

01181

PROJET POUR LE DEVELOPPEMENT
DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE ET DE SES APPLICATIONS
DANS LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

NOTE TECHNIQUE SUR LA CONSOMMATION EN EAU
DU SORGHO DE DECRUE

Compte rendu des travaux réalisés
à Kaedi et Richard-Toll en 1970-71

D. RIJKS
Agrométéorologiste

Décembre 1971




Tableau 7

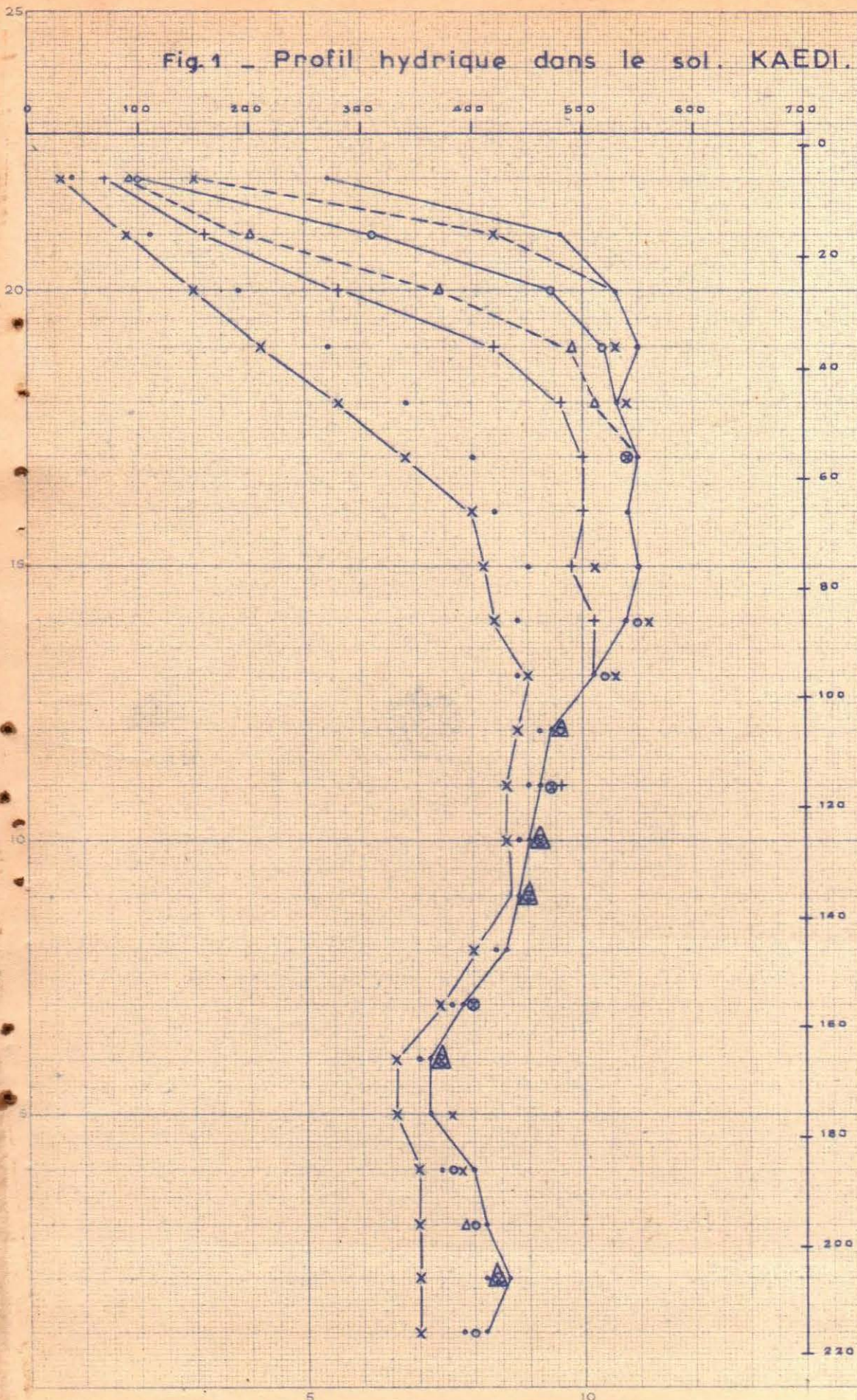
1181

Consommation en eau du sorgho de décrue
à Richard Toll, en mm par période, 1970-71

	sol nu	60 x 60			90 x 90			120 x 120		
		moyenne			moyenne			moyenne		
18 nov - 8 déc	(20)	(20)			(20)			(20)		
8 déc - 4 jan	17	35	39	37	52	46	49	41	43	42
4 jan - 20 jan	14	57	57	57	82	48	65	46	45	45
20 jan - 3 fév	14	47	40	43	38	44	41	48	43	46
3 fév - 18 fév	2	21	16	19	33	11	22	56	29	43
18 fév - 5 mars	22	23	21	22	40	68	54	72	63	68
5 mars - 24 mars	28	15	9	12	12	9	10	32	23	27
24 mars - 7 avr	6	10	10	10	6	-3	2	2	9	5
Total	123	228	212	220	283	243	263	317	275	296

Fig.1 - Profil hydrique dans le sol. KAEDI. Jachère

Cps
1181



- — ○ 28.10.70
- × × 10.11.70
- — ○ 03.12.70
- △ — △ 30.12.70
- + — + 26.01.71
- — • 22.02.71
- × — × 17.03.71

Profondeur dans
Le sol
cm.

Fig. 2 - Profil hydrique dans le sol. KAEDI. 60x60 cm

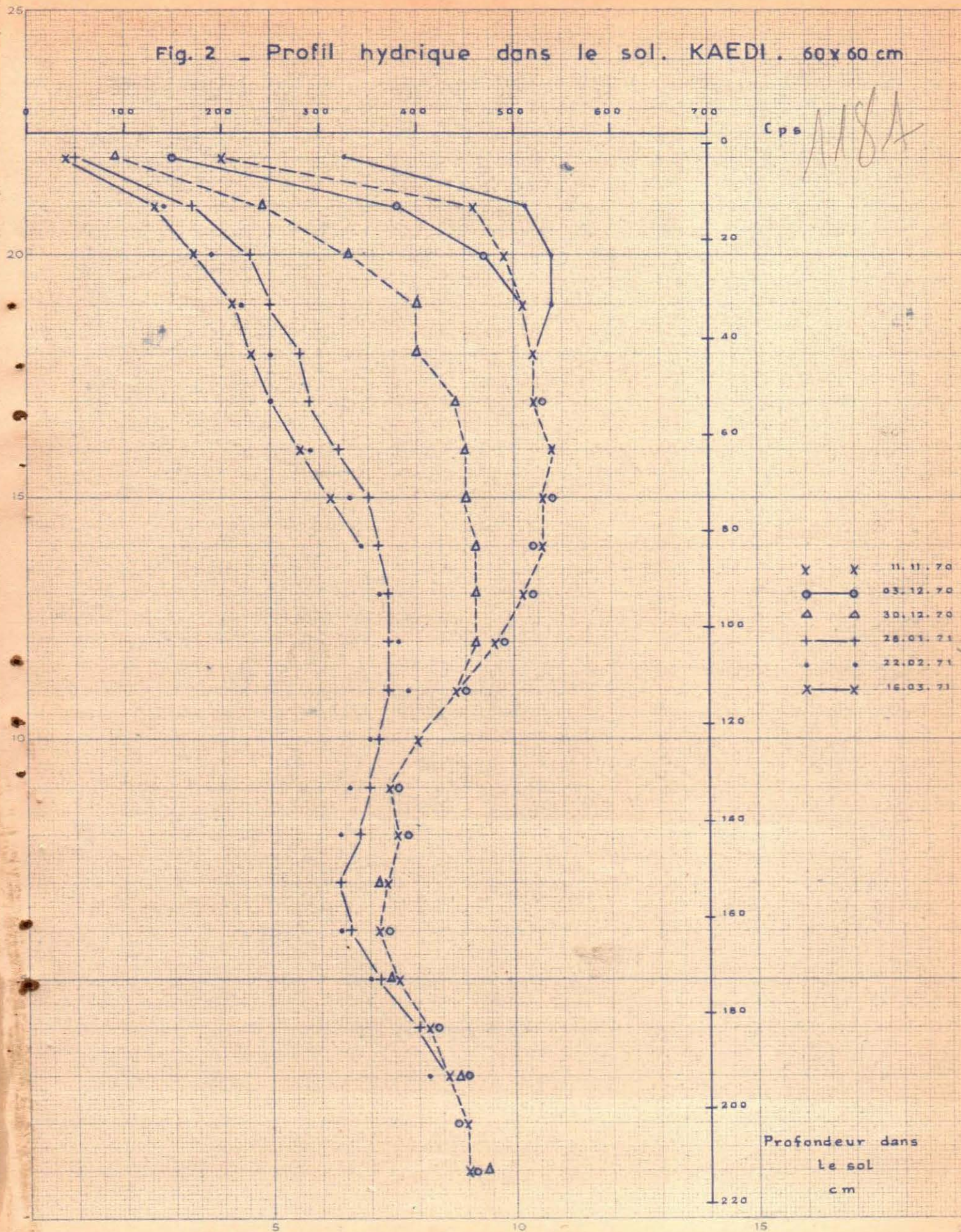


Fig. 3 - Profil hydrique dans le sol. KAEDI. 90x90 cm

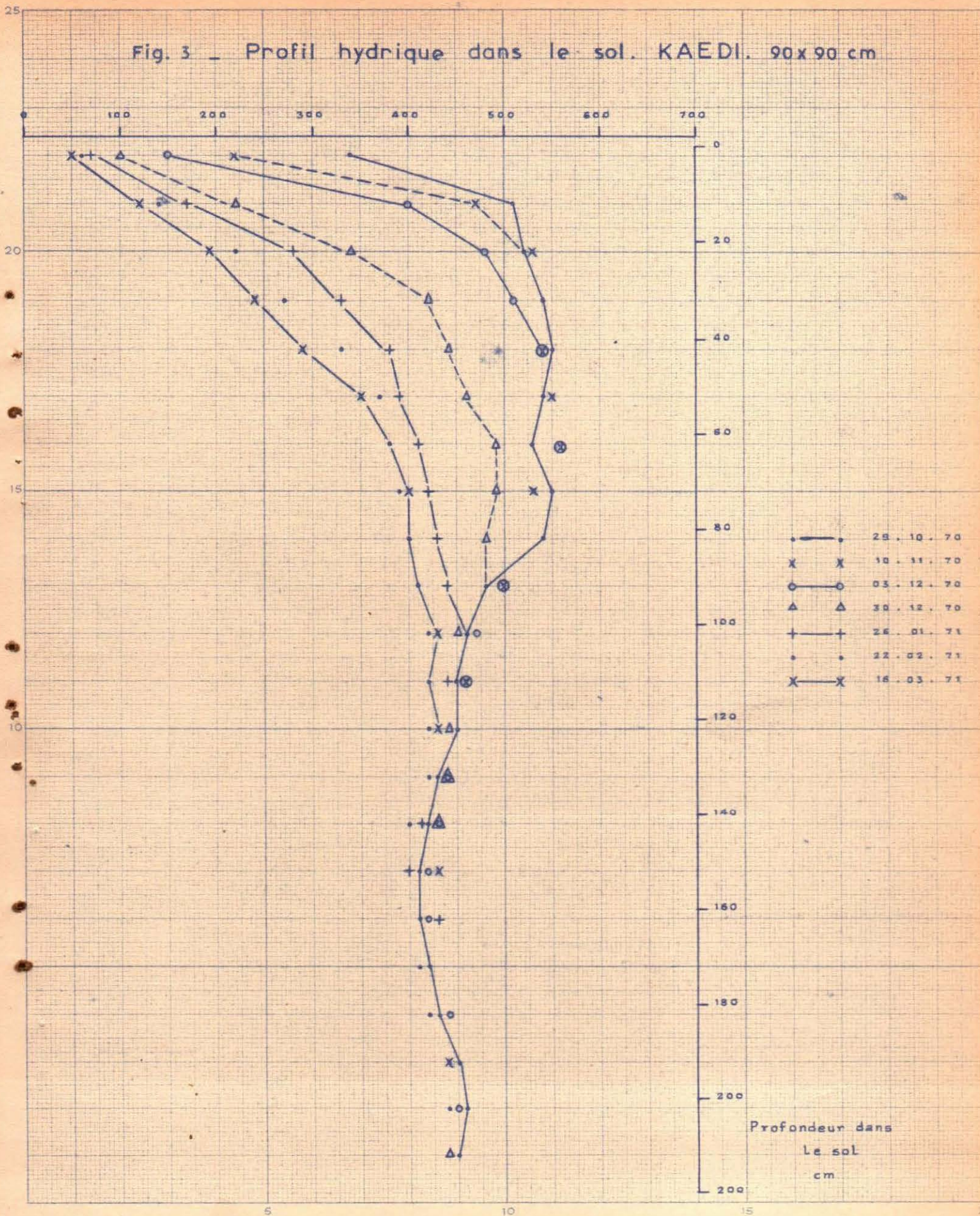


Fig. 4 - Profil hydrique dans le sol. KAEDI. 120x120 cm

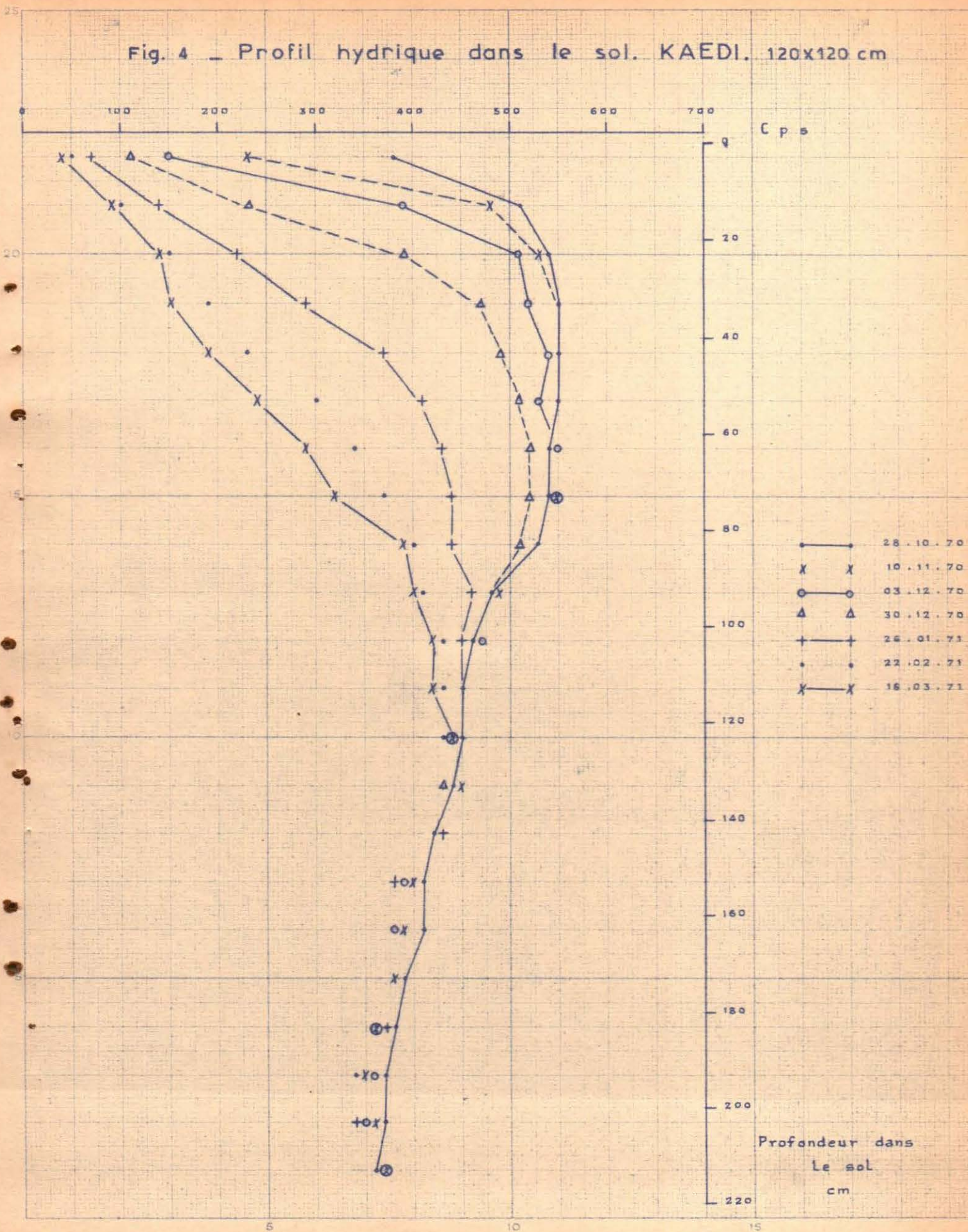


Fig 5 - Profil hydrique dans le sol. KAEDI. ON

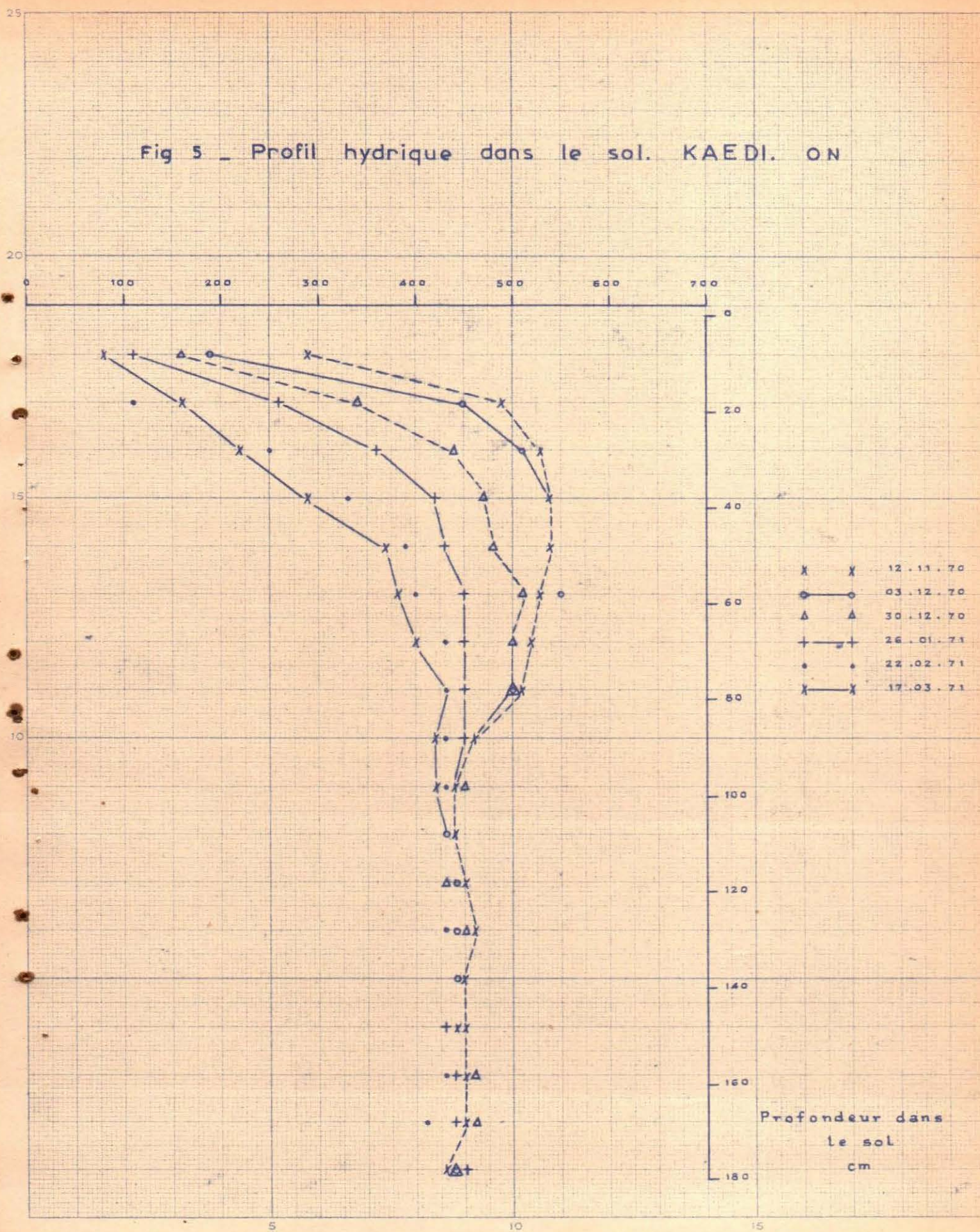


Fig. 6 - Profil hydrique dans le sol. KAEDI. 200 N

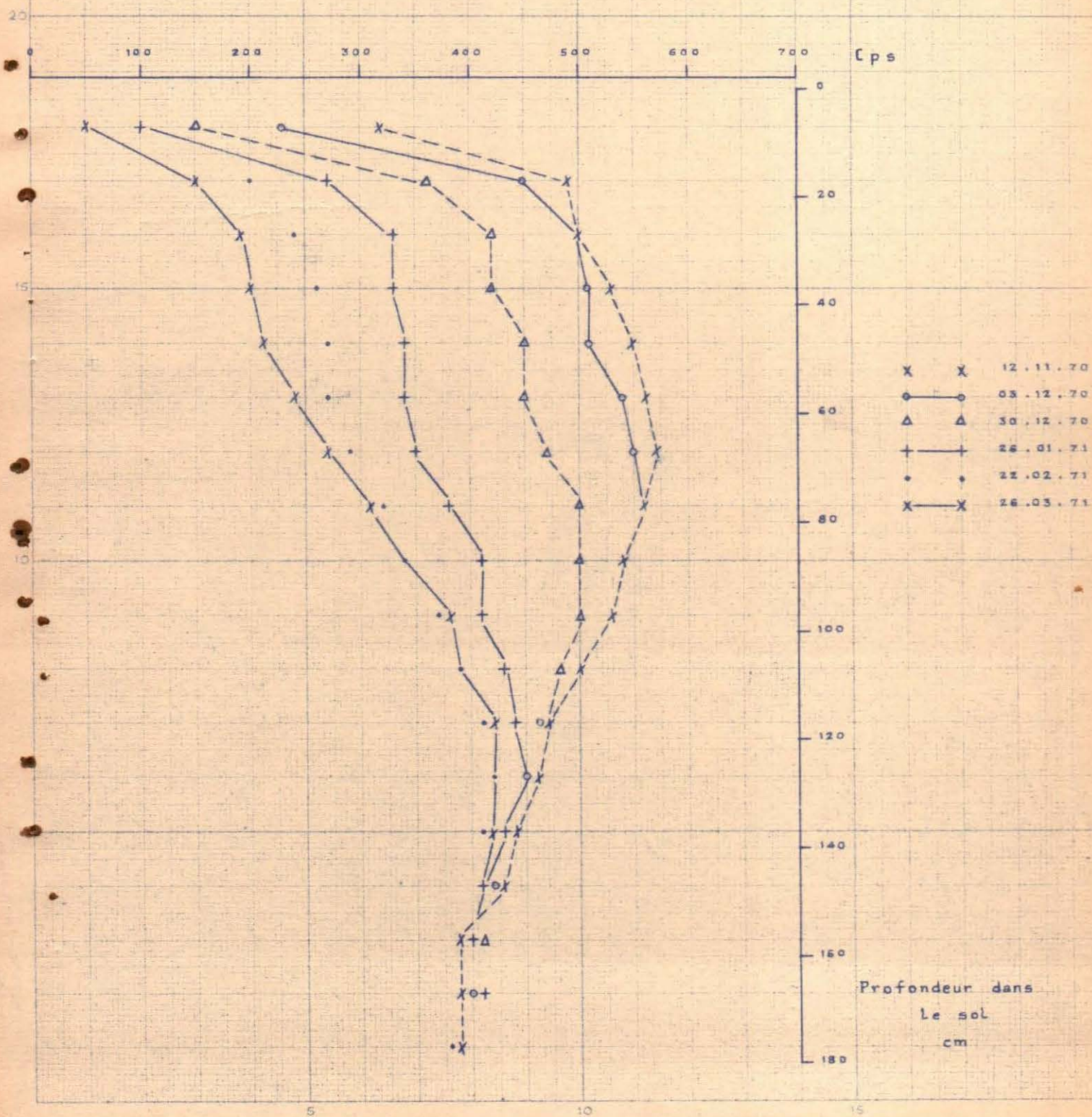


Fig. 7 - Profil hydrique dans le sol. RICHARD-TOLL. Jachère

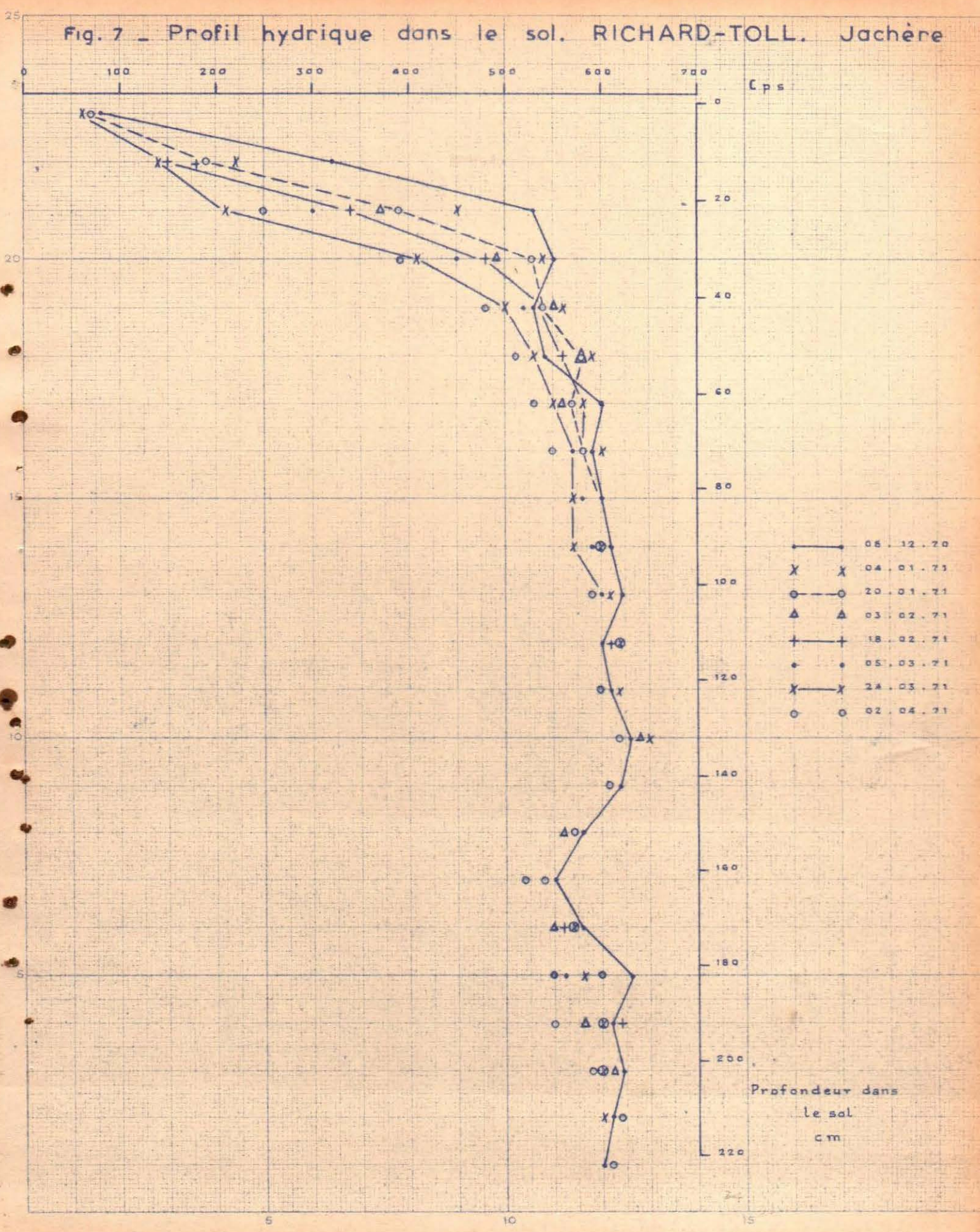


Fig. 8 - Profil hydrique dans le sol. RICHARD-TOLL. 60x60 cm

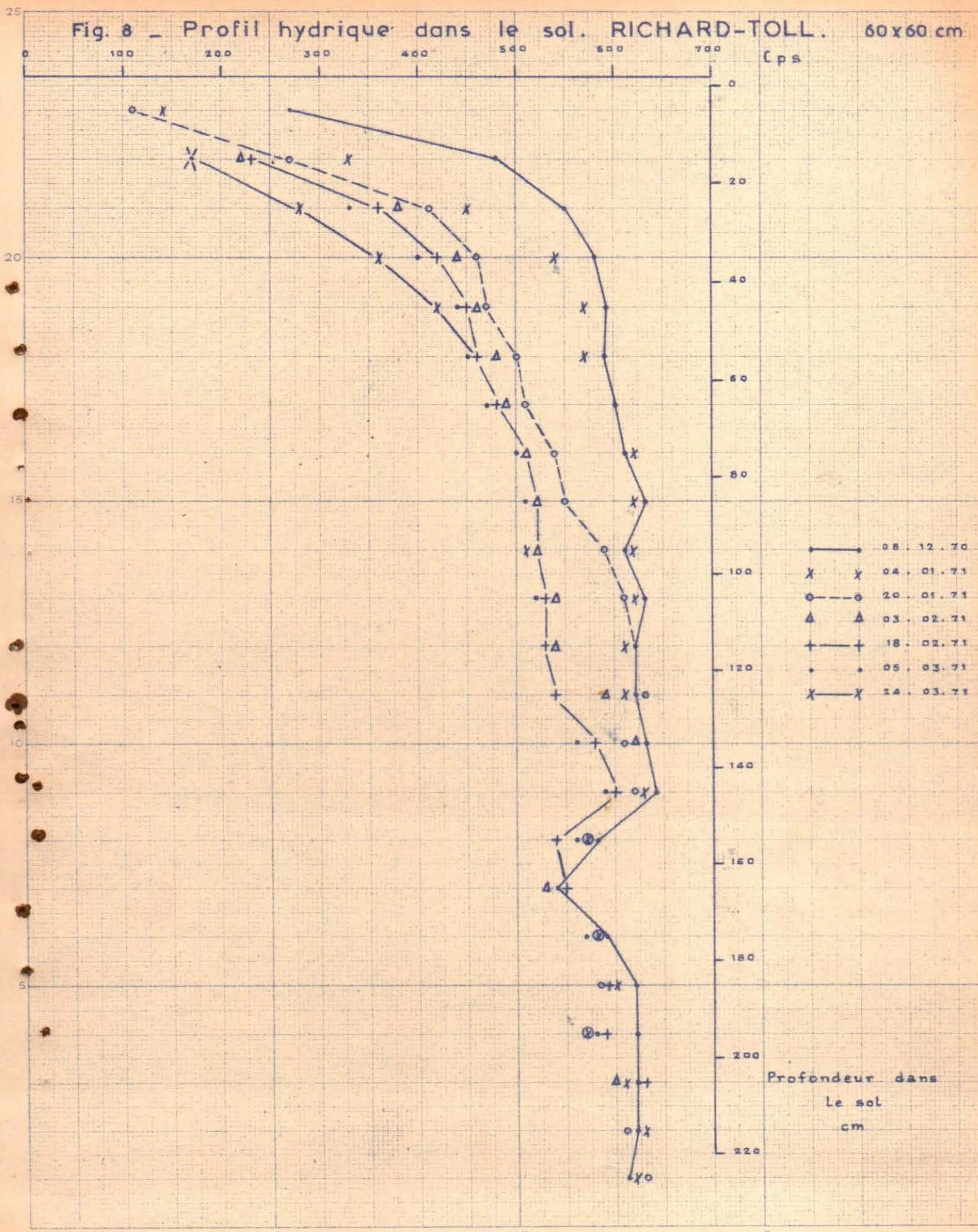


Fig. 9 - Profil hydrique dans le sol. RICHARD-TOLL. 90x90 cm

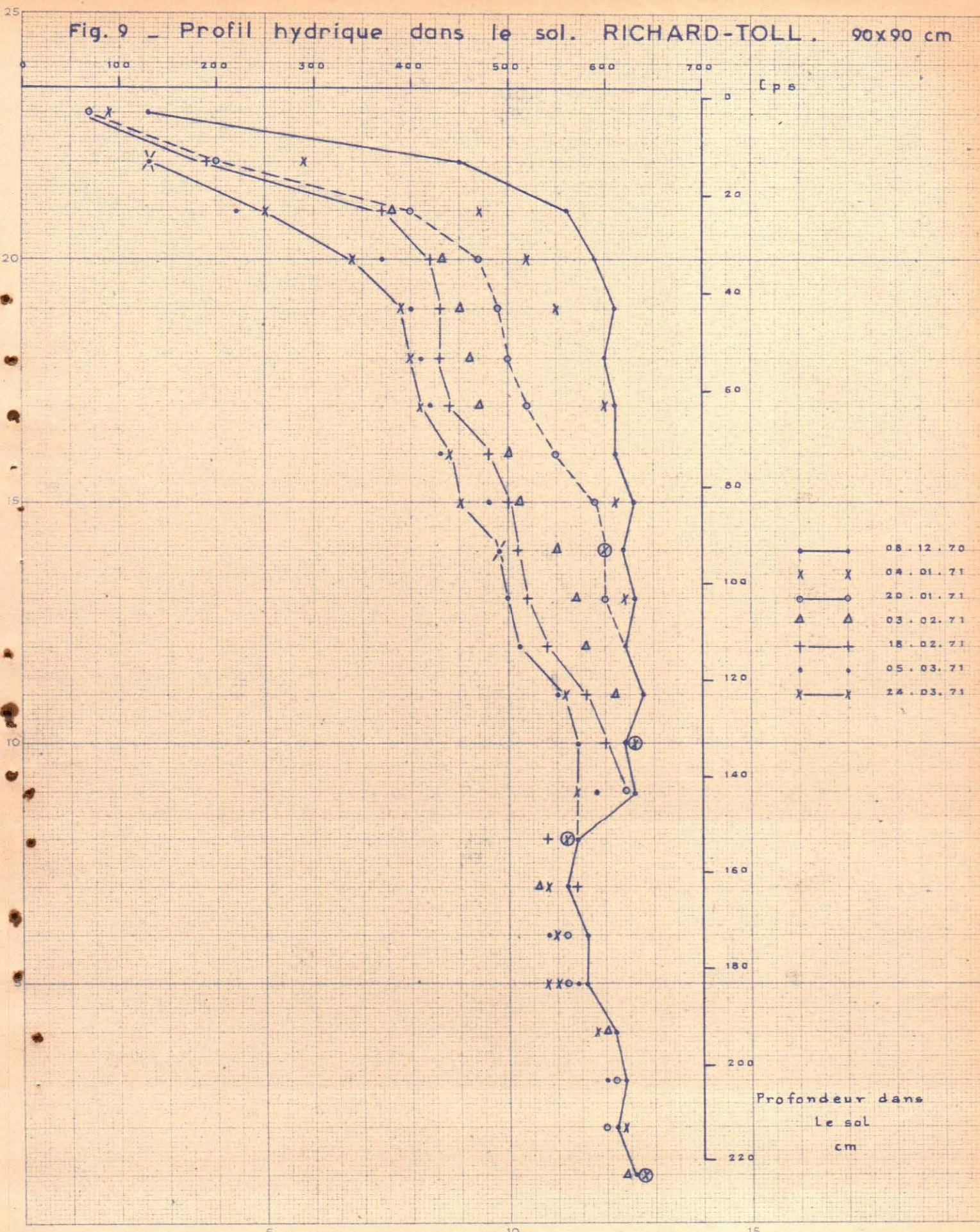


Fig. 10 - Profil hydrique dans le sol. RICHARD-TOLL. 120x120 cm

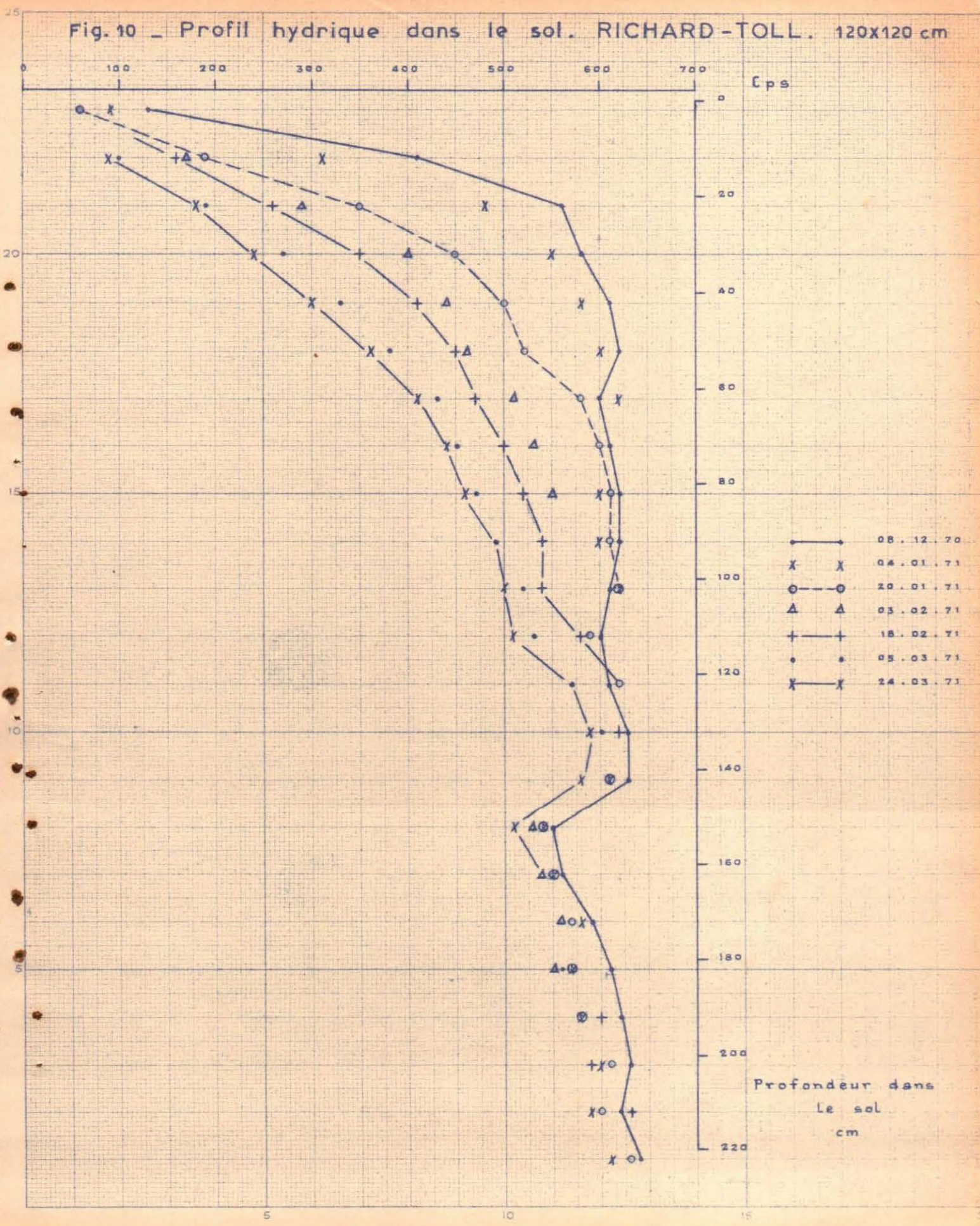


Fig. 11 - Consommation cumulative en eau sorgho de décrue

KAEDI 1970-71

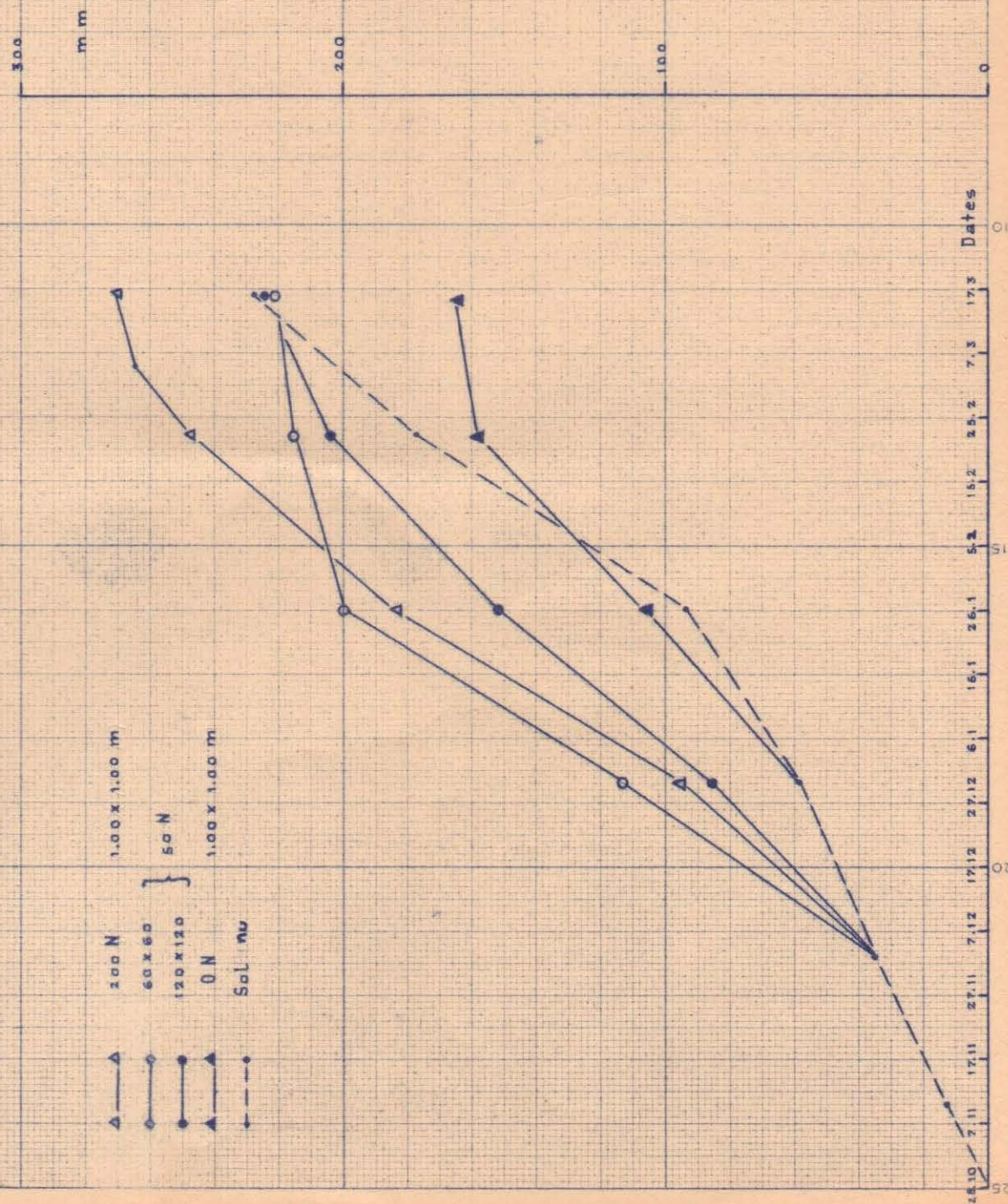


Fig. 12 - Consommation cumulative en eau sorgho de décrue

RICHARD-TOLL 1970-71

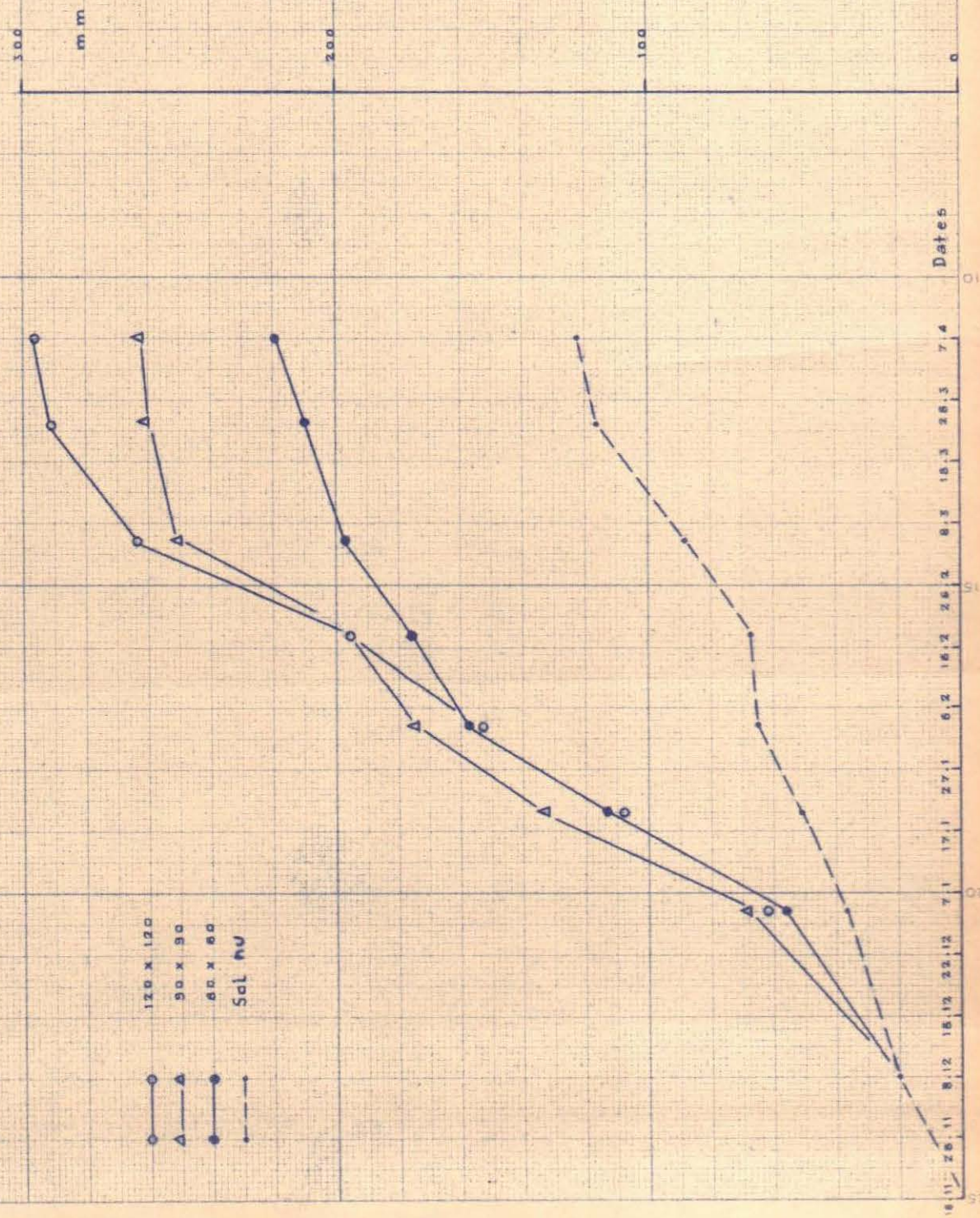


Fig. 13 - Consommation en eau en mm par jour (partie basse) et rapport entre consommation en eau et évaporation d'un bac classe A (partie haute) sorgho de décrue, KAEDI 1970-71

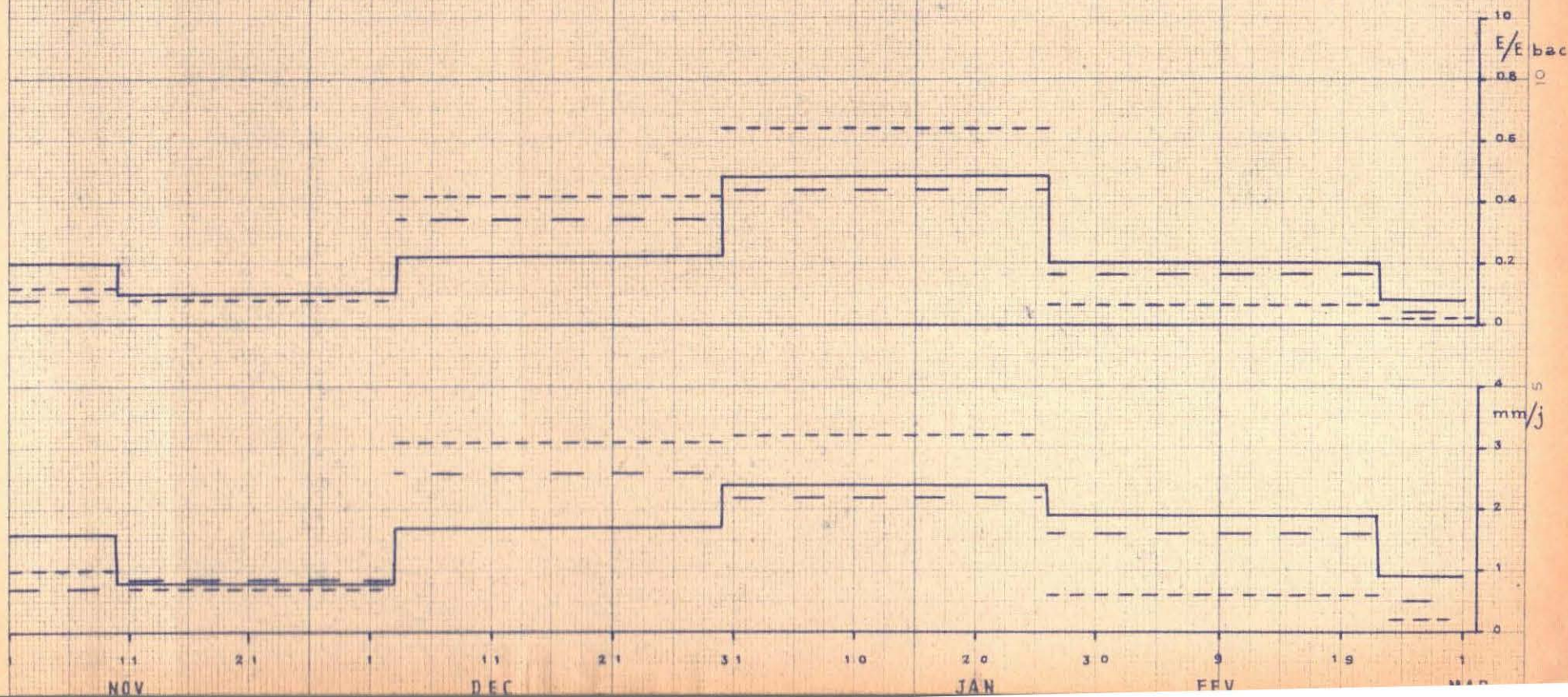


Fig. 14 - Longueur des plantes à l'écartement de 60x60 cm
 sorgho de décrue, KAEDI. 1970-71

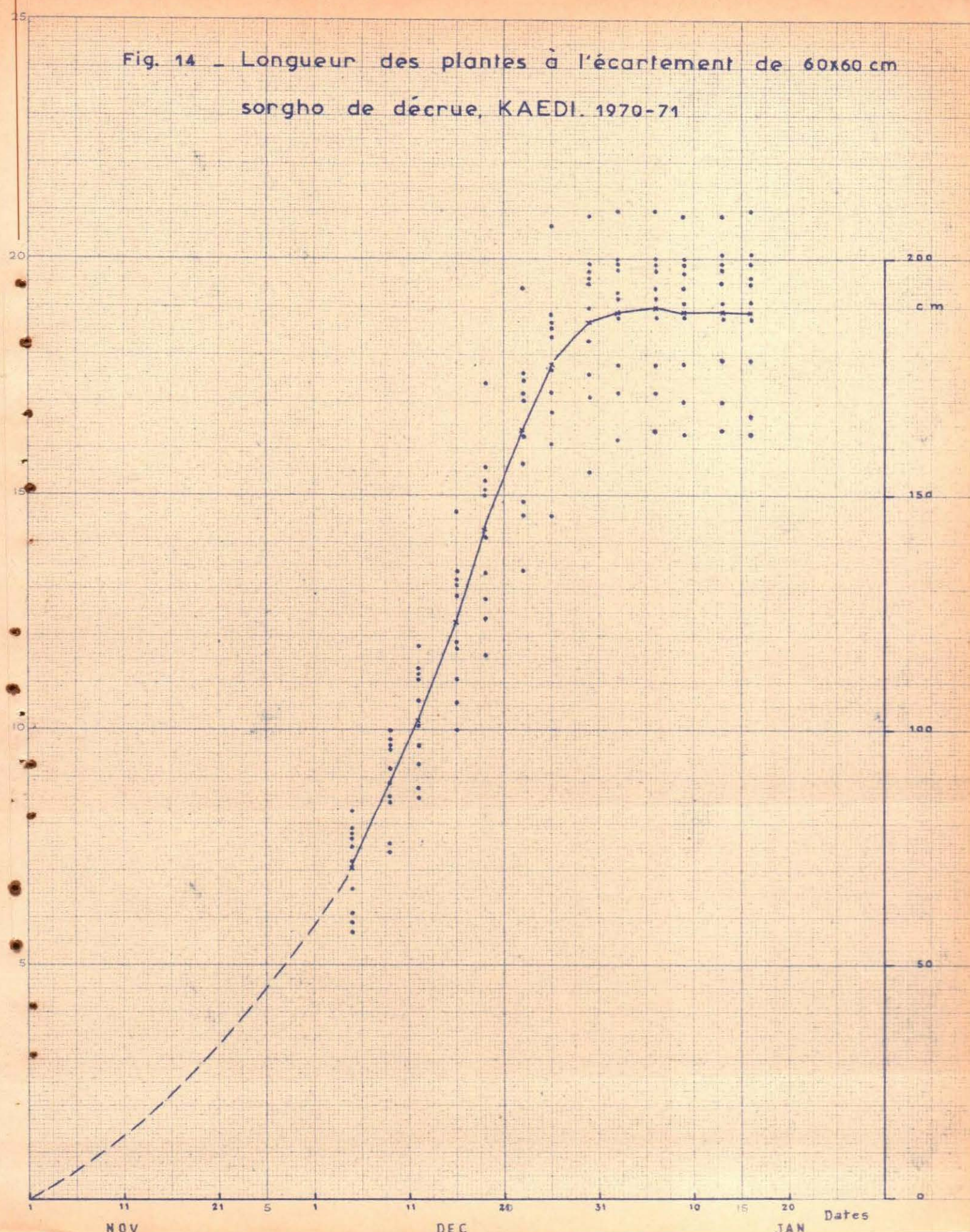
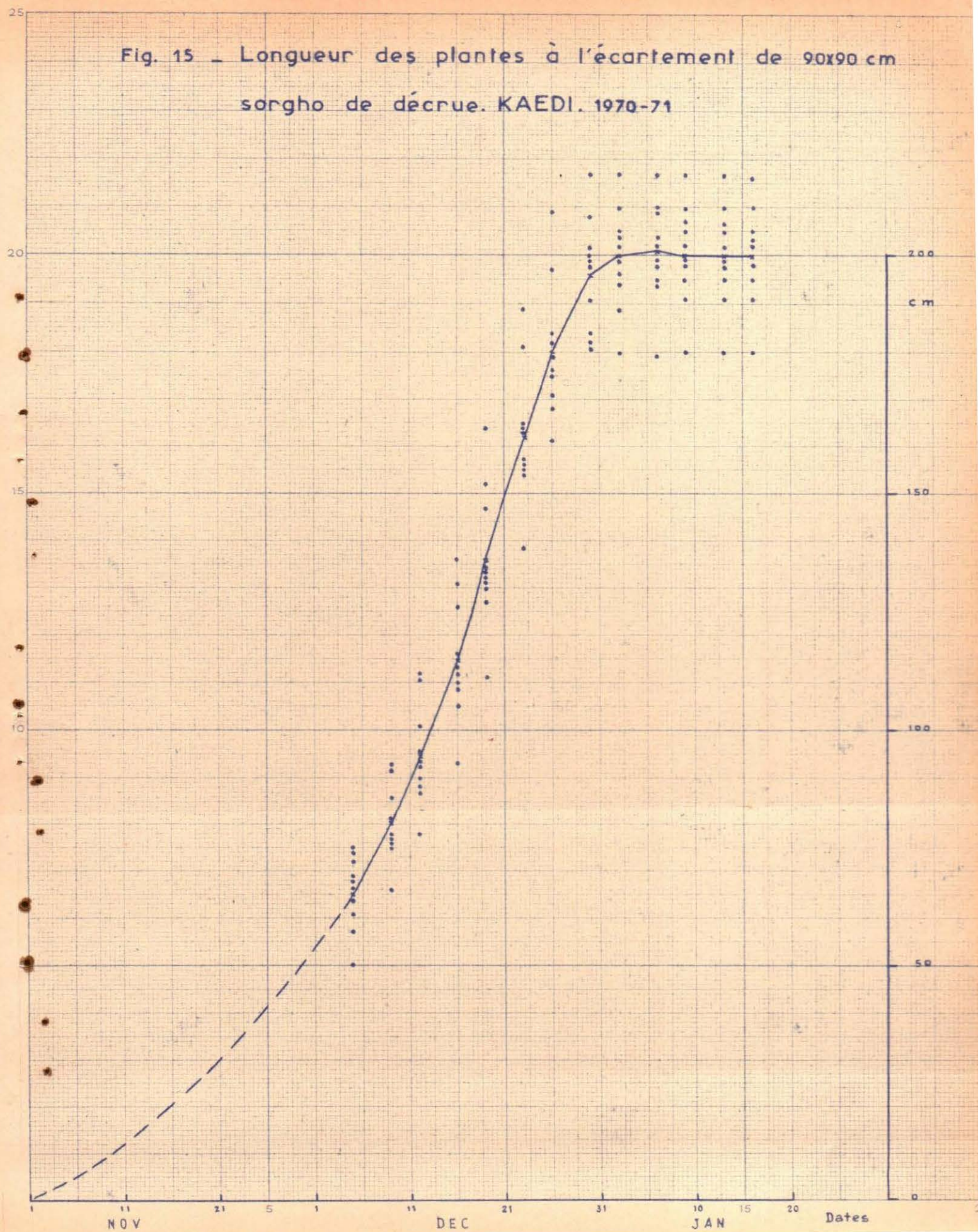


Fig. 15 - Longueur des plantes à l'écartement de 90x90 cm
sorgho de décrue. KAEDI. 1970-71



PROJET POUR LE DEVELOPPEMENT
DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE ET DE SES APPLICATIONS
DANS LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

NOTE TECHNIQUE SUR LA CONSOMMATION EN EAU
DU SORGHO DE DECRUE

Compte rendu des travaux réalisés
à Kaedi et Richard-Toll en 1970-71

D. RIJKS
Agrométéorologiste

Décembre 1971

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION
2. LE MILIEU PHYSIQUE
 - 2.1. La météorologie
 - 2.2. La crue, la décrue
 - 2.3. Les terrains expérimentaux
3. TECHNIQUES EXPERIMENTALES
 - 3.1. Le dispositif
 - 3.2. La mesure des profils hydriques
 - 3.3. Observations biologiques
4. RESULTATS
 - 4.1. Les profils hydriques
 - 4.2. Consommation en eau
 - 4.3. Observations biologiques
5. CONCLUSIONS
6. REFERENCE

REPertoire DES TABLEAUX

- 1 Moyennes décadaires des observations météorologiques
- 2 Opérations culturales à Kaedi
- 3 Opérations culturales à Richard-Toll
- 4 Totaux d'eau dans le sol, et leurs équivalents en comptes par seconde à la sonde à neutrons, en fin de saison
- 5 Moyennes décadaires des températures et humidités en environnement sec et en milieu "oualo" sous culture de décrue
- 6 Consommation en eau du sorgho à Kaedi
- 7 Consommation en eau du sorgho à Richard-Toll

REPertoire DES FIGURES

- 1 Kaedi, Profils hydriques, jachère
- 2 " " " , Essai écartement, 0.60 x 0.60 m
- 3 " " " , Essai écartement, 0.90 x 0.90 m
- 4 " " " , Essai écartement, 1.20 x 1.20 m
- 5 " " " , Essai Application d'azote, 0 N
- 6 " " " , Essai Application d'azote, 200 N
- 7 Richard-Toll, Profils hydriques, jachère
- 8 " " " " Essai écartement, 0.60 x 0.60 m
- 9 " " " " Essai écartement, 0.90 x 0.90 m
- 10 " " " " Essai écartement, 1.20 x 1.20 m
- 11 **Kaedi**, Consommation cumulative en eau
- 12 Richard-Toll, Consommation cumulative en eau
- 13 Consommation en eau en mm par jour, et rapport entre la consommation en eau et l'évaporation d'un bac classe A, Kaedi.
- 14 Kaedi, hauteur des plantes, Essai écartement, 0.60 x 0.60 m
- 15 " " " " , Essai écartement, 0.90 x 0.90 m
- 16 " " " " , Essai écartement, 1.20 x 1.20 m
- 17 Richard-Toll, " " , Essai écartement, 0.60 x 0.60 m
- 18 " " " " , Essai écartement, 0.90 x 0.90 m
- 19 " " " " , Essai écartement, 1.20 x 1.20 m

1. INTRODUCTION

L'amélioration des cultures pluviales et des cultures de décrue dans la vallée du Fleuve Sénégal, a fait au cours de ces quinze dernières années l'objet de nombreux travaux et essais agronomiques.

Le Projet de Recherche Agronomique s'est dans un premier temps préoccupé de l'amélioration de ces cultures traditionnelles. Il devait très bientôt s'en désintéresser dans la Vallée pour s'en tenir à une stricte orientation de ses travaux et études vers les cultures irriguées de haute productivité, seules susceptibles d'entraîner un développement agricole réel et de provoquer le décollage économique de la région.

Parmi les travaux qu'il a consacrés à ces cultures, le Projet a réalisé divers essais agronomiques originaux portant sur la culture du sorgho de décrue. Ainsi, en fût-il d'essais sur la réponse de cette culture à l'action combinée de différentes densités de semis par différentes doses d'azote. Ces essais furent réalisés parallèlement à Richard-Toll (16° 27'N, 15° 42'W, alt 4 m) et à Kaedi (16° 08'N, 13 30'W, alt 12 m), en 1970-71.

Cette note donne pour ces essais les résultats des mesures effectuées sur le régime hydrique du sol et les besoins en eau des sorghos. C'est un aspect fondamental du problème, l'eau étant de loin le facteur limitant de plus important dans ce genre de culture.

Rappelons, que les cultures de décrue ne bénéficient d'aucune alimentation hydrique autre que celle provenant des réserves d'eau stockée dans le sol à la décrue. Point d'irrigation supplémentaire et pratiquement aucune pluie, durant tout le développement de ces cultures, la fréquence des pluies survenant après la décrue étant extrêmement faible. Ainsi à Kaedi on n'a enregistré de pluie en saison culturale de décrue qu'au cours de trois années sur les quarante dernières années d'observation. Ces pluies quand il y en a sont d'ailleurs d'un très faible bénéfice pour la culture du sorgho.

2. LE MILIEU PHYSIQUE

2.1. LA METEOROLOGIE

La période de croissance des sorghos de décrue, s'étale de novembre à avril, elle se situe entièrement pendant la saison sèche caractérisée par des vents dominants soufflant du Nord, du Nord-Est et de l'Est ; tandis que les masses d'air déterminant l'environnement atmosphérique ont pour origine les régions sèches et désertiques du Sahara. Les ciels sont alors généralement peu nuageux.

Pour la saison 1970-71, les moyennes décadaires de température minimale oscillèrent entre 13 et 21°C, et les moyennes de température maximale entre 30 et 38°C. La tension de vapeur varia de 5 à 13 mb. Les humidités relatives, enregistrées en début de matinée furent de 40 à 70 %, dans l'après-midi elles pouvaient quelques fois tomber à moins de 15 %. Un résumé des moyennes décadaires des principaux paramètres météorologiques est donné dans les Tableaux 1a et 1b.

2.2. LA CRUE - LA DECRUE

A Kaedi, le retrait des eaux s'achève habituellement à la mi-novembre et à Richard-Toll en début décembre, après une submersion des terrains qui varie de 3 à 3 $\frac{1}{2}$ mois. Le semis des sorghos peut avoir lieu dès que les terrains sont accessibles (portables), environ 10 jours après la disparition de l'eau sur la surface du sol.

La fin de la décrue en 1970 est survenue plus tôt que d'habitude, ainsi le sorgho fût-il semé le 29-30 octobre à Kaedi et le 18-20 novembre à Richard-Toll.

2.3. LES TERRAINS EXPERIMENTAUX

Les terrains qui portèrent l'expérimentation "culture de décrue" (oualo) de la station de Kaedi se trouvent, dans le lit du Gorgol, à quelques 4 km en amont du point de confluence de ce dernier avec le Fleuve Sénégal. Ces terrains subissent normalement à la fois la crue du Gorgol et la crue du Sénégal, d'où dépôts sédimentaires de matériaux en provenance des deux fleuves, et de leurs bassins respectifs. Les origines géologiques de ces deux bassins étant différentes, les sédiments déposés sont par conséquent d'origine mixte, avec toutefois dominance des matériaux provenant du bassin de Gorgol. On a affaire à un sol profond, très argileux, d'un gris rougeâtre et de faible perméabilité intrinsèque. Il s'y développe des fentes fissurées de retrait importantes dès qu'il se dessèche.

Les limites entre les terrains de oualo et les terrains sableux de diéri sont bien marquées, la zone de transition a une largeur de tout au plus 10 à 20 m.

Le oualo du Gorgol, s'étend selon une direction générale ENE - WSW. Dans celui-ci, les parcelles expérimentales se trouvaient situées de 0,5 à 2 Km de la limite des cultures de décrue selon la direction considérée.

Les sols de oualo à Richard-Toll sont très semblables aux sols de oualo de la vallée du Fleuve Sénégal. Le sol est profond, argileux, brun-gris, et d'une faible perméabilité intrinsèque ; desséché, il est parcouru de fentes et fissures pas trop larges.

Là où furent installés les essais, le lit majeur du fleuve, atteint environ 10 km de large, les parcelles d'expérimentation étaient entourées de toute part et sur une grande distance de terrains cultivés sous sorgho.

3. TECHNIQUES EXPERIMENTALES

3.1. LE DISPOSITIF

Dans les deux stations, les observations sur les profils hydriques ont été réalisées dans un essai portant sur la réponse des variétés de sorgho à la combinaison densités de semis par doses d'azote. Les variétés utilisées étaient la RT 13 à Kaedi et un mélange de RT 44 et RT 50 à Richard-Toll. L'essai était de type factoriel 3 x 3 à 6 répétitions, les écartements adoptés de (0.60 x 0.60 m) (0.90 x 0.90 m) et 1.20 x 1.20 m.). Les doses d'azote des différents objets étaient de 0, 110 et 220 kg/ha de perlurée, elles furent appliquées au trou, un trou par plant. Les parcelles élémentaires étaient de 38.88 m² de surface nette

soit : pour 0.60 x 0.60 - 6 lignes de 18 plants
pour 0.90 x 0.90 - 4 lignes de 12 plants
pour 1.20 x 1.20 - 3 lignes de 9 plants.

Il n'a pas été possible de suivre à la sonde à neutrons la variation du profil hydrique de tous les traitements. Des mesures ont été prises dans les parcelles ayant reçu 110 kg/ha de perlurée sous les densités (0.60 x 0.60), (0.90 x 0.90) et (1.20 x 1.20 m.) Les tubes de la sonde à neutrons étaient installés entre les lignes de plantation dans une des répétitions et sur les lignes dans une autre répétition. Un tube était installé sous jachère.

A Kaedi, 3 tubes ont été en outre installés dans les trois traitements de l'"UPE" c'est-à-dire dans les trois parcelles expérimentales où les techniques culturales recommandées sont testées à une échelle plus grande (0.5 ha). Les trois traitements en cause étaient :

- 1 - 0 N, semis précoce, densité 1.00 x 1.00 m, éclaircie à 3 plantes par poquet,
sarclage quinze jours à trois semaines après la levée.
- 2 - 50 N, comme en 1 plus 110 kg/ha de perlurée au trou individuel
- 3 - 200 N, comme en 1 plus 220 kg/ha de perlurée enfouie profondément par labour avant la crue.

* UPE = Unité Pilote Expérimentale.

Par erreur, la dernière parcelle reçut 220 kg/ha de perlurée au trou après le semis, en plus de l'application de même importance réalisée avant la crue, soit un total de 440 kg/ha de perlurée.

Le sorgho a été semé à Kaedi le 29/30 octobre et récolté du 1 au 5 mars. A Richard-Toll, semé le 18 novembre, il fut récolté le 6 avril. Le calendrier des opérations culturales est rapporté aux Tableaux 2 et 3.

3.2. MESURES DES PROFILS HYDRIQUES

Les quantités d'eau stockée dans le sol ont été mesurées à l'aide d'une sonde à neutrons fabriquée par D.A. PITMAN, Angleterre, et dotée d'une source de 50 mc Am-241, d'un tube détecteur BF₃, et d'une échelle pour lecture instantanée des données.

Citons les résultats de quelques observations typiques :

dans un fût d'eau (200 l)	960 CPS
dans l'air	020 CPS
dans la gaine de protection de la sonde (poly-éthylène)	570 CPS

La variation des mesures effectuées dans la gaine de protection tout au long de l'expérience oscilla rarement de ± 010 CPS.

Les tubes d'accès en aluminium, d'une longueur de 2 m 50, furent installés selon la méthode habituelle, ils sortaient d'une dizaine de centimètres du sol : les profils hydriques ont été par conséquent mesurés jusqu'à environ 2,30 m de profondeur.

Les observations furent effectuées de 10 en 10 cm, à partir de 0,15 m au-dessous du niveau du sol.

A Kaedi, des courbes d'étalonnage ont été établies pour toutes les couches de 0,20 m de sol jusqu'à une profondeur de 1,60 m à l'exclusion de la première couche superficielle. Comme il n'y avait que peu de variation dans l'allure de ces courbes, et en tout cas aucune variation systématique, ni d'indication de non-linéarité, toutes les données ont été prises ensembles et une réponse de 8,4 mm d'eau par 10 cm de profondeur de sol par 100 cps a été adoptée pour l'interprétation des observations.

A Richard-Toll, il n'y a pas eu suffisamment d'observations gravimétriques que pour calculer séparément les courbes d'étalonnage des différentes couches de sol. Le chiffre de 8,7 mm d'eau par 10 cm de sol par 100 cps a été retenu de l'ensemble des données, bien que le coefficient de corrélation ($r = 0,79$) ait marqué des variations dans les observations. Il n'y avait toutefois pas d'indication de non-linéarité.

Pour la conversion des données gravimétriques, la gravité apparente du sol a été mesurée avec un O & M densitomètre aux profondeurs de 0,20 et 0,50 m. Les moyennes de deux observations à chaque niveau sont :

Kaedi	0,20 m	$\rho = 1,57$
	0,50 m	$\rho = 1,66$
Richard-Toll	0,20 m	$\rho = 1,44$
	0,50 m	$\rho = 1,44$

A Kaedi, une valeur de $\rho = 1,6$ a été employée pour toutes les couches aux différentes profondeurs et à Richard-Toll une valeur de $\rho = 1,44$.

Des analyses en laboratoire pour la détermination de la capacité de rétention au champ et du point de flétrissement sont prévues dans le programme d'étude de la physique des sols du pédologue du Projet Rég. 61. En attendant ces résultats, les données recueillies en fin de saison à Kaedi, pour l'étalonnage de la sonde à neutrons, peuvent fournir une approximation des valeurs du point de flétrissement. Les quantités d'eau stockée dans le sol à différentes profondeurs, calculées à partir des échantillons gravimétriques, et leur équivalent en cps, sont données au Tableau 4.

3.3. OBSERVATIONS BIOLOGIQUES

On a procédé à des observations sur la hauteur des plantes (extrémité de la dernière feuille,) sur la longueur des épis, le nombre de noeuds, le nombre de feuilles, le poids sec des grains, balles et pailles à la récolte, ainsi que sur le rendement. On a également noté les dates des différents développements phénologiques. Les plantes ont été régulièrement surveillées afin de noter la présence éventuelle d'un flétrissement excessif ou soudain.

4. RESULTATS

4.1. LES PROFILS HYDRIQUES

Une sélection des profils hydriques mesurés est donnée pour Kaedi aux Fig. 1 - 6 et pour Richard-Toll, aux Fig. 7 - 10.

Un trait commun à tous les profils est la bonne reproductibilité en profondeur et la démonstration bien nette de la progression systématique du dessèchement du profil. On remarquera que les plantes assèchent tout d'abord les couches supérieures du sol et ensuite seulement les couches plus profondes, et cela d'une manière qui varie avec la densité du semis et la dose d'azote appliquée.

Les quantités d'eau stockée dans le sol après la décrue étaient variables d'un profil à l'autre. Cela doit probablement s'expliquer par la présence de lentilles sableuses observées à des profondeurs diverses, dans quelques parcelles. La présence et la profondeur de ces lentilles ont été décrites au moment de l'installation des tubes il y a une bonne correspondance entre la richesse hydrique des profils en début de saison et la présence de ces lentilles, que l'on observe souvent entre 1,5 et 2 m de profondeur.

Les profils sous jachère, Figs 1 et 7, mettent en évidence les différents degrés de fissuration observés dans les deux sols concernés, à cause de l'origine différente de leurs matériaux constitutifs, et peut-être aussi des "fetch" différents. A Kaedi, les fissures dans le sol étant plus larges et plus nombreuses qu'à Richard-Toll, l'eau des couches plus profondes peut dans ces conditions s'évaporer plus facilement. De plus, comme la distance parcourue par le vent au-dessus d'une végétation culturale active était plus grande à Richard-Toll qu'à Kaedi, l'évaporation potentielle à Kaedi s'est avérée être plus grande qu'à Richard-Toll. Les données météorologiques recueillies au milieu des parcelles à Kaedi, Tableau 5, montrent que l'air au-dessus des parcelles était un peu plus frais et humide qu'à la station principale située dans un environnement désertique, dès le moment où la végétation commença à pousser. Le parcours du vent était du même ordre de grandeur dans les deux stations.

L'évaporation du sol nu à Kaedi a été de 1 mm par jour à partir de début novembre, dès que la couche superficielle se fut séchée et durcie, cette intensité d'évaporation s'est maintenue jusqu'en fin janvier. Mais à partir de ce moment, et sans doute sous l'influence de déficits de saturation brutalement accrus, des fissures se développèrent rapidement, et l'évaporation de l'eau du sol nu atteignit 3 mm par jour pendant le mois de février, pour diminuer ensuite lorsque le sol devint sec.

A Richard-Toll, un tel phénomène n'a pas été enregistré.

On n'a pas pu observer de différences systématiques entre les profils dans les lignes et entre les lignes de plantation bien que des différences entre répétitions aient été mesurées.

La sonde à neutrons ne permet pas de mesurer la quantité d'eau stockée dans les couches les plus superficielles du sol. Dans le compte rendu de sa tournée à Kaedi, en février 1971, M. J. L. Chopart rapporte qu'il n'a trouvé que peu de racines dans ces couches. Comme ces dernières perdent de toute manière la plus grande partie de leur eau par évaporation du sol nu dès les premiers jours de la saison, on peut à l'analyse négliger cette partie du profil hydrique, sans fausser les conclusions en ce qui concerne la consommation d'eau par la culture.

A Kaedi, les sorghos semés à la densité de (0.60 x 0.60 m) ont consommé à peu près la même quantité d'eau que ceux qui avaient été semés à (1.20 x 1.20 m) mais ils ont consommé cette eau plus tôt dans la saison, si bien que ces plants installés à forte densité ont manqué d'eau en fin de saison. L'eau absorbée a été prélevée jusqu'à une profondeur de 1.80 m pour les parcelles de (0.60 x 0.60 m) et jusqu'à une profondeur de 1.20 pour les parcelles (1.20 x 1.20 m). Les profils des parcelles (0.60 x 0.60 m) ont été asséchés plus intensément que ceux de la jachère dès le début de décembre, tandis que les parcelles (1.20 x 1.20 m) n'ont manifesté une telle tendance qu'en fin décembre. Les profils hydriques sous les parcelles de (0.90 x 0.90 m) se sont développés à peu près dans les mêmes conditions que ceux des parcelles de (1.20 x 1.20 m)

Les profils hydriques sous les traitements 0 N et 200 N de l'UPE sont définis aux Figs 5 et 6. L'augmentation de l'activité des racines, suite à l'application d'azote, est évidente.

La consommation d'eau par les plantes du traitement 0 N a été approximativement égale à l'évaporation du sol nu pendant le premier et le deuxième mois de croissance et légèrement plus élevé pendant le troisième mois. En fin de saison, la paille des plantes a paru agir comme un "mulch", de telle sorte que finalement les profils ont perdu moins d'eau dans ces parcelles que sous sol nu.

Dans le traitement 200 N, où l'écartement était de (1.00 x 1.00 m) le développement des racines en profondeur au cours des premiers et deuxième mois a été aussi rapide que celui des racines des plantes de l'objet écartement (0.60 x 0.60 m) qui n'avaient reçu que 50 N ; dans ce dernier objet l'enracinement dans les couches plus superficielles n'atteignit pas la même densité. Pendant les mois de janvier et février, les plantes du traitement 200 N ont absorbé de l'eau dans toutes les couches, jusqu'à une profondeur de 1.60 m, et un enracinement très prolifique a été observé.

A Richard-Toll, l'évaporation du sol nu était beaucoup moins forte qu'à Kaedi et beaucoup moins importante que la consommation d'eau par les cultures. Ce n'est qu'après 10 semaines seulement que le dessèchement du sous-sol nu a été observé à une profondeur de plus de 0.40 m.

La profondeur d'enracinement n'était pas très différente dans les trois traitements à Richard-Toll, et la plus grande consommation d'eau dans des traitements (0.90 x 0.90) et (1.20 x 1.20) a été plutôt constatée dans les couches situées entre 0.40 et 0.90 m de profondeur. Chotart a noté que les racines de sorgho se développaient de préférence dans les fissures, et que le développement des fissures était plus faible à Richard-Toll qu'à Kaedi, ce qui pourrait expliquer pourquoi l'enracinement était plus faible à Richard-Toll. Une autre explication possible serait l'existence d'une compétition pour l'azote dans le traitement (0.60 x 0.60 m).

4.2. CONSUMMATION EN EAU

Les quantités d'eau consommée par les cultures dans les deux stations, et aux différents stades de développement sont données aux Tableaux 6 et 7.

4.2.1. La Fig. 11 donne une représentation graphique des quantités d'eau consommée par les plantes dans quelques traitements appliqués à Kaedi. Il apparaît que les totaux saisonniers d'eau consommée n'ont pas été significativement affectés par la densité du semis, mais que les cultures plus denses ont utilisé l'eau plus tôt dans la saison, que les cultures moins denses. D'autre part, l'application d'azote a eu une influence très nette, sans doute parce que le développement des racines étant plus important, l'exploitation de l'eau stockée dans le sol a été plus intensive.

4.2.2. Les différences de consommation d'eau à Richard-Toll Fig. 12, sous différentes densités de semis s'expliqueraient par une durée de consommation plus longue dans les parcelles à faible densité, plutôt que par un taux d'évapotranspiration plus élevé en début de saison. Comme indiqué ci-dessus, ceci pourrait découler d'une plus grande compétition pour l'azote dans les parcelles à forte densité.

On remarquera combien la consommation en eau des plantes dans chaque type de traitement a été relativement faible à Richard-Toll pendant la période 3 - 18 février. Pendant cette période, la masse d'air ambiante était d'origine maritime, le rayonnement solaire et les températures étaient plus basses et les taux d'humidités plus élevés que d'habitude.

La perte d'eau par évaporation du sol nu a été d'environ 0,8 mm par jour pendant les premier, deuxième et troisième mois, et à peu près de 1,4 mm durant le quatrième mois, elle a diminué en fin de saison.

Les totaux d'eau consommée par les cultures à Richard-Toll ont été quelques peu supérieurs à ceux de Kaedi. Les profils hydriques montrent que ceci était surtout dû à un enracinement plus profond. Cela peut-être à cause des doses différentes d'azote appliqué (100 kg/ha N dans l'essai densité azote à Richard-Toll et 50 kg/ha à Kaedi) ou à cause des quantités différentes d'eau stockée dans le sol en début de saison.

4.2.3. La Fig. 13 donne la moyenne de la consommation en eau, en mm par jour, dans l'essai densité x azote à Kaedi, et le rapport entre cette consommation en eau et l'évaporation d'un bac classe A. On peut remarquer une augmentation de la consommation en eau, en rapport avec l'accroissement de la superficie foliaire, avec rupture semble-t-il, en fin de saison par manque d'eau. Les différences entre les traitements (0.60 x 0.60), (0.90 x 0.90) et (1.20 x 1.20) sont conformes à ce qu'on peut attendre, compte tenu du taux de développement de la superficie foliaire dans les traitements à différentes densités de semis.

Toutefois, les valeurs absolues du rapport entre les deux quantités sont faibles, probablement parce que les effets d'énergie advective sont plus importants sur la petite superficie d'un bac classe A que sur la superficie plus étendue des cultures. Il ressort de là que le manque d'eau a été important à partir de fin janvier.

Les écarts entre l'évaporation du bac classe A et la consommation d'eau paraissent trop importants (et en conséquence, la précision du rapport trop faible) pour que l'évaporation d'un bac classe A puisse être employée comme un indicatif précis des besoins en eau de ces cultures.

4.2.4. Maynard a mesuré à Guédé en 1956, la consommation en eau d'une culture de sorgho de décrue, qui sans engrais, avait donné un rendement de grains d'environ 1000 kg/ha. Pour la période comprise entre les dates de semis et de récolte, Maynard a mesuré une diminution de l'eau stockée dans le sol qui variait entre 90 et 150 mm selon les répétitions de l'essai (5). Comme il était tombé 37 mm de pluie durant cette période, les totaux d'eau consommée par les cultures de sorgho se sont établis à 127-187 mm par saison.

Ces données sont du même ordre de grandeur que le total de 164 mm mesuré dans le traitement O N à Kaedi.

4.3. OBSERVATIONS BIOLOGIQUES

On n'a pas observé de différences significatives dans le nombre de noeuds par plante entre les différents traitements, ni à Kaedi, ni à Richard-Toll. On a par contre observé que quelques plantes n'ont pu développer d'épis dans le traitement (0.60 x 0.60) à Richard-Toll.

La taille des plantes cultivées sous fortes densités a très généralement été moins élevée que celle des plantes cultivées à faible densité, cf. Figs 14 - 19, bien que les différences ne soient pas statistiquement significatives. La croissance des plantes a été plus rapide à Kaedi qu'à Richard-Toll, atteignant des taux d'élongation maximale de 6 cm par jour, tandis qu'à Richard-Toll le taux maximum n'atteignait que 3 cm par jour. Ceci est sans doute explicable par les températures plus élevées de Kaedi, centre où le semis a été réalisé beaucoup plus précocement. Une même tendance a été signalée par Maynard à Guédé et 1956-57.

A Kaedi la croissance des plantes dans les différents traitements n'a été affectée par la déficience en eau qu'en début janvier c'est-à-dire très peu de temps avant que la taille normale des plants ne soit atteinte. A Richard-Toll par contre, on a observé un ralentissement et des différences de croissance dans les différents traitements dès le début janvier, alors que les plantes n'avaient atteint que la moitié de leur taille définitive. A Kaedi, la taille définitive a été atteinte après environ 80 jours, à Richard-Toll après 90-100 jours.

A Richard-Toll, une différence nette, mais non significative a été observée dans la longueur des épis, les densités faibles ayant des épis plus longs.

Les proportions en poids de paille, balles et grains furent d'environ 52, 11 et 37 % dans tous les traitements, sauf dans le traitement 0 N à Kaedi, où les proportions furent de 65, 7 et 28 %.

Les rendements des parcelles (0.60 x 0.60) (0.90 x 0.90) et (1.20 x 1.20 m) à Kaedi furent respectivement de 1869, 1732 et 1773 kg de grains secs/ha, et à Richard-Toll de 350, 655 et 678 kg/ha. A Richard-Toll, il faut signaler d'importantes pertes dues aux oiseaux.

Les rendements des traitements 0 N, 50 N et 200 N dans l'essai UPE à Kaedi furent respectivement de 1019, 1376 et 1414 kg/ha.

5. CONCLUSIONS

5.1. Les totaux d'eau disponible dans le sol après le retrait des eaux de crue sont variables, ils varient selon la texture du sol mais aussi semble-t-il selon le type d'argile concerné du fait d'une action différente sur la perméabilité des profils. Des réserves de 250 à 300 mm ont été mesurées après la décrue de 1971-72.

5.2. A Kaedi, les totaux d'eau consommée par des plantes semées à densités différentes, mais ayant reçu la même dose d'azote, ont été à peu près identiques, les plantes semées à forte densité ont toutefois consommé l'eau plus tôt dans la saison que les plantes cultivées sous faible densité.

5.3. Les plantes ayant reçu des doses d'azote plus importantes, ont consommé plus d'eau, et pendant une période plus étendue, que les plantes ayant reçu des doses plus faibles, ou n'ayant pas reçu d'azote. Les profils hydriques montrent que ce phénomène est lié au développement du système racinaire.

5.4. A Kaedi, la quantité totale d'eau perdue par le sol nu a atteint la même importance que les totaux d'eau consommée par les plantes ayant reçu des doses modérées d'azote, mais l'assèchement du sol nu se situe beaucoup plus tard dans la saison, après le développement de nombreuses fissures, de grande largeur et profondeur.

5.5. A Richard-Toll, on a observé des différences importantes dans la consommation d'eau et la croissance des plantes selon les densités de culture. Par comparaison avec la croissance et le rendement des parcelles voisines où il n'y a pas eu de mesure du profil hydrique, on peut penser que ces différences sont liées à un régime d'azote déficitaire plus marqué chez les plantes cultivées à forte densité que chez les plantes cultivées à faible densité.

5.6. L'évaporation de l'eau du sol nu à Richard-Toll a été beaucoup plus faible qu'à Kaedi, de même que le développement des fissures et des fentes dans le sol.

5.7. On peut déduire de ces expériences qu'une culture de sorgho de décrue, bien développée aurait utilisé par saison quelques 300 mm d'eau stockée dans le sol. L'évaporation d'un sol nu peut atteindre 220 mm, si les fissures sont nombreuses et bien développées, et la moitié de ce chiffre s'il n'y a pas de fissuration importante.

5.8. Les meilleurs rendements obtenus sous semis précoces à Kaedi seraient explicables par le développement rapide des plantes avant que ne se fassent sentir les températures basses de janvier, mais aussi et surtout par le fait d'une utilisation rapide de l'eau stockée dans les couches superficielles du sol avant que cette eau ne se perde par évaporation directe, cette évaporation s'accroissant avant le développement des fissures.

6. REFERENCE

J. MAYMARD

Etude expérimentale des facteurs naturels influant sur les cultures de décrue. Guédié 1956-57. Bulletin n° 110, M.A.S., Saint Louis, Sénégal.

Tableau 1_a

MOYENNES DECADAIRES DES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES

KAEDI, 1970 - 1971

Décades	T Max °C	T Min °C	h e, mb	T sol 10 cm °C	T sol 20 cm °C	Parcours du vent km/j	Insola- tion hrs/j	E bac 2 mm/j	T Moy °C
<u>1970</u>									
N 1	38.3	21.6	11.4	32.2	32.2	102	09.1	08.7	30.9
2	36.1	21.4	13.2	30.8	31.2	102	06.6	07.0	29.4
3	37.7	19.9	08.8	29.3	29.6	126	09.5	09.0	29.7
D 1	35.1	18.3	07.7	28.0	28.4	094	08.2	07.3	27.5
2	32.2	18.5	06.0	27.2	27.7	163	08.9	09.0	26.0
3	31.9	17.9	08.7	27.0	27.3	113	08.0	06.1	25.5
<u>1971</u>									
J 1	32.3	15.1	06.1	25.1	25.7	138	08.7	07.7	24.7
2	32.9	14.3	04.6	25.2	25.6	153	10.5	09.2	24.9
3	34.7	16.5	05.7	26.3	26.5	140	10.1	08.9	27.0
F 1	35.5	18.7	04.8	28.6	28.4	154	09.7	10.2	28.4
2	33.7	17.4	08.3	28.5	28.4	157	10.8	09.5	26.6
3	37.4	18.0	06.3	29.5	29.4	131	10.9	10.4	29.3
M 1	35.7	18.0	06.5	29.5	29.4	150	10.3	10.6	28.0

Tableau 1_b

MOYENNES DECADAIRES DES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES

RICHARD TOLL, 1970 - 1971

Décades	T Max °C	T Min °C	e; mb	T sol 10 cm °C	T sol 20 cm °C	Parcours du vent km/j	Insola- tion hrs/j	E bac 2 mm/j	T Moy °C
<u>1970</u>									
N 3	36.5	19.1	09.9	29.9	29.6	137	09.6	09.6	28.5
D 1	33.6	16.8	10.0	28.0	28.0	106	08.4	07.3	26.2
2	31.2	16.5	07.1	26.5	26.7	178	09.2	08.8	24.6
3	30.1	16.8	08.6	26.2	26.2	154	09.2	07.7	24.0
<u>1971</u>									
J 1	31.6	13.2	06.8	24.4	24.7	117	09.6	07.5	23.6
2	32.7	13.3	05.2	24.5	24.7	140	10.7	09.6	24.4
3	34.1	14.5	06.8	25.8	25.4	164	10.2	09.1	26.0
F 1	33.1	16.5	05.7	26.3	26.1	177	08.8	09.8	25.7
2	31.9	14.7	08.2	26.3	25.9	194	10.9	09.2	24.4
3	36.0	15.5	08.0	28.5	27.5	169	11.0	10.2	27.7
M 1	33.6	15.1	07.8	27.7	27.3	216	10.5	10.2	25.6
2	34.0	16.6	07.6	28.3	27.8	248	10.4	11.8	26.2
3	34.3	17.3	08.9	30.2	29.5	257	10.6	12.1	26.9
A 1	35.8	17.8	10.6	30.7	29.8	271	11.1	12.0	27.2

Tableau 2

OPERATIONS CULTURALES, SORGHO DE OUALO - KAFEDI 1970 - 71

	Essai densité x azote	UPE
Semis	30 oct.	29 oct.
application de perlurée dans le trou	2 nov.	30/31 oct.
Levée	3 nov.	3 nov.
démariage	16 nov. (3 plantes par poquet)	16 nov (2 plantes par poquet)
Sarclobinage	20 nov.	19/20 nov
démariage	23/24 nov. (2 plantes par poquet)	
Début épiaison	26 déc.	26 déc. (50, 200 N) 8 jan. (0 N)
Récolte	1/2 mars	4/5 mars

Tableau 3

OPERATIONS CULTURALES, SORCHO DE OUALO -- RICHARD-TOLL, 1970 - 71

Application de perlurée dans le trou	15 nov
Semis	18 nov
Levée	23 nov
Démariage	26-31 déc
Sarclage	31 jan -- 5 fév
Epiaison 50 %	4 fév
Floraison 50 %	12 fév
Récolte	6 avril

Tableau 4

Totaux d'eau, en mm par 10 cm de profondeur de sol, mesurés par la méthode gravimétrique, à Kaedi, le 17 mars 1971, à différentes profondeurs et sous différents traitements de sorgho de décrue.

L'équivalent en comptes par seconde (cps) à la sonde à neutrons est également indiqué.

Profondeur, m	Traitement 200 N			Traitement 90 x 90		
	: mm/10 cm sol		cps	mm/10 cm sol		cps
	mes.1	mes.2		mes.1	mes.2	
0.20 - 0.40	14	18	190	20	20	240
0.40 - 0.60	21	23	260	23	23	275
0.60 - 0.80	25	23	285	25	25	300
0.80 - 1.00	26	26	310	27	27	320
1.00 - 1.20	28	27	325	27	28	325
1.20 - 1.40	27	27	320			
1.40 - 1.60	27	26	315			

Tableau 5

Moyennes décadaires des températures et tensions
de vapeur aux environs secs de savanes (station
météo principale) et en milieu oualo sous cultures
de décrue

	Température de l'air, °C		Tension de vapeur, mb	
	$(T_{a_{0700}} + T_{a_{1200}} + T_{a_{1800}})/3$		$(e_{d_{0700}} + e_{d_{1200}} + e_{d_{1800}})/3$	
	Kaedi	Oualo	Kaedi	Oualo
N 1	29.6	29.8	8.8	9.4
D 1	27.5	28.2	7.7	7.5
2	26.0	26.0	6.0	6.5
3	25.5	25.6	8.7	9.6
J 1	24.7	24.4	6.1	6.9
2	24.9	24.5	4.6	5.4
3	27.0	26.6	5.7	6.8
F 1	28.4	28.5	4.8	5.7
2	26.6	26.6	8.3	8.5
3	29.3	29.1	6.3	5.5

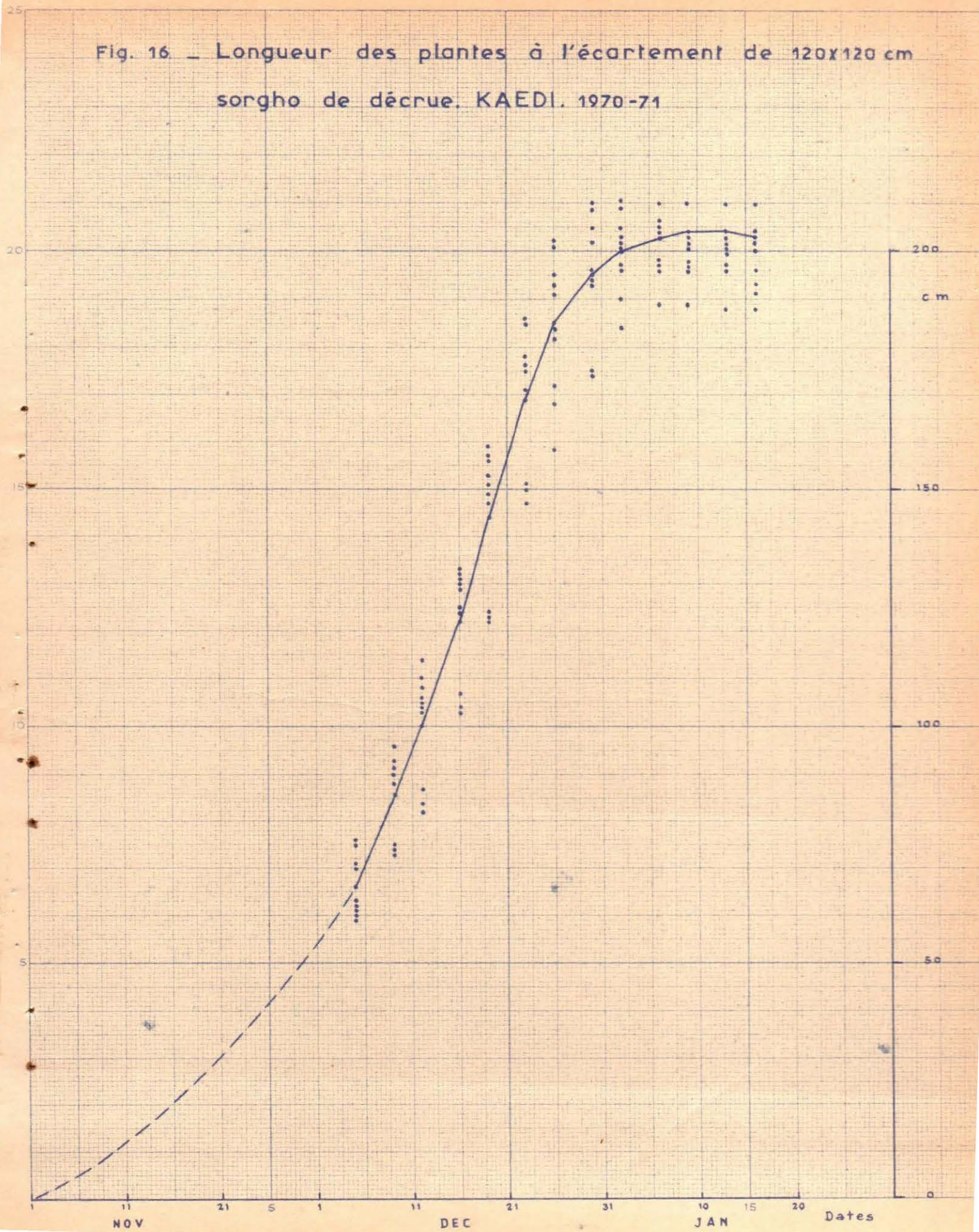
Tableau 6

Consommation en eau du sorgho de décrue à Kaedi, 1970-71,
 sous différents traitements, en mm par période

	sol nu	60 x 60			90 x 90			120 x 120		
				moyenne			moyenne			moyenne
28 oct - 10 nov	13	13	(13)	13	8	(8)	8	21	(21)	21
10 nov - 3 déc	22	27	4	16	14	23	19	22	17	19
3 déc - 30 déc	24	82	87	84	77	62	70	43	50	47
30 déc - 26 jan	35	51	121	86	51	66	58	82	49	65
26 jan - 22 fév	83	8	27	17	43	45	44	67	36	52
22 fév - 16 mars	51	4	6	5	8	13	10	30	11	21
Total	228	185	258	221	201	217	209	265	184	225

	0 N	50 N	200 N
28 oct - 12 nov	(15)	(15)	(15)
12 nov - 3 déc	16	20	20
3 déc - 30 déc	29	35	60
30 déc - 26 jan	46	45	88
26 jan - 22 fév	52	34	64
22 fév - 16 mars	6	2	23
Total	164	151	270

Fig. 16. - Longueur des plantes à l'écartement de 120x120 cm
sorgho de décrue. KAEDI. 1970-71



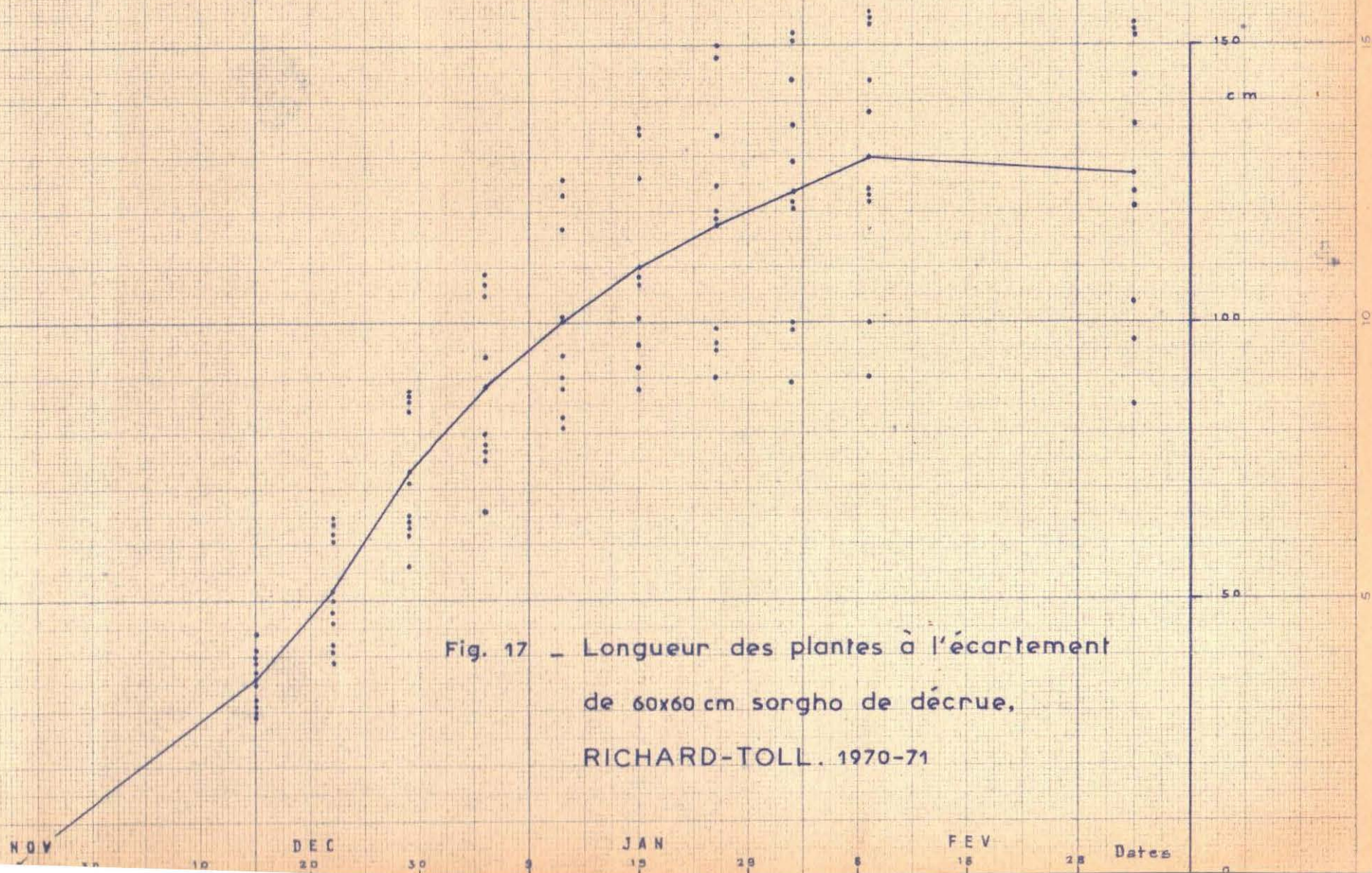


Fig. 17 - Longueur des plantes à l'écartement
de 60x60 cm sorgho de décrue,
RICHARD-TOLL. 1970-71

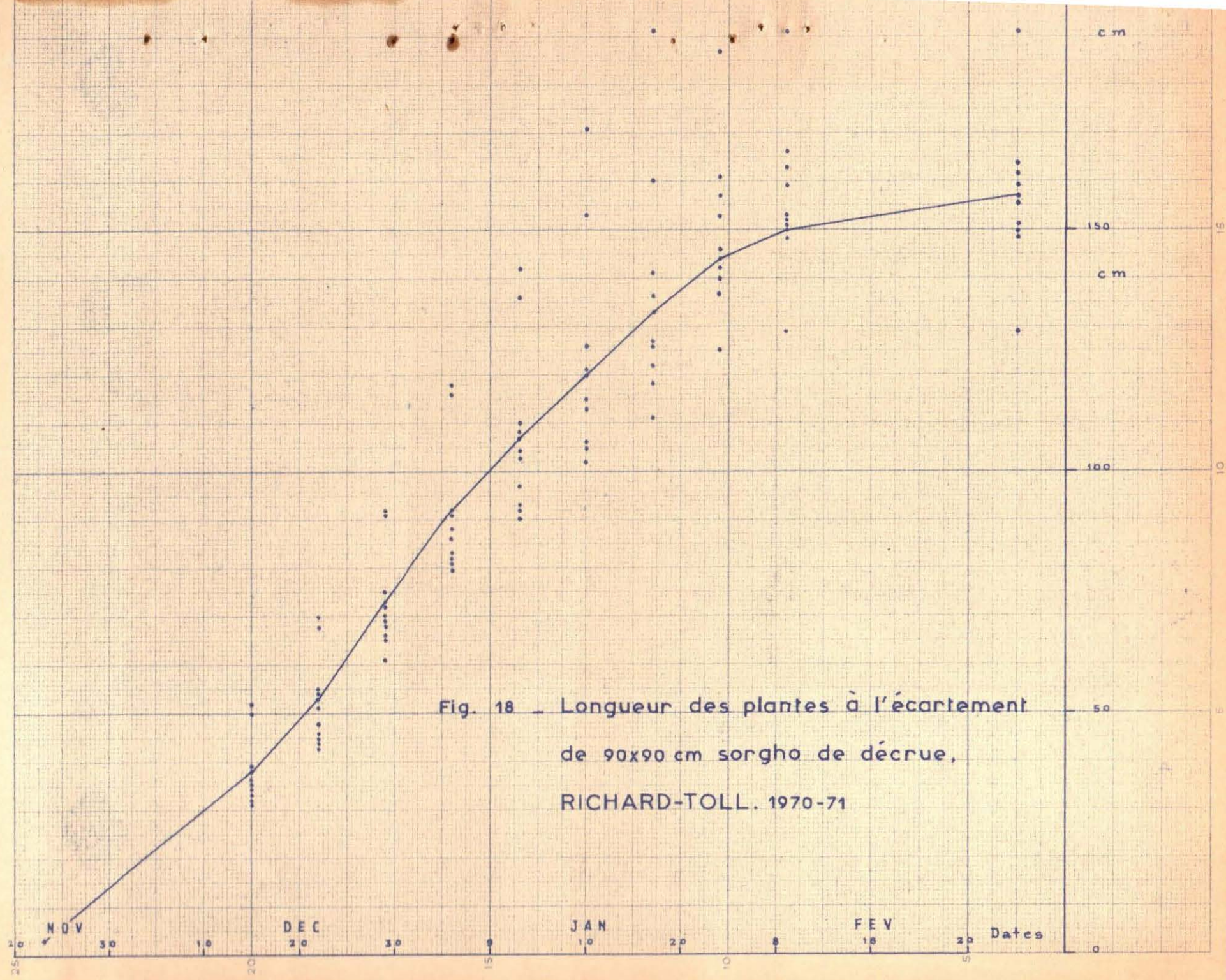


Fig. 18 - Longueur des plantes à l'écartement
de 90x90 cm sorgho de décrue,
RICHARD-TOLL. 1970-71

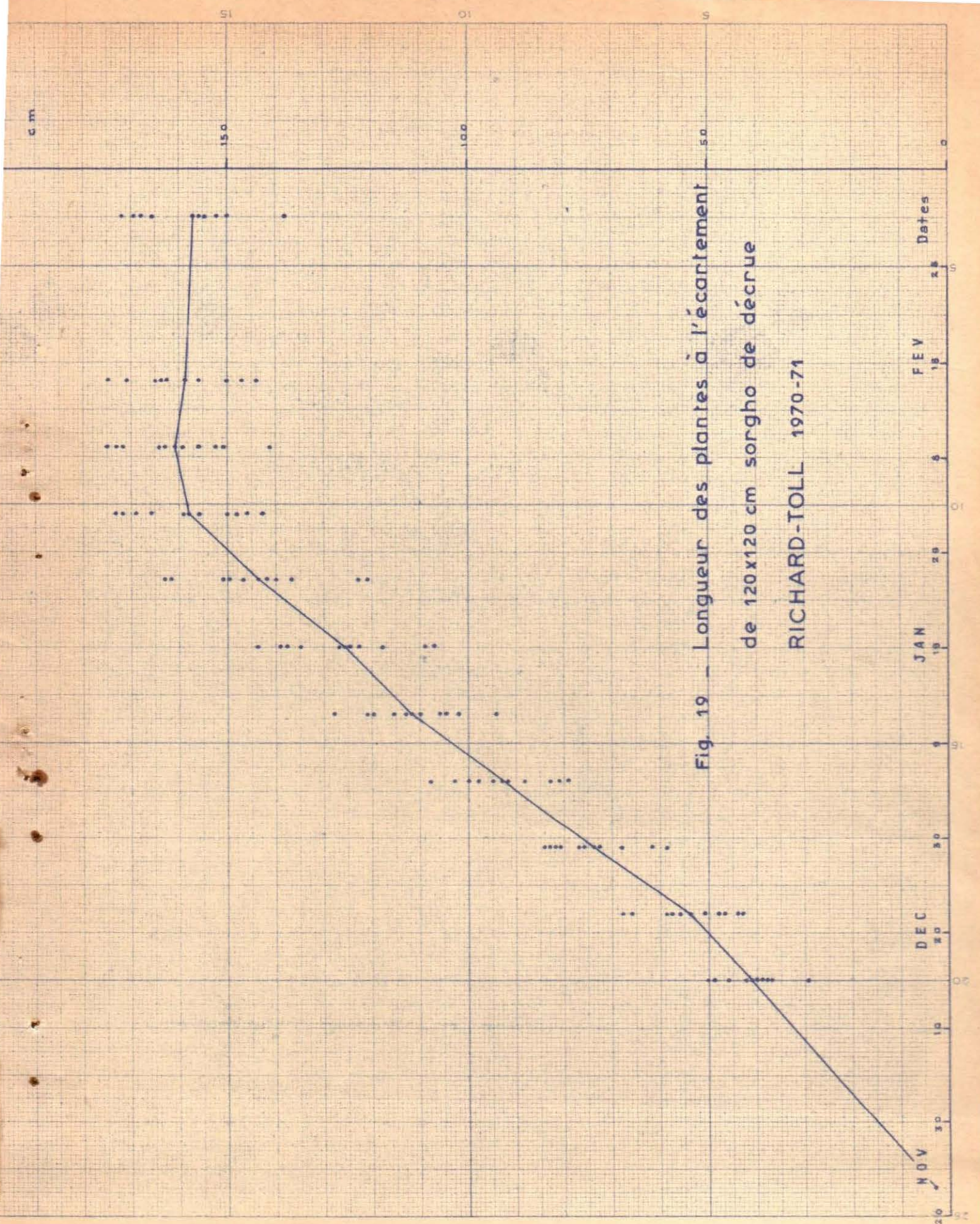


Fig. 19 - Longueur des plantes à l'écartement
de 120x120 cm sorgho de décrue
RICHARD-TOLL 1970-71