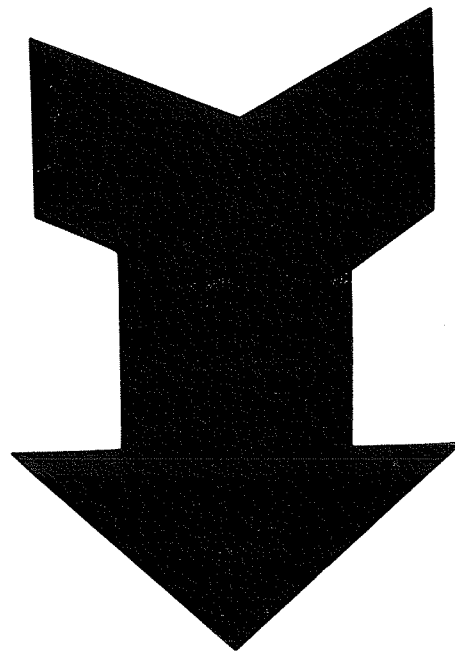
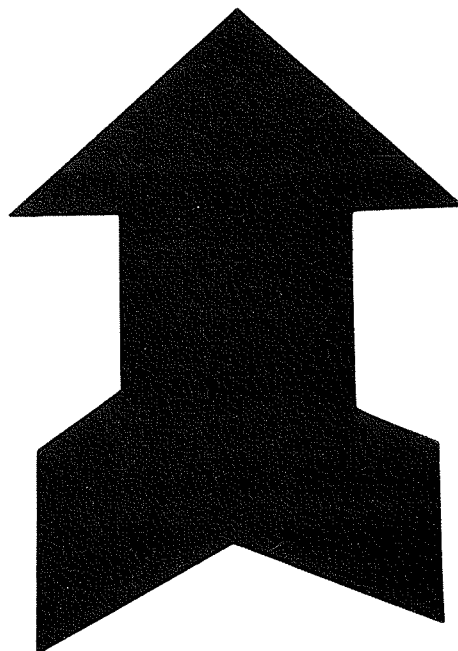


APPLICATION DE LA MÉTHODE « VERGIÈRE » A L'ÉTUDE DE L'ASSAINISSEMENT



Communication
présentée au Comité technique
de la Société Hydrotechnique de France
le 21 mars 1968

PAR J. BOURRIER *
ET G. GUYON *

I. — La méthode Vergière

1. Origine.

C'est au début de la réalisation des grands périmètres d'irrigation dans le Midi de la France principalement, qu'a été reconnue la nécessité de mettre au point une méthode de mesure des caractéristiques hydrodynamiques des sols intervenant dans les diverses circonstances de l'irrigation. Cette méthode devait, avant tout, permettre des déterminations en grande série.

Pour satisfaire cet objectif, elle devait être simple, peu onéreuse (d'installation et d'exploitation), facilement assimilable par du personnel qu'il fallait à tout moment former, et bien adaptée à un travail en série. De telles exigences, de caractère essentiellement pratique, ne manquaient pas de conduire à « expédier » certaines phases du processus de mesure; il était par conséquent indispensable, en dehors de calculs classiques d'erreurs, d'examiner attentivement les répercussions que pourraient avoir, sur la précision des résultats, les simplifications admises et d'éviter d'en introduire d'autres.

Nous avons ainsi été amenés à imposer un mode opératoire bien défini suivant lequel le rendement devait prendre le pas sur la précision, étant entendu cependant que celle-ci resterait, en toute circonstance, compatible avec les exigences et de l'ingénieur, au moment de l'élaboration des projets, et

de l'irrigant, lors de l'organisation de ses opérations d'irrigation.

2. Principe.

Les résultats des mesures devant être exploités dans le cas réel (sol à irriguer), il était indispensable d'établir un compromis entre les opérations sur le terrain auxquelles demeurent attachés de nombreux inconvénients et les déterminations en laboratoire qui risquaient de ne plus donner une image fidèle du terrain. Ce compromis a été obtenu en transportant un échantillon de sol non remanié (opération purement matérielle) au laboratoire, où les mesures pourraient être effectuées dans les circonstances les mieux adaptées à ce genre de travail.

D'une façon plus précise, une équipe de prélèvement extrait du sol à étudier une série d'échantillons se présentant sous la forme de cubes d'arêtes égales à 10 cm, taillés dans le sol même à l'aide d'instruments d'usage courant et transportés enrobés de paraffine, au laboratoire. Les schémas de la figure 1 illustrent les opérations sur le terrain.

Les mesures au laboratoire portent sur la perméabilité K Darcy, le point de rétention, la densité apparente et la densité réelle. Elles sont effectuées en série (lots de vingt prélèvements en principe) suivant le processus indiqué figure 2. Nous ne nous étendrons pas davantage sur ce sujet dont le développement est fourni par ailleurs (*).

(*) « La mesure des caractéristiques hydrodynamiques des sols par la méthode Vergière » par J. BOURRIER, *B.T.G.R.*, n° 73 (1965).

* C.E.R.A.F.E.R., Antony.

3. Adaptation à l'étude du drainage.

Le coefficient de perméabilité K Darcy, ne saurait, dans le cadre de l'irrigation, être considéré comme une constante caractéristique d'un sol; l'expérience du laboratoire et du terrain montre qu'en général il décroît d'une façon sensible au cours de chaque arrosage (souvent dans le rapport 2 à 1). Cette constatation n'est plus gênante dans le cas de l'irrigation, car le principe de l'irrigation à la demande n'exige pas une connaissance précise de K , qui est surtout utilisé pour classer les sols suivant leur aptitude à l'irrigation. D'ailleurs, dans certains cas particuliers — irrigation à la raie par exemple — l'expérience directe est de beaucoup préférable à tous calculs effectués à partir de K . Il en va tout autrement lorsqu'il s'agit du drainage. Le coefficient de perméabilité est en effet le paramètre principal à considérer et il convient d'en cerner au mieux la valeur.

Nous nous sommes alors trouvés devant une circonstance favorable, car au moment du drainage, le coefficient K s'est en quelque sorte « assagi » et ne varie qu'entre des limites relativement faibles, et devant une circonstance défavorable, car la précision jugée acceptable pour l'irrigation ne l'était plus pour le drainage...

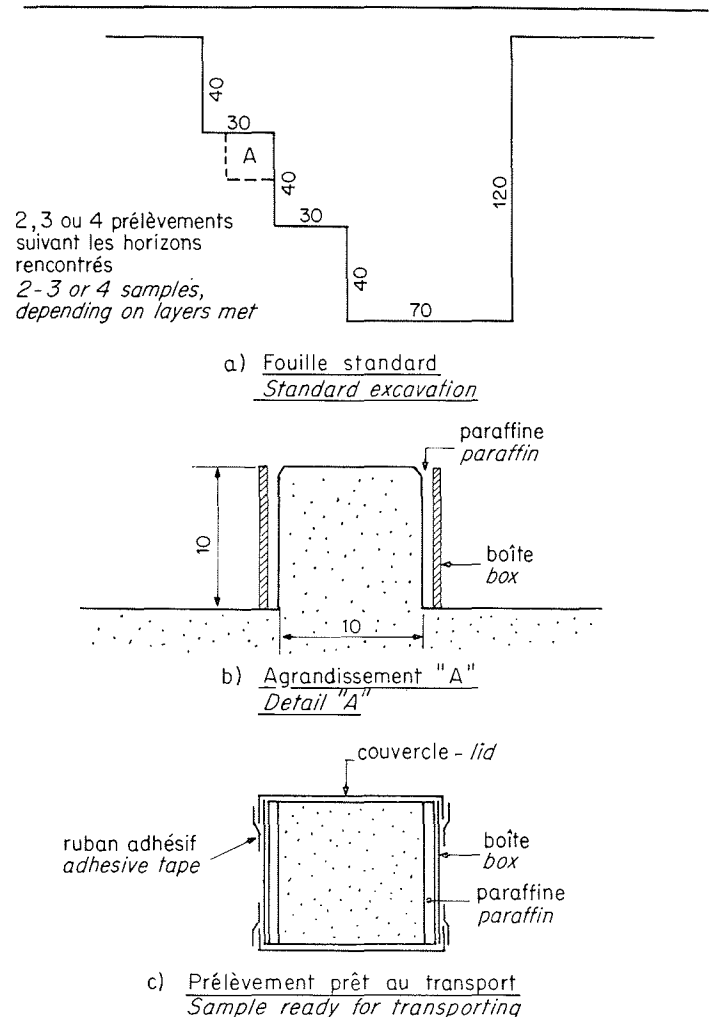
C'est en fonction de ces considérations et suivant des remarques faites par l'un de nous (chap. II) à la suite de ses expériences sur des périmètres expérimentaux que nous avons adapté, sans en changer le principe, la méthode Vergière à l'étude du drainage.

1° Les dimensions linéaires de l'échantillons sont doublées (arêtes de 20 cm); une percolation est en effet d'autant mieux exploitable qu'elle agit sur un volume plus grand, à condition, bien entendu, que le milieu reste homogène;

2° La loi de Darcy n'est pas rigoureusement valable dans le cas de sols réels et il convenait de réaliser, au laboratoire, une perte de charge unitaire se rapprochant le plus de celle observée, en moyenne, durant le drainage (3/20 environ contre 2/1, dans le cas de l'irrigation). Ces constatations ont conduit à modifier d'une manière sensible l'aspect extérieur de l'appareillage (fig. 3);

3° Il convient de mettre le prélèvement tel qu'il a été extrait du sol, plusieurs jours en percolation, de façon à se retrouver dans les circonstances les plus proches du drainage (mesure immédiate dans le cas de l'irrigation). L'évolution éventuelle de K doit, en outre, être surveillée pendant plusieurs jours (une percolation de 3 heures suffisait pour l'irrigation);

4° Dans le cas très fréquent (nappes perchées notamment) où les drains reposent sur le substratum imperméable peu éloigné de la surface du sol, l'écoulement s'effectue principalement dans la direction horizontale et c'est le coefficient de perméabilité dans cette direction qu'il convient plus spécialement de déterminer. La méthode se prête très bien à cette nouvelle opération, grâce à un « basculement » préalable de l'échantillon réalisé conformément au schéma de la figure 4.



1/ Sur le terrain.
In the field.

II. — Les raisons d'une adaptation de la méthode Vergière en vue de l'assainissement

1. L'expérimentation de Longnes (S.-et-O.) (*).

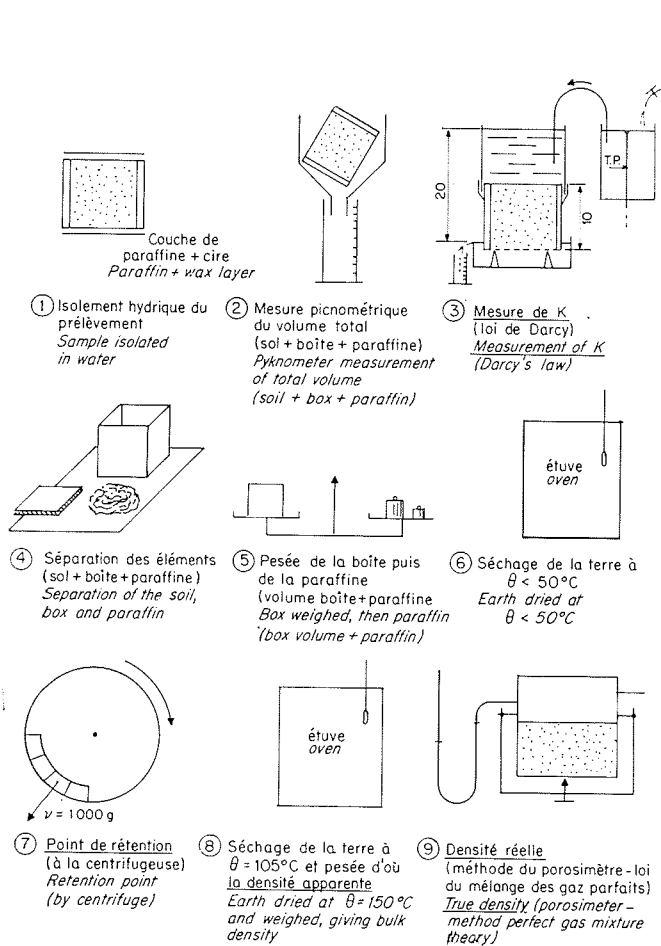
L'expérimentation entreprise depuis 1960 a lieu, non pas sur des modèles réduits, mais à l'échelle des parcelles agricoles, sur le milieu naturel, en vraie grandeur, avec des réseaux de drainage conçus de la manière habituelle.

L'un des buts essentiels des observations faites était de vérifier la validité des lois de la théorie et plus particulièrement des lois de tarissement des nappes drainées.

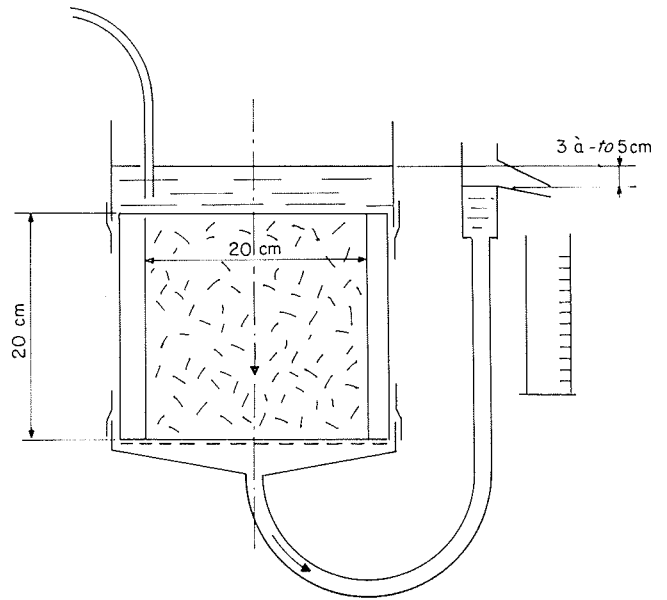
a) LE TERRAIN, LE RÉSEAU.

L'expérimentation a débuté en octobre 1960 sur des parcelles d'une Association syndicale de drai-

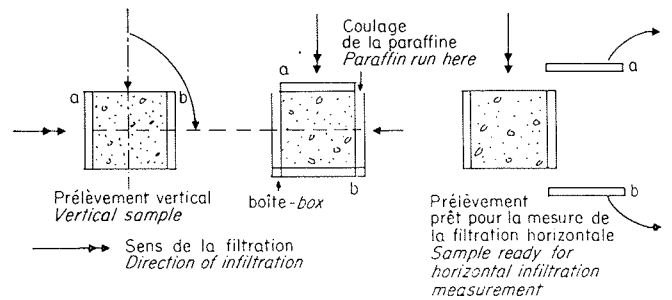
(*) « Considérations sur l'Hydraulique du Drainage des Nappes » par G. GUYON, B.T.G.R., n° 79.



2/ Au laboratoire. Opérations successives.
Laboratory operations.



3/



4/

nage, équipées d'un réseau de drainage exécuté au printemps de la même année. Le choix du terrain expérimental, d'une superficie de 7,9 ha, a été effectué après étude pédologique réalisée par le Laboratoire des sols du Centre National de la Recherche Agronomique de Versailles, portant sur une cinquantaine d'hectares.

Le sol appartient au groupe des sols limoneux. Le substratum est constitué par de l'argile très imperméable (*) de puissance dépassant 2 m (à la limite du sondage effectué en 1963), ayant son toit compris entre 0,90 et 1,10 m. Entre 0,70 et 1,10 m se situe un lit de meulière de faible épaisseur, plus ou moins continu.

Ces profondeurs sont les résultats de nombreux sondages effectués durant l'hiver 1963-1964. Le substratum argileux se situe à 10 cm en moyenne au-dessous du toit du lit de meulière, sur le secteur n° 2 en particulier.

Le réseau de drainage, qui comprend deux secteurs, est constitué de files parallèles de drains de 6 cm de diamètre intérieur. La pente moyenne des drains est de 2 ‰ et leur profondeur est comprise entre 80 et 100 cm. On peut dire que, dans ce cas

de drainage, les drains reposent pratiquement sur l'imperméable.

Les résultats des analyses granulométriques, en particulier, attestent la bonne homogénéité des sols.

b) LA PERMÉABILITÉ PAR LA MÉTHODE VERGIÈRE INITIALE.

En 1959, une étude statistique de la perméabilité verticale K_v a été effectuée par Labye, ingénieur du Génie rural, des Eaux et des Forêts, à partir d'une centaine de prélèvements Vergière répartis au hasard sur 24 ha du périmètre pédologiquement homogène de Longnes. De cette étude, il ressort que la distribution de K_v (*) peut être considérée comme gaussienne et qu'avec une probabilité égale à 0,95, la moyenne vraie de K_v est comprise entre les deux valeurs suivantes :

$$5,5 \cdot 10^{-4} < \mu (K_v) < 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ (cm/s)}$$

En 1962, les tests Vergière furent repris sur les deux secteurs de Longnes, dans le but de comparer les perméabilité K_v et K_h (K_h perméabilité horizon-

(*) Au perméamètre du laboratoire, il fut impossible d'obtenir la saturation de l'échantillon prélevé.

(*) Il s'agit de mesures, au perméamètre, faites après 48 h d'écoulement continu (cubes de 10 cm d'arête : gradient égal à 2).

tale dans la direction perpendiculaire aux files de drains). Les résultats obtenus portant sur vingt prélèvements ne sont pas significativement différents et on peut en conclure qu'avec la méthode Vergière, les moyennes des perméabilités K_v et K_h sont du même ordre de grandeur ($5-8.10^{-4}$ cm/s).

c) LA PERMÉABILITÉ PAR LA MÉTHODE DE THIEM.

Durant les hivers 1962 et 1963, à des moments où les nappes étaient suffisamment élevées, la méthode *in situ* dite des piézomètres (méthode de Thiem aménagée) a été utilisée sur une parcelle non drainée de la zone homogène contiguë au secteur n° 1. Cette méthode paraît, dans le cas présent, (substratum imperméable bien caractérisé — sol homogène) bien appropriée aux recherches sur le drainage. La méthode des piézomètres fournit en effet un K moyen, intéressant une large portion du sol et, comme pour le drainage, on provoque un rabattement de nappe (phénomènes similaires) figure 5.

On a choisi une parcelle non drainée pour éviter la superposition de deux écoulements (puits et drainage) qui aurait faussé les résultats.

Le principe, le mode opératoire, la précision de la méthode sont détaillés dans un article de la revue française *Science du sol*, deuxième semestre 1964, intitulé « La mesure de la perméabilité par la méthode des piézomètres, en vue du calcul des dimensions du drainage ».

Au tableau suivant, figurent, pour trois essais différents (*) : Les hauteurs H du niveau statique par rapport au toit du substratum imperméable; les distances R des piézomètres à l'axe des puits (deux couples de piézomètres A et B, C et D, de part et d'autre de l'axe); les dénivellations d des niveaux de l'eau dans les piézomètres; les débits (le régime quasi permanent obtenu); les valeurs de la perméabilité Darcy, déduites de la formule classique :

$$K = \frac{2,3 q}{(2 H - d_1 - d_2) (d_1 - d_2)} \log_{10} \frac{R_2}{R_1}$$

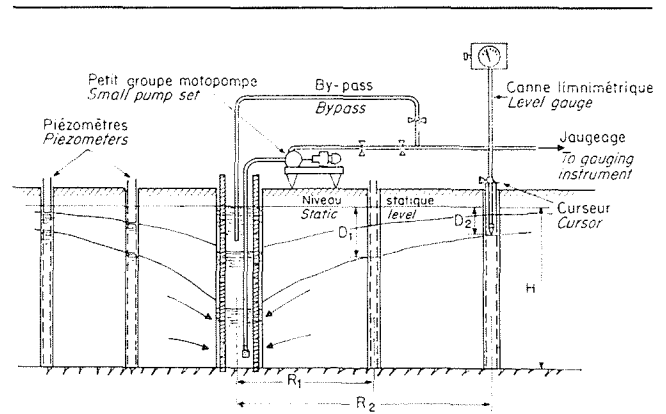
L'erreur relative pour chaque calcul de K est de l'ordre de 15 %.

d) DÉTERMINATION DE LA PERMÉABILITÉ A PARTIR DE L'ANALYSE DES COURBES DE TARISSEMENT.

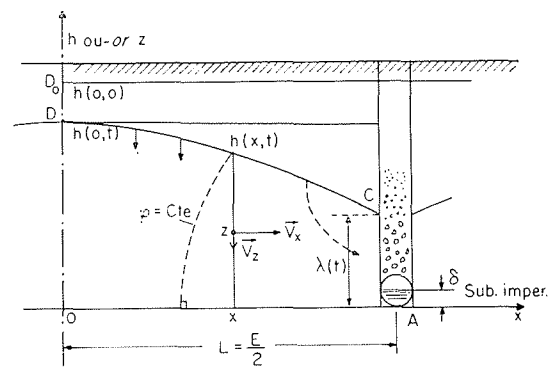
— La formule du débit unitaire d'un drain

N° DE L'ESSAI	NIVEAU STATIQUE	PIÉZOMÈTRES	d_1 (cm)	d_2 (cm)	R_2 (cm)	R_1 (cm)	q (cm ³ /s)	K (*) (m/j)	\bar{K} (m/j)
1 hiver 1962-63	85,0	A et B C et D	42,5 39,5	9,1 8,6	200,0 200,0	50,0 50,0	16,00	1,54 1,60	1,57
2 hiver 1963-64	93,8	A et B C et D	22,7 38,4	8,3 9,9	201,0 201,5	101,0 51,5	18,50	1,56 1,74	1,65
3 hiver 1963-64	70,0	A et B C et D	13,8 15,2	0,9 0,7	200,0 200,0	50,0 50,0	5,40	1,27 1,16	1,22

(*) Trois puits éloignés de plus d'une centaine de mètres.



5/



6/

$$\vec{V} = -K \text{gradient } \varphi \quad q(x,t) = -\mu \int_0^x \frac{\partial h}{\partial t} dx$$

$$\varphi = z + (p/\rho g)$$

$$h(0,t) = h(0,0)/(1 + \beta t) \quad \text{avec } \beta = 2 Kh_0/\mu E^2$$

$$q(L,t) = q(L,0)/(1 + \beta t)^2 = pKh^2(0,t)/nE$$

$$p = \int_0^1 f(u) du \quad \left. \begin{array}{l} u = x/L \\ f(u) = h(x,0)/h(0,0) \end{array} \right\}$$

$$n = \int_0^1 du \int_0^u f(u) du$$

durant la période de tarissement de la nappe (*):

A partir des relations fondamentales classiques :

$$\vec{V} = -K \text{gradient } \varphi \quad q(x,t) = -\mu \int_0^x \frac{\partial h}{\partial t} dx$$

on démontre, après divers artifices de calcul, que le débit unitaire d'une nappe comprise entre deux drains, peut s'écrire, dans le cas particulier où les drains sont situés près du substratum imperméable (figure 6, cas de Longnes) :

$$q(t) = \frac{2pK}{nE} h^2(0,t) = \frac{q(0)}{(1 + \beta t)^2}$$

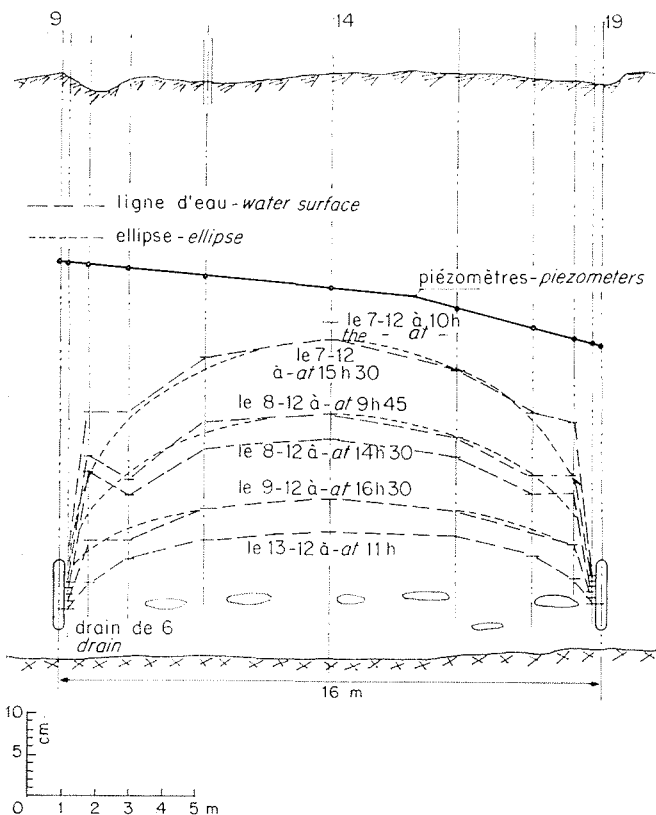
avec :

$$\beta = \frac{2K}{n\mu} \frac{h(0,0)}{E^2}$$

Dans ces formules, $h(0,t)$ est la hauteur de la nappe à son sommet, sur l'entre-axes; E l'écartement entre les drains ($E=2L$); μ la porosité de drainage. La hauteur initiale $h(0,0)$ et le débit initial $q(0)$ sont ceux du début du régime « non influencé » qui à Longnes, se manifeste au bout de quelques heures après la fin des pluies. Les coefficients n et p sont des nombres sans dimension qui ne dépendent que de la forme de la ligne d'eau à l'instant initial $t=0$, considéré :

$$\left. \begin{aligned} p &= \int_0^1 f(u) du \\ n &= \int_0^1 du \int_0^u f(u) du \end{aligned} \right\} \begin{aligned} u &= \frac{x}{L} \\ f(u) &= \frac{h(x,0)}{h(0,0)} \end{aligned}$$

L'expérience a montré, au moyen de piézomètres disposés perpendiculairement aux files de drains (fig. 7) que la ligne d'eau DC (fig. 6) affecte la for-



7/ Evolution de la ligne d'eau du 7-12-60 au 13-12-60. Water surface variations from 7-12-60 to 13-12-60.

me d'un arc d'ellipse ou qu'elle est comprise entre 1/4 d'ellipse (axes $OA=L$ et $OD=h(0,t)$) et une horizontale issue de D , bien qu'étant plus voisine de l'ellipse que de l'horizontale.

Les nombres p et n prennent les valeurs suivantes :

- avec l'ellipse $p = \pi/4$, $n = 0,452 \dots$
- avec l'horizontale. $p = 1$, $n = 0,50$

Ainsi pour le débit q , le coefficient numérique $2p/n$ est compris entre 3,46 et 4; pour le paramètre β , le coefficient $2/n$ est compris entre 4,45 et 4. Dans ces conditions, adopter les coefficients relatifs à l'ellipse, les plus voisins de la réalité, est tout à fait acceptable. D'ailleurs, l'erreur commise sur q et β est au maximum de l'ordre de 10%.

— Calcul de K à partir de la loi $q = Ah^2$:

L'étude expérimentale de l'évolution de la ligne d'eau dans le temps, faite sur plusieurs écartements, a montré que la loi :

$$q(t) = Ah^2 = \frac{2pK}{nE} h^2(0,t)$$

était vérifiée (B.T.G.R., n° 79). Connaissant $q(t)$, d'après la courbe de tarissement correspondante (*), on a calculé la valeur du paramètre A , puis celle de la perméabilité K .

Sur les deux écartements considérés, on a trouvé :

$$K = 1,53 \text{ m/j} \quad \text{et} \quad 1,30 \text{ m/j}$$

avec, pour chacune, une approximation de 25% environ.

— Calcul de K à partir de la loi

$$q = q_0 / (1 + \beta t)^2 :$$

L'analyse des courbes de tarissement relevées à Longnes (exemple de courbe : fig. 8), montre que cette loi du débit est vérifiée d'une manière quasi fonctionnelle, quelques heures après la fin des pluies (régime non influencé). On en déduit les valeurs de β et partant la valeur de K si on connaît, d'autre part, la valeur de la porosité de drainage μ :

$$\beta = 4,45 \cdot \frac{K}{\mu} \cdot \frac{h_0}{E^2} \quad \text{avec} \quad h_0 = \sqrt{\frac{q_0 E}{3,46 K}}$$

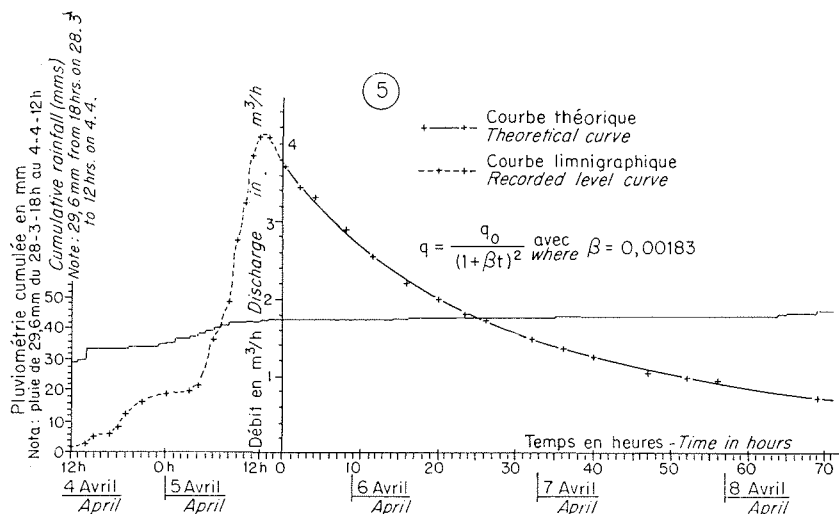
d'où :

$$K = 0,175 \frac{1}{q_0} \mu^2 \beta^2 E^3$$

La porosité de drainage peut être déterminée à partir de l'évolution de la ligne d'eau de la nappe $h(x,t)$ et de la courbe $q(t)$ correspondante; on connaît :

- a) le volume V de sol libéré, par unité de largeur de nappe, compris entre deux positions successives de la surface libre, à deux époques t_1 et t_2 de la période de tarissement;

(*) Les courbes de tarissement $q(t)$ ont été relevées au moyen de bacs déversoirs munis de limnigraphes disposés à l'extrémité des collecteurs.



8/

Périmètre expérimental de Longnes (S.-et-O.). Secteur n° 2. Grand collecteur (du 4-4-1962 au 8-4-1962).

Longnes experimental area. No 2 sector. Main drain (4-4-1962 to 8-4-1962).

b) le volume d'eau v , écoulé par un drain, par unité de longueur, dans l'intervalle de temps $t_2 - t_1$:

$$\mu = v/V$$

A Longnes, on trouve, par cette méthode, des valeurs de μ comprises entre 0,025 et 0,030 (secteur n° 2 étudié à cet égard).

Compte tenu de ces valeurs de μ , on obtient pour K , des valeurs comprises entre 1 m/j et 1,5 m/j.

2. Comparaison des résultats.

Si on compare les résultats obtenus par la méthode Vergière initiale (cube de 10 cm d'arête, gradient hydraulique égal à 2), aux résultats de la méthode de Thiem, ou déduits des courbes de tarissement, on s'aperçoit que l'écart est grand :

MÉTHODES	K (m/j)
Vergière initiale.	0,5
Thiem.	1,4
Loi $q = Ah^2$	1,4
Loi $q = q_0/(1 + \beta t)^2$	1 à 1,5 (*)

(*) Suivant valeur de μ .

Cette divergence entre les résultats donnés par une méthode ponctuelle et les résultats comparables de trois méthodes globales, nous a conduits, comme il est précisé au premier chapitre :

- a) à augmenter le volume du prélèvement Vergière;
- b) à travailler, au laboratoire, avec des gradients de l'ordre de grandeur de ceux rencontrés dans le drainage agricole.

On a pu encore, pour diverses raisons, effectuer de nouveaux prélèvements Vergière sur le périmètre expérimental de Longnes qui permettraient, dans ce cas particulier, de voir si la modification

apportée à la méthode Vergière est justifiée. Par contre, des cubes de 20 cm d'arête ont été prélevés sur un autre périmètre expérimental, à Saint-Pathus dans le département de Seine-et-Marne. Au laboratoire, le gradient était compris entre 0,2 et 0,5. Les résultats obtenus paraissent très encourageants; notamment K est beaucoup plus constant, durant la période de mise en charge qu'avec l'ancien processus (gradient égal à 2) : les variations sont de l'ordre de 30% autour de la moyenne, sur cinq jours d'écoulement continu, alors qu'auparavant on observait une diminution systématique réduisant bien souvent K au 1/4 de sa valeur initiale au bout de quelques heures. Il semble logique, *a priori*, d'admettre que des gradients relativement élevés modifient l'arrangement des éléments constitutifs du sol naturel, la vitesse de circulation de l'eau, à travers le massif, étant plus grande (notamment action mécanique sur les éléments fins du sols). On assisterait ainsi, à une évolution de la perméabilité durant la période de mise en charge.

III. — Conclusions

Nous considérons que l'adaptation de la méthode Vergière classique au drainage des sols est déjà bien avancée. Les études de mise au point continuent cependant; elles ont pour but :

- de voir si les coefficients de perméabilité vertical et horizontal (k_v et K_h) peuvent être déterminés successivement sur le même échantillon;
- d'examiner la manière la plus commode de déterminer la densité apparente qui intervient notamment dans le calcul de la porosité totale, (prélèvement classique effectué dans l'échantillon grand modèle ou mise en œuvre de l'ensemble de l'échantillon).

Quant à la mesure de la porosité de drainage dont la valeur sert au calcul du temps de rabattement des nappes, les résultats obtenus concordent, au point de vue statistique, avec ceux acquis par d'autres méthodes, mais ne sont pas encore exploitables, sur le plan de la pratique, d'une façon avantageuse.

Discussion

Président : M. CARLIER

Avant de donner la parole à M. GUYON à qui l'on doit notamment la mise au point d'un banc d'essais d'asperseurs dans le domaine de l'irrigation et des études originales dans le domaine du drainage, M. le Président rappelle que M. BOURRIER est le créateur de la méthode dite de « Vergière » qu'il a mise au point il y a une quinzaine d'années et qui est couramment adoptée par tous les bureaux d'études et Sociétés de mise en valeur.

La communication présentée par MM. BOURRIER et GUYON a précisément pour objet de montrer dans quelle mesure la méthode de Vergière, mise au point pour les besoins de l'irrigation, peut être utilisée pour l'étude du drainage.



M. le Président remercie M. GUYON de son exposé. S'agissant d'une nappe libre, il pense que la porosité de drainage μ dont parlent les auteurs, n'est autre que le coefficient d'emmagasinement (symbolisé par la lettre S) des hydrogéologues.

Une certaine confusion existe actuellement en matière de terminologie dans le domaine de l'hydraulique souterraine et M. le Président saisit cette occasion pour renouveler une suggestion qu'il avait présentée à la S.H.F. il y a déjà quelques années, d'inviter sa Commission « Filtration, infiltration, eaux souterraines » de se saisir de cette question pour tenter de réaliser une normalisation de la terminologie, des définitions et des symboles des divers paramètres de l'hydraulique souterraine.

M. GUYON précise que les expériences de Longnes permettent de suivre aisément l'évolution de la porosité et de la perméabilité au cours du temps, à partir notamment, de l'enregistrement des courbes de tarissement d'un système de drainage; au cours d'observations portant sur trois années, le rapport :

$$\frac{\text{perméabilité } K}{\text{porosité } \mu}$$

a augmenté de 30 %.

M. BÉTRÉMIEUX revient sur la difficulté évoquée précédemment, que présente l'emploi des « classifications pédologiques » à des fins pratiques, lesquelles exigent une étude du terrain à grande échelle, donc détaillée. A ce niveau, les classifications, à caractère obligatoirement général, manquent en elles-mêmes des possibilités de développement désirables et il est alors nécessaire de tenir compte, dans un esprit très pragmatique, de la morphologie intégrale des profils des sols.

L'exemple du secteur de drainage expérimental de Longnes, suivi par M. GUYON, est significatif à cet égard. En effet, l'étude des sols y a été faite essentiellement sur la base des observations de sondages menés dans un cadre naturel plus vaste où l'expérience acquise par le pédologue prend toute sa valeur.

Par ce procédé simple, rapide et peu coûteux, il a été possible de définir des unités représentatives distinctes d'après la similitude de constitution des profils. Ces unités morphologiques se sont révélées ensuite correspondre également à des unités technologiques valables sous l'angle du drainage, puisque les mesures de vitesse de filtration effectuées dans une zone considérée comme pédologiquement homogène y ont donné des résultats répondant pratiquement à une distribution normale pouvant caractériser une population. C'est là le point important auquel il faut essayer d'aboutir dans toute étude de terrain à objectif pratique; cela implique une nécessaire adaptation des

moyens aux besoins et une volonté de libération éventuelle des conceptions *a priori* qui se révèlent trop peu fructueuses ».

M. HÉNIN pose les questions suivantes :

- 1° Quelle est la différence entre la grandeur μ et la macroporosité?
- 2° La diminution de la vitesse de filtration K n'est-elle pas liée à l'entraînement des électrolytes?
- 3° Les fluctuations de K ne sont-elles pas dues aux fermentations ou aux variations de température?

En réponse à la première question, M. GUYON remarque que l'on pourrait penser que la porosité de drainage μ est égale à la porosité totale diminuée de la capacité de rétention; or, il n'en est rien, puisque on a trouvé à Longnes des valeurs de 8, 9 ou 10 % pour la macroporosité et de seulement 2 à 3 % pour la porosité de drainage. Ces chiffres permettent de supposer que le sol saturé abandonne assez facilement une certaine partie de son eau qui forme le débit de drainage et que la capacité de rétention n'est atteinte que lentement ensuite. Dans les terrains sableux, la porosité de drainage pourrait être proche de la macroporosité.

En ce qui concerne la seconde question, M. GUYON précise que le liquide employé pour effectuer les mesures selon la méthode Vergière est l'eau du réseau public de distribution (et non l'eau distillée ou l'eau de drainage).

Quant aux fluctuations de K, elles sont effectivement dues à la température; des expériences faites sur des cuves de 2 x 1 m ont permis de constater des variations de la perméabilité de l'ordre de ± 30 % en corrélation avec celles de la température.

M. CARBONNIÈRES pense qu'il faudrait définir d'une façon précise la macroporosité et la porosité de drainage pour éviter les confusions possibles.

M. GUYON, en reprenant ce qui a déjà été avancé plus haut, signale des études faites par des ingénieurs australiens qui distinguent deux phases dans l'épuisement progressif des réserves en eau d'un terrain sous l'influence de la gravité : la première phase forme le débit de drainage, la deuxième phase, beaucoup plus longue, correspond effectivement au ressuyage du terrain; cette dernière se traduit par un suintement et non par un débit de drainage. La différence entre les deux processus est d'autant plus sensible que le sol est plus argileux; pour des sables, la différence entre macroporosité et capacité finale de rétention correspond sensiblement à la porosité de drainage.

M. HÉNIN confirme l'importance de ce point et pense qu'il y a des concepts qui conservent toute leur valeur, comme celui de la porosité de drainage tel que l'a présenté M. GUYON. Ceci n'empêche pas que la macroporosité peut avoir son importance à un autre point de vue; ce sont deux concepts différents.

M. NICOLÒ demande si la confusion entre ces deux notions ne provient pas de l'imprécision avec laquelle on mesure la cote de la surface libre de la nappe, pour deux positions différentes de celle-ci.

M. GUYON, après avoir rappelé le processus de la méthode utilisée, indique que la précision de la détermination de la porosité de drainage est de 30 %; l'écart dû aux erreurs de mesure ne comble pas l'écart constaté entre les valeurs de la macroporosité et celles de la porosité de drainage.

LA HOUILLE BLANCHE

A L'ÉTRANGER

Bureaux d'abonnement et de vente

AUSTRALIE

Sydney N.S.W.

GRAHAME BOOK COMPANY : 39-49, Martin Place.

BRÉSIL et AMÉRIQUE DU SUD

Rio de Janeiro

« S.O.G.E.C.O. », José Luis Garcia Renalès : Avenida Rio Branco, 9, Sala 218.

CANADA

Montréal 8.PQ

LIBRAIRIE LEMEAC (Messageries France-Canada) : 371, Ouest Avenue Laurier.

ESPAGNE

Madrid

J. DIAS DE SANTOS : Lagasca n° 38.

Madrid

LIBRERIA VILLEGAS : Preciados, 46.

GRANDE-BRETAGNE

London W.C.2.

W.M. DAWSON & SONS LIMITED : Cannon House, Macklin Street.

London W.1.

I.R. MAXWELL Co. : 4-5, Fitzroy Square.

HOLLANDE

Amsterdam C.

MEULENHOF & CIE (Librairie) : Beulingstraat, 2-4.

La Haye

MARTINUS NIJHOFF : 9, Lange Voorhout.

HONGRIE

Budapest 62

KULTURA P.O.B. 149.

INDES

Calcutta 16

FRANCE-ARTS, 33-34 Park Mansions, Park Street.

ITALIE

Bologna

TECHNA : Via San Felice, 28, Casella Postale 503.

JAPON

Tokyo

MARUZEN Co. : 6, Tori-Nichome, Nihonbashi, P.O. Box 605.

MEXIQUE

Mexico D.F.

LIBRERIA VILLEGAS MEXICANA : Santa Ma., La Redonda, n° 209-9.

Mexico D.F.

MANUEL BONILLA (Librairie) : Tiber 38-201.

NOUVELLE-ZÉLANDE

Auckland-Wellington C.2.

R. HILL & SONS : Matlock House, 32, Quav Street.

PORTUGAL

Lisboa

LIVRARIA BERTRAND : 73, Rua Garret.

SUÈDE

Stockholm

A.B. HENRIK LINDSTAHL'S BOKHANDEL : Odengatan, 22.

SUISSE

Lausanne

S.P.E.S., S.A. Librairie et Editions techniques, 1, rue de la Paix.

TCHÉCOSLOVAQUIE

Praha 2

ARTIA : V° Smeckach, 30.

Praha 1

ORBIS (Import-Export) : Narodin, 37.

TURQUIE

Istanbul

LIBRAIRIE HACHETTE : 469, Istiklal Caddesi, Beyoglu.

U.S.A.

New York

MOORE-COTTRELL SUBSCRIPTION AGENCIES INC. : North Cohocton.

VENEZUELA

Caracas

LIBRERIA VILLEGAS VENEZOLANA, Avenida Urdaneta, Esquina Ibarra, Edificio Riera.