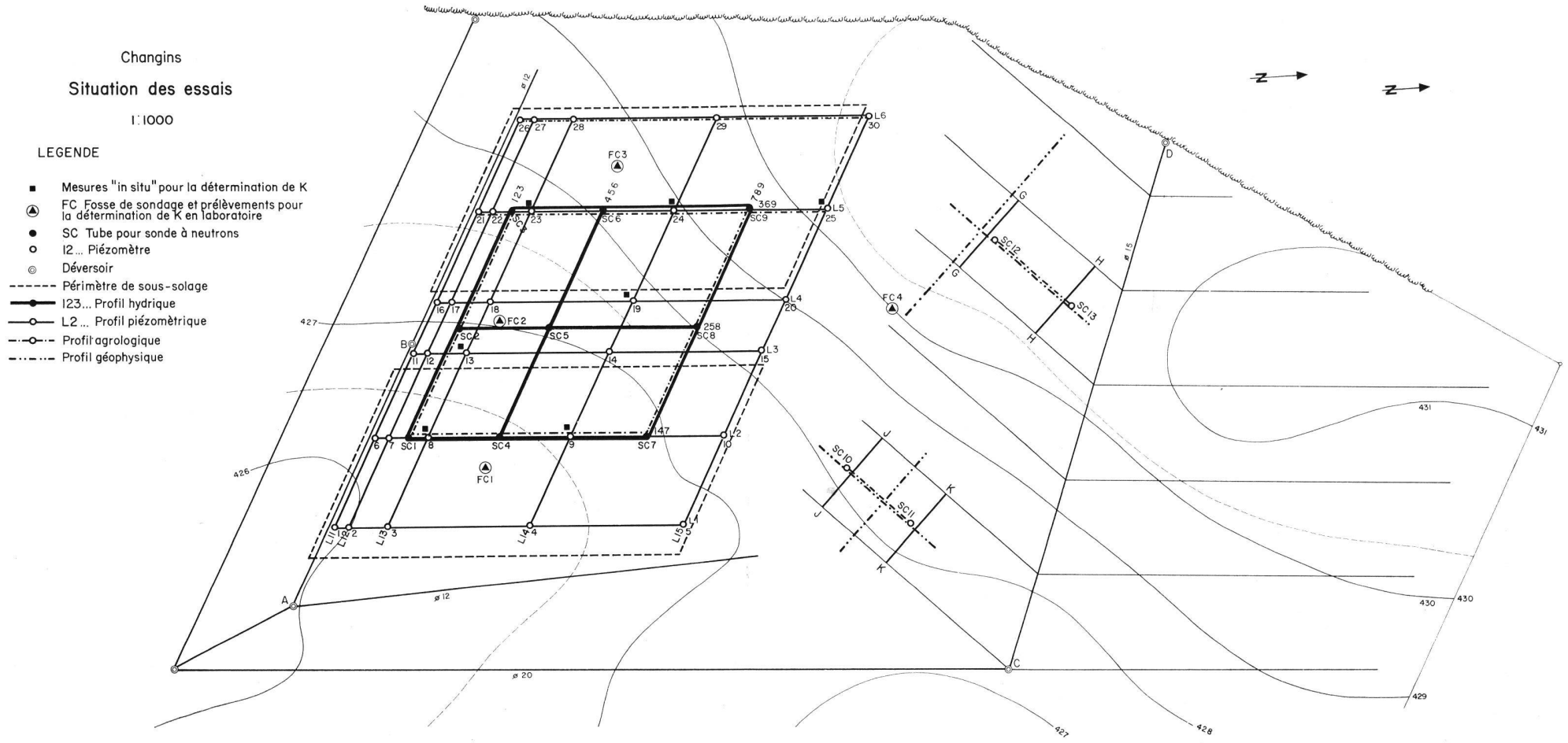
Changins
Situation des essais
1:1000
LEGENDE
Mesures "in situ" pour la détermination de K
FC Fosse de sondage et prélèvements pour la détermination de K en laboratoire
SC Tube pour sonde à neutrons
12... Piézomètre
Déversoir
Périmètre de sous-solage
123... Profil hydrique
L2... Profil piézomètrique
Profil agrologique
Profil géophysique
N
N
FC1
FC2
FC3
FC4
SC1
SC2
SC4
SC5
SC6
SC7
SC8
SC9
SC10
SC11
SC12
SC13
L1
L2
L3
L4
L5
L6
A
B
C
D
G
H
J
K
ø 12
ø 20
ø 15
426
427
428
429
430
431

Fig. 1

Les Clousels

Situation des essais

1:1000

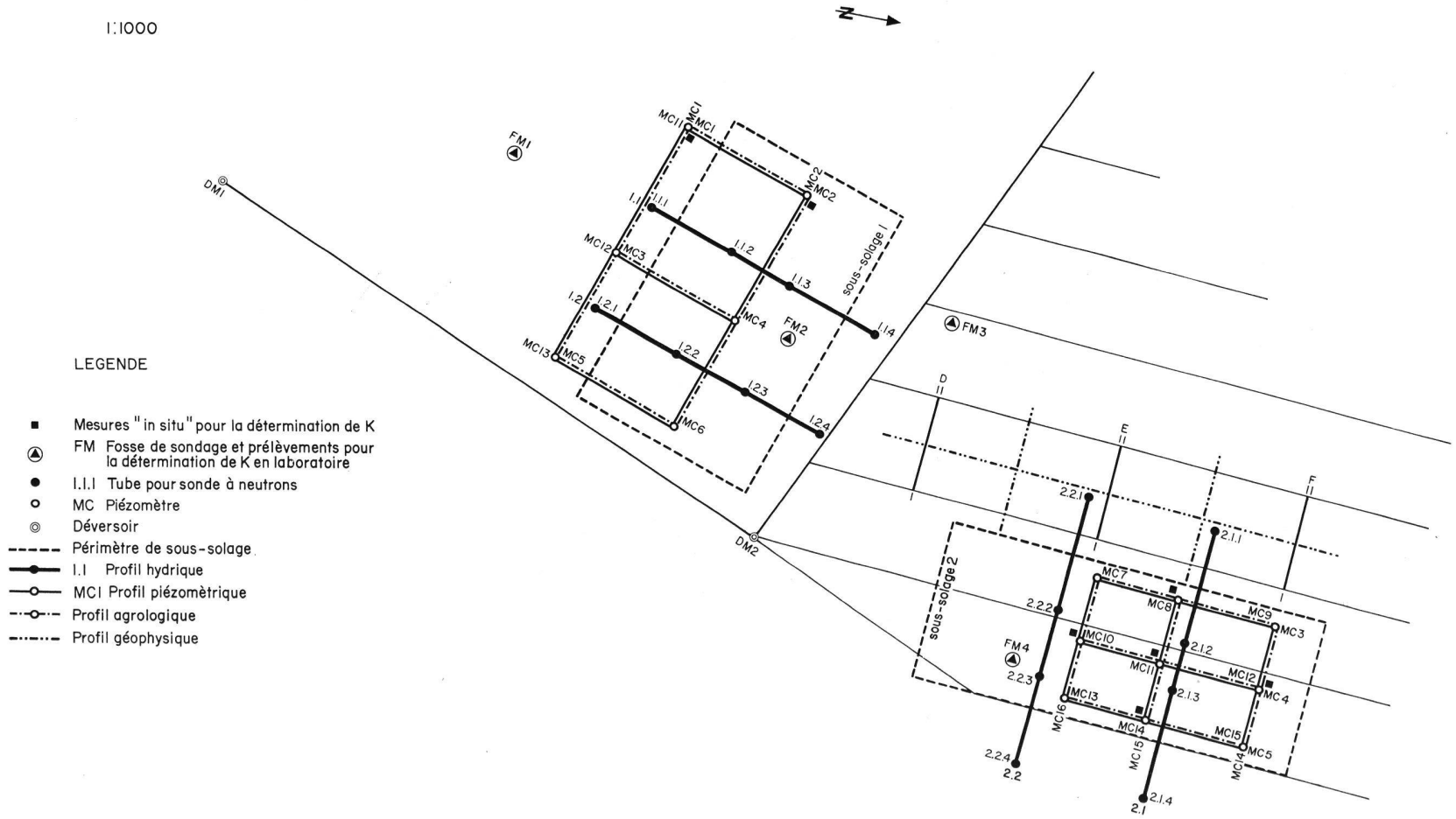

Fig. 2

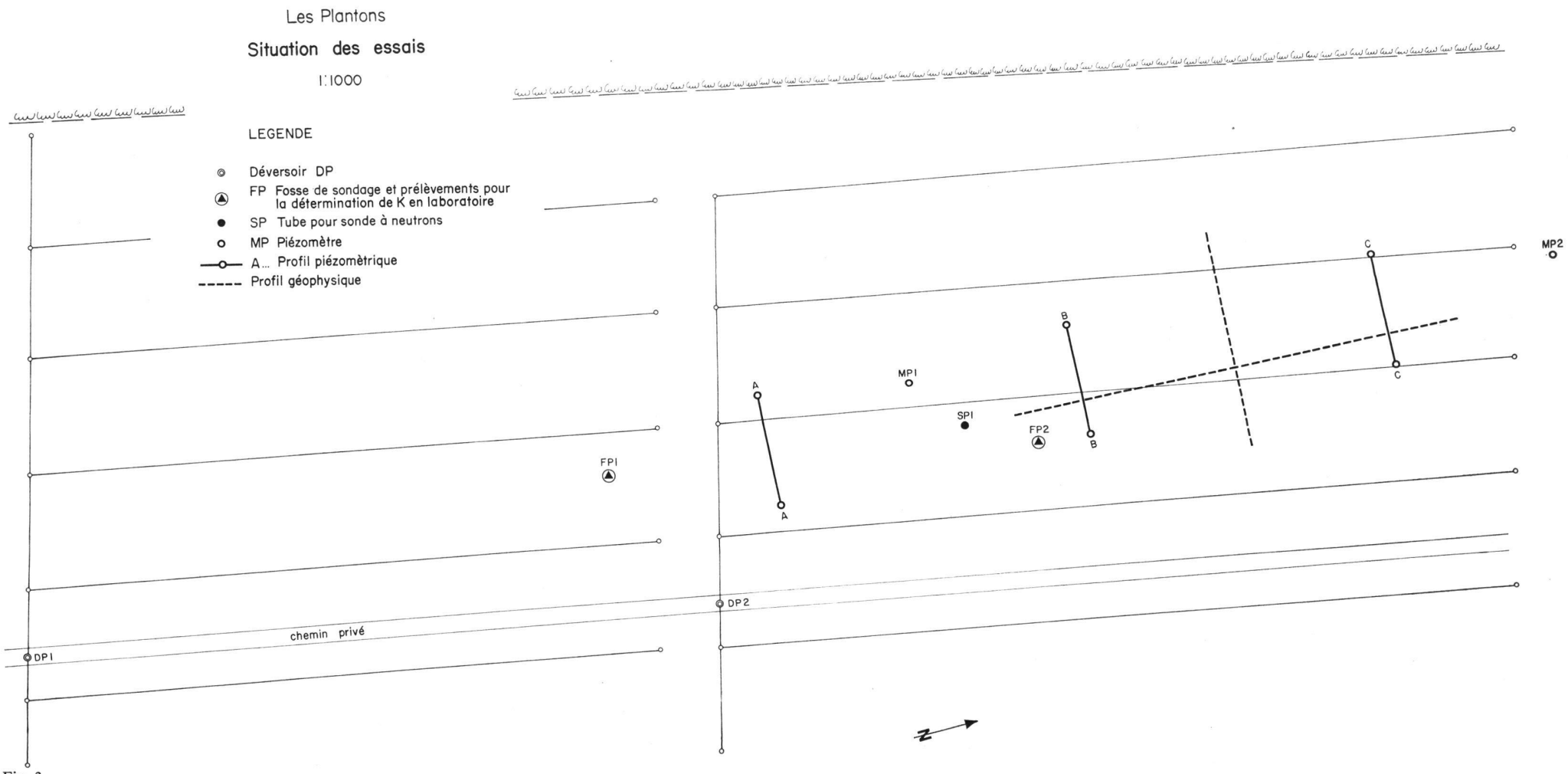
Les Plantons
Situation des essais
1:1000
LEGENDE
Déversoir DP
FP Fosse de sondage et prélèvements pour la détermination de K en laboratoire
SP Tube pour sonde à neutrons
MP Piézomètre
A... Profil piézomètrique
Profil géophysique
FP1
DP1
chemin privé
DP2
A
A
MP1
SP1
FP2
B
B
C
C
MP2
N

Fig. 3

délicate en raison de deux années (1970–1971) à pluviométrie déficitaire, nécessita certaines extrapolations et adaptations afin de simuler des conditions favorables aux essais. Le niveau de la nappe phréatique fut également observé périodiquement durant toute la campagne de mesure. L'analyse des fluctuations de celui-ci, en regard avec la météorologie et les caractéristiques du milieu poreux, permet de tester la validité des hypothèses de Darcy, généralement admises dans la pratique et d'accepter, de rejeter ou de modifier les lois physiques classiques régissant l'écoulement de l'eau d'infiltration dans de tels sols.

4. Nature des essais réalisés

Nous avons procédé sur les trois parcelles expérimentales à divers assainissements d'essais afin de mieux saisir l'influence d'un type de drainage sur le comportement de l'eau souterraine. Ainsi, nous avons effectué:

Deux drainages souterrains par tuyaux en PVC et en poterie:

– profondeur des drains	1,30 m
– écartement entre deux files de drains	20 et 15 m
– pente moyenne des drains	2,5% et 1%

Deux sous-solages:

– profondeur des galeries	60 et 75 cm
– écartement entre deux galeries	120 et 150 cm

Un sous-solage combiné avec un drainage souterrain.

Le contrôle de l'infiltration et de l'écoulement de l'eau souterraine fut réalisé à l'aide de limnigraphes posés sur des déversoirs, situés à la sortie des collecteurs primaires ou secondaires. L'état d'humidité du milieu poreux ainsi que sa fluctuation en fonction de la météorologie et des caractéristiques physico-chimiques du sol furent également contrôlés périodiquement à l'aide d'une sonde à neutrons. Les profils hydriques ainsi mesurés nous ont permis de déterminer plus précisément l'influence primordiale que joue l'évapotranspiration et la diffusion capillaire dans de tels sols.

Enfin, précisons encore que deux parcelles expérimentales étaient en culture pendant toute la durée des essais (maïs; rendement à l'hectare: 7200 kg) tandis que la troisième fut maintenue sous herbage.

Un résumé succinct des essais réalisés est présenté sur les trois plans de situation ci-après (fig. 1–3).

5. Analyse des résultats des mesures

5.1 Au point de vue: «drainage par conduites souterraines»

La microstructure d'un sol lourd influence notamment le comportement dynamique et statique de l'eau souterraine. La courbe de rabattement de la nappe phréatique entre deux files de drains varie très fortement selon les saisons. Sa forme peut s'éloigner sensiblement de l'ellipse théorique, généralement admise conformément à la loi de Darcy. En d'autres termes, on remarque que, dans des sols à granula-

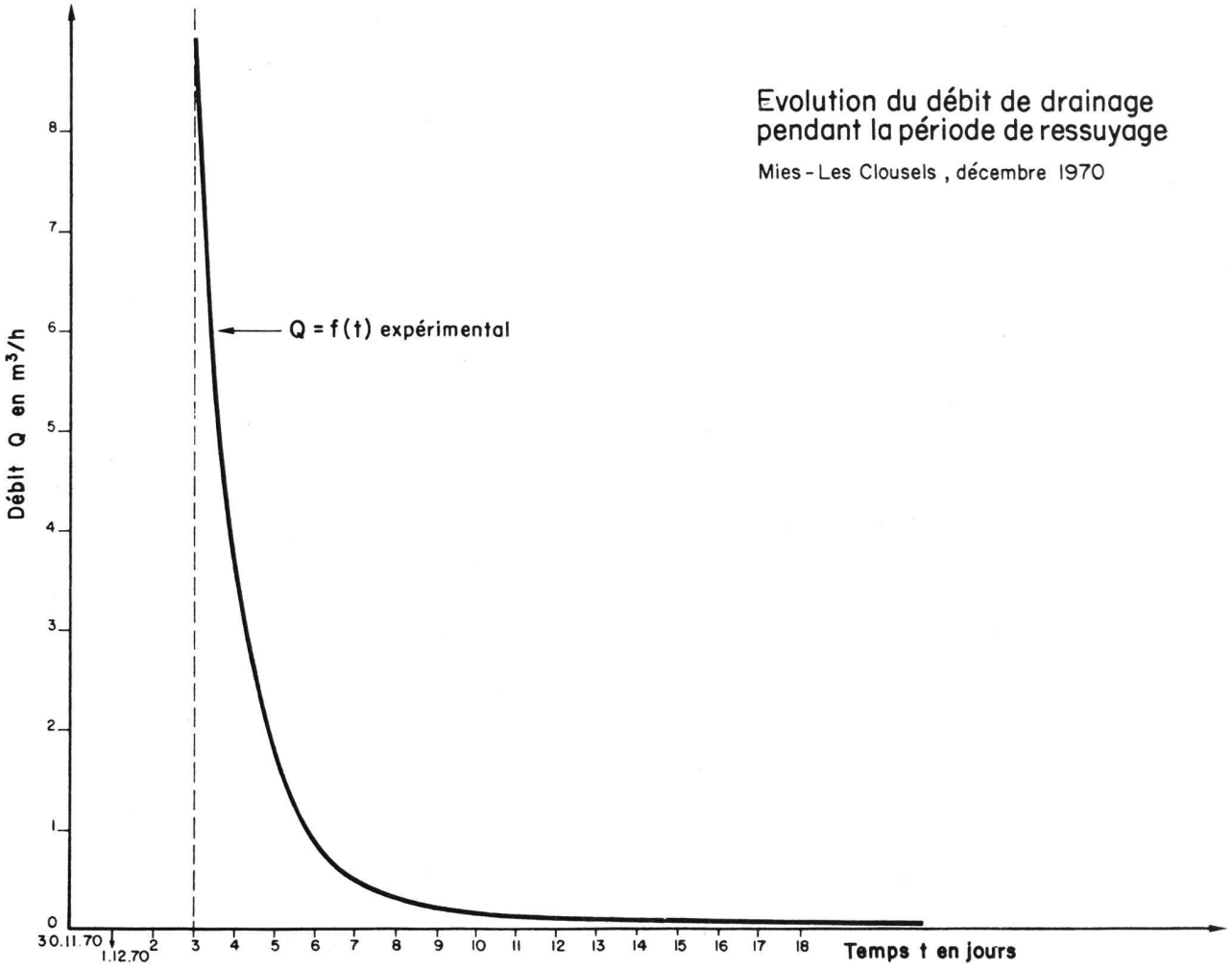

Fig. 4

tion fine, les effets de l'évapotranspiration et de la diffusion capillaire influencent très fortement le niveau piézométrique et contrecarrent de ce fait les hypothèses nécessaires à l'établissement de la loi de Darcy. Cette dernière est rarement vérifiée dans ces sols, car le régime permanent de l'écoulement ne peut être atteint en raison de la constante remontée capillaire.

Les débits de drainage mesurés à la sortie des collecteurs varient considérablement pendant la période de ressuyage, après une forte précipitation.

L'expression mathématique d'une telle courbe se présente généralement ainsi:

$$Q = Q_0 + \alpha \cdot t^{-\beta} \qquad (1)$$

Q_0 Débit de drainage initial pour $t = t_0 = 0$
Q Débit de drainage au temps t
t Durée de la période de ressuyage
$\alpha\ \beta$ Constantes, fonctions des caractéristiques hydrodynamiques du milieu

Appliqué aux sols lourds, ce type d'équation ne décrit pas ce phénomène de manière exhaustive; le débit de drainage supplémentaire dû à la précipitation efficace étant très vite écoulé et diffusé dans le milieu. On pourrait exprimer mathématiquement cette variation par une relation exponentielle, telle que:

$$Q = Q_1 \cdot e^{-\alpha t} \qquad (2)$$

en considérant, comme paramètre α la valeur:

$$\alpha = 10 \cdot K \cdot H_1 \qquad (3)$$

avec:

Q_1 Débit initial au début de la période de ressuyage
K Vitesse de filtration par unité de pente en m/h
H_1 Hauteur de la nappe au-dessus de l'horizon des drains en m

Cependant, dans un sol peu perméable, il y a lieu de tenir compte du fait que le débit au drain diminue rapidement en fonction du temps; il égale, après une courte période, le débit de base initial Q_0. L'évaporation et l'évapotranspiration accélèrent en effet le rabattement de la nappe et réduit ce débit Q_0 jusqu'à recharge de cette dernière par une nouvelle précipitation efficace. Selon les cas, ce débit peut être négatif, ce qui signifie que la nappe phréatique se situe au-dessous de l'horizon des drains en raison d'une très forte évaporation.

Mathématiquement, ce processus complexe peut s'écrire de la façon suivante:

$$Q = Q_0 + \frac{1}{e^{\alpha t} - 1} - (e^{\beta t} - 1) \qquad (4)$$

où:

Q_0 Débit de base avant la période de ressuyage
$\alpha\ \beta$ Constantes, fonction des caractéristiques hydro-dynamiques du sol

Le terme $(e^{\beta t} - 1)$ représente uniquement la perte d'eau due à l'évaporation physique et l'évapotranspiration des végétaux. Si $\alpha = \beta$ (l'évolution de l'évaporation en fonction du temps est analogue à celle du débit), on peut alors écrire:

$$Q = Q_0 + \frac{1 - (e^{\alpha t} - 1)^2}{e^{\alpha t} - 1} \qquad (5)$$

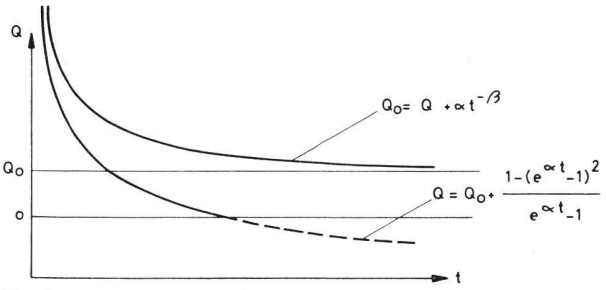

Fig. 5

L'écartement entre deux files de drains ne peut plus se calculer par les formules classiques, établies à partir de la

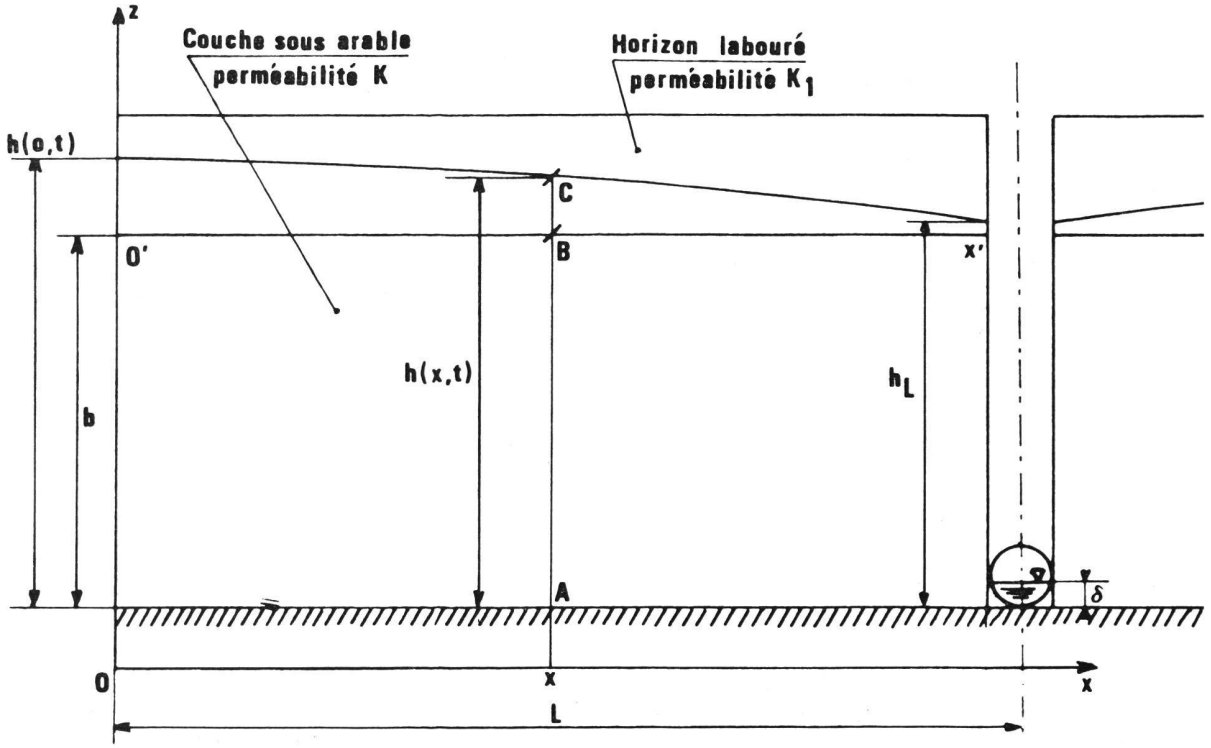

Fig. 6 Extrait de: Contribution à la théorie du drainage des sols lourds de P. Cros.

théorie de Darcy, puisque cette dernière n'est plus vérifiée dans un sol lourd. De toute évidence, cette méthode conduirait à des écartements tellement restreints qu'il serait financièrement impossible de mettre en place un tel réseau de drainage. Cros [6] propose pour ce calcul de décomposer le sol en deux couches de perméabilités différentes afin de tenir compte, dans la zone labourable, d'une plus grande facilité de l'eau d'infiltration à circuler dans le milieu poreux. Le schéma d'un tel écoulement se présenterait alors ainsi:

5.2 Au point de vue «sous-solage»

L'efficacité de cette technique de drainage sur l'écoulement de l'eau souterraine varie en fonction du profil agrologique du sol étudié. En effet, lorsque les difficultés d'assainir un terrain sont dues précisément à la présence en surface d'une zone imperméable reposant sur un substratum perméable, les effets d'un sous-solage ne peuvent être que bénéfiques et efficaces. Dans le cas contraire, lorsque l'horizon imperméable se situe au-dessous de la zone atteinte par le sous-solage, les résultats d'un tel aménagement sont généralement néfastes et nuisibles à la culture. Dans ce dernier cas, l'eau drainée par ces galeries primaires reste stockée sur le substratum imperméable et ne peut s'écouler faute d'émissaire.

5.3 Au point de vue «structure du sol»

De façon générale, un aménagement agricole des eaux modifie à court et à long terme la structure du sol. S'agissant d'un terrain lourd, la migration des particules fines et des colloïdes est d'autant plus marquée que le sol est amendé. L'analyse de la variation du coefficient de classement ($U = D_{70}/D_{20}$) caractérisant la dispersion granulométrique laisse entrevoir une migration optimale de ces particules lorsque le sol est simultanément sous-solé et drainé. Ce «lessivage», d'autant plus marqué que le sol est fin, peut colmater les orifices des drains, et, par conséquent, entraver le pouvoir drainant de ces derniers. De ce fait il convient, lors du dimensionnement d'un réseau d'assainissement dans un tel sol, de prendre garde à ce phénomène tout naturel, notamment en créant des filtres autour de chaque collecteur, ou en utilisant des tuyaux à pouvoir filtrant élevé.

Enfin, dans un terrain lourd, la densité apparente peut également augmenter lorsque le sol se trouve assaini, perturbant ainsi le labourage et le travail en profondeur. Dans certains cas, on tentera de diminuer cet accroissement par quelques procédés appropriés (chaulage, etc.).

5.4 Au point de vue «hydraulique souterraine»

Il est intéressant de connaître le temps nécessaire à la pluie efficace pour atteindre la nappe phréatique, c'est-à-dire la vitesse d'infiltration de l'eau dans la partie non saturée du sol. Cette vitesse est très faible en raison de la diffusion capillaire et de la présence dans ce sol d'espaces lacunaires très petits. Au vu des résultats obtenus, le temps de réponse d'une pluie efficace dans ce type de sol peut se calculer à l'aide de la formule suivante:

$$T = \int_{o}^{p} \frac{1}{\alpha \sqrt{2\pi}} e^{-\alpha\tau^2} d\tau \qquad (6)$$

où:

- p Profondeur de la zone non saturée
- T Durée totale de l'infiltration pour saturer le sol jusqu'à l'horizon p
- α Paramètre de forme, fonction des caractéristiques hydrodynamiques du sol

Cette équation, empruntée, par analogie, à la statistique mathématique, est obtenue après l'étude particulière de la forme de la courbe $t = f(p)$, analogue à celle de la distribution gaussienne.

Le coefficient α doit tenir compte des caractéristiques agropédologiques et hydro-dynamiques du sol. Il peut être extrait de l'analyse des profils hydriques mesurés.

6. Technique recommandée pour assainir les sols lourds

La gamme des essais réalisés ainsi que l'analyse systématique de chacun d'entre eux nous a permis d'édicter certaines règles quant à l'assainissement des sols peu perméables.

En premier lieu, il convient encore de préciser que les méthodes de drainage nécessitant *un façonnage superficiel du terrain* (ados, nivellement, etc.) n'ont pas été prises en considération. Ces techniques entravent beaucoup les travaux du sol et ne conviennent guère aux impératifs de l'agri-

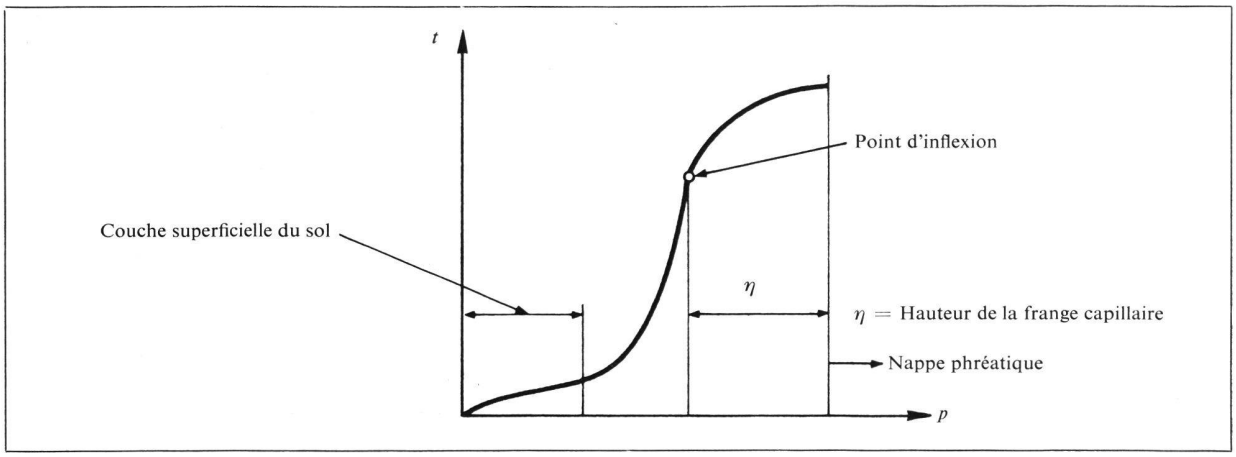

Fig. 7

culture moderne à équipement perfectionné. Cependant, nous recommandons aux agriculteurs de labourer dans de tels sols selon la ligne de plus grande pente afin de faciliter l'écoulement vers l'aval de l'eau de surface.

La mise en place d'un drainage-taupe n'est pas favorable dans un sol peu perméable. Le passage de l'obus à une certaine profondeur (env. 80 cm) modifie considérablement la structure du sol aux abords du drain-taupe en créant une imperméabilité assez marquée sous l'effet de la compression de la terre par l'obus. L'efficacité du drain s'en trouve alors très compromise.

Le sous-solage ou le drainage par tuyaux enterrés améliore sensiblement l'état d'humidité d'un sol lourd sans toutefois l'assainir de façon optimale. Une solution combinée *sous-solage – assainissement par tuyaux enterrés* se révèle beaucoup plus efficace, notamment lorsque les caractéristiques suivantes pour chacune de ces deux méthodes sont respectées:

a) pour le drainage souterrain:

Le dimensionnement de l'ouvrage s'effectue en considérant deux perméabilités différentes dans le sous-sol: l'une dans la zone labourable, l'autre dans l'horizon imperméable situé au-dessous de cette couche arable. On tient compte alors d'un double rabattement de la nappe phréatique et le calcul de l'écartement entre deux files de drains s'exprime alors par:

$$E = 4\,b\sqrt{\frac{K}{I}\left(2\,\frac{h_0}{b} - 1\right) + \frac{K_1}{I}\left(\frac{h_0}{b} - 1\right)^2} \qquad (7)$$

lorsque le régime permanent est supposé. Pour le régime variable, le temps de rabattement de la nappe souterraine se calcule par:

$$t = T \cdot \text{Arc tg}\left(\frac{(h_0 - h^t)}{b \cdot \sqrt{\beta - \beta^2} + \dfrac{(h_0 - \beta b)\,(h^t - b \cdot \beta)}{b \cdot \sqrt{\beta - \beta^2}}}\right) \qquad (8)$$

où:

$\beta = 1 - \dfrac{K}{K_1}$ avec: K Perméabilité de la couche arable en m/jour; K_1 Perméabilité de la couche sous-arable en m/jour

$$T = \frac{2 \cdot \mu \cdot N \cdot L^2}{K_1 \cdot b \cdot \sqrt{\beta - \beta^2}}$$

μ Porosité de drainage
L Semi-écartement
b Hauteur de la zone sous-arable au-dessus des drains
N Nombre sans dimension qui ne dépend que de la forme de la ligne d'eau au temps $t = 0$

et l'expression du débit unitaire par:

$$q = \frac{K_1 b^2}{L} \cdot p \cdot (\beta - \beta^2) \cdot 1 + \frac{\lambda_0 - \beta - \sqrt{\beta - \beta^2} \cdot \text{tg}\left(\dfrac{t}{T}\right)}{\sqrt{\beta - \beta^2} + (\lambda_0 - \beta) \cdot \text{tg}\left(\dfrac{t}{T}\right)} \qquad (9)$$

où:

p Nombre sans dimension qui ne dépend que de la forme de la surface libre pour $t = 0$

$\lambda_0 = \dfrac{h_0}{b}$

q Débit d'un drain par unité de longueur

t, T, β, K, b, L ayant les mêmes significations que plus haut (cf. fig. 6)

La perméabilité du sol étant très petite, il convient de mettre en place un drain offrant un grand pouvoir de succion afin de faciliter au maximum l'accès de l'eau dans le tuyau. L'indice des vides de ce drain doit donc être très élevé. C'est la raison pour laquelle nous recommandons d'utiliser des tuyaux plastiques (PVC) ou des tuyaux en béton filtrant. Il faut toutefois prendre garde à l'entraînement des particules fines dans ce collecteur primaire et créer au besoin des filtres entravant cette migration colloïdale. La nature de ces filtres peut être très diverse (gravier, laine de verre, paille, fibre de coco, branches de sapin, styromull, etc.) et leur efficacité plus ou moins bonne selon le genre de matériel utilisé. Enfin, on veillera à remblayer la tranchée drainante par un matériau plus perméable que celui du sol afin d'éviter une mise en charge du tuyau et, par conséquent, une diminution du débit de drainage.

b) pour le sous-solage:

Le but visé par cette technique est de disloquer le sol au maximum afin d'augmenter la perméabilité locale et de provoquer un écoulement préférentiel de l'eau souterraine vers les drains. Subsidiairement, le sous-solage permet d'accroître l'oxygénation du sol et d'améliorer l'état structural favorable au développement des racines des plantes. Afin d'optimiser l'efficacité de cette technique de drainage, il convient de respecter au mieux les caractéristiques de la sous-soleuse, à savoir:

– Longueur du soc	40 cm
– Largeur du soc	15 cm
– Angle d'inclinaison	25°

La distance entre deux tranchées de sous-solage ne doit pas être inférieure à 1,50 m afin de ne pas trop perturber le travail mécanisé de l'agriculteur. Enfin, l'exécution d'un sous-solage doit être effectuée à la fin d'une période sèche afin de provoquer un éclatement optimum du sol. La fin de l'été convient particulièrement à cet effet, d'autant plus que la majorité des cultures est déjà récoltée.

Quelques méthodes purement chimiques peuvent être également utilisées pour améliorer l'état structural du sol. Ainsi, par exemple, le chaulage peut modifier favorablement la structure du sol, notamment en ce qui concerne la densité apparente sèche. Il en va de même pour l'alginate de sodium et le polyacrylonitrile azoté, tandis que le gypse et le plâtre sont généralement utilisés pour des sols salins ou alcalins. Enfin, quelques conditionneurs artificiels tels que le krilium ou d'autres produits à base d'émulsions bitumineuses peuvent stabiliser le sol et même en modifier la structure en formant de nouveaux agrégats terreux à l'aide de micelles migrantes. De plus, l'utilisation de ces émulsions développe les cellules cellulolytiques et accroît l'activité biochimique en fixant l'azote de l'air occlu. Cependant, il faut prendre garde à ne pas utiliser des émulsions toxiques et à définir la quantité maximale admissible à appliquer par surface unité.

Remarquons encore que ces méthodes chimiques doivent être utilisées comme complément à une technique classique de drainage et que leur emploi est souvent limité en raison du coût relativement élevé qu'exige une telle méthode.

7. Considérations économiques

Le coût total d'un assainissement varie selon les caractéristiques techniques du drainage mis en place et de la morphologie du terrain. En moyenne, pour un assainissement par tuyaux enterrés d'une densité de 500 m/ha (ce qui correspond à un écartement entre deux files de drains d'env. 20 m), le coût de l'investissement initial, étude de projet comprise, s'élève à 5000 frs/ha. Si l'on réalise un filtre autour du drain, l'accroissement de cet investissement est fonction de la nature du filtre. A titre d'exemple, nous présentons ci-après quelques coûts approximatifs de filtres couramment utilisés:

	Prix unitaire fr./m³	Quantité par m' m³/m'
Le gravier	25–35.–	0,35
La paille	4–6 fr./m'	
Les branches de sapin	id.	
Le plastique (Styromull, hygromull)	35.–	0,15

Tableau 8

La mise en place des drains peut être partiellement ou entièrement automatisée. Son coût est alors directement fonction du type de machine utilisée et de sa rapidité d'exécution. Le tableau 9 ci-dessous permet d'estimer approximativement le coût global d'une mise en place automatique de ces tuyaux, compte tenu des performances techniques de quelques machines fréquemment employées pour exécuter ce genre de travail.

Capacité journalière type de travail (exprimée en mètres) dans des conditions normales:

Type de machine	Capacité journalière m	Largeur de la tranchée ou de la galerie mm	Profondeur maximum de la tranchée mm
Grande trancheuse à marche continue	1000–1500	200–300	1650
Petite trancheuse à marche continue	400–600	175	1350
Fouisseuse (à treuil)	600–800[1] 1000–1200[2]	Variable mais minimum 75	1500
Fouisseuse (à chenilles)	1000–2000[1] 2000–2600[2]	Variable mais minimum 75	1800
Pelle rétrocaveuse	160–240	225	3000

[1] Avec remblai perméable
[2] Sans remblai perméable

Note: La plupart des machines peuvent avoir un rendement journalier bien supérieur aux moyennes indiquées lorsqu'elles travaillent dans le cadre de grands chantiers en bénéficiant de bonnes conditions pédologiques et météorologiques.

Extrait de: Coûts d'achat et de fonctionnement des machines de drainage souterrain (Commission FAO, rapport du Royaume-Uni).

Tableau 9

Enfin, s'agissant du sous-solage, le coût total d'un tel aménagement varie fortement en fonction du type de tracteur utilisé, de l'aspect topo-morphologique du sol et de la profondeur atteinte par la sous-soleuse. Quelques prix unitaires peuvent être dégagés des essais réalisés en Suisse et à l'étranger.

Type de sol	Type de tracteur	Nombre de griffes de la sous-soleuse	Prof. atteinte par la sous-soleuse	Coût à l'heure Fr.	Durée de travail pour 1 ha/jour
Granulométrie et densité moyenne (Limon sableux, etc.)	Bulldozer D8	3	max. 55 cm	120.–	½–1
Granulométrie et densité moyenne (Limon sableux, etc.)	Bulldozer D9	1	max. 80 cm	150.–	1
Granulométrie fine densité élevée (Argile, etc.)	Bulldozer D9	1	max. 80 cm	150.–	1–1½

Tableau 10

Remarquons encore, lors d'un assainissement combiné «sous-solage/drainage» que, la longueur totale des drains mis en place est nécessairement réduite en raison précisément de la présence du sous-solage. Ainsi le coût final d'un tel projet ne dépassera guère celui d'un assainissement classique, puisque l'investissement supplémentaire dû au sous-solage est compensé par l'économie réalisée sur les tuyaux de drainage. Selon les cas, ce système combiné peut même réduire les frais d'équipement.

8. Conclusion

Cette étude a permis d'une part de mieux cerner les difficultés inhérentes à l'assainissement des sols lourds et, d'autre part, d'esquisser une méthode appropriée de drainage dans de tels sols. Il va sans dire qu'elle ne résoud pas de façon exhaustive l'ensemble des problèmes relatifs au drainage des sols imperméables.

Les techniques préconisées, ainsi que les formules mathématiques établies à partir de l'analyse des essais réalisés, nécessitent encore quelques vérifications et contrôles; les divers processus régissant les écoulements de l'eau en milieu poreux évoluent très lentement et le temps imparti pour effectuer des essais ne permet guère de tirer des conclusions définitives.

Enfin, cette recherche montre qu'il est indispensable de connaître la valeur quantitative de certaines caractéristiques remarquables du sol. Une analyse préalable de sol est donc capitale si l'on désire mettre en place un drainage efficace, économiquement rentable; ceci d'autant plus que les frais de prospection préalable restent modestes en regard du coût total des équipements, et surtout des conséquences que peuvent entraîner des solutions mal adaptées.

Bibliographie

[1] *S. Andrei:* Le drainage de l'eau dans les sols à granulation fine. Ed. Eyrolles, 1966.

[2] *W. Baden:* Maulwurfdränung im Moor. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, Heft 3, S. 146–156, 1961.

[3] *H. Brandl:* Die Änderung bodenphysikalischer Kennziffern durch Zugabe von Chemikalien. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, Heft 4, S. 207–220, 1971.

[4] *H. Bruns:* Prüfung eines PVC-Dräns mit und ohne Kokosvollfiltrer im Dränkasten. «Wasser und Boden», Heft 2, S. 350–353, 1971.

[5] *G. Castany:* Traité pratique des eaux souterraines. Ed. Dunod, 1963.

[6] *P. Cros:* Contribution à la théorie du drainage des sols lourds. Bulletin technique du génie rural (B.T.G.R.) 110/1971.

[7] *H. Fukuda:* Subdrainage in heavy soils. Pratical consideration. International Soil water Symposium, Prague, 1967.

[8] *G. Guyon:* Quelques considérations sur la théorie du drainage et premiers résultats d'expérimentation. Bulletin technique du génie rural (B.T.G.R.) 52/1961.

[9] *A. Musy:* Les bases scientifiques de l'assainissement des sols, les méthodes d'assainissement et leur efficacité. Publication EPF-L, IGR 111/1972.

[10] *M. Poiree, Ch. Ollier:* Assainissement agricole. Ed. Eyrolles, 1962.

[11] *P. Regamey:* Etudes de quelques écoulements souterrains et superficiels dans les sols assainis. Imprimerie «Concorde», 1943.

[12] *Sine, Gaspard:* Evolution de la porosité d'aération lors du calcul du rabattement d'une nappe de drainage. «Pédologie» XV, p. 177–196, 1965.

[13] *B. Werminghausen:* Dränung und Bodenmelioration mit Kunststoffen. «Wasser und Boden», Heft 2, S. 36–39, 1969.

[14] *FAO:* Etude sur les problèmes posés par le drainage des sols lourds et sur les mesures à prendre pour améliorer le fonctionnement du système de drainage. Commission Européenne d'agriculture, Groupe de travail de l'hydraulique agricole, 1970.

[15] Symposium sur le travail profond du sol. Rapports généraux. Giessen, Juin 1969.

[16] *FAO:* Isotope and radiation Techniques in soils physics and Irrigation Studies. Symposium de l'International Atomic Energy Agency. Rapports généraux. Istambul, Juin 1967.

[17] *FAO:* Coût d'achat et de fonctionnement des machines de drainage. Commission Européenne d'agriculture, Groupe de travail de l'hydraulique agricole, 1972.

Richtlinien des Kantons Baselland für die numerische Bearbeitung von Nachführungsarbeiten im graphischen Kataster (konventionelle Vermessungsgrundlagen)

K. Willimann

Vorbemerkung: Ende Februar 1974 hat das Vermessungsamt des Kantons Baselland Richtlinien für die *numerische Behandlung von graphischen Vermessungsunterlagen* (konventionelle Vermessungsgrundlagen) erlassen. Grundlage sind die «Weisungen für die Erstellung des numerischen Katasters und dessen Nachführung» vom Mai 1973. Für den praktisch tätigen Geometer wird dieses Problem aktuell im Moment der Anschaffung eines Tischrechners, weshalb die Weisungen des Kantons Baselland hier als Beispiel einer möglichen Lösung publiziert werden.

1. Zweck

Die elektronische Bearbeitung von Nachführungsarbeiten beschleunigt den Arbeitsablauf, indem aufwendige routinemäßige Rechenarbeiten zeitlich schneller erledigt werden können. Im Vergleich zu der bisher angewandten Nachführungsmethode wirft sie neue Aspekte und Probleme auf. Zweck dieser Richtlinien ist es, für diese Probleme eine Lösung aufzuzeigen und gleichzeitig den sukzessiven Ersatz des graphischen durch den numerischen Kataster zu fördern.

2. Einführung

Die Möglichkeit, moderne rechnerische Hifsmittel zu benützen, bringt den Vermessungsfachmann unweigerlich vor die Entscheidung, ob und wie er sie in der Nachführung im graphischen Kataster anwenden soll. Grundsätzlich kommt es dabei darauf hinaus, von auf dem Grundbuchplan existierenden Grenzpunkten die Lage in Koordinaten im Nachhinein zu berechnen. Dabei stellen sich die Fragen:

Dürfen diese Koordinaten aus den alten, bestehenden Aufnahmewerten berechnet werden, oder ist eine Neuvermessung auf dem Felde dazu notwendig?

Was soll mit diesen Koordinaten geschehen; nur einmaliger Gebrauch für die Berechnung oder Nachführung der einmal ermittelten Lagewerte bzw. Führung eines Koordinatenverzeichnisses?

Die richtige Antwort auf diese Fragen wird sich aus der Beurteilung der vorhandenen Vermessungsgrundlagen einerseits und dem Umfang der Nachführungsarbeit andererseits ergeben.

Eine Einführung von Koordinatenverzeichnissen im graphischen Kataster kann nur zum Ziele haben, das *ganze Vermessungswerk im Laufe der Nachführung nach und nach in einen numerischen Kataster umzuwandeln.*

Diese Methode, um zu einem numerischen Vermessungsoperat zu gelangen, unterscheidet sich grundlegend von der Neuanlage eines numerischen Katasters im Zuge einer Neuvermessung. Sie wird als Resultat auch nicht die gleiche Zuverlässigkeit der Koordinatenwerte bringen, wie das bei einer – in einem Guß erstellten – Neuvermessung der Fall ist. Aus personellen und finanziellen Gründen ist sie aus heutiger Sicht der einzige Weg, die modernen rechnerischen Hilfsmittel sinnvoll einzusetzen und deren Resultate, mit Endziel numerischer Kataster, weiterverwenden zu können.