

# L'étude du sol et les ouvrages d'assainissement

Autor(en): **Regamey, Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und  
Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du  
génie rural et de la photogrammétrie**

Band (Jahr): **52 (1954)**

Heft 1

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-210927>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

d.h. die Glieder mit  $\Delta_4$  und  $\Delta_5$  liegen für  $p > 10\,000$  weit unterhalb der Rechenschärfe, auch für die 36. Stelle; für diese Genauigkeit genügt also die Mitnahme von  $\Delta_0$ ,  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$  und  $\Delta_3$ .

Wenn  $\log p$  auf die 36. Stelle genau berechnet werden soll, muß die Berechnung von  $\Delta_0$  und  $\Delta_1$  mit einer 16stelligen Rechenmaschine in zwei Gruppen vorgenommen werden, während für die Berechnung von  $\Delta_2$  einfache Rechnung genügt. Auf jeden Fall ist wegen der Stellenzahl von  $6p^2$  eine 12stellige Maschine notwendig, wobei dann aber die Berechnung von  $\Delta_0$  in 3 Gruppen vorgenommen werden muß, während für  $\Delta_1$  2 Gruppen genügen. Weiter treten wir auf rechentechnische Fragen nicht ein.

## L'étude du sol et les ouvrages d'assainissement

*Par Pierre Regamey, D<sup>r</sup> ing., Lausanne*

Extrait de l'ouvrage publié à l'occasion du centenaire de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne

En matière d'assainissement de terrains agricoles, l'étude systématique du sol apporte à l'auteur du projet des renseignements utiles et souvent déterminants.

Diverses propriétés physiques des terres ont une influence directe sur le fonctionnement des ouvrages d'assainissement, drainages, canaux, ou pompages. Réciproquement, connaissant les caractéristiques du sol, notamment la vitesse de filtration par unité de pente et la perméabilité, il est possible de calculer les dimensions de ces ouvrages, en particulier les sections, profondeurs et surtout les écartements des conduites souterraines ou des canaux, ceci en fonction du rendement attendu de ces ouvrages et du régime pluviométrique.

Il est donc intéressant de savoir ce que, dans ce domaine, l'ingénieur peut attendre des résultats obtenus en laboratoire ou dans les sols en place. Il est utile surtout de connaître la répercussion des erreurs entachant les mesures, sur les calculs de dimensionnement. Notre intention est d'analyser ici les principales de ces sources d'erreurs.

Deux constatations préliminaires s'imposent:

Le caractère extensif des travaux d'assainissement en terrains agricoles ne permet pas une étude aussi approfondie des sols qu'en matière de génie civil. Et pourtant, il faut plus que partout ailleurs prévoir le minimum possible d'ouvrages, sans pouvoir admettre un coefficient de sécurité. Le capital investi ne serait, en effet, plus en rapport avec l'augmentation de rendement des surfaces assainies.

D'autre part, le but de ces ouvrages n'est pas seulement d'abaisser la nappe phréatique au-dessous d'une limite supérieure admissible, comme c'est le cas lors d'assainissements de fondations. Il importe de plus, d'éviter le rabattement de la nappe au-delà d'une limite inférieure: sinon la végétation se verrait menacée de sécheresse et l'irrigation temporaire deviendrait nécessaire. Le système d'assainissement doit donc provoquer un mouvement de la nappe non pas seulement au dessous d'une limite maximum, mais bien plutôt encadré par deux limites, supérieure et inférieure.

La forme et les mouvements des nappes d'assainissement en fonction du régime des pluies et des propriétés des terres sont connus dans les sols homogènes et dans certains types de sols hétérogènes caractérisés.

### Nappe phréatique elliptique

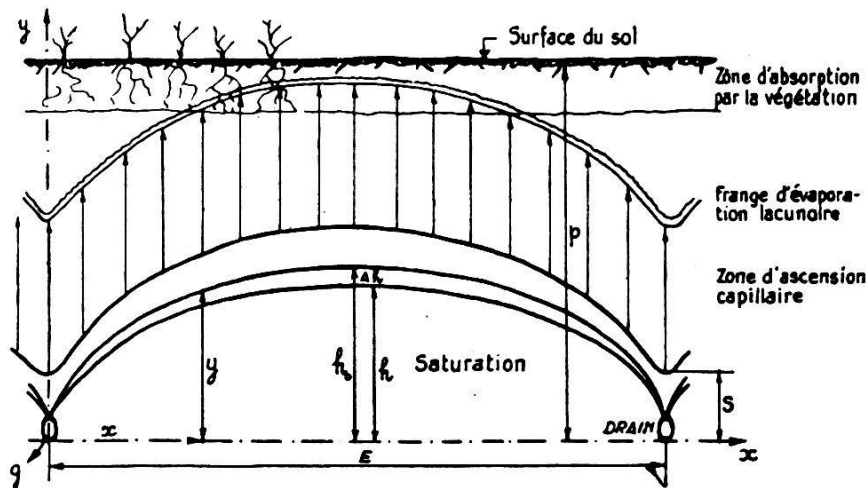


Fig. 1

Dans un sol homogène, assaini par des conduites parallèles, la nappe en régime permanent obéit à l'équation approchée suivante (fig. 1):

$$y^2 = \frac{2 \cdot q}{a \cdot K} \left( x - \frac{x^2}{E} \right) + S^2 \quad (\text{I})$$

( $q$  = débit pour la  $\frac{1}{2}$  nappe en  $\text{m}^3/\text{sec.}/\text{m}^1$ .)

$K$  = coefficient de filtration par unité de pente en  $\text{m}/\text{sec.}$  défini par la loi de Darcy:  $V = K \cdot J$ . -  $a$  = coefficient égal à 1 ou  $\frac{1}{2}$  selon les hypothèses de Dupuit ou Porchet).

A la suite d'une précipitation atmosphérique se traduisant par l'infiltration dans la nappe d'une tranche d'eau d'épaisseur  $P_i$  (en mètres) pendant un temps  $t'_i$  (en secondes), la faite de la nappe s'élève selon la

relation empirique suivante, où  $\mu$  est le coefficient de perméabilité (teneur en eau mobile, en valeur absolue):

$$\Delta h = \frac{1}{\mu \cdot \pi} \left( P_i - \frac{4 \cdot a \cdot h^2 \cdot K \cdot t_i}{E^2} \right) \quad (\text{II})$$

En excluant les sols très perméables, où le drainage n'est généralement pas pratiqué, le deuxième terme de la parenthèse est toujours petit ou négligeable.  $\Delta h$  sera donc toujours positif. C'est dire qu'un ouvrage d'assainissement n'est pas en mesure d'empêcher la remontée de la nappe. Il pourra tout au plus agir sur son abaissement, dès l'infiltration terminée, suivant une vitesse en relation avec les exigences de la végétation.

Par contre, il est de toute importance de connaître la remontée de la nappe après des pluies critiques, afin de savoir à partir de quelle position maximum le drainage devra assurer le rabattement.

Or, cette remontée n'est pas fonction de la quantité des précipitations, mais seulement de la tranche infiltrée dans la nappe. Nombre de pluies restent sans influence sur celle-ci; elles sont entièrement résorbées par évaporation, absorption végétale ou rétention sous forme d'eau stable par le profil non saturé (déficit total d'humidité). L'appréciation empirique de ces grandeurs est déjà la cause d'une première source d'erreurs.

Le rabattement de la nappe répond à la relation suivante (fig. 1 et 2),  $\Delta h = h_0 - h$

$$h = \frac{h_0}{1 + \frac{16 \cdot a \cdot K \cdot h_0 \cdot \Delta t}{\mu \cdot E^2 \cdot \pi}} \quad (\text{III})$$

d'où

$$E^2 = \frac{16 \cdot a \cdot K \cdot h_0 (h_0 - \Delta h)}{\pi \cdot \mu} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta h} \quad (\text{IV})$$

Ainsi, réciproquement, connaissant l'abaissement imposé par des exigences agronomiques pour une position maximum du faite de la nappe, il est possible de déterminer l'écartement d'un drainage en fonction de la perméabilité du sol et de sa vitesse de filtration.

Or si la perméabilité peut être mesurée avec sécurité, variant d'ailleurs entre des limites relativement rapprochées, il n'en va pas de même de la vitesse de filtration. Celle-ci peut être établie avec précision pour un échantillon déterminé, soit en laboratoire, soit en plein champ. Par contre, elle varie sensiblement à des distances de quelques dizaines de mètres, alors que les sols paraissent homogènes et le sont en composition granulométrique.

Les différences constatées atteignent couramment la proportion de 1 à 10. Selon l'équation IV, il en résulte une variation de 1 à 3,2 de l'écartement; alors que cette dimension devrait être déterminée avec une

approximation de l'ordre de 10 %. L'auteur du projet doit donc disposer d'une moyenne sûre, basée sur plusieurs mesures par hectare.

En outre, de nombreuses déterminations simultanées, en laboratoire d'une part et dans des sols en place d'autre part, ont fait apparaître une différence systématique entre ces deux valeurs de la vitesse de filtration. Nous ne voulons pas faire état ici de chiffres fastidieux; relevons simplement à titre d'exemple, que des essais dans des glaises limoneuses perméables ( $K = 3 \cdot 10^{-5}$  m/sec.) et dans des argiles ( $K = 1 \cdot 10^{-7}$  m/sec.) ont conduit à des différences de l'ordre de 10 à 100.

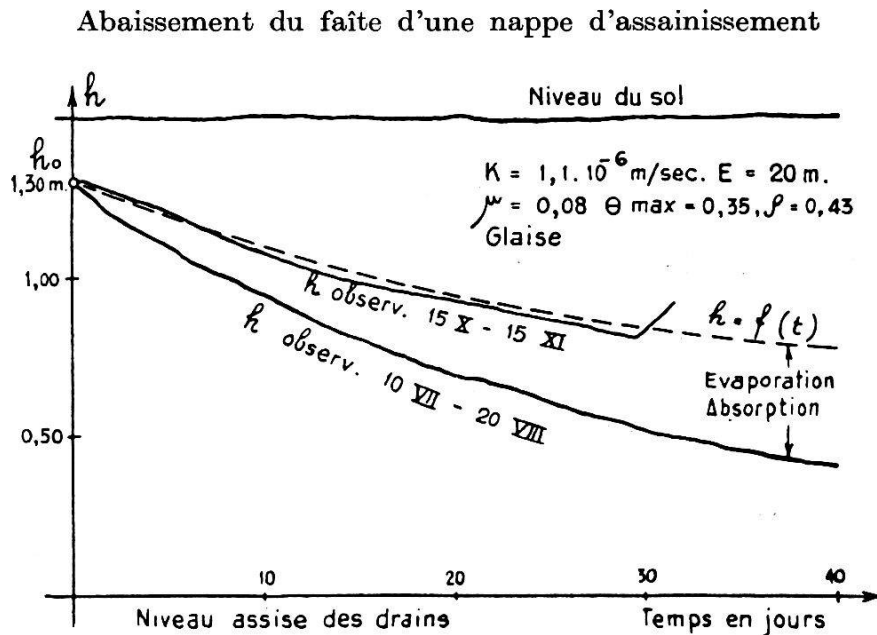


Fig. 2

Il faut bien admettre l'existence de deux valeurs de  $K$ : l'une plus grande en plein champ, l'autre plus petite en laboratoire. Cette différence peut s'expliquer par une hétérogénéité macroscopique des sols en place: fissuration, fendillement, racines, graviers, etc. Il ne semble pas qu'une loi de similitude puisse être établie.

Le dimensionnement doit donc tenir compte de cet élément, au risque d'erreurs systématiques graves.

Une autre source d'erreurs systématiques susceptible de s'ajouter aux précédentes est imputable à l'évaporation lacunaire et à l'absorption végétale. En effet, le mouvement d'abaissement de la nappe, selon l'équation III ne tient pas compte du rabattement dû à ces deux phénomènes.

Des observations sur un même système d'assainissement, en été et en automne, ont prouvé que l'abaissement observé pendant une période à faible évaporation coïncide convenablement avec le mouvement théorique,  $h = f(t)$ .

Par contre, en été, l'évaporation et l'absorption provoquent une accélération du rabattement (fig. 2).

Une série de mesures dans des sols glaiseux ( $K = 1,1 \cdot 10^{-6}$  m/sec.) avec couverture végétale homogène, en été, pendant 40 jours, sans infiltration, ont montré qu'un abaissement supplémentaire devait leur être attribué à raison d'une moyenne de  $P'_e = 0,6$  cm/jour.

La quantité totale d'eau prélevée en dehors de l'écoulement par le drain est ainsi de:

$$\text{eau mobile:} \quad \mu \cdot P'_e \cdot \frac{\pi}{4} = 0,04 \text{ cm/jour}$$

$$\text{eau stable:} \quad \Theta_{\max} \cdot P'_e \cdot \frac{\pi}{4} = 0,16 \text{ cm/jour}$$

$$\text{total:} \quad \rho \cdot P'_e \cdot \frac{\pi}{4} = 0,20 \text{ cm/jour}$$

Nous avons admis qu'au cours de cet épuisement secondaire, la nappe conservait sa forme elliptique, ce qui, tout en étant vraisemblable, est confirmé par quelques observations, mais reste encore à démontrer.

Rabattement accidentel de la nappe phréatique dû à l'évaporation et à l'absorption végétale

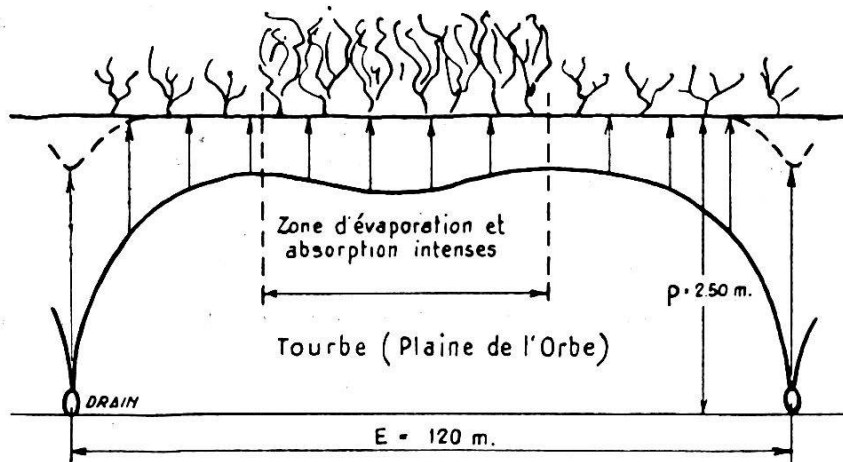


Fig. 3

Enfin, l'évaporation et l'absorption végétale sont susceptibles de provoquer des épuisements accidentels et variés de la nappe, dans des systèmes à grands écartements, lorsque le profil du sol entre deux drains n'est pas homogène ou lorsque la couverture végétale n'est pas uniforme. L'évaporation plus considérable par endroits fait prendre à la nappe une forme en apparence contradiction avec les lois des écoulements souterrains.

Nous donnons ici à titre d'exemple un profil observé en été dans un sol tourbeux, assaini par des collecteurs à grand écartement (fig. 3).

### *Conclusions:*

Trois causes d'erreurs principales sont à craindre lors du dimensionnement des ouvrages d'assainissement en fonction des propriétés physiques du sol et du régime pluviométrique. Ces erreurs sont systématiques et additionnelles. Elles tendent toutes à provoquer un dimensionnement exagéré des systèmes d'assainissement:

- 1° La remontée de la nappe n'est pas fonction des hauteurs d'eau précipitées mais seulement de la proportion infiltrée, souvent faible ou nulle.
- 2° La vitesse de filtration par unité de pente  $K$  varie considérablement en surface, dans un sol de composition granulométrique uniforme.  $K$  est plus grand dans les sols en place que dans des échantillons examinés en laboratoire.
- 3° L'évaporation lacunaire et l'absorption végétale accélèrent le rabattement de la nappe en période chaude.

Il faut donc admettre, en conclusion, que dans l'état actuel des connaissances relatives aux propriétés physiques des sols et surtout dans les terrains très variés du Plateau suisse, la détermination numérique de ces propriétés ne permet pas, sans autre, de conduire au calcul mathématique des dimensions d'un ouvrage d'assainissement.

L'étude de ces propriétés, indispensable lors de travaux d'une certaine importance, doit par contre permettre l'appréciation empirique par l'auteur du projet.

Elle doit surtout servir de base à une étude comparative avec le fonctionnement connu de systèmes d'assainissement dans des sols comparables à ceux faisant l'objet d'un projet.

### **Schlußfolgerungen des Artikels von Herrn Dr. P. Regamey**

(Übersetzung)

Drei hauptsächlichste Fehlerquellen treten bei der Dimensionierung von Entwässerungsobjekten an Hand der physikalischen Bodeneigenschaften und der Niederschlagsverhältnisse auf. Diese Fehler sind systematisch und summieren sich. Sie bedingen sämtliche eine übergroße Bemessung der Entwässerungsanlagen.

1. Der Wasseranstieg im Boden ist nicht proportional zur Niederschlagshöhe, sondern hängt allein von der oft nur geringen oder ganz ausbleibenden versickernden Wassermenge ab.
2. Die auf die Gefällseinheit bezogene Filtrationsgeschwindigkeit  $K$  erfährt beträchtliche Schwankungen von Ort zu Ort, selbst bei Böden von gleichmäßiger Kornzusammensetzung.  $K$  ist im Feld immer größer als bei den im Laboratorium untersuchten Bodenmustern.

3. Die Verdunstung im Porenraum sowie der Wasserverbrauch der Vegetationsdecke beschleunigen das Abfallen des Grundwassers besonders bei warmer Witterung.

Es muß gefolgert werden, daß beim heutigen Stand unserer Kenntnisse über die physikalischen Bodeneigenschaften, insbesondere für die sehr ungleichförmigen Böden des schweizerischen Mittellandes, die zahlenmäßige Erfassung dieser Faktoren nicht ohne weiteres eine mathematische Berechnung der Kaliber von Entwässerungsleitungen gestattet. Die Untersuchung der Bodeneigenschaften ist bei Arbeiten von einem gewissen Umfang unerläßlich; sie gestattet jedoch den Sachverständigen nur eine empirische Beurteilung.

Derartige Untersuchungen müssen dagegen die Unterlage zu Vergleichen mit den Wirkungen bereits erstellter Anlagen bilden. Die Bodenverhältnisse der letzteren sollen selbstverständlich denjenigen des vorliegenden neuen Projektes möglichst ähnlich sein. Lü.

## **Planungsaufgaben im Kanton Aargau**

W. Weber, dipl. Ing. Die Regionalplanung Baden und Umgebung hat in ihren Untersuchungen über die bauliche Entwicklung der Gemeinden sehr unterschiedliche Verhältnisse vorgefunden. So ist das Baugebiet heute schon rechtskräftig durch Zonenpläne festgelegt in den Gemeinden Baden, Wettingen, Ennetbaden, Neuenhof und Obersiggenthal. Einige weitere Gemeinden haben Zonenpläne in Bearbeitung. Besondere Erwähnung verdienen dabei die Bestrebungen, das Baugebiet nach außen zu begrenzen, um die Erschließungsmaßnahmen der Gemeinden auf ein tragbares Maß zu beschränken.

Die Regionalplanung hat in ihrer bisherigen Tätigkeit besonderes Gewicht darauf gelegt, den Gemeinden bei dieser Abgrenzung des Baugebietes behilflich zu sein. Sie tat dies vor allem durch Aufklärung der Bevölkerung anlässlich von zahlreichen orientierenden Versammlungen in den Gemeinden. Diese Aufgabe ist keine leichte, ist doch die Einsicht noch selten, wonach nicht ohne weiteres in allen Teilgebieten des Gemeindebannes ein Wohnhaus erstellt werden dürfte.

Wichtig sind nun die bisher gemachten Erfahrungen im Kanton Aargau. So hat die Gemeinde Ennetbaden im Jahre 1950 eine Zonenordnung mit Zonenplan beschlossen, welche in der Folge zwei Bundesgerichtsentscheiden rief. Demnach kann das Bauen außerhalb des Baugebietes nach Zonenplan grundsätzlich zwar nicht verhindert werden; die Gemeinde ist aber berechtigt und verpflichtet, für solche Bauvorhaben die Anschlüsse an ihre Werkleitungen zu verweigern. Es genügt also nicht, daß der Bauinteressent die Leitungen bis zum Anschluß an die Gemeindeleitungen selber bezahlt, sondern er müßte für selbständige Beschaffung des Trinkwassers und unschädliche Beseitigung des Abwassers