



n° 15258

## SOMMAIRE

<b>PREFACE</b>	<b>3</b>
<b>R. BELAMIE, B. VOLLAT - Etude de la qualité des eaux de drainage. Périmètre expérimental d'Arrou (Eure-et-Loir)</b>	<b>5</b>
<b>T. GUERIN - Diagnostic de risque de lessivage d'azote en fin de campagne culturale. Comparaison d'une parcelle drainée et d'une parcelle témoin non drainée</b>	<b>45</b>
<b>D. ZIMMER - La tranchée de drainage : étude bibliographique</b>	<b>85</b>
<b>G. GUYON - Hydraulique des nappes drainées : une nouvelle expression de la hauteur équivalente</b>	<b>131</b>
<b>B. LESAFFRE - A propos des coefficients de forme de la nappe libre drainée : une nouvelle expression du coefficient P</b>	<b>175</b>
<b>Liste des publications parues depuis 1980 dans le Bulletin Technique du Génie Rural, les Etudes du CEMAGREF et les Informations Techniques du CEMAGREF dans le domaine du drainage agricole</b>	<b>181</b>

**ETUDE DE LA QUALITÉ DES EAUX DE DRAINAGE.  
PERIMETRE EXPERIMENTAL D'ARROU (Eure-et-Loir)**

R. BELAMIE et B. VOLLAT

*CEMAGREF, division «Qualité des Eaux, pêche et pisciculture»  
3 quai Chauveau, 69009 Lyon, France*

**SOMMAIRE :**

- I. INTRODUCTION :
- II. MATERIEL ET METHODES
  - II.1. Mesures hydrométriques
  - II.2. Echantillonnage
- III. ETUDE DU COMPORTEMENT DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE
  - III.1. Bilan des pertes à l'exutoire et variations saisonnières des concentrations.
    - III.1.1. L'AZOTE
      - Bilan des pertes à l'exutoire
      - Variations saisonnières des concentrations :
        - Les nitrates
        - L'azote ammoniacal et les nitrites
    - III.1.2. Le PHOSPHORE
      - Bilan des pertes à l'exutoire
      - Variations saisonnières des concentrations
  - III.2. Etude des relations concentrations débits
    - III.2.1. Etude détaillée de deux épisodes pluvieux
    - III.2.2. Etude de l'ensemble des épisodes de crue
  - III.3. Interprétation sommaire
- IV. QUALITÉ DES EAUX
  - IV.1. Etudes des teneurs moyennes
  - IV.2. Comparaison aux normes de qualité
  - IV.3. Répartition par classes
- V. CONCLUSION

## DIAGNOSTIC DE RISQUE DE LESSIVAGE D'AZOTE EN FIN DE CAMPAGNE CULTURALE. COMPARAISON D'UNE PARCELLE DRAINÉE ET D'UNE PARCELLE TEMOIN NON DRAINÉE

T. GUERIN

*CEMAGREF, division «Drainage et assainissement agricoles»  
Parc de Tourvoie, BP 121, 92164 Antony Cedex, France*

### R E S U M É

Le risque de lessivage d'azote, résultant de l'activité agricole, est étudié au cours de la campagne culturale d'un blé d'hiver sur une parcelle drainée et une parcelle témoin du dispositif expérimental d'Arrou mis en place par le CEMAGREF.

La méthode consiste à faire un bilan d'azote minéral a posteriori entre la sortie d'hiver et la récolte, ce qui permet de calculer le reliquat azoté du sol que l'on compare à sa valeur mesurée. Une analyse des phénomènes agissant sur l'azote, en particulier l'apport d'engrais, la minéralisation nette, le lessivage et l'absorption par le peuplement végétal, peut alors être faite.

Le suivi agronomique des parcelles, comprenant l'étude des facteurs et conditions de croissance, l'analyse de la courbe de réponse du rendement à l'azote et le contrôle des composantes du rendement permet d'émettre un diagnostic sur le rendement de la culture et son absorption d'azote. La parcelle drainée est suivie à l'interdrain et à proximité du drain afin de prendre en compte l'hétérogénéité propre d'une parcelle drainée.

Le caractère très pluvieux de la campagne 1982-83 induit des résultats fortement différenciés entre les deux situations, dus principalement au temps de présence de la nappe dans le sol (42 jours de présence en plot témoin contre 2 jours en plot drainé dans l'horizon labouré entre le 11 janvier et le 27 avril).

Pour un apport d'engrais azoté de 189 kg/ha en parcelle témoin et 177 kg/ha en parcelle drainée, le rendement atteint respectivement 30 qx/ha et 65 qx/ha. Le reliquat azoté du sol à la récolte mesuré sur la profondeur d'enracinement (respectivement 55 cm, 95 cm en interdrain et 90 cm au drain) est très variable (respectivement 80 kg/ha, 48 kg/ha, 45 kg/ha). La prévision du reliquat est beaucoup plus élevée encore (respectivement 175 kg/ha, 122 kg/ha et 108 kg/ha) et prouve que l'adéquation du bilan a posteriori est meilleure en parcelle drainée qu'en parcelle témoin, et en position drain qu'en position interdrain. La valeur de l'efficacité calculée sur la profondeur d'enracinement (respectivement 0,35, 0,62 et 0,67) montre qu'une très faible partie de l'azote du sol est utilisée par la plante.

Le temps de présence de la nappe dans le sol semble le principal facteur responsable de ces médiocres résultats. L'excès d'eau, entraînant l'anaérobiose, limite la croissance et le fonctionnement des racines, perturbe l'absorption d'azote et agit sur la croissance et le développement de la plante entière. En conditions anaérobies, la nitrification n'est plus possible et en conséquence le lessivage, la volatilisation et la dénitrification de l'azote prennent de l'importance et rendent difficile l'application du bilan prévisionnel pour la détermination de la fumure azotée.

\*  
\* \*

## LA TRANCHÉE DE DRAINAGE. ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

\* \*

D. ZIMMER

*CEMAGREF, division «Drainage et assainissement agricoles»  
Parc de Tourvoie, BP 121, 92164 Antony Cedex, France*

### RESUMÉ

Une synthèse des publications concernant la tranchée de drainage est présentée. Les travaux sont répertoriés sous trois rubriques :

- rôle hydraulique de la tranchée de drainage;
- propriétés physiques de la tranchée de drainage;
- comparaison des ouvrages créés par des draineuses trancheuses et par des draineuses sous-soleuses.

Cette étude souligne deux types de difficultés : d'une part les difficultés d'appréciation et de mesure des propriétés physiques spécifiques des tranchées de drainage, d'autre part les difficultés de relier paramètres de type morphologiques (porosité, p. ex.) à paramètres dynamiques (conductivité hydraulique).

\*  
\* \*

### ABSTRACT

Litterature review of scientific results on drainage trench properties; the different papers are classified in three groups :

- hydraulic role and behaviour of the drainage trench;
- physical properties of the drainage trench;
- comparison of «trenches» made with trench-and trenchless machines.

This study entrances two types of difficulties : first of all, the difficulties of measurement and appreciation of peculiar physical trench properties, second the difficulties to link morphological parameters (e.g. porosity) to dynamic parameters (e.g. hydraulic conductivity).

\*  
\* \*

## HYDRAULIQUE DES NAPPES DRAINÉES : UNE NOUVELLE EXPRESSION DE LA HAUTEUR EQUIVALENTE

G. GUYON

CEMAGREF, division « Drainage et assainissement agricoles »  
BP 121, 92160 Antony Cedex, France.

### R E S U M É

La présente note est une nouvelle version des notes précédentes de l'auteur relatives à la détermination de la hauteur équivalente  $\delta'$ , qui intervient dans les calculs du drainage, lorsque les tranchées des drains ne sont pas creusées jusqu'au toit du substratum considéré comme imperméable.

Une nouvelle expression mathématique de  $\delta'$ , basée, à la fois sur la théorie de l'hydraulique des nappes drainées et sur quelques résultats numériques de l'étude de modèles analogiques, est proposée. Elle est applicable aux sols homogènes au regard de la conductivité hydraulique mais également aux sols quasi-homogènes où la conductivité hydraulique horizontale  $K_H(z)$ , comptée depuis le toit du substratum, varie de façon moins que proportionnelle.

En annexe, trois équations de l'hydraulique des nappes de drainage se rapportant au cas où les tranchées des drains ne sont pas creusées jusqu'au toit de l'horizon imperméable du sol, sont analysées. Des anomalies théoriques sont relevées; les limites d'utilisation sont précisées; des comparaisons numériques sont effectuées.

\*  
\* \*

### S O M M A I R E

1. Introduction
  2. Le sol est homogène et isotrope
    - 2.1. La théorie
    - 2.2. Recherche d'une expression mathématique de la hauteur équivalente
  3. Le sol est hétérogène verticalement et anisotrope
  4. Un nomogramme. Calcul de l'écartement des drains
  5. Conclusion
- Annexe : Comparaison de trois équations faisant intervenir la notion de hauteur équivalente  
— Bibliographie

\*  
\* \*

## A PROPOS DES COEFFICIENTS DE FORME DE LA NAPPE LIBRE DRAINÉE : UNE NOUVELLE EXPRESSION DU COEFFICIENT P

B. LESAFFRE

CEMAGREF, chef de la division « Drainage et assainissement agricoles »  
BP 121, 92164 Antony Cedex, France

### RESUMÉ

Dans les équations de l'hydraulique du drainage apparaissent deux coefficients de forme de la nappe, qui sont, formellement, respectivement une intégrale surfacique et une intégrale volumique. Par une transformation simple, le deuxième coefficient (traditionnellement appelé P) devient une intégrale surfacique, généralement plus facile à calculer.

\*  
\* \* \*

Les équations du régime de tarissement non influencé d'une nappe installée sur un niveau imperméable horizontal et drainée par des files de drains parallèles peuvent être écrites simplement lorsque l'on applique la fonction de potentiel de débit unitaire  $\psi$  (GUYON, 1963 ; ZAOUÏ, 1965 ; YOUNGS, 1965, 1966) à un écoulement unidimensionnel :

$$\frac{\partial q(x,t)}{\partial x} = -\mu(h) \frac{\partial h}{\partial t} \quad (\text{équation de continuité, 1})$$

$$q(x,t) = -\frac{\partial \psi(x,t)}{\partial x} \quad (\text{équation dynamique, 2})$$

- où :
- $q(x,t)$  : débit unitaire traversant la section saturée d'abscisse  $x$ .
  - $h = h(x,t)$  : côte de la surface libre de la nappe.
  - $\mu(h)$  : porosité de drainage locale.
  - $\psi(x,t) = \int_0^h (y-z) K(z) dz$  : potentiel de débit unitaire (3)  
avec  $y = y(x,z,t)$  : potentiel hydraulique local  
 $K(z)$  : conductivité hydraulique horizontale locale.

Lorsque l'on intègre l'équation (1) deux fois par rapport à  $x$ , en supposant que la nappe conserve la même forme pendant le tarissement - ce qui signifie qu'elle se déplace suivant une affinité d'axe horizontal et de direction verti-