

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION
(ORSTOM)

CENTRE D'ADIOPODOUMÉ

CARACTERISATION CLIMATIQUE
POUR LES CULTURES VIVRIERES
EN BASSE CÔTE-D'IVOIRE
(ADIPODOUMÉ 1966-1985)

ERIC MOLLARD
LABORATOIRE D'AGRONOMIE
U.R.503

MAI 1986

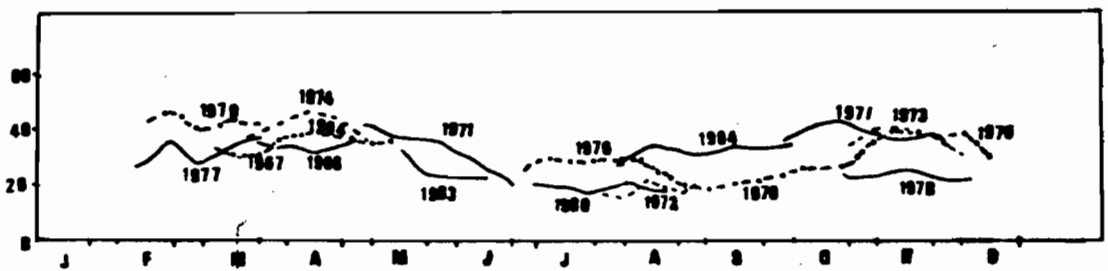
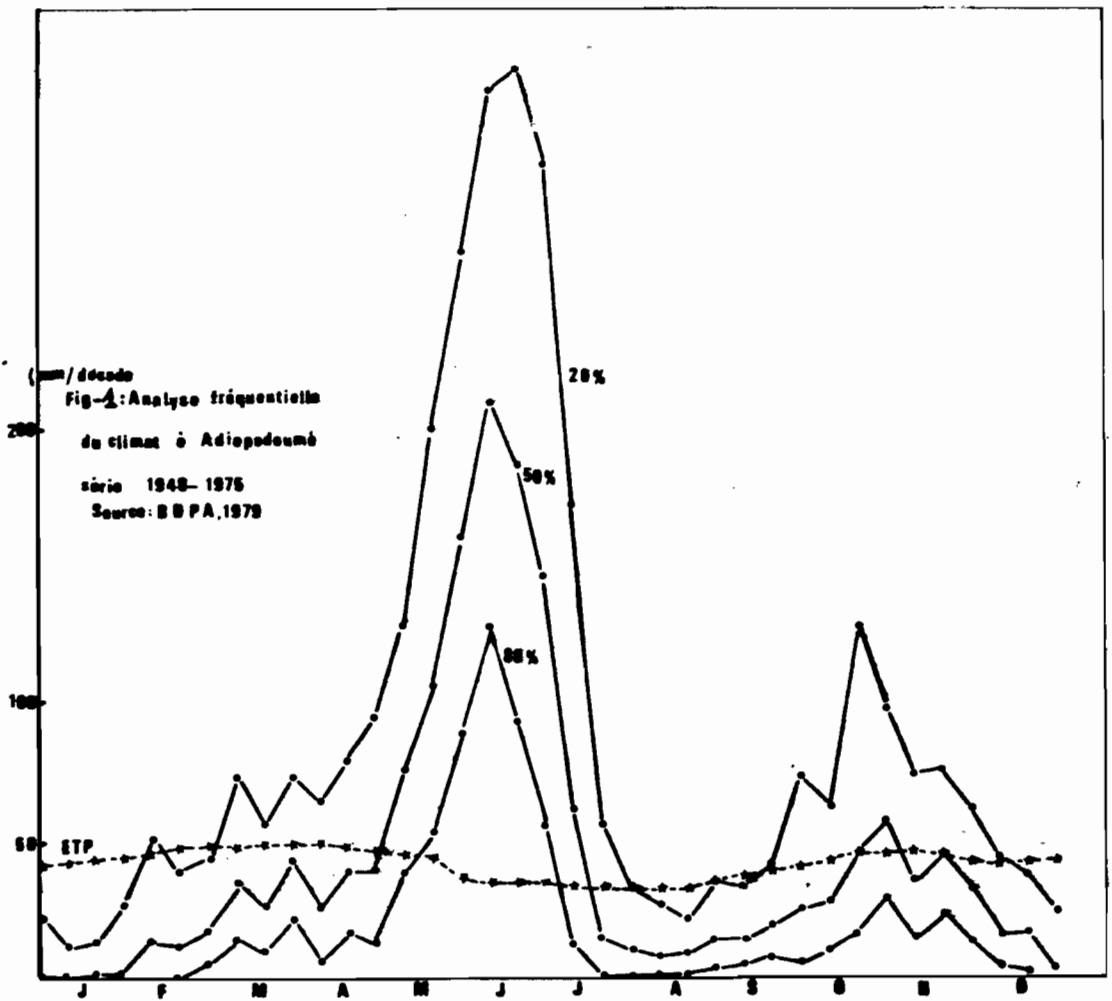


Fig 2: Variabilité de l'évapotranspiration potentielle (ETP)
 et longueur des périodes les plus contrastées

1. A une vingtaine de kilomètres à l'ouest d'Abidjan, la pluviométrie annuelle d'Adiopodoumé a accusé une sensible diminution, passant de 2363 mm pour la série 1948-1965 à 1736 mm pour celle de 1966-1985. Les variabilités interannuelles restent faibles et voisines (CV. respectivement de 16 et 19 % pour chacune des séries).

L'analyse fréquentielle (fig.1) récapitule l'alternance saisonnière où la sécheresse des mois de janvier et d'août rythme l'activité végétale, alors qu'il pleut toujours en mai et juin, parfois en octobre. Sous climat guinéen, c'est pendant les périodes intermédiaires que l'éventualité d'une sécheresse réalise le risque agricole réel. L'absence de corrélation entre totaux pluviométriques et durées de saison montre l'importance du mode de répartition des pluies. Dans l'analyse fréquentielle, cette dispersion interannuelle s'y traduit par des tracés aplatis et peu contrastés qui rendent peu opérationnelle l'aide à la décision (*).

Le caractère erratique de l'intensité des pluies amène à considérer la part efficace de l'eau, qui représente approximativement 30 et 50 % de la pluviométrie (cf.tab.3) pour chacune des saisons. Son mode de répartition implique d'introduire les notions de durée utile, et d'ouverture et de fermeture des saisons, notions efficaces (c'est-à-dire où les dates discriminent des états tranchés) pour la majorité des années considérées individuellement.

L'intérêt d'une caractérisation agroclimatique est multiple. Comme chaque année est une année particulière, il est nécessaire de la situer au sein de l'ensemble climatique afin de relativiser des conclusions agronomiques. Une vue de cet ensemble situe également la contrainte liée au climat dans l'étude des pratiques paysannes. En Basse Côte-d'Ivoire par exemple, il devient possible d'analyser la motivation climatique d'un semis de maïs en mars, avril et la mise en place d'une igname en juin, juillet au sein de l'ensemble des contraintes qui pèsent sur la production.

2. L'établissement des années climatiques (annexe 1) a nécessité la normalisation des bilans hydriques au moyen de l'évapotranspiration (ETP) calculée selon Penman (annexe 2). Alors qu'elle atteint 4 mm/jour, elle diminue de moitié courant mai pour se rétablir en octobre. Elle est maximale au cours des périodes intermédiaires. Bien que le climat tropical paraît suggérer une certaine constance, on note des écarts interannuels moyens de 1,2 à 1,8 mm/jour en été, de 1 à 1,2 mm/jour en intersaison; le calcul annuel de l'ETP est nécessaire afin d'éviter des erreurs de 40 % sur des périodes de plus d'un mois (fig.2).

(*) ajouté au caractère très normatif de cette technique qui ne prend pas compte les traits précurseurs d'une saison.

TAB.1 : EVENEMENTS AGROCLIMATIQUES POUR LES CULTURES VIVRIERES TRADITIONNELLES

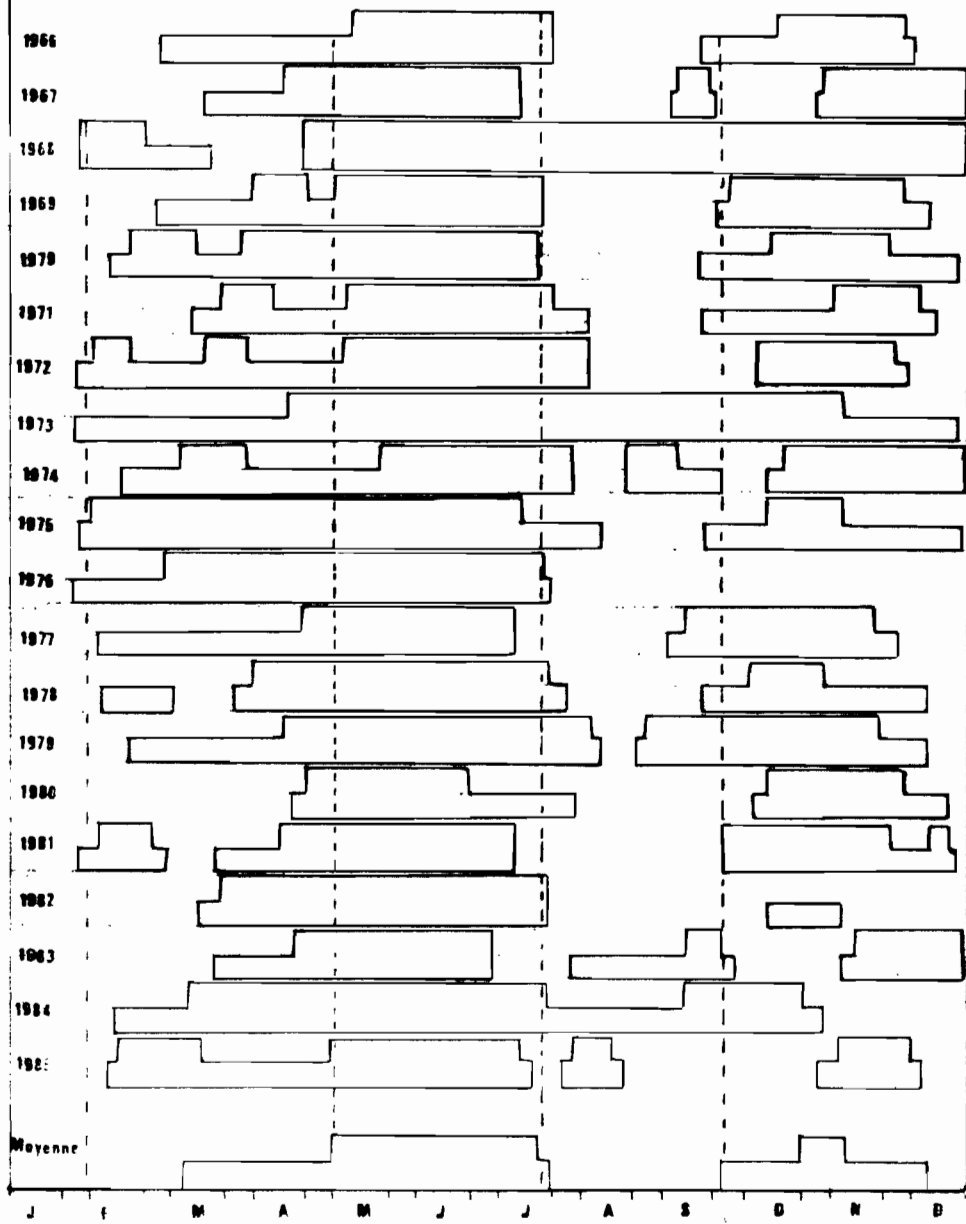
	1ERE SAISON				2EME SAISON				PLUVIOMETRIE	
	Prél.	Ouvert.	Fermet.	Durée (jour)	Prél.	Ouvert.	Fermet.	Durée (jour)	1ère	2ème
1966	1	15/4	1/8	108	0	20/3	10/12	112	1080	348
1967	0	15/3	10/7	117	0	1/11	30/12	59	1276	209
1968	1	20/4	15/8	117	0	15/8	30/12	137	1157	549
1969	1	25/3	25/7	122	0	25/9	15/12	81	1460	389
1970	0	10/2	25/7	165	0	20/9	25/12	96	1210	322
1971	0	10/3	10/8	153	0	20/9	15/12	86	1264	290
1972	0	1/2	10/8	191	0	10/10	25/12	56	1225	287
1973	0	1/2	15/8	195	0	15/8	25/12	132	1109	540
1974	0	10/2	5/8	176	1	15/10	25/12	71	1614	375
1975	0	1/2	10/8	190	0	20/9	25/12	96	1320	299
1976	0	1/2	1/8	182	0	-	-	0	2226	0
1977	0	5/2	10/7	155	0	5/9	1/12	87	794	388
1978	1	1/4	5/8	126	1	20/9	10/12	81	1158	311
1979	0	15/2	10/8	176	0	25/8	10/12	107	1379	768
1980	0	20/4	5/8	107	0	10/10	20/12	71	624	377
1981	1	20/3	10/7	112	0	25/9	20/12	86	1085	514
1982	0	15/3	25/7	132	0	15/10	10/11	26	1979	73
1983	0	20/3	1/7	103	1	1/8	25/12	146	1049	362
1984	0	10/2	15/8	187	0	15/8	1/11	78	1129	394
1985	0	10/2	15/8	186	0	1/11	10/12	39	1001	157

TAB.2 : EVENEMENTS AGROCLIMATIQUES POUR LES CULTURES VIVRIERES DE TYPE INTENSIF

	1ERE SAISON				2EME SAISON				PLUVIOMETRIE	
	Prél.	Ouvert.	Fermet.	Durée (jour)	Prél.	Ouvert.	Fermet.	Durée (jour)	1ère	2ème
1966	1	10/5	25/7	76	1	15/10	1/12	47	1026	241
1967	0	15/4	15/7	91	1	1/11	30/12	59	1201	209
1968	1	25/4	(15/8)	112	0	(15/8)	30/12	137	1118	583
1969	1	10/5	20/7	71	1	1/10	1/12	61	1248	378
1970	1	1/4	20/7	110	0	15/10	20/12	66	1075	308
1971	1	10/5	25/7	76	0	5/11	10/12	35	1029	175
1972	0	10/5	10/8	92	0	10/10	1/12	52	891	287
1973	0	15/4	10/7	86	0	25/7	10/11	108	822	568
1974	1	20/5	1/8	73	1	20/10	30/12	72	1272	349
1975	0	5/2	15/7	160	0	15/10	10/11	26	1249	129
1976	0	5/3	20/7	137	0	-	-	-	2102	-
1977	0	25/4	10/7	76	0	15/9	20/11	66	633	368
1978	0	5/4	25/6	81	0	5/10	5/11	31	1074	162
1979	0	15/4	10/8	117	0	1/9	25/11	85	1236	710
1980	0	25/4	25/6	61	0	15/10	5/12	51	551	347
1981	1	15/4	10/7	86	0	25/9	25/11	61	1039	460
1982	0	25/5	25/7	61	0	-	-	-	1519	-
1983	0	20/4	5/7	76	1	15/12	30/12	15	963	105
1984	0	10/3	20/7	132	0	15/9	25/10	40	1019	296
1985	1	5/5	15/7	71	1	10/11	10/12	30	724	130

Note: la durée et la pluviométrie moyennes de la 2ème saison pluvieuse ont été calculées sur les années où elle existe.

Fig. 3: Profil climatique à Adiopodoumé (Bassin-Cote d'Ivoire)
-1966-1985-



Les bilans ont été calculés à 2 niveaux de demande évaporative, qui reflètent deux niveaux d'intensification: le premier s'assimile à une part de l'agriculture traditionnelle où la densité de plantation est parfois faible et où la végétation reste lente à couvrir le sol. Les besoins hydriques y sont limités encore que les sols sableux nus d'Adiopodoumé évaporent moins de 0,6 mm/jour (GOUE, comm.pers.). Le seuil ETP/2 paraît adéquat (FRANQUIN, 1969) alors qu'en agriculture intensive, c'est l'ETP qui sera utilisée.

En Basse Côte-d'Ivoire, les sols sableux (10 à 15 % d'argile) présentent une faible capacité de rétention en eau. L'enracinement des cultures vivrières y est superficiel, respectivement 20 et 40 cm pour chaque niveau d'intensification (d'après nos observations sur profils culturaux). Dans les deux cas, la réserve utile en eau est à même d'assurer l'alimentation hydrique pendant une, et une seule décade sèche. Les profils climatiques ont pu être ainsi définis (fig.3). Alors qu'en agriculture traditionnelle, le risque de sécheresse est minimisé de fait par une productivité limitée, une éventuelle intensification amènerait à le reconsidérer à plus juste titre.

La normalisation choisie n'est pas une modélisation des flux macro-hydriques et ne prétend pas s'appliquer à une culture réelle. Le détail dans ce contexte est superflu et fixe les limites de la méthode. En particulier, chaque couvert possède un comportement spécifique vis-à-vis de la sécheresse; le stade de développement, la date de mise en place, l'enherbement seraient autant de paramètres à prendre en compte. Néanmoins, les résultats avancés peuvent être légèrement surestimés dans le cas de la culture intensive et sous-estimée pour l'agriculture traditionnelle. Le développement d'une culture quelconque nécessiterait un calcul particulier pour définir les risques réels.

3. Caractères des évènements climatiques.

Les faux-départs de saison sont assez fréquents pour conduire à l'échec les cultures les plus sensibles comme les céréales et la patate douce (tab.1 et 2). Ce risque de 25 % en culture traditionnelle s'élève à 40 % en culture intensive (le critère de démarrage virtuel d'une saison repose sur 2 décades consécutives pendant lesquelles l'alimentation hydrique est satisfaite). Il est impossible alors d'utiliser les ressources saisonnières dans leur intégralité sans courir des risques d'échec d'autant plus élevés que l'investissement agricole aura été important. En conséquence, l'analyse fréquentielle citée plus haut, par l'omission d'un traitement spécifique des années préluées, pêche par optimisme. Les dates de calages de cycle devront être corrigés.

En culture traditionnelle, 3 années sur 20 ont une deuxième saison des pluies dont la durée est inférieure à 2 mois, alors que 11 sont dans ce cas en culture intensive. C'est dire que d'un point de vue agricole, elle est inexistante. Alors qu'un deuxième

TAB.3 : CARACTERE MOYEN DES SAISONS AGROCLIMATIQUES

1ERE SAISON					2EME SAISON				
ouv.	ferm.	durée	pluie	%util.	ouv.	ferm.	durée	pluie	%util.
(j)	(j)	(mm)	(*)		(j)	(j)	(mm)	(*)	
CULTURE TRADITIONNELLE (ETP/2)					CULTURE INTENSIVE (ETP)				
3/3	1/8	150	1257	24	17/9	12/12	87	366	47
17/3	18/7	92	1090	34	5/10	2/12	58	322	72

(*) : le taux de pluies utiles est le rapport $D * ET * 100 / \text{PLUIE}$ où $ET = 2$ et 4 mm/j d'évapotranspiration selon l'intensification.

TAB.4 : VARIABILITE DES EVENEMENTS AGROCLIMATIQUES

CULTURE	1ERE SAISON				2EME SAISON			
	ouv.	ferm.	durée	pluie	ouv.	ferm.	durée	pluie
TRADITIONNELLE (ETP/2)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
	28	14	22	28	27	15	34	41
CULTURE INTENSIVE (ETP)	26	14	28	30	32	20	50	52

(*) : La dispersion des dates d'occurrence (variables ordinales) s'apprécie directement par l'écart-type (car $\text{éc.type (X + C)} = \text{éc.type (X)}$ où C est constant). Pour les variables quantitatives (durée et pluies), on se réfère au coefficient de variation.

TAB.5: CARACTERISTIQUES DES DIJONCTIONS CLIMATIQUES

	AGRICULTURE TRADITIONNELLE (ETP/2)	INTENSIVE (ETP)		
1ERE SAISON	OUVERTURE	1/2 - 10/2	4/2 - 15/4	précoce
		11/2 - 14/3	15/4 - 26/4	moyenne
		15/3 - 21/4	27/4 - 20/5	tardive
	FERMETURE	2/7 - 5/8	25/6 - 15/7	précoce
		6/8 - 15/8	16/7 - 15/8	tardive
	DUREE	103 - 117	61 - 76	courte
		117 - 165	76 - 91	moyenne
		165 - 195	91 - 160	longue
	2EME SAISON	OUVERTURE	1/8 - 25/8	25/7 - 25/9
26/8 - 25/9			26/9 - 15/10	moyenne
26/9 - 2/11			16/10 - 15/12	tardive
FERMETURE		2/11 - 15/12	26/10 - 2/12	précoce
		16/12 - 31/12	3/12 - 31/12	tardive
DUREE		146 - 90	137 - 65	longue
		90 - 75	65 - 45	moyenne
		75 - 26	45 - 15	courte

cycle est concevable en agriculture traditionnelle, l'intensification d'une culture sensible devrait s'appuyer sur une éventuelle irrigation complémentaire. Cette absence de saison est aggravée par les faux-départs, moindres cependant qu'en première saison. Trois faux-départs s'ajoutent aux années sèches en culture traditionnelle alors que 3 sur 6 s'y ajoutent en culture intensive, portant le risque d'échec à 70% dans le cas d'une décision de semis dès les premières pluies ! Ces chiffres sont valables pour des cultures fragiles. Ils le sont dans une moindre part pour le manioc qui, de par son mode de bouturage, peut s'accommoder de petites périodes sèches. Quant à l'igname, sa résistance à la sécheresse est directement liée à la taille du semenceau. Quand on sait qu'en culture traditionnelle, son poids peut être limité au cinquième des recommandations agronomiques afin de grèver au minimum la récolte utile, on peut comprendre les raisons d'une mise en place au plus fort des pluies. Les plantes à tubercules ont un bon comportement une fois la phase d'installation achevée.

L'ouverture réelle des saisons est un événement éminemment aléatoire, de février à mai et d'août à novembre. Bien que les dates de fermeture soient plus stables, la durée utile des saisons couvre une large gamme, depuis huit mois consécutifs comme en 1968 à 2 mois en 1982. En règle générale, la durée des saisons est corrélée avec la date d'ouverture réelle (coeff. de corr. variant de 0,8 à 0,9 selon les saisons et l'intensification). C'est seulement en conditions intensives que la quantité d'eau tombée pendant la deuxième saison est liée à sa durée. Dans les mêmes conditions, deux corrélations, peu intenses mais qui peuvent avoir un intérêt particulier d'un point de vue opérationnel, lient première et deuxième saisons:

la date d'ouverture réelle de la première saison conditionnerait la fermeture de la deuxième, quand cette dernière existe ($r = 0,52$ avec un risque de première espèce inférieur à 3 %). Ainsi une ouverture précoce s'accompagnerait plutôt d'une fermeture précoce, traduisant peut-être un décalage vis-à-vis de l'année solaire.

la date de fermeture de la première saison induirait la durée de la seconde, quand elle existe ($r = 0,50$ avec un risque de 3,5 %).

La variabilité des dates d'ouverture est sensiblement équivalente pour chacune des saisons et pour chacun des niveaux d'intensification (tab.4); elle est plus élevée que celle de fermeture. En culture intensive, elle est significativement augmentée pour les dates de la deuxième saison (d'environ 20 %). Les durées et les totaux pluviométriques montrent un caractère des plus erratique, aggravé par l'intensification.

La grande dispersion des événements est due en partie à un objectif le risque de sécheresse aux intersaisons. En agriculture paysanne actuelle, ce dernier est limité d'une part grâce à pratiques culturales qui ne favorisent pas des taux de couverture élevés, d'autre part par l'utilisation prédominante de plantes moins sensibles à la sécheresse comme les plantes à tubercules.

TAB.6 : ANNEES CARACTERISTIQUES POUR LES CULTURES VIVRIERES EN AGRICULTURE TRADITIONNELLE (ETP/2)

Année	1ERE SAISON	2EME SAISON
1966 1968 1983	OUVERTURE TARDIVE plutôt préluée fermeture plutôt précoce DUREE COURTE	OUVERTURE PRECOCE fermeture plutôt tardive LONGUE DUREE
1969 1978 1981	OUVERTURE TARDIVE ET PRELUDEE FERMETURE PRECOCE durée moyenne à courte	OUVERTURE TARDIVE fermeture plutôt précoce DUREE MOYENNE
1970 1975	OUVERTURE PRECOCE durée moyenne à longue	OUVERTURE MOYENNE FERMETURE TARDIVE LONGUE SAISON
1972 1976 1985	OUVERTURE PRECOCE NON PRELUDEE fermeture plutôt tardive LONGUE DUREE	ouverture plutôt tardive fermeture plutôt précoce durée plutôt courte

TAB.7 : ANNEES CARACTERISTIQUES POUR LES CULTURES VIVRIERES EN AGRICULTURE INTENSIVE (ETP)

Année	1ERE SAISON	2EME SAISON
1966 1969 1972	OUVERTURE TARDIVE plutôt préluée FERMETURE TARDIVE	OUVERTURE MOYENNE plutôt préluée fermeture plutôt précoce DUREE MOYENNE
1971 1974 1980 1983 1985	ouverture plutôt tardive plutôt préluée fermeture plutôt précoce DUREE COURTE	OUVERTURE TARDIVE plutôt scindée FERMETURE TARDIVE durée plutôt courte
1975 1978	OUVERTURE PRECOCE NON PRELUDEE FERMETURE PRECOCE durée plutôt moyenne	ouverture plutôt moyenne non scindée FERMETURE PRECOCE durée plutôt courte

En intensifiant, non seulement les périodes utiles se contractent, mais encore le taux de faux-départs s'accroît. Le risque augmente d'autant alors que l'investissement ou l'utilité (d'autoconsommation par exemple) exigerait sa minimisation. On conçoit alors la difficulté d'une intensification vivrière bien que la contrainte climatique soit loin d'être la seule. Aussi conçoit-on qu'une culture de l'importance de l'igname (*Dioscorea alata*), qui doit assurer l'alimentation familiale près de la moitié de l'année ne puisse courir un risque d'échec. La plantation au plus fort des pluies en juin ou au minimum de la demande évaporative en juillet et août "gaspillent" l'eau de début de saison. En cela les rendements sont moyens (moins de 10 tonnes par hectare) mais fluctuent peu d'une année sur l'autre, alors qu'en station expérimentale, une plantation en présaison permet d'obtenir des résultats plus intéressants mais très variables (production de quelques tonnes par ha en janvier 86; NEDELEC, comm.pers.). Il est possible d'envisager que ce risque minimal, qu'il soit volontaire ou non, empêche la valorisation des années favorables.

4. Caractérisation annuelle

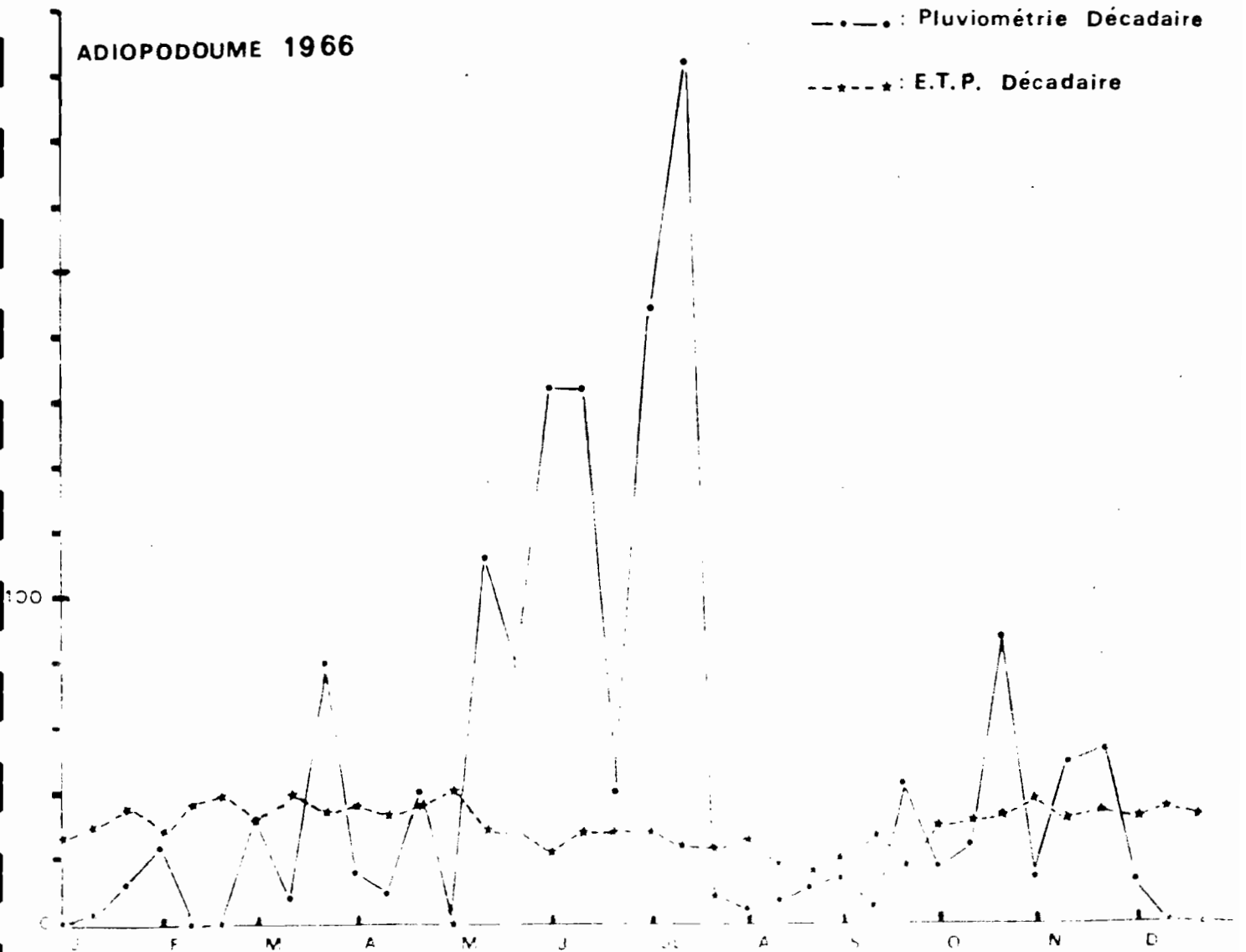
Une analyse multivariée récapitule les résultats précédents et malgré la variabilité d'évènements le plus souvent indépendants donne quelques années caractéristiques. L'absence de distribution normale pour les dates et les durées d'une part et le caractère mixte des variables (ordinales, quantitatives et morphologiques) d'autre part impose de travailler à partir d'un tableau disjonctif complet (tab.5) (*). Une aggrégation autour de centres variables a permis de classer la moitié des années en 3 à 4 groupements stables qui constituent les types d'années les plus représentées. Une analyse discriminante a donné les principaux traits des groupes climatiques pour les deux niveaux d'intensification (tab.6 et 7). Le caractère sec d'une saison est directement lié au niveau d'intensification. Ainsi l'année 1985 est dotée d'une première saison longue et humide en culture traditionnelle, laquelle se ramène à la portion congrue en culture intensive.

(*) Tous les traitements ont utilisé le logiciel NDMS, ORSTOM.

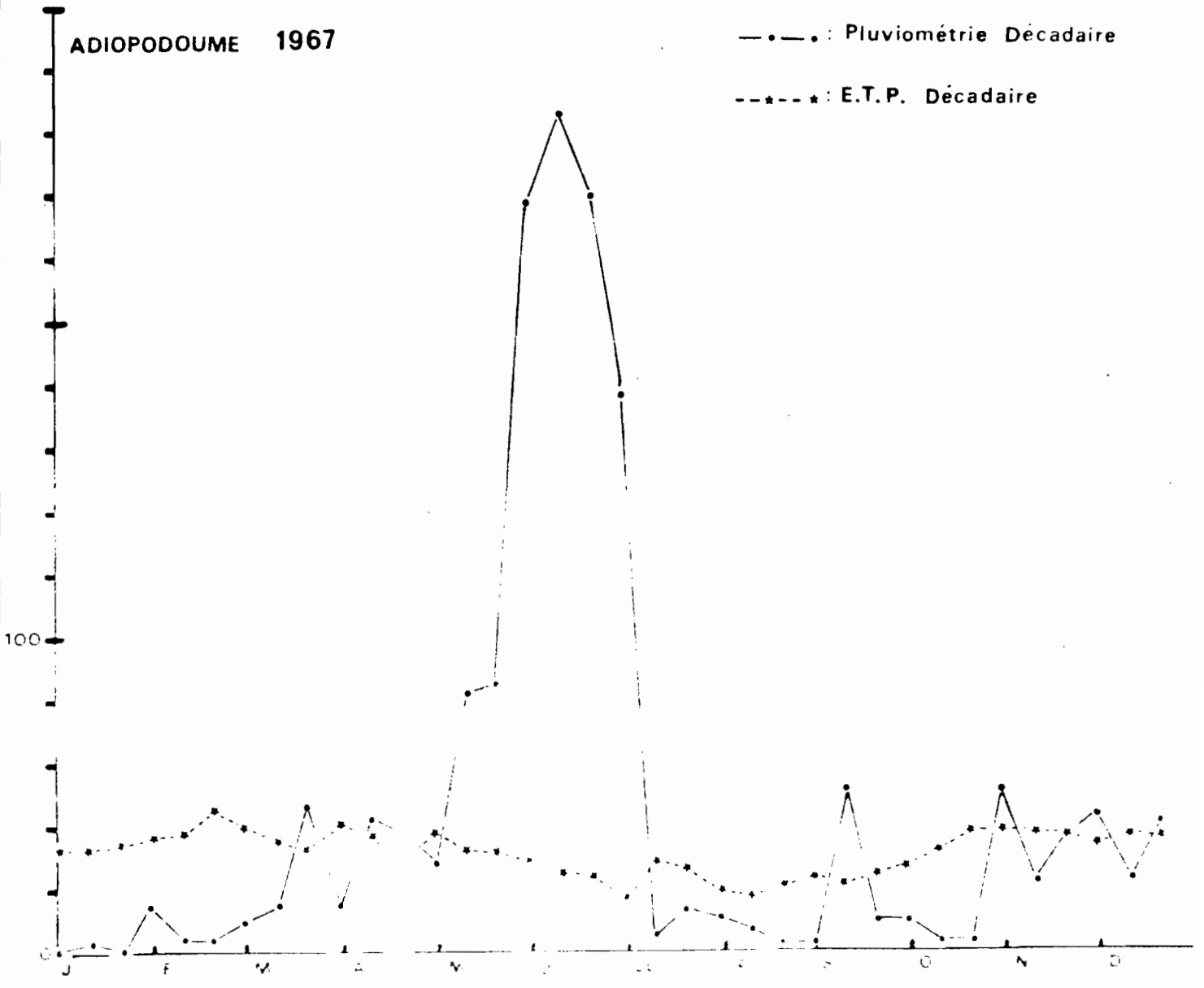
ADIOPODOUME 1966

—●—●: Pluviométrie Décadaire

-*-*-*: E.T.P. Décadaire



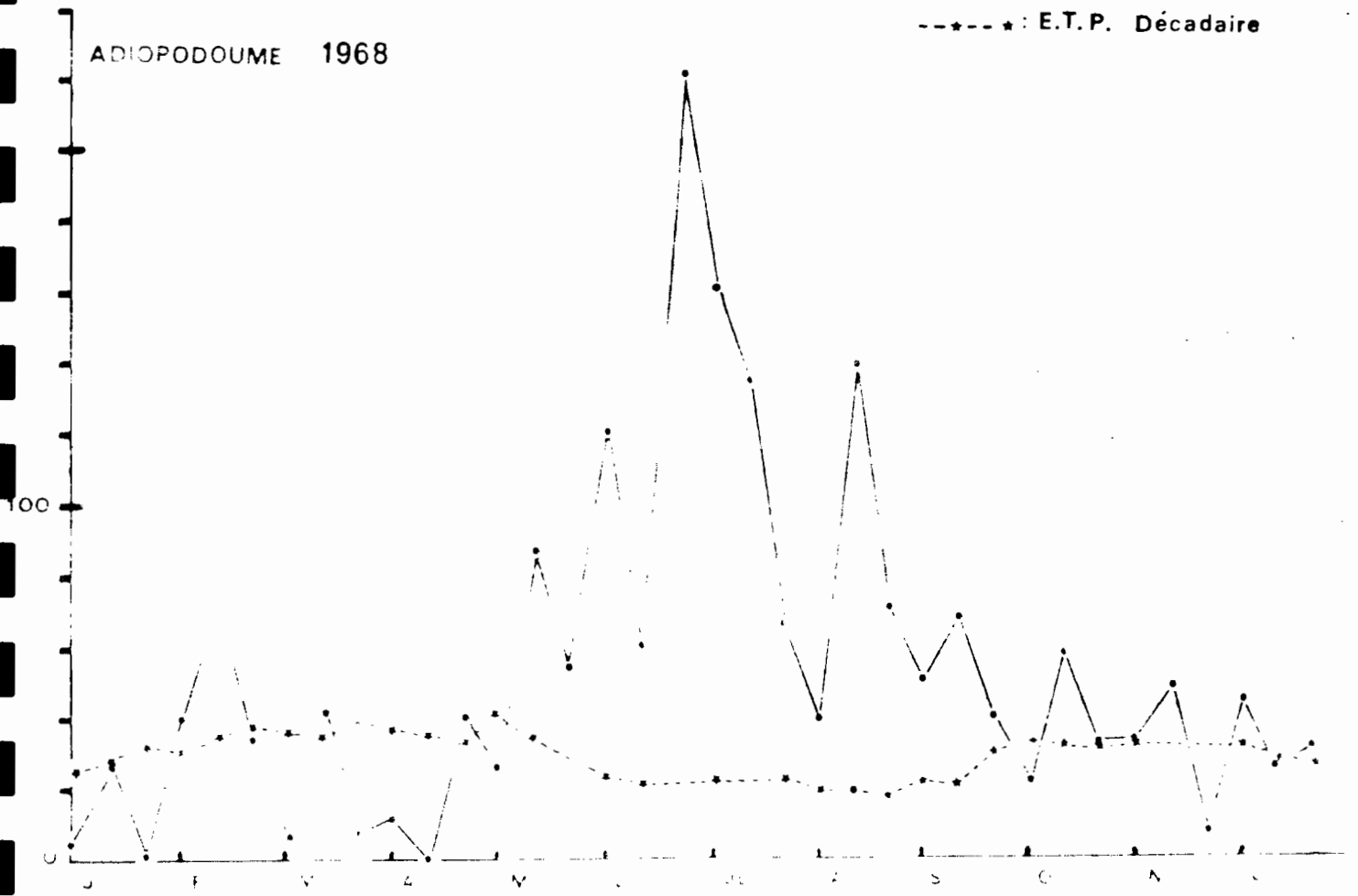
ADIOPODOUME 1967



ADIOPODOUME 1968

—•—•—•—•— : Pluviométrie Décadaire

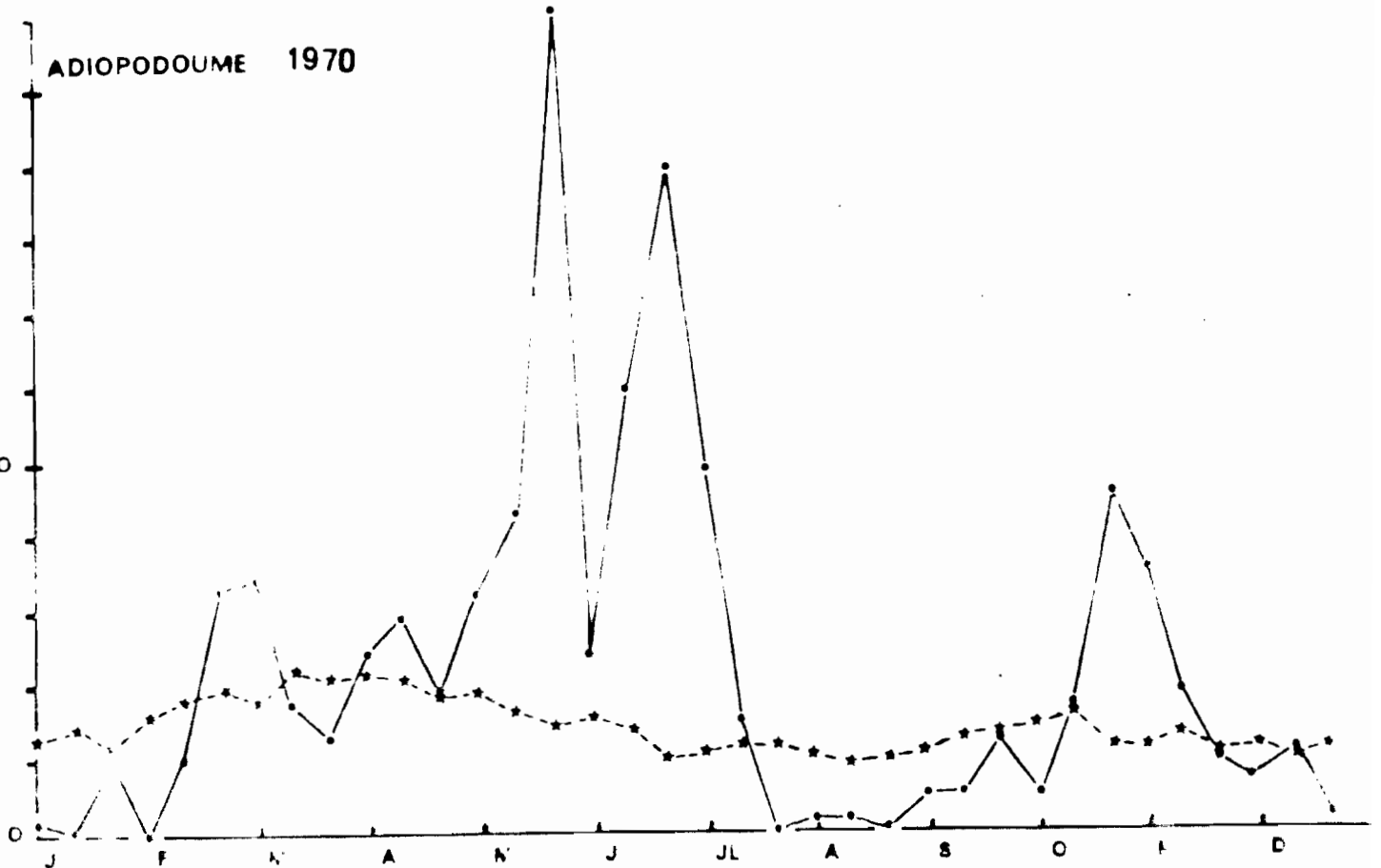
- - - + - - - + - - - + - - - + : E.T.P. Décadaire



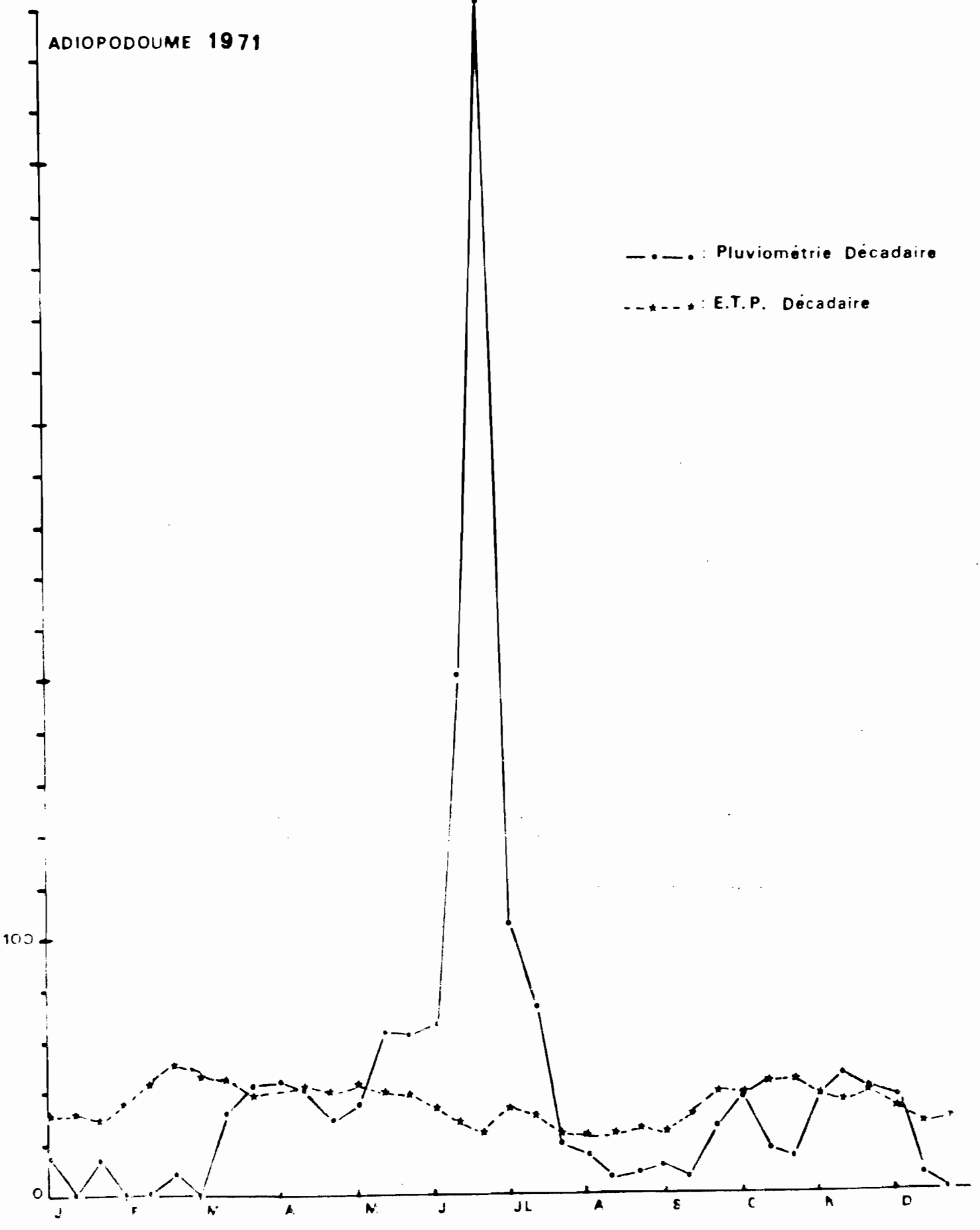
ADIOPODOUME 1970

—•—•— : Pluviométrie Décadaire

- - - * - - - : E.T.P. Décadaire



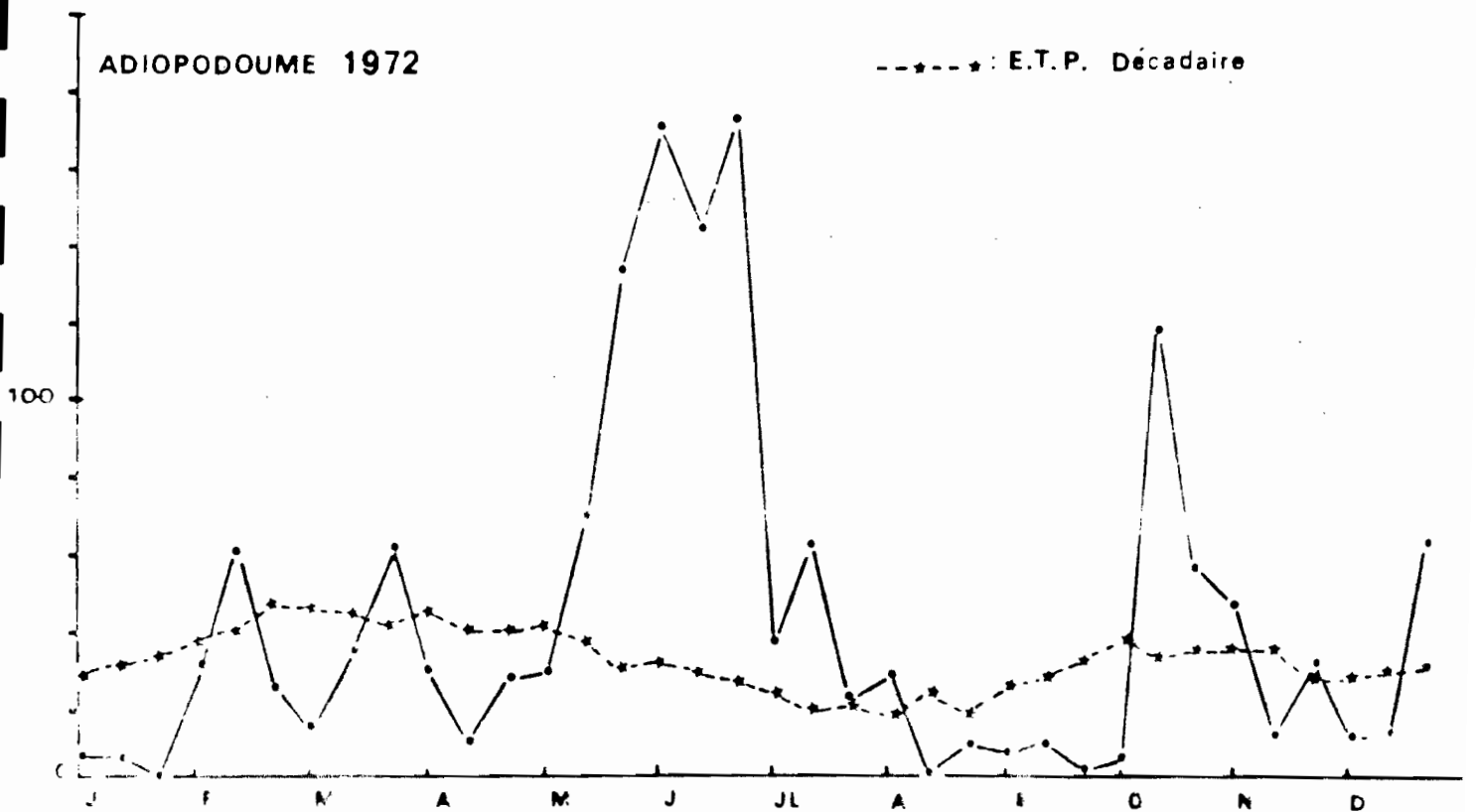
ADIOPODOUME 1971



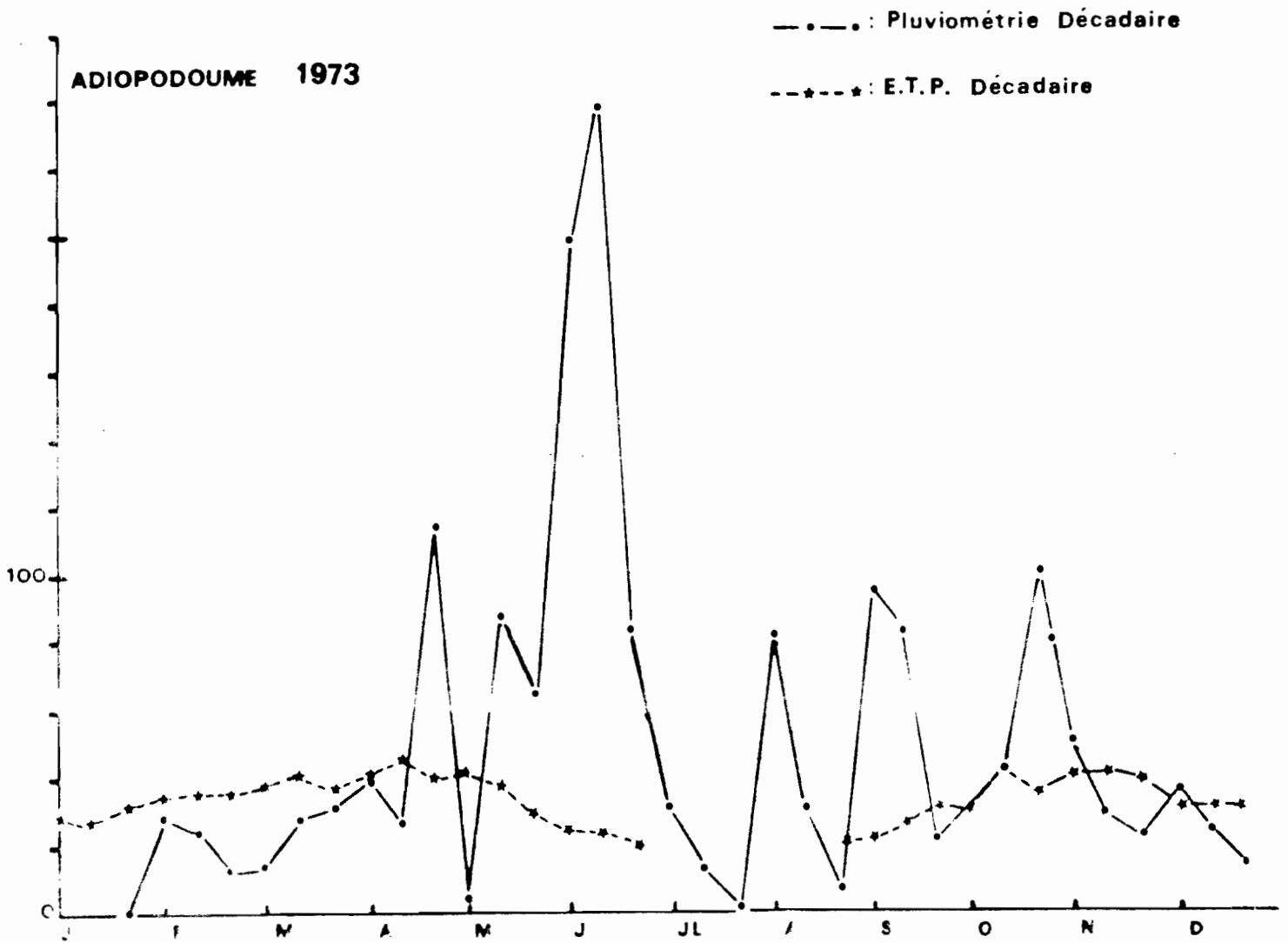
ADIOPODOUME 1972

—•—•— : Pluviométrie Décadaire

- - - * - - - : E.T.P. Décadaire



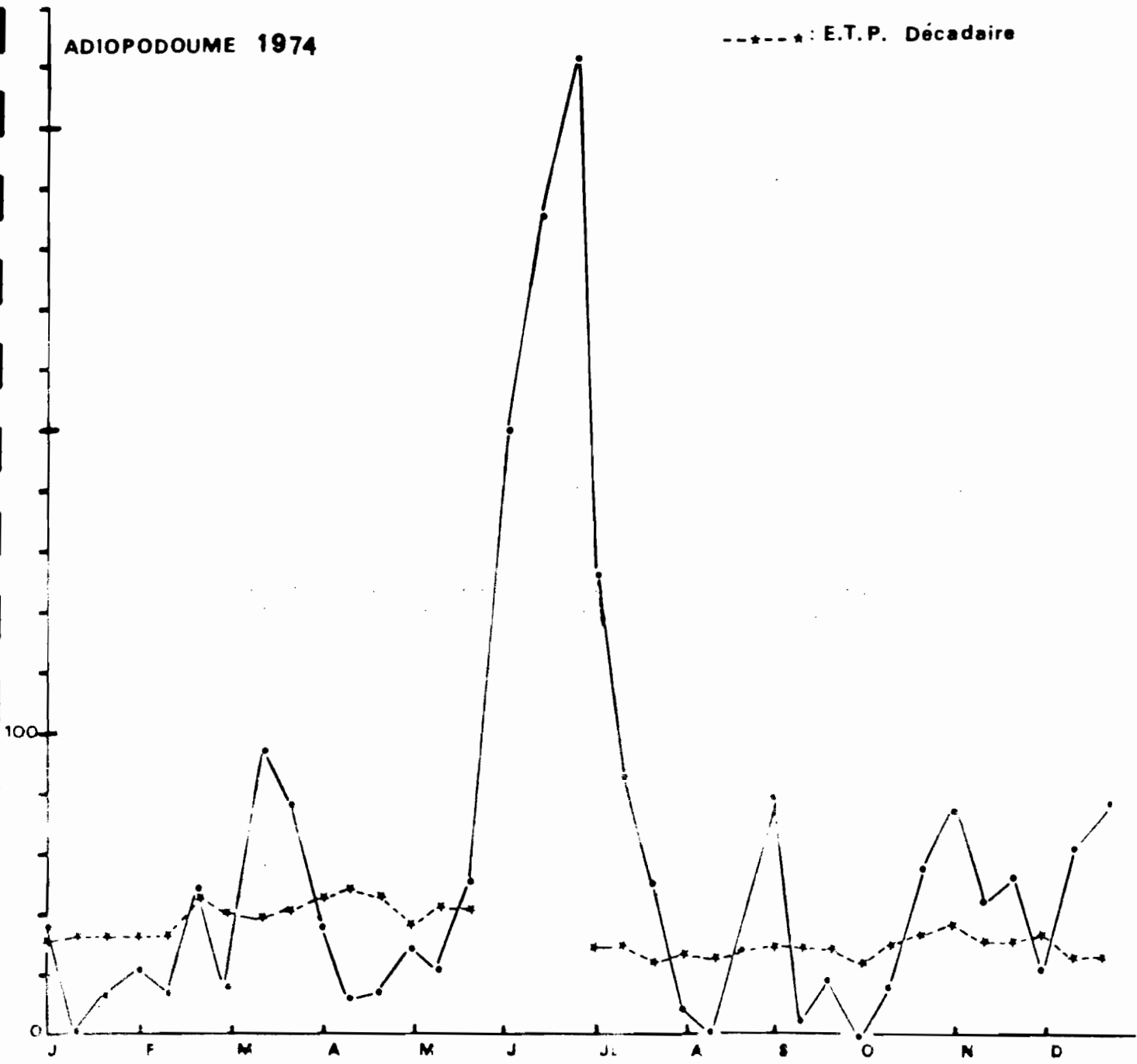
ADIOPODOUME 1973



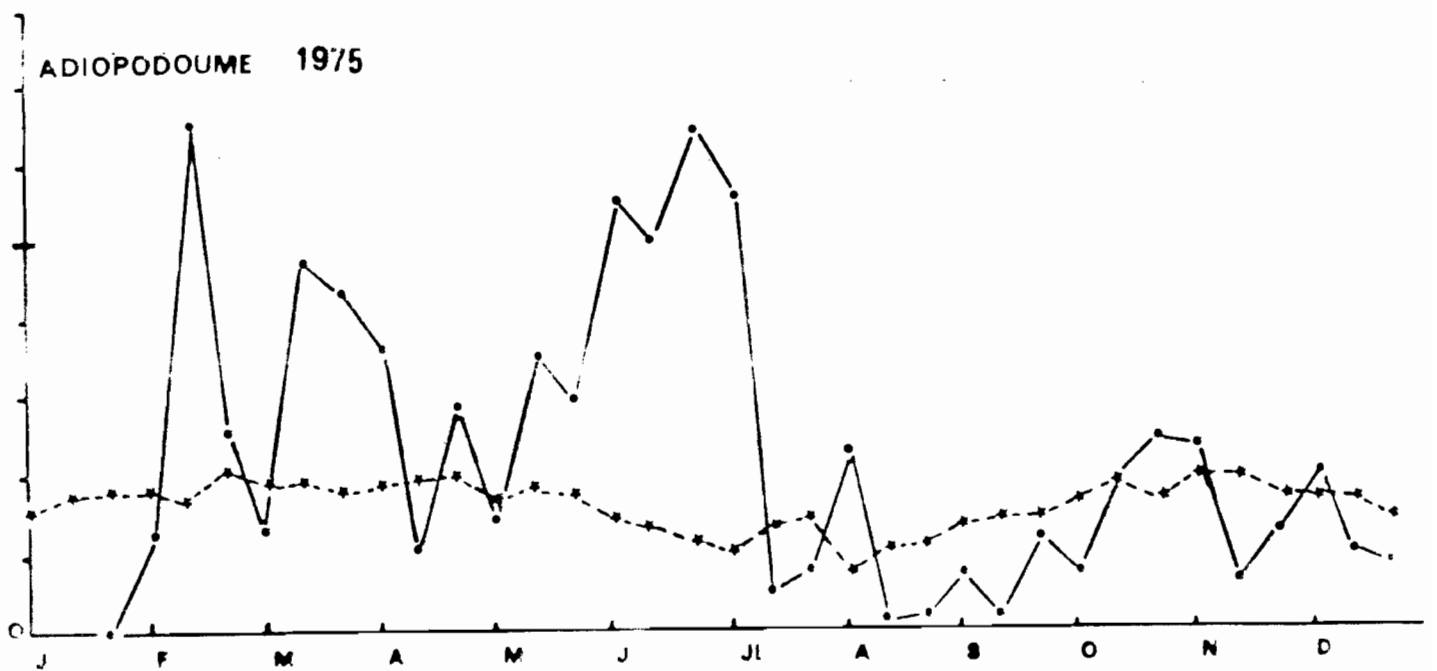
ADIOPODOUME 1974

-.-.-. Pluviométrie Décadaire

-*-*- E.T.P. Décadaire

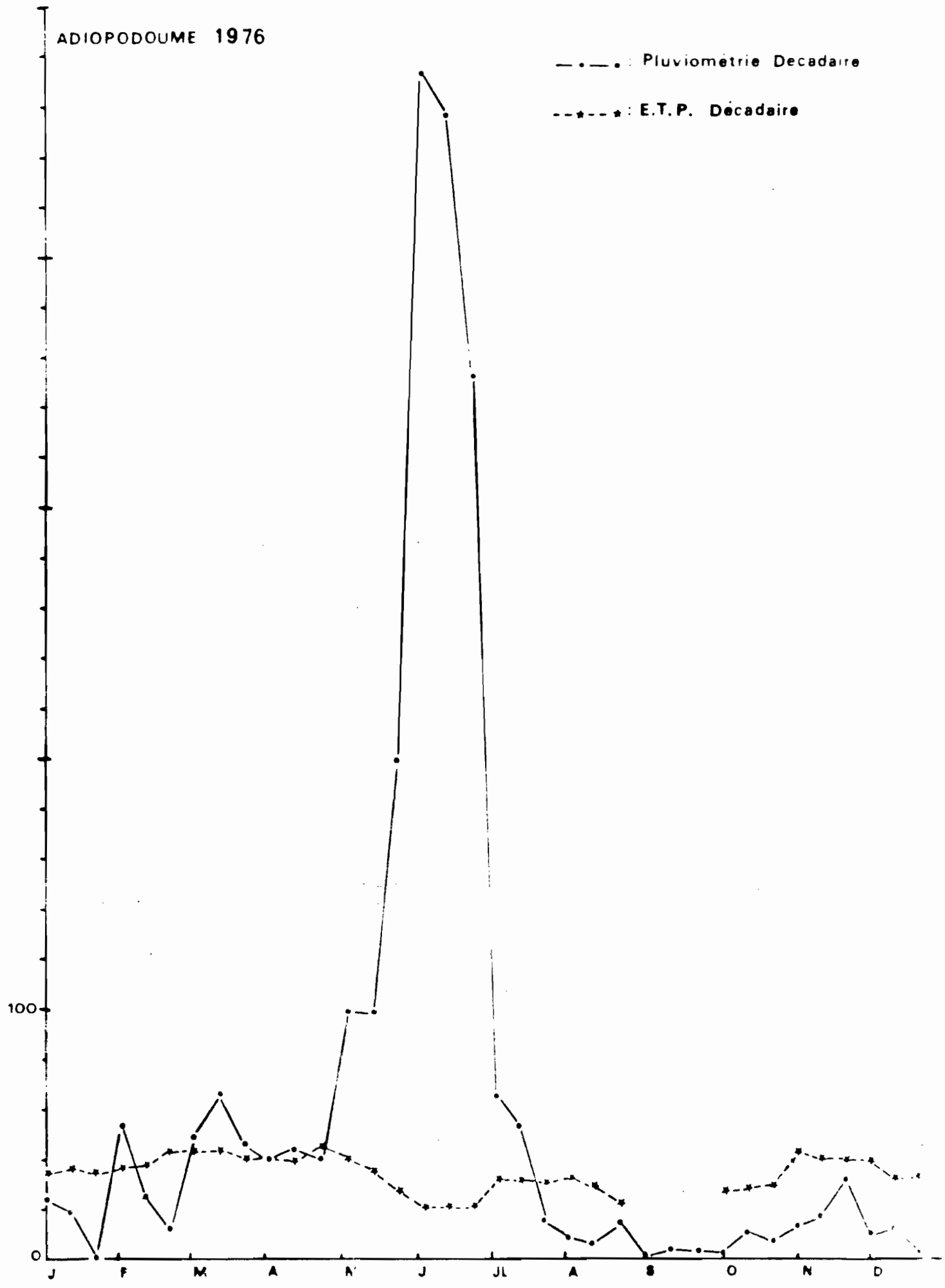


ADIOPODOUME 1975



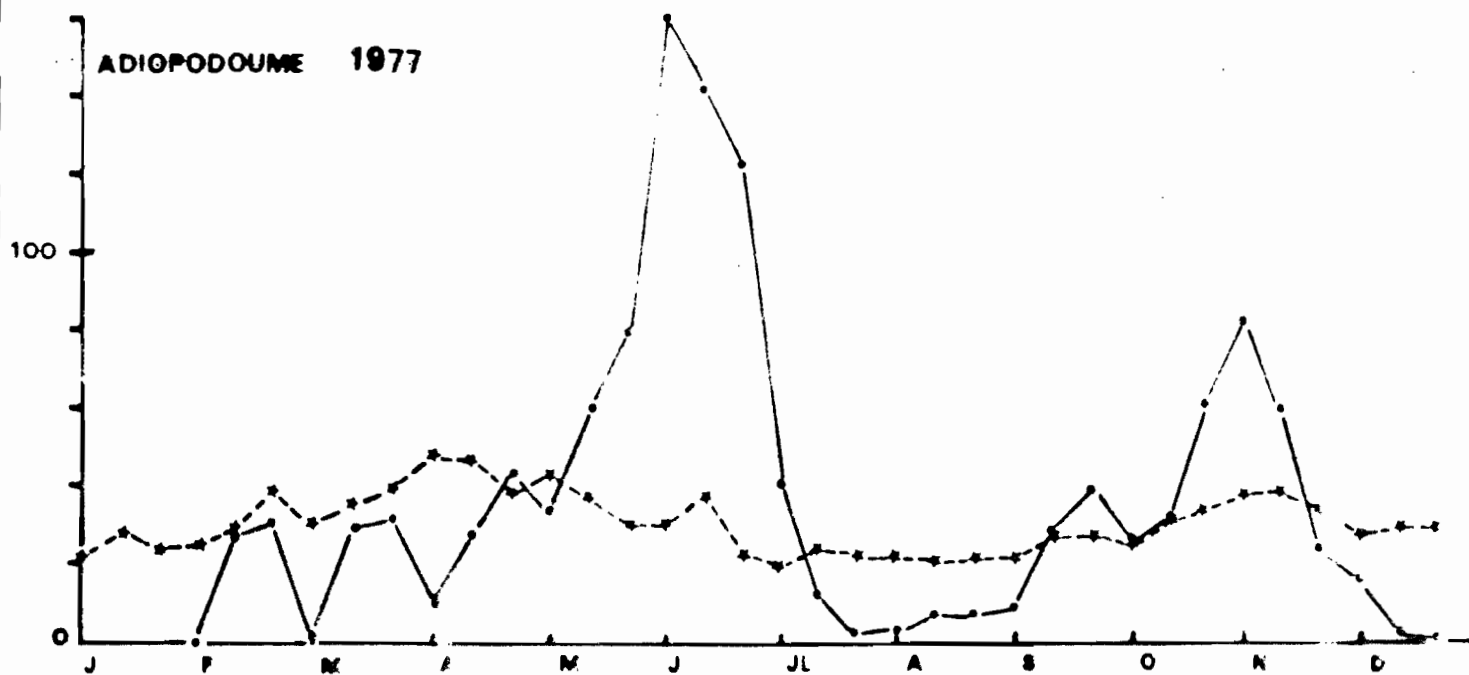
ADIOPODOUME 1976

—●— : Pluviométrie Décadaire
- - * - - : E.T.P. Décadaire



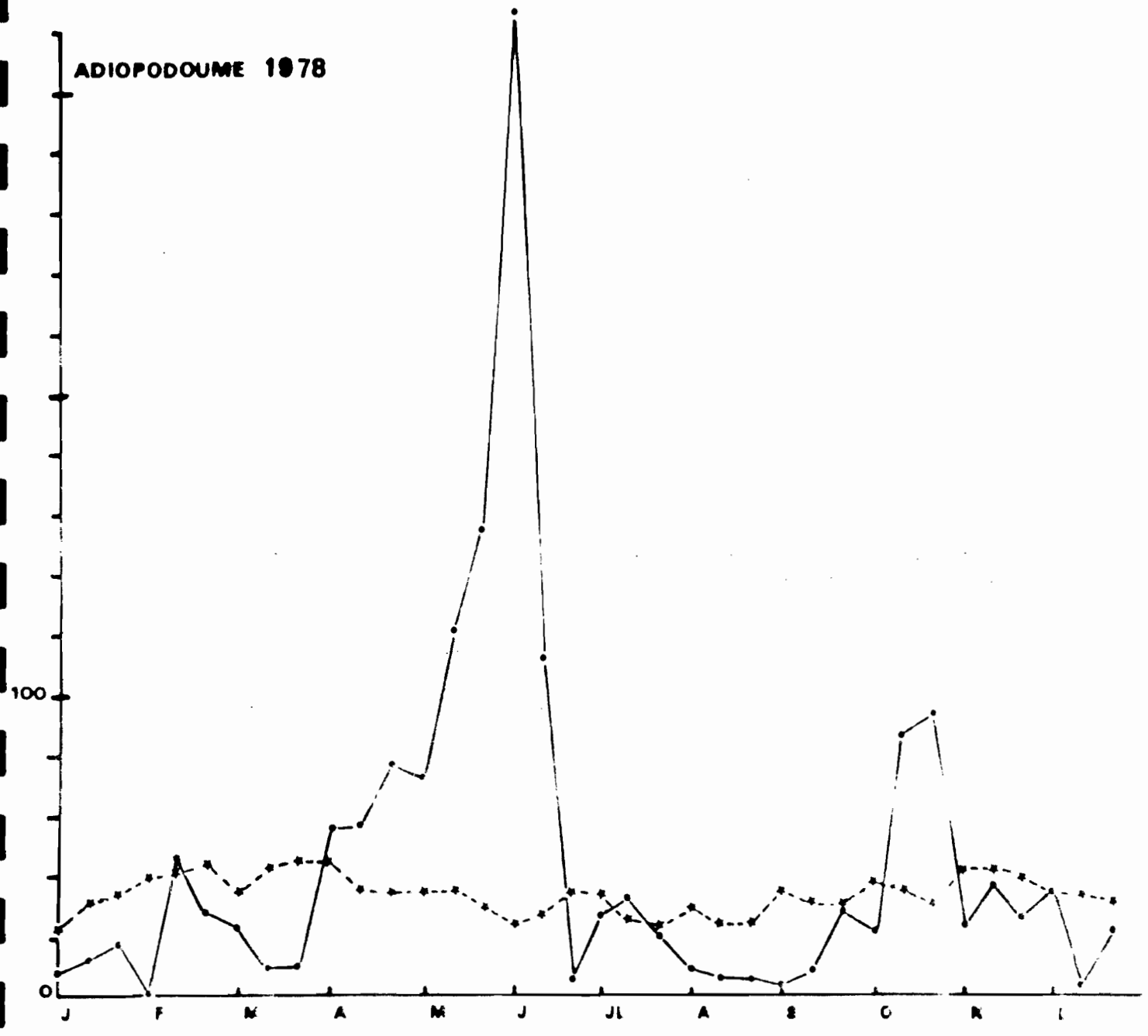
—•—•— : Pluviométrie Décadaire

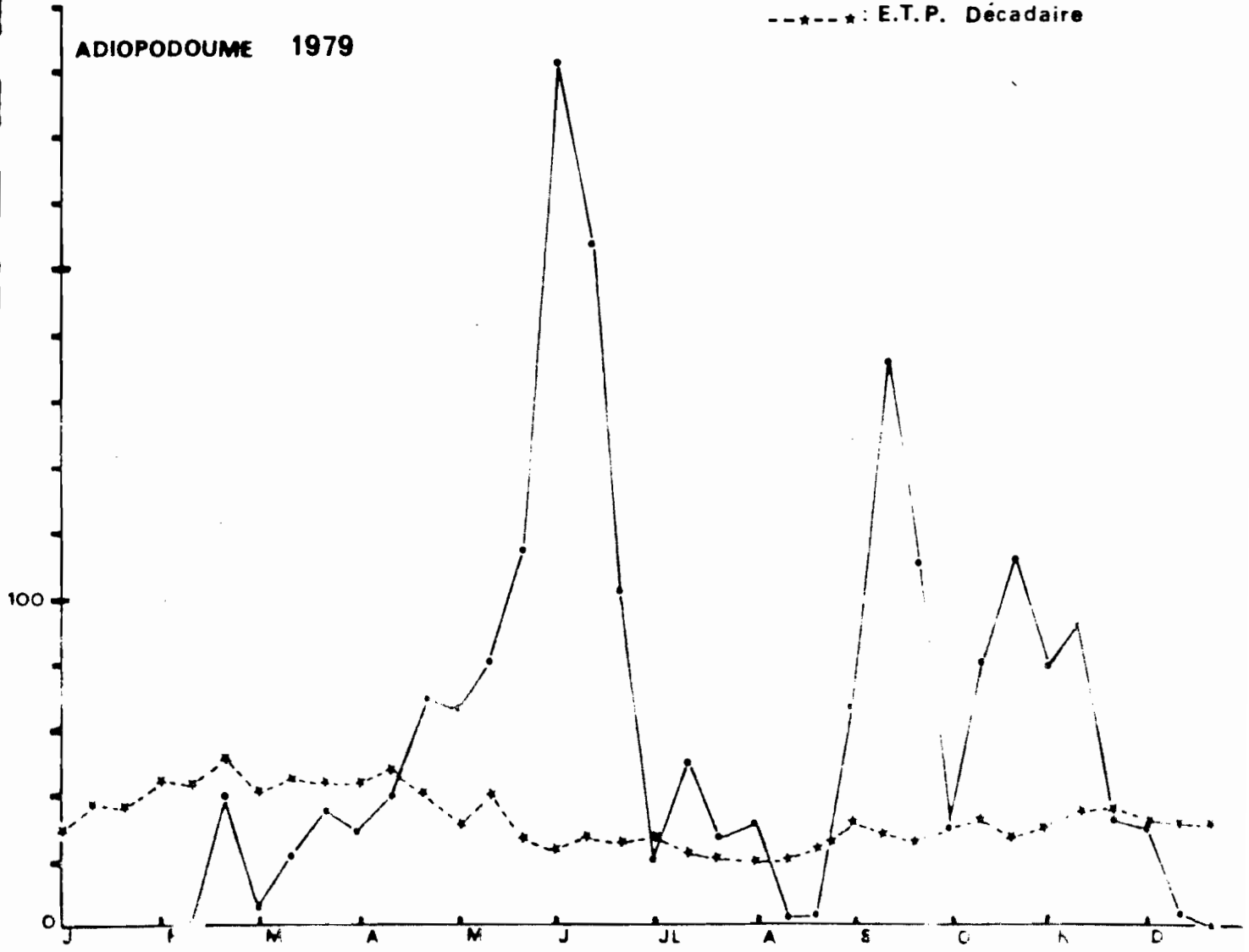
---*---*--- : E.T.P. Décadaire



ADIOPODOUME 1978

—●—●— Pluviométrie Décadaire
- - - * - - - E.T.P. Décadaire

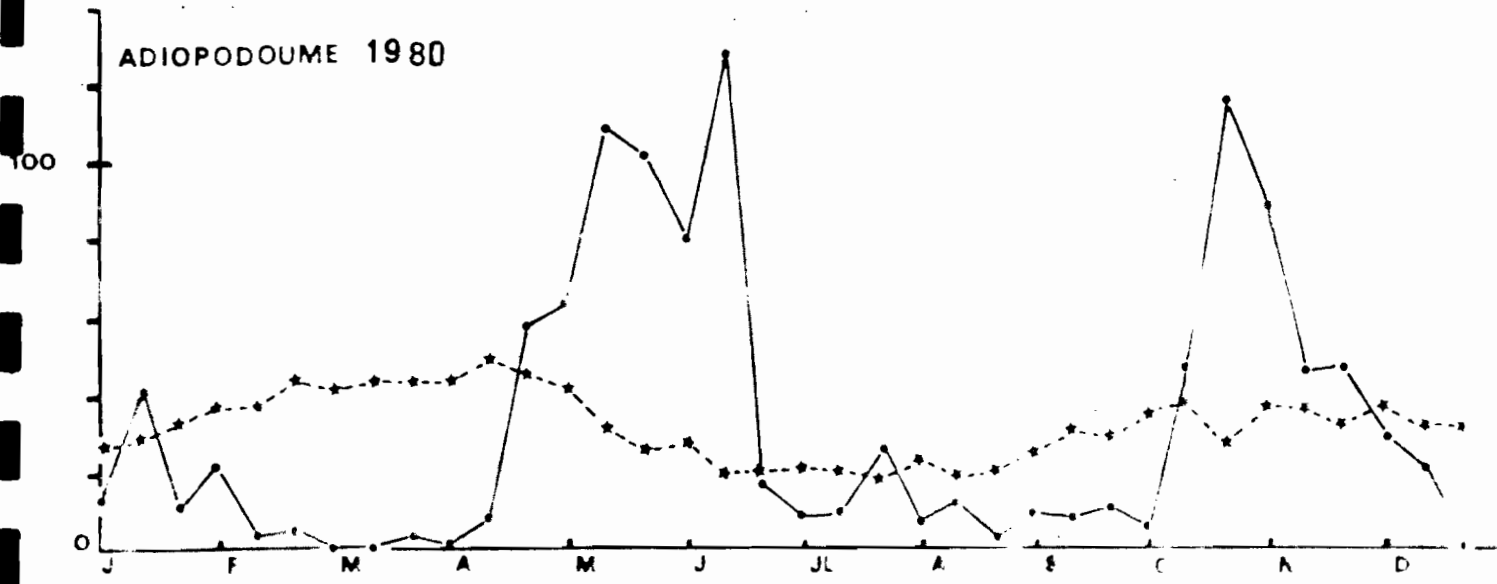




— · — · : Pluviométrie Décadaire

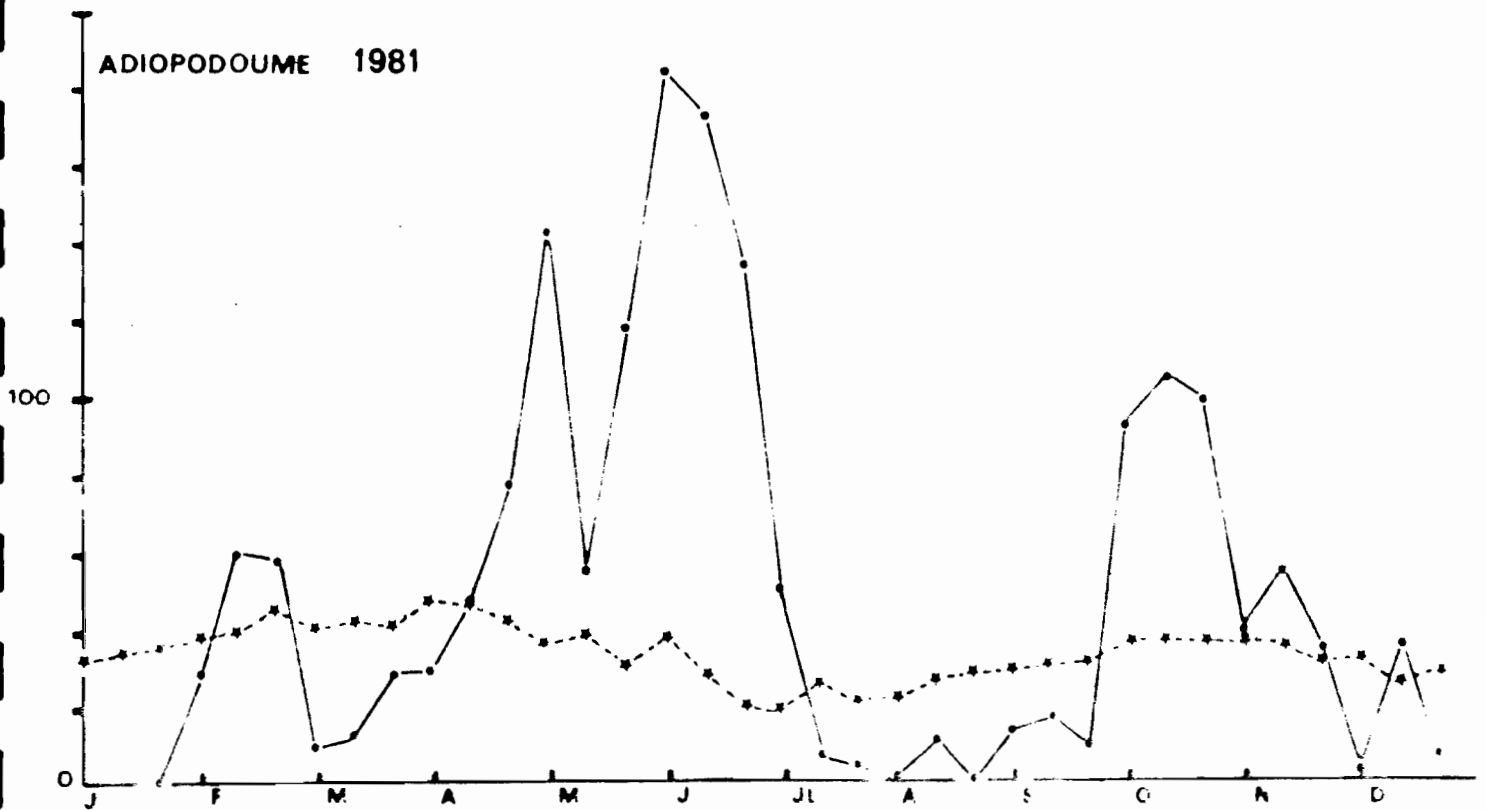
---*---* : E.T.P. Décadaire

ADIOPODOUME 1980



—•—•— : Pluviométrie Décadaire

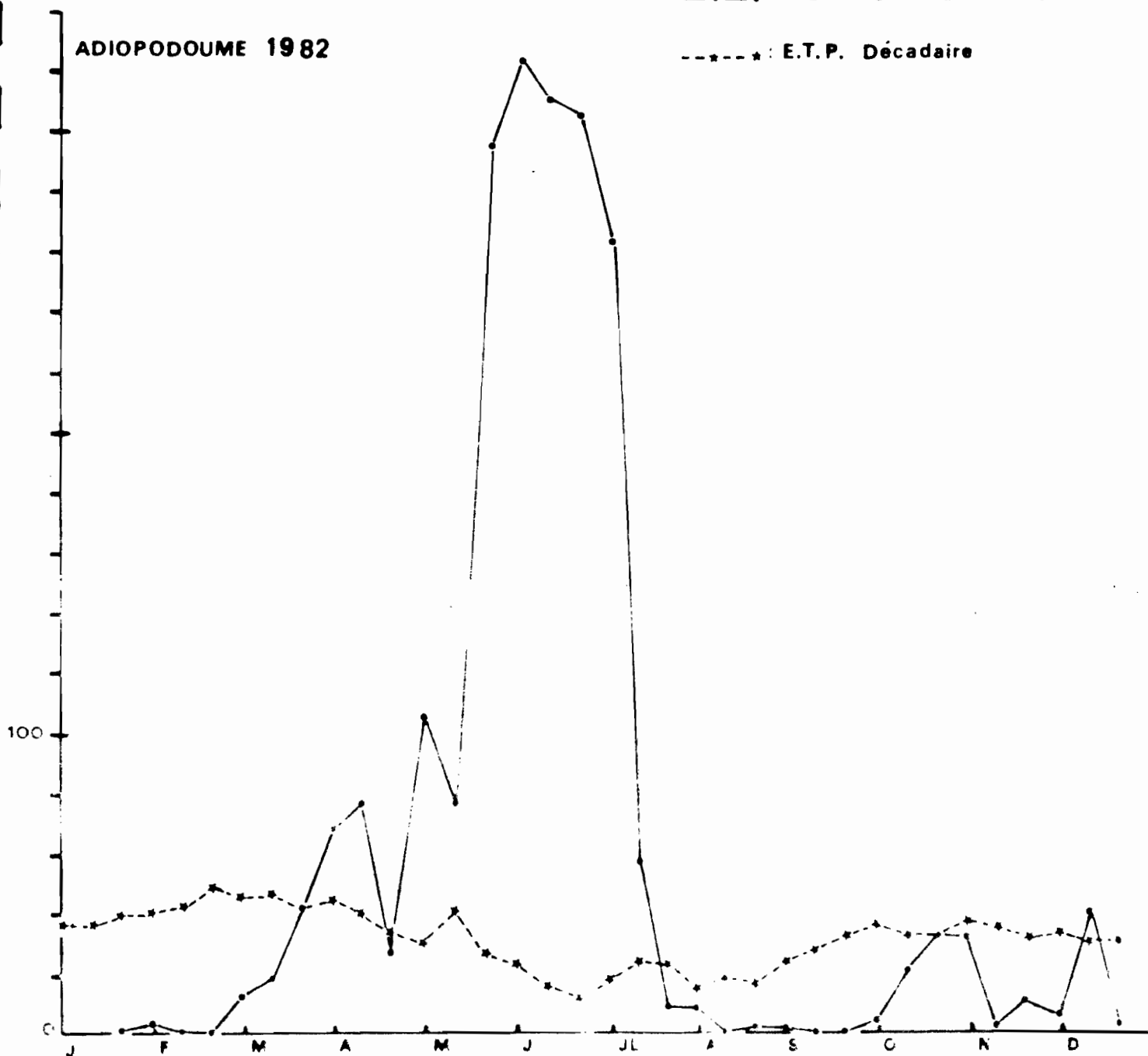
---*---*--- : E.T.P. Décadaire



ADIOPODOUME 1982

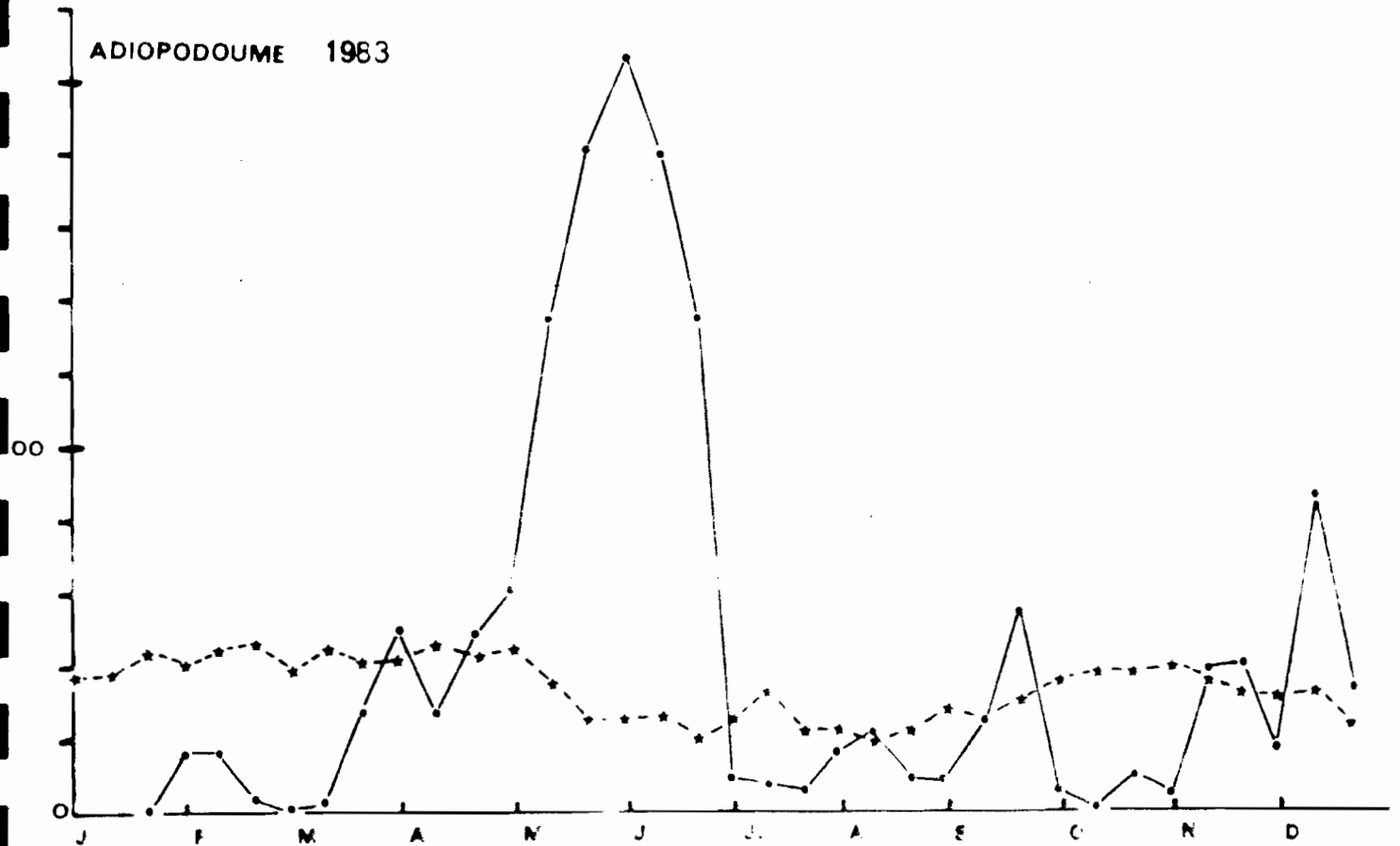
—•—•—•— Pluviométrie Décadaire

- - - * - - - E.T.P. Décadaire



ADIPODOUME 1983

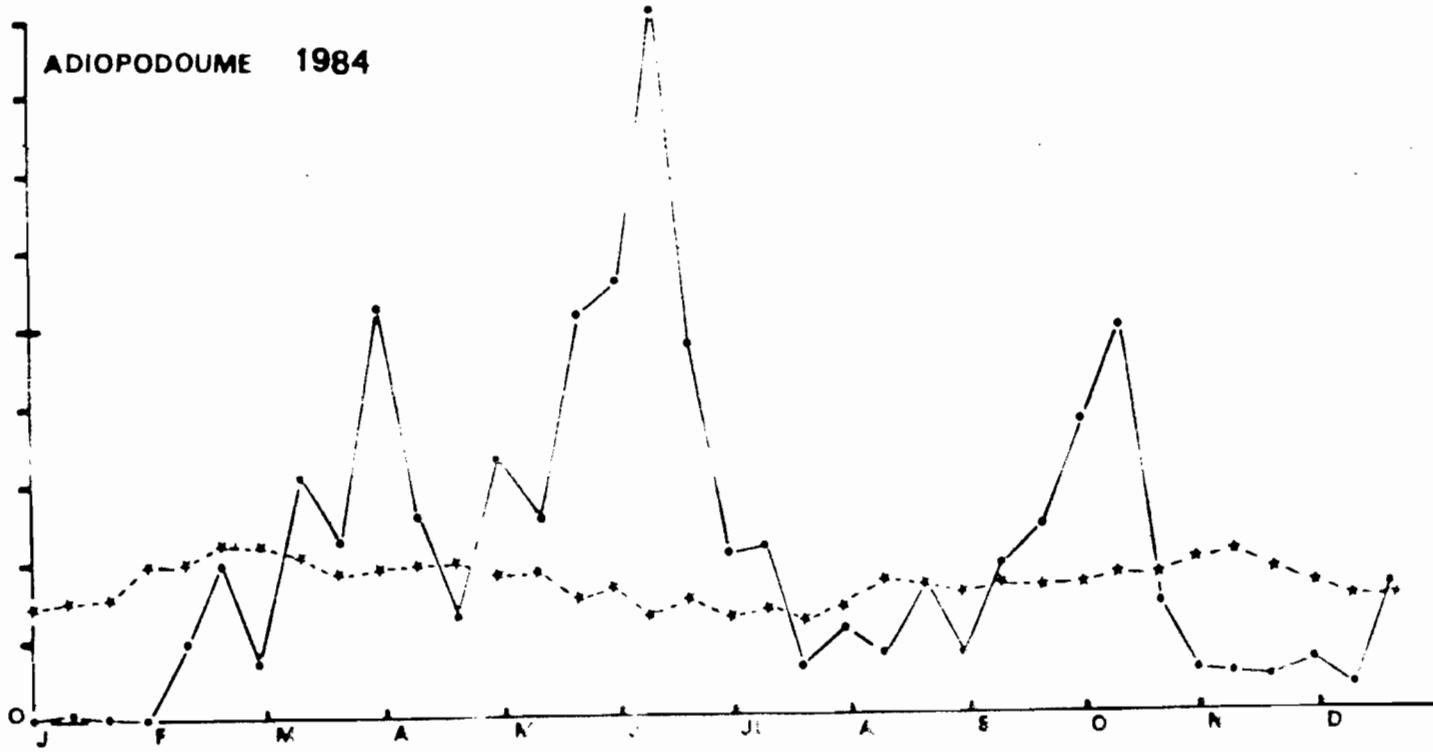
—•—•—•— : Pluviométrie Décadaire
- - - * - - - : E.T.P. Décadaire



ADIOPODOUME 1984

—•—•— : Pluviométrie Décadaire

---*---*--- : E.T.P. Décadaire



ADIOPODOUME 1985

