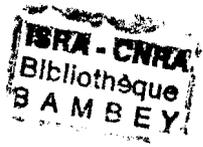


1977/1111

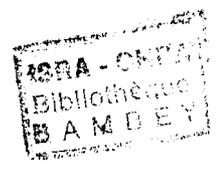
TMD/MS
REPUBLIQUE DU SENEGAL
PRIMATURE

DELEGATION GENERALE
A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

CIN 0100279
N155
DUC



1er SALON AFRICAIN SUR L'AGRICULTURE ET L'HYDRAULIQUE
COLLOQUE SUR L'AGRICULTURE ET L'HYDRAULIQUE
EM AFRIQUE 1 - 7 DECEMBRE 1977



IRRIGATION A PARTIR DES EAUX SOUTERRAINES ;
CRITERES DE CHOIX DU MODE D'IRRIGATION

Par Tran Minh DUC



1
Novembre 1977

Centre National de Recherches Agronomiques
de BAMBEY

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES

(I . S . R . A .)

IRRIGATION A PARTIR DES EAUX SOUTERRAINES :
CRITERES DE CHOIX DU MODE D'IRRIGATION

L'irrigation à partir des eaux souterraines est relativement peu pratiquée, donc peu étudiée, dans le monde. Deux causes sont probables :

- l'eau ainsi extraite est plus coûteuse que l'eau de surface
- la prospection des nappes souterraines et l'étude de leur réapprovisionnement sont toujours longues et difficiles.

Au Sénégal, les études relatives à l'utilisation rationnelle des eaux souterraines à des fins agricoles ont commencé en 1973 et avaient pour base de départ un très important document de synthèse, rédigé par les Services Techniques Nationaux et intitulé "Eléments pour une politique de l'eau après dix ans d'indépendance".

I - RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES

D'une manière générale, les résultats des études hydrogéologiques réalisées sous le contrôle de la Direction Générale de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural (D.G.H.E.R.) montrent que l'eau d'irrigation d'origine souterraine est relativement rare et coûteuse.

Les disponibilités annuelles évaluées en 1975 par la D.G.H.E.R. selon des critères bien définies (profondeur et débit "économiques", qualité, réalimentation...) furent de l'ordre de 700 millions de m³ par an. Bien entendu, cette estimation ne tenait pas compte de la disponibilité des eaux sodiques de la nappe du Maestrichtien ni de celle des aquifères encore inconnus ou mal connus (nappes alluviales des fleuves du Sénégal de la Casamance...). En se basant sur les besoins en eau des cultures déterminés à la Ferme Expérimentale du Centre National de Recherches Agronomiques (C.N.R.A.) de BAMBEY, de telles disponibilités permettraient d'irriguer :

- soit 470.000 hectares de cultures d'hivernage
- soit 60.000 hectares de cultures de long cycle en saison sèche
- soit 150.000 hectares de cultures mixtes du type Ferme Expérimentale du C. N. R. A.

Dans l'ensemble, les aquifères retenus fournissent une eau d'irrigation d'excellente qualité (classée C1S1 selon les normes américaines) qui a, sur l'eau de surface, l'avantage de contenir très peu de suspensions solides (limon, algues...).

Le coût de revient du m³ d'eau de forage varie beaucoup en fonction du type de l'ouvrage de captage (puits, forage, profondeur) du mode d'exhaure (pompe à moteur thermique, électropompe, groupe électrogène, électricité du réseau EDS...) du débit et du refoulement de l'eau. La D.G.H.E.R. a estimé en 1975 (cf tableau de la page suivante) que le prix de revient 1975 du m³ d'eau livré sans pression au sol variait entre 5 FCFA et 15 FCFA en fonction de la localisation et de la nature des nappes. La mise sous pression du m³

d'eau revenait entre 1 F et 3 F pour 1 kg/cm³ de pression et son transport était évalué à 1,5 F - 3,5 F le kilomètre. Pour la nappe du Lutétien à Bambey, le coût du m³ d'eau (19,97 F en fin 1975 et 23,53 F en 1977 pour 3 kg/cm² correspond parfaitement à ces normes. Compte tenu d'une inflation de 12 % par an, le m³ d'eau de forage livré sans pression coûterait actuellement entre 6,5 F et 19,4 F. En zone Centre-Nord, l'irrigation d'un hectare de culture de contre saison revient actuellement à 300.000 F (toutes charges comprises mais gas oil détaxé), sans compter les autres dépenses culturales : engrais, semences...

Ces chiffres montrent que l'irrigation à partir des forages est coûteuse et qu'il convient de rechercher des techniques d'irrigation et de cultures permettant une économie d'eau et une rentabilisation assurée du réseau de distribution.

II - RAPPEL DE QUELQUES DEFINITIONS

21 - Besoins en eau des cultures irriguées

Les besoins en eau des cultures irriguées peuvent être évalués par ces 2 formules :

$$\text{Besoins nets } B \text{ en eau d'une culture : } K1 \times \text{ETP} = K2 \times E_v(1)$$

où K1 et K2 désignent des coefficients de culture qui dépendent de l'espèce cultivée et qui varient avec les stades de végétation ETP désignant l'Évapotranspiration Potentielle durant la période choisie

E_v désignant l'évaporation de l'eau du bac normalisé classe A

B, ETP et E_v s'expriment en mm d'eau pour la période considérée.

$$\text{Consommation en eau d'une parcelle } C = \frac{B}{\eta} \times 10 \quad (2)$$

où C désigne la consommation brute en eau exprimée en m³/ha

η désigne l'efficacité de l'irrigation qui peut atteindre ou dépasser 1,0 pour l'irrigation au goutte à goutte.

Les valeurs des besoins en eau B peuvent être déterminées aisément à partir des valeurs de K adoptées dans les régions d'écologie voisine. La connaissance plus précise des valeurs de B ne permettrait qu'une économie d'eau de 10 à 15 % supérieure.

Par contre, en pratique, si l'on choisit un mode d'irrigation adéquat et pratiqué correctement, les apports d'eau, on pourrait réduire considérablement les pertes d'eau et améliorer substantiellement l'efficacité de l'irrigation. En effet, une irrigation mal conduite entraîne facilement des pertes dépassant 100 % des besoins nets.

22 - Mode d'irrigation

On distingue 3 modes d'irrigation (cf fig 1):

- irrigation gravitaire où l'eau transportée et distribuée par gravité du point haut vers le point bas : irrigation à la raie, par submersion, calant...

PRIX DE REVIENT MOYEN DU METRE CUBE D'EAU DE FORAGE

Localisation et nature de l'aquifère	Caractéristiques du forage			Prix de revient du m ³ au sol en FCFA/m ³ (base : 1975)		
	Profondeur m	Débit m ³ /H	Refoulement m	Pompe à axe vertical + moteur Diesel (diésel oil)	Electropompe + groupe électrogène (diésel oil)	Electropompe + électricité du réseau.
NIAYES-CAP-VERT (sables quaternaires)	40	50	20	6.97	8.22	7.40
LITTORAL NORD (sables quaternaires et continental terminal)	100	100	40	7.95	9.99	9.75
BAMBEY - LOUGA (Lutétien)	80	100	35	5.97	6.91	7.48
FATICK - THIAOIAYE (Paléocène)	50	100	20	4.64	5.35	5.16
Niveau 2	100	100	25	5.32	6.04	6.19
Niveau 3	150	100	25	5.74	6.46	6.61
CASAMANCE - SINE - GAMBIE (Continental terminal)	50	20	25	16.30	17.25	14.29
CASAMANCE (Miocène)	150	100	35	7.93	8.87	8.81
AUTRES REGIONS (Maestrichtien)	350	100	40	10.17	12.21	11.49

(Extrait de la note MDRH/CT1 "observations sur la tarification de l'eau" juillet 1975)

- irrigation par aspersion où l'eau est transportée sous pression dans des conduites fermées et distribuées ensuite aux cultures sous forme de pluie : aspersion, machine d'arrosage :

- irrigation au goutte à goutte où l'eau est transportée sous faible pression et distribuée au pied de chaque plante avec un débit très faible et une fréquence élevée : goutte à goutte, irrigation localisée, souterraine.. .

Il convient de signaler l'irrigation manuelle (arrosoir, arrosage au jet.. .) qui peut être rattachée à l'irrigation gravitaire ou à l'aspersion. C'est un mode d'irrigation, très pratiqué dans les potagers familiaux et les petites surfaces maraîchères qui a l'avantage d'exiger très peu d'investissements.

Toutefois, si l'on tient compte de la main-d'oeuvre, le m³ d'eau irrigué à l'arrosoir peut revenir très cher : une étude du Centre de développement horticole (CDH) de décembre 1976 a montré que le coût du m³ d'eau rendu la culture revient à :

87,74 F	pour un système de céane + arrosoir
21,52 F	pour un système de puits + motopompe + asperseurs sur trainsaux
18,88 F	pour un système de forage + motopompe + conduites fosses + asperseurs mobiles 'et à
48,76 F	pour un système de forage + goutte à goutte.

23 - Paramètre d'irrigation

Le choix du mode d'irrigation suppose que soient bien déterminés les paramètres d'irrigation :

- pentes et longueur des raies, débit de remplissage de la parcelle, vidange.. .
- type de l'asperseur, maille d'arrosage, pluviométrie horaire . . . pour l'aspersion
- débit et espacement des gouttours.. . pour l'irrigation au goutte à goutte.

III - CRITERES DE CHOIX DU MODE D'IRRIGATION (fig 1)

Les critères conditionnant le choix du mode d'irrigation sont nombreuses :

31 - Efficiencce d'irrigation

L'efficiencce est le rapport de la quantité d'eau reçue réellement par la plante à celle débitée à la source, en tête de la canalisation primaire. Les pertes se produisent au cours du transport (fuite des canaux, infiltration, évaporation) et de la distribution à la parcelle (évaporation du sol mouillé, des gouttelettes d'eau, percolation profonde, vidange.. .)

Dans l'irrigation gravitaire, les pertes sont toujours très importantes et si les pertes dans le transport peuvent être réduites par le revêtement des canaux, les pertes par percolation profonde, par vidange sont inévitables.

Dans un casier bien aménagé, une irrigation gravitaire bien conduite peut avoir une efficiencce moyenne de 0,6 - 0,7 c'est-à-dire des pertes de 40 à 70 % de la dose nette d'irrigation,

Avec l'aspersion, si les pertes dans le transport sont négligables et celles par percolation profonde facilement contrôlées, les pertes par évaporation et entrainement des gouttelettes peuvent être très élevées, surtout lorsqu'on irrigue en période ventée ou de chaleur. En effet les mesures que nous avons réalisées tant au Niger qu'au Sénégal, ont montré que, pour un asperseur de buses 9/32 x 7/64 fonctionnant à 3 kg/cm² par exemple, l'efficacité ont les valeurs suivantes (cf fig 2) :

Vitesse du vent mesurée à 2 m	0,2 m/s	1,6 m/s	4,0 m/s	8,6 m/s
Efficiéce	0,87	0,75	0,67	0,57

Pour le même asperseur, la valeur moyenne de l'efficacité est de l'ordre de 0,65 si l'asperseur fonctionne entre 9 h et 17 h, elle s'élève à 0,80 si l'asperseur fonctionne la nuit entre 20 h et 8h00 du matin,

D'une manière générale, l'arrosage de nuit où il y a moins de vent et une Evapotranspiration Potentielle plus faible, permet d'améliorer l'efficacité qui est alors de 0,80 environ. Enfin, il faut noter qu'en cas de vent, l'aspersion à basse pression a souvent une meilleure efficacité que la haute pression.

Irrigation au goutte à goutte

Le schéma de la figure 1 montre bien l'excellent principe de ce mode d'irrigation qui doit permettre une économie d'eau considérable :

- pertes dans le transport nulles
- évaporation du sol au plus faible car toute la surface du sol n'est pas mouillée
- le volume de terre humidifié (bulbe) et la percolation sont faibles.

Le caractère localisé de ce mode d'irrigation entraîne une efficacité très élevée, pouvant dépasser 1,0 car la dose nette d'irrigation est calculée pour une surface entièrement arrosée. Sur sol Dior à Bambey, l'efficacité du goutte à goutte atteint 1,1 y bien entendu, ceci suppose que la percolation profonde soit bien contrôlée en adoptant des goutteurs dont le débit soit compatible avec la perméabilité du sol. Par exemple, sur sol Dior de Bambey, le goutteur NETAFIM de 2 l/h (fig 3) donne une bulbe très correcte le goutteur BAS-RHONE/LANUEDOC de 12 l/h, remplit bien la raie cloisonnée (fig 4) et le volume de sol humidifié est acceptable, par contre sur la fig 5 avec un autre goutteur fournissant intentionnellement une dose forte (même dose que l'aspersion), on observe des bulbes jointifs en profondeur et une percolation très importante, les pertes par évaporation restent très faibles.

Ainsi, comme pour l'aspersion, il importe que le projeteur estime ou détermine au préalable la vitesse d'infiltration du sol des parcelles qu'il doit équiper. Habituellement, une efficacité de 1,0 peut être adoptée pour un système au goutte à goutte.

32 - Qualité de la distribution

Une irrigation correcte doit répartir uniformément la même hauteur d'eau sur toute la surface cultivée.

Irrigation gravitaire

Dans les casiers de submersion rizicole à faible superficie et à pente nulle, il est très facile d'avoir une bonne répartition de l'eau. Par contre, en irrigation à la raie, on observe très souvent un gradient de végétation résultant d'une distribution d'eau irrégulière : le tiers central de la raie reçoit toujours moins d'eau que les tiers amont et aval qui bénéficient des infiltrations provenant des arroseurs et des colateurs.

Aspersion

Rappelons qu'en aspersion, la qualité de la distribution est caractérisée par le coefficient d'uniformité (C.V.) qui peut être calculé habituellement par les formules de :

$$\text{CHRISTIANSEN } C U = 100 \left(1 - \frac{h}{n \times h_m} \right)$$

où h désigne la différence en valeur absolue entre la pluviométrie moyenne h_m et la hauteur d'eau recueillie par chaque pluviomètre

h_m désigne la pluviométrie moyenne

n désigne le nombre total de pluviomètres.

CREGR (Centre de Recherche et d'Expérimentation du Génie Rural)

$$C U = 100 \left(\frac{h_o}{h_m} \times \frac{1}{S} \right)$$

avec h_o = hauteur pluviométrique minimale en mm relevée dans l'aire mouillée

h_m = hauteur pluviométrique moyenne en mm de l'aire mouillée

1 = portion de surface en m^2 de l'aire mouillée qui reçoit au moins 80 % et au plus 120 % de la pluviométrie moyenne

S' = surface totale de l'aire mouillée en m^2

Un C.U. de CRISTIANSEN supérieur à 75 % et un C.U. du CREGR supérieur à 50 % signifient une distribution correcte de l'eau.

L'influence du vent sur la répartition pluviométrique est importante et souvent, il est conseillé de réduire la maille d'arrosage :

vent inférieur à 1 m/s.... Paille carrée d'arête a avec
 $a = R \cdot 2$, R étant la portée du jet

1 m/s vent 3 m/s ... Maille rectangulaire $\left\{ \begin{array}{l} L = 8 \\ l = 2/3a \end{array} \right.$
 lu côté l étant perpendiculaire à la direction du vent

3 m/s vent 5 m/s..... Maille rectangulaire $\left\{ \begin{array}{l} L = 2/3a \\ l = 1/2a \end{array} \right.$
 Vent 5 m/s Arrêt provisoire d'arrosage.

Il convient de signaler qu'en cas de vent, la maille triangulaire et la maille rectangulaire donnent des répartitions pluviométriques d'une homogénéité à peu près semblable.

Goutte à goutte

Pour avoir une végétation homogène, il importe que le débit des goutteurs à l'intérieur de la parcelle soit régulier malgré les dénivellations topographiques et les pertes de charge dans les rampes. De plus, il faut que ces débits ne varient pas trop dans le temps par des obstructions partielles ou des bouchages totaux. Par exemple la figure 6 indique les faibles variations de débit d'un type de goutteur le long de 2 rampes porte-goutteurs de 30 m (60 goutteurs par rampe) et leurs petites variations au cours de 3 jaugeages réalisés tous les 2 mois : on peut considérer que cette distribution est acceptable.

Par contre, sur la figure 7, un autre type de goutteur donne des débits très irréguliers à la fois dans l'espace et dans le temps, on observe même 12 bouchages totaux en 3 jaugeages : la distribution y est donc peu satisfaisante.

Il est à noter également que le débit varie avec la température dont les écarts entraînent une dilatation ou une rétraction de l'orifice de passage d'une part et une variation du régime d'écoulement de l'eau d'autre part.

L'homogénéité de la distribution de l'eau dépend des conditions d'installation du réseau et de son fonctionnement (obstructions...).

La qualité d'un réseau est définie par son coefficient d'uniformité J. KELLER et D. KARMELI ("Trickle Irrigation design", Rain Bird) distinguent le coefficient d'uniformité E U (Emission Uniformity) du coefficient d'uniformité absolue EVA (Absolute emission uniformity) qui se calculent soit au niveau du projet soit au niveau du champ.

Par exemple, au niveau du projet, ils proposent :

$$EVA = 100 \left(1 - \frac{1,27}{2} v \right) \frac{1}{2} \left(\frac{q_{\min}}{q_n} + \frac{q_n}{q_{\max}} \right)$$

où c = nombre de goutteurs par plant

v = coefficient de variation technologique du goutteur donné par le fabricant

q min = débit minimal des goutteurs d'après la charge minimal du réseau

q max = débit maximal des goutteurs

q n = débit moyen de l'ensemble des goutteurs.

Pour que le réseau conçu soit acceptable, il faut que $EVA \rightarrow 94 \%$. Les réseaux calculés avec une valeur de EVA comprise entre 90 et 94 % exigent de fréquents contrôles d'abstention.

Le débouchage des goutteurs obstrués peut se faire soit à la main (goutteurs débouchables ou démontables, type IDIS, DRIPEZE, IRRIFRANCE, pinçement avec une pince, tapotement avec un bout de 0015...), soit en injectant dans le réseau des produits chimiques (Dimanin, acides chlorhydrique, nitrique, sulfurique dilués...),

33 - Pratique de l'irrigation

- Irrigation gravitaire

A l'exception de la submersion, l'irrigation gravitaire demande une bonne technicité et une surveillance constante de la part de l'irrigateur. La tâche du projeteur qui doit évaluer les paramètres d'irrigation est délicate. Le travail de l'irrigateur est souvent pénible.

- Aspersion

L'aspersion n'exige pas une bonne technicité mais une surveillance fréquente de la part de l'irrigateur. Pour les réseaux semi-mobiles, le déplacement des tuyaux et asperseurs est parfois une servitude.

- Goutte à goutte

Dans un réseau d'irrigation bien conçu par le projeteur, le travail de l'irrigateur est très facile (dans les réseaux automatiques, il n'y a même pas de travail du tout !) il convient de vérifier périodiquement (tous les 15 jours par exemple) le bon fonctionnement des goutteurs et de déboucher les goutteurs obstrués.

34 - Consommations d'engrais, de pesticides

Ces consommations sont liées au volume de sol humidifié, c'est-à-dire à la consommation d'eau. Cons la littérature (C.R. Congrès international de SAN DIEGO - USA - sur l'irrigation goutte à goutte), l'irrigation au goutte à goutte consomme moins de produits que l'aspersion qui elle même est plus intéressante que l'irrigation gravitaire ; de plus le fractionnement des apports d'engrais est très bénéfique. Au CNRA, l'économie des herbicides est observée, par contre l'avantage du goutte à goutte sur l'aspersion dans l'utilisation des insecticides n'a pas été mis en évidence, il semble au contraire que le lavage des feuilles par l'aspersion soit bénéfique : diminution de risque de brûlure ; certains produits sont plus actifs lorsqu'ils sont plus dilués, bien dissous dans l'eau.

35 - Productions culturales

La nature des productions culturales conditionne pour beaucoup le choix du mode d'irrigation : ainsi le meilleur mode d'irrigation pour le riz est la submersion ; pour l'oignon à faible écartement et pour les systèmes de cultures à écartements variables, le goutte à goutte est à déconseiller.

Au point de vue des rendements culturaux, on observe que le fractionnement des doses d'irrigation contribue à améliorer la production en quantité et en qualité car l'alimentation hydrique, d'où minérale, est plus régulière. Aussi, l'irrigation au goutte à goutte qui peut se pratiquer tous les jours donne souvent des rendements supérieurs aux 2 autres modes d'irrigation (exception faite pour les machines d'arrosage). A Bambey, sur culture de tomate, le goutte à goutte donne des rendements de 10 à 20 % supérieurs à l'aspersion qui a souvent l'inconvénient de produire des récoltes de moyenne qualité (pourriture).

36 - Coût de revient

Vu l'extrême diversité de matériel de pompage et d'irrigation qui existe sur le marché et vu les conditions économiques très changeantes depuis la crise qui entraînent des variations de prix très rapides, il est difficile de chiffrer avec précision les coûts d'équipement de l'hectare irrigué et de son fonctionnement.

D'une manière très générale, au Sénégal, l'hectare équipé revient approximativement à :

1 200 000 - 1 500 000 f	pour l'irrigation gravitaire (les grosses infrastructures : barrage, gros endiguement... exclues)
500 000 - 1 000 000 f	pour l'aspersion en fonction du taux de couverture du réseau
1 000 000 - 3 000 000 f	pour le goutte à goutte en fonction du taux de couverture et du type de goutteurs,

Les charges variables (consommation d'énergie...) dépendent en grande partie de la pression de service :

sans pression pour l'irrigation gravitaire
 0-2 - 1,5 kg/cm² pour la goutte à goutte
 1,5 - 7,0 kg/cm² pour l'aspersion et les machines d'arrosage.

En tablant sur un coût de revient de 2 f par m³ et par kg/cm² de pression, on voit immédiatement que l'aspersion et surtout les machines d'arrosage entraînent des dépenses de fonctionnement considérables.

37 - Autres critères

Il est d'autres critères plus ou moins liés à ceux cités précédemment dont il faut tenir compte. Ce sont les critères caractérisant le milieu :

- les sols

Les sols sableux très perméables, les sols très hétérogènes ne conviennent pas à l'irrigation gravitaire. De même que sur les sols battant ou sales, il est déconseillé d'adopter l'aspersion.

- Les eaux

Les eaux salées et sodiques ne conviennent pas à l'aspersion; les eaux limoneuses ne permettent pas d'utiliser le goutte à goutte. Il n'est pas recommandé d'opter pour l'irrigation gravitaire quand l'eau est rare et coûteuse.

- La topographie

Certains sites (aval de barrages, cuvettes alluviales...) conviennent très bien à l'irrigation gravitaire.

IV . MODE D'IRRIGATION ADAPTE AUX EAUX SOUTERRAINES.

On a vu au 1er paragraphe les caractéristiques des eaux souterraines au Sénégal : disponibilités limitées, coût de revient élevé, eaux peu chargées en éléments solides. Les régions où sont localisées ces nappes aquifères ont souvent des sols sableux, perméables, à rétention hydrique assez faible.

Aussi, sauf rares exceptions (sols peu perméables de Sébikotane, des vallées du Sine Saloum, de la Casamance ; cultures très riches), l'irrigation gravitaire qui consomme de grandes quantités d'eau est à déconseiller.

Le goutte à goutte, caractérisé par un équipement coûteux et par une grande économie d'eau, convient bien aux vergers et aux plantations d'arbres. Ceux-ci ont l'avantage d'avoir une densité de pieds à l'hectare très faible (d'où une économie de tuyaux et de goutteurs) et une occupation du terrain de plus longue durée (d'où la fixité du réseau qui sera installé pour de nombreuses années). Le goutte à goutte est également intéressant pour les cultures sèches et qui demandent beaucoup de soin (cultures maraîchères, florales, plasti-cultures...); en effet, les revenus importants de ces cultures rentabilisent aisément le coût de l'eau et de plus, ce mode d'irrigation demandant peu de surveillance permet à l'agriculteur de se consacrer à d'autres travaux. Ainsi, dans la région des Niayes, il est possible d'installer de petites unités d'arrosage en goutte à goutte (ou en aspersion basse pression) qui libère le maraîcher de la corvée d'eau.

Pour un bon fonctionnement de l'irrigation, il convient d'insister sur le soin que le projeteur doit apporter à l'installation du réseau; en particulier, le choix du type de gouteur, de son débit et du système de filtration doit être bien étudié.

Pour les systèmes de cultures mixtes (cultures vivrières, industrielles et maraîchères), l'irrigation par aspersion reste la meilleure.

Pour une meilleure adaptation aux conditions écologiques locales, il est préférable de :

- adopter des asperseurs à basse ou moyenne pression avec deux buses ;

- adopter des réseaux à couverture semi totale : conduites fixes, asperseurs mobiles ;
- pratiquer l'irrigation de nuit,

V - CONCLUSION

De ce qui précède, on observe que chaque système d'irrigation a ses avantages, ses inconvénients, ses servitudes. Il n'est pas possible de dire, à priori, qu'un système est meilleur qu'un autre, d'autant plus que, depuis quelques années, il y a une prolifération importante de nouveaux modèles d'asperseurs et surtout de goutteurs.

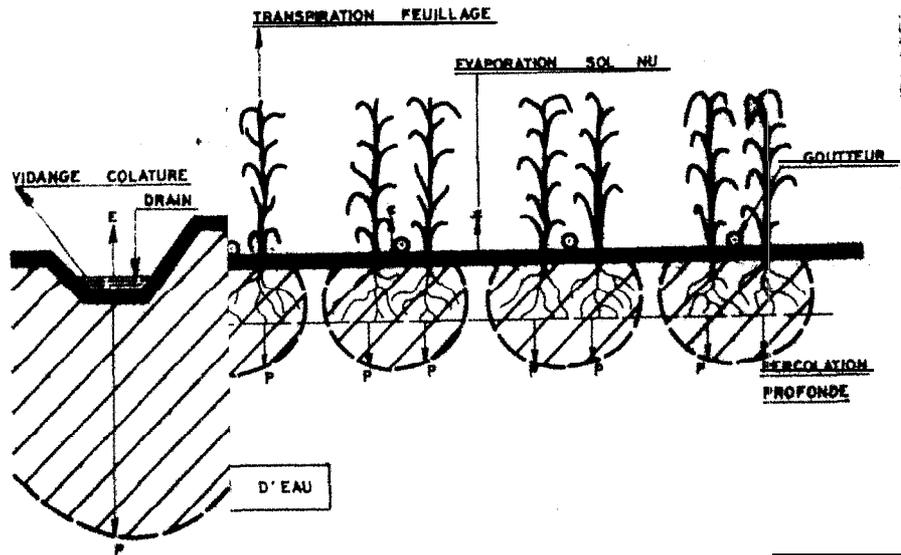
Comme les systèmes de cultures irriguées mettent en jeu des moyens financiers considérables, il importe de choisir avec soin le système d'irrigation qui va équiper les parcelles de cultures. Pour chaque cas particulier, l'utilisateur ou le service organisateur pourra examiner et classer les critères cités plus haut, en fonction des conditions écologiques et socio-économiques locales. Enfin, un effort important pourra être porté sur le contrôle de la réalisation des projets, notamment pour l'installation du réseau de goutte à goutte.

COMPARAISON D

C. N. R. A. - BAMBEY

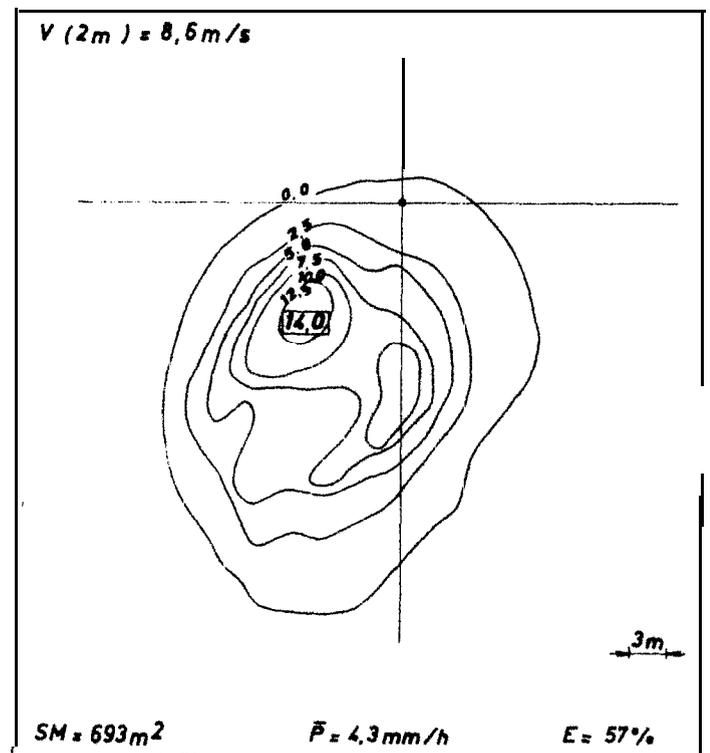
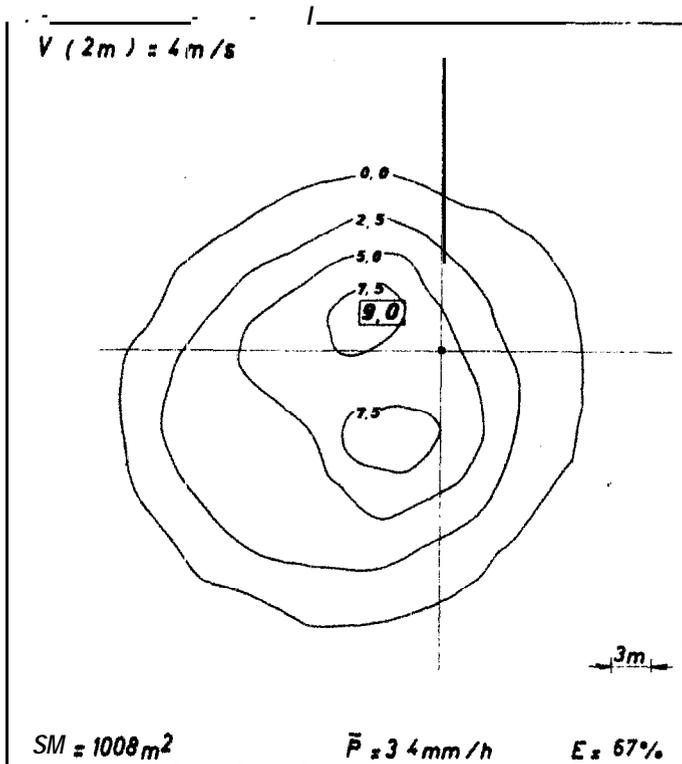
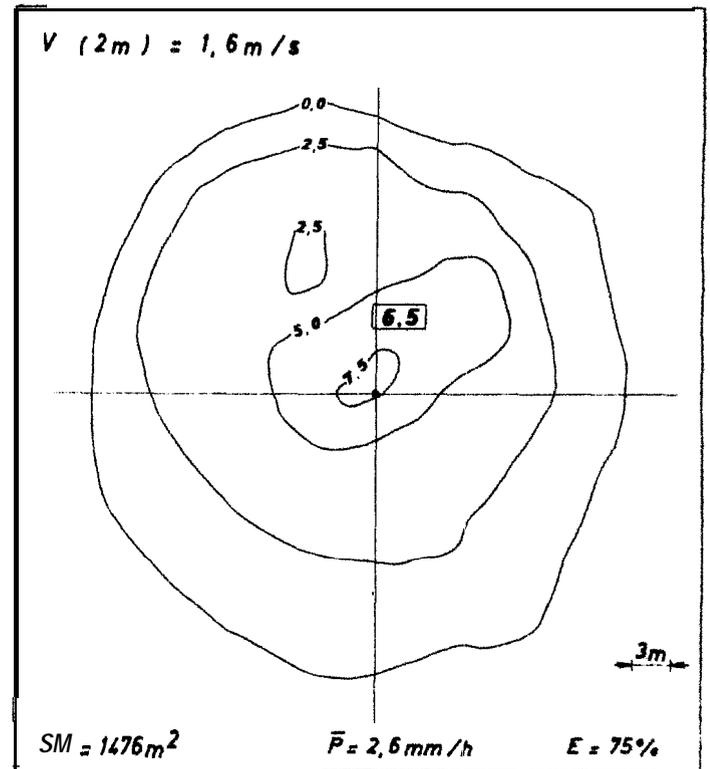
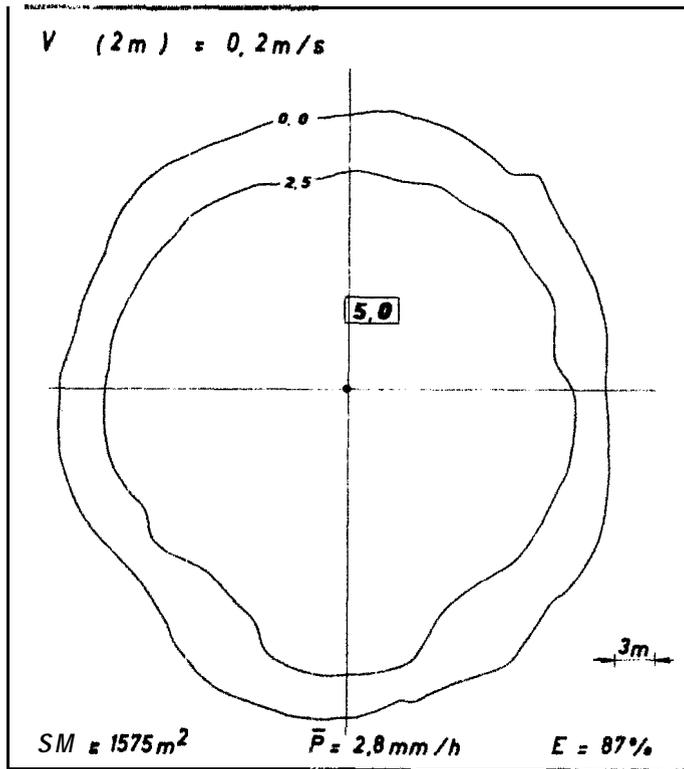
DIVISION HYDRAULIQUE AGRICOLE

IR GOUTTE A GOUTTE



Type	Submersion à nuitte irrigation localisée, souterraine...
Pertes d'eau	Très importantes, vidange.
Pratique	Il faut un facile.
Qualité	Bonne diste mais risque d'obstructions.
Engrais - Herbicides	Grande con faible consommation.
Production	Bons rendbons rendements, excellente qualité.
Equipement	Très coûteux.
Energie	Très faible consommation.
A conseiller si :	<ul style="list-style-type: none"> - Sols non sols ; sols salés perméables. - Eaux salées salées, rares et chères. - Topographie accidentée, hétérogène. - Cultures viticulture ; cultures maraîchères industrielles. <p>Main - d'œu d'œuvre rare et chère.</p>

INFLUENCE DU VENT SUR LA QUALITE -ET L'EFFICIENCE DE L'ASPERSION-



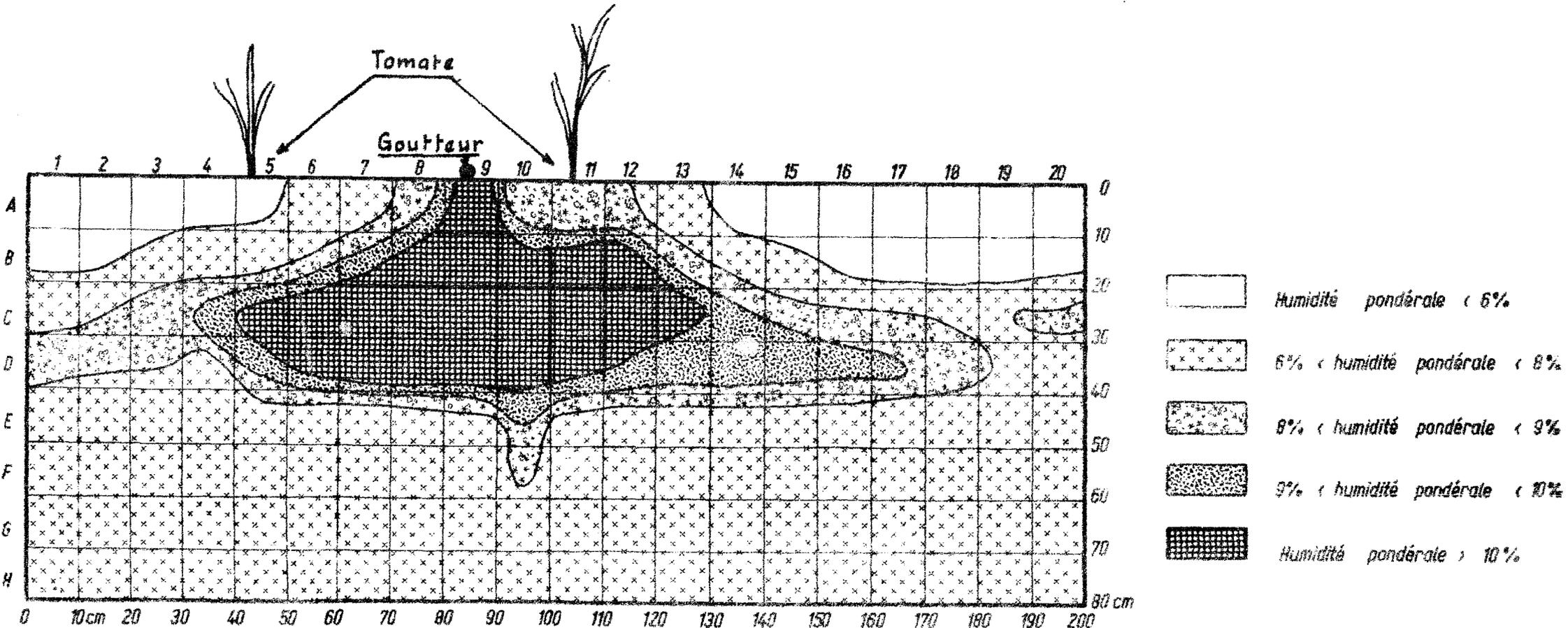
PROFIL D'HUMIDITE

Sole II Nord - Parcelle H₁

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

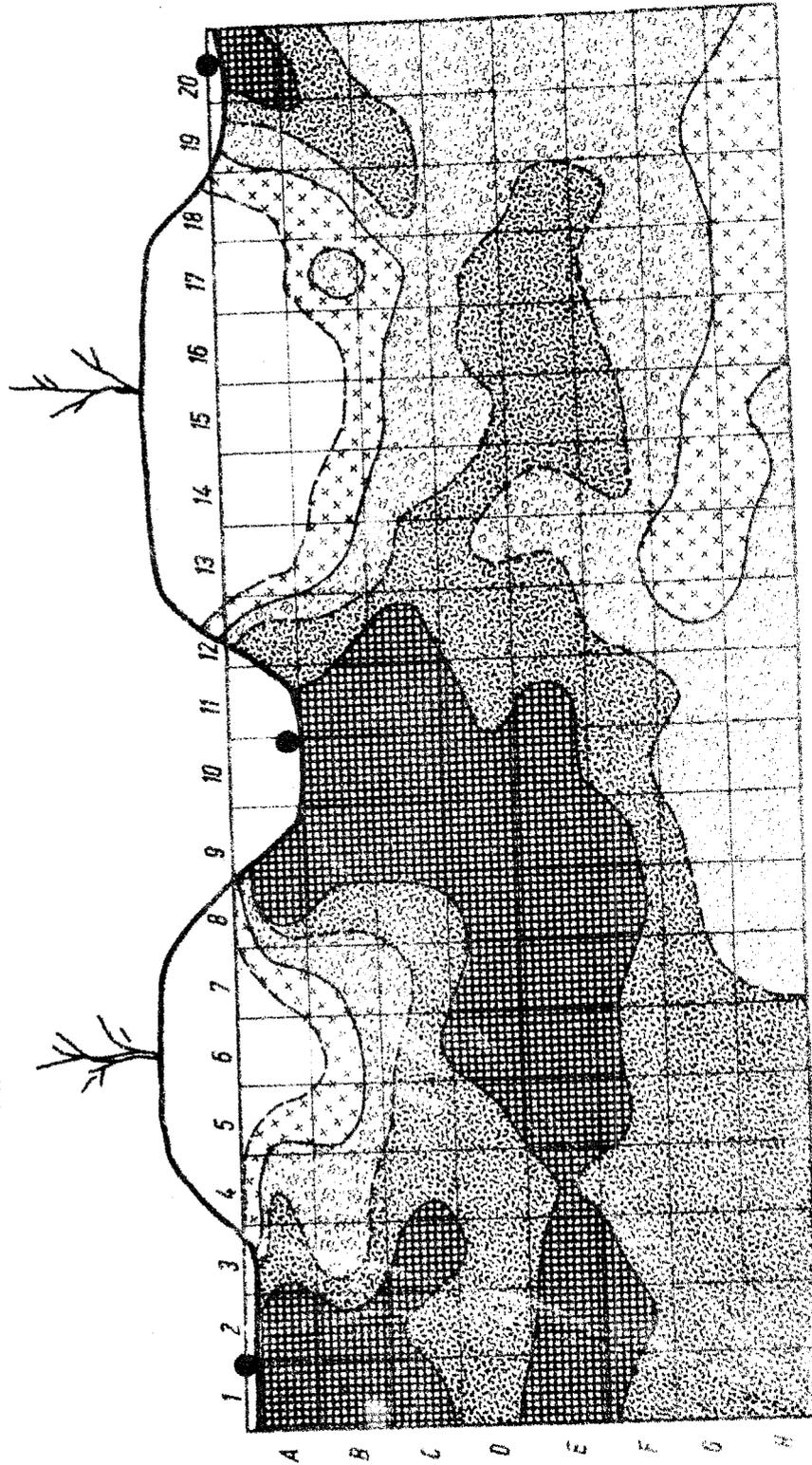
Sole II Nord - Parcelle H₁

Irrigation goutte à goutte BAS RHONE - ϕ 2,1 mm

(avant irrigation)

Date : 12.2.76

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

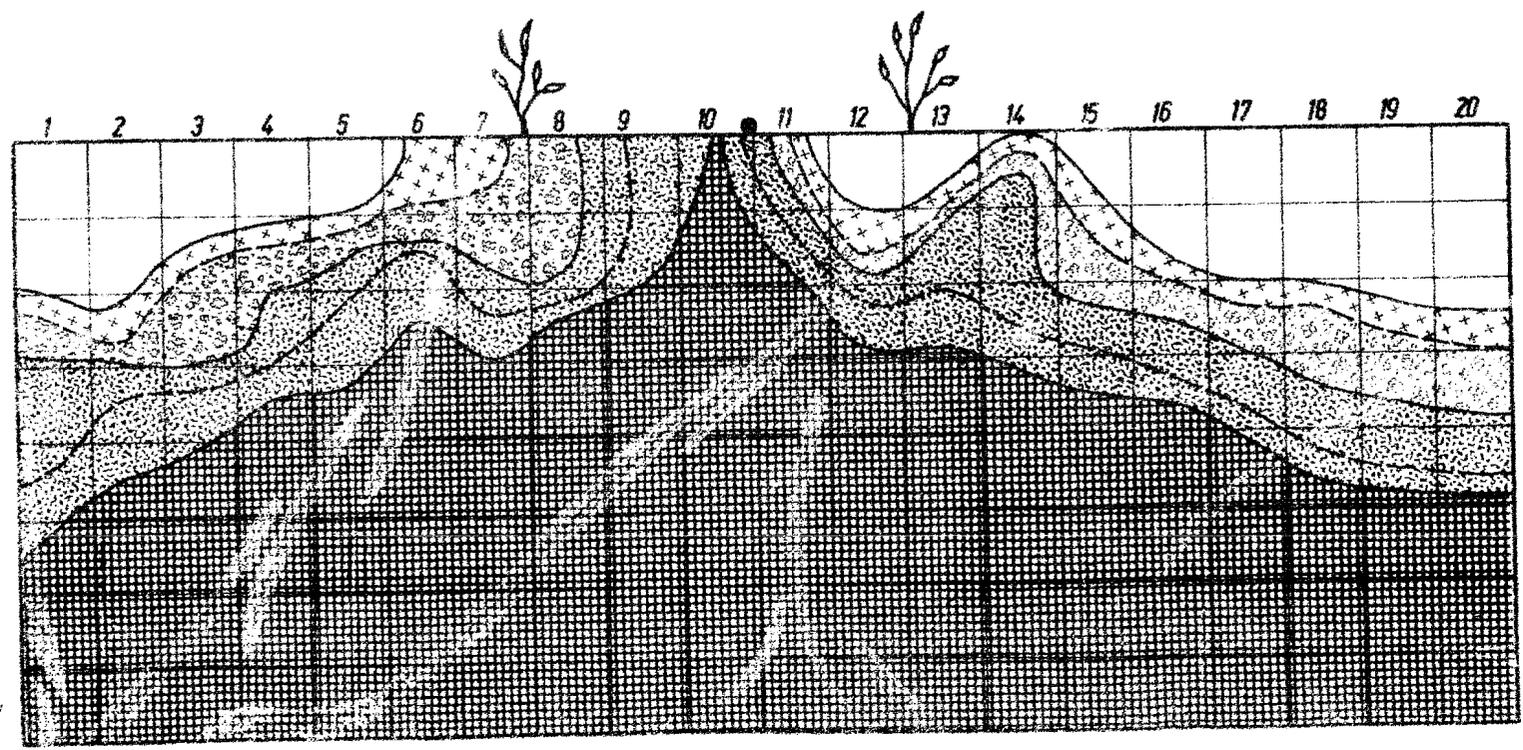


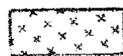
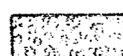
PROFIL D'HUMIDITE

Sole II Nord - Parcelle H₁

Irrigation goutte à goutte DRIPEZE INLINE

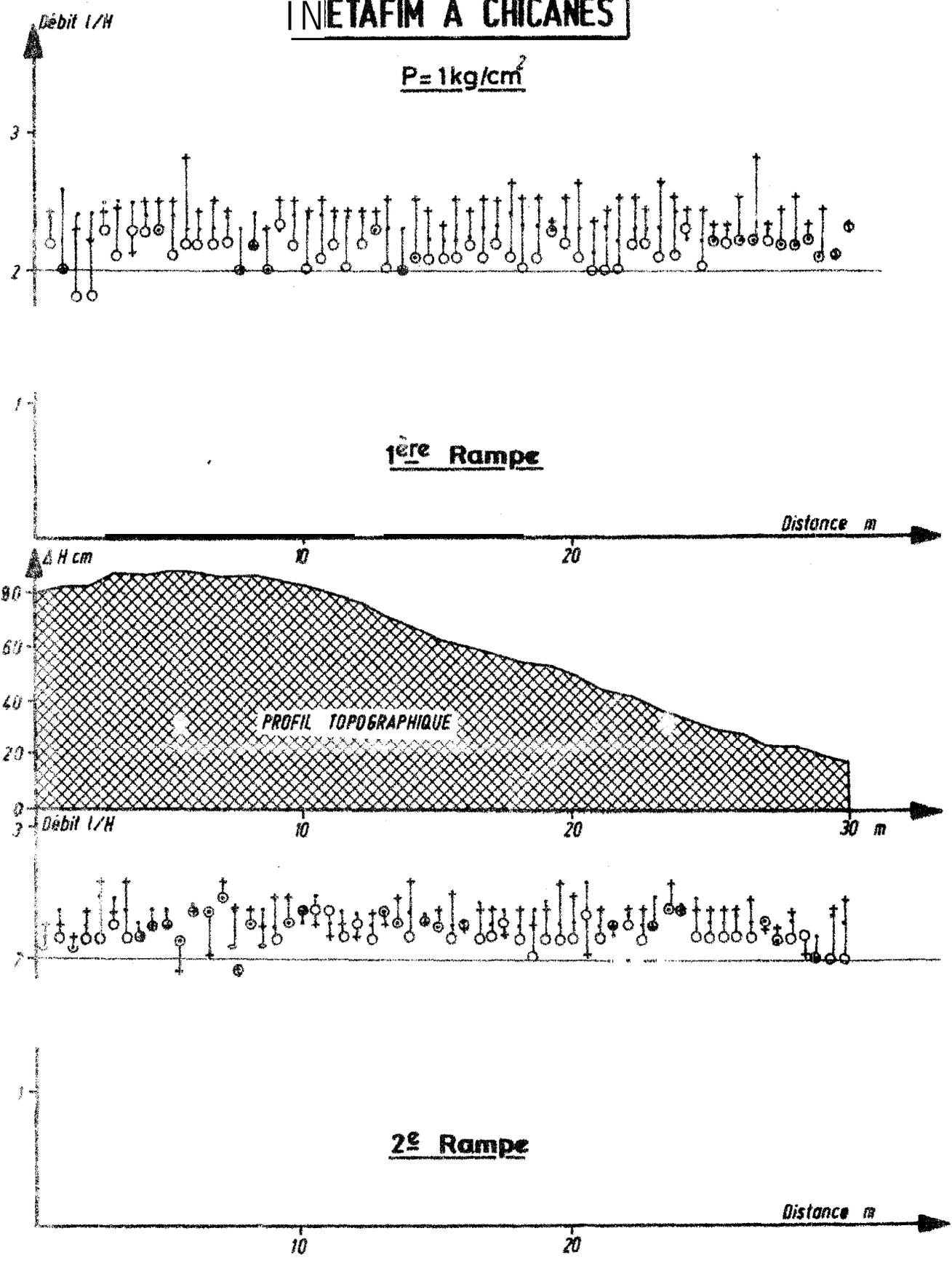
Date : 3. 2. 76



-  Humidité pondérale < 8 %
-  8 % < humidité pondérale < 9 %
-  9 % < humidité pondérale < 10 %
-  10 % < humidité pondérale < 12 %
-  Humidité pondérale > 12 %

INIEFIM A CHICANES

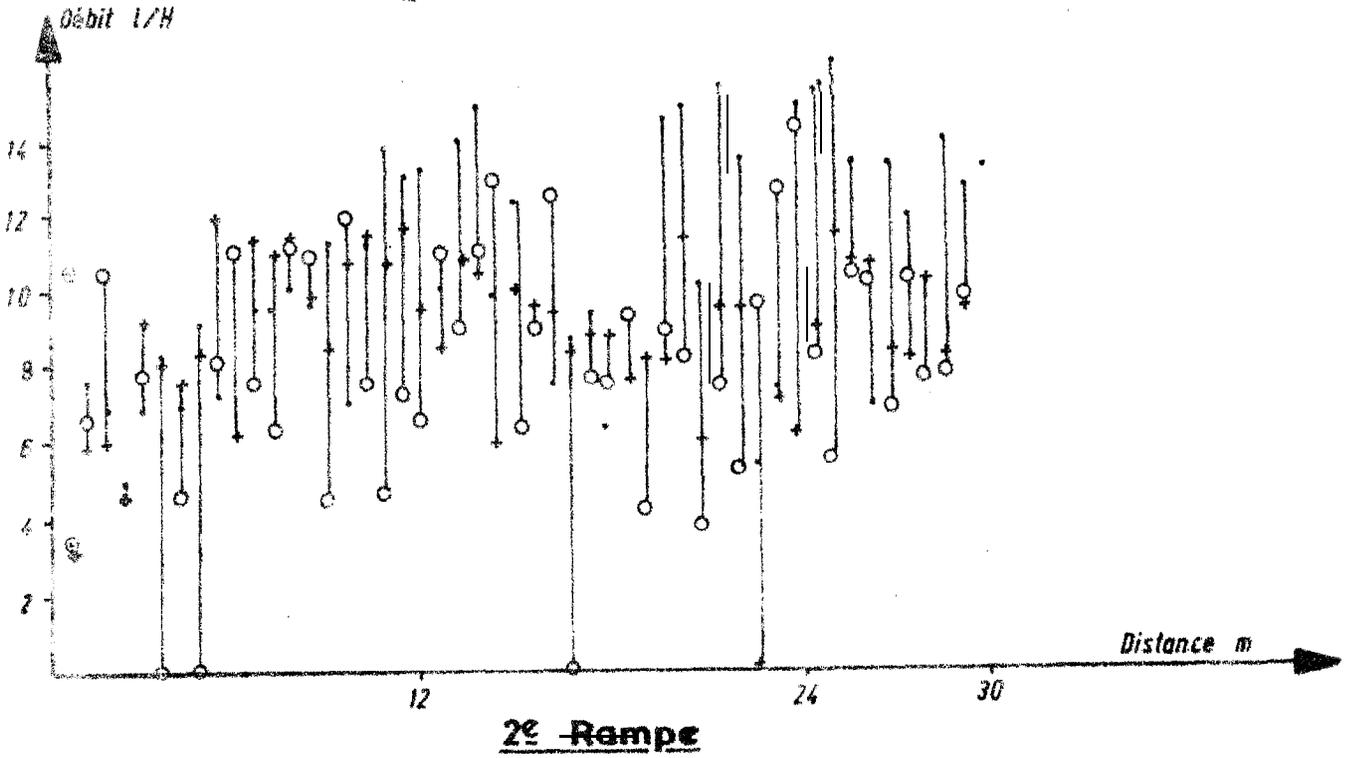
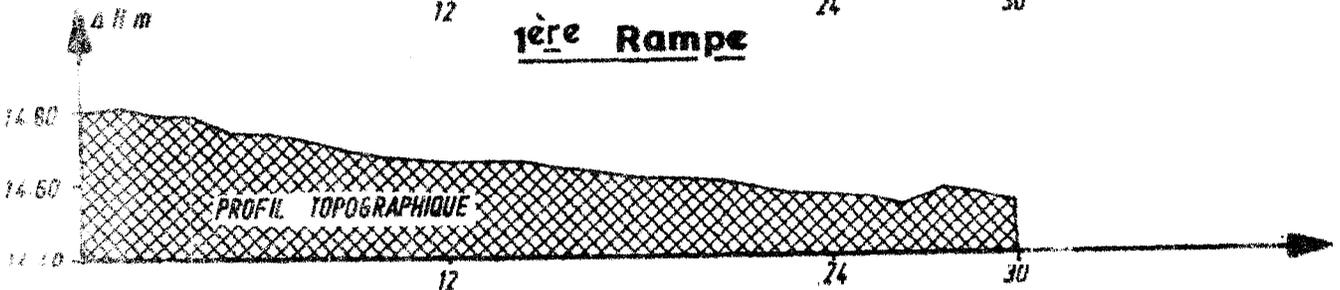
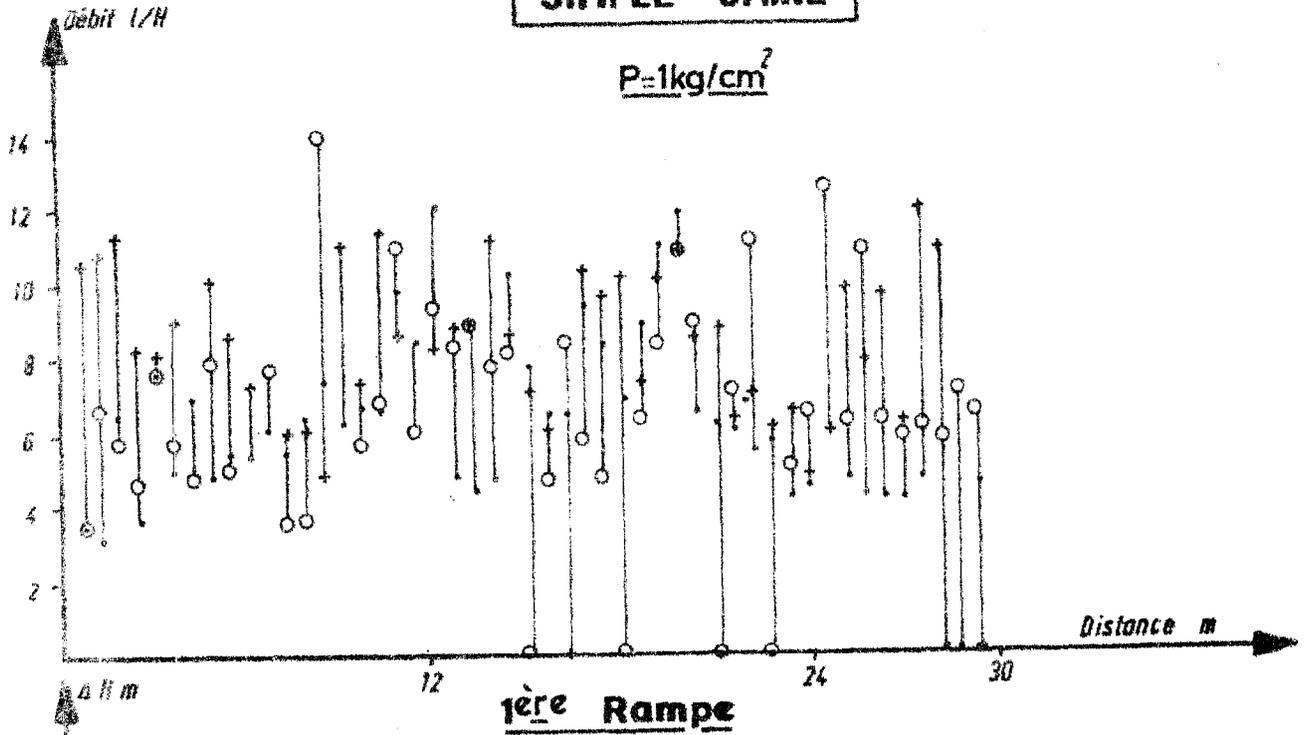
$P = 1 \text{ kg/cm}^2$



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

SIMPLE GAIN

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



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

1977/112

BD/MN
I.S.R.A.
CNRA/BAMBEY

Bambey, le 3 Octobre 1977

man

VISITE DU DIRECTEUR GENERAL DE L'ISRA
DABS LE SECTEUR CENTRE - 7,8 Sept. 77

Programme- :

Mercredi 7.9.77

- 8 h-10 h : Visite bureaux et laboratoires Recherche cotonnière
- 11 h-12 h 30 : Visite Station Nioro
- 15 h-16 h : Continuation visite station Nioro
- 16 h 30 - 17 h : Visite Station Darou

Jeudi 8.9.77

- 9 h : Visite essais Recherche cotonnière en Milieu paysan
 - { Darou Salam
 - { Touba Saloum
 - { Médina Parka
- 12 h : Thyssé-Kaymor: Visite PPEM et Unité motorisée
- 15 h-16 h : Visite champs paysans
- 16 h-17 h : Synthèse de la visite

KAOLACK

La visite a commencé à 8h 30 par le laboratoire de Recherche cotonnière. Bournier et Ravail sont les deux chercheurs de la Section. BOURNIER présente dans le détail le laboratoire, le personnel et surtout l'élevage de Trichogramma brasiliensis, entomophage désigné pour la lutte biologique contre Heliothis armigera. L'hôte intermédiaire de Trichogramma est Anagasta kuehniella.

Il s'agit pour cette action de recherche, de produire des oeufs d'Anagasta, de multiplier Trichogramma et d'effectuer des lâchers massifs de Trichogramma aux champs de cotonniers.

Au laboratoire, outre la salle climatisée, on trouve le matériel suivant :

- . des boîtes de polystyrène pour élevage d'Anagasta dans le fond desquelles une couche de semoule de blé dur, et par dessus, le blé un bloc de carton ondulé
- . des éclosiers en contreplaqué avec couvercles
- . des pondoirs pour Anagasta
- . des boîtes d'infestation des oeufs d'Anagasta

Les lâchers aux champs se font au moyen de gobelets protecteurs des cartes porteuses d'oeufs parasites.

.../....

-7

RAVAIL, en ce qui le concerne, nous fait visiter 'une petite parcelle, non loin du laboratoire, où il fait des essais variétaux :

Coker '711	x F 280
SR1 F4	x B J A
IRCO 5028	x B J A

Objectifs : obtenir de nouvelles variétés à caractéristiques **meilleures** que le BJA.

NIORO :

Serigne Mor BDIAYE, chef d'exploitation de la Station accueille le DG/ISRA et la délégation qui l'accompagne. Mamadou MARA, responsable de l'UREM/Sine Saloum, présente le programme de la visite sur la station :

- . les soles d'expérimentation = 80 ha
- . les améliorations foncières
- . la structure d'exploitation
- . l'annexe B.I.T.

Les exposés sont faits tour à tour sur :

- essais herbicides sur arachide par HERNANDES
- essais A.F. avec rotation quadriennale et avec association travail et fertilisation
- comparaison enfouissement de paille sur maïs et enfouissement de compost par GANRY = Technique d'obtention du compost
- essais cotonniers. pour obtenir des nouvelles populations par RAVAIL
- essais sélection maïs sans buttage de CAMARA
- essais arachide de bouche - variétés comparables à la GH 119 par GARET
- structure d'exploitation par Moussa FALL

La structure d'exploitation est une intégration agricole d'une superficie de 15 ha : 10 ha en rotation et 5 ha en prairie pour l'alimentation des animaux, Au début et pendant quelques années les binômes pratiqués étaient : mil + maïs ; arachide + coton ; sorgho + arachide

actuellement : mil + maïs
 arachide + arachide (car coton supprimé pour arachide)
 sorgho + sanio fourrager

Les animaux : 8 vaches, 1 paire de boeufs, 1 taureau.

B.I.T. (Centre de formation et de perfectionnement agricole),

Ce sont là des champs de démonstration pour permettre aux stagiaires de pratiquer sur le terrain. Les critères de sélection des stagiaires sont :

- . adultes de 25-40 ans
- . marié de préférence
- . membre d'1 coopérative
- . être très influent

Le centre a une vocation régionale. 4 ha de coton sont partagés en 2 ha pour la vulgarisation et 2 ha pour la recherche, Dualité entre les travaux et les opérations sur le terrain et les cours en classe.

Dans la parcelle de la recherche, on note des conditions climatiques défavorables. Toute la sole va être utilisée pour les essais insecticides,, Le premier traitement va seulement se faire la semaine prochaine, alors qu'on devrait en être au 3^e. Les deux dernières années le parasitisme est faible, aussi le traitement insecticide n'est-il pas très marquant.

Au B.I.T. - 4 ha de maïs
4 ha d'arachide 28-206
1 ha d'arachide de bouche
1 ha de niébé
1 parcelle d'essai de lutte biologique coton abandonné.

Rendements : Campagne 1976

Coton : 1792, 5 kg/ha SODEFITEX: 1030 kg/ha
Maïs : 3289 kg/ha
Arachide 28-206 : 1905 kg/ha
Ar.de bouche : 1180 "
Sorgho: 1240
Riz = semis tardif, pas de récolte
Cultures maraîchères pour la promotion et pour la vente
Cultures fruitières: problèmes budgétaires
Reboisement timide, mais aide du PAPEM de TK/S
Cheptel: 4 paires de boeufs
1 âne
petit élevage en projet

Le fonctionnement du B.I.T. est sur budget national,

Résultats de la formation:

18 stagiaires en 74-75
24 " en 75-76
22 " en 76-77
20 " en 77-78 sont en formation.

DAROU :

Exposé de GARET sur la sélection arachide avec pour objectifs de trouver d'une part des variétés d'arachide d'huilerie meilleures que la 28-206, d'autre part des variétés de bouche meilleures que la GH 119.

Ce programme est propre à Darou et les hybridations sont faites à Darou. Il tend à l'amélioration des rendements à qualité de gousse égale.

CHAMOUX expose sur l'essai aflatoxine.

Sur la route de TK/S on s'arrête à Darou Thyssé, Touba Saloum et Médina Parka pour visiter les parcelles de coton de Ravail. Comme dans les cas précédents les champs ne sont pas satisfaisants du fait de la mauvaise pluviométrie de la saison.

THYSSE-KAYMOR/SONKORONG

Exposé de J. FAYE en salle de conférence.

Un tableau récapitulatif de la pluviométrie des années 75, 76 et 77 montre qu'il y a eu une meilleure répartition des pluies en Août 76 qu'en Août 77.

.../...

Concernant les semis et les resemis, il y a eu, nous dit J. PAYE, beaucoup de problèmes avec le coton, à cause du manque de satisfaction en semences de la part de la SODEFITEX. Les paysans ont donc fait essentiellement des céréales (maïs) et beaucoup de jachère .

En champ: champ de maïs

- labour de début de cycle motorisé
 - . épandage 10-18-27
 - . démariage + 1er épandage urée
 - . 2^e épandage urée
- parcelle avec travail de préparation simple, sans labour

champ A.F.

- 1^{ère} exploitation: L.D.C. traction motorisée - Il s'est posé des problèmes de levée et la reprise a été faite en traction bovine avec des dents
- 2^e exploitation : L.F.C. en 75 + enfouissement de paille - pas de labour de préparation en 77 : effets résiduels,

Visite de deux champs de maïs qui ont même date de semis. L'un est sans labour et pas d'herbicide, l'autre est avec labour et traction motorisée.

Visite des champs de mil en U.E.

Toutes les cultures, sauf le coton, ont en général repris avec les dernières pluies des trois dernières semaines dans ce secteur-centre.

SYNTHESE DE LA VISITE :

M. SAUGER trouve qu'en général la visite a été très intéressante. Il pose cependant quelques questions et ouvre par la même occasion des débats fort intéressants.

1 - DG/ISRA (inquiétudes face à la sécheresse et à ses problèmes) - Avons-nous actuellement les moyens de proposer des solutions de rechange face aux conditions de pluviométrie déficientes ? Quelles pourraient être ces solutions de rechange ?

J. FAYE - Nécessité d'étudier les stratégies des paysans en cas de sécheresse et de développer les cultures fourragères pour l'alimentation du bétail.

Le petit maraîchage peut être envisagé comme une solution de rechange. De même que l'embouche animale pour vente des animaux à des prix corrects.

J. FAYE conclut sur ce point que les meilleurs paysans sont incontestablement ceux qui sont toujours prêts pour semer dès la première pluie: ils font tous les travaux de préparation nécessaires en saison sèche.

.../...

On dispose de résultats à la recherche qui permettent d'amoindrir quelques problèmes posés par la sécheresse.

Comme solution de rechange, il faudrait **peut-être réhabiliter** l'équipe Niébé.

Sur ce point le **DG/ISRA** conclut que les champs visités ont montré que l'A.F. était bien un atout pour **une** stratégie de rechange.

2 - **DG/ISRA** . Faut-il continuer le labour ou passer à la motorisation ?

M. SAUGER trouve qu'il faut expérimenter la **motorisation** (démarche-système) en milieu paysan contrôlé. Il souligne que le **Développement** est prêt à le faire et que, par conséquent, la **Recherche** doit être prête à donner les réponses aux questions qui seront posées.

J. PAYE trouve qu'à part le battage rien n'est vulgarisable pour l'instant en **motorisation**. De plus, dit-il, les paysans n'ont plus d'argent au moment du labour. La mécanisation du battage de l'arachide n'est pas nécessaire à TK/S car le problème de main-d'oeuvre disponible se pose et celui du **coût** du moteur.

D/CNRA évoquant une des P.O. sur les **agro-systèmes** insiste sur la nécessité de **procéder** par étapes, à savoir étudier la motorisation très sérieusement avant d'aller chez le paysan. Propose la démarche-système comme méthode d'approche.

Quant à la motorisation du battage, M. BEYE dit que la réponse est certes à Bambey où DELAFOND récolte et bat avec **mécanisation** depuis 2 ans.

Moussa FALL demande à ce qu'on étudie les conditions de relais par la SODEVA.

M. MARA suggère de comparer les résultats obtenus par **la** coopérative avec **ceux** obtenus en Station.

3 - **DG/ISRA** : sur la collaboration interdisciplinaire des chercheurs sur les U.E. et l'opportunité de créer une autonomie du **Secteur-Centre**.

J. FAYE trouve que du point de vue de l'**interdisciplinarité** rien ne va pour l'instant. La partie technique est presque **inexistante** car il n'y a pas de **répondant** du côté de Bambey sur le problème labour. Quant aux cultures de diversification il y a le **maïs** et le coton. Il faut faire quelque chose sur les cultures **maraîchères**. La zootechnie traîne : une seule opération : **opération** coq.

J. FAYE propose l'organisation d'une **journée d'étude** à Bambey pour que **soient** posés les problèmes des-stations.

D/CNRA fait une mise au point sur les précédents **cultu-**raux et pose le problème de l'introduction du soja sur les U.E. comme culture de diversification.

DG/ISRA: nécessité de faire un programme d'intervention des chercheurs sur les U.E.

La réunion se fera à la DG/ISRA mais J.FAYE pourra la préparer avec le D/CNRA.

M. SAUGER évoque le rapport de mission de GAUD et CHAVANCY et leur proposition de rattacher les U.E. à la DG/ISRA ou à la DGRST.

D/CNRA est contre le rattachement des U.E. à la DGRST.

J. FAYE trouve qu'avant toute modification il est d'abord nécessaire de renforcer l'équipe de recherche. Il faut d'abord chercher l'efficacité, estime-t-il.

L'examen de la question posée montre :

- qu'à Darou il faut installer un chef d'exploitation pour mettre en place les programmes
- qu'il n'y a pas nécessité d'avoir une station importante à Niore et à Darou.
- que le secteur-centre devrait **être autonome** du point de vue économique.

D/CNRA fait savoir que le salaire est réglé depuis ce mois-ci et propose que les services administratifs et la comptabilité au niveau du Sine Saloum soient groupés pour plus d'efficacité, auquel cas Bambey n'aurait qu'un seul interlocuteur.

M. BEYE souligne cependant le danger d'un isolement du secteur, le danger de rupture des rapports scientifiques entre les chercheurs comme c'est le cas dans certains secteurs autonomes déjà créés.

DG/ISRA de conclure: Toutes les opérations sur lesquelles vous travaillez sont sur des conventions à terme. Alors comment créer une structure autonome qui n'a pas de financement continu ? Il est nécessaire de doter le secteur-centre de moyens nouveaux. Besoin de faire une étude plus précise des avantages et des conditions à créer un secteur-centre autonome.