

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:	12
Artikel:	Contribution théorique à l'étude du déclenchement des irrigations
Autor:	Benhsain, F.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-227112

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: 12.02.2026

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

pro Grenzstein ergeben. Die Arbeit hätte mindestens zwei Jahre in Anspruch genommen.

Das Meliorations- und Vermessungsamt Graubünden hat zwei Jahre nach der Vermarkung 527 Punkte überprüft.

476 Punkte = 90,3% waren fest; bei 83 Punkten fehlte der Abschlußknopf.

29 Punkte = 5,5% sind von Anfang an in sehr steinigen Boden schief eingeschlagen worden.

16 Punkte = 3,0% waren entfernt.

6 Punkte = 1,2% waren am Kopf beschädigt.

Grenzmarken, deren Abschlußknopf fehlt oder deren Kopf beschädigt ist, sind als Grenzpunkte weiterhin unmißverständlich erkennbar und ebenso haltbar wie die vollständigen Marken. Es ist ferner höchstens ein Schönheitsfehler, wenn die Marken schief stehen. Nur Punkte, deren Kopf zu weit vorstand, weil sie wegen steinigem oder felsigem Untergrund nicht tief genug eingeschlagen worden waren, sind ausgerissen worden. Am vorstehenden Kopf können der Schneepflug oder die Mähdreschmaschine einhängen. Im moorigen Boden hätte man längere Marken mit Spreizanker verwenden sollen.

Die Grundeigentümer sind über das Verfahren und die Grenzpunktversicherung sehr befriedigt. Sie wissen, daß

fehlende Punkte nötigenfalls vom Fachmann einwandfrei rekonstruiert werden können.

Orthophotos

Das Gebiet der Alp Flix ist stark parzelliert, hat aber sehr wenig Situationselemente. Man kann sich vorstellen, daß es äußerst schwierig sein dürfte, sich im Gelände mit einem Grundbuchplan 1:2000 über den Verlauf der Grenzen zu orientieren. Deshalb soll hier geprüft werden, wieweit Orthophotos als Unterlage eines transparenten Planes, der die Grenzen enthält, nicht bessere Dienste leisten. Dabei sind Reproduktions-, Nachführungs- und Wirtschaftlichkeitsfragen zu prüfen. Wie erwähnt, sind darüber ebenfalls Versuche im Gange.

Abschließende Bemerkungen

Wenn auch die ursprüngliche, wissenschaftliche Zielsetzung nicht erreicht wurde, hat der Versuch doch eine Reihe praktischer Erfahrungen vermittelt. Nicht alle sind neu: daß der Bildflug und die damit verbundenen Risiken, die das Unternehmen und nicht der Verursacher zu tragen hat, eines der wesentlichsten Probleme der praktischen Photogrammetrie sein dürfte, wurde bestätigt.

Contribution théorique à l'étude du déclenchement des irrigations*

F. Benhsain

Résumé

Pour l'alimentation en eau des cultures dans de bonnes conditions, il faut préciser les moments propices, c'est-à-dire les valeurs des limites (d'humidité critique H_c et la capacité de rétention maximum H_r) d'humidité d'un sol favorables pour le déclenchement et l'arrêt des irrigations.

Si à l'instant $t = o$, on considère la réserve d'eau dans un sol égale à la capacité utilisable U , cette réserve diminue jusqu'à une réserve $R(t)$ à un instant t . Cette diminution due aux consommations $DP(t)$ des cultures, définit les lois de dessèchement traduites par :

$$U - R(t) = DP(t) \text{ et } \frac{U}{R(t)} = e^{\frac{DP(t)}{U}}$$

Ces lois de dessèchement permettent d'établir des relations entre la variation ΔH_o ($\Delta H_o = H_{or} - H_o$, H_o étant l'humidité du sol à l'instant t) d'une parcelle témoin pour le déclenchement, et les variations ΔH_i ($\Delta H_i = H_{ri} - H_i$, H_i étant l'humidité à l'instant t) des parcelles d'une micro-région d'un périmètre d'irrigation, suivant différentes situations pédologiques, culturelles et les dates de dernier arrosage.

Procédant à partir de la parcelle témoin pour le déclenchement des irrigations, lorsque ΔH_o atteint la valeur critique ΔH_{oc} ($\Delta H_{oc} = H_{or} - H_{oc}$), nous pouvons déterminer les moments opportuns des arrosages des autres parcelles en comparant les ΔH_i (calculées en fonction de ΔH_o) et les ΔH_{ci} définies à partir de H_{ri} et H_{ci} . Ce procédé est réalisable grâce à la classification des parcelles suivant leurs situations pédologiques, culturelles et les dates de dernier arrosage, classification facilitée par l'application de la théorie des ensembles.

Zusammenfassung

Um die Bewässerung von Kulturpflanzen unter optimalen Bedingungen durchzuführen, müssen die dafür günstigen Zeitpunkte festgelegt werden, das heißt, es müssen die für die Auslösung und Unterbrechung der Wasserzufuhr günstigen Grenzwerte der Bodenfeuchtigkeit bestimmt werden (kritischer Wassergehalt H_c und maximale Aufnahmekapazität H_r).

Es sei zu einem bestimmten Zeitpunkt $t = o$ der vorhandene Wasservorrat in einem Boden gleich der nutzbaren Wassermenge U . Dieser Vorrat reduziert sich bis zum Zeitpunkt t auf einen Vorrat $R(t)$. Diese durch den Wasserverbrauch $DP(t)$ der Pflanzen bedingte Abnahme gehorcht den Austrocknungsgesetzen, die sich folgendermaßen formulieren lassen:

$$U - R(t) = DP(t) \text{ und } \frac{U}{R(t)} = e^{\frac{DP(t)}{U}}$$

Diese Gesetzmäßigkeit ermöglicht es, unter Berücksichtigung der verschiedenen Verhältnisse betreffend Bodenqualität, Kulturart und Datum der letzten Bewässerung Beziehungen herzuleiten zwischen der Differenz ΔH_o ($\Delta H_o = H_{or} - H_o$, wobei H_o die Bodenfeuchtigkeit zur Zeit t bedeutet) einer für die Auslösung der Bewässerung maßgebenden Versuchsparzelle einerseits und der Differenz ΔH_i ($\Delta H_i = H_{ri} - H_i$, wobei H_i gleich der Feuchtigkeit zur Zeit t ist) der Grundstücke eines Sektors des Bewässerungsperimeters anderseits.

Wenn in der Versuchsparzelle die Größe ΔH_o den kritischen Wert ΔH_{oc} erreicht ($\Delta H_{oc} = H_{or} - H_{oc}$), ist es möglich, die für die Bewässerung der übrigen Parzellen zweckmäßigen Zeitpunkte zu bestimmen, indem die ΔH_i (als Funktion von ΔH_o) und die ΔH_{ci} miteinander verglichen werden, wobei ΔH_i und ΔH_{ci} von H_{ri} beziehungsweise H_{ci} hergeleitet werden. Dieses Verfahren ist dank der Klassifizierung der Parzellen nach Gesichtspunkten der Bodenkunde, Kulturart und Datum der letzten Bewässerung möglich, wobei diese Klassifizierung durch die Anwendung der Mengenlehre bedeutend erleichtert wird.

* Extrait de la thèse présentée à l'EPFL en juin 1974.

1. Introduction

Les irrigations prennent une grande extension dans les zones arides et semi-arides (irrigations fondamentales) et dans les zones dites «humides» (irrigations de complément). Jusqu'à ces dernières années, l'usage de l'irrigation n'était réservé qu'aux régions arides ou semi-arides, régions où l'absence de l'eau interdit toute intensification de la production agricole. Par contre dans les régions humides, celles où les précipitations moyennes sont suffisantes pour permettre une intensification convenable, l'intérêt de l'irrigation ne semble nullement évident. Mais, pour faire face aux accroissements prévisibles de la population et de ses besoins, ainsi qu'à la diminution progressive de la surface agricole utile par habitant (SAU), un accroissement des rendements cultureaux, correspondant aux nécessités d'une intensification, apparaît impératif. La production et le rendement de matières sèches étant liés à l'évapotranspiration (pendant la période de végétation), l'irrigation et la conduite de l'irrigation apparaissent incontestablement comme les principaux facteurs d'une intensification de la production agricole.

Cette intensification et la sauvegarde de la stabilité de la production ne peuvent être maintenues sans une planification rationnelle, sans une bonne conduite des irrigations, basées sur une information sûre et parfaite s'appuyant sur une étude des facteurs qui agissent sur le comportement des plantes cultivées vis-à-vis de l'eau du sol et qui conditionnent l'approvisionnement en eau de ces plantes. Pour que cet approvisionnement puisse se faire dans de bonnes conditions, il faut préciser des moments propices, c'est-à-dire les valeurs des limites d'humidité favorables au déclenchement et à l'arrêt des irrigations.

La connaissance de l'époque des arrosages et du volume des doses d'arrosage implique le choix d'une méthode rationnelle d'avertissement. On connaît actuellement trois types de méthodes susceptibles d'être à la base d'un système d'avertissement.

Une première méthode directe fondée sur la mesure de l'humidité, consiste à surveiller l'abaissement du taux d'humidité de la couche de sol explorée par les racines jusqu'à un niveau-plancher d'humidité du sol tolérable obtenue à partir d'essais cultureaux sur divers sols et portant sur diverses plantes cultivées. Mais le prix de revient d'une telle méthode, dans certains contextes, sont d'un coût prohibitif, vu le nombre de mesures qu'il faut effectuer sur un bon nombre de parcelles d'un périmètre d'irrigation pour aboutir à un résultat satisfaisant.

Une deuxième méthode directe est basée sur la détermination des bilans d'eau effectués périodiquement dans des lysimètres dispersés dans les cultures auxquelles doivent s'appliquer les avertissements. Pour se faire, des essais cultureaux devront auparavant être entrepris pour évaluer, dans chaque cas particulier, la fraction des besoins en eau maximas déterminés en lysimètres. Mais cette méthode, bien qu'efficace, entraîne une lourde charge représentée par la conduite des lysimètres.

Une troisième méthode indirecte est fondée sur l'évaluation des consommations en eau des plantes. Cette évaluation est obtenue à la suite d'essais cultureaux permettant d'établir une fonction reliant le rendement de chaque culture aux apports d'eau, pendant une période considérée, déterminée à partir de l'évapotranspiration potentielle calculée pour la

même période. Cette méthode adoptée dans le Bas-Rhône Languedoc n'est pas directement transposable dans une autre région.

Dans le cas de notre travail de thèse, nous nous sommes proposés d'apporter une contribution théorique à l'étude du déclenchement des arrosages des parcelles d'un périmètre d'irrigation à partir d'une parcelle témoin en tenant compte de leurs différentes situations climatiques, pédologiques et culturelles.

Nous avons défini les limites d'irrigation, le moment opportun et l'arrêt des arrosages, en considérant les paramètres climatiques, pédologiques et cultureaux qui peuvent entrer en ligne de compte.

Nous avons établi des lois de dessèchement qui permettent de connaître la teneur en eau d'un sol se trouvant dans une situation climatique, pédologique et culturelle donnée.

Nous avons ensuite appliqué la théorie des ensembles et ces lois de dessèchement pour la détermination des relations entre les variations d'humidité des différents sols se trouvant dans différentes situations climatiques, pédologiques et culturelles.

Nous avons étudié le déclenchement des arrosages des parcelles d'un périmètre d'irrigation à partir d'une parcelle témoin.

Nous avons enfin appliqué un avertissement faisant intervenir le calcul matriciel, la théorie des ensembles et les différentes relations entre les variations d'humidité.

2. Lois de dessèchement

Le déclenchement des irrigations est conditionné par plusieurs facteurs: facteurs d'ordre climatique (évapotranspiration, précipitation), facteurs d'ordre pédologique (caractéristiques hydrodynamiques du sol), facteurs d'ordre culturel (profondeur des racines, coefficient de cultures), c'est-à-dire l'humidité du volume de terre occupé par les racines et le milieu climatique déterminé par les précipitations et l'évapotranspiration.

Examinant les conditions d'humidité du sol nécessaires et suffisantes pour une bonne alimentation en eau des plantes végétales, certains chercheurs (Hallaire en France et Rode en Russie) estiment que, dans le sol, l'eau reste assimilable par les plantes, entre une limite inférieure ou humidité critique H_c (correspondant à la rupture des films liquides pour Hallaire et à l'humidité de rupture du lien capillaire pour Rode) et une limite supérieure, la capacité de rétention maximum H_r .

Ces limites d'humidité H_r et H_c , définissant une situation pédologique donnée, permettent de déterminer la réserve d'eau facilement utilisable ou capacité utilisable U pour une culture déterminée.

$$U = 0.01 \gamma (H_r - H_c) \cdot h \sim 3.10^{-3} \cdot H_r \cdot h \cdot \gamma$$

ou:

γ Densité apparente du sol supportant la culture donnée (sans dimension)

h Profondeur des racines de cette culture (mm)

H_r Capacité de rétention maximum du sol (%)

H_c Humidité critique du sol définie ci-dessus (%)

Un sol qui ne bénéficie pas d'apport d'eau, se dessèche. A un instant t , la phase de dessèchement du sol peut être définie par les deux lois de dessèchement suivantes:

2.1 Première loi de dessèchement

Cette loi est obtenue par extension de l'avertissement basé sur une dose fixe et fréquence variable.

A l'instant $t_o = o$, après un arrosage, la réserve dans le sol pour une certaine culture sera égale à U . Après un temps t , U va diminuer jusqu'à une réserve $R(t)$ pour autant que

$$A \sum_{i=1}^n ETP_i(t) > \sum_{i=1}^n P_i(t)$$

où:

A Coefficient de culture dépendant du stade végétatif
 ETP_i Valeur de l'évapotranspiration potentielle au jour i (mm)
 P_i Valeur de la pluie éventuelle du jour i (mm)
 n Nombre de jours compris entre $t_o = o$ et t , après lesquels la réserve $R(t)$ est atteinte

A l'instant t , la phase de dessèchement du sol est définie par

$$U - R(t) = A \sum_{i=1}^n ETP_i(t) - \sum_{i=1}^n P_i(t)$$

En posant $DP(t) = A \sum_{i=1}^n ETP_i(t) - \sum_{i=1}^n P_i(t)$, la première loi de dessèchement est traduite par

$$U - R(t) = DP(t)$$

Ainsi, si H est l'humidité du sol à l'instant t , la réserve $R(t)$ peut s'écrire

$$R(t) = 0.01 \gamma (H - H_c) h \text{ et} \\ U - R(t) = 0.01 \gamma (H_r - H) h = 0.01 \gamma \Delta H \cdot h = DP(t)$$

$$\text{D'où } \Delta H = 100 \cdot \frac{DP(t)}{\gamma \cdot h}$$

2.2 Deuxième loi de dessèchement

Elle est obtenue par extension de la loi de Thornthwaite sur le bilan hydrologique d'une région définie par l'équation différentielle

$$\frac{d\alpha}{d\lambda} = \alpha \text{ avec}$$

$$\alpha = \frac{R(t)}{U} \quad R(t) \text{ étant la réserve dans le sol à un instant } t$$

$$\lambda = \frac{D(t)}{U} \quad D(t) = A \sum_{i=1}^n ETP_i(t) - \sum_{i=1}^n P_i(t)$$

L'intégrale générale de l'équation différentielle s'écrit

$$\alpha = e^{\lambda + C}$$

C Constante que l'on peut obtenir en se basant sur les valeurs initiales de $R(t)$ et $D(t)$ à $t_o = o$

Si à l'instant $t_o = o$, $R(t) = U$, alors $\alpha = 1 = e^C$ (puisque à $t_o = o$, $D(t_o) = o$). D'où $C = o$ et dans ce cas-là, la deuxième loi est traduite par

$$\alpha = e^\lambda \\ \text{avec } R(t_o) = U$$

et l'on a

$$\frac{R(t)}{U} = e \frac{D(t)}{U} = \frac{0.01 \gamma (H - H_c) h}{0.01 \gamma (H_r - H_c) h} = \frac{H - H_c}{H_r - H_c}$$

$$\text{Si l'on pose } H_r - H_c = T, \text{ alors } \frac{H - H_c}{T} = 1 - \frac{H_r - H}{T} = 1 - \frac{\Delta H}{T}$$

D'où enfin

$$\Delta H = T \left(1 - e \frac{D(t)}{U} \right)$$

3. Relations, à un instant donné, entre les variations d'humidité des sols se trouvant dans différentes situations climatiques, pédologiques et culturelles

Les deux lois de dessèchement, définies précédemment, nous permettent de déterminer, à un instant donné, la variation de la teneur en eau ΔH d'un sol se trouvant dans une situation pédologique et culturelle donnée, définie par la capacité utilisable U et par le coefficient de culture dépendant du stade de développement et dans une situation climatique donnée, définie par les précipitations P et l'évapotranspiration potentielle ETP .

Mais en fonction de ces lois, quelles sont les différentes relations qui peuvent exister à un instant donné entre les variations d'humidité des sols se trouvant dans différentes situations climatiques, pédologiques et culturelles? Autrement dit, quelles sont les relations $\Delta H = f(\Delta H_o)$ qui peuvent exister entre un sol S supportant une culture C (capacité utilisable U) et se trouvant dans un milieu climatique défini par $DP(t)$ ou $D(t)$ et un sol S_o supportant une culture C_o (capacité utilisable U_o égale ou différente de U) et se trouvant dans un milieu climatique défini par $DP_o(t) = ou \neq de DP(t)$ ou $D_o(t) = ou \neq D(t)$?

3.1 Relation générale

(cas où les sols S et S_o se trouvent dans des situations totalement différentes)

3.1.1 Cas de la première loi de dessèchement

Données: $\Delta H_o = 100 \frac{DP_o(t)}{\gamma_o \cdot h_o}$ pour S_o

Problème: $\Delta H = f(\Delta H_o)$? pour $S \neq S_o$

Solution: $\Delta H = 100 \times \frac{DP(t)}{\gamma \cdot h}$

$$\text{D'où } \Delta H = \Delta H_o \cdot \frac{DP(t) / DP_o(t)}{\frac{\gamma}{\gamma_o} \cdot \frac{h}{h_o}}$$

3.1.2 Cas de la deuxième loi de dessèchement

Données: $\Delta H_o = T_o \left(1 - e \frac{D_o(t)}{U_o} \right)$ pour S_o

Problème: $\Delta H = f(\Delta H_o)$? pour $S \neq S_o$

$$\cdot \delta \cdot \frac{D(t) / D_o(t)}{\frac{\gamma}{\gamma_o} \cdot \frac{h}{h_o}}$$

$$\text{Solution: } \Delta H = \frac{\Delta H_o}{\delta} \cdot \frac{1 - K_o}{1 - K_o}$$

$$\delta = \frac{T_o}{T}$$

$$K_o = e \frac{D_o(t)}{U}$$

3.2 Représentation mathématique des différentes relations entre les variations d'humidité des sols S et S_o

Représentons une micro-région d'un périmètre d'irrigation par une classe d'ensembles M , comprenant plusieurs ensembles $X_{i,j}$ ($X_{1,j}$ définissant l'ensemble situation climatique, $X_{2,j}$ l'ensemble situation pédologique, $X_{3,j}$ l'ensemble situation culturelle).

Nous avons

$$M = \{X_{i,j}\}$$

$i = 1, 2, 3$ suivant l'une ou l'autre des situations

$i = 1, 2$ suivant que l'on applique la 1^{re} ou la 2^e loi de dessèchement

avec

$$X_{1,j} = \{(a, x_1)_j\}$$

$(a, x_1)_j$ étant les éléments de $X_{1,j}$ avec

$$a_1 = DP_o(t) \text{ et } x_{11} = DP(t)$$

$$a_2 = D_o(t) \text{ et } x_{12} = D(t)$$

$$X_{2,j} = \{(b, x_2)_j\}$$

$(b, x_2)_j$ étant les éléments de l'ensemble $X_{2,j}$ avec

$$b_1 = \gamma_o \text{ et } x_{21} = \gamma$$

$$b_2 = u_o \cdot v_o = T_o \cdot \gamma_o \text{ et } x_{22} = u \cdot v = T \cdot \gamma$$

$$X_{3,j} = \{(c, x_3)_j\}$$

$(c, x_3)_j$ étant les éléments de l'ensemble $X_{3,j}$ avec

$$c_1 = h_o = c_2 \text{ et } x_{31} = h = x_{32}$$

3.2.1 Cas de la première loi de dessèchement

Formule mathématique généralisée

$$\Delta H_o = \Delta H_o \cdot \frac{\frac{x_{11}}{a_1}}{\frac{x_{21}}{b_1} \cdot \frac{x_{31}}{c_1}}$$

Considérons les différents cas de situations de S par rapport à S_o que l'on peut rencontrer dans une micro-région

$$1 - \frac{\text{Cas où } x_{11} = a_1, x_{21} = b_1, x_{31} = c_1}{\Delta H = f_{11}(\Delta H_o) = \Delta H_o}$$

$$8 - \frac{\text{Cas où } x_{11} \neq a_1, x_{21} \neq b_1, x_{31} \neq c_1}{\frac{x_{11}}{a_1}} \text{ : formule généralisée}$$

$$\Delta H = f_{81}(\Delta H_o) = \Delta H_o \cdot \frac{\frac{x_{11}}{a_1}}{\frac{x_{21}}{b_1} \cdot \frac{x_{31}}{c_1}}$$

3.2.2 Cas de la deuxième loi de dessèchement

$$1 - \frac{\text{Cas où } x_{12} = a_2, x_{22} = b_2, x_{32} = c_2}{\Delta H = f_{12}(\Delta H_o) = \Delta H_o}$$

$$8 - \frac{\text{Cas où } x_{12} \neq a_2, x_{22} \neq b_2, x_{32} \neq c_2}{\Delta H = f_{82}(\Delta H_o) = \Delta H_o \cdot \frac{u}{u_o} \cdot \frac{1 - K_o}{1 - K_o} \cdot \frac{\frac{x_{12}}{a_2}}{\frac{x_{22}}{b_2} \cdot \frac{x_{32}}{c_2}}}$$

4. Déclenchement des irrigations

Représentons maintenant la micro-région M comme une classe d'ensembles de parcelles $P_{i,j}$ pour lesquelles certaines propositions $\pi_{i,j}$ sont vraies et d'un ensemble B_j définissant une parcelle témoin:

$$M = \{B_j, P_{i,j}\}$$

$j = 1, 2$ pour l'application de l'une ou l'autre des lois de dessèchement

$i = 1, 8$ pour l'application des $\pi_{i,j}$ propositions correspondant aux huit combinaisons d'ensembles parcelles $P_{i,j}$ par rapport à B_j

$$B_j = \{(a, b, c)_j\}$$

$$P_{i,j} = \{(x_1, x_2, x_3)_{i,j} : \pi_{i,j}\}$$

Les propositions $\pi_{i,j}$ permettent d'établir une classification des parcelles $p_{i,j}$ en fonction de la parcelle témoin B_j .

Nous aurons pour la première loi de dessèchement suivant que $x_{11} = \text{ou} \neq a_1$, $x_{21} = \text{ou} \neq b_1$, $x_{31} = \text{ou} \neq c_1$, huit ensembles classes parcelles $P_{11} = \{p_{11}\}$ à $P_{81} = \{p_{81}\}$ suivant les propositions $\pi_{j,1}$.

Nous aurons de même pour la deuxième loi de dessèchement suivant que $x_{12} = \text{ou} \neq a_2$, $x_{22} = \text{ou} \neq b_2$, $x_{32} = \text{ou} \neq c_2$, huit ensembles classes parcelles $P_{12} = \{p_{12}\}$ à $P_{82} = \{p_{82}\}$ suivant les propositions $\pi_{i,2}$.

Par ailleurs, pour chaque élément de l'ensemble classes parcelles $P_{i,j}$, nous pouvons déterminer les relations existantes avec les éléments de l'ensemble B_j . D'autre part, en fonction des éléments de l'ensemble B_j , nous pouvons connaître la variation d'humidité $(\Delta H_o)_j$ à un instant t . Et $(\Delta H_o)_j$ devient alors un élément de B_j .

$$B_j = \{(a, b, c, \Delta H_o)_j\}$$

En fonction des nouveaux éléments $(\Delta H_o)_j$ et tenant compte des relations $\Delta H = f(\Delta H_o)$ déterminant les propositions $\pi_{i,j}$ les ensembles $P_{i,j}$ seront caractérisés, à l'instant t , par de nouveaux éléments $(\Delta H)_{i,j} = f_{i,j}(\Delta H_o)_{i,j}$ pour lesquelles les propositions $\pi_{i,j}$ sont vraies.

Alors

$$P_{i,j} = \{(x_1, x_2, x_3, \Delta H)_{i,j} : \pi_{i,j}\}$$

Ainsi dans le cas de la 1^{re} loi de dessèchement, nous aurons

$$P_{11} = \{x_{11}, x_{21}, x_{31}, \Delta H_{11} = f_{11}(\Delta H_o)\} \text{ correspondant à } \{p_{11}\}$$

$$P_{81} = \{x_{12}, x_{22}, x_{32}, \Delta H_{81} = f_{81}(\Delta H_o)\} \text{ correspondant à } \{p_{81}\}$$

De même dans le cas de la 2^e loi de dessèchement, nous aurons

$$P_{12} = \{x_{12}, x_{22}, x_{32}, \Delta H_{12} = f_{12}(\Delta H_o)\} \text{ correspondant à } \{p_{12}\}$$

$$P_{82} = \{x_{12}, x_{22}, x_{32}, \Delta H_{82} = f_{82}(\Delta H_o)\} \text{ correspondant à } \{p_{82}\}$$

Nous pouvons donc déterminer, à chaque instant t , les variations d'humidité $(\Delta H)_{i,j}$ des parcelles $p_{i,j}$ se trouvant dans différentes situations climatiques, pédologiques et culturelles par rapport à une situation climatique, pédologique et culturelle témoin.

Pour le déclenchement des irrigations sur les parcelles $p_{i,j}$ après celui de la parcelle témoin, il suffit de comparer les $(\Delta H)_{i,j}$ avec les $(\Delta H_c)_{i,j}$ correspondantes, les $(\Delta H_c)_{i,j}$ étant les variations d'humidité critiques obtenues en posant $(\Delta H_c)_{i,j} = (H_r - H_c)_{i,j}$

5. Conclusion

Les lois de dessèchement et les différentes relations entre les variations d'humidité des sols (se trouvant dans différentes situations climatiques, pédologiques et culturelles) permettent, pour une micro-région d'un périmètre d'irrigation :

- de connaître, à un instant t , le $(\Delta H_o)_j$ d'une parcelle témoin B_j pour le déclenchement des irrigations,

– de déterminer, au même instant t , les $(\Delta H)_{i,j}$ des parcelles $p_{i,j}$ en fonction de $(\Delta H_o)_j$ suivant leurs situations climatiques, pédologiques et culturelles.

Procédant à partir de la parcelle témoin B_j pour le déclenchement des irrigations lorsque $(\Delta H_o)_j$ atteint la valeur critique $(\Delta H_{oc})_j$ [avec $(\Delta H_{oc})_j = (H_{or} - H_{oc})_j$], nous pouvons déterminer le moment opportun de l'arrosage des parcelles $p_{i,j}$ en comparant les $(\Delta H)_{i,j}$ calculées en fonction de $(\Delta H_o)_j$ et les $(\Delta H_c)_{i,j}$ définies à partir de $(H_r, H_c)_{i,j}$. Ce procédé est réalisable grâce à la classification des parcelles $p_{i,j}$ par rapport à la parcelle témoin suivant leurs différentes situations climatiques, pédologiques et culturelles, cette classification étant facilitée par l'application de la théorie des ensembles.

Patentierung von Ingenieur-Geometern

Aufgrund der bestandenen Prüfungen wurde den nachgenannten Herren der Ausweis als «Patentierter Ingenieur-Geometer» erteilt:

Ensuite d'examens subis avec succès, le titre d'«ingénieur-géomètre breveté» a été décerné à MM.:

- Barblan Reto, de Ramosch
- Bregy German, von Turtmann
- Burri Otto, von Luzern und Malters
- Conrad Urs, von Sils im Domleschg
- von Däniken Peter, von Bellach und Kestenholz
- Dorfsmid Josef, von Oberentfelden
- Ebinger Jean-Paul, von Vich
- Frischknecht Werner, von Herisau
- Geiger Heinz, von Zürich
- Imhof Paul, von Lax und Ernen
- Jauch Walter, von Altdorf UR
- Jaunin François, de Fey
- Kuonen Markus, von Guttet
- Leuenberger Christian, von Dürrenroth
- Loretan Rudolf, von Leukerbad

Ingénieurs-géomètres brevetés

- Luzi Georg, von Scheid
- Meier Walter, von Flaach
- Müller Beat, von Uesslingen
- Müller Erwin, di Vicosoprano
- Perrin Michel, de Payerne
- Perrinjaquet Marcel, von Travers
- Rusterholz Jakob, von Wädenswil
- Schneiter Rudolf, von Basel und Amsoldingen BE
- Siegerist Christoph, von Schaffhausen
- Signer Rolf, von Appenzell
- Steurer Rudolf, von St. Antönien Rüti
- Stockmann Walter, von Luzern und Sarnen
- Stutz Peter, von Arni-Islisberg
- Terribilini Claudio, di Vergeletto
- Thommen Rolf, von Eptingen
- Werder Rudolf, von Aarau und Schinznach Bad
- Widmer Jakob, von Winterthur

Bern, den 21. Oktober 1974

Berne, le 21 octobre 1974

*Eidgenössisches Justiz- und Polizeidepartement
Département fédéral de justice et police*

Veranstaltungen

ISP Kommission III

Symposium vom 2. bis 6. September 1974 in Stuttgart

Als Organisator des Symposiums durfte Prof. Ackermann über 100 Teilnehmer aus 23 Ländern begrüßen. Trotz sehr konzentriertem Programm konnte eine ganze Reihe von Papers nicht vorgetragen werden; ein Hinweis auf das große Interesse am Problemkreis der Kommission III. Die ersten zwei Tage waren Problemen der Aerotriangulation gewidmet. Eines der Hauptthemen war die Einführung zusätzlicher Parameter in die Blockausgleichungen, um damit die systematischen Fehler besser in den Griff zu bekommen. Die erreichte Genauigkeitssteigerung von 20–40% hat dazu beigetragen, daß die Einführung solcher zusätzlicher Parameter nicht mehr umstritten ist. Unklarheit herrscht allerdings noch über Anzahl und Art der Parameter. Zu diesem Thema berichteten Anderson (USA), Mikhail (USA), Hvildegaard (Dänemark), Brown (USA), Salmenperä (Finnland), Schut (Canada), Bauer (Bundesrepublik), Ebner (Bundesrepublik), Otepka (Österreich).

Über Meßprobleme auf Komparatoren und Analoggeräte berichtete Williams (Südafrika), während Mark (DDR) auf die systematischen Komparatorfehler hinwies.

Daß terrestrische Triangulationen auch photogrammetrisch durchgeführt werden können, erstaunt weiter nicht, wenn man weiß, welche Genauigkeiten heute die analytische Photogrammetrie hervorbringt. Darüber war ein Paper von Ackermann (Bundesrepublik) vorgelegt.

Mehr theoretischen Problemen der Blocktriangulation war der Bericht von Alpar (Ungarn) gewidmet, während Ebner (Bundesrepublik) über Analyse von Kovarianzmatrizen vortrug. Sehr aufschlußreich waren auch die Ergebnisse von Klein (Bundesrepublik), der über Blockausgleichungen mit APR berichtete.

Die Diskussionen zeigten, daß die analytische Photogrammetrie heute weltweit in der Praxis angewendet wird. Bei vergleichenden Studien über die verschiedenen Verfahren