

CN 0100385

F060

DVC

TMD/NM

REPUBLIQUE DU SENEGAL
PRIMATURE

268
77

G VII

DELEGATION GENERALE
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Reproduction interdite
sans l'autorisation du
Directeur Général de l'ISRA

1978 (84)

IRRIGATION AU GOUTTE A GOUTTE
ETUDE AU CHAMP DE QUELQUES SYSTEMES DE
GOUTTEURS

Par

TRAN MINH DUC
Ingénieur de recherches IRAT, mis à la disposition de l'ISRA

Avec la collaboration de MM. HAYAUX DU TILLY
Assistant de recherches IRAT

JOSEPH SENE
Technicien Supérieur ISRA

Centre National de Recherches Agronomiques
de BAMBEY

Juin 1978

Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

R.E.S.U.M.E

Cette note expose les résultats d'une étude comparative de quatorze modèles de goutteurs, réalisée, au champ depuis 1975 sur culture de tomate. Elle montre quelques aspects nouveaux dans l'irrigation au goutte à goutte qu'une étude sur banc d'essai ne permet pas d'appréhender :

- l'ampleur des obstructions d'origine externe : ces dernières sont aussi importantes que les bouchages provenant de la mauvaise filtration de l'eau d'irrigation
- l'uniformité de la distribution le long d'une rampe porte-goutteurs
- la répartition de l'eau dans le sol sous un goutteur, son influence sur la culture.
- l'influence de l'ensoleillement sur les goutteurs
- les dégâts causés par les rongeurs.

Dans la comparaison technologique et fonctionnelle de quatorze modèles de distributeurs, le goutteur NETAFIM à chicanes semble bien adapté aux cultures maraichères et résiste bien aux obstructions. Pour les vergers où le débouchage et le nettoyage périodiques peuvent être envisagés, les goutteurs NETAFIM, IDIS et IRRIFRANCE sont les plus intéressants.

AVANT - PROPOS

Ce rapport présente les résultats acquis sur un essai comparatif de quelques types de goutteurs, réalisé au champ sur culture de tomate depuis 1975, dans des conditions écologiques bien déterminées (climat, sol, topographie, eau d'irrigation).

Pour l'aspect purement technologique, le lecteur pourra se reporter au compte rendu de l'étude très rigoureuse et très complète de quelques distributeurs réalisée sur banc d'essai par le Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et Forêts (CTGREF) du THOLONET à AIX EN PROVENCE.

L'essai réalisé au CNRA BAMBEY a été ^{conçu} avec l'appui scientifique de M DECROIX, chef de la Division Irrigation du CTGREF du THOLONET, que l'auteur remercie chaleureusement.

Les mesures au champ ont été effectuées par les agents suivants : MM Ameth SY, Babacar CISSE, Ndonga BA, Ousseyyenou CISS et Ibou DIEYE pour la partie culturale. Leur collaboration a été déterminante./-

I - INTRODUCTION

L'irrigation au goutte à goutte, originaire d'un centre de recherche agronomique anglais, a été expérimentée au champ la première fois en Israël qui a ensuite produit et commercialisé les premiers goutteurs en 1968. A cause de ses nombreux avantages dont les plus importants sont les économies en eau d'irrigation et en main d'oeuvre, cette méthode d'irrigation a rapidement connu un succès spectaculaire surtout pour les vergers et à un degré moindre les cultures maraichères : la superficie irriguée dans le monde est passée de 40 ha en 1969 à 56.000 ha en 1974 et l'on prévoit pour 1979 127.000 ha. En même temps, le nombre de types de goutteurs s'est multiplié et actuellement, on dénombre plus de 30 fabricants pour plus de 45 modèles de goutteurs.

Au Sénégal, on peut estimer, en 1976, la superficie irriguée au goutte à goutte à 380 ha dont 190 pour la BUD-Sénégal et 140 ha pour la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS). En 1978, cette superficie totale est ramenée à 250 ha car certains exploitants, après avoir utilisé et même fabriqué, des goutteurs malheureusement peu adaptés, ont renoncé à ce mode d'irrigation. Ceci montre que le goutte à goutte n'a pas que des avantages et qu'il importe, avant d'équiper les grandes parcelles, de choisir parmi les nombreux modèles sur le marché, ceux qui conviennent aux conditions locales de sol, d'eau, de climat puis de les adapter à l'exploitation agricole (nature et densité des cultures). L'étude comparative de quelques goutteurs a été réalisée au champ dans ce but.

II - RAPPEL DU PRINCIPE DE L'IRRIGATION AU GOUTTE A GOUTTE

L'irrigation au goutte à goutte désigne l'ensemble de systèmes de distribution d'eau à la parcelle, caractérisés par des apports d'eau fréquents, de débits très faibles (d'où son nom "goutte à goutte") sur une partie seulement de la surface cultivée qui, par infiltration et diffusion, n'humidifie que le volume de sol exploité par les racines. Pour cette dernière raison, on l'appelle parfois "irrigation localisée" bien que ce terme soit impropre car l'irrigation à la raie ou par cuvette est également localisée. Dans ces systèmes, l'eau est conduite sous faible pression

(0,5 à 2 kg/cm²) dans des tuyaux (rampes porte - goutteurs) et distribuée au pied de la plante par l'intermédiaire d'un goutteur (appelé également distributeur ou émetteur) dont le rôle est de créer une chute de pression de l'eau entre le tuyau et la sortie, La pression très basse à la sortie (100 g) permet des débits de distribution très faibles (1/3 à 11 litres/heure excepté l'ajutage BAS - RHONE LANQUEDOC de débit plus élevé). La chute de pression peut être provoquée de 3 façons servant de critères de classification des goutteurs.

1°)- Pertes de charge provoquées par frottement des filets d'eau dans un tuyau long et fin : goutteurs à circuit long.
Exemple : Goutteurs NETAFIM, DRIP - EZE, capillaires, PLUIDOR.

2°)- Pertes de charge provoquées par étranglement de la veine liquide : goutteurs à circuit court, à clapet
Exemple : Goutteurs SUB TERRAIN; IDIS...

3°)- Pertes de charge provoquées par un mouvement tourbillonnaire de la veine liquide : goutteurs à chambre de turbulence
Exemple : Goutteurs TIROSH, SOGREAH...

III - DISPOSITIF EXPERIMENTAL (fig. 1)

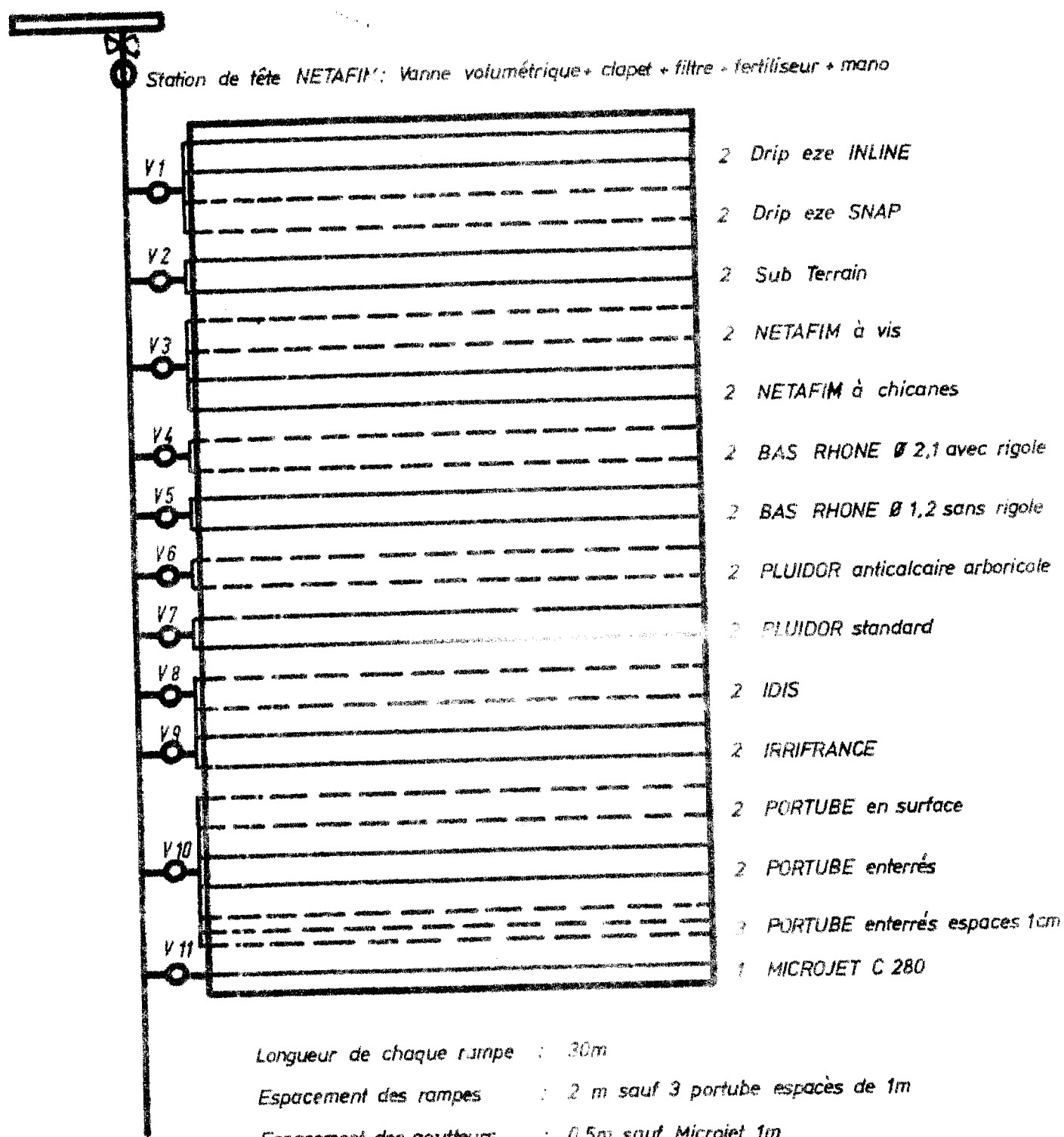
III-1. Description

Sur une parcelle représentative du périmètre des points de vue de la nature du sol et de la topographie, on dispose pour chaque type de goutteur deux rampes porte-goutteurs de 30 m de long, espacées de 2 m. Chaque rampe porte 60 goutteurs espacés de 50 cm. La culture de tomate est plantée en lignes jumelées 140cm X 60cm X 140cm, chaque ligne se trouve à 30 cm de la rampe porte-goutteurs. Sur la ligne, les pieds de tomate sont espacés de 40 cm ce qui donne une densité normale de 25.000 pieds à l'hectare. Pour que toutes les lignes reçoivent le même volume d'irrigation, les rampes portant les goutteurs de débits semblables, sont alimentées à partir d'une même vanne volumétrique BERMAD 1".

Les mesures et observations portent sur :

- les variations du débit des goutteurs le long d'une rampe
- les variations du débit des goutteurs au cours du temps
- la nature et l'origine des obstructions
- le profil hydrique sous goutteur

SCHEMA D'IMPLANTATION DE L'ESSAI



Longueur de chaque rampe : 30m

Espacement des rampes : 2 m sauf 3 portube espaces de 1m

Espacement des goutteurs : 0,5m sauf Microjet 1m

Espacement des lignes de culture (TOMATE) jumelées 140cm x 60 x 140cm

30cm de part et d'autre de la rampe

Espacement entre 2 plants sur la ligne: 50cm

- l'influence des radiations solaires
- les dégâts dus aux rongeurs
- les rendements culturaux

III-2. Qualité de l'eau d'irrigation

L'eau d'irrigation provient de la nappe du calcaire Lutétien. Elle a les caractéristiques suivantes qui varient très peu au cours de l'année :

- Résidu sec : 1 g/l
- Conductivité électrique : 1500 micromhos
- pH : 8.0
- CO_3H : 500 mg/l
- Cl : 200 mg/l
- Ca : 130 mg/l
- Na : 120 mg/l
- Mg : 50 mg/l
- Classification : $\text{C}_3 \text{S}_1$ norme américaine

L'eau sortant du forage contient très peu d'éléments solides en suspension, mais après un séjour dans un bassin d'irrigation, elle est chargée de débris d'algue dont le développement a pu être contrôlé par l'élevage de poissons phytophages TILAPIA. L'eau d'irrigation est filtrée avant d'être envoyée dans le réseau de goutteurs. Trois filtres ont été essayés :

- NETAFIM à maille 120 microns et 140 microns
- PLUIDOR à maille 40 microns
- LEGRAS (EVROFILTRES) à maille 110 microns

III-3. Caractéristiques du sol

Le sol est du type ferrugineux tropical faiblement lessivé sur sable très peu structuré ayant une faible tendance à la battance.

Caractéristiques :

- teneur en argile : 2-4 %
- teneur en limon : 0-3 %
- teneur en sable fin 66-75 % dans tous les horizons
- Infiltration MUNTZ stabilisée : 20 cm/h
- Microporosité : 9 %
- Macroporosité : 35 %

La prédominance de sable fin explique souvent des mouvements de diffusion latérale très importants.

III-4. Goutteurs étudiés

Compte tenu des moyens disponibles, il n'a pas été possible de tester tous les goutteurs en vente sur le marché. Pour des raisons pratiques (facilité d'approvisionnement, coût...) les systèmes suivants ont été installés :

- DRIP - EZE INLINE (USA) débouchable, distribué par IRRIFRANCE
- DRIP - EZE SNAP (USA) latéral, débouchable, IRRIFRANCE
- NETAFIM à vis (ISRAEL) fabriqué et distribué par KULKER (France)
- NETAFIM à chicanes (ISRAEL) fabriqué et distribué -"- -"
- PLUIDOR Standard (FRANCE -"- -"- PEYRICHOUT (France)
- PLUIDOR anticalcaire (FRANCE) -"- -"- -"
- IRRIFRANCE (France) -"- -"- Irrifrance
- SUB TERRAIN (USA) distribué par Irrifrance.
- TWIN WALL (USA) simple gaine, fabriquée et distribuée par CSS (Sénégal)
- BI WALL (USA) double gaine fabriquée et distribuée par CSS (Sénégal)
- IDIS (USA) distribué par CSS (Sénégal)
- PORTUBE ou SUB IRRIGATION SYSTEM (USA) tube poreux enterré, distribué par BUTRUILLE (France)
- BAS RHONE LANGUEDOC (France) rampe perforée baguée distribuée MPA, Irrifrance...
- MICROJET (Afrique du Sud) petit diffuseur statique arrosant en pluie fine un cercle de diamètre de 0,6 à 1,5 mètre.

IV - RESULTATS

IV - 1. Régularité du débit des goutteurs le long de la rampe

Le débit des goutteurs le long de la rampe varie en fonction des pertes de charge dans la rampe et de la dénivellation du terrain. En fait, dans l'essai, avec une longueur de la rampe de 30 mètres et un diamètre de 12,5 mm, les pertes de charge sont très faibles (inférieures à 50 g/cm^2 avec des goutteurs de 2 l/h espacés de 50 cm). Seule la dénivellation du terrain provoque les variations de pression importantes. Ainsi, pour les mesures du débit, toutes les rampes ont été disposées côte à côte sur le terrain de façon que l'influence de la topographie soit la même pour

chaque type de goutteurs. Sous une pression en tête de réseau de $1,2 \text{ kg/cm}^2$ et sur les 120 goutteurs neufs de 2 rampes, les résultats suivants ont été obtenus en début de 1976 :

Nature des goutteurs	Débit moyen l/h	Ecart type	Coefficient de variation
Bi wall CSS (double gaine)	1,79	0,00625	0,35 %
Pluidor standard	0,47	0.0120	2,55
Pluidor anticalcaire	1,43	0.0324	2,27
Nétafim	2,32	0,0781	3,37
Drip eze inline	4,10	0.1090	2,66
Drip eze SNAP	4,31	0.1489	3,45
Sub Terrain	9,8L	0.6920	7,06
Bas Rhone Langedoc Ø 2,1	15,46	1,104	7,14

Il est normal que l'ajutage Ø 2,1 BAS RHONE LANGUEDOC étant à circuit court, donne des débits très variables le long de la rampe, avec les dénivellations du terrain. D'ailleurs pour avoir une distribution homogène, la Compagnie du BAS RHONE LANGUEDOC préconise une étude topographique précise de la parcelle à irriguer et l'utilisation des ajutages de différents diamètres. Il n'empêche qu'un tel système est relativement peu pratique car il nécessite justement la connaissance précise de la topographie, laquelle peut, dans le cas des cultures annuelles, se modifier avec le travail du sol.

En 1977, des mesures identiques ont été effectuées sur les goutteurs IDIS, MICROJET, et PORTUBE (pour ce dernier, un tube PVC Ø 2" de longueur 1m est placé autour de la rampe Portube et permet de recueillir l'eau sortant du tuyau poreux : on a ainsi le débit par mètre linéaire de rampe)

.... /

	<u>Débit moyen</u>	<u>écart type</u>	<u>Coefficient de variation</u>
IDIS	4,20	0,1298	3,09 %
MICROJET	42,75	6,66	15,60 %
PORTUBE	6,75	3,03	44,90 %

Dans l'ensemble comme on pouvait s'y attendre, tous les goutteurs à circuit long donnent des débits très réguliers. Le système PORTUBE par contre, a une distribution d'eau très variable en fonction de la densité des pores.

IV - 2. Variations du débit des goutteurs au cours du temps

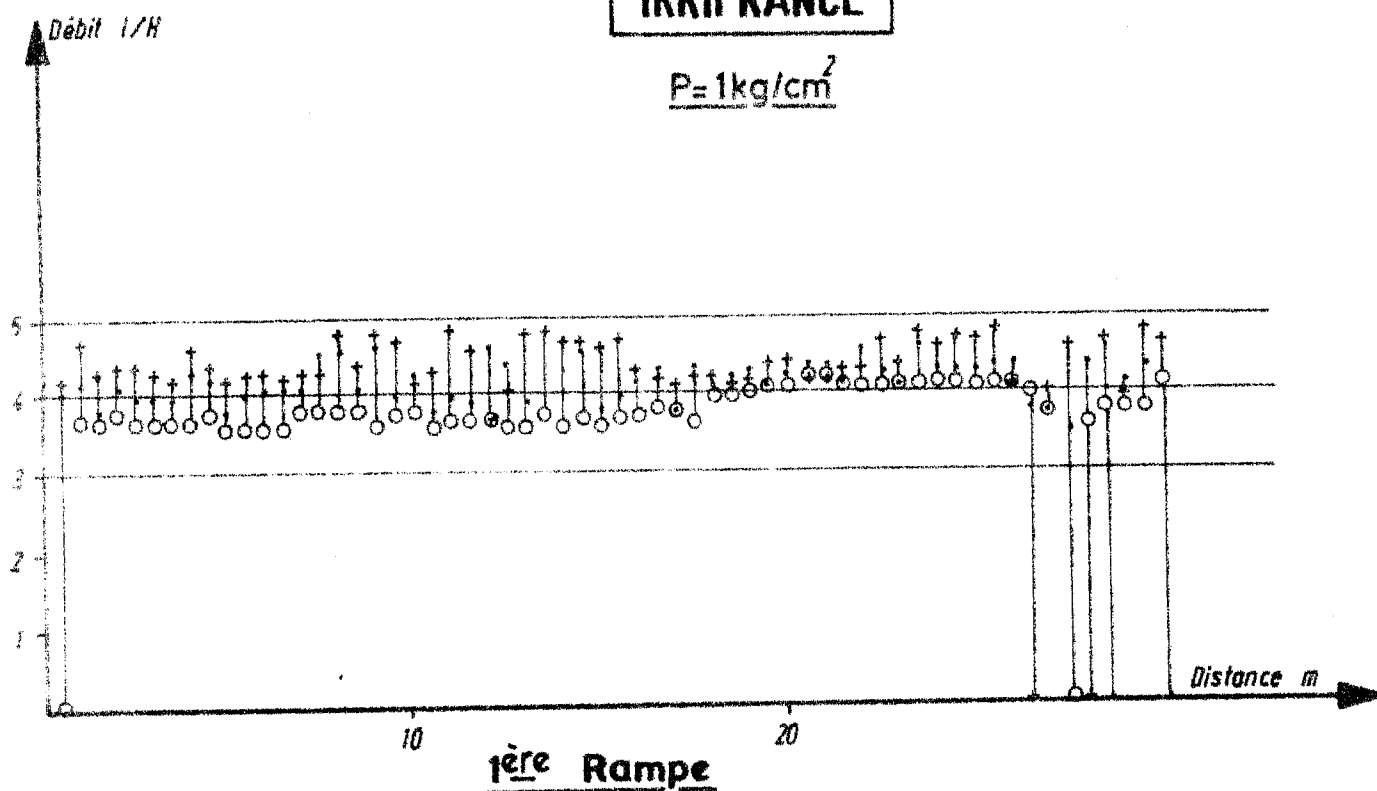
L'obstruction parcelle et le bouchage total des goutteurs entraînent une mauvaise distribution de l'eau à la parcelle donc réduisent la qualité de l'irrigation.

En 1975 - 1976, des observations et mesures ont été faites sur des goutteurs, au début et à la fin de la campagne de cultures. La comparaison des débits des goutteurs à ces 2 dates permet d'évaluer le pourcentage d'obstructions partielle et totale durant toute la campagne de culture. Un goutteur est considéré comme obstrué, partiellement quand son débit, non nul, est inférieur à 50 % de son débit nominal. Les résultats figurent dans ce tableau :

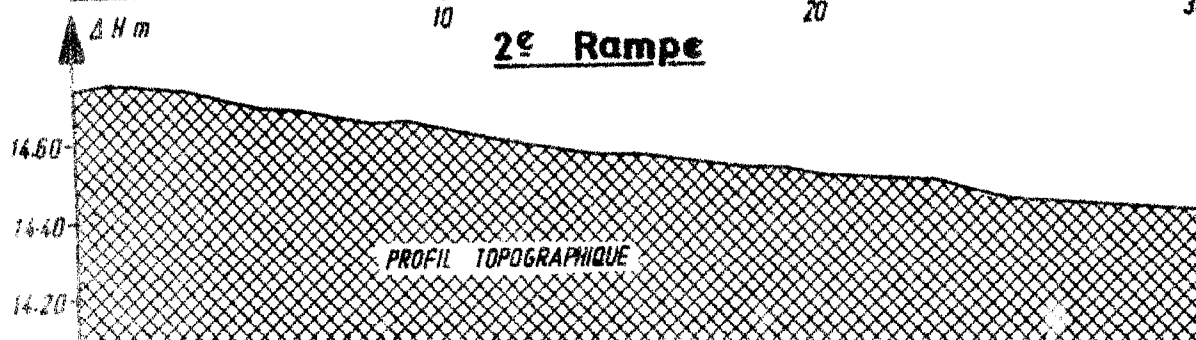
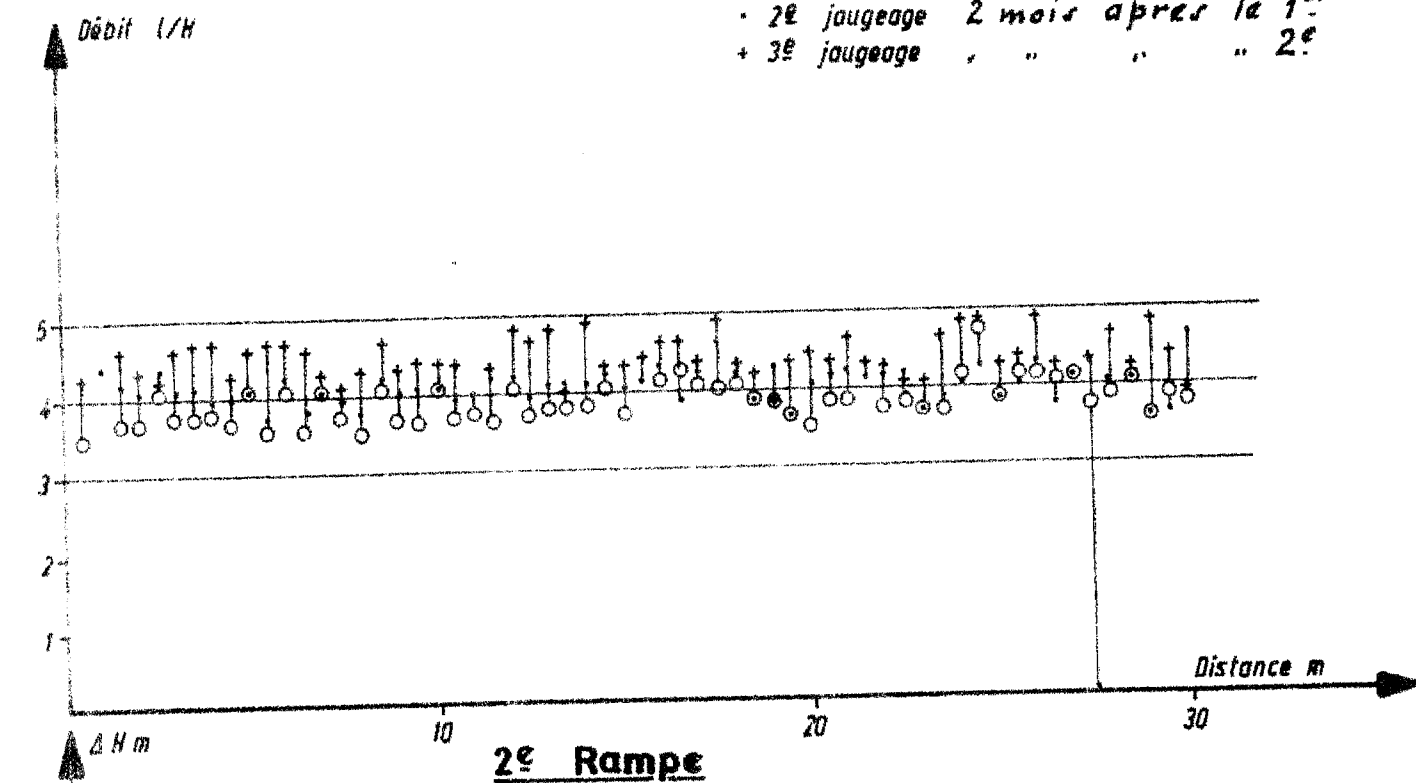
Modèle de goutteur	Pourcentage de goutteurs obstrués partiellement	Pourcentage de goutteur obstrués bouchés
NETAFIM	15	10
DRIP EZE SNAP	42	8
PLUIDOR Standard	32	42
SUB TERRAIN	26	8
PLUIDOR anticalcaire	80	40
BI WALL CSS	55	27
DRIP EZE Inline	29	15
PORTUBE enterré 10 cm	moyen	très faible
PLUIDOR arboricole	23	15
BAS RHONE LANGUEDOC	très faible	0
Ø 2,1		

IRRIFRANCE

$$P = 1 \text{ kg/cm}^2$$



- 1^{er} jaugeage
- 2^e jaugeage 2 mois après le 1^{er}
- + 3^e jaugeage " " " 2^e



On observe que le système BAS RHONE LANGUEDOC par le grand diamètre des ajutages résistent bien aux obstructions. Les systèmes DRIP EZE SNAP et SUB TERRAIN facilement débouchables ont un faible pourcentage de bouchage total, par contre les goutteurs partiellement obstrués ne sont pas négligeables. Le système NETAFIM est très bon dans l'ensemble.

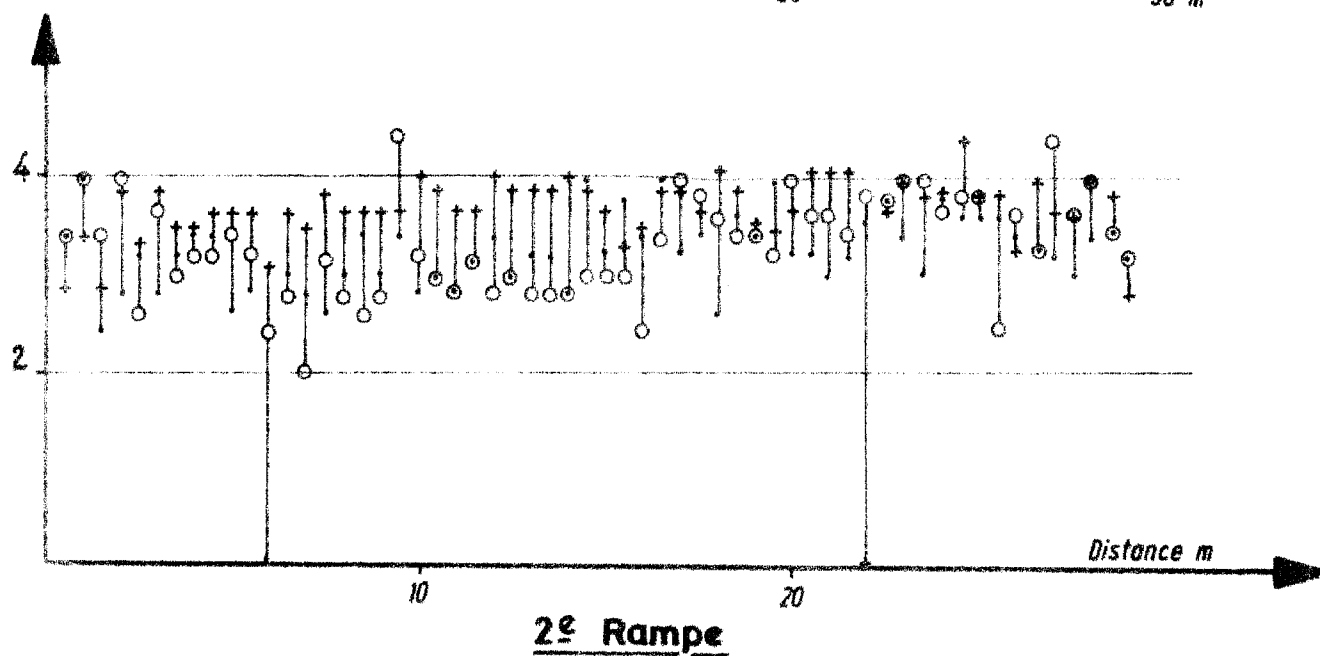
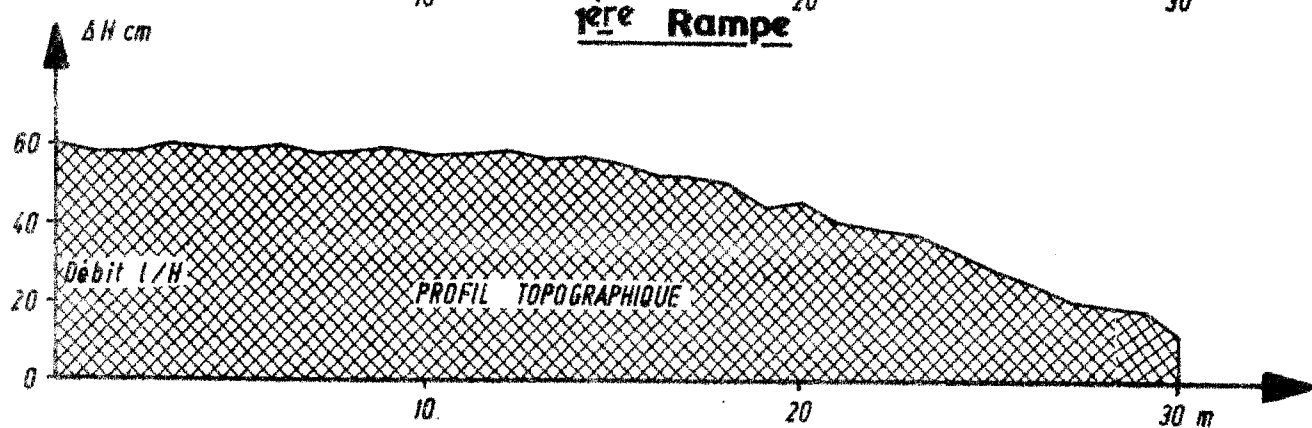
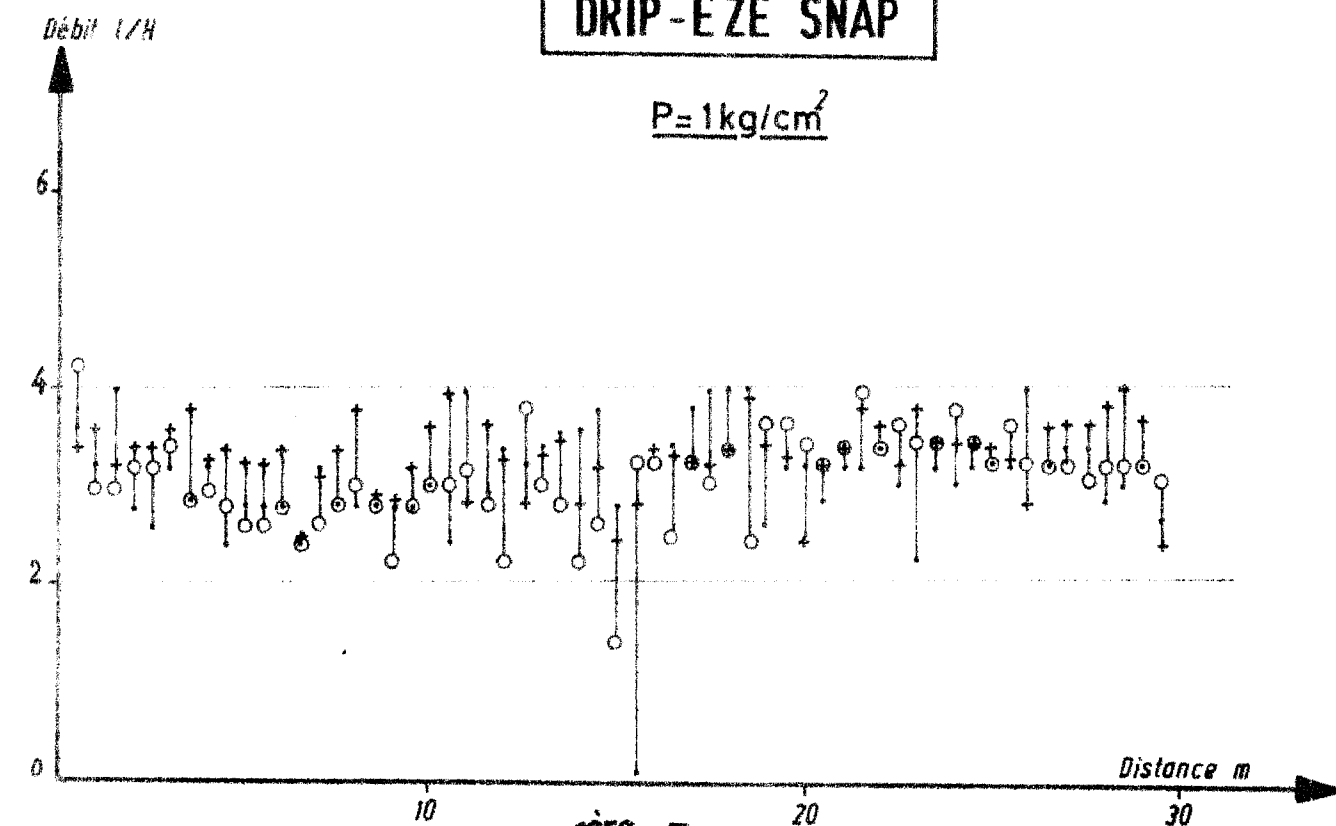
Les résultats cités étant relativement peu précis, en 1977, tous les 120 goutteurs par modèle ont été systématiquement jaugés tous les 2 mois et ce, trois fois au cours de la campagne. Un goutteur trouvé totalement obstrué à ^{un}jaugage, est débouché immédiatement après. Les résultats figurent sur les graphiques 2 à 14. Sur chaque graphique sont portées les valeurs du débit des 120 goutteurs, trouvées au cours des 3 jaugages ainsi que le profil topographique relevé avant la préparation du sol.

Système IRRIFRANCE (fig. 2)

Le débit est régulier le long de la rampe et varie relativement peu au cours du temps. Sept goutteurs sur 120 sont bouchés lors des 3 jaugages. Souvent, un goutteur débouché après un jaugage n'est plus obstrué pendant deux mois au moins après le débouchage. Dans le verger où le système fonctionne en continu, il a été observé qu'au bout de 6 mois de fonctionnement, le débouchage habituel n'est plus efficace (diminution importante du débit, rebouchage rapide) mais il faut démonter et nettoyer le goutteur tous les 8 mois environ. Bien entendu, le démontage n'est envisageable que dans le cas des vergers où la densité de goutteurs à l'hectare est limitée et où la fréquence des nettoyages est faible. Dans ce système, l'obstruction partielle, d'origine interne, provient des particules en suspension dans l'eau (limon, déchets végétaux...) qui se déposent dans l'espace situé entre la dernière spirale et la sortie. Par contre, le bouchage total est souvent d'origine externe : le vent dépose beaucoup de sable qui s'accumule à la base du bouton de débouchage, il se forme ainsi une gangue à la sortie qui durcit entre 2 irrigations. Il peut se former également au même endroit, une pellicule de calcaire provenant de l'évaporation des gouttes d'eau à la fin de l'irrigation.

DRIP-EZE SNAP

$$P = 1 \text{ kg/cm}^2$$



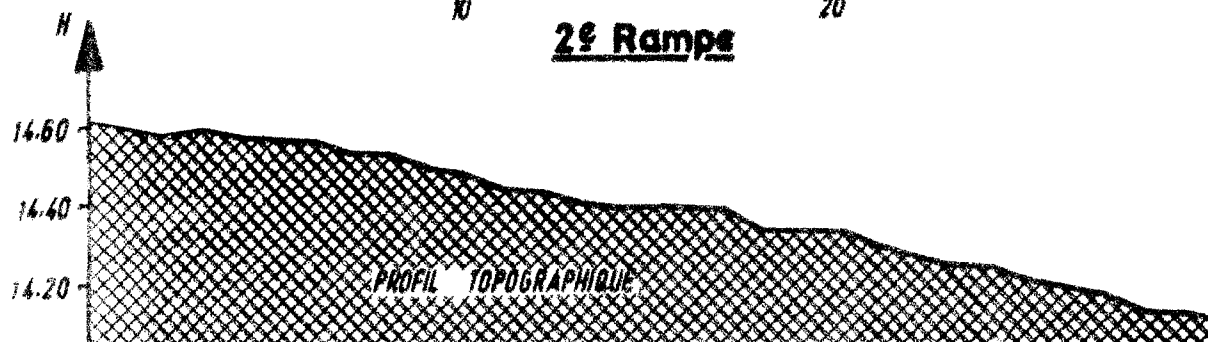
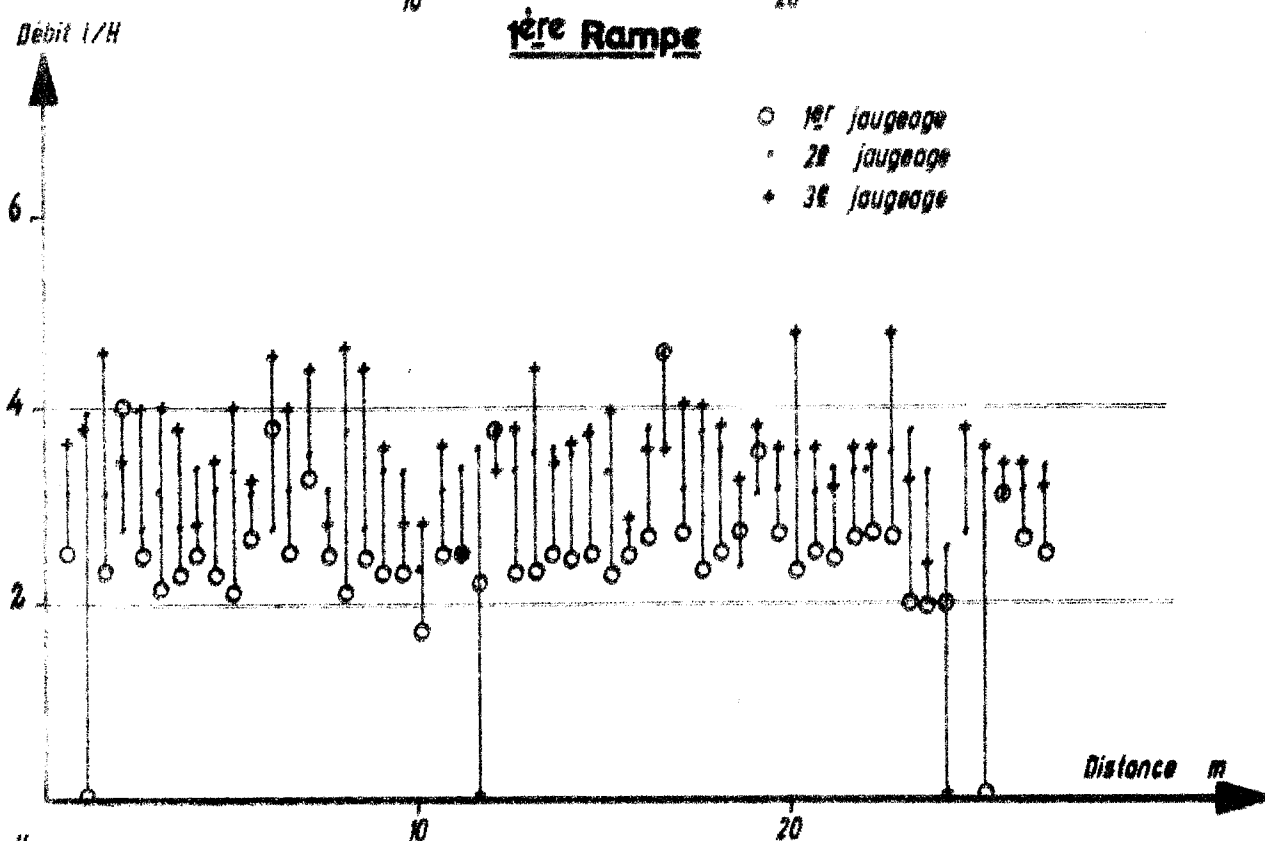
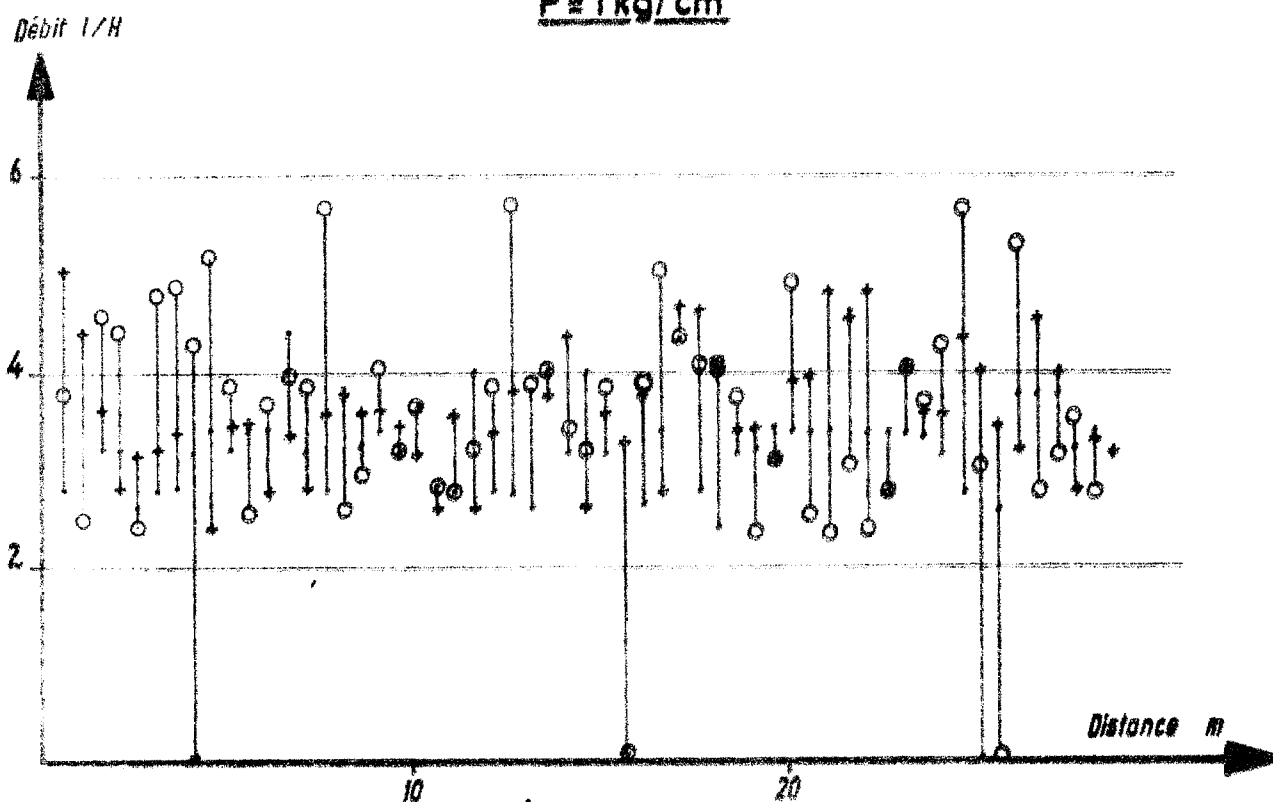
○ 1er jaugeage

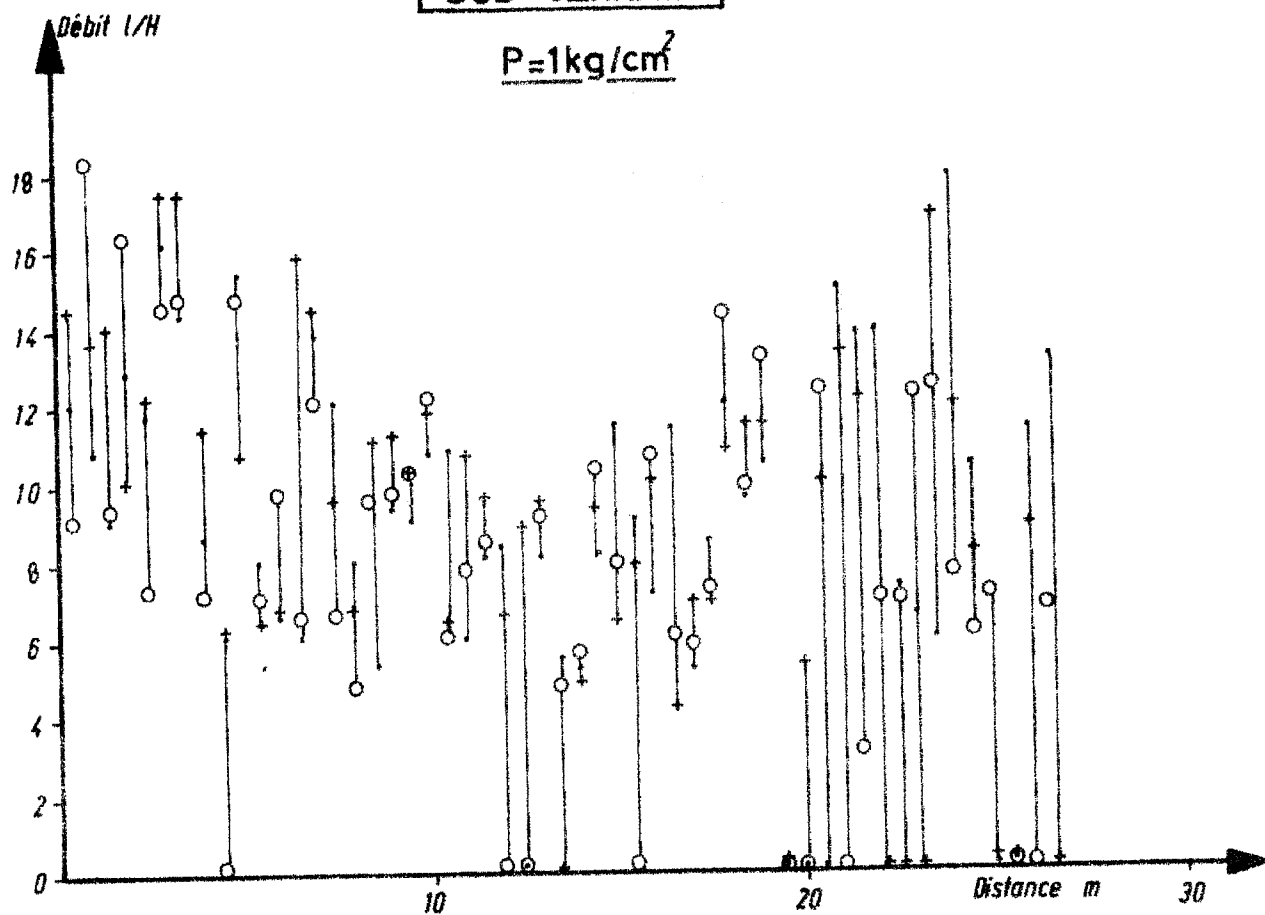
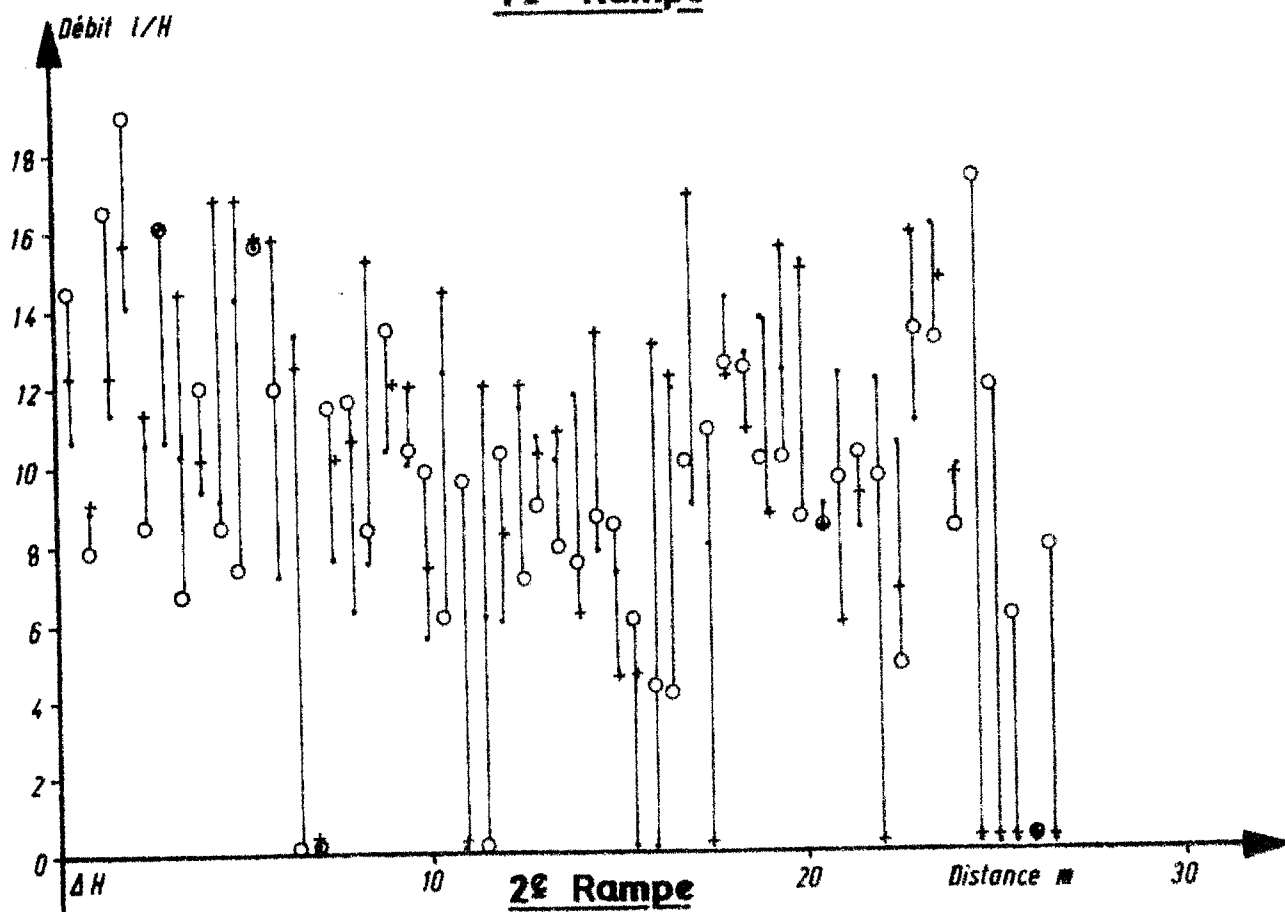
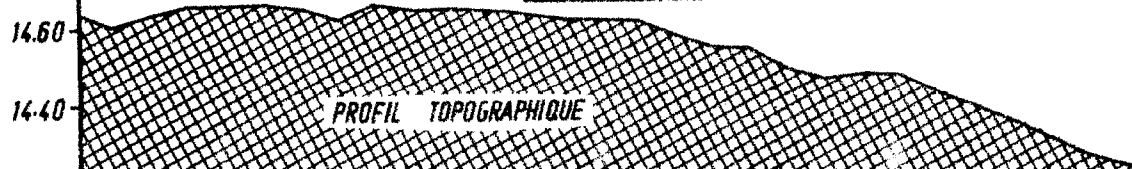
• 2e jaugeage

+ 3e jaugeage

DRIP - EZE IN LINE

$$P = 1 \text{ kg/cm}^2$$



SUB TERRAIN $P=1\text{kg/cm}^2$ **1ère Rampe****2e Rampe**

Système DRIP-EZE SNAP (fig. 3)

Ce système est l'ancêtre de celui d'IRRIFRANCE. Le bouchage total est plus faible (3 sur 117), par contre les variations du débit dans le temps sont plus importantes. Les causes d'obstructions sont les mêmes. Ce système n'est pas démontable : c'est un inconvénient dans la mesure où le nettoyage périodique (cas des verges) ^(est) interdit.

Système DRIP-EZE INLINE (fig. 4)

Ce système est moins bon que celui de SNAP : le fait que le goutteur est en ligne, le mouvement du cône central est gêné par la rampe porte-goutteurs à laquelle il est solidaire ; chaque fois que le cône est trop enfoncé, le débit est très élevé et quand le cône est trop sorti, le débit est très faible. Ce système n'est pas démontable, de plus, le débouchage est parfois difficile : le matin quand il fait frais, la rampe est très tendue, il n'est pas aisé de bouger le cône central pour déboucher. Une autre conséquence de la dilatation de la rampe en fonction de la température (25 cm pour une rampe de 30 m pour $\Delta t = 38^\circ - 17^\circ \text{C} = 21^\circ \text{C}$) est la variation du débit au cours de la journée qui dépend bien entendu de la viscosité et du régime d'écoulement de l'eau dans la rampe (valable pour tous les goutteurs) mais également ; pour ce modèle, de la position du cône central : le matin, le cône est trop sorti, le débit est plus faible.

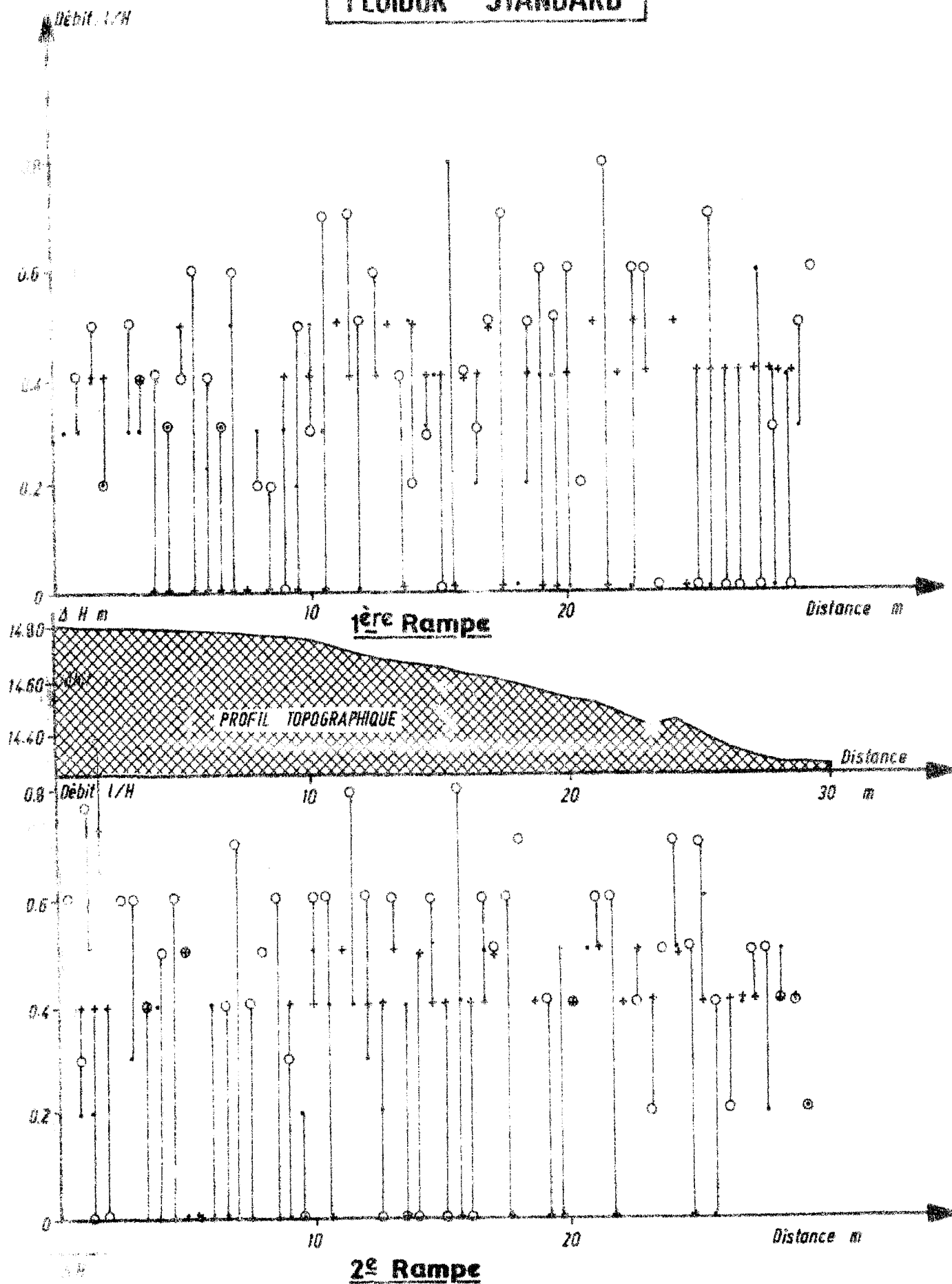
Système SUB TERRAIN (fig. 5)

Les obstructions partielles et totales sont nombreuses (29 bouchages sur 106 goutteurs) et fréquentes (12 goutteurs sur 106 se rebouchent moins de 2 mois après le débouchage). Elles ont presque toujours une cause externe : les dépôts de sable et calcaire dans le tube guide-soupape empêche le clapet de bouger, deux conséquences sont possibles :

- clapet bloqué dans sa position haute : le goutteur débit fort, il n'y a plus d'autorégulation de pression
- clapet bloqué dans sa position basse : goutteur bouché .

Un autre inconvénient de ce système : le débit inégal de 2 orifices de sortie. Souvent, quand le goutteur est légèrement incliné, une seule orifice débite.

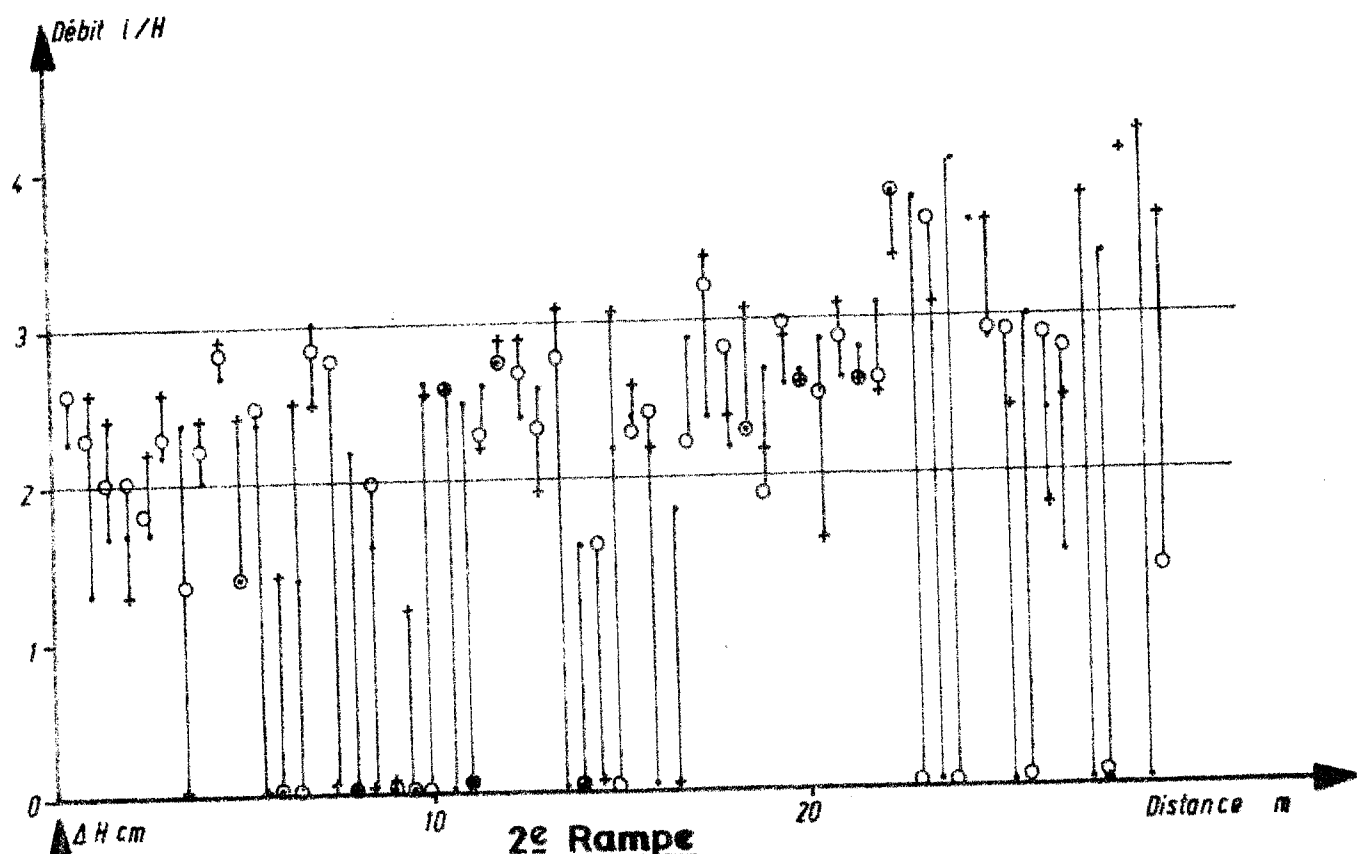
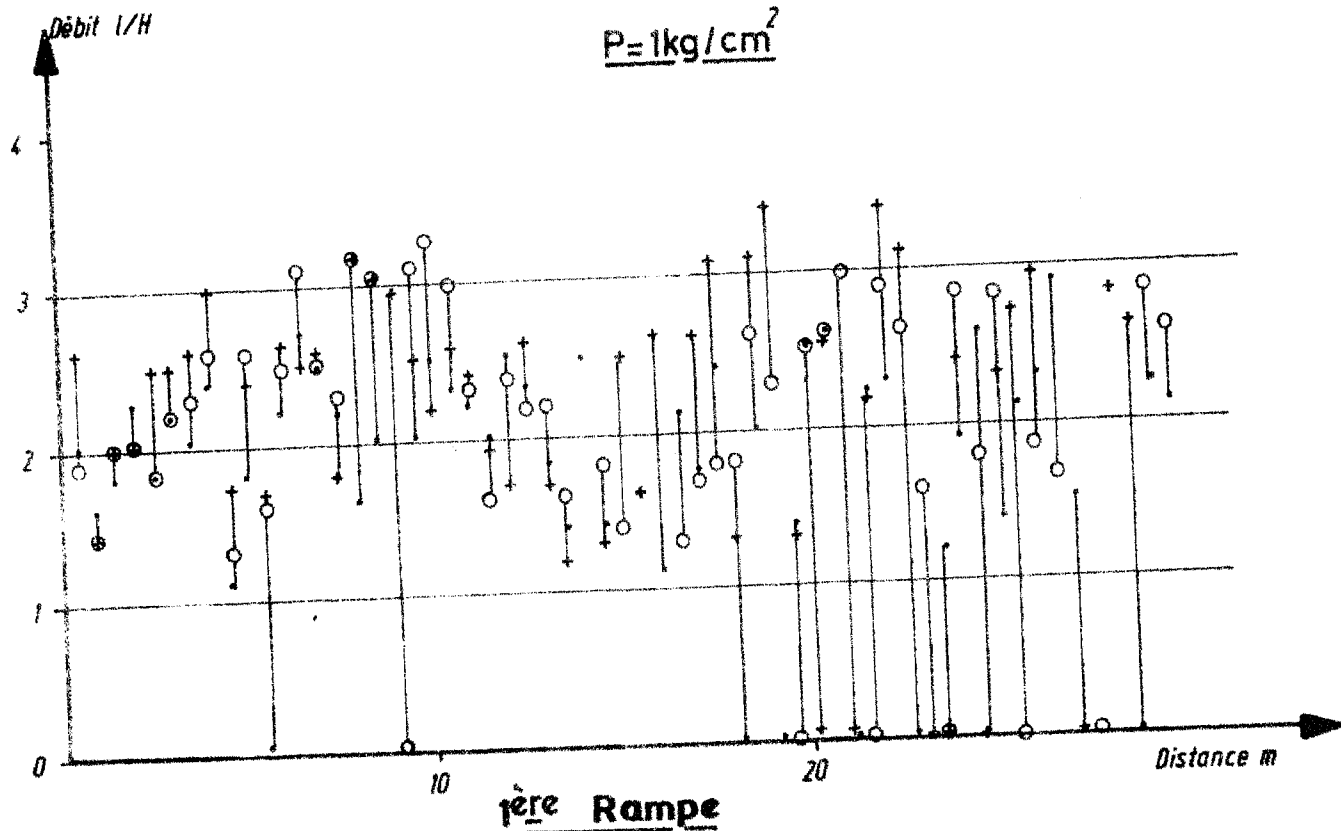
PLUIDOR STANDARD



- 1^{er} jaugeage
- 2^e jaugeage
- + 3^e jaugeage

PLUIDOR ANTICALCAIRE ARBORICOLE

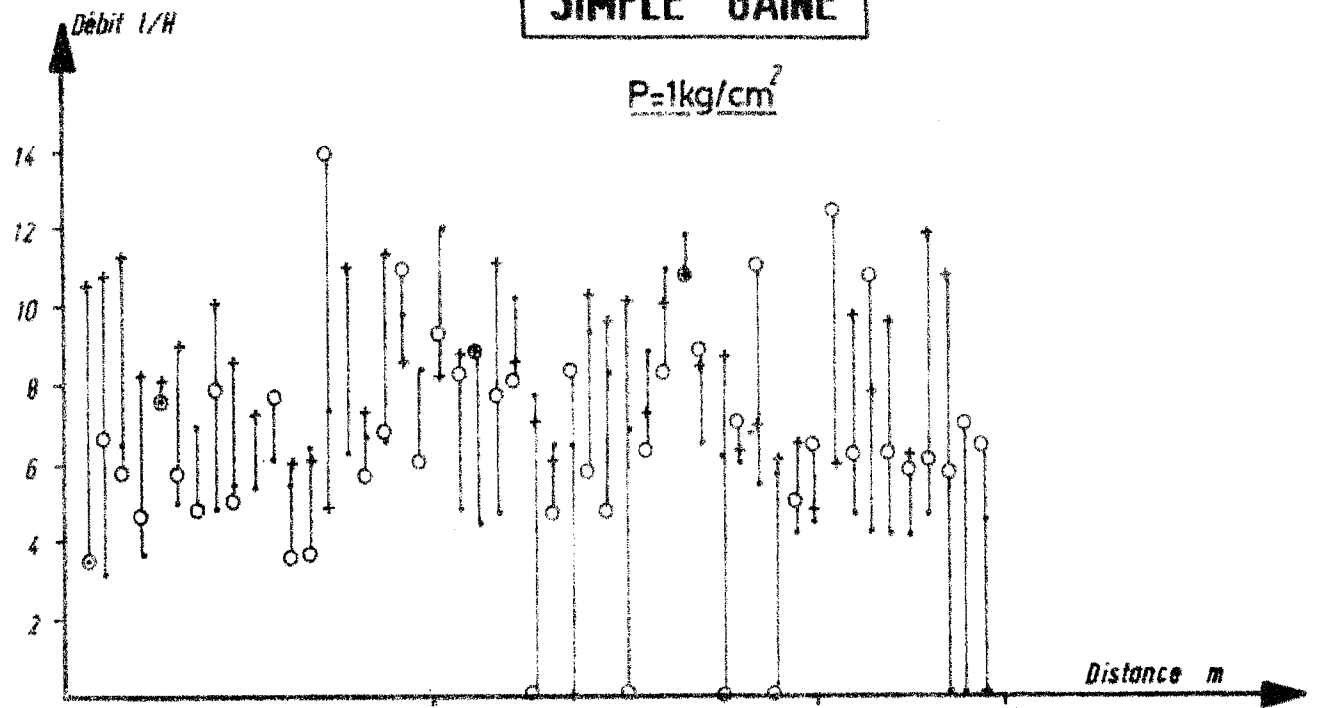
$P = 1 \text{ kg/cm}^2$



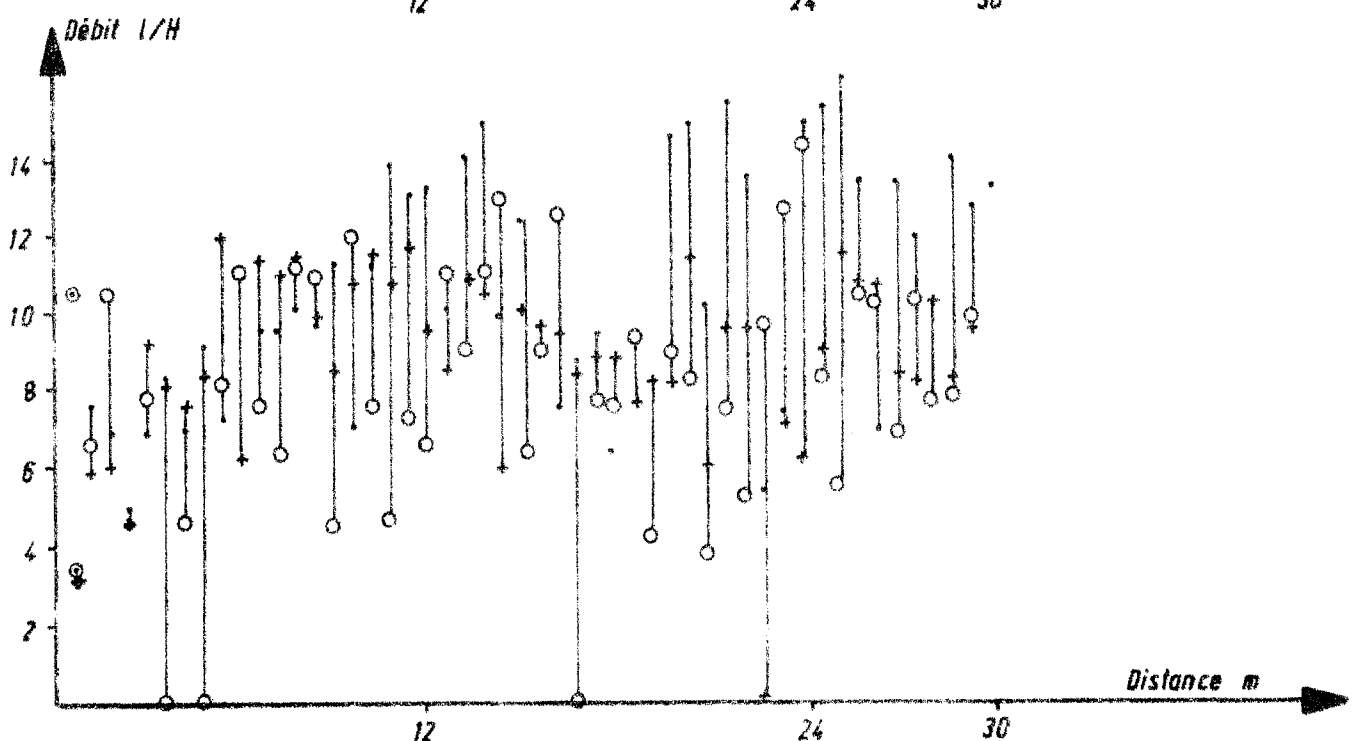
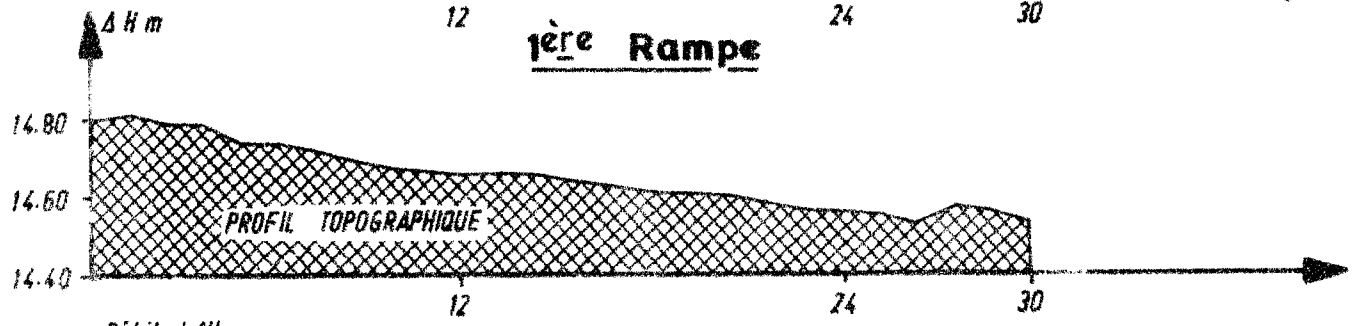
- 1er jaugage
- 2e jaugage
- + 3e jaugage

SIMPLE GAIN

$P=1\text{kg/cm}^2$



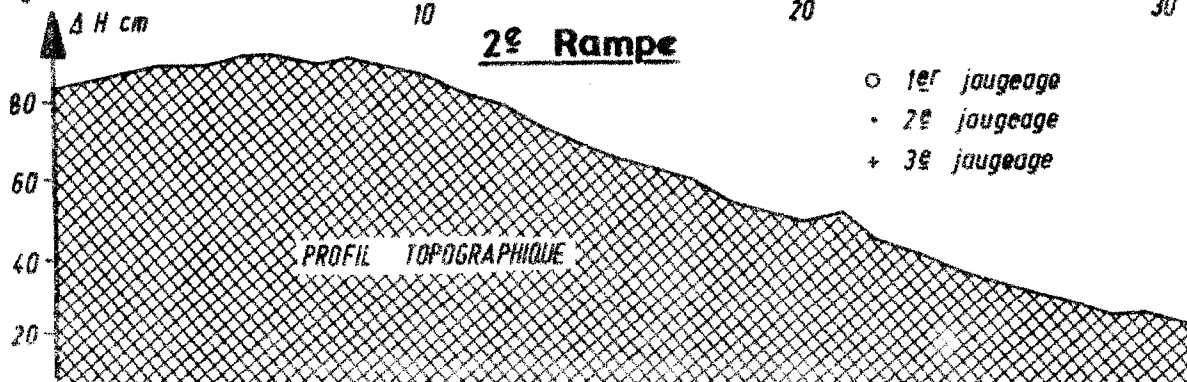
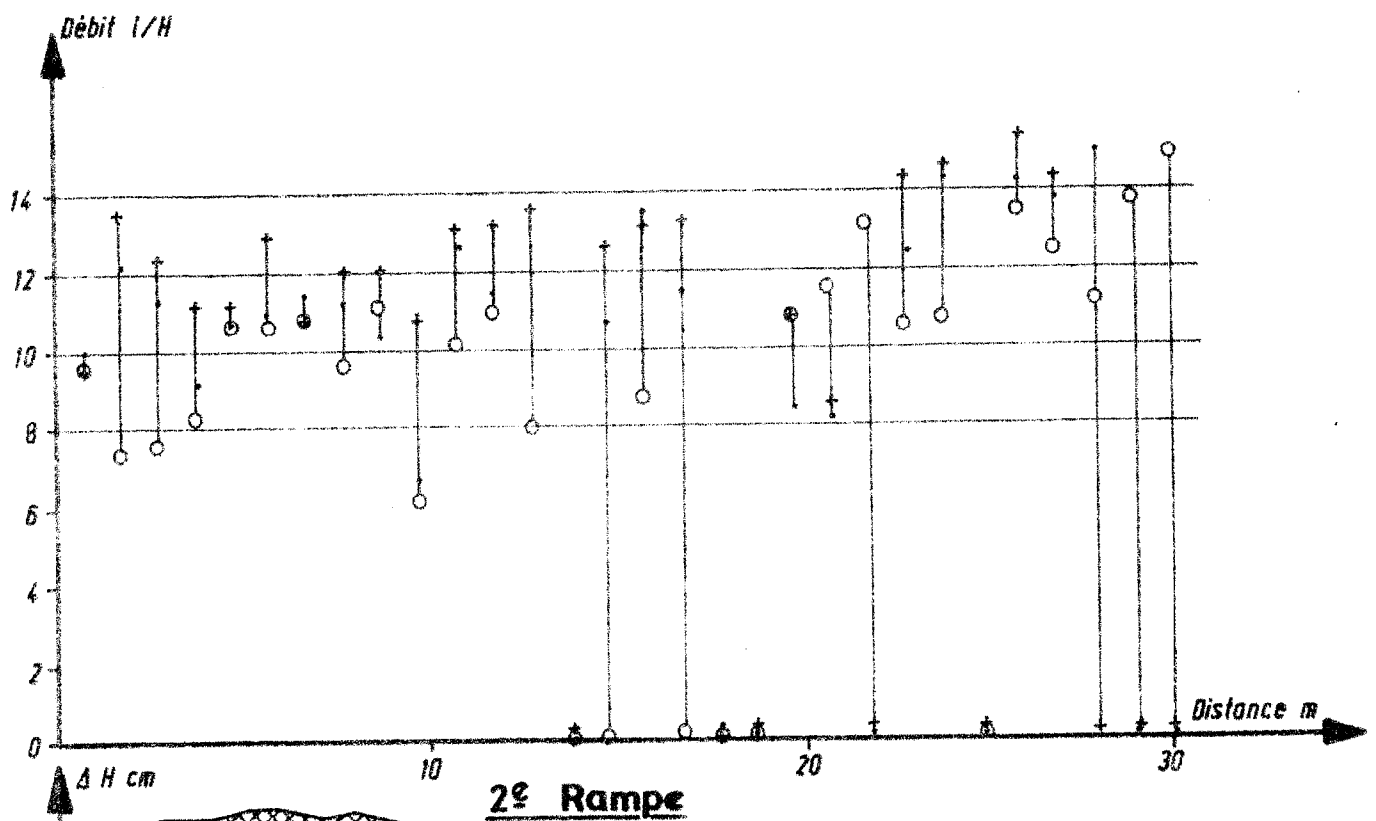
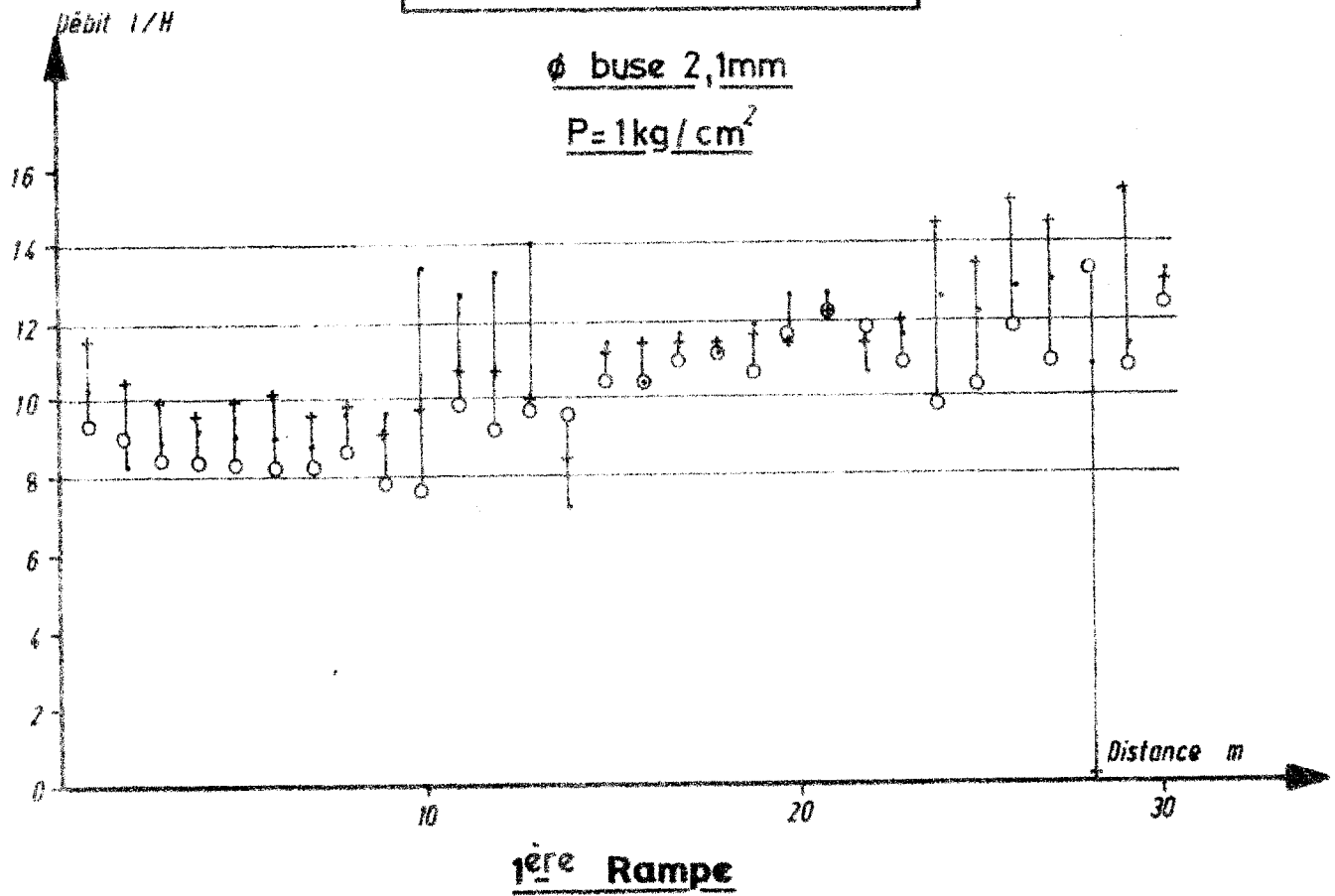
1ère Rampe



2e Rampe

- 1er jaugeage
- 2e jaugeage
- + 3e jaugeage

BAS-RHONE LANGUEDOC

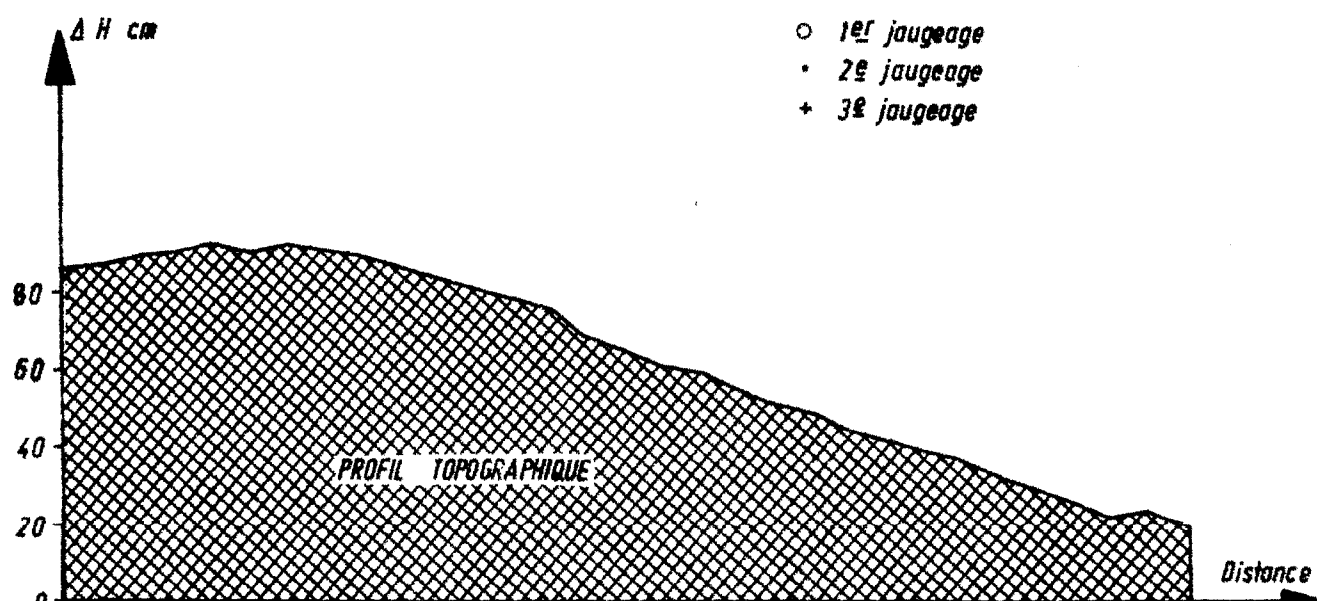
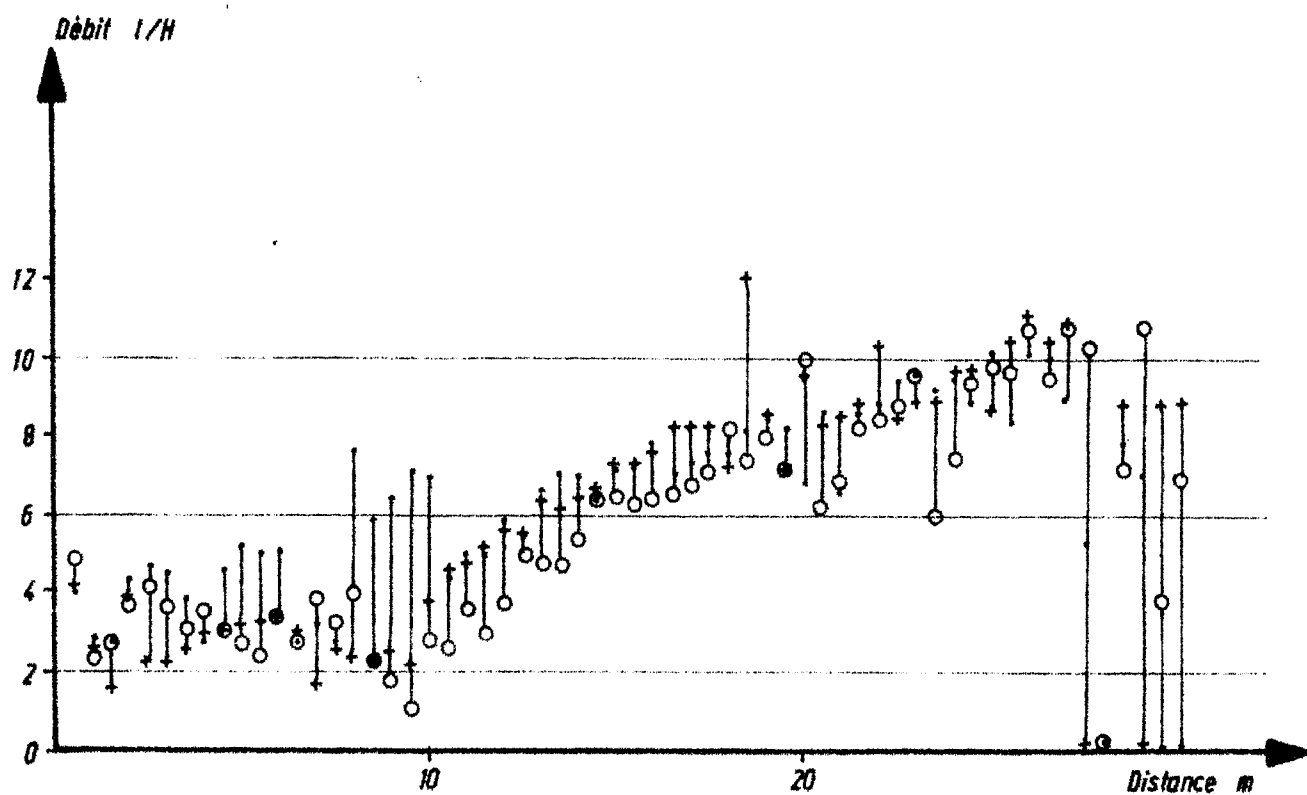


BAS-RHONE LANGUEDOC

φ Buse 1.2mm

Emplacement 50cm

$P = 1 \text{ kg/cm}^2$



Le débouchage manuel est aisé car le système est démontable.

Système PLUIDOR standard (fig. 6)

Les obstructions sont nombreuses (58 sur 115 goutteurs). La section de passage est trop petite, le débit manifestement trop faible et le bouchage d'origine interne est facile. On a observé des dépôts calcaires à la sortie du goutteur. Le débouchage est pénible car il faut dévisser entièrement l'axe du goutteur.

Système PLUIDOR Anticalcaire (fig. 7)

Les obstructions sont également rapides et nombreuses (42 sur 118) ce qui peut sembler anormal. L'ouverture de quelques goutteurs bouchés a permis d'observer un dépôt de limon et de déchet d'algue sur les pas de la 2^e vis située après la chambre. A partir d'un débit de 2 l/h, il se forme des flaques d'eau souvent chargées dans lesquelles se développent les algues. Le tube conducteur est plongé dans ces flaques. A la fin d'une irrigation, la fermeture des vannes crée une dépression dans le réseau, le tube conducteur aspire l'eau chargée de la flaque qui obstrue peu à peu le goutteur. Le débouchage de ce système est difficile.

Système SIMPLE GAINÉ CSS - TWIN WALL (fig. 8)

Dans ce système, le débit des orifices le long de la rampe varie beaucoup plus qu'avec la double gaine (BI WALL). Les variations du débit au cours du temps sont importantes, par contre le pourcentage des obstructions totales est relativement faible (12 sur 99). Les bouchages sont très souvent d'origine externe : le vent apporte le limon et le sable fin qui se déposent autour de l'orifice mouillé. Le débouchage est facile, il suffit de pincer légèrement la gaine à l'endroit de l'orifice.

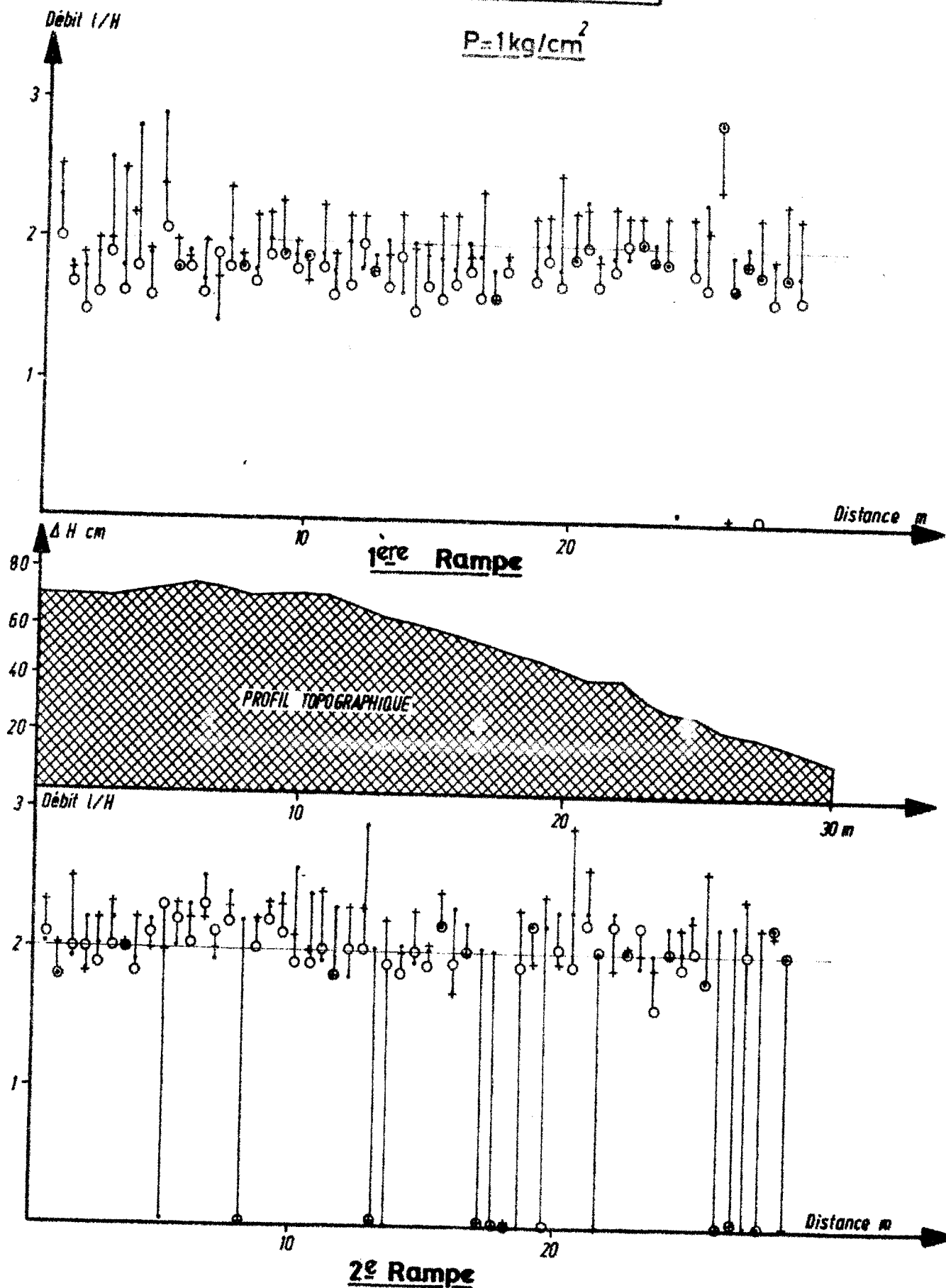
Système BAS RHONE LANGUEDOC (fig. 9 et 10)

En plus d'une irrégularité du débit des goutteurs qu'on a mentionné en IV.1, on a observé paradoxalement des bouchages même pour les ajutages de diamètre 2,1 mm (11 sur 60). Quelle en est la cause ? A chaque irrigation, les tronçons de raie dont la longueur est définie en fonction des débits maximum et minimum d'infiltration, se remplissent. L'eau reste parfois plusieurs heures.

.../...

NETAFIM A VIS

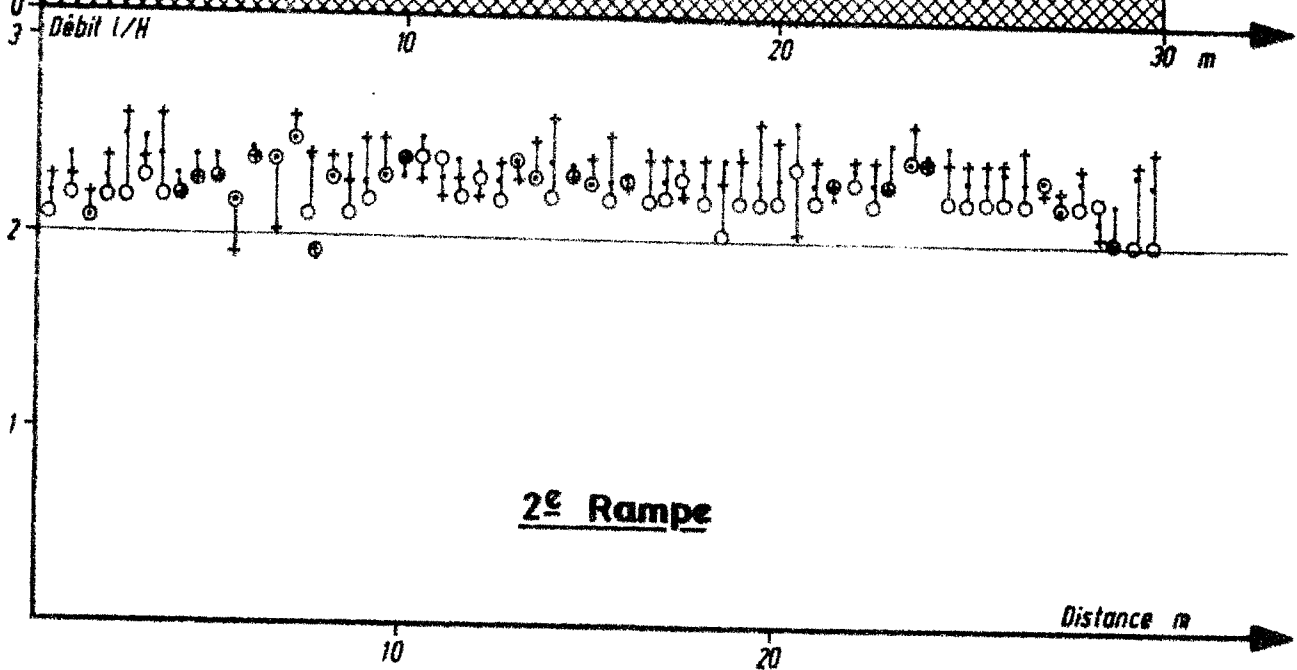
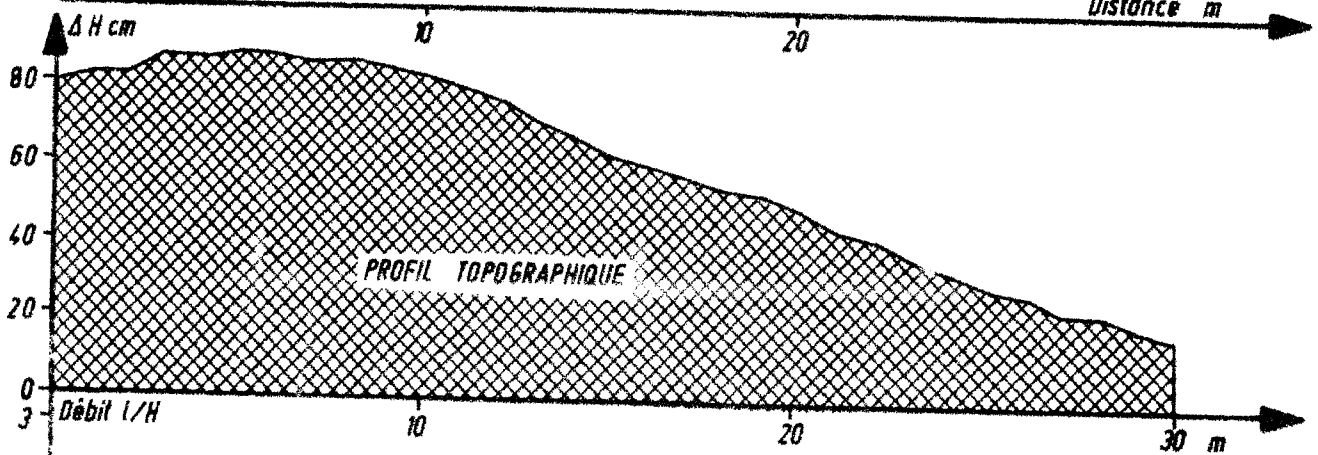
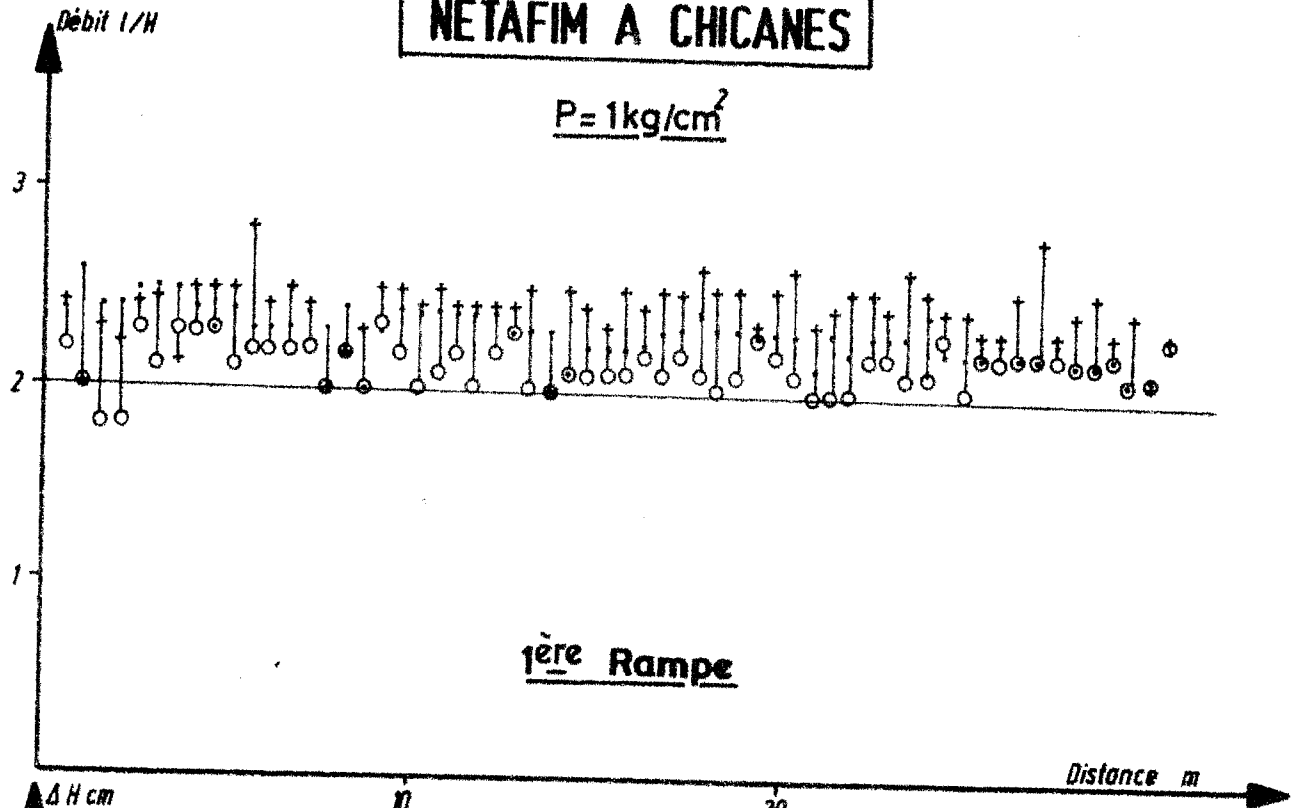
$$P = 1 \text{ kg/cm}^2$$



- 1^{er} jaugeage
- 2^e jaugeage

NETAFIM A CHICANES

$P = 1 \text{ kg/cm}^2$



- 1^{er} jaugeage
- 2^e jaugeage
- + 3^e jaugeage

IDIS

$$P = 1 \text{ kg/cm}^2$$

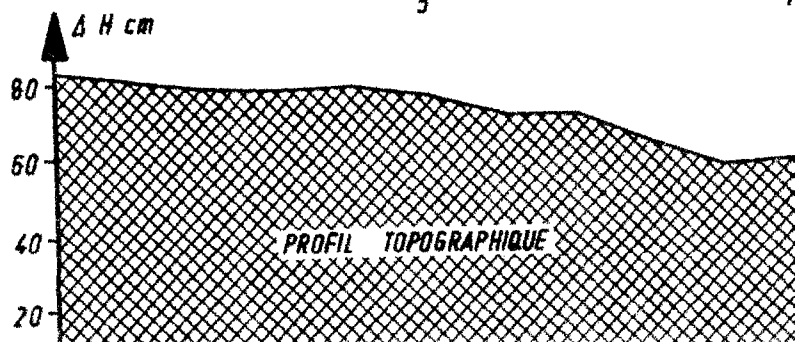
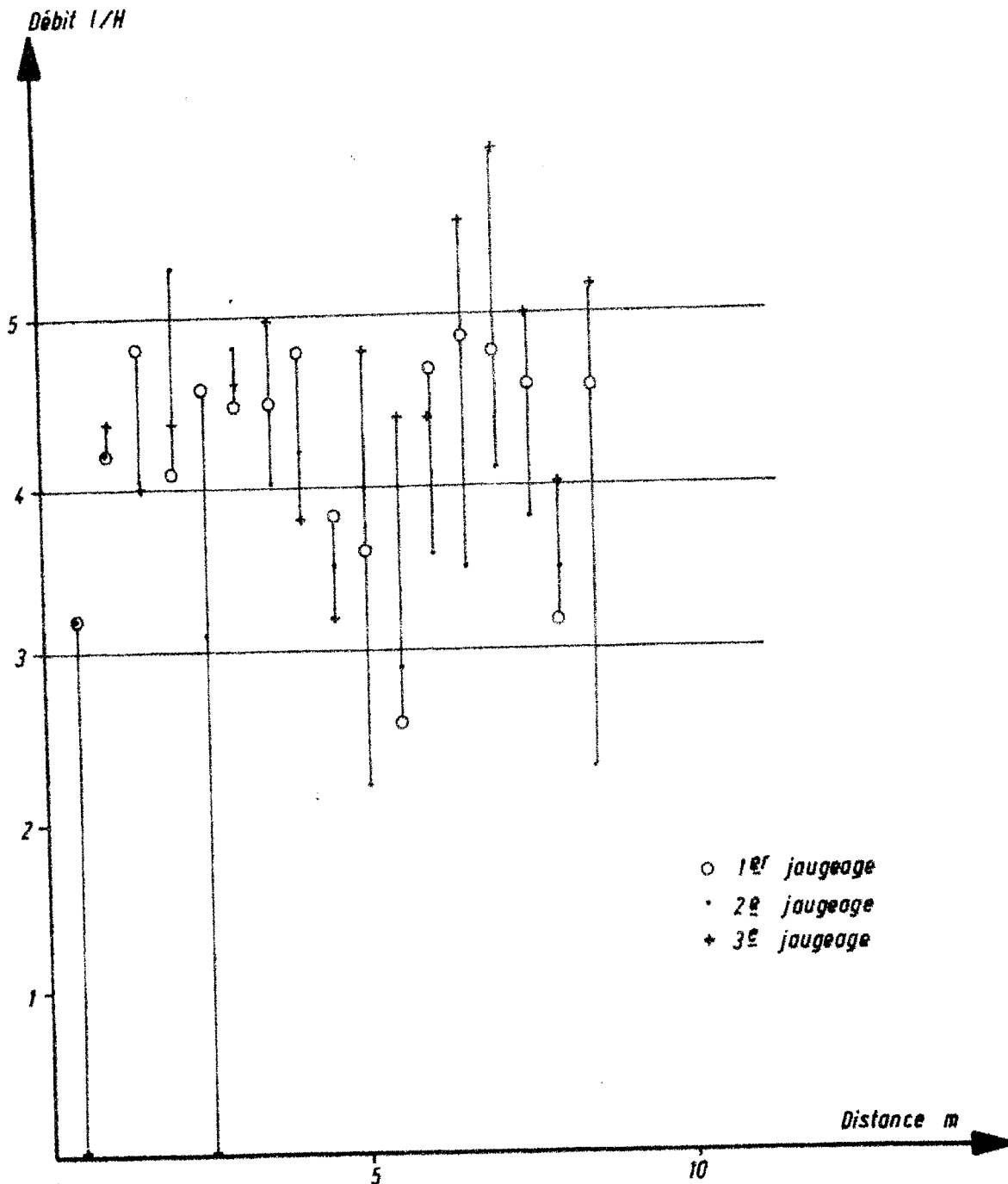
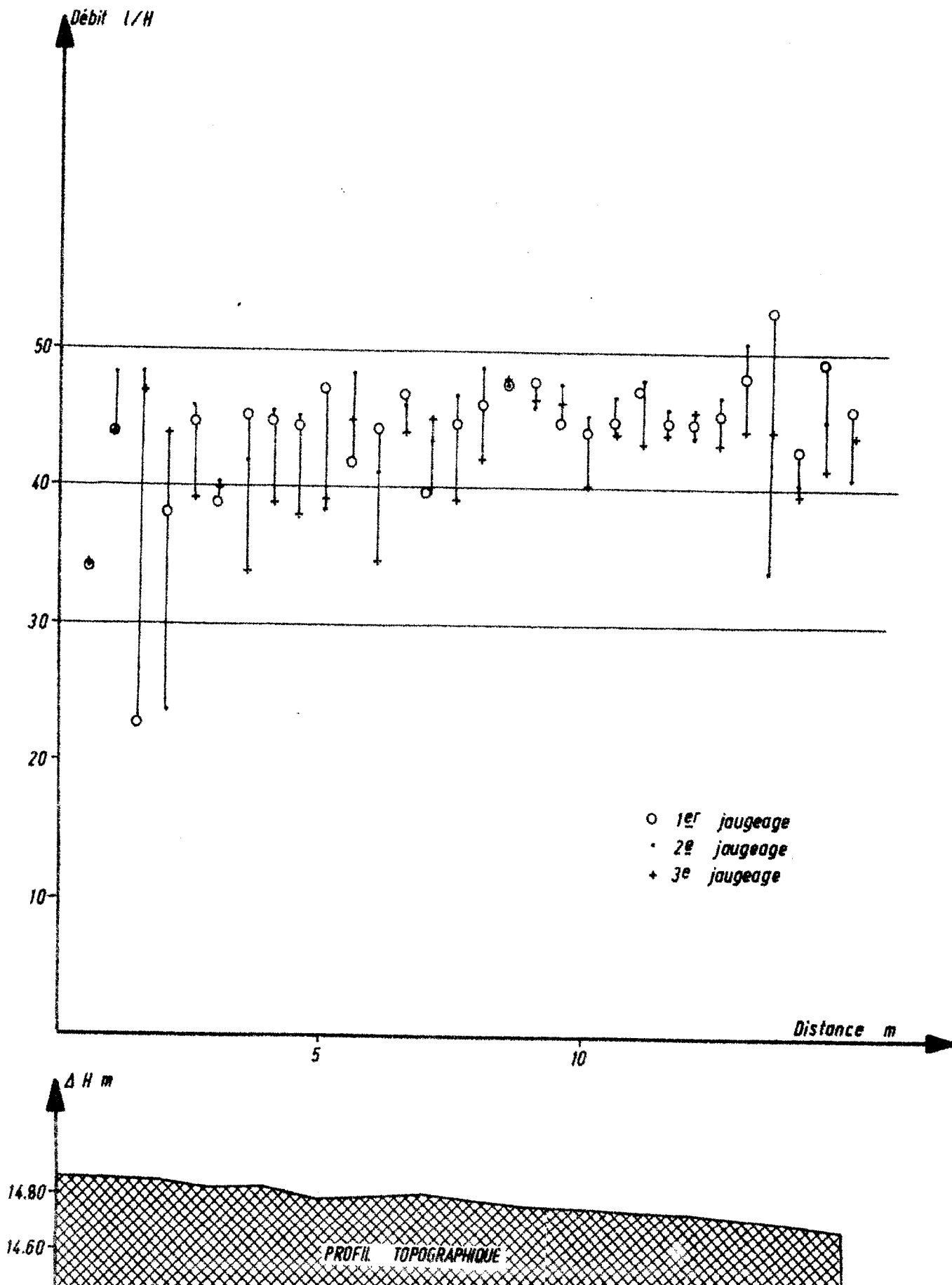


Fig 14

MICROJET

$P = 1 \text{ kg/cm}^2$



Avec le sable et le limon apporté par le vent, avec le développement rapide des algues dû à un climat favorable, l'eau dans le tronçon de raie se transforme rapidement en un "bouillon de culture" trouble et parfois visqueux dans lequel est plongé l'ajutage avec sa bague brise-jet. Cette eau sale entre dans l'ajutage entre 2 irrigations et bloque le système. On observe que l'eau stagne plus longtemps dans le tronçon situé en bout de raie, dans la partie basse : débit légèrement supérieur des ajutages et surtout écoulement hypodermique non négligeable. Avec l'ajutage de diamètre 1,2 mm; le sillon est supprimé, mais en bout de raie dans la partie basse, les flaques d'eau se forment de nouveau et entraînent un blocage de système (fig. 10). L'auteur n'a jamais observé de tels phénomènes dans le midi de la France où le système BAS RHONE est pratiqué.

Système NETAFIM (fig. 11 et 12)

Le gouteur Netafim à vis a un débit régulier mais se bouche parfois (19 sur 113). L'obstruction se produit souvent au bout de 4,5 mois de fonctionnement.

Le modèle à chicanes (fig. 12) résiste bien aux obstructions et c'est certainement le meilleur des systèmes essayés.

Le débouchage des gouteurs se fait par pincement avec une pince universelle ou en tapotant avec un bout de bois. Ces procédés sont plus rapides et plus efficaces que l'injection d'acides concentrés. Cependant, on observe que l'injection d'acide sulfurique ou nitrique dilué une fois toutes les 3 semaines contribue à la protection des gouteurs contre les obstructions.

Système IDIS (fig. 13)

En retournant le clapet, ce gouteur peut donner soit un débit de 2l/h soit 4l/h. C'est assez pratique pour un verger car on peut augmenter le débit d'alimentation avec l'âge des arbres et ce, sans consentir de dépenser d'équipement supplémentaires. Sur 17 gouteurs testés, 2 sont bouchés au bout de 4 mois. Le débouchage est aisé car le système est démontable.

Système MICROJET (fig. 14)

Ce système de mini diffuseur C.280° arrose en cercle de rayon 60 cm environ pour 1kg de pression. Vu le grand diamètre de l'orifice 1,2 mm, on n'observe pas d'obstruction ; par contre le dépôt de calcaire sur l'orifice peut réduire le débit de distribution. L'essai avec une eau non filtrée a montré un bouchage rapide (moins de 2 mois) avec des déchets végétaux contenus dans

l'eau des bassins.

Système PORTUBE

Ce système est enterré à 10 à 20 cm dans le sol. On n'a pas observé d'obstructions importantes en 5 mois d'arrosage ; les chevelus racinaires ne pénètrent pas dans les pores. Placés à la surface du sol, ce tuyau poreux se bouche rapidement au bout de 3 semaines, par dépôt du calcaire autour du tube qui devient tout blanc.

IV - 3. Productions culturales (fig. 1)

La parcelle d'essai est plantée en tomate (variété ROSSOL) en lignes jumelées espacées de 140 cm X 60 cm X 140 cm et 50 cm sur la ligne. Ainsi pour chaque type de goutteurs, deux rampes irriguent 4 lignes de culture de longueur 30 m.

L'irrigation est pratiquée tous les jours, la même dose est appliquée pour tous les goutteurs. La consommation en eau est en général très faible : pour une culture repiquée en Octobre 1977 de cycle 142 jours la consommation totale mesurée est de 737,7 mm soit une moyenne de 5,2 mm/j. La valeur de l'évaporation (bac classe A) durant la même période est de 1252,5 mm soit 8,8 mm/j. Le coefficient moyen de culture durant le cycle est d'environ 0,59 (contre 0,79 pour l'aspersion).

Au point de vue végétatif, on a observé durant les 3 campagnes de 1976 - 1977 et 1978 que :

- la reprise des plants repiqués se fait mal sur les parcelles irriguées, avec les systèmes PORTUBE enterré et BAS RHONE où le bulbe humide assez profond alimente mal le jeune plant en eau
- La végétation est irrégulière le long des lignes de culture avec les systèmes PORTUBE, SIMPLE GAINÉ.

La végétation est excellente sur les systèmes DRIP EZE, SUB TERRAIN et NETAFIM.

Au point de vue rendements, ceux de la campagne 1976-1977 ne sont pas significatifs car la tomate était attaquée par une maladie encore peu connue, le TOMATO YELLOW LEAF CURL, qui a fait plus de 50 % de dégâts. Les productions 1976 et 1978 figurent

.../...

dans le tableau ci-dessous :

Rendements en kg/ha de tomate

Systèmes	1976	1978	Moyenne
NETAFIM à vis et à chi- -canes	49.728	51.020	50.374
SUB TERRAIN	36.064	58.020	47.042
DRIP EZE SNAP	41.987	45.625	43.806
PLUIDOR Standard	37.564	31.614	34.589
DRIP EZE INLINE	31.007	36.354	33.680
MICROJET	-	32.361	32.361
PLUIDOR Anticalcaire	30.657	28.020	29.338
BAS-RHONE (1)	17.321	41.025	29.173
SIMPLE et DOUBLE GAI- NE (2)	31.759	26.562	29.160
IDIS	-	26.730	26.730
PORTUBE enterré	25.962	18.172	22.067

(1) Ajutage Ø 2,1 en 1976 ; ajutage 2,1 et 1,2 mm en 1978

(2) Double gaine en 1976 ; simple gaine en 1978.

De ce tableau, les meilleurs goutteurs sont NETAFIM, SUB TERRAIN et DRIP EZE SNAP qui donnent des rendements très corrects supérieurs à ceux de l'aspersion. Par contre les systèmes PORTUBE, IDIS, SIMPLE GAINÉ et BAS RHONE Ø 2,1 mm semblent peu adaptés aux conditions écologiques de la région.

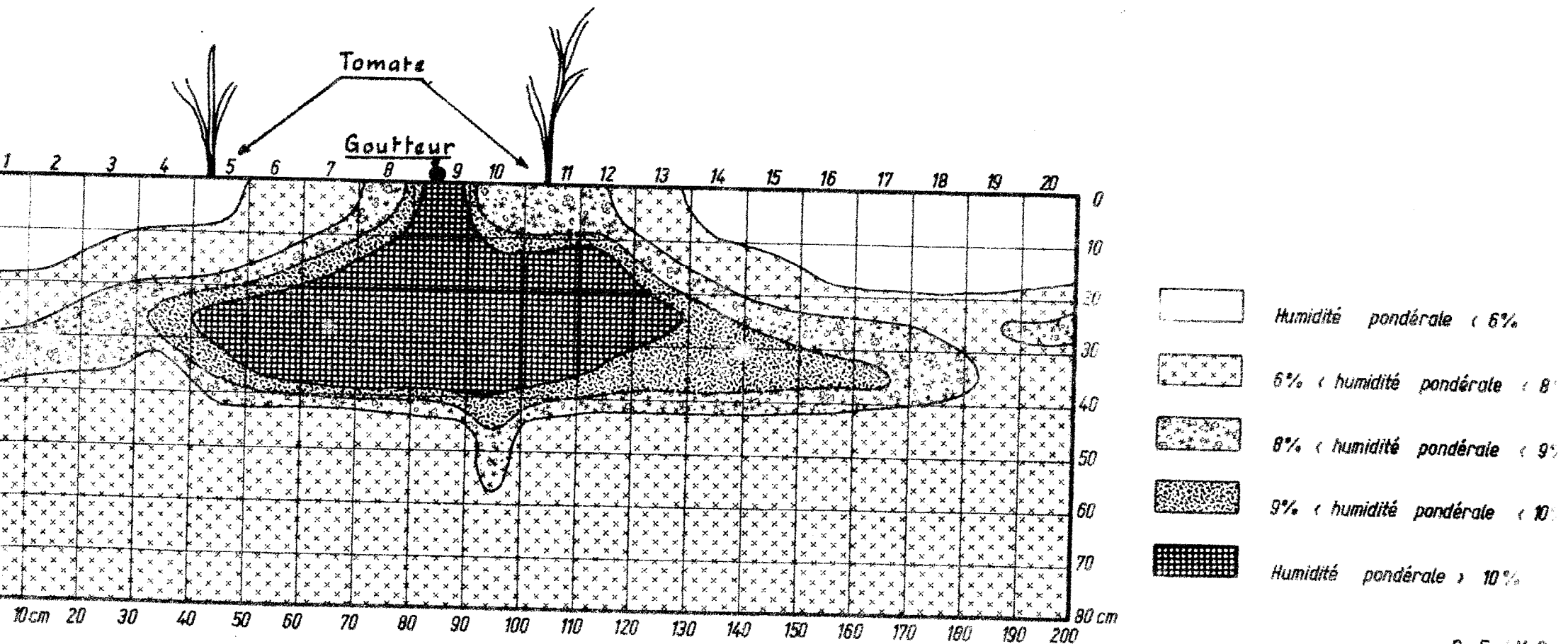
PROFIL D'HUMIDITE

— Fig. 15

Sole II Nord - Parcelle H₄

Irrigation goutte à goutte NETAFIM

Observations : — Profil relevé avant l'irrigation le 14.4.75. Les pieds de tomate plantés de part et d'autre de la rampe ne manquent pas d'eau. L'enracinement arrive à 30 - 40 cm de profondeur avec quelques "cordes" à 70 cm.

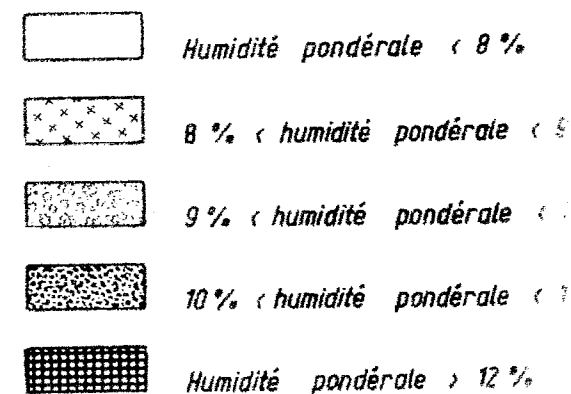
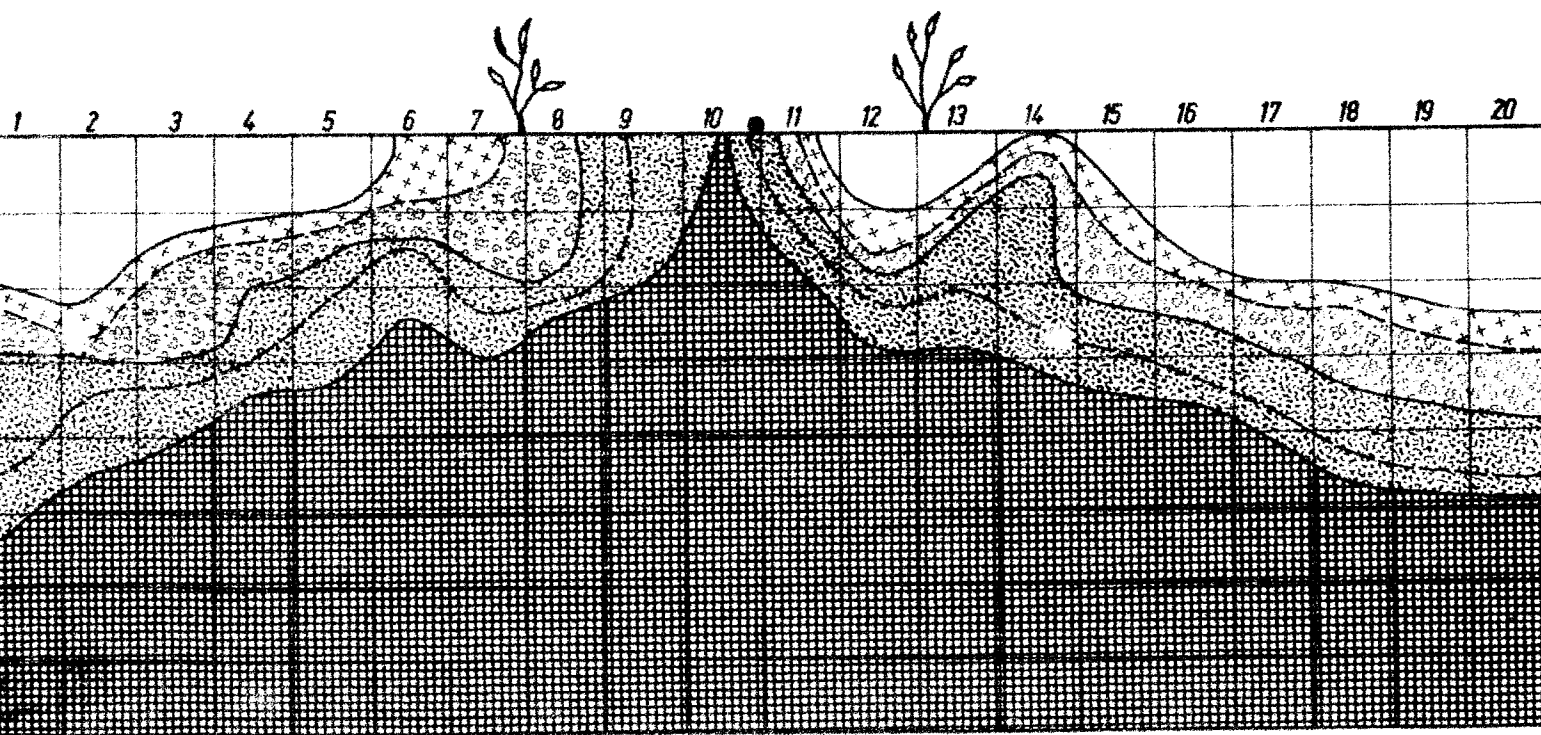


— PROFIL D'HUMIDITE —

— Sole II Nord - Parcelle H₁ —

— Irrigation goutte à goutte DRIPEZE INLINE —

— Date : 3. 2. 76 —

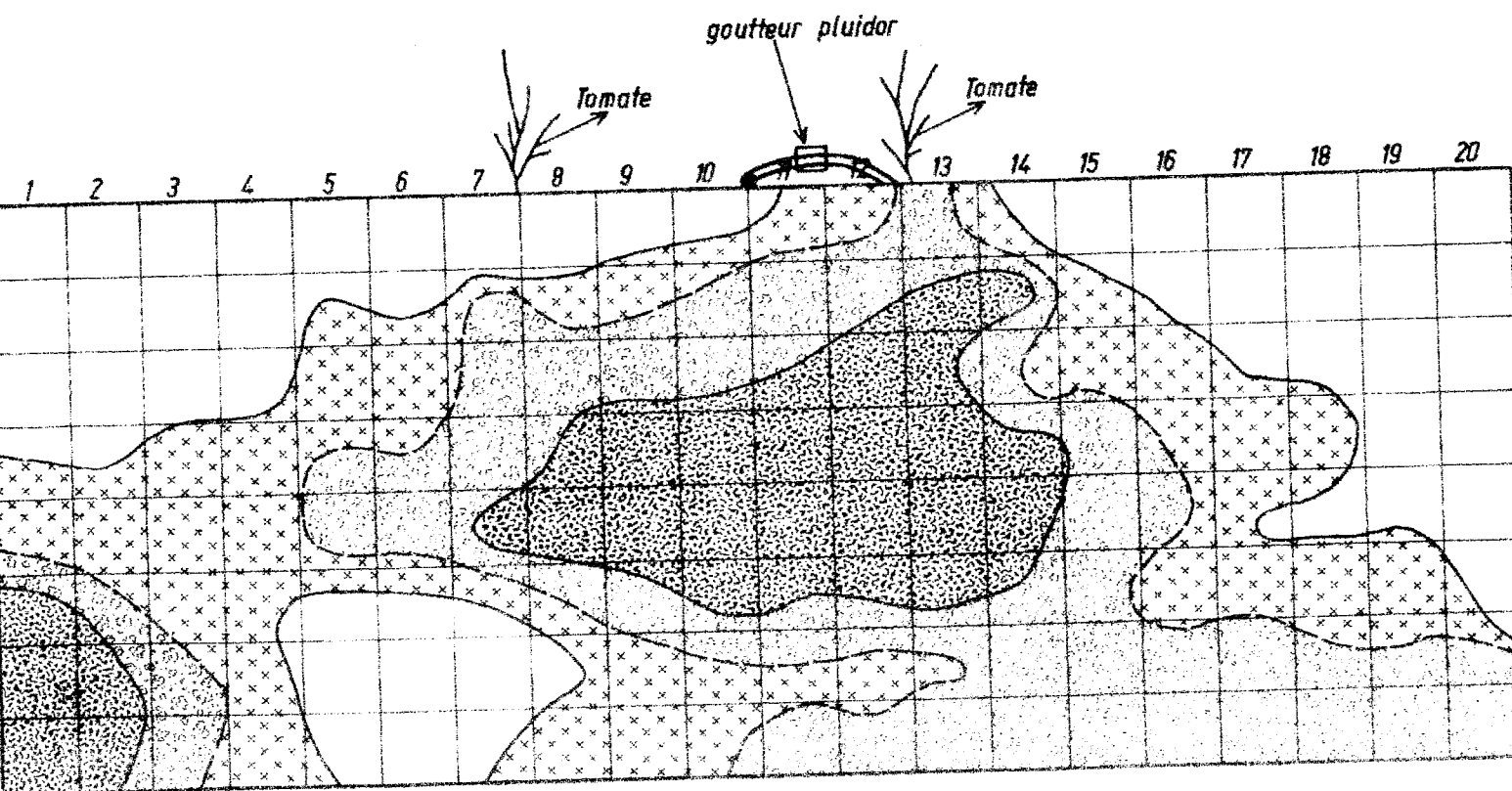


PROFIL D'HUMIDITE

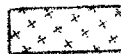
Sole II Nord . Parcelle H₁

Irrigation goutte à goutte PLUIDOR ANTICALCAIRE

Date : 12. 2. 76



Prélèvement avant irrigation

-  Humidité pondérale < 5%
-  5% < humidité pondérale < 6%
-  6% < humidité pondérale < 7%
-  Humidité pondérale > 7%

IV - 4. Répartition de l'eau sous un goutteur

L'étude de la répartition de l'eau dans le sol sous un goutteur est nécessaire à la détermination des espacements entre les rampes, entre les lignes de culture... et à la compréhension du comportement végétatif observé (mauvaise levée, mauvaise reprise, flétrissement...). Pour avoir une bonne précision, les échantillons de sol sont prélevés à la grille : une fosse de 2 m de long, 80 cm de large et 90 cm de profondeur est creusée perpendiculairement à la rampe ; une grille métallique de 2 m X 80 cm avec des mailles 10 cm X 10 cm, et posée sur la paroi verticale de la fosse. Les mailles indiquent les coordonnées des 160 échantillons de sol prélevés. Leur humidité pondérale est mesurée par la méthode gravimétrique. Les valeurs d'humidité pondérale reportées sur le schéma permettent de tracer les courbes d'égales humidités. On profite également de la présence de la fosse pour observer la répartition racinaire sous le goutteur.

Ces profils hydriques montrent (fig. 15) qu'avec le goutteur NETAFIM à 21/h, le bulbe humide a une profondeur de 40 cm et une largeur de 80 cm. La forme évasée du bulbe indique que malgré la nature sableuse du sol, la diffusion latérale peut être importante à cause de la prédominance des sables fins. La présence d'un tel bulbe après 4 mois d'arrosage permet de penser que l'irrigation a été bien conduite parce qu'il y a équilibre entre le débit et la dose d'irrigation d'une part et l'évapotranspiration maximale des cultures d'autre part. Ce n'est pas le cas avec le goutteur DRIP EZE INLINE (fig. 16) où le volume humide est de forme conique avec une forte pente hydraulique. Ceci montre que le débit adapté (41/h) semble excessif, en fonction de la perméabilité du sol. La perte par percolation observée en profondeur n'est pas forcément causée par une dose trop forte par rapport aux besoins en eau de la tomate. Cette percolation peut être due à la descente trop rapide de l'eau en profondeur, de sorte que la plante n'a pas le temps de puiser l'eau au cours de son apport, comme le témoigne l'allure tourmentée des courbes isohumides 8 %, 9 % et 10 %.

Avec le système PLUIDOR (fig. 17) le débit intermédiaire entre ceux de NETAFIM et DRIP EZE, le bulbe est plus globuleux et plus profond. La répartition de l'eau est bonne malgré une dose d'irrigation un peu faible. La zone humide en bas à gauche de la figure 17 appartient au bulbe du système BAS RHONE ajutage 1,2 mm.

PROFIL D'HUMIDITE

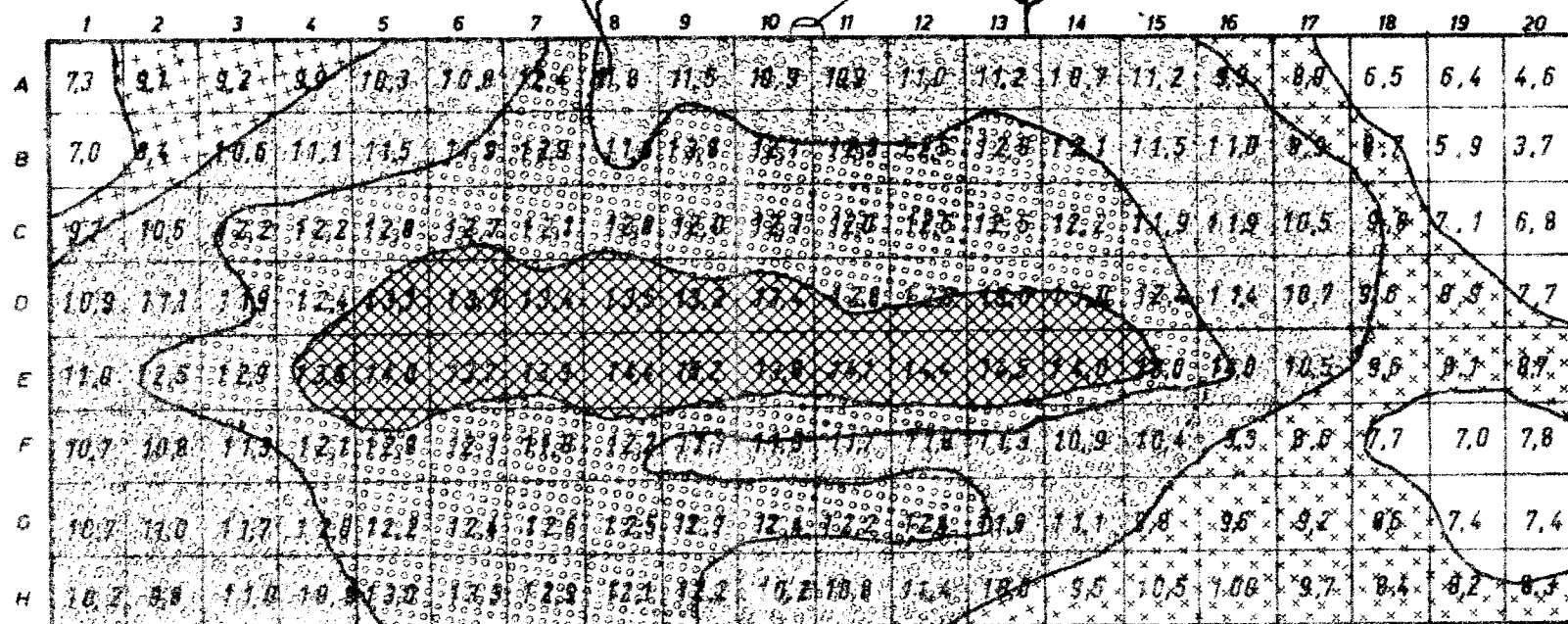
Goutte à goutte MICROJET

Date 3.5.1978

Avant irrigation

récolte de tomate

goutteur microjet



Humidité pondérale (HP) < 8%



8% < HP < 10%



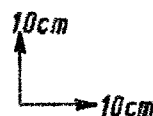
10% < HP < 12%



12% < HP < 13%



13% < HP

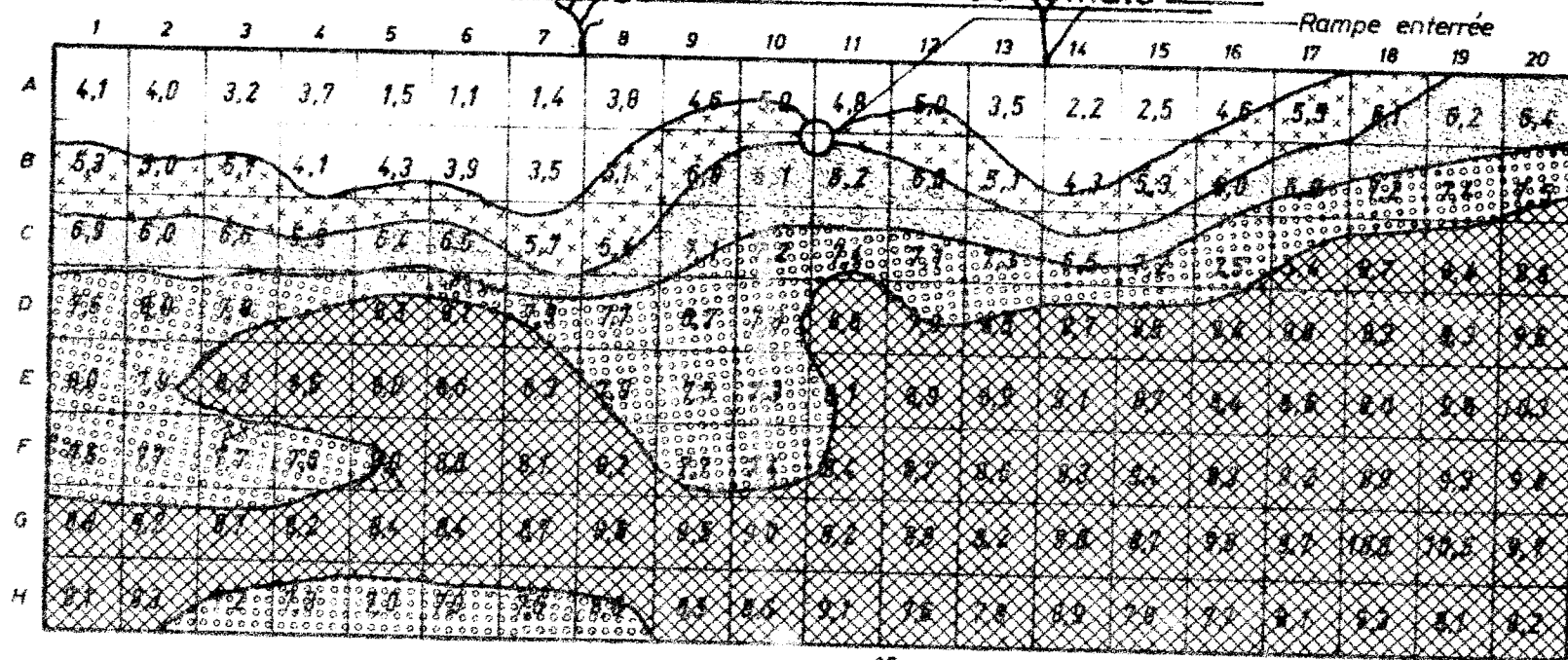


PROFIL D'HUMIDITE

Goutte à goutte PORTUBE enterrée à 10cm

Date 17.5.1978

Avant irrigation - récolte de tomate



PROFIL D' HUMIDITE

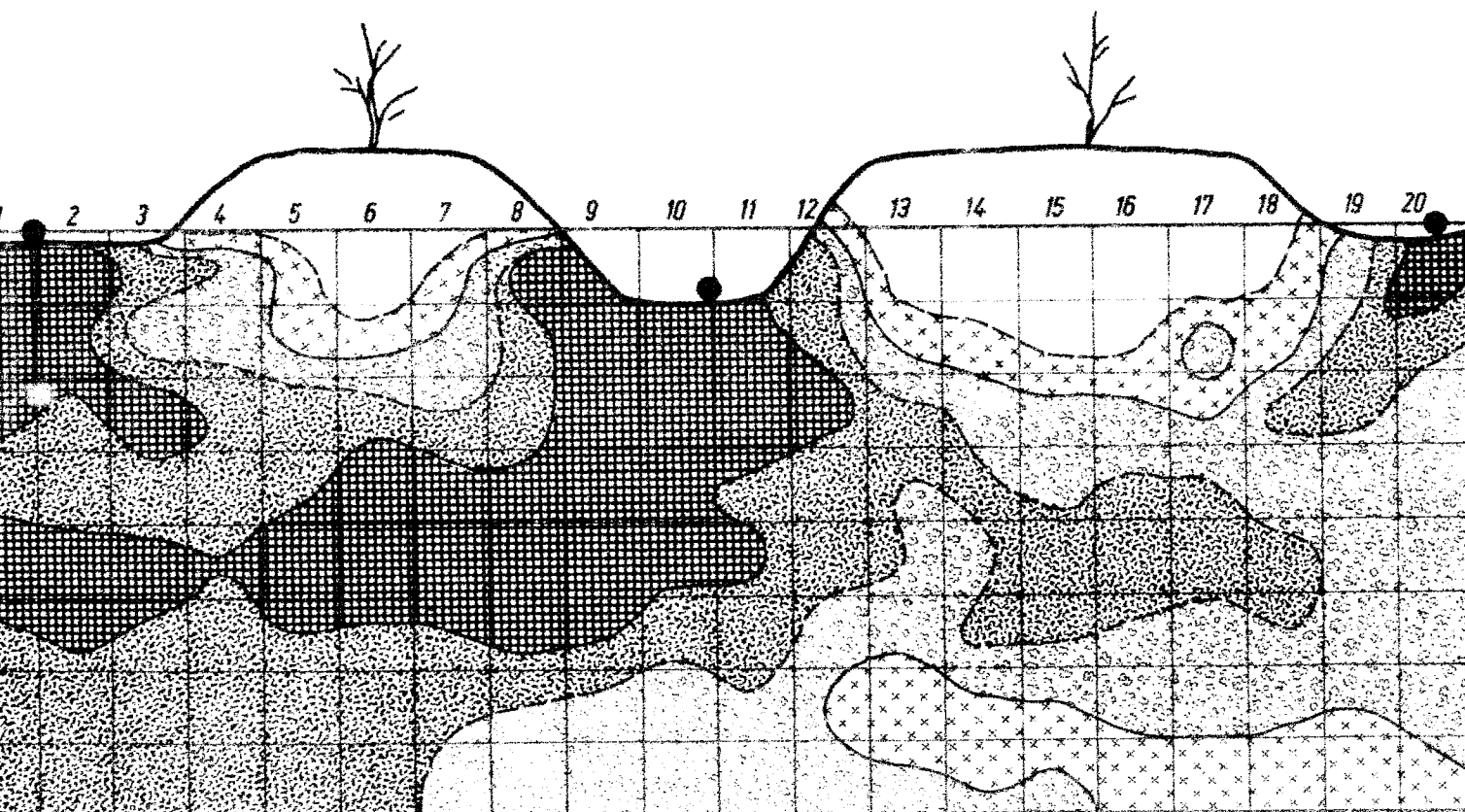
Sole II Nord . Parcelle H₁

Irrigation goutte à goutte BAS RHONE ϕ 2,4 mm

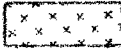
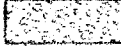
(avant irrigation)

Date : 12 . 2 . 76

Observations : Système racines très développé dans le billon .
Profondeur : 60 cm .



LEGENDE

-  Humidité pondérale < 9%
-  9% < humidité pondérale < 10%
-  10% < humidité pondérale < 11%
-  11% < humidité pondérale < 12%
-  Humidité pondérale > 12%

Le mini diffuseur MICROJET (fig. 18) par son principe de distribution de l'eau, donne naissance à un bulbe humide relativement profond et très large en surface. Cette dernière caractéristique doit entraîner des pertes par évaporation du sol nu humide plus importantes que dans les autres goutteurs.

L'observation des profils hydriques sous goutteur PORTUBE (fig. 19) et BAS RHONE LANGUEDOC 2,1 mm (fig. 20) explique la mauvaise reprise des plants de tomate repiqués : dans les 2 systèmes, la zone humide est trop profonde pour les racines de jeunes plants qui souffrent du manque d'eau au début du cycle. En 1977-1978, l'adoption des billons plus bas (10cm) pour le système BAS RHONE, l'enfouissement moins profond (10cm) du PORTUBE n'ont pas amélioré la reprise des plants.

Avec le système BAS-RHONE à ajutage 1,2 mm, il y'a pas eu de problème car la culture est à plat et les lignes de culture se trouvent à 30 cm seulement de la rampe.

Sur la figure 19, avec le système PORTUBE, l'humidité du sol au niveau des pieds de tomate est extrêmement faible (3,5 % pondéral) c'est ce qui explique des rendements très bas obtenus avec ce système. La zone humide qui remonte un peu en surface à droite du schéma, provient de la rampe PORTUBE voisine, non enterrée.

IV - 5. Influence de l'ensoleillement

L'ensoleillement a trois actions sur le fonctionnement des goutteurs :

1°)- l'élévation de la température de l'eau entraîne une réduction de sa viscosité ; ceci se traduit par une augmentation du débit du goutteur surtout si celui ci fonctionne en régime laminaire (cas des goutteurs à circuit long). Selon J.KELLER et D. KARMEI, pour une même pression, le débit peut doubler si la température de l'eau passe de 10° à 40°C (tous les goutteurs étant étalonnés pour 20°). L'étude de l'influence de la température sur l'augmentation du débit des goutteurs ne peut pas se faire sérieusement au champ où l'on ne peut pas contrôler la précision des mesures de la température de l'eau, de la pression de service et du débit des goutteurs. Toutefois, on a observé que les débits des goutteurs à

.../...

à long cheminement sont souvent supérieurs à leurs valeurs nominales : ainsi pour une température de l'eau d'environ 30°C, les débits moyens de 120 goutteurs NETAFIM ont de :

- 2,00 l/h pour 0,8 kg/cm² contre 1,65 l/h nominal soit 21 % supérieur
- 2,25 l/h pour 1,0 kg/cm² contre 2,0 l/h nominal soit 13 % supérieur
- 2,35 l/h pour 1,2 kg/cm² contre 2,3 l/h nominal

Dans les conditions de Bambey, la température de l'eau stockée dans les bassins dépasse parfois 36° : son influence sur le débit d'irrigation devra être tenue en compte.

2°)- L'échauffement solaire provoque une dilatation des rampes : celles-ci peuvent s'allonger et se raccourcir en fonction de la température et de la nature du tuyau (le tube BAS RHONE se dilate moins que le tuyau PLUIDOR et NETAFIM, le tuyau PORTUBE non enterré s'allonge le plus). On l'a vu au IV-2 que cette dilatation peut gêner le fonctionnement du goutteur DRIP EZE INLINE. Par ailleurs, la dilatation puis la rétraction du diamètre de la rampe entraînent à la longue, des fuites au niveau de l'insertion des goutteurs latéraux dans la rampe : ces fuites ont été observées sur les systèmes SUB TERRAIN, DRIP EZE SNAP.

3°)- L'action des rayons ultra-violets sur le matériel plastique peut provoquer la détérioration de la rampe ou des goutteurs. Dans l'ensemble, tous les systèmes en polyéthylène essayés ont bien résisté aux U. V. à l'exception du BI - WALL (double gaine fabriquée par la CSS) dont le tube a tendance à se fendre dans le sens longitudinal après 5 à 6 mois d'arrosage, surtout si la pression de service atteint 1,5 kg/cm²;

IV - 6. Dégâts par les rongeurs :

Les rongeurs peuvent faire des dégâts sur les rampes porte-goutteurs. Au CNRA, on observe peu de dégâts pendant la campagne d'arrosage ; par contre, entre 2 cultures, les rampes sont enroulées pour permettre la préparation des sols. Les souris et les rats font leurs nids et "leurs dents" sur les rouleaux de goutteurs. Les dégâts (tranches de rampes qu'il faut remplacer) ont atteint 15 % environ en une année. Ils concernent la plupart des systèmes à l'exception du PORTUBE trop épais et "peu appétissant."

.../...

Au monastère de KEUR MOUSSA près de KAYAR, les rongeurs s'attaquent aux tuyaux en place, la nuit, pour chercher à boire et provoquent des dégâts importants.

V - CONCLUSIONS

Cette étude, réalisée au champ, a montré que dans les conditions écologiques de la zone sahélienne (fréquents vents de sable, ensoleillement intense, développement rapide des végétaux aquatiques...), l'obstruction des goutteurs, d'origine externe est aussi importante à considérer que les bouchages d'origine interne provenant de la mauvaise qualité de la filtration de l'eau d'irrigation.

Des quatorze modèles de goutteurs qui ont été testés, le goutteur NETAFIM à chicanes semble le mieux adapté pour irriguer les cultures maraîchères. Pour les vergers où les rampes à l'hectare est faible, le même goutteur NETAFIM et les goutteurs latéraux, démontables tels que IDIS à 2 débits et IRRIFRANCE, sont les plus intéressants. Pour les cultures vivrières et les cultures

maraîchères à forte densité (oignon), l'irrigation au goutte à goutte encore trop coûteuse n'est pas envisageable actuellement dans les conditions sénégalaises.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - PROCEEDING - SECOND INTERNATIONAL DRIP IRRIGATION CONGRESS 1974 - SAN DIEGO - CALIFORNIE - (U.S.A.)
- 2 - "Irrigation localisée. Etude technologique de quelques goutteurs. Août 1975". CTGREF. Aix - en Provence Etude n° 9
- 3 - "Trickle irrigation design " par J. KELLER et D. KARMELI 1974. Ed RAIN BIRD.
- 4 - "Note sur l'irrigation au goutte à goutte" par B CHEZE CEEMAT. 1974
- 5 - "Irrigation au goutte à goutte". Commission européenne d'agriculture. 1973. F.A.O.
- 6 - "Compte rendu de quelques essais d'irrigation au goutte à goutte" par W. BAVDOIN - 1976 CDN . Camberène DAKAR.
- 7 - "L'irrigation des vergers par goutte à goutte" par J. LE BOURDELLES SOMIVAC . CORSE.
- 8 - "Drip Irrigation -Chimical, physical ways to keep emitters open" Crops and soils magazine - March 1978
- 9 - "L'irrigation localisée en Afrique du Sud. La technique des microjets" par M. DECROIX - Entreprises agricoles 1974
- 10 - "Le développement des nouvelles techniques d'irrigation en France" par L.ROLLAND. Bulletin Technique d'Information 1974 Ministère de l'Agriculture. (France)
- 11 - "Une réévaluation des concepts d'irrigation avec l'emploi des méthodes d'irrigation " Point source émission par D GOLDBERG 1972. Séminaire sur les perspectives pour l'irrigation en Afrique de l'Ouest. IBADAN.
- 12 - "Etude d'un dispositif de localisation des arrosages et de distribution par rampes perforées débitant dans une rigole d'infiltration". Compagnie Nationale d'Aménagement de la région du BAS RHONE et du LANGUEDOC . Février 1972.
- 13 - "Un nouveau procédé d'irrigation - l'arrosage localisé par rampes perforée fixée par P. RUTTEN. BAS Rhone Languedoc Mars 1972 N°62.