REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU ET EN SOL

DIVISION DES SOLS

1981

RECHERCHES EN MILIEU MEDITERRANEEN HUMIDE

ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE L'EAU SUR PARCELLES DU BASSIN VERSANT DE L'OUED SIDI BEN NACEUR

NORD TUNISIE

Par : M. DELHUMEAU, Pédologue O.R.S.T.O.M. (Juin 1981)

E·S 185

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L' AGRICULTURE

DIRECTION DES RESSOURCES
EN EAU ET EN SOL

Division des Sols

RECHERCHES EN MILIEU MÉDITERRANÉEN HUMIDE

ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE L'EAU SUR PARCELLES DU BASSIN VERSANT DE L'OUED SIDI BEN NACEUR

NORD TUNISIE

E-S 185

M. DELHUMEAU, Pédologue O.R.S.T.O.M.

Juin 1981

R E S U M E

Dans le cadre d'une étude pluridisciplinaire portant sur trois bassins versants représentatifs de différents climats de la Tunisie, situés dans le Sud, le Centre et le Nord du pays, il avait été décidé, en ce qui concerne le bassin du Nord représentatif de la région des Mogods, de suivre, pour ce qui est de la pédologie, le bilan de l'eau et des éléments sur quatre parcelles de cent mètres carrés.

Dans cette région la question qui se posait était de savoir quelle était l'influence de la végétation climax et de ses faciès de dégradation sur l'utilisation des pluies et par contrecoup sur les circulations de l'eau dans le sol.

A cet effet quatre parcelles de 20 m sur 5 dans le sens de la pente furent établies sur le type de sol le plus fréquent = sol brun hydromorphe à lessivage oblique offrant un fort contraste de texture entre les horizons A et les horizons B.

La végétation de ces parcelles était aussi représentative que possible des principales formations végétales de la région = maquis bien conservé pour les deux premières, maquis dégradé à la suite de charbonnages répétés pour la troisième et plantation d'eucalyptus d'une dizaine d'années pour la quatrième.

Les études préalables réalisées dans la région faisaient en effet penser que la dégradation progressive de la forêt climax par le charbonnage et le surpâturage était à l'origine d'une évolution néfaste des sols par suite d'une érosion de surface et d'un accroissement des conditions d'hydromorphie en profondeur.

La mesure systématique et continue de l'humidité du sol, des ruissellements de surface et des écoulements au sein du sol sous des couverts végétaux trés différents devait permettre de préciser l'influence de la végétation sur le bilan hydrique.

Les mesures ont été faites pendant cinq années hydrologiques de 1973-74 à 1977-78 à l'aide d'une sonde à neutrons à raison de trois sites par parcelle plus un tube témoin, les eaux de ruissellement et de drainage oblique étant recueillies dans une fosse équipée de récipients tarés, à l'aval des parcelles et mesurées journellement.

Des mesures hydrologiques étaient réalisées simultanément à l'échelle de l'ensemble du bassin versant de l'Oued Sidi Ben Naceur (15 Km^2) et de trois sous bassins. Une station météorologique complétait le dispositif.

A l'issue de cette étude le rôle de la végétation apparaît bien comme le facteur essentiel de la dynamique de l'eau dans les sols, et par contrecoup de la dynamique actuelle des sols des Mogods.

Une végétation importante et si possible à faible repos hivernal semble être le seul correctif possible aux effets pernicieux d'une pluviométrie importante mais mal répartie en cours d'année.

Une végétation bien développée, à plusieurs strates superposées telle que l'était la forêt climax protège bien le sol, étalant les intensités les plus fortes, évitant le tassement du sol, limite le ruissellement et facilite l'infiltration. Un système racinaire profond entraine une consommation de l'eau en profondeur, au sein des horizons argileux, limitant ainsi les périodes d'engorgement donc les manifestations d'hydromorphie et facilitant ainsi l'infiltration ultérieure des pluies.

A l'inverse un couvert végétal dégradé, parcouru par des troupeaux qui en plus du surpaturage tassent les horizons de surface, à système racinaire superficiel et à faible consommation d'eau favorise le ruissellement de surface et l'engorgement des horizons de profondeur d'où accentuation des contrastes au sein du sol et péjoration de l'ambiance physico-chimique rendant plus difficile le rétablissement d'une végétation forestière.

Cela se manifeste par un rapport quantitatif de un à cinq entre la parcelle sous eucalyptus et la parcelle sous maquis dégradé tant en ce qui concerne le ruissellement de surface que le drainage oblique.

Il faut noter que ce dernier est dans tous les cas environ trois fois plus important que les écoulements de surface.

L'utilisation de l'eau sous eucalyptus apparaît de loin comme la plus forte puisque le sol n'est saturé et ne donne lieu à des écoulements que seize jours par an en moyenne contre 24 sous maquis bien conservé et 38 sous maquis dégradé, chiffres qui ne sont que le reflet des situations extrêmes de saturation et ne reflètent qu'imparfaitement le dessèchement rapide en profondeur sous eucalyptus et très lent sous maquis dégradé mis en évidence par les mesures d'humidité in situ faites à la sonde à neutrons.

Sous eucalyptus, le "réservoir sol" est vide bien avant la fin de l'année hydrologique d'où une certaine difficulté d'alimentation en eau des arbres au cours de l'été mais une capacité bien plus grande en automne d'absorber et d'utiliser les premières pluies, capacité qui se renouvelle au cours de l'hiver et du printemps dès qu'une période de beau temps notable sépare deux épisodes pluvieux.

Par contre, sous maquis dégradé, les sols sont encore très humides en profondeur en fin d'été d'où l'impossibilité d'absorber toutes les pluies d'automne et à fortiori d'hiver et de printemps sous ce type de végétation dont la consommation d'eau est restreinte et limitée aux horizons superficiels.
On assiste alors au maintien de conditions d'hydromorphie pendant de longues périodes en profondeur et à des écoulements importants conduisant à un appauvrissement dangereux des sols en colloïdes et en éléments chimiques.

Un aménagement raisonné de la région des Mogods parait donc devoir passer par une reconstitution du couvert végétal laissant une large place aux espèces de la forêt climax qui associées à des reboisements de bois d'oeuvre et à des plantations fourragères à activité hivernale, sur les pentes inférieures à 15 %, devrait permettre une utilisation optimale des importantes ressources en eau de la région.

S O M M A I R E

	pp.
Introduction	2
Dispositif expérimental	6
Etude des sols	14
Climat et pluviométrie	22
Drainage oblique et ruissellement	28
Mesures d'humidité du sol	43
Evolution des stocks d'eau dans les différentes parcelles	50
Conclusion	74
Bibliographie	78
Annexe	81

I N T R O D U C T I O N

Dans le cadre d'une étude pluridisciplinaire concernant un bassin du nord de la Tunisie, choisi dans la région naturelle des Mogods, il avait été décidé en ce qui concerne la pédologie de suivre le bilan de l'eau et des éléments au sein d'un même type de sol sur quatre parcelles de cent mètres carrés.

Ces parcelles furent choisies aussi proches que possible les unes des autres en ce qui concerne la nature du sol et la pente, le facteur discriminant devant être la végétation vis à vis de la dynamique de l'eau dans les sols. On soupçonnait en effet la dégradation progressive du couvert végétal de la région des Mogods par le charbonnage et le surpâturage d'être la cause principale de l'érosion des sols et de l'augmentation du ruissellement par tassement des horizons de surface et diminution des stocks de matière organique.

De même une moins bonne utilisation de l'eau du sol par suite d'une diminution du nombre de racines en profondeur et l'érosion des horizons de surface pouvait être aussi à l'origine de la généralisation des caractères d'hydromorphie des sols constatée dans la région.

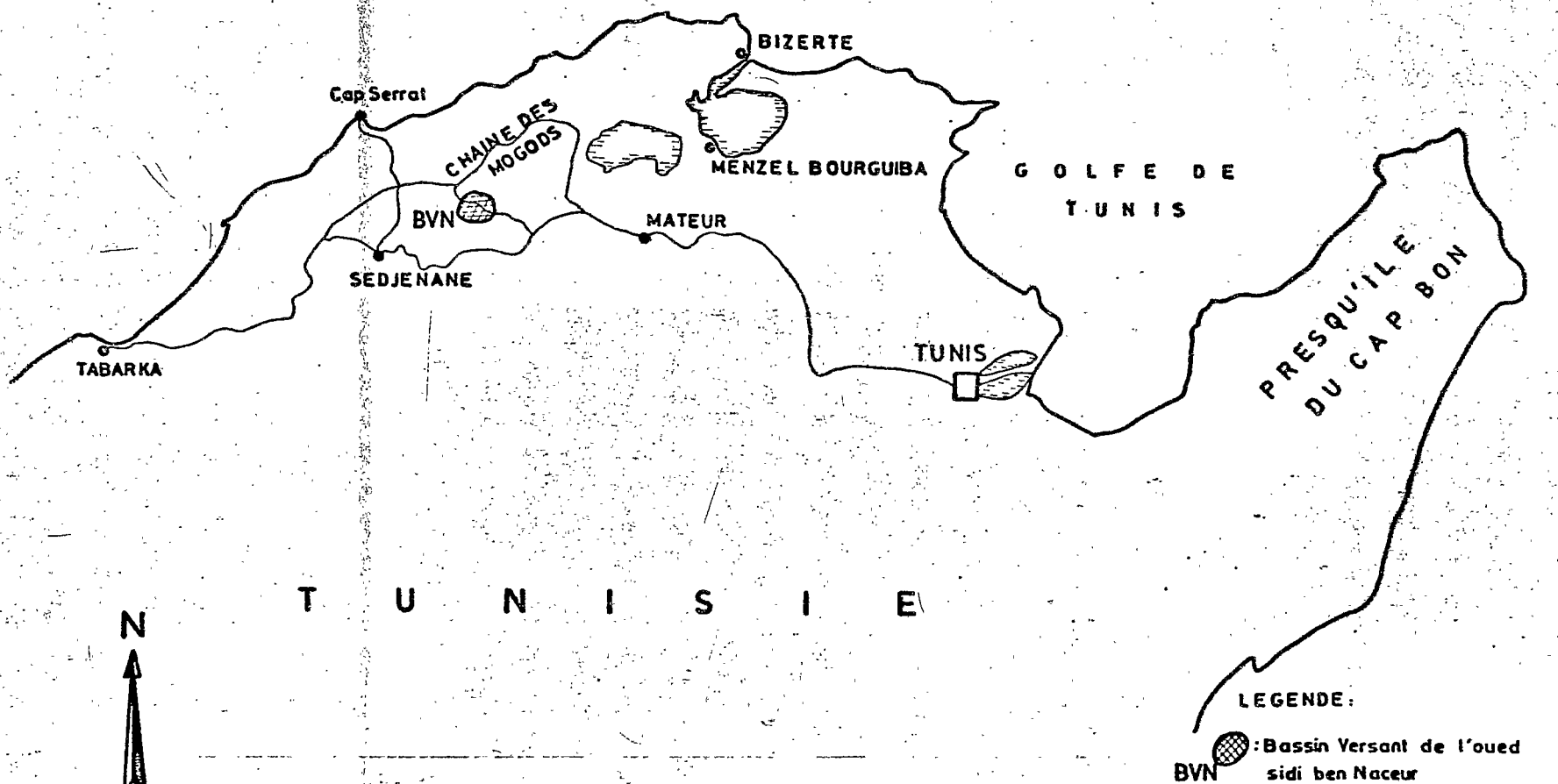
Trois types de couverts végétaux furent choisis : maquis bien conservé, maquis dégradé et plantation d'eucalyptus.

Les études hydrologiques faites simultanément concernaient la mesure de la pluviométrie et des écoulements à des échelles plus larges : sous bassin de 1 à 3,5 km2 et bassin versant complet de 15 km2.

En outre, une étude générale du milieu fut entreprise et les cartes de bases établies : pédologie, géologie et associations végétales.

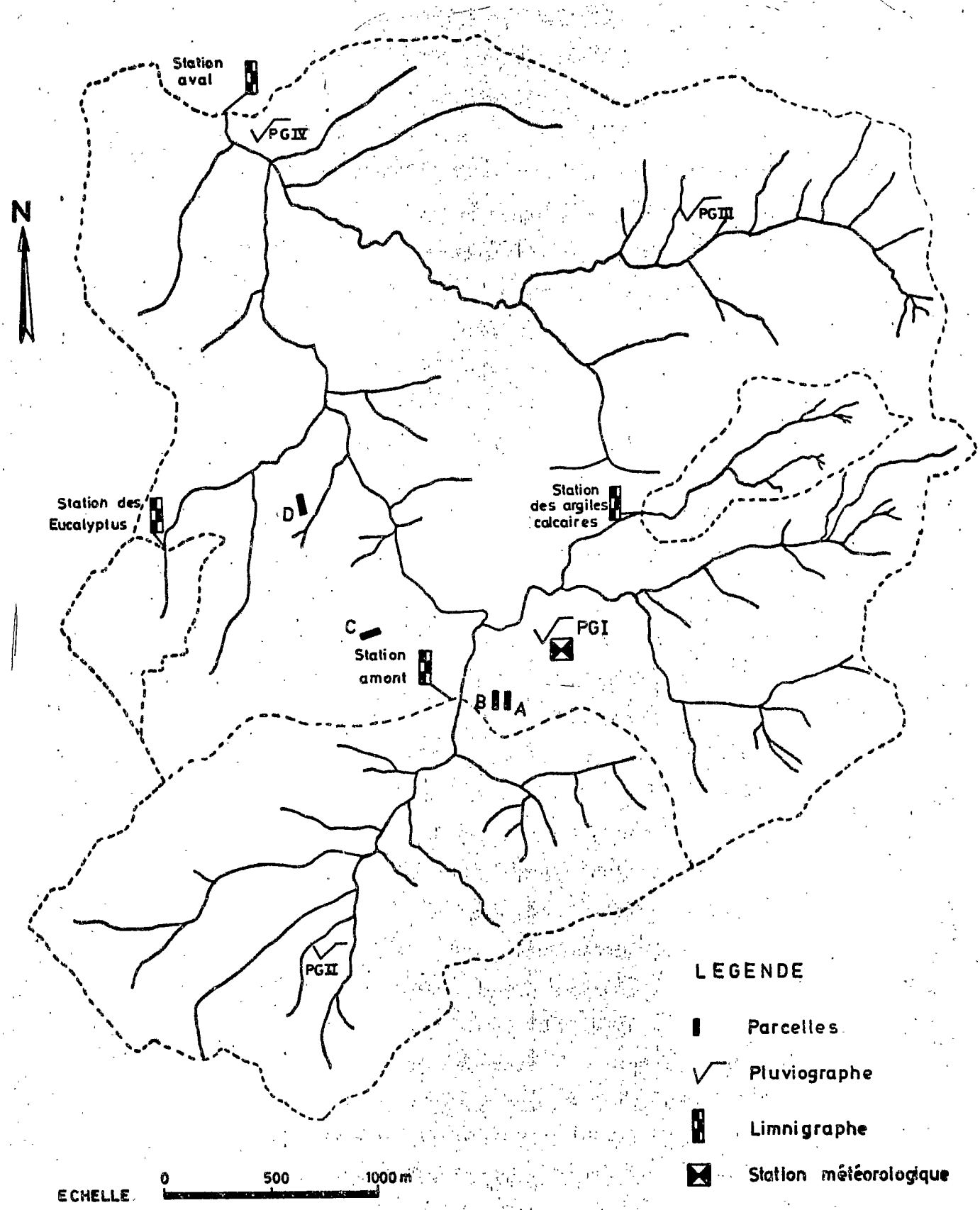
En ce qui concerne les parcelles, les mesures ont commencé en septembre 1973 pour se terminer en août 1978, les mesures pluviométriques et hydrométriques ont été prolongées d'un an avec un dispositif allégé pour le cas où un phénomène exceptionnel surviendrait.

CARTE DE SITUATION REGIONALE



BASSIN VERSANT DE L'OUED SIDI BEN NACEUR

Carte d'équipement



DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Quatre parcelles de 20 x 5 mètres ont été choisies sur des sols bruns lessivés hydromorphes sur colluvions argilo-gréseuses reposant sur des argiles acides plus ou moins colluvionnées recouvrant les bancs argileux du flysch numidien (cf. carte d'équipement).

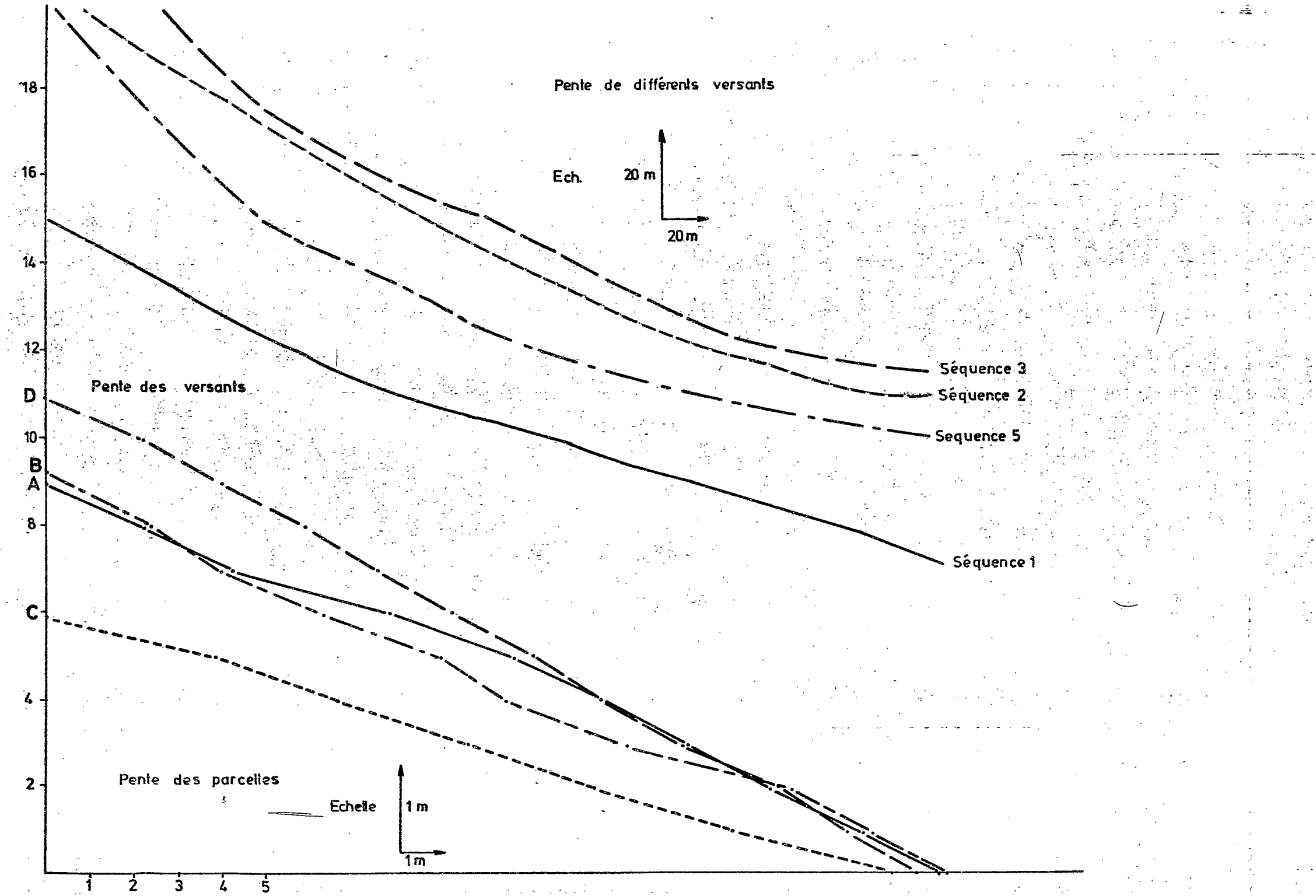
Les pentes, choisies les plus proches possibles les unes des autres, allaient de 15 à 22 % ce qui est bien représentatif des pentes des versants colluvionnés du bassin (cf. plan des parcelles et coupe d'un versant).

Théoriquement la végétation était la seule variable significative du dispositif.

Deux parcelles cote à cote et parallèles étaient couvertes d'un maquis bien conservé : formation dense de deux mètres cinquante de haut, très fermée, à base de phyllerea et de myrte, comprenant même encore des espèces de la forêt climax : chêne liège et arbousier (haut de la parcelle A).

Une de ces deux parcelles (B) devait être déboisée en cours d'expérience selon les méthodes des charbonniers locaux, pour mettre en évidence l'impact de leur action sur le milieu vis à vis de l'érosion, du ruissellement et du bilan hydrique; ce qui fut fait au printemps 1975.

Une autre parcelle (C), sur un autre versant soumis depuis longtemps à une forte pression humaine, ne portait plus qu'un maquis dégradé : formation arbustive de 50 à 100 cm de haut ne couvrant que 50 à 70 % de la surface, à base d'espèces héliophiles : bruyère (erica scoparia) cyste de Montpellier, calycotome, formant des touffes isolées par des sentiers tassés par le passage des bêtes du fait du surpâturage.


Pente de différents versants
Ech.
20 m
20 m
Séquence 3
Séquence 2
Sequence 5
Séquence 1
Pente des versants
Pente des parcelles
Echelle
1 m
1 m
18
16
14
12
10
8
4
2
D
B
A
C
1
2
3
4
5

La dernière parcelle (D) était située dans un reboisement d'eucalyptus mis en place en 1962 après une coupe complète de la végétation naturelle, scarification du sol selon les courbes de niveau et construction de banquettes anti-érosives tous les 50 m. environ.

Ces parcelles ont été conçues comme des modèles fonctionnant in-situ dans le milieu tout en n'étant pas soumises aux effets cumulatifs de ruissellement et de drainage que l'on rencontre normalement sur un versant grâce à des tôles en fibrociment enfoncées verticalement dans le sol à 1,80 m. de profondeur en amont et 0,80 cm. latéralement. On a ainsi individualisé une sorte de monolithe alimenté uniquement par les eaux de pluies tombant à sa surface.

Une fosse avait été creusée à l'aval de chaque parcelle permettant de recueillir dans des fûts de 200l. les eaux de ruissellement récupérées par une tôle et une gouttière de cinq mètres limitant le côté aval de la parcelle.

Cette face aval était équipée sur une longueur de trois mètres de deux gouttières enfoncées dans le sol à la limite de l'horizon A et de de l'horizon B d'une part et entre l'horizon Bg et l'horizon BG d'autre part.

Ces gouttières aboutissaient à des jerrycans jaugés de 20 litres qui recueillaient les écoulements provenant du drainage oblique qui se manifestait chaque fois que le sol atteignait en totalité ou localement seulement l'état de saturation permettant un écoulement gravitaire de la solution du sol.

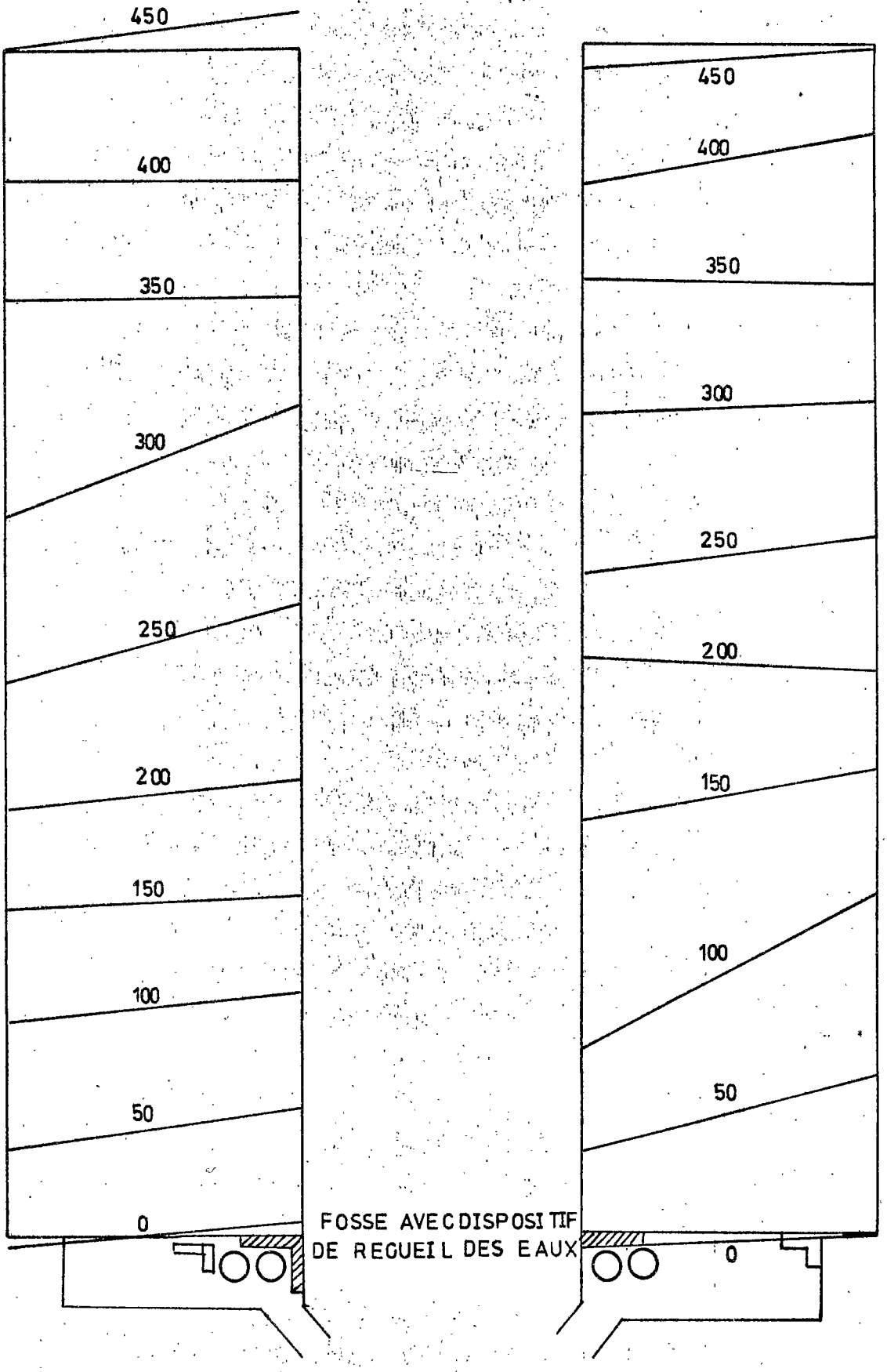
L'ensemble de la fosse était coffré pour éviter tout risque d'écoulement et elle était recouverte de tôles pour évacuer les eaux de pluies reçues directement.

PARCELLE _A_

PENTE MOYENNE 25%

PARCELLE _B_

PENTE MOYENNE 25%



PLAN COTÈ DES PARCELLES ERLO

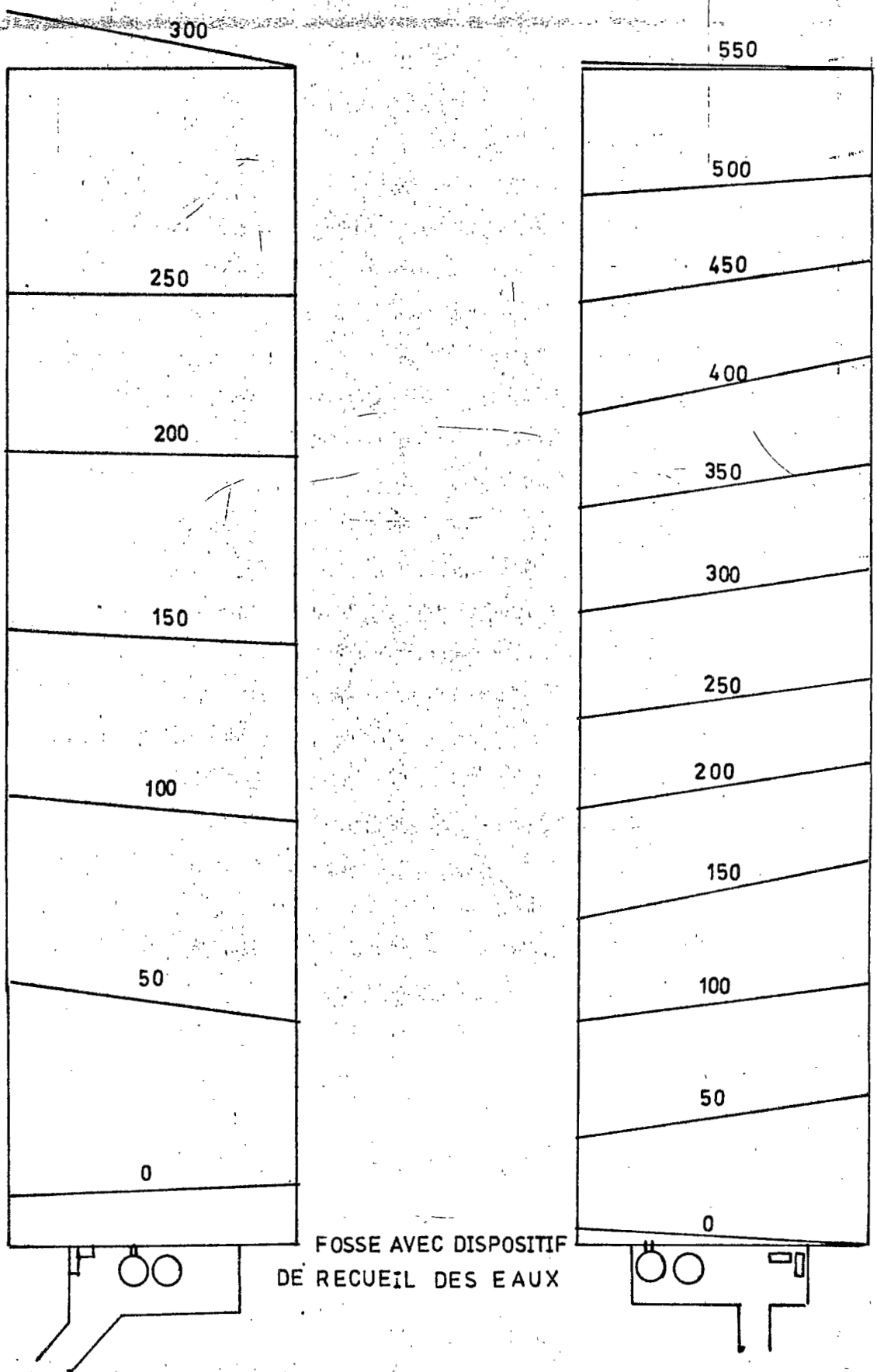
(ALTITUDE PAR RAPPORT A LA GOUTTIERE EN CM)

PARCELLE _ C _

PENTE MOYENNE 15,6%

PARCELLE _ D _

PENTE MOYENNE 27,5%



PLAN COTÉ DES PARCELLES ERLO

(ALTITUDE PAR RAPPORT A LA GOUTTIERE EN CM)

A proximité immédiate de chaque parcelle se trouvait deux pluviomètres standard permettant de mesurer avec précision la pluie du lieu. On a considéré que les intensités pouvaient être assimilées à celles enregistrées par le pluviographe de la station météo situé à quatre cents mètres de là où l'évaporation était également mesurée à l'aide d'un évaporomètre Piche et d'un bac type "ORSTOM".

La variations d'humidité du sol ont été suivies à l'aide de tubes de sonde à neutrons implantés à demeure dans les parcelles. A cet effet, chaque parcelle a été équipée de trois tubes enfoncés sur deux mètres cinquante environ dans l'axe de la parcelle, l'un à 1 mètre de la limite amont, le second au centre et le troisième à 1 mètre de la face aval. Un quatrième tube a été implanté à l'extérieur de chaque parcelle donc soumis aux circulations à l'échelle du versant à titre de comparaison.

Des mesures d'humidité ont aussi été faites tout au long d'un versant sur cinq tubes répartis sur la ligne de plus grande pente de l'amont à l'aval pour essayer de suivre le ressuyage oblique à l'échelle d'un versant.

La mise en place de tous ces tubes a présenté quelques difficultés liées à la présence de nombreux cailloux dans les premiers horizons du sol ce qui a souvent nécessité plusieurs tentatives avant de trouver un site où la tarière ne butte pas sur un obstacle avant deux mètres cinquante à trois mètres.

Pour éviter toute perturbation du sol et en particulier tout tassement à proximité immédiate des tubes lors de leur mise en place, on avait construit un trépied de 1 m. de haut et 1,20 cm. de coté qui servait de plateforme à l'opérateur qui tournait la tarière, d'où absence de piétinement au sol, et guide pour la tarière ce qui évitait d'ovaliser les trous sur les premiers centimètres.

Par la suite, l'accès aux tubes pour les mesures neutroniques s'est toujours fait par des cheminements en planches fixées sur des piquets dépassant de la surface du sol d'une dizaine de centimètres ce qui a limité au maximum les perturbations vis à vis du sol et de la végétation.

LES SOLS

Le type de sol étudié - sol brun lessivé hydromorphe sur colluvions argilo gréseuse - a été retenu car le plus représenté sur le bassin ainsi que dans toute la région naturelle des Mogods (cf. descriptions en annexe).

C'est en effet ce sol avec des variations vers une hydromorphie ou un lessivage accrus selon la position topographique ou la distance par rapport aux barres gréseuses qui structurent le paysage qui est le reflet de la pédogénèse de la région.

L'organisation générale de ces sols consiste en un niveau A comportant ou non les horizons A_1 A_2 et leurs sous horizons, d'épaisseur variable de 20 à 70 cm. dont le caractère constant est un appauvrissement en éléments fins par lessivage vertical et (ou) oblique.

L' horizon A_2 est généralement marqué par une hydromorphie liée à des engorgements périodiques d'eau circulante provoquant simultanément un blanchiement de l'horizon et un lavage des sables.

Ce niveau à forte macroporosité repose par une transition nette à brutale sur un niveau Bt, g, de texture argileuse. Le contraste textural est toujours important ce qui tend à faire penser qu'il s'agit d'un matériau différent. En fait la nature des sables et des éléments grossiers inclus dans ce niveau sont identiques à ceux du niveau A. taille, altération degré d'émoussé.

La différence du taux d'argile provient plus d'un appauvrissement du niveau A par lessivage oblique d'une part et d'un enrichissement relatif du niveau B par lessivage vertical d'autre part.

On peut penser que le niveau A est le reflet d'un état d'équilibre entre l'érosion superficielle et un approfondissement de A au détriment de B. Lorsque l'érosion est favorisée l'épaisseur de A diminue au point de le voir parfois disparaître presque complètement.

Inversement lorsque l'érosion est réduite le niveau A s'épaissit mais l'augmentation de végétation corrélative, en diminuant les quantités d'eau disponibles pour le lessivage oblique, limite le phénomène et finit même par l'arrêter complètement.

Le niveau Bg est généralement bien structuré sa porosité est moyenne à bonne avec des pores fins, sa forte teneur en argile provoque une hydromorphie hivernale par engorgement qui se traduit par de fines ségrégations de couleurs donnant un aspect marbré à l'ensemble de l'horizon.

La transition avec les niveaux profonds est plus ménagée et il est parfois difficile de la situer avec précision.

Dans l'ensemble le niveau Bg repose sur un niveau BG qui peut se confondre avec un BCG.

Ce niveau BG lorsqu'il est bien individualisé fait penser à un horizon colluvial ancien : on y trouve des cailloux et des blocs de grès généralement plus gros, plus émoussés et plus altérés qu'en Bg. Certains sont même totalement altérés et "digérés" leur présence ne se marquant plus que par un noyau de sable rouge au sein de l'argile.

Ce niveau est bariolé de rouge et de gris avec un fort contraste; la structure est polyédrique large à vertique, l'ensemble est argileux avec une porosité très fine.

Cette richesse en argile et cette micro-porosité donnent à cet horizon une énergie de rétention pour l'eau très élevée qui lui permet de rester humide toute l'année.

Ce niveau repose aux environs de 2m 50 sur les argiles d'altération des argiles géologiques où l'on reconnaît encore le pendage des bancs et où l'on peut suivre de petits filonnets de calcite. Ce niveau très argileux a une porosité très fine et un aspect sec

La dynamique de l'eau apparaît donc très contrastée dans ce type de sol au simple examen morphologique du profil :

a) circulation rapide et importante dans le niveau A avec une prédominance des mouvements obliques, conformes au relief, sur les mouvements verticaux.

b) circulation lente encore importante en Bg plus faible en BG avec un rééquilibrage des mouvements verticaux par rapport aux mouvements obliques avec la profondeur. Les mouvements verticaux prédominant en BG .

c) circulation très faible et très ralentie en C où les variations d'humidité sont très faibles en cours d'année et où le maximum d'humidité est atteint avec un important décalage dans le temps : inversion du cycle par rapport aux saisons.

Caractéristiques des sols des parcelles

1) Contexte général :

Situées à mi-pente de versants de 300 à 600 m. de long à profil concave la pente sur le site des parcelles est en moyenne de 25 % le sol apparaît plus ou moins entre les touffes de végétation, de nombreux cailloux de grès plus ou moins anguleux parsèment la surface (descriptions et résultats analytiques en annexe).

La végétation est constituée d'un maquis de deux mètres de haut en moyenne lorsqu'il est bien conservé, à base de Phyllerea sp., arbousier, lentisque, chêne liège, bruyères, cyste, myrtes, avec de nombreuses plantes annuelles. L'activité des charbonniers aboutit à une disparition rapide des espèces ligneuses avec développement simultané des espèces héliophiles - bruyères et cystes - et des annuelles mais le surpâturage qui accompagne le charbonnage entraîne un tassement des horizons supérieurs et une dénudation du sol autour des touffes pérennes.

Les opérations de reforestation en eucalyptus ou en pins (pin sylvestre pin pignon etc..) se font par défrichement complet du sol puis plantation en courbe de niveau parfois précédée d'un travail du sol sous forme d'un sous solage en courbe de niveau associé ou non à l'établissement de banquettes. Ce fut le cas du versant où nous avons établi notre parcelle D.

Le milieu mis en défens et livré à lui-même se reconstitue rapidement. La rapidité de croissance des eucalyptus est leur seule sauvegarde pour dominer un maquis dense qui se recrée entre les arbres assurant ainsi très vite une protection totale de la surface du sol vis à vis des éléments atmosphériques.

2) la granulométrie

Les fortes variations verticales observées dans les rapports des différentes fractions granulométriques s'expliquent par la mise en place des nappes colluviales, mélanges de débris des barres gréseuses surplombantes et des bancs argileux et par la pédogénèse qui provoque un appauvrissement des horizons supérieurs en partie au profit des horizons profonds. C'est ainsi que l'on observe souvent des revêtements argilo-humiques à la partie supérieure de l'horizon Bg.

3) l'hydromorphie

C'est le processus pédogénétique dominant actuellement dès que la végétation subit une dégradation marquée et n'arrive plus à amortir l'impact d'apports d'eau importants lors des épisodes pluvieux d'automne et d'hiver. Une hydromorphie de type pseudogley due à une nappe d'origine pluviale à dynamique rapide, circulant obliquement et temporairement à la base du niveau A se développe alors accentuant rapidemant les caractères lessivés de l'horizon A_2 et le contraste du passage au niveau B.

L'influence de cette nappe perchée épisodique se fait sentir dans les colluvions profondes plus argileuses en déterminant un engorgement capillaire presque permanent en profondeur. La dynamique de

l'eau y est très lente et permet des phénomènes de réduction du type gley surtout en bas de pente.

4) Le pH

Les pH sont légèrement acides en surface, correspondant à un humus de type mull. Ils descendent ensuite légèrement en profondeur pour atteindre pH_4 dans les horizons BG ou BC. Des mesures in-situ ont même donné des pH de 3,5 pendant les phases d'engorgement.

Dans l'horizon C le pH remonte à la neutralité et même au-delà atteingnant parfois 8 en liaison avec la présence de CO_3Ca sous forme de filonnets de calcite ou parfois de petites accumulations calcaire sous forme de taches ou amas.

Le profil est toujours non calcaire jusqu'à l'argile géologique qui contient généralement 5 à 6 % de CO_3 Ca total ainsi que des strates plus ou moins salés, (chlorures et sulfates) avec parfois de petits cristaux de gypse.

5) La matière organique

Elle est du type mull forestier lorsque la végétation est en bon état. Le taux de matière organique peut même être assez élevé entraînant une agrégation grumeleuse assez bien développée de l'horizon A_1 malgré un taux d'argile généralement faible d'où une certaine fragilité de cette structure.

Cet humus est faiblement acide (pH 6) son C/N est compris entre 14 et 20 et il est pauvre en bases. Il présente comme caractère particulier une très nette dominance des acides humiques gris qui représentent 60 % des acides humiques totaux et un taux d'humification élevé de l'ordre de 40 %. On peut attribuer cette humification rapide aux alternances d'humidité et de dessication très tranchées sous ce type de climat méditerranéen humide à été chauds et secs qui donne parfois à l'humus un aspect de moder.

6) Les minéraux argileux

Les profils sont uniformément composés d'illite interstratifiée dominante, de kaolinite et de montmorillinite mal cristallisée ce qui explique la nature légèrement gonflante des argiles de profondeur (faces de glissement et plaquettes).

Verticalement, il y a seulement tendance à l'ouverture de feuillets illitiques qui sont de moins en moins bien cristallisés vers le sommet du profil.

Les rapports SiO_2/Al_2O_3 sont toujours supérieurs à 2 allant de 2,5 dans les horizons supérieurs plus riches en sables à 3 dans les horizons argileux profonds. On a donc des argiles Al qui fournissent facilement des ions Al^{+++} responsables des pH très bas rencontrés en profondeur et qui baissent encore d'une unité dans les mesures de pH Kcl.

7) Caractéristiques physiques

Les densités apparentes reflètent les discontinuités texturales de ces profils. Les horizons A_1 étant très poreux voient leur densité apparente tomber à 1,30 de 0 à 10 lorsque la matière organique est abondante (5 à 7 %). Les horizons A_2 du fait de leur forte macroporosité qui compense une composition riche en sables ont une densité apparente variant de 1,4 à 1,6.

La densité apparente des horizons argileux est plus régulière autour de 1,60 (1,56 à 1,64). Elle remonte fortement en profondeur pour atteindre 1,8 dans les horizons peu altérés des argiles géologiques jaunes où le litage est encore visible.

Ces chiffres rapportés à des densités réelles qui vont de 2,5 en surface d 2,65 en profondeur nous donnent des porosités totales de l'ordre de 45 à 50 % pour l'ensemble du profil diminuant à 37 / 40 % dans l'horizon C. Cela correspond bien aux états de saturation apparente qui ont été mesurés à l'aide de la sonde à neutrons.

Donc seule la taille des pores varie beaucoup selon les horizons: macroporosité pour les horizons A; microporosité importante pour les horizons B.

Des mesures de pf faites sur les différents horizons de ce type de sol montrent que les teneurs en eau sont par contre très différentes pour un même pf selon les échantillons :

		pf2	pf 2,7	pf 3	pf 4,2	"eau utile"
A_1 (0 - 10)	motte	19,5	11,8	9,7	8,2	11,3
Bg	motte	31,8	25,4	20,9	19,0	12,8
BG	motte	42,3	29,6	24,9	21,9	20,4
BG	cylindre	42,4	30,4	24,9	22,7	19,7

Ces différences montrent que pour des porosités globales du même ordre de grandeur la taille des pores est très différente en surface et en profondeur : macroporosité dominante dans les horizons A et microporosité importante pour les horizons B.

Cela explique les comportements très différents des horizons A à dynamique rapide et des horizons B à dynamique lente vis à vis des circulations d'eau.

Le fort potentiel matriciel des horizons argileux profonds a pour conséquence le maintient d'une forte humidité en profondeur dès lors que le sol n'est pas prospecté par un réseau racinaire susceptible d'y prélever l'eau en été :cas de la parcelle C sous maquis dégradé.

COMPARAISON DES DONNEES ANALYTIQUES DES PARCELLES B, C, D POUR LES DIFFERENTS HORIZONS.

Parcelle		A_1	A_2	Bg	BG	C
M. O. totale	B	7,6	1,2	0,8	0,6	
	C	4,4	1,6	0,9	0,7	
	D	5,7	1,1	0,8	0,6	
C/N	B	15,7	10,8	6,5	4,2	
	C	17,7	13,2	7,2	5,6	
	D	19,2	12,2	6,9	3,7	
S meq. %	B	21,4	5,2	12,6	13,1	12,4
	C	6,98	5,9	12,5	12,7	12,2
	D	9,41	4;1	11,8	11	9,6
V. %	B	76	56	52	51	47
	C	42,5	58	53	50	52,5
	D	42,5	58	54	50,5	47,5
$Fe_2\ O_3$ T	B	4,8	4,8	7,5	7,1	8
	C	4,1	4,5	9,5	8,2	9,1
	D	2,4	2,3	6,6	6,2	3,2
SiO_2/Al_2O_3	B	2,5	2,6	2,7	2,7	3,0
	C	2,6	2,6	2,7	2,8	3
	D	2,9	2,5	2,5	2,8	3,1
pH	B	5,8	5,7	5,6	4,2	4,5
	C	6,6	5,8	5	4,9	4,3
	D	5,6	5,5	5	4,8	4

CLIMAT ET PLUVIOMETRIE

Le climat de la région correspond à l'étage humide méditerranéen à hivers doux selon la classification bioclimatique d'Emberger.

Le régime des pluies est le plus souvent du type océanique avec des épisodes pluvieux hivernaux correspondant à l'arrivée en Méditerranée occidentale des perturbations atlantiques soit directement de l'Ouest par l'Espagne ou l'Afrique du Nord soit du Nord Ouest en provenance du Groenland après avoir traversé toute la France en diagonale et s'être réactivéesen passant au-dessus de la Méditerranée qui joue le rôle de source chaude.

L'intensité maximale des précipitations est donc généralement faible mais la durée des pluies peut être importante, pouvant couvrir plusieurs journées consécutives en hiver.

Les fortes intensités correspondent soit à des orages locaux très brefs en septembre-octobre soit à des dépressions continentales d'air tropical se réactivant sur le golfe de Gabès donnant des pluies importantes de forte intensité; mais la situation des Mogods fait que seules les plus importantes atteignent la région en fin de course.

La plus grande partie des pluies tombant en hiver ou au printemps la température est alors suffisamment basse pour qu'il ne se produise pas d'évaporation immédiate importante ce qui laisse aux précipitations toute leur efficacité pour réalimenter le sol.

La pluviométrie moyenne est de l'ordre de 800 mm. de début septembre à fin août avec des variations interannuelles importantes c'est ainsi qu'en cinq ans de mesures on a enregistré des pluviométries allant de 700 à 1000 mm. pour les années hydrologiques, l'année calendaire 1977 tombant même 441 mm. (cf. T.1).

PLUVIOMETRIE MOYENNE MENSUELLE PARCELLES A et B, PLUVIOMETRES 22 + 23.

T. 1

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	T
1973									26	164,6	20	70,6	
1974	40,7	175,5	78,6	89,2	22,3	4,6	1,6	0	25,8	165,6	113,5	66,8	784,2
1975	56,6	175,6	91,8	19,2	53,2	1,2	0	44	8,5	107,0	323,9	69,0	950
1976	101,1	94,6	81,8	51,8	59,2	31,8	30,9	20,8	28,1	225,7	199,3	92,2	1017,3
1977	84,6	33,7	23,7	60,0	26,9	13,8	0	17,2	7,3	15,6	132,6	25,8	441,2
1978	138,4	89,7	78,9	96,2	37,3	2,2	0	17,5	11,1	41,6	173,1	49,8	735,8
M.	84,3	113,8	71,0	63,3	39,8	10,7	6,5	19,9	17,8	120,0	160,4	62,4	

NOMBRE DE JOURS DE PLUIES DE PLUS DE 1 MILLIMETRE.

1973									2	6	6	9	
1974	8	14	7	14	3	1	1	0	4	14	9	6	81
1975	5	12	12	2	10	0	0	6	2	10	13	8	80
1976	9	10	9	8	7	3	4	2	5	16	17	11	101
1977	9	5	2	7	3	6	0	3	1	1	14	4	55
1978	12	10	9	11	4	1	1	3					
M.	8,6	10,2	7,2	8,4	5,4	2,2	1,2	2,8	2,8	9,4	11,8	7,4	77,4

Au cours d'une année la répartition des pluies peut être très variable d'un mois sur l'autre pour les différentes années. C'est ainsi que le seul mois de novembre 1975 a enregistré plus de 300 mm. de pluies contre 20 mm. seulement en 1973.

Cette variabilité dans la répartition des pluies est finalement souvent plus importante que le total annuel pour le remplissage et le comportement hydrique des sols en cours d'année.

Du fait du relief et en fonction de l'origine des perturbations on a constaté une répartition assez variable des pluies sur le bassin. Chaque parcelle était associée à un ou deux pluviomètres qui font ressortir des différences importantes selon la situation des parcelles et selon la saison, différences qui dépassent 10 % entre les parcelles A et B d'une part et C d'autre part en liaison avec l'orientation des versants.

Pluviométrie annuelle sur les parcelles				
ANNEE	A	C	D	M
1973-74	692	812	710	738
1974-75	813	920	791	841
1975-76	980	1064	991	1011
1976-77	806	898	873	859
1977-78	641	761	725	709
Coefficient par rapport à la moyenne				
1973-74	0,93	1,10	0,96	1
1974-75	0,96	1,09	0,94	1
1975-76	0,96	1,05	0,98	1
1976-77	0,94	1,04	1,01	1
1977-78	0,90	1,07	1,02	1

Les mois de juin, juillet, septembre et août sont régulièrement secs ce qui associé aux fortes températures estivales pouvant dépasser 40° assure chaque année le dessèchement complet du sol pour peu qu'il porte une végétation à enracinement profond.

Les pluies d'automne sont abondantes et suffisent généralement à reconstituer les réserves du sol.

La répartition saisonnière des pluies est la suivante : automne 300, hiver 260, printemps 175, été 37; le mois le plus pluvieux étant novembre suivi de octobre et février. Ces pluies se répartissent sur un nombre de jours important : 9,4 en octobre, 11,8 en novembre, 10,2 en février; ce qui indique un bon étalement des pluies et des intensités moyennes.

L'étude des averses montre qu'effectivement les intensités sont faibles ne dépassant rarement 45 mm/h en cinq minutes.

Intensités macimales observées en mm/h.				
ANNEE	sur 5'	sur 30'	sur 60'	sur 120'
1974	45,6	13	10,7	8,4
1975	49,2	30,6	20,5	13,3
1976	69,6	36,4	14	14
1977	60	13	8	4
1978	34,8	18	11	6,3
C. IVOIRE (ROOSE 80)	120 à 150	80 à 90	60 à 70	

De ce fait les apports d'eau resteront acceptables et le ruissellement limité.

Précipitations journalières maximales observées.

ANNEE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1974	14	33,5	18	11	12	2	1,5	0	11,5	26,0	40,4	12,5
1975	29,5	43,5	15	9	9,7	0,5,	0	20	2	35	63,7	27,5
1976	23,5	8,7	17	10,5	19	13	14	10,5	7,5	54,5	31,0	28,1
1977	22,2	14,1	14,5	17,5	18,5	5	0	14,	5,5	15	17	12,5
1978	24	24,2	28,5	37,0	21	2	1,5	1,5				
Max.	29,5	43,5	28,5	37	21	13	14	14	11,5	54,5	63,7	28,1

L'indice d'érosivité climatique RUSA de Wischmeyer et Smith donne des chiffres de 15 à 92 comparables à ceux cités pour des climats tempérés et à la limite inférieure des chiffres cités par Masson pour les régions méditerranéennes.

RUSA mensuelles correspondant aux pluies enregistrées au pluviographe de la station météo.

ANNEE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	T.
1973											0,3	1,7	
1974	7,3	9,6	4,1	1,9	0,	0	0	0	1,5	8,4	4,8	1,4	32,6
1975	5,1	7,1	2,9	0,6	0,8	0	0	5,5	0	8,4	59,5	2,4	92,3
1976	2,9	4,3	2,6	1,7	2,9	6,2	0,9	1,1	1,3	28,3	8	4,3	64,5
1977	3,0	1,4	1,4	0,7	0,6	1,7	0	0,5	0,5	1	4,6	1,1	15,2
1978	6,9	3,4	4,2	5,1	1,6	0,1	0	1					
Moy.	5,0	5,2	3,0	2,0	1,2	1,6	0,2	1,6	0,8	11,5	15,4	2,2	50

Enfin, l'évaporation mesurée sur un bac d'évaporation "type ORSTOM" sur cinq ans a donné les chiffres moyens suivants (IBIZA 1980).

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	T.
Evap. mm.	178	107	65	49	53	55	93	126	160	226	277	253	1631

que l'on peut comparer à l'ETP Penman telle qu'elle a été calculée pour Sedjenane.

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	T.
ETP Penm.	110	78	57	37	38	49	67	92	125	150	165	146	1114

DRAINAGE OBLIQUE ET RUISSELLEMENT

I - ECOULEMENT PAR DRAINAGE

A l'aval de chaque parcelle une fosse de trois mètres de long et un mètre cinquante de profondeur avait été aménagée pour recueillir les écoulements provenant du ruissellement de surface et du drainage oblique au sein du sol en phase de saturation.

En plus de la gouttière de surface récupérant les eaux de ruissellement deux gouttières ont été installées dans chaque fosse, l'une à la transition entre l'horizon A_2 et l'horizon B (g), censée recueillir les eaux circulant dans les horizons A; l'autre à la limite entre l'horizon B (g) et l'horizon B (G) pour recueillir les eaux circulant dans l'horizon B (g).

Ces gouttières étaient faites d'une tole d'aluminium de trois mètres de longueur sur 50 cm de large, enfoncée dans le sol perpendiculairement à la paroi dans une saignée préalablement faite au couteau sur une dizaine de centimètres de profondeur et aussi peu épaisse que possible (1 à 3 cm).

Après avoir bien colmaté la fente, la tole qui dépassait a été modelée en gouttière dont une extrémité était fermée et l'autre se déversait par un entonnoire et un tuyau en plastique dans deux jerrycans de 20 l. en série.

La tranche de sol entre les gouttières était lambrissée de planches solidement étayées pour contrebalancer la poussée du sol et supprimer toute évaporation directe sur la face de la fosse.

L'ensemble de la fosse était couvert de toles pour éviter tout apport d'eau par les pluies.

On pouvait ainsi espérer récupérer les eaux de drainage oblique pendant les périodes de saturation apparente du sol dans sa totalité ou seulement dans certaines parties momentanément engorgées.

Les eaux drainées étaient mesurées et échantillonées quotidiennement en temps normal et plusieurs fois par jour et même de nuit au cours des épisodes de pluies intenses survenant pendant les mois de janvier-février et mars où avaient lieu la plupart des écoulements.

Les écoulements par drainage oblique ne peuvent avoir lieu que lorsque tout ou partie du sol atteint un état de saturation apparente ou lorsque les eaux d'infiltration circulent dans le sol par des cavités importantes (fentes de retrait, galeries d'origine biologique) phénomène qui exige de fortes pluies sur un sol sec et ne se produit en général qu'en début de saison des pluies.

La fréquence et le volume des eaux recueillies seront donc le reflet des périodes et de l'importance de l'état de saturation des sols.

Le rôle de la végétation apparaît tout de suite très nettement (T.2) le nombre de jours par an où l'on observe un drainage oblique est plus du double sous maquis dégradé que sous eucalyptus ou sous maquis bien conservé.

La suppression du maquis sur la parcelle B au printemps 1975 provoque le doublement du nombre de jours de drainage oblique les années suivantes, dépassant les chiffres observés en C sous maquis dégradé.

Cette influence de la végétation marque encore plus sur les volumes recueillis. Ils sont particulièrement faibles pour la parcelle D sous eucalyptus dont le système racinaire particulièrement efficace empêche le sol d'atteindre un niveau d'humidité élevé comme le montrent les mesures faites à la sonde à neutrons et où l'on peut penser qu'une bonne part des eaux recueillies correspondent à des écoulements libres par des fentes de retraits ou des trous de racines.

NOMBRE DE JOURS DE DRAINAGE OBLIQUE PAR AN. T. 2

ANNEE	PLUVIOMETRIE MOYENNE	A			B			C			D		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1973-74	738	4	12	16	9	16	25	3	42	45	2	8	10
1974-75	841	3	19	22	1	20	21	1	37	38	2	17	19
1975-76	1012	7	29	36	3	36	39	1	46	47	9	9	18
1976-77	859	7	15	22	5	36	41	8	31	39	4	11	15
1977-78	702	9	15	24	9	25	34	15	6	21	13	6	19
Moyen.	830	6	18	24	5,4	26,6	30	5,6	32,4	38	6	10,2	16,2

1) Drainage oblique à une gouttière.

2) Drainage oblique à deux gouttières.

3) Total annuel.

La répartition des pluies en cours d'année a aussi une influence importante. Ainsi lorsque les sols sont réhumidifiés de façon précoce par des pluies d'automne ou d'hiver importantes ils restent très près de l'état de saturation pendant l'hiver et le printemps sous maquis dégradé d'où des écoulements importants alors que sous maquis bien conservé et eucalyptus les prélèvements racinaires permettent au sol d'emmagasiner les pluies de printemps qui ne provoquent alors que peu de drainage oblique.

Par contre, en cas de pluies tardives et importantes au printemps les différences d'écoulement sont moins grandes, la végétation n'arrivant pas à utiliser assez vite l'important et brutal apport d'eau qui se présente (cas de l'année 1877-78, cf. Tableaux des écoulements mensuels en annexe).

Les écoulements sont aussi d'autant plus importants que la pluviométrie de l'année est plus élevée et cela est d'autant plus marqué que la végétation est moins importante (tableau 3). Sous eucalyptus toute l'eau du sol est utilisée même en année pluvieuse les différences d'écoulement entre les années sèches 1973-74 et 1977-78 et les années humides 1974-75, 1975-76 et 1976-77 sont très faibles comparées à celles que l'on a sur la parcelle C et la parcelle A. Cet effet, est encore accentué sur la parcelle B par la suppression de la végétation en 1975.

Le mode d'écoulement oblique au niveau des gouttières reflète aussi le mode de circulation de l'eau dans les différents horizons du sol.

Les écoulements dans les gouttières 1 entre l'horizon A_2 et Bg étaient bref et intenses,correspondant à une porosité relativement large où les vitesses de circulation étaient importantes : écoulements lors de la pluie ou immédiatement après et s'arrêtant rapidement.

RUISSELLEMENT ET DRAINAGE OBLIQUE ANNUELS SUR PARCELLES EN POURCENT DES PLUIES. T. 3

ANNEE	A				B				C				D			
	Pluies	Ruiss.	D. O.	Ec.T.	PLuies	Ruiss	D. O.	Ec.T.	Pluies	Ruiss	D.O.	Ec. T.	Pluies	Ruiss.	D.O.	Ec. T.
1973-74	693	0,85	0,64	1,49	693	0,42	1,12	1,54	812	1,86	2,94	4,80	710	0,79	0,90	1,69
1974-75	813	0,34	2,03	2,37	813	0,23	1,38	1,61	919	1,35	4,85	6,20	791	0,20	0,83	1,03
1975-76	981	0,23	2,94	3,17	981	0,71	3,79	4,50	1064	1,61	4,01	5,62	991	0,13	0,71	0,84
1976-77	806	0,14	2,68	2,82	806	0,68	6,39	7,07	898	0,60	3,62	4,22	873	0,12	0,68	0,80
1977-78	641	0,89	1,06	1,95	641	0,89	1,80	2,69	761	0,32	1,22	1,54	706	0,10	0,34	0,44
Moy.	787	0,49	1,87	2,36	787	0,58	2,89	3,48	891	1,14	3,33	4,47	814	0,17	0,69	0,96

ECOULEMENTS SUR PARCELLES EN mm. PAR AN.

ANNEE	A. Ruiss.	D. O.	Tot.	B. Ruiss.	D. O.	Tot.	C. Ruiss.	D. O.	Tot.	D. Ruiss.	D. O.	Tot.
1973-74	5,9	4,4	10,3	2,9	7,8	10,7	15,1	23,9	39	5,6	6,4	12
1974-75	2,8	16,6	19,4	1,9	11,3	13,2	12,4	44,6	57	1,6	6,6	8,2
1975-76	2,3	28,8	31,1	7,0	37,1	44,1	17,2	42,8	60	1,4	7,1	8,5
1976-77	11,3	21,6	32,8	5,5	51,4	56,9	5,2	31,4	36,7	1,1	6,0	7,1
1977-78	5,8	6,8	12,6	5,7	11,7	17,4	2,5	9,3	11,8	0,7	2,5	3,2
Moy.	5,6	15,6	21,4	4,6	23,9	28,5	10,5	30,4	40,9	2,1	5,7	7,8

Par contre les écoulements dans les gouttières 2 entre l'horizon Bg et B_G se produisaient plus tard en saison : nécessité pour le sol de se réhumidifier en profondeur, étaient de faible intensité mais se prolongeaient plus longtemps ne s'arrêtant parfois que 24 à 48 heures après la fin des pluies. Cela correspond bien à une dynamique de ressuyage d'horizons à porosité fine.

Au printemps, certaines pluies provoquent des écoulements en profondeur sans drainage oblique à la gouttière 1, preuve d'un engorgement des horizons profonds durable, générateur d'hydromorphie (cf. tableaux des écoulements mensuels en annexe).

II - ECOULEMENTS PAR RUISSELLEMENT.

Pour le ruissellement aussi les différences sont essentiellement le fait du couvert végétal. Le taux de ruissellement est d'autant plus faible que l'on passe d'un maquis dégradé à un maquis bien conservé puis à une forêt d'eucalyptus avec maquis en sous-bois où l'on peut cnnsidérer que le ruissellement de surface est négligeable.

Si l'on ramène à l'unité le ruissellement et le drainage oblique de la parcelle sous maquis dégradé, ces mêmes éléments sont approximativement divisés par deux ou cinq lorsque l'on passe aux parcelles A et D.

Rapport de ruissellement et de drainage entre parcelles.

		Ruissellement	Drainage	Ecoul.total
sous maquis dégradé	C	1	1	1
sous maquis bien conservé	A	0,38	0,57	0,48
sous eucalyptus	D	0,21	0,20	0,20

En zone de maquis dégradé le ruissellement provient essentiellement du tassement de la surface du sol entre les touffes de végétation soit par le passage des troupeaux soit par le seul effet de battance des pluies.

C'est ce qui explique que la mise à nu de la parcelle B au printemps 1975 n'ai pas provoqué un accroissement immédiat et important du ruissellement alors que cela se marquait immédiatement sur le drainage oblique.

L'utilisation du maquis pour le charbonnage s'accompagne en effet d'un prélèvement des souches et des principales racines d'où un certain ameublissement de la surface du sol qui favorise plutôt l'infiltration des pluies.

Par contre le tassement progressif de la surface du sol par les pluies en 1975-76 et 1976-77 entraîne un accroissement du taux de ruissellement en 1976-77 et 1977-78 alors que la végétation n'assure pas encore une protection efficace (tableau 3).

Les taux de ruissellement annuels sont faibles mais une étude à un pas de temps plus court :(mensuel) ou pour un épisode pluvieux de quelques jours ne fait pas ressortir une forte augmentation de ces taux (T.4) cela est dû d'une part aux relativement faibles intensités observéeset surtout à l'effet protecteur de la végétation qui joue pleinement à l'échelle d'une parcelle.

Les taux de ruissellement annuels n'atteignant en effet pas 2 % ce qui est très faible même si on prend en compte le taux global d'écoulement (ruissellement plus drainage oblique) qui atteint 0,5 à 6 % par an selon les parcelles comparé aux 8 à 30 % mesurés sur les sous bassins de composition comparables.

Ces différences très importantes sont à rechercher dans l'organisation des écoulements sur un bassin versant.

A l'occasion d'une pluie une partie de la surface du sol absorbe l'eau tandis que d'autres pour des raisons diverses ont un comportement plus ou moins imperméable en fonction de l'intensité (cailloux, sentiers à surface tassée, empreintes d'animaux, etc...). L'eau qui ne s'infiltre pas ruisselle alors vers l'aval.

Tableau 4. Ruissellement et drainage oblique max-mesurés sur parcelles pour un mois ou un épisode pluvieux.

ANNEE		Pour un mois				Pour un épisode pluvieux			
		Ruiss. %	D.O. %	Ec. T. %	Pluies mm.	Pluies mm.	Ruiss. %	D.O. %	Ec. T. %
1973 74	A	1,4 oct	2,2 fev	2,3 fev	175 fev	22-26/2 87,2	0,9	5,0	5,9
	B	0,7 oct	3,1 fev	3,6 fev	175 fev	22-26/2 87,2	0,6	4,3	4,9
	C	3,3 fev	6,4 fev	9,7 fev	209 fev	22-26/2 94,6	3,6	8,1	11,7
	D	1,6 oct	2,1 fev	2,8 fev	183 fev	22-26/2 89,3	0,7	4,2	4,9
1974 75	A	0,5 nov	7,1 fev	7,5 fev	175 fev	15-17/2 60	0,5	15,2	15,7
	B	0,4 jan	4,3 fev	4,5 fev	175 fev	15-17/2 60	0,2	9,2	9,4
	C	3,7 nov	13,2 fev	16,2 fev	185 fev	15-17/2 59;1	3,9	15,9	19,8
	D	0,3 oct	2,4 fev	2,6 fev	160 fev	15-17/2 50,0	0,2	6,9	7,1
1975 76	A	0,4 nov	6,4 mars	6,5 mars	81,8 mars	1-2/12 28,7	0,2	13,9	14,1
	B	1,3 fev	8 jan	8,9 jan	101 jan	16-17/3 25,5	1,3	15,0	16,3
	C	3,5 nov	6,9 jan	7,2 jan	108 jan	19-22/11 177,2	4,6	8,7	13,4
	D	0,2 oct	1,7 mars	1,7 mars	83 mars	16-17/3 26,7	0,1	5,2	5,3
1976 77	A	0,2 nov	7,5 nov	7,7 nov	199 nov	16-23/11 130,1	0,3	11,0	11,3
	B	1,1 oct	14,2 nov	15,0 nov	199 nov	16-23/11 130,1	1,3	18,2	19,5
	C	1,6 nov	8,9 nov	10,5 nov	225 nov	16-23/11 140	2,5	11,5	14,0
	D	0,2 mars	1,5 nov	1,7 nov	210 nov	16-23/11 130	0,2	2,5	2,7
1977 78	A	2,1 avr	3,9 avr	6 avr	96,2 avr	1-3/4 56,3	2,2	6,7	8,9
	B	2,1 fev	6,1 fev	9,1 fev	89,7 fev	1-4/2 27,6	2,8	7,9	10,7
	C	0,5 avr	4,6 fev	4,8 fev	111 fev	1-4/2 32,9	0,4	8,5	8,9
	D	0,1 avr	1,2 avr	1,2 avr	117 avr	1-3/4 68,0	0,1	1,7	1,8

Deux cas sont alors possible : cette eau s'ajoutant à la pluie qui tombe peut s'infiltrer ou non.

Dans le premier cas son mouvement vers l'aval est stoppé au moins en surface dans le second il se poursuit sous forme d'une pellicule d'eau qui provoque en outre le ruissellement à 100 pour 100 des gouttes de pluies qui tombent dessus on a donc un phénomène cumulatif et une concentration des filets d'eau qui changent la nature du phénomène.

Cela est particulièrement visible sur certains versants très piétinés par le passage des troupeaux où tous les cheminements d'animaux apparaissent sous forme d'un réseau brillant à la moindre pluie par suite de la réflexion de la lumière qui se fait sur la pellicule d'eau libre en surface du sol.

Ces phénomènes n'ont pas le temps de se développer sur une parcelle de 20 mètres de long ce qui explique en grande partie la différence de comportement des parcelles vis-à-vis d'un versant.

La deuxième raison à cette différence de comportement réside dans l'existence d'un important drainage oblique au sein des sols. Nous avons vu que pour une parcelle les circulations obliques sont deux fois plus importantes que les circulations de surface.

Sur parcelle cette eau est recueillie au bout d'un trajet d'une longueur de 20 mètres au maximum sans aucun apport de l'amont.

Sur un versant au contraire la circulation peut être très longue mais l'effet cumulatif lié à l'infiltration de la pluie rend rapidement l'importance du débit incompatible avec la porosité disponible pour cet écoulement et l'on assiste à une saturation de l'horizon A_1 avec refus d'infiltration et même à des "résurgences" sur les pentes qui provoquent un ruisseleement de 100 % des précipitations et des écoulements de surface qui accroissent considérablement la lame ruisselée par les bassins.

Sous plantation d'eucalyptus d'autres éléments tels que pistes et chemins divers assurent les mêmes effets.

III - TRANSPORT SOLIDES.

Les transports solides provenant des ruissellements était très peu abondants quelles que soient les parcelles.

Ils étaient constitués de particules en suspension dans les eaux de ruissellement, de dépôts de décantation dans les fûts recevant ces eaux et pour la plus grande part par les dépôts accumulés dans la gouttière de cinq mètres formant le quatrième coté des parcelles et recevant les eaux de ruissellement.

Ces dépôts en trop faible quantité pour être recueillis à chaque pluie sans que la proportion de perte ne soit excessive ont été récoltés qu'une fois par an en début d'été lorsque la probabilité d'une pluie érosive devient très faible.

Les quantités recueillies annuellement en kg par hectare sont les suivantes :

Année	A	B	C	D
1973-74	15,7	4,4	25,7	3,3
1974-75	17,1	17,0	16,0	12
1975-76	16,0	24,6	20,8	14,4

Ces chiffres sont très faibles mais il ne faut pas perdre de vue qu'il s'agit de sols dont le couvert végétal est très fermé pour les parcelles A, B et D. La parcelle D, en particulier, présente une couverture arborée, un maquis formant sous bois et une litière de débris de matière organique et de feuilles sèches continue.

Dans le cas de la parcelle C sous maquis dégradé les transports bien qu'un peu plus élevé restent faibles, ce qui s'explique par la couverture végétale qui excède 60 % de la surface et par le fait que le reste du sol est généralement fortement tassée et partiellement

protégée de l'action de la pluie par de nombreux éléments grossiers (cailloux de grès) et par des algues et des lichens formant des plaques à la surface du sol.

La parcelle B dont la végétation a été coupée au printemps 1975 a vu son érosion augmenter en 1975-76 et 1976-77 mais sans que les chiffres obtenus changent d'ordre de grandeur ce qui correspond comme nous l'avons vu au peu d'augmentation des volumes ruisselés.

Cette faible érosion de surface est à mettre en relation avec les chiffres remarquablement bas des indices d'agressivité climatique des pluies calculés selon la méthode de Wischmeyer et Smith à partir des relevés du pluviographe de la station météo.

Année	Pluies	RUSA/an.	RUSA max. mensuelle
1974-75	841	38,2	8,4 octobre
1975-76	1011	94,2	59,5 novembre
1976-77	859	49,0	28,2 octobre
1977-78	709	30,3	6,9 janvier

On remarquera en outre que les mois d'octobre et novembre sont généralement ceux qui présentent les chiffres les plus élevés, pouvant dépasser la moitié de l'indice annuel. Ces pluies tombant sur des sols très sec, ouverts, ne ruisselleme en/pas fait beaucoup et n'ont pas un impact érosif aussi important qu'on pourrait le penser.

Ces indices d'agressivité climatique correspondent à ceux cités par BOLLINOT et BERGOMA (1978 en climat tempéré (10 à 60) mais sont nettement plus faibles que ceux fournis par MASSON (1971)en climat méditerranéen qui vont de 50 à 300, et sans commune mesure avec ceux de ROOSE (1980) sur les cases d'érosion d'Adiopodoumé : 60 à 1000 avec une pluviométrie seulement trois fois plus forte.

La composition des éléments entraînés montre un enrichissement en matière organique avec des taux de l'ordre de 10 % contre 4 à 5 % dans les 10 premiers centimètres du sol, par contre la granulométrie correspond à celle des horizons de surface.

Taux de matière organique dans les éléments transportés :

Parcelle / Année	A		B		C		D	
	M.O.%	C %	M.O.%	C %	M.O.%	C %	M.O.%	C %
1973-74	5,6	3,6	11,2	6,5	10,2	6,3	11,9	6,9
1974-75	8,8	5,1	10,0	5,8	9,8	5,7	14,9	8,6
1975-76	4,5	2,6	7,8	4,5	4,9	2,9	5,1	3,0

IV - COMPOSITION DES EAUX DE RUISSELLEMENT ET DE DRAINAGE

Les eaux de ruissellement et de drainage ont été régulièrement prélevées et analysées au cours de la première année d'observation.

Les concentrations des principaux éléments multipliées par les volumes d'eau écoulés à l'occasion de chaque prélèvement permettent de calculer l'exportation totale annuelle par ruissellement et drainage ainsi que la concentration moyenne par mm. ruisselé ou drainé (T.5).

On note que pour tous les éléments les exportations sont d'autant plus fortes que le volume d'eau qui transite sur la parcelle ou par drainage oblique est plus important. La concentration des eaux de drainage oblique est supérieure pour tous les éléments dans un rapport allant de 1,06 à 2,13 à la concentration des eaux de surface avec une moyenne de 1,5 ce qui s'explique par un contact plus intime et plus long de l'eau avec le sol.

Tableau 5. EXPORTATIONS D'ELEMENTS PAR RUISSELLEMENT ET DRAINAGE EN 1973-74. T. 5

Exportation totale en mg.

Parcelle	Ca		Mg		Na		K	
	Ruiss.	D.O.	Ruiss.	D.O.	Ruiss.	D.O.	Ruiss.	D.O.
A	8.802	11.525	2.495	4.129	11.968	14.506	6.258	6.994
B	4.711	15.813	1.348	5.096	5.007	19.331	3.137	7.221
C	23.429	48.724	5.873	14.750	23.578	69.890	12.003	30.732
D	7.810	11.174	1.647	2.072	5.184	12.428	3.789	4.976

Exportations ramenées en mg/mm. d'écoulement.

Parcelle	Ca		Mg		Na		K	
	Ruiss.	D.O.	Ruiss.	D.O.	Ruiss.	D.O.	Ruiss.	D.O.
A	1.490	2.561	554	917	2.028	3.224	1.060	1.554
B	1.624	2.027	464	653	1.726	2.478	1.081	1.146
C	1.531	2.047	383	610	1.541	2.936	784	1.291
D	1.394	1.773	294	328	925	1.972	642	790

Rapport entre les concentrations des éléments exportés par ruissellement et par drainage : C DO/C Ruiss.

$$\frac{C\ DO}{C\ Ruiss.}$$

	Ca	Mg	Na	K
A	1,72	1,65	1,59	1,46
B	1,25	1,41	1,44	1,06
C	1,34	1,61	1,90	1,64
D	1,27	1,11	2,13	1,23

Ces apports de concentration sont plus faibles dans la parcelle D que dans les autres sauf pour le sodium ce qui est le fait déjà souligné d'un drainage oblique sur la parcelle correspondant beaucoup plus à des circulations d'eau libre dans des cavités importantes du sol qu'à un écoulement lent à la suite de l'obtention d'un état de saturation permettant un contact prolongé de l'eau et du sol.

Les chiffres d'exportation totale des éléments majeurs ne prennent en compte que les éléments en solution, les quantités exportées dans les éléments solides étant négligeables au regard des pertes par lixiviation qui dépassent en poids le poids de terre entraîné par l'érosion.

Ces pertes en bases montrent à quel point le climat des Mogods peut se montrer agressif vis à vis des sols dès que le couvert végétal ne limite plus ou limite mal le lessivage ce qui multiplie les pertes par 3 à 5.

Exportations totales par ruissellement et drainage oblique en kg/ha en fonction de la végétation.

		Ca	Mg	Na	K
Eucalyptus	Parc. D	18,98	3,70	17,61	8,76
Maquis bien conservé	Parc. A	20,32	6,61	26,27	13,25
	Parc. B	20,52	6,44	24,33	10,35
Maquis dégr.	Parc. C	72,15	20,62	93,46	42,73
Moyenne		33	9,3	40,4	18,8

Ces chiffres ne doivent cependant être extrapolés à l'ensemble du bassin qu'avec prudence car l'enrichissement des eaux en éléments solubles se fait très rapidement et elles ne sont vraiment agressives qu'au début de leur trajet ainsi que l'a montré J-P. DELHOUME sur les calcaires du Dj. Semmama.

MESURES D'HUMIDITE DES SOLS

Les mesures d'humidité des sols ont été faites en utilisant une sonde à neutrons, méthode non destructive permettant de suivre de façon parfaite les variations relatives d'humidité du sol en un site donné en fonction du temps et d'une façon approchée, mais parfaitement reproductible, les valeurs absolues d'humidité du sol après étalonnage de ce dernier.

L'étalonnage a été réalisé au C.E.A. de Cadarache par Mr. MARCESSE sur des échantillons de sols soumis à un flux de neutrons permettant d'obtenir directement les coefficients d'absorption et de diffusion du sol. Pour des raisons de prix de revient, il n'a pas été fait d'étalonnage sur chaque site de mesures mais seulement sur une dizaine d'échantillons jugés représentatifs du sol des parcelles.

Les densités apparentes moyennes des différents horizons du sol pour chaque tube ont été pris en compte pour corriger les taux de comptage.

Les mesures ont été faites de 10 cm en 10 cm sur 250 cm de profondeur sur la plupart des sites.

Les deux premières années les relevés ont été faits à l'aide d'une sonde automatique NEMO dont les minicassettes enregistrées étaient expédiées à Cadarache où se faisait toute la chaine d'opérations aboutissant aux profils d'humidité, aux courbes d'écarts à la saturation apparente et aux courbes de variations des stocks d'eau dans le sol pour les différents horizons ainsi que pour les tranches de sol de 60 en 60cm.

Ce travail a tté effectué par Mme. REY dans le Service de Mr. MARCESSE puis au sein de l'antenne ORSTOM de Cadarache.

La sonde NEMO, parfaite pour suivre l'évolution de l'humidité du sol en un point donné puisque programmable et pouvant travailler en continu, même de nuit, s'eat avérée d'un maniement difficile, vu son

poids et celui des batteries nécessaires à son alimentation, dans notre cas où il s'agissait de suivre avec une fréquence élevée vingt sites de mesure répartis sur près de 1 km. de distance sur un terrain à fort relief ce qui mobilisait à chaque fois deux hommes pendant deux jours pour le portage et les mesures. L'achat d'une sonde SOLO fin 1975 a beaucoup simplifié le problème une seule personne étant nécessaire pour les mesures. Il faut noter que la moindre puissance de la source (10 millicuries au lieu de 150) entraîne parfois une certaine variabilité des mesures surtout sur sol sec lorsqu'on opère en temps court d'où la nécessité de travailler en temps long ou de faire la moyenne de deux mesures successives en temps court.

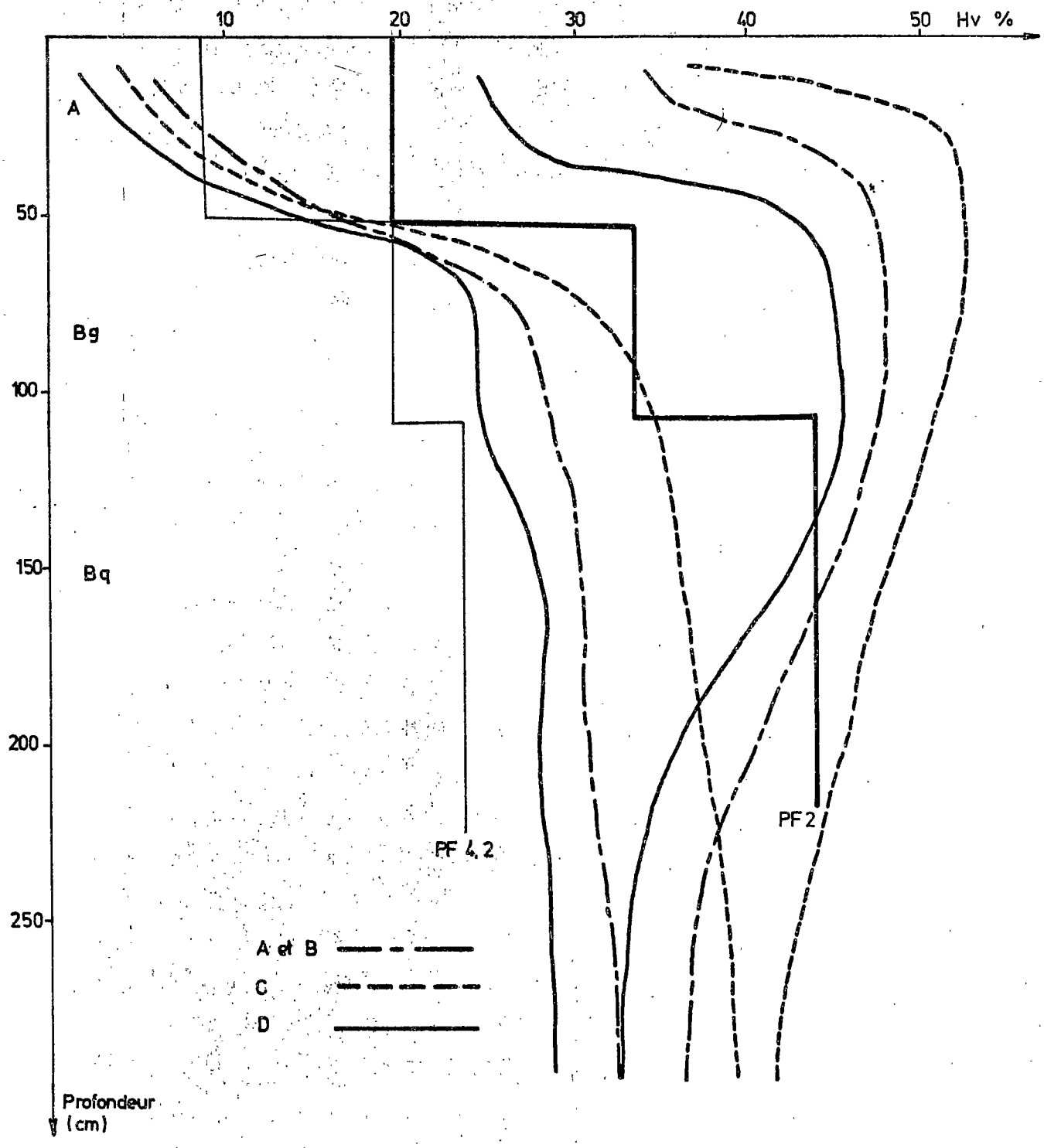
Le traitement des données fournies par la sonde SOLO a été réalisé comme précédemment par Mme. REY.

Les variations d'humidité ont donc été suivies de façon continue, mis à part deux arrêts de un mois et demi environ à la suite de pannes de la sonde, du 15 mai 1974 au 31 août 1978 à un rythme variant de 24 heures à un mois selon la saison et les possibilités de variations de l'humidité du sol.

Il ressort de ces mesures que l'évènement le plus marquant et le plus constant est le niveau très marqué de dessèchement des sols en fin d'été pouvant se poursuivre bien au-delà de la date du 1er septembre retenue par les hydrologues comme le début de l'année hydrologique. On retiendra néanmoins cette date, les diminutions d'humidité étant toujours très faibles en septembre et octobre.

VARIATION GLOBALE DES STOCKS D'EAU.

L'enveloppe des profils hydriques relevés sur les différentes parcelles en cours d'année (fig.1) nous montre un bon accord entre les mesures faites à la sonde à neutrons et les mesures de pf. 4, 2 et 2 pour les principaux horizons, ainsi que vis à vis des chiffres de porosité totale obtenus par les mesures de densité apparente.



Enveloppe des humidités maximales et minimales enregistrées en cours d'année sur parcelles

COMPARAISON AVEC LES COURBES DE PF MOYENNES 4,2 et 2

On voit que les sols passent d'un état très proche ou atteingnent même la saturation sur près de deux mètres pour revenir en été à un stade de dessication proche du pf. 4,2 dans les horizons de surface dans tous les cas et en profondeur pour les parcelles portant une végétation arborée ce qui laisse déjà pressentir le rôle important de la végétation dans le bilan hydrique des sols.

En profondeur les variations d'humidité restent assez faible en cours d'année.

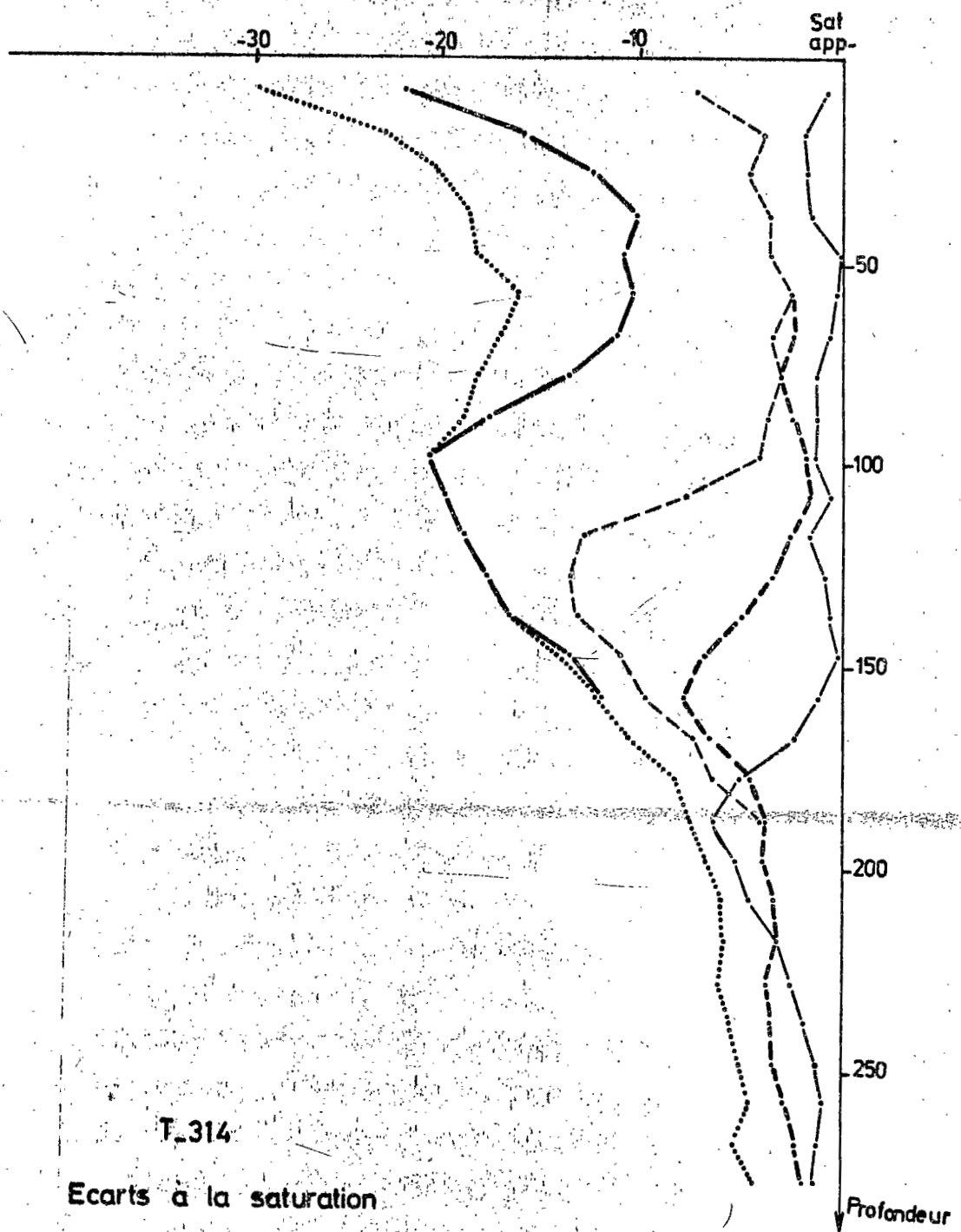
L'essentiel du "réservoir sol" se trouve entre 0 et 150 cm et représente environ 200 millimètres entre la période la plus sèche et l'état de saturation apparente.

C'est à peu près le chiffre de pluviométrie nécessaire en automne (octobre-novembre) pour provoquer un drainage oblique notable. Les premières pluies, sauf intensité particulièrement élevée, sont entièrement absorbées par le sol qui reconstitue ses réserves.

Les horizons profonds du sol ne reconstituent leurs réserves que progressivement par ressuyage des horizons A et Bg ce qui demande plusieurs mois et n'est souvent terminé qu'en février ou mars pour peu que les mois de décembre et janvier soient déficitaires.

On observe alors les taux de ruissellement et de drainage oblique les plus élevés, le sol ne disposant plus de possibilités de stockage et la porosité particulièrement fine des horizons profonds s'opposant à tout drainage rapide des solutions du sol en profondeur.

Les variations de stocks entre les profils les plus humides et les plus secs sur deux mètres cinquante dépassant 300 millimètres ce qui explique les faibles chiffres de ruissellement et de drainage observés sur parcelle.

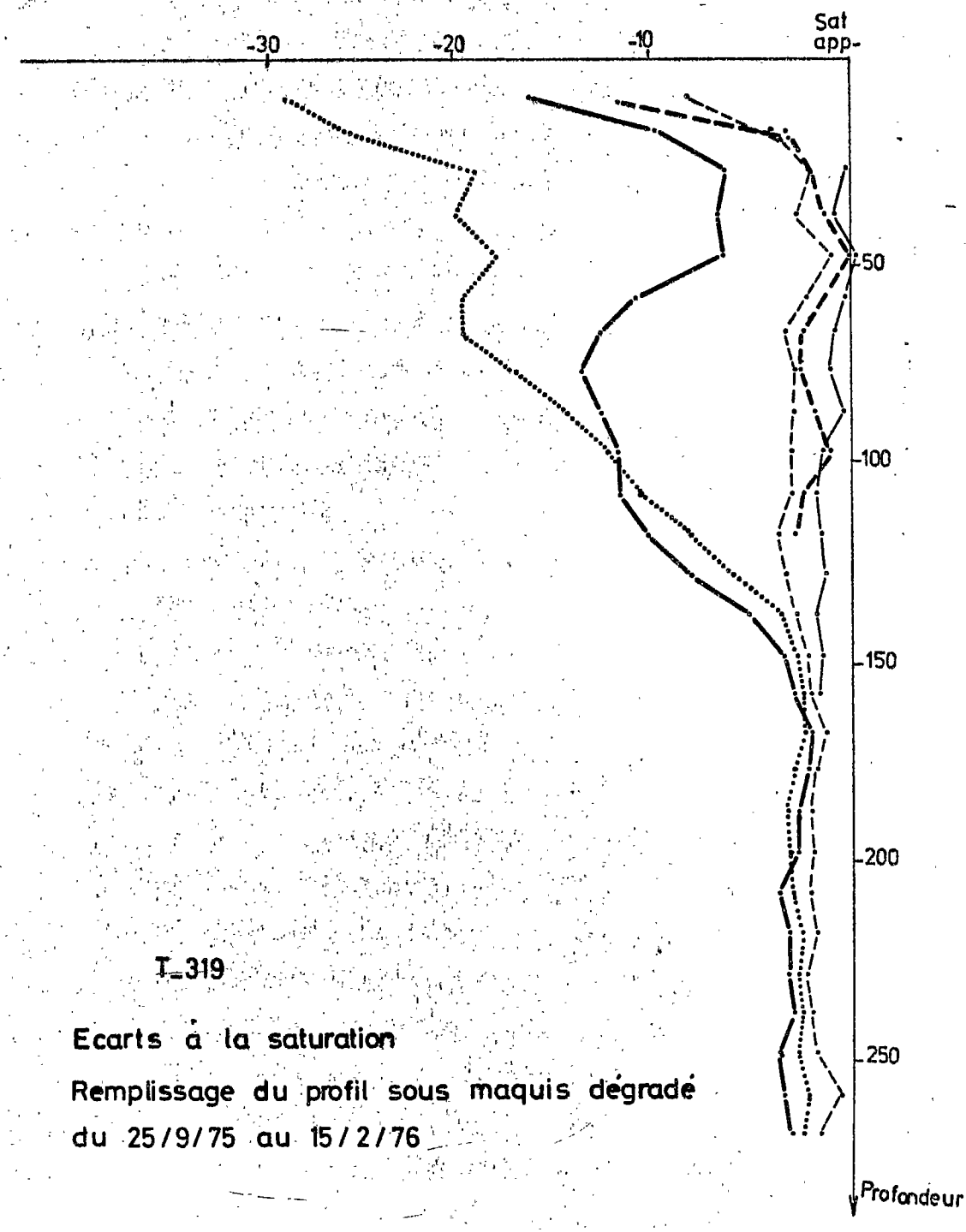


T_314

Ecarts à la saturation

Remplissage du profil sous maquis bien conservé du 25/9/75 au 15/2/76

..... 270
——— 302
- - - - 329
— — — 355
——— 43



T_319

Ecarts à la saturation

Remplissage du profil sous maquis dégradé

du 25/9/75 au 15/2/76

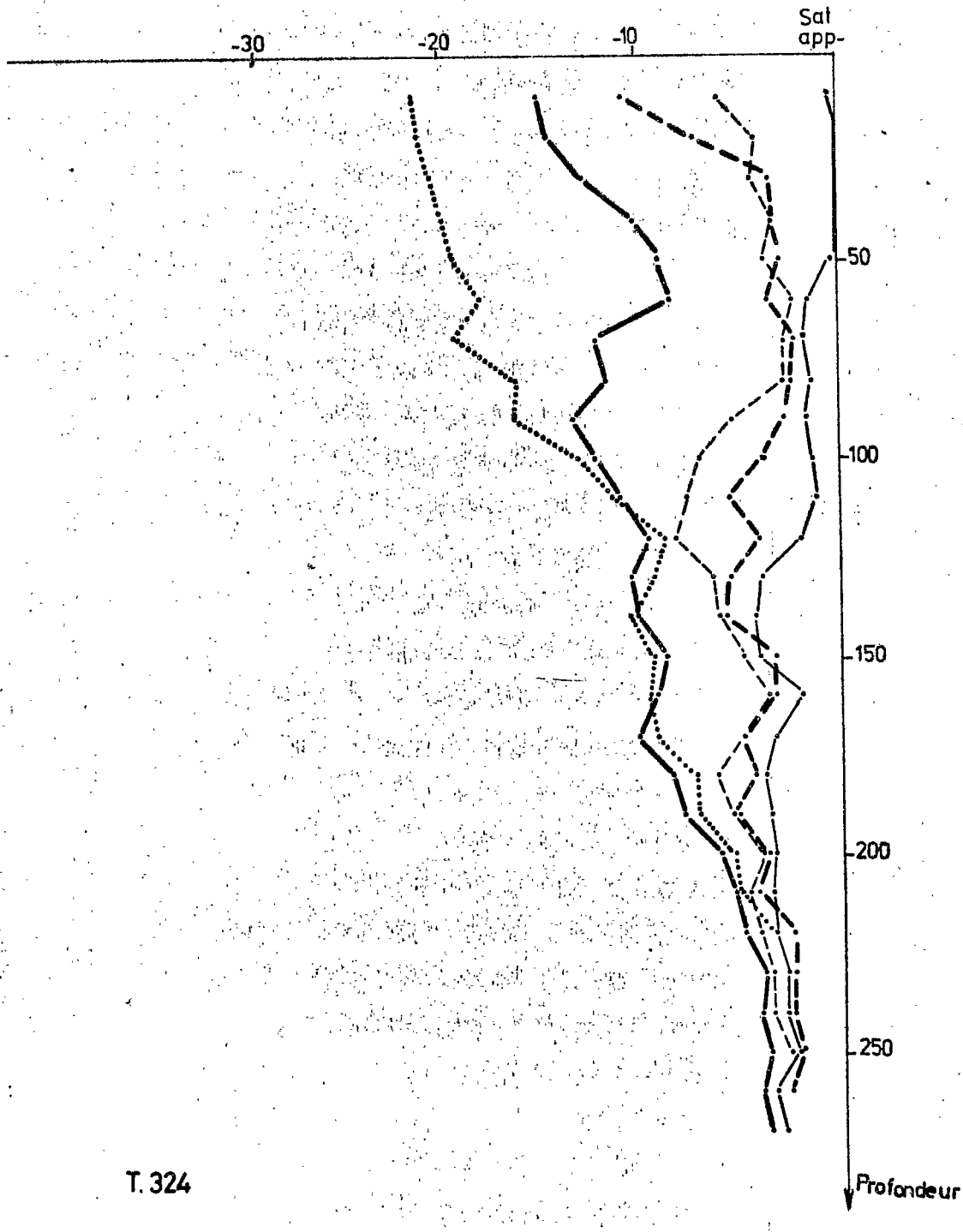
270

300

330

359

48



T. 324

Ecarts a la saturation

Remplissage du profil sous eucalyptus
du 25/9/75 au 15/2/76

270
301
330
345
48

VARIATION DES STOCKS D'EAU EN FONCTION DE LA POSITION TOPOGRAPHIQUE DES TUBES DE SONDE.

- On observe, malgré les différences de réaction liées à l'éthérogénéité du sol et de la végétation un gradient d'humidité entre les tubes situés à l'amont au centre ou au bas des parcelles. Cela est d'autant plus net que la consommation d'eau par la végétation est plus faible ce qui laisse disponible une plus grande quantité d'eau qui, les sols étant à un niveau plus élevé d'humidité, est plus facilement mobilisée. Le phénomène est particulièrement net pour la parcelle C en maquis dégradé, plus ou moins marqué selon les années pour les parcelles A et B sous maquis bien conservé et à peine sensible sous eucalyptus - parcelle D où le sol est généralement suffisamment sec pour fixer sur place les apports d'eau liés aux pluies.

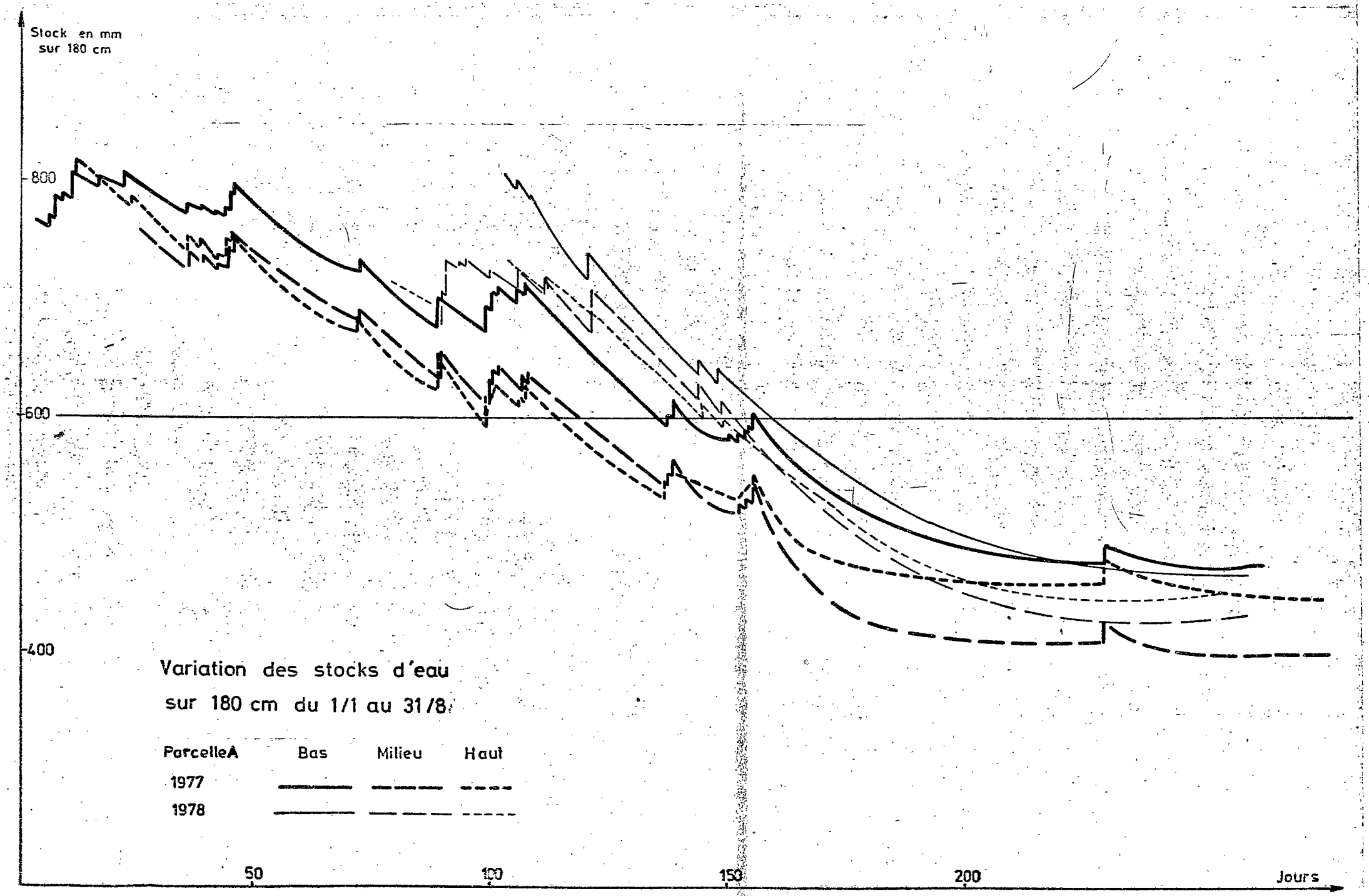
Ici encore l'impact de la végétation se fait donc particulièrement sentir.

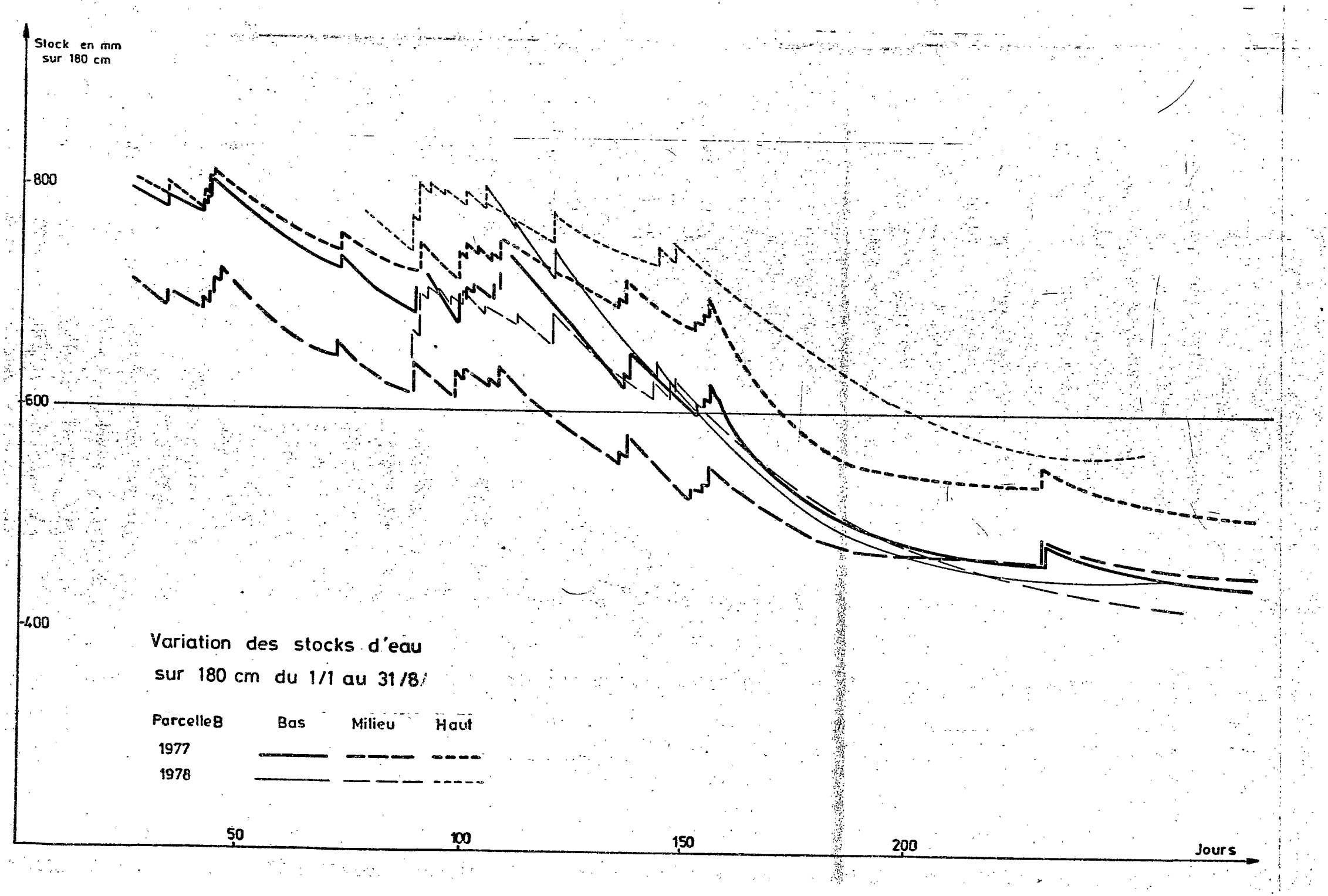
EVOLUTION DES STOCKS D'EAU DANS LE SOL DES PARCELLES EN FONCTION DE LA VEGETATION.

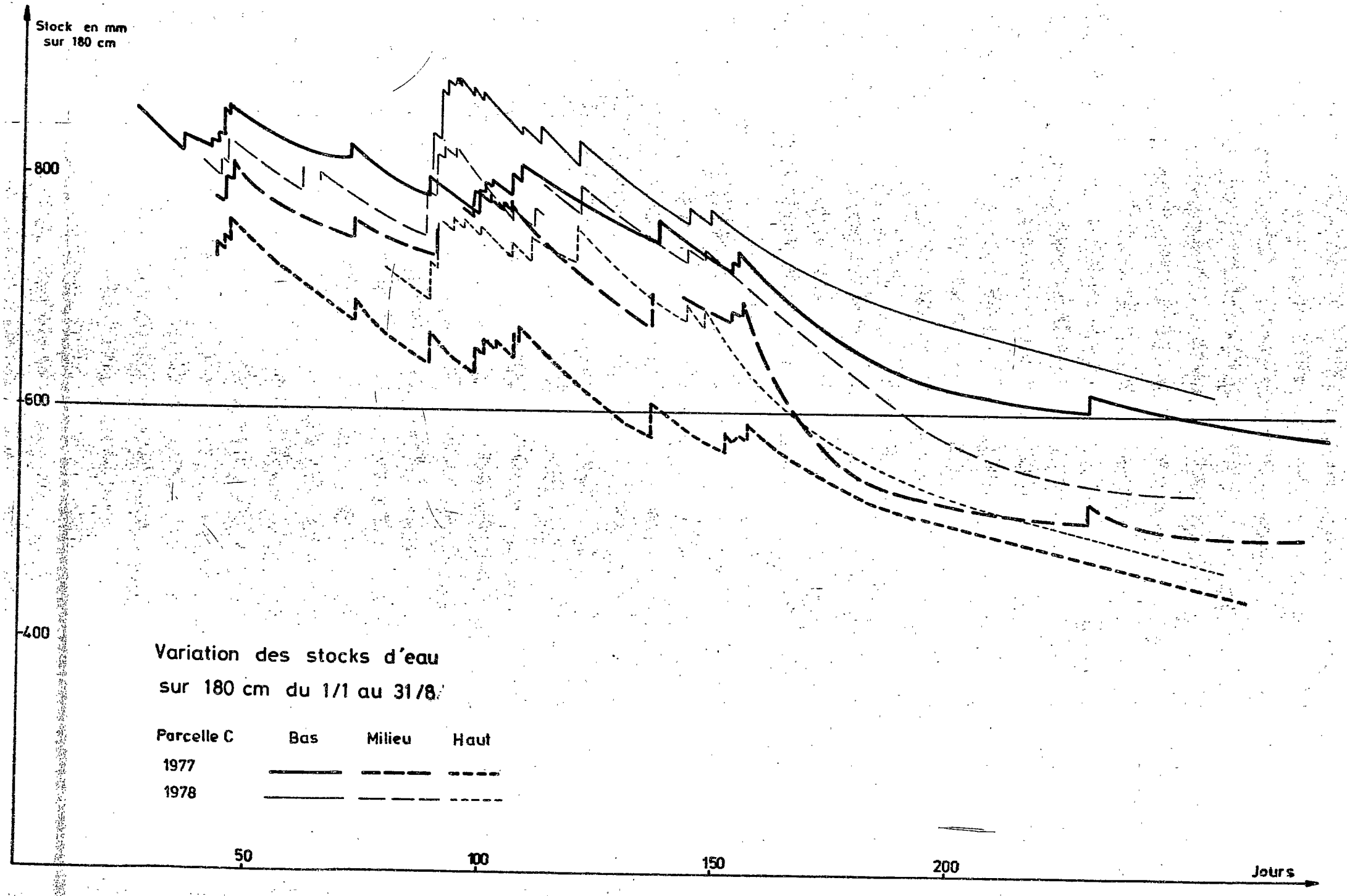
En portant sur des graphiques les stocks d'eau correspondant à une tranche de sol de 180 cm. d'épaisseur (tranche de sol disponible pour tous les tubes et la plus sensible aux variations d'humidité en cours d'année) ainsi que les pluies survenant en cours d'année on arrive à reconstituer de façon précise les courbes de dessèchement des sols à proximité des différents tubes de sonde (cf. en annexe).

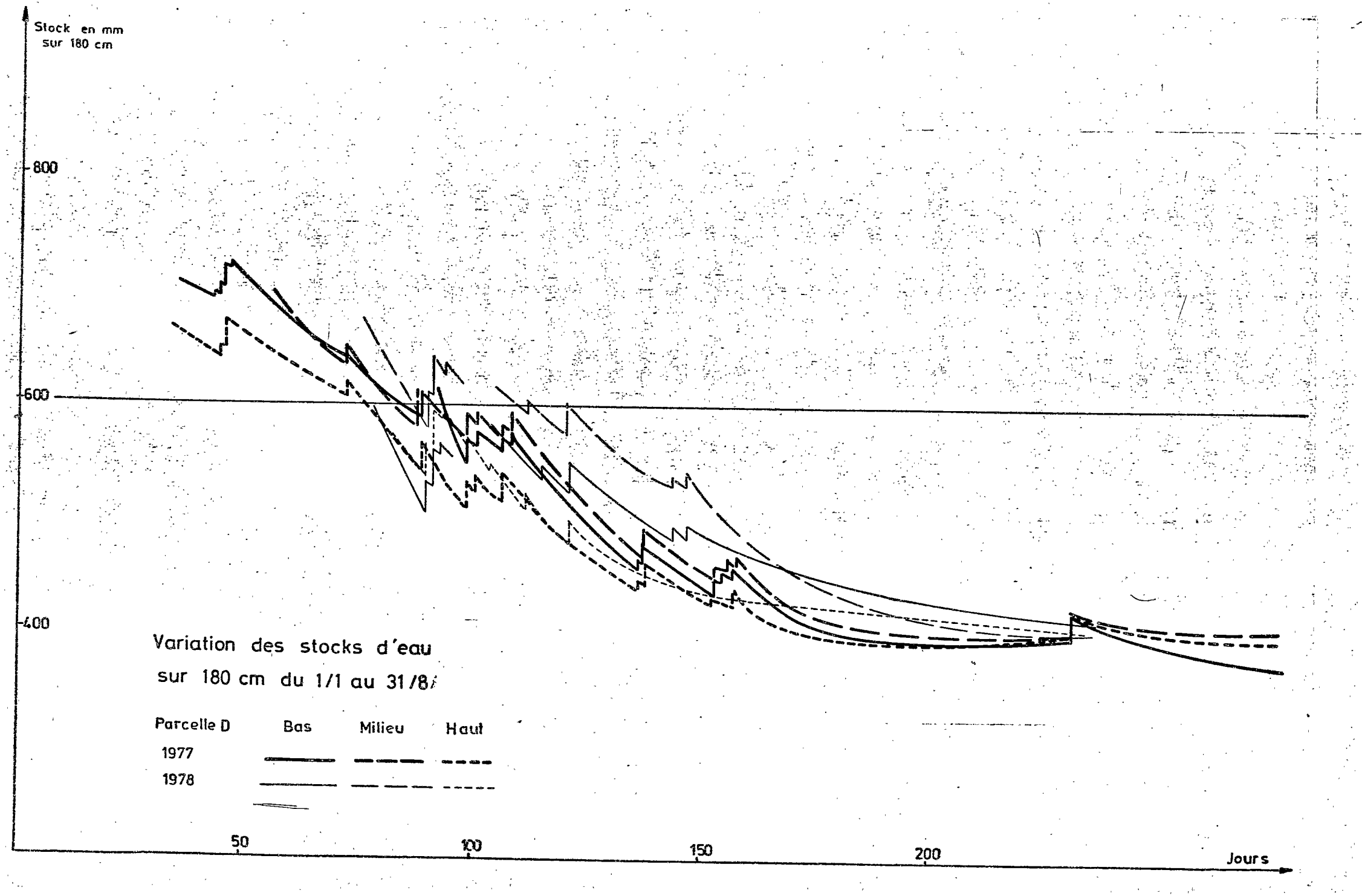
La pente de ces courbes représente la somme de l'ETR et du drainage tant oblique que profond, lorsqu'ils existent en février, mars et l'ETR seule dès que les sols sont ressuyés au printemps.

Le rôle de la végétation est particulièrement important, l'évapotranspiration utilisant au fur et à mesure les quantités d'eau stockées dans le sol le maintienne à un niveau d'humidité plus bas, d'où les différences importantes observées pour le ruissellement et le drainage oblique.


Stock en mm
sur 180 cm
800
600
400
Variation des stocks d'eau
sur 180 cm du 1/1 au 31/8
ParcelleA
Bas
Milieu
Haut
1977
1978
50
100
150
200
Jours


Stock en mm
sur 180 cm
800
600
400
Variation des stocks d'eau
sur 180 cm du 1/1 au 31/8/
Parcelle B
Bas
Milieu
Haut
1977
1978
50
100
150
200
Jours


Stock en mm
sur 180 cm
800
600
400
50
100
150
200
Jours
Variation des stocks d'eau
sur 180 cm du 1/1 au 31/8
Parcelle C
Bas
Milieu
Haut
1977
1978

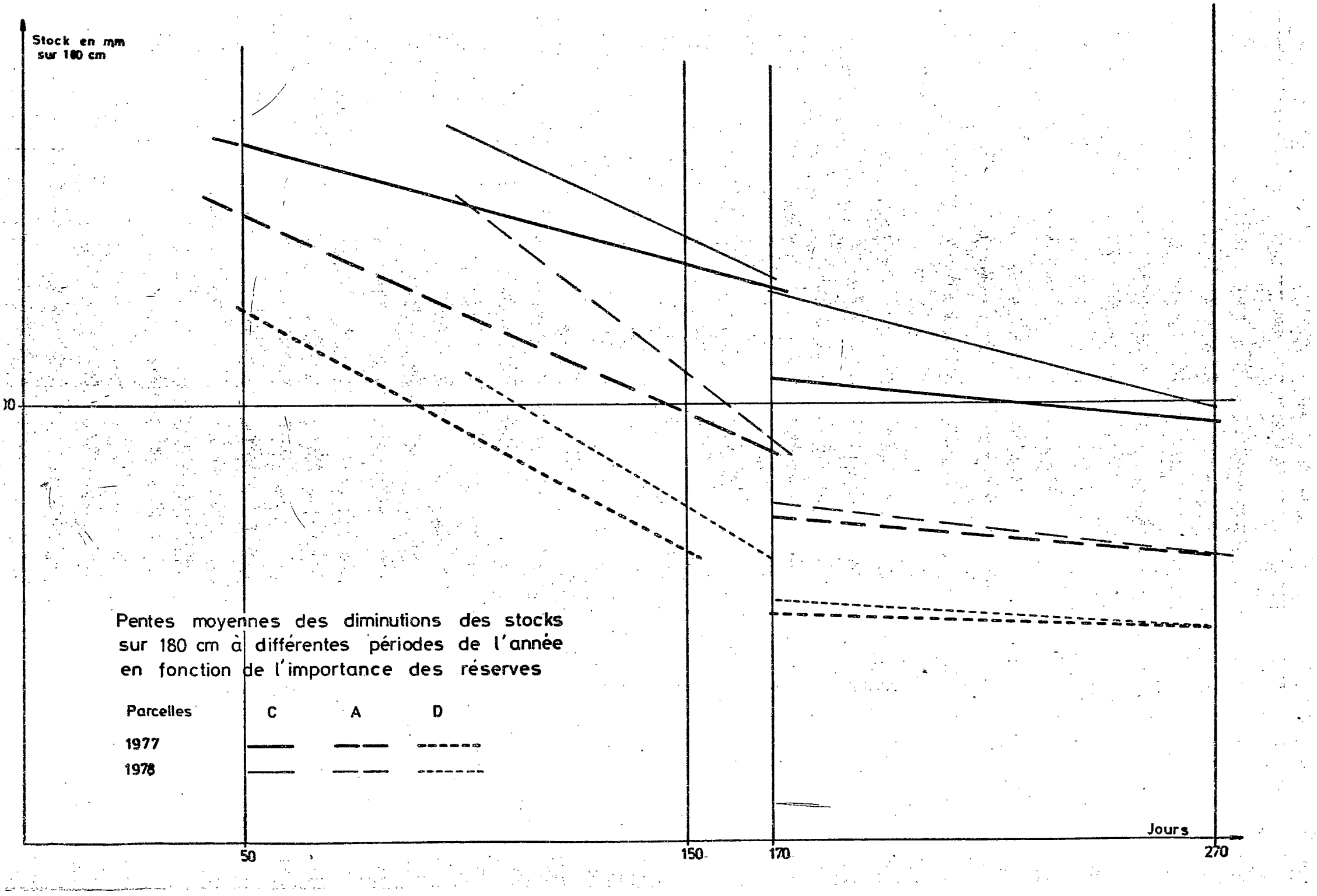

Stock en mm
sur 180 cm
800
600
400
Variation des stocks d'eau
sur 180 cm du 1/1 au 31/8/
Parcelle D
Bas
Milieu
Haut
1977
1978
50
100
150
200
Jours

Cela se remarque très nettement pour la parcelle B où les stocks d'eau des tubes 316, 317 et 318 sont très supérieurs en 1976, 1977 et 1978 à ce qu'ils étaient en 1974 et 1975 à la suite de la suppression du maquis en fin de printemps 1975.

Le niveau de "remplissage" des sols est donc fonction de cette consommation. Si l'on compare sur un même graphique l'évolution des stocks d'eau sur 180 cm. de sol dans les parcelles C (maquis dégradé) A (maquis bien conservé) et D (plantation d'eucalyptus), on constate que l'humidité moyenne du sol est très différente selon le couvert végétal quel qu'ait été le régime pluviométrique de l'année. Malgré ces stocks d'eau d'importance très différente disponible en début d'année la vitesse de consommation de l'eau au printemps et au début de l'été varie de façon inverse du couvert végétal mais de façon différente selon la pluviométrie du printemps. Avec un hiver et un printemps relativement sec comme le fut celui de l'année : 1976-77, la reconstitution des stocks est limitée et la végétation entamme très tôt les réserves du sol ce qui limite la consommation moyenne journalière.

Le schéma suivant montre que sur 100 jours (du 20 février au 30 mai) on a une diminution journalière moyenne de 1,1 mm. en maquis dégradé, de 1,8 sous maquis bien conservé et 2,2 sous eucalyptus. Avec un printemps relativement humide,1978 faisant suite à un hiver sec (1977) les réserves en eau se maintiennent relativement tard en saison puisque les stocks d'eau sont encore équivalents début avril à ce qu'ils étaient fin février l'année précédente.

La consommation journalière d'eau est alors beaucoup plus forte du fait d'une plus grande disponibilité à une période où la température est plus élevée, les jours les plus longs et la végétation en pleine activité. Elle s'établit ainsi pour la période du 100e jour (10 avril) au 170e jour fin juin à 1,86 mm/j. sous maquis dégradé où la demande de la part de la végétation est faible à 3,14 mm. sous maquis bien conservé qui est alors en pleine croissance pour n'être que de 2,43 mm/j. sous eaucalyptus qui éprouvent déjà des difficultés à extraire de l'eau d'un sol qui n'a pas pu reconstituer complètement des réserves du fait de la consommation hivernale des arbres.


Stock en mm
sur 180 cm
10
50
150
170
270
Jours
Pentes moyennes des diminutions des stocks
sur 180 cm à différentes périodes de l'année
en fonction de l'importance des réserves
Parcelles
C
A
D
1977
1978

Variations du stock sur 180 cm.

1977 du 50e au 150e j.	110 mm=1,2 mm/j	180 mm=1,8 mm/j	220 mm=2,2 mm/j
1977 du 170e au 270e j.	40 mm=0,4 mm/j	40 mm=0,4 mm/j	10 mm=0,1 mm/j
1978 du 100e au 170e j.	130 mm=1,86 mm/j	220 mm=3,14 mm/j	170 mm=2,43 mm/j
1978 du 170e au 270e j.	40 mm=0,4 mm/j	50 mm=0,2 mm/j	20 mm=0,2 mm/j

Au cours de l'été les consommations d'eau deviennent très faibles soit que la demande la végétation soit limitée, cas du maquis dégradé soit que les stocks disponibles deviennent si faibles que les difficultés d'extraction limitent la consommation cas d'eucalyptus. (cf. schéma de variation des ETR).

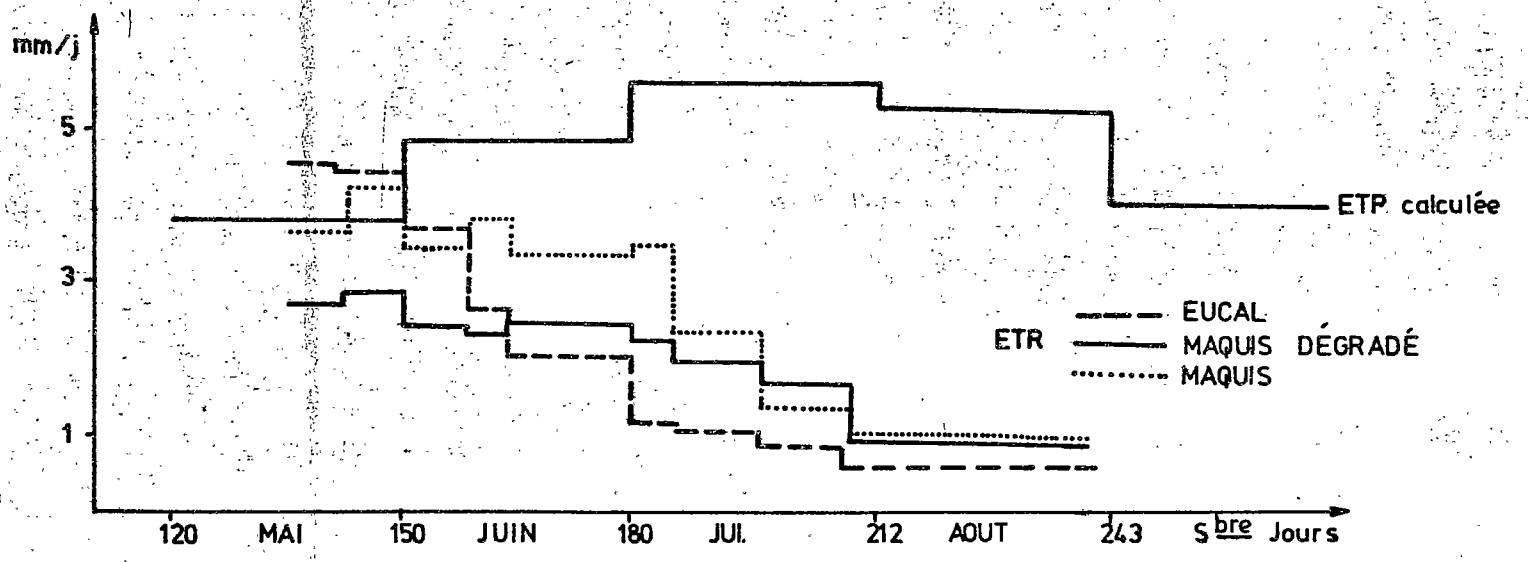
Quelles que soient les années des courbes de variations des stocks ont toujours une allure asymptotique en septembre par épuisement des réserves utilisables; la valeur absolue de cette asypmtote varie plus ou moins selon les années en fonction du couvert végétal.

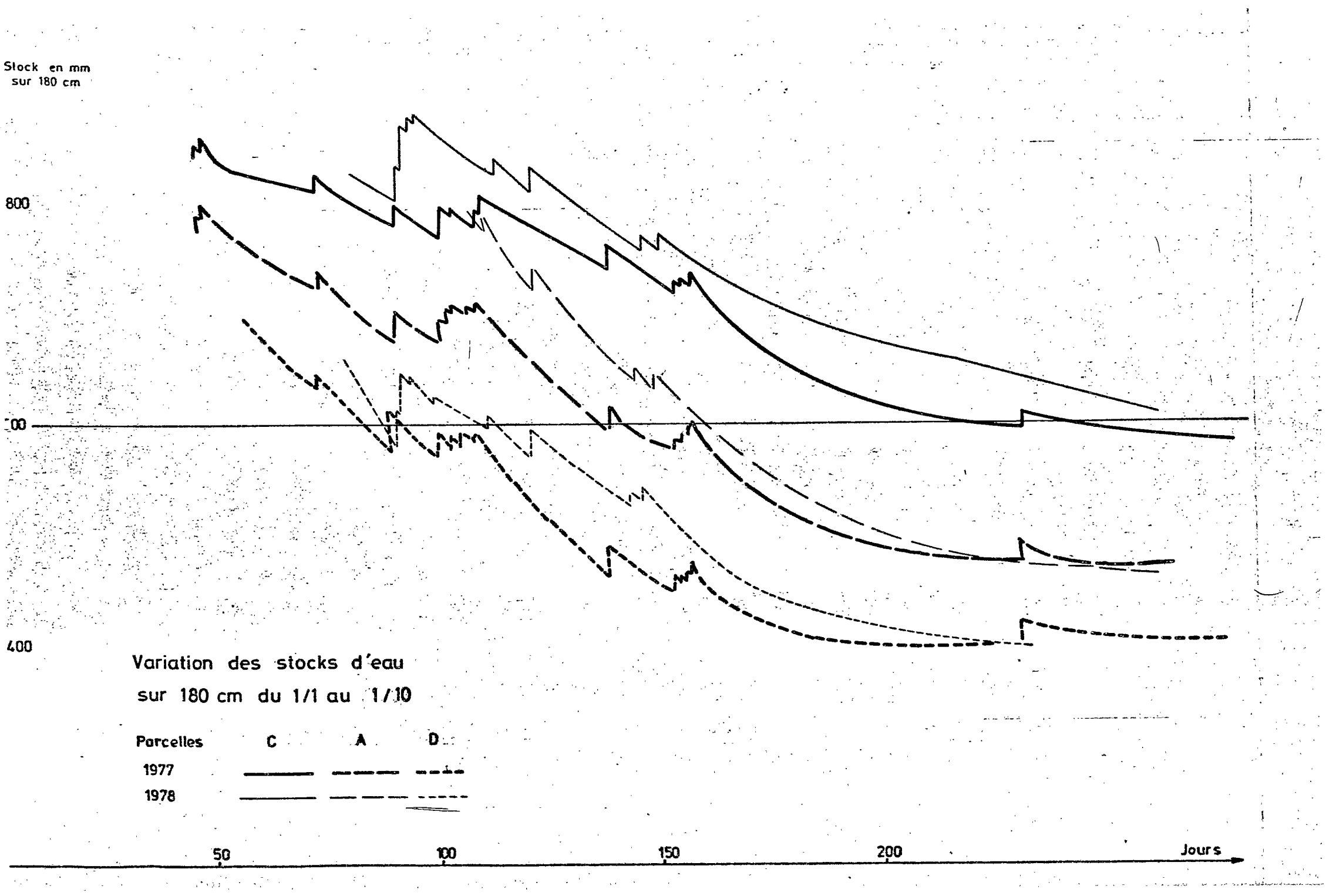
Ainsi sous maquis bien conservé les minima atteints sont relativement variables en fonction de la pluviométrie totale et de sa répartition preuve que la consommation par la végétation correspond à une eau encore assez facilement utilisable.

Sous eucalyptus les minimas sont plus faibles et très proches les uns des autres chaque année qu'il s'agisse d'année humide ou sèche preuve que les arbres utilisent toute l'eau à leur disposition au maximum de leurs capacités physiologique abaissant toute la tranche 0-180 aux environs de pf. 4,2.

Avec la parcelle C sous maquis dégradé les asymptotes atteintes en été reflètent plutôt le potentiel d'utilisation de l'eau par la formation végétale, le sol disposant encore chaque année de réserves qui pourraient être utilisées par un système racinaire plus puissant. La variabilité de la pluviométrie ne marque donc pas.

EVOLUTION DE L'ETP ESTIMÉE ET DE L'ETR MESURÉE AU COURS DE L'ÉTÉ 1974




Stock en mm
sur 180 cm
800
400
Variation des stocks d'eau
sur 180 cm du 1/1 au 1/10
Parcelles
C
A
D
1977
1978
50
100
150
200
Jours

Sous eucalyptus le sol se dessèche sur deux mètres, les courbes d'écarts à la saturation apparente étant très redressées alors que sous maquis dégradé il n'y a pas de consommation d'eau en dessous de 125 cm. Les courbes reflétant plutôt une consommation à partir de la surface sous forme d'évaporation directe schéma p. 61.62.63.

EXAMEN DE L'EVOLUTION DES STOCKS D'EAU DANS LES SOLS DES DIFFERENTES PARCELLES.

1) Parcelle D = peuplement d'eucalyptus.

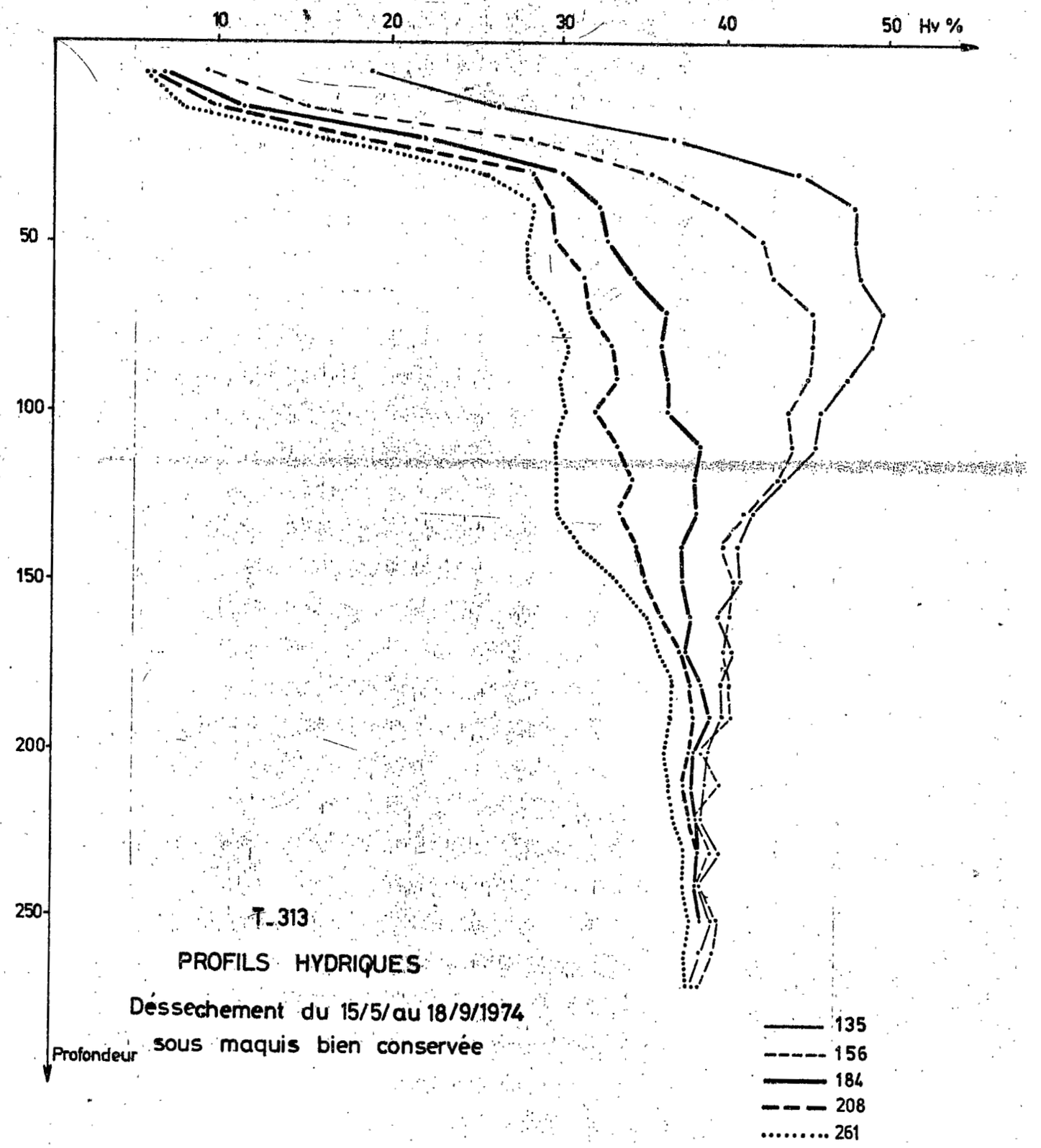
Cette parcelle porte une plantation âgée d'une dizaine d'années lors du début des mesures (arbres de 8 à 10 m. de haut) sous laquelle s'est reconstitué un sous bois dense formé des espèces composant habituellement le maquis.

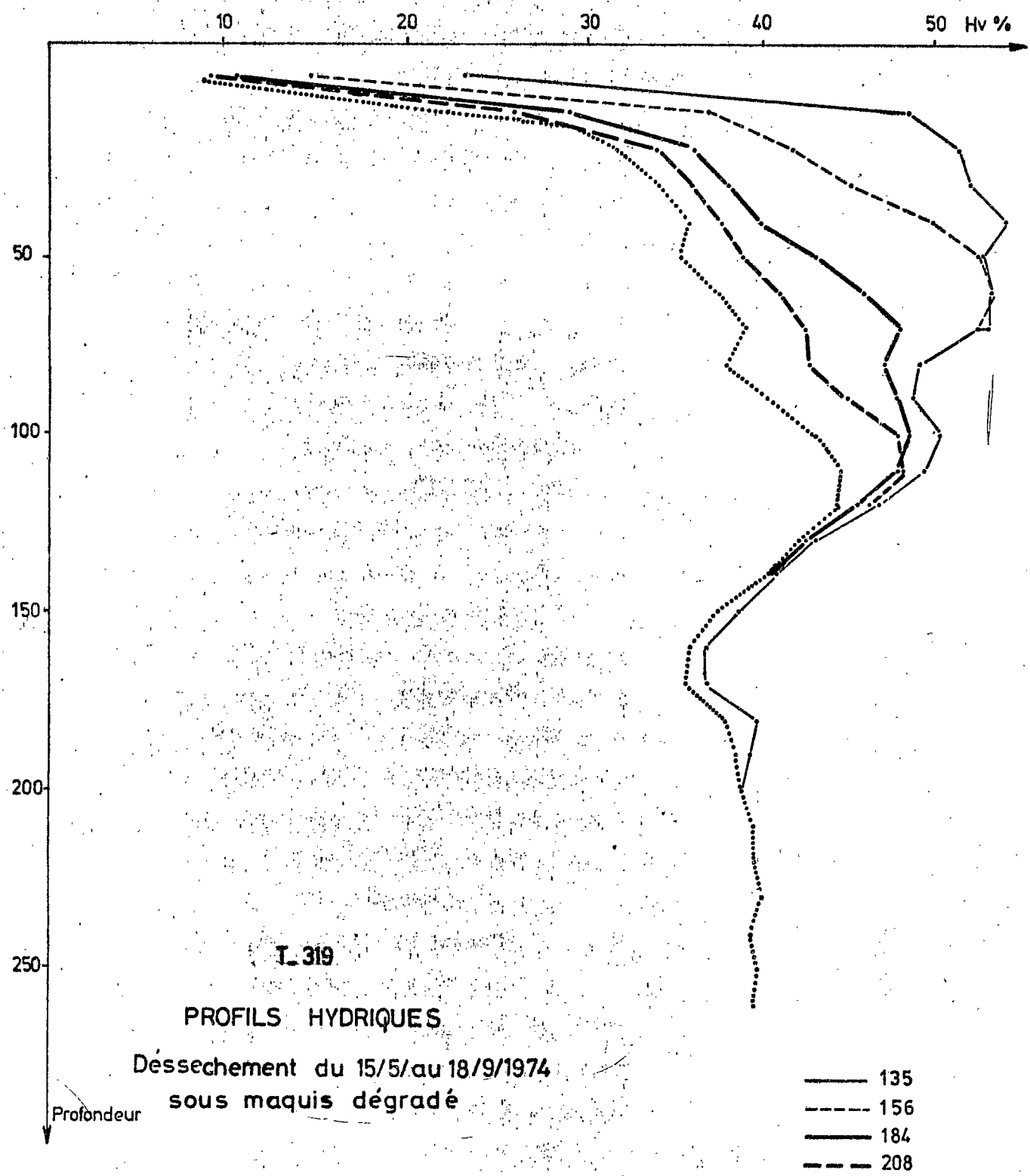
Le sol n'atteint que très rarement un état d'humidité proche de la saturation apparente (tubes 323 - 324 - 325 - 326) ce qui est confirmé par le petit nombre de jours par an où un écoulement soit enregistré au niveau des gouttières de drainage oblique.

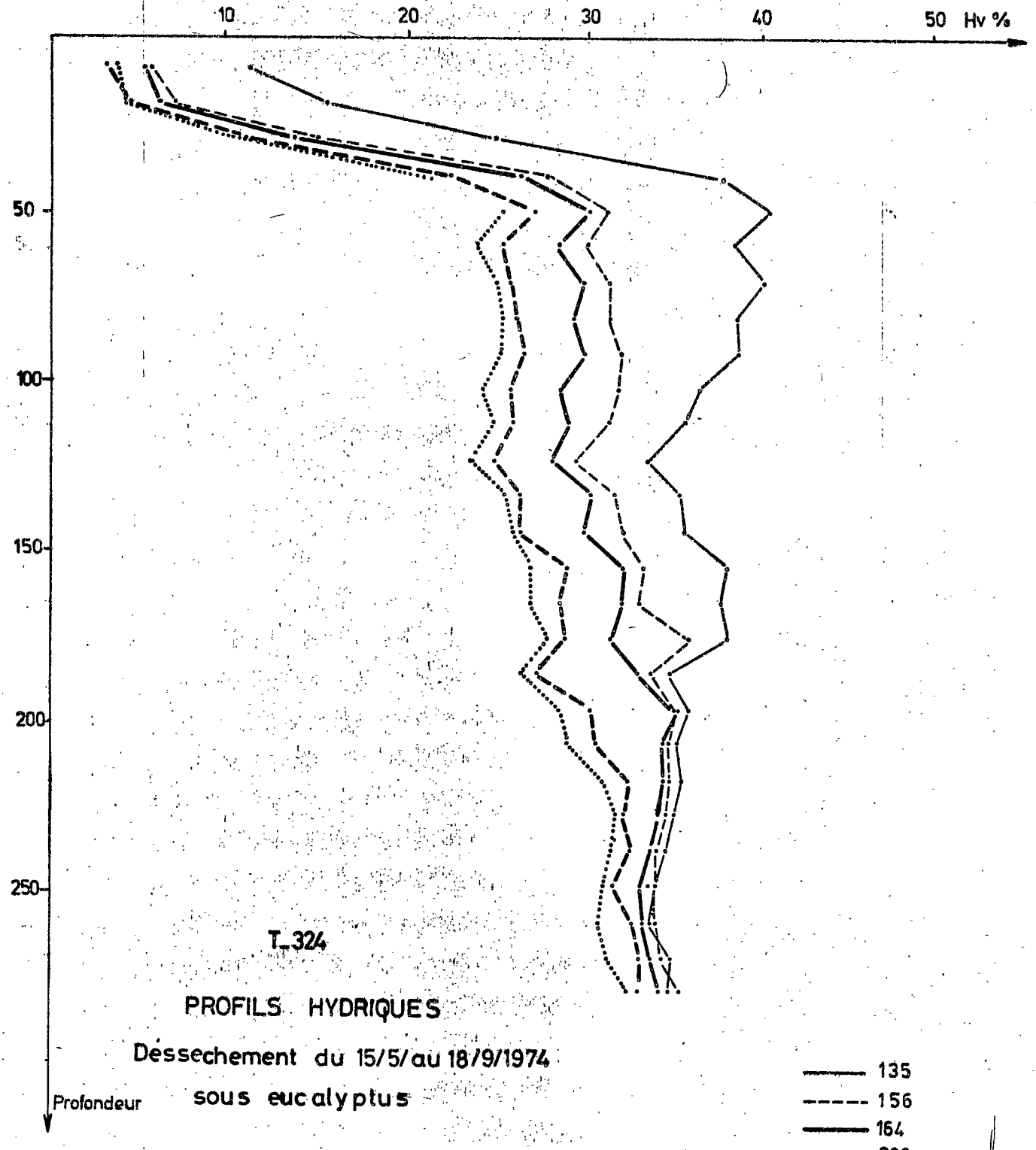
. La faiblesse des volumes recueillis et la rapidité des réponses après les pluies fait d'ailleurs plus penser à des circulations gravitaires par des macropores ou des fentes qu'au ressuyage d'un sol engorgé.

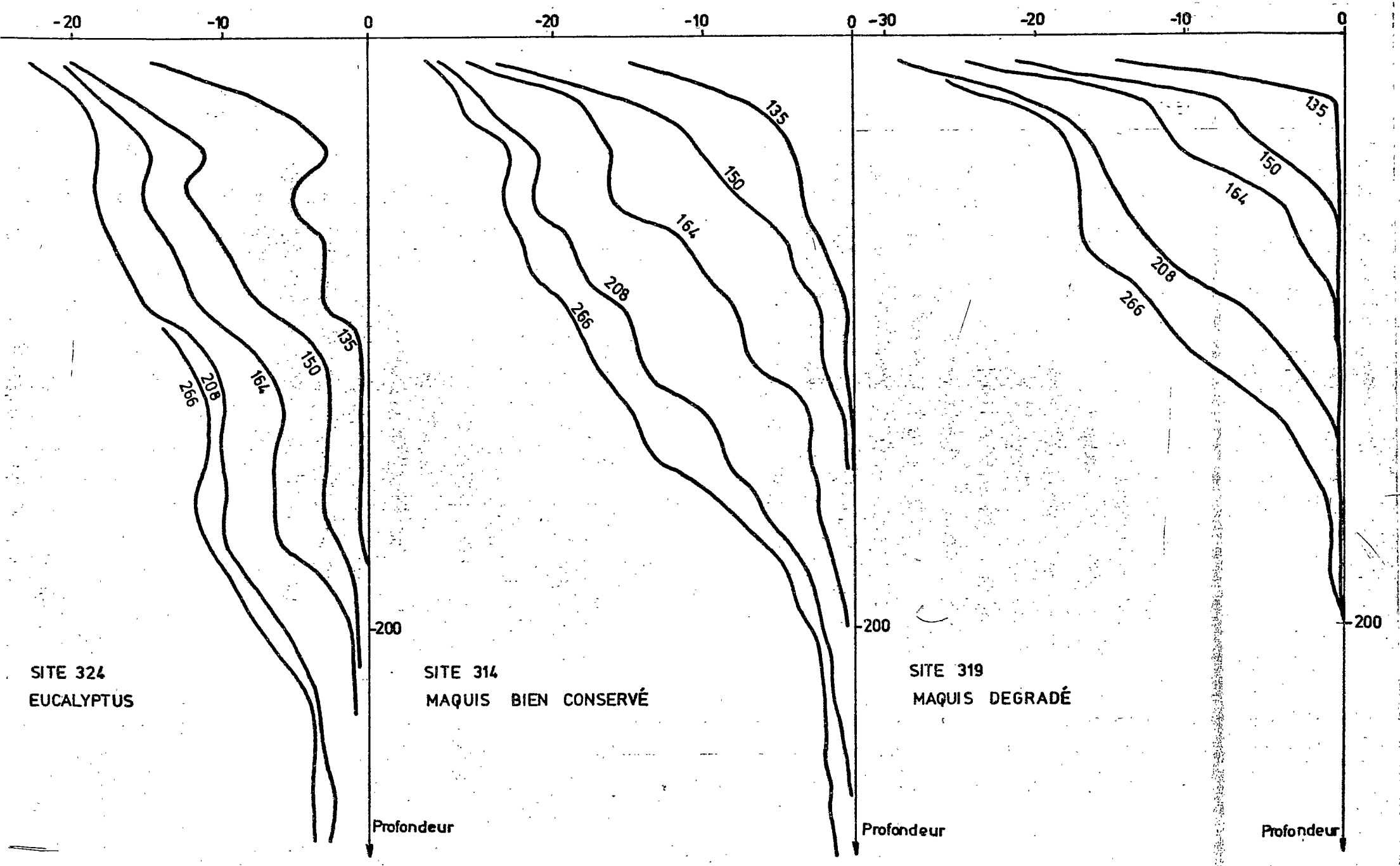
. Au cours de la saison des pluies le stock d'eau a une allure en dents de scie accentuées, les pluies étant rapidement utilisées soit par une ETR active tout l'hiver soit par un redistribution au sein d'un sol éloigné de son état de saturation.

On ne constate jamais de "plateau" dans l'allure des courbes. Il existe cependant un léger transfert d'eau soit par ruissellement de surface soit par drainage oblique car si l'on compare les courbes de varia-


10
20
30
40
50 Hv %
50
100
150
200
250
Profondeur
T. 313
PROFILS HYDRIQUES
Déssechement du 15/5/ au 18/9/1974
sous maquis bien conservée
135
156
184
208
261


10
20
30
40
50 Hv %
50
100
150
200
250
Profondeur
T. 319
PROFILS HYDRIQUES
Déssechement du 15/5/au 18/9/1974
sous maquis dégradé
135
156
184
208
261


10
20
30
40
50 Hv %
50
100
150
200
250
Profondeur
T_324
PROFILS HYDRIQUES
Dessechement du 15/5/au 18/9/1974
sous eucalyptus
135
156
164
208
261



ECARTS HYDRIQUES A LA SATURATION APPARENTE DU 15 MAI AU 23 SEPTEMBRE 1974

tions de stocks d'eau entre les trois tubes de la parcelle pour l'année 1977 au printemps sec et pour l'année 1978 au printemps humide, on constate une tendance dans les deux cas à une humidité plus faible à l'amont de la parcelle qu'à l'aval. Cela est aussi visible fin mars 1978 où l'on constate une augmentation du stock d'eau en bas de parcelle et de façon moindre en milieu de parcelle nettement supérieure à la quantité totale des pluies tombées les jours précédents.

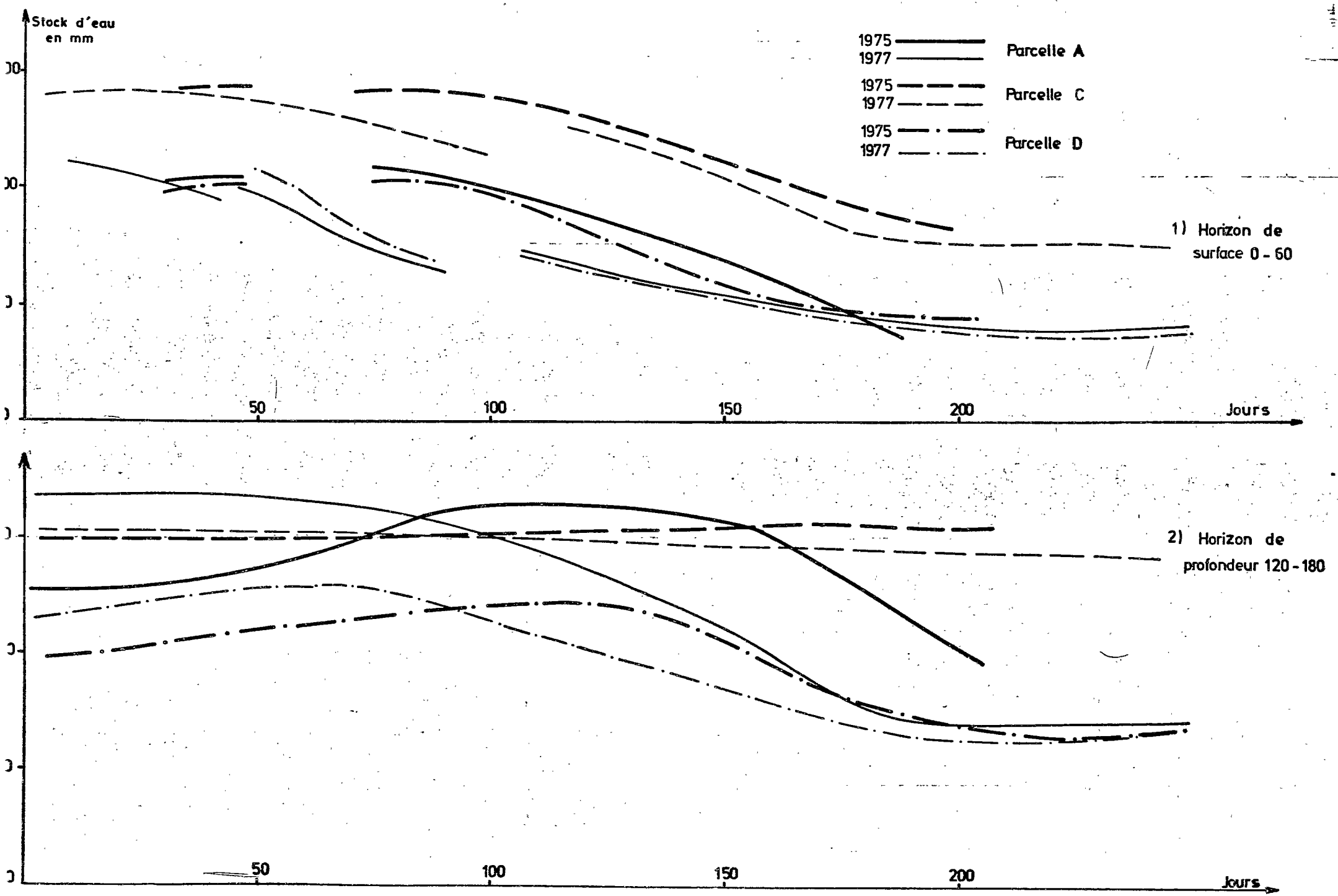
Au mois d'août, on ne distingue aucune différence entre l'amont et l'aval de la parcelle ni entre les années 1977 et 1978. Les stocks sont réduits au point que la végétation n'arrive pratiquement plus à prélever d'eau ce qui se traduit par une allure asymptotique des courbes qui correspond à l'arrêt de végétation des eucalyptus constaté chaque été dans la tégion.

Des mesures faites par l'INRF (Schoenemberger 1970) sur des eucalyptus ont montré que le diamètre des troncs d'arbres diminuait en été par stress hydrique.

La variation de la pluviométrie d'une année sur l'autre ne se marque en fait que par la date plus ou moins précoce à laquelle le "réservoir sol" est vide. C'est ainsi qu'une année particulièrement humide comme 1975-76 retarde le moment où l'activité des arbres se ralentit mais en septembre le taux d'humidité est aussi faible que celui observé dès Juillet ou Août les autres années, preuve que les arbres ont utilisé toute l'eau disponible.

La variation maximale de stock d'eau entre l'état le plus sec et le plus humide est de l'ordre de 300 mm. ce qui est inférieur à la capacité de stockage de ce type de sol sur deux mètres d'épaisseur.

Les épisodes pluvieux très intenses ou de longue durée peuvent cependant provoquer un certain ruissellement et un certain transfert d'humidité de l'amont vers l'aval probablement plus par la macroporosité du sol que par un engorgement généralisé.



Variation comparée des stoks d'eau en surface et en profondeur

. Ce cas s'est en particulier présenté début février et fin mars 1978 de façon d'autant plus nette que le maquis en sous bois avait été coupé en 1977 ce qui a eu pour effet de diminuer l'ETR et l'écran végétal qui a pour effet d'étaler les pointes d'intensité des pluies.

Le double écran végétal formé par les eucalyptus et le maquis en sous bois a un effet très marqué sur les petites pluies estivales qui ne modifient pas l'humidité du sol de la parcelle eucalyptus contrairement aux autres, leur effet étant probablement annulé par une absorption et une évaporation complète au niveau du feuillage et de la litière.

2) Parcelle C - Maquis dégradé.

. La faiblesse de la consommation d'eau par une végétation en mauvais état et à faible système racinaire entraîne une augmentation rapide du stock d'eau lors des premières pluies qui tombent sur un sol dont les réserves profondes sont très peu entamées.

La saturation apparente est atteinte assez tôt en saison (novembre à janvier) et se maintient parfois jusqu'en mai.

La courbe des variations de stock d'eau présente donc un long palier avec de très faibles variations au regard des pluies preuve d'une incapacité du sol à absorber plus d'eau et explication des taux importants de ruissellement et de drainage oblique pendant les mois de février et mars (fig.p.66)

Le dessèchement en cours d'été est lent et bien moins accentué que sous eucalyptus. Il reste de l'eau disponible en profondeur chaque été ce qui explique que l'été humide de 1976 ne se distingue guère des autres. Par contre le printemps sec de 1977 oblige la végétation à puiser dans des réserves profondes auxquelles elle ne touche pas ordinairement d'où une diminution plus importante cette année là du stock 0 - 180 cm. (fig.p.66).

Le sol restant humide en été les variations maximales de stock d'eau en cours d'année restent faibles, de l'ordre de 300 millimètres.

En comparant les variations de stock d'eau entre l'amont et l'aval de la parcelle en particulier lorsque les sols ne sont pas encore saturés, on constate un gradient d'humidité très net entre le haut et le bas. Il y a donc transfert d'eau par ruissellement et drainage oblique. Cela se vérifie par des augmentations de stock d'eau sur les tubes 320 et 319 entre deux dates données supérieures aux pluies tombées entre ces deux dates, ou des diminutions de stock très faibles résultant, d'une compensation de l'ETR par des apports de l'amont.

	Dates	9/10 au 27/10/75	29/9 au 5/10/76	5 au 28/1/78
	Pluies	85,0	27,5	73,5
319	ΔS	81,7	67,6	110
320	ΔS	94,3	67,2	60,9
321	ΔS	70,1	23,4	25,3

Cette manifestation de transfert n'est sensible qu'en début de saison des pluies; ensuite l'état de saturation généralisé des sols masque le phénomène

L'état d'humidité proche de la saturation , une bonne partie de l'hiver, explique le drainage oblique important observé au cours de l'année tant en volume qu'en durée. Pour les tubes 321 et 322 où la végétation est encore assez bien conservée et se reprochait d'un maquis en bon état, on commence à observer des évolutions de stock en cours d'année comparables à celles des parcelles A et B (cf. courbes en annexe).

3) Parcelles A et B - Maquis bien conservé.

Ces parcelles présentent des situations intermédiaires à celles observées dans les deux premiers cas.

Les profils hydriques atteignent un état de saturation apparente plus tard en saison que la parcelle C du fait d'un déficit en eau initial plus proconcé. La diminution du stock d'eau est par contre plus précoce, signe d'une ETR plus active surtout au début du printemps.

Les variations annuelles du stock d'eau présentent un maximum d'amplitude par rapport aux parcelles C et D (350 mm. environ). La consommation moins forte que sous eucalyptus en hiver permet en effet aux stocks de se reconstituer jusqu'à saturation apparente du sol et l'enracinement profond de la végétation permet en été un utilisation très complète des réserves hydriques du sol.

. L'approvisionnement en eau selon les années peut donc avoir une influence plus importante sur les variations de stock ce qui se vérifie sur les courbes (cf. annexes) le dessèchement du sol étant d'autant plus marqué que le printemps et l'été sont secs.

Le profil 315 près duquel poussent un chêne liège et un arbousier, végétaux ayant un système racinaire puissant et une forte ETR, a un comportement comparable aux profils sous eucalyptus avec une grande dispersion des maxima d'humidité en hiver en fonction de la pluviométrie. Inversement, le profil 312 à l'extérieur des parcelles, bénéficiant d'apports d'eau de l'amont du versant a un comportement qui se rapproche de celui des profils de la parcelle C avec engorgement du profil tous les hivers.

Cet impact de la végétation sur la consommation d'eau dans le sol se retrouve à l'occasion de la suppression du couvert végétal effectué à la fin du printemps 1975 sur la parcelle B. Les stocks d'eau en fin d'été sont beaucoup plus élevés en 1976-77 et 1978 qu'en 1974 quelle que soit la pluviométrie de l'année.

Parcelle B

Stocks d'eau le 15 août en mm. sur 180 cm.		Tube 316	Tube 317	Tube 318
Avant la coupe	1974	438	388	496
	1975	430	398	472
Après la coupe	1976	548	560	650
	1977	466	466	536
	1978	456	440	570

Le maquis bien conservé apparaît donc bien comme la formation végétale la mieux adaptée à une utilisation optimale de l'eau du sol en cours d'année encore faudrait-il connaître son taux de transformation de l'eau en matière sèche.

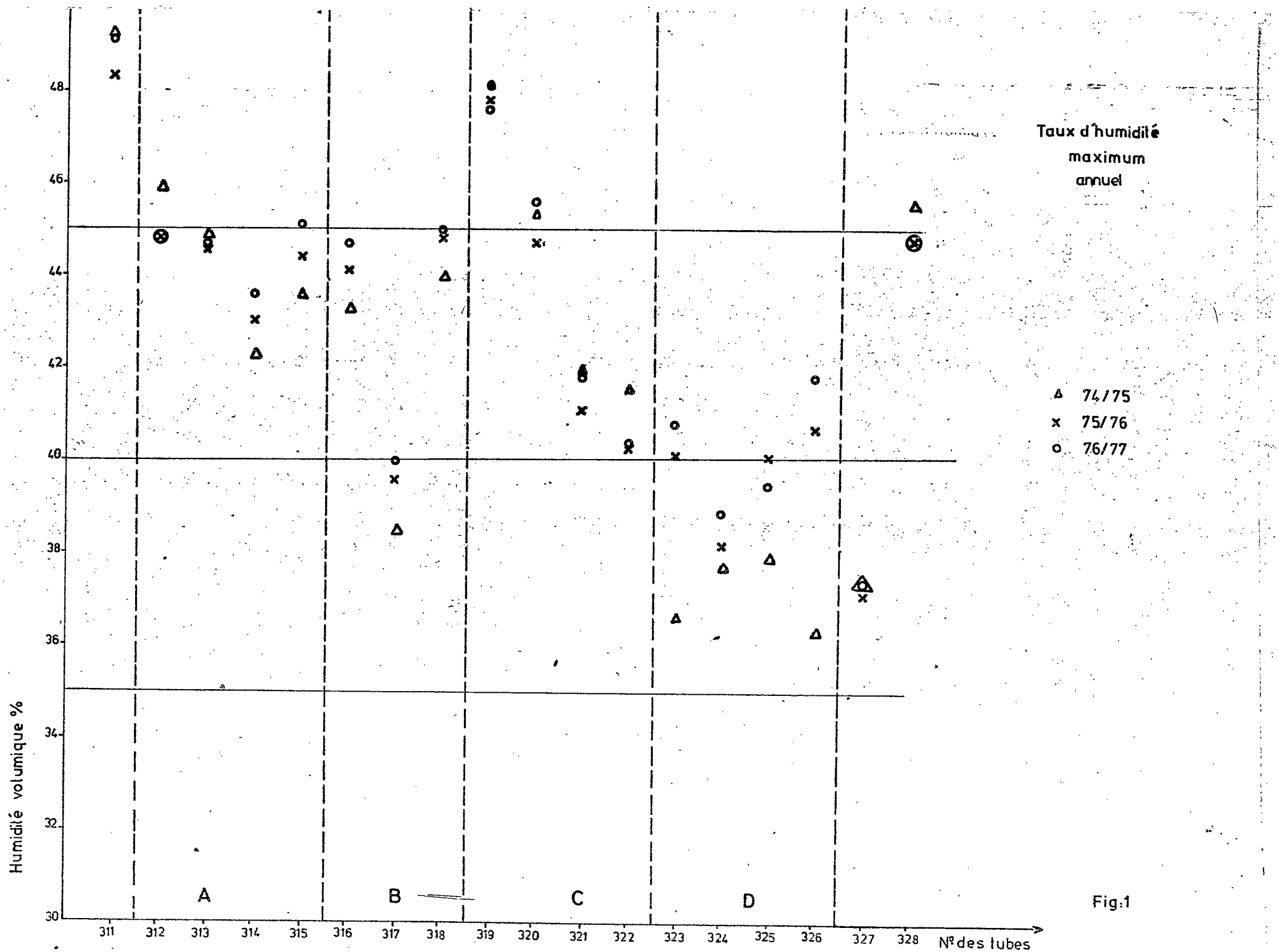

Taux d'humidité maximum annuel
74/75
75/76
76/77
Humidité volumique %
48
46
44
42
40
38
36
34
32
30
A
B
C
D
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
Nº des tubes

Fig:1

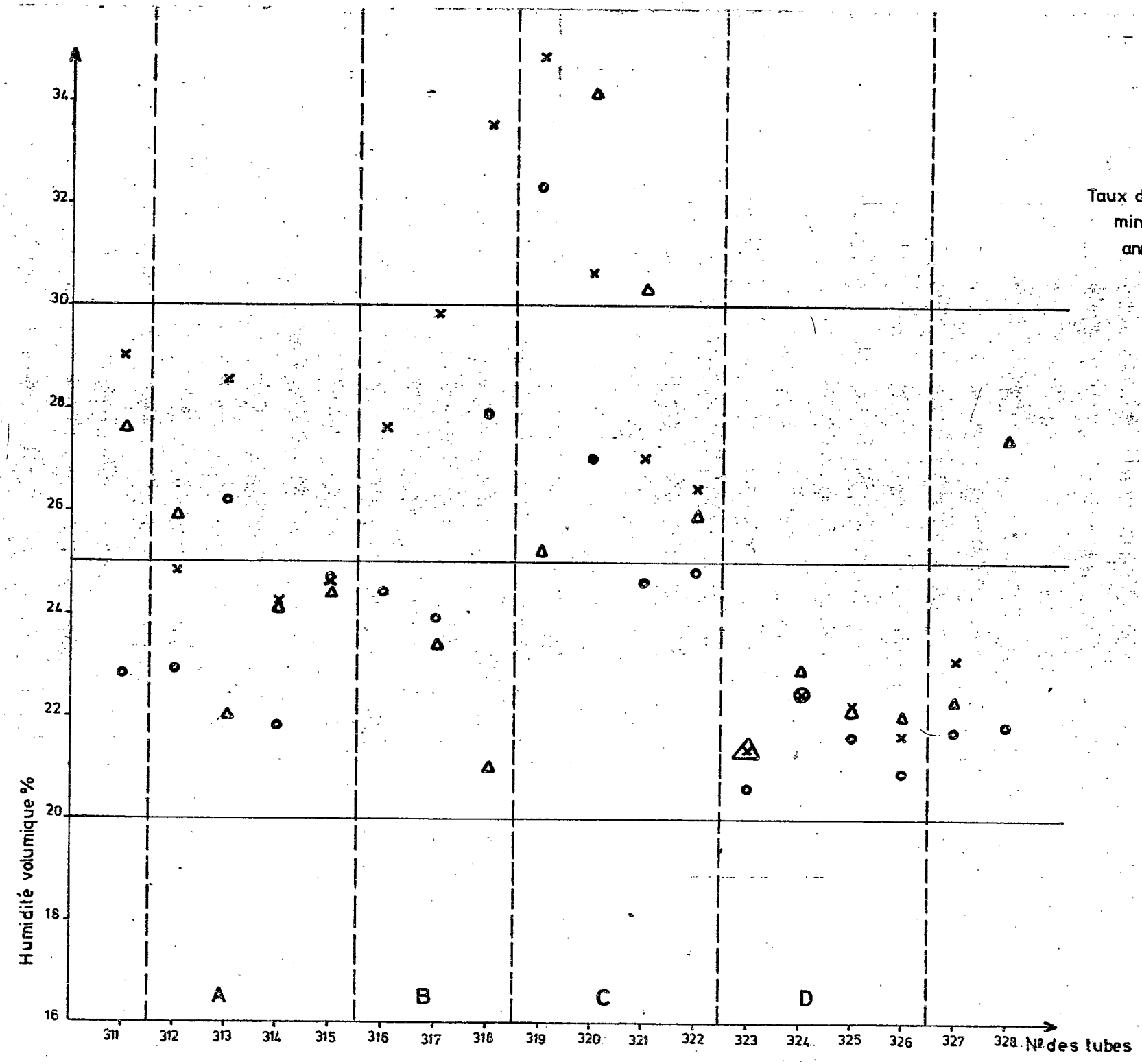
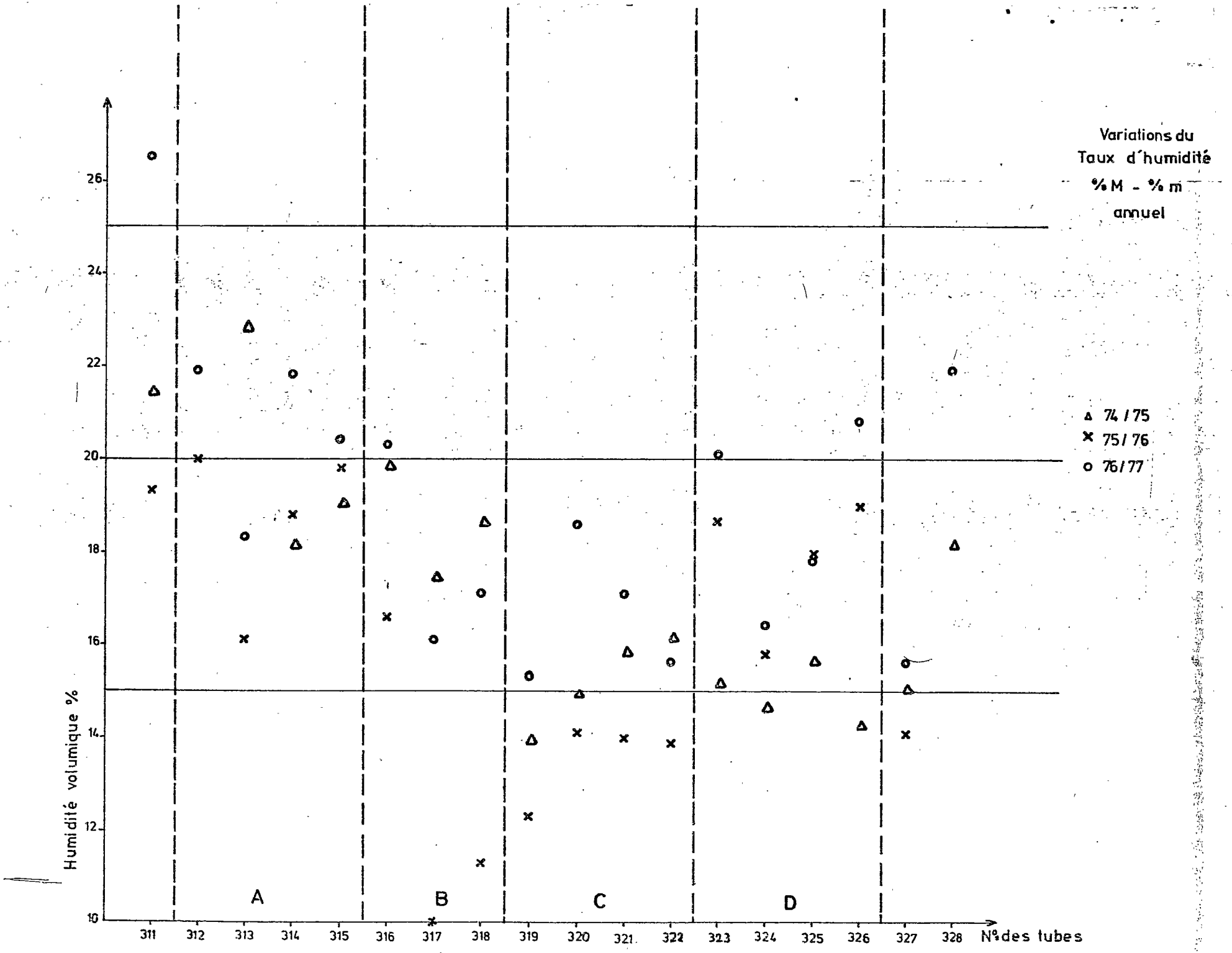

Humidité volumique %
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
A
B
C
D
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
Nº des tubes
Taux d'humidité minimum annuel
74/75
75/76
76/77

Fig: 2


Variations du
Taux d'humidité
% M - % m
annuel
Δ 74/75
× 75/76
o 76/77
Humidité volumique %
26
24
22
20
18
16
14
12
10
A
B
C
D
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
N°des tubes

C O N C L U S I O N

Les mesures faites sur les parcelles du bassin versant de l'oued Sidi Ben Naceur montrent bien l'importance du couvert végétal sur le bilan de l'eau dans les bassins versants de la région des Mogods où les sols présentent la particularité d'un profil textural très contrasté généralement sableux en surface et très argileux en profondeur.

Nous sommes dans une région où la possibilité de ruissellement d'une partie des pluies est directement liée à la consommation d'eau par la végétation.

Il en ressort que :

- la végétation climax est certainement celle qui utilise au mieux les quantités d'eau disponibles. Les sols sont fortement réhydratés en hiver et se dessèchent profondément en été ce qui avec d'importants apports de matière organique favorise une pédogénèse active de type brun. Le lessivage par drainage vertical ou oblique se trouve très limité ainsi que les périodes d'engorgement prolongées ce qui permet un bon développement racinaire en profondeur.

Cette végétation, bien développée, présente plusieurs strates, protège bien le sol étalant les intensités les plus fortes ce qui facilite l'infiltration et limite considérablement le ruissellement. L'érosion reste très faible et les écoulements sont étalés dans le temps. L'essentiel des pluies est utilisé par l'ETR.

Lorsque la végétation a été secondarisée et dégradée par des rotations abusives de charbonnage et par le surpâturage le bilan de l'eau se dégrade aussi.

La consommation d'eau par la végétation devient insuffisante au regard des précipitations, principalement du fait de la disparition des espèces disposant d'un système racinaire puissant, ce qui crée un

déséquilibre au sein du sol avec une diminution très importante des prélèvements d'eau dans les horizons argileux de profondeur.

Les périodes d'engorgement du sol deviennent beaucoup plus longues, entraînant l'asphyxie et la mort des racines qui essaient de s'implanter en profondeur. Un nouvel équilibre a alors tendance à s'instaurer.

Les horizons profonds à faible conductivité hydraulique restant très humides sont un frein à la pénétration des pluies qui ont alors tendance à ruisseler à la surface et à circuler obliquement au sein des horizons de surface plus perméables. Une double dynamique pédologique s'installe alors : manifestations d'hydromorphie en profondeur et appauvrissement des horizons A en éléments collaïdaux et en bases par lessivage vertical et drainage oblique d'où une accentuation pédogénétique du contraste textural du profil.

La situation est encore aggravée par une érosion en nappe due au ruissellement de surface lié à un tassement du sol par suite du développement de la circulation des troupeaux et de l'impact direct des pluies sur le sol après les défrichages provoqués par le charbonnage.

Le système a donc tendance à s'équilibrer à un niveau plus défavorable quant aux possibilités d'utilisation des précipitations.

Le retour spontané à la forêt climax est impossible à réaliser si une mise en défens stricte n'intervient pas très rapidement pour éviter le piétinement de la surface du sol et le broutage de la végétation des repousses arbustives et des plantes annuelles.

A l'opposé la mise en place de plantations d'eucalyptus modifie aussi le pédoclimat des sols de la région.

Les eucalyptus sont des utilisateurs d'eau plus actifs que les espèces indigènes aussi consomment-ils très rapidement l'eau disponible en hiver et au printemps limitant la reconstitution du stock d'eau du sol à un niveau plus faible.

Cette forte consommation hivernale et de début de printemps à laquelle s'ajoute celle du maquis formant sous bois fait que les sols sont toujours en deça de leur état de saturation; il n'y a pratiquement jamais de période d'engorgement.

En fin de printemps et en été la consommation d'eau par ETR diminue considérablement par épuisement des réserves du sol sur toute son épaisseur. Les arbres subissent un stress hydrique une partie de l'ETR se faisant au détriment de leur eau de constitution (Schoenenberger 1970).

On conçoit que ces nouvelles conditions du pédoclimat puissent jouer un rôle non seulement sur le bilan de l'eau de la région : suppression de tout ruissellement ou drainage à l'exception de quelques épisodes pluvieux particulièrement intenses ou prolongés mais aussi sur la pédogénése : absence de lessivage, difficultés d'évolution de la matière organique par manque d'humidité dans les litières ce qui diminue d'autant l'activité biologique des horizons humifères;

. Toute action sur la végétation de ce milieu a donc une influence importante sur les sols.

Il faut essayer d'avoir un couvert végétal qui limite les effets "pervers" d'une pluviométrie mal répartie provoquant des excès d'eau en hiver et une sècheresse importante en été.

Donc rechercher : une protection de la surface du sol contre l'impact des gouttes d'eau

une utilisation de l'eau autant que possible en hiver par extraction en profondeur de l'eau du sol, ce qui sera réalisé par des espèces arborées à activité hivernale

une limitation du pâturage de sous bois qui entraîne un tassement des horizons de surface.

Ces conclusions sont aussi valables pour les sols sur argile-calcaire où nous avons vu dans l'étude pédologique que la modification de la végétation par suite du charbonnage de la mise en culture ou du pâturage entraîne aussi une évolution de la pédogénèse par dégradation du régime hydrique du sol avec accentuation des périodes d'engorgement

dessèchement de la surface en été et accentuation du ruissellement.

La mise en place de grandes surfaces de plantations d'eucalyptus par la très forte consommation d'eau qui en résulte va par contre trop loin dans l'utilisation sur place des ressources en eau et peut conduire à une diminution excessive des écoulements disponibles à l'aval de la région pour d'autres utilisations : irrigations estivales - transferts d'eau à d'autres bassins.

La mise en valeur raisonnée de la région des Mogods demande pour les pentes de plus de 15 % un équilibre entre la regénération et l'utilisation d'un maquis à base d'espèces bien adaptés aux conditions locales (chêne liège, arbousier Filerea sp. Erica arbora) qui pourra fournir du charbon de bois mais avec des coupes qui n'entraînent pas le dessouchage et des plantations d'eucalyptus à des fins de charbonnage ou de bois d'oeuvre.

Ces plantations devront être traitées en rotation rapides (15 ans) avec recépage et maintien d'un maquis en sous bois pour limiter les périodes où le sol se trouve dénudé ou privé de système racinaire actif.

Sur les pentes plus faibles une exploitation plus intense sous forme de prairies permanentes peut s'envisager,la protection de la surface des sols est assurée mais le régime hydrique risque d'être très contrasté entraînant les conséquences d'appauvrissement en surface et d'hydromorphie en profondeur que l'on connaît.

La seule façon de limiter ces contraintes réside dans le choix d'espèces végétales ayant un repos hivernal aussi faible que possible et même si possible présentant une activité d'évapotranspiration élevée malgré les faibles températures de janvier et février.

B I B L I O G R A P H I E

AMANDIER (L.), JOFFRE (R.). - Carte des indices du biovolume végétal de l'oued Sidi Ben Naceur. Rapport ORSTOM-Tunis.

AUBERTIN (G.).1980.- Oued Sidi Ben Naceur. Rapport de campagne hydrologique 1978-79. Rapport ORSTOM-Tunis.

AUBERTIN (G.), IBIZA (D.) 1980. Oued Sidi Ben Naceur . Deux approches différentes pour la détermination des écoulements dans le nord de la Tunisie à partir du bilan hydrique. Rapport ORSTOM-Tunis.

BALDY (C.), POUPON (H.), SCHOENENBERGER (A.). 1970. - Le climat à Zerniza. Annales INRFT Vol.4.

BALDY (C.), DURAND (R.). 1970. - Evapotranspirations potentielles calculées et humidité relatives sous forêt et en clairières à Zerniza. Annales INRFT Vol.4.

BALDY (C.), POUPON (H.), SCHOENONBERGER (A.). 1970. - Etude des variations de la teneur en eau du sol en fonction du couvert végétal en Tunisie du Nord. Annales INRFT Vol.4.

BARBERY (J.), DELHUMEAU (M.). 1980. - Carte des ressources en sol au 1/200.000. Feuille Bizerte. DRES E-S 171.

BARBERY (J.), DELHUMEAU (M.), LOYER (J-Y.). 1981. - Notice de la carte pédologique du bassin versant de l'oued SIDI BEN NACEUR + carte 1/10.000. Rapport ORSTOM-Tunis.

BERGSMA (E.). 1978. - Provisional rain erosivity map of the Netherlands Symposium "Erosion in Europe and USA". Gand.

BOLLINE (A.), LAURANT (A.). 1978. Rain erosivity map of Belgium. Sympotium "Erosion in Europe and USA". Gand.

BORTOLI (L.), GOUNOT (M.), JACQUINET. - Climatologie et bioclimatologie de la Tunisie septentrionale. Annales INRAT, Vol.42,Fasc. 1.

COLLINET (J.). 1971. - Premiers résultats de l'exploitation d'une parcelle de lessivage oblique dans la région de Libreville (GABON) ORSTOM-Libreville.

DELHUMEAU (M.), LOYER (J.L.). 1973. - Etude pédologique de l'URD de Sedjenane. S.E. DRES-Tunis n°465.

DELHUMEAU (M.). 1975. - Etude pédologique de l'URD de Sedjenane S.W. DRES-Tunis n°483.

GIRARD (G.), GUISCAFRE (J.). 1978. - Procés verbal d'installation des bassins versants du Nord Tunisien. Rapport ORSTOM-Tunis.

IBIZA (D.), A paraître). -. Recherches méthodologiques sur des bassins versants dans le Nord Tunisien.

MASSON (J.H.). 1971. - L'érosion des sols par l'eau en climat méditerranéen, méthodes expérimentales pour l'étude des quantités érodées à l'échelle du champ. Thèse de Doct. Ing. Université du Languedoc.

POUPON (H.). 1970. - Etude de la croissance en hauteur et en circonférence de quelques espèces de pins et d'eucalyptus dans l'arboretum de zerniza. Annales de l'INRFT, Vol.4.

RIAUCOURT (H.). 1980. - Aperçu géologique et lithologique du bassin versant de l'oued Sidi Ben Naceur. Rapport ORSTOM-Tunis.

ROOSE (E.J.). 1973. - Dix sept années de mesures expérimentales de l'érosion et du ruissellement sur un sol ferrallitique sableux de basse Côte d'Ivoire. Contribution à l'étude de l'érosion hydrique en milieu intertropical. Thèse Doct. Ing. Fac. Sc. Abidjan.

ROOSE (E.J.). 1977. - Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales. Travaux et Doc. de l'ORSTOM n°78.

ROOSE (E.J.). - 1980. - Dynamique actuelle d'un sol ferrallitique sablo-argileux très desaturé sous cultures et sous forêt dense humide sub équatoriale du sud de la Côte d'Ivoire. Adiopodoumé 1964-75.

SCHOENENBERGER (A.). 1970. - Données dendrographiques de la station expérimentale de Zerniza. Annales de l'INRFT, Vol.4.

ANNEXES

PROFIL

PARCELLE B - fosse aval.

Groupe : Brun

Sous-groupe : A pseudogley

Famille : Sur colluvions complexes argilo-gréseuses.

Faciès : Appauvri latéralement.

---

0 - 28 Humifère gris foncé (10 YR 4/2 sec 2/2 hum.) - argilo-sableux - structure polyédrique moyenne à nuciforme - très bonne porosité-activité biologique importante - nombreuses racines - quelques cailloux de grès - transition nette.

A_1

28 - 35 Gris clair (10 YR 7/3 sec 4/4 h.) - argilo-sableux - caillouteux très poreux - blanchi - transition nette.

A_2

35 - 45 Beige clair (10 YR 6/4 sec 5/6 h.) - argilo légèrement sableux-caillouteux - structure à tendance polyédrique - transition progressive.

$A_{2g/B}$

45 - 55 Ocre rougeâtre (5 YR 4/6 sec 4/8 h,) argileux - structure polyédrique moyenne - nombreuses racines - compact - (accumulation d'argile).

B_1

55 - 80 Finement marbré ocre jaune et ocre rouge (5 YR 4/6 sec 4/8 h.)- argileux - structure fondue - transition assez nette.

$B_{g\ 21}$

80 - 120 Marbré rouge et gris (2,5 YR 4/8 = rouge)(5 YR 8/1 gris) - transition nette.

$B_{g\ 22}$

120 - 150 Matériau originel argile altérée en place (7,5 YR 6/6 sec 5/6 hum.) - non calcaire - on distingue les bancs.

C

RESULTATS ANALYTIQUES

B V N B	0 - 10	30-35	40-45	50-55	70-80	100-110	120-130	140-150
Refus	0,6	33,6	21,4	7,1	2,8	1,7	1,1	3,3
Argile	22,5	19,5	41	38	40,5		51	50
Limon fin	26,5	19,5	17,5	32,5	35		21	24
Limon grossier	19,0	16,9	13,4	9,6	8,4		9,2	10,3
Sable fin	11,9	17,4	12,9	6,7	3,6		4,1	3,1
Sable grossier	9,7	24,2	12	8,7	7,4		10,2	9,2
M.O. Totale	7,6	1,2	1	1	0,8	0,6		
Carbone 0/00	43,8	6,9	5,6	5,95	4,88	3,6		
Azote 0/00	2,79	0,64	0,78	0,92	0,81	0,85		
C/N	15,7	10,8	7,2	6,5	6,1	4,2		
pH eau	6,6	5,8	5,6	5	5	4,9	4,8	4,3
pH ClK	5,8	5	4,5	3,8	3,6	3,4	3,3	3,2
Ca^{++}	18	3,5	6,1	7,4	7,0	5,2	5,0	5,3
Mg^{++}	2,5	1,5	1,0	2,0	4,75	6,25	7,0	4,9
K^{+}	0,72	0,17	0,20	0,23	0,32	0,42	0,37	0,33
Na^{+}	0,27	0,18	0,33	0,47	0,67	1,41	1,70	2,31
Cl^{-}	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07	0,25	0,4
$So4^{--}$	0,10	0,08	0,08	0,10	0,13	0,15	0,21	0,08
Somme.E.	21,4	5,2	7,53	9,97	12,6	13,1	13,6	12,4
C - E = T	28,2	9,35	13,5	18,4	23,9	25,5	27,1	26
S/T = V	76	56	56	54	52,5	51	50	47,5
Perte au feu	13	11,1	11,3	12,7	10,4	12,7	10,7	11,1
Résidu	5,2	5,65	2,10	4,75	3,25	5,05	2,30	3,40
Sio_2	42,2	43,2	44,2	42,2	46,4	44,6	48,8	47,5
Al_2o_3	28,0	28,0	29,7	29,1	29,2	27,3	26,9	26,3
Fe_2o_3	7,0	7,0	8,0	6,85	6,9	6,15	6,75	7,05
Tio_2	1,15	1,4	1,2	1,2	1,0	1,15	1,10	1,9
Mno_2	0,02	0,03	0,01	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Cao	0,24	0,20	0,26	0,24	0,20	0,28	0,28	0,26
Mgo	1,18	0,94	1,06	1,14	1,16	1,34	1,42	1,56
K_2o	1,62	1,46	1,55	1,44	1,28	1,18	1,16	1,30
Na_2o	0,18	0,18	0,18	0,24	0,18	0,20	0,18	0,18
Sio_2/R_2o_3	2,20	2,25	2,15	2,14	2,34	2,41	2,64	2,61
Sio_2/Al_2o_3	2,56	2,62	2,52	2,46	2,69	2,76	3,07	3,06

RESULTATS ANALYTIQUES

(Suite)

B V N B	0-10	30-35	40-45	50-55	70-80	100-110	120-130	140-150
Sels solubles								
Conductivité				0,23	0,20	0,24	0,34	0,54
Cl^-				0	0,2	0,05	0,21	0,34
$So4^{--}$				0,02	0,03	0,07	0,04	0,02
Co_3^{--}				0	0	0	0	0
$H\ Co3^-$				0,15	0,10	0,06	0	0
Ca^{++}				0,02	0,03	0,03	0,01	0,04
Mg^{++}				0,04	0,03	0,02	0,02	0,08
K^+				< 0,01	<0,01	< 0,01	<0,01	<0,01
Na^+				0,13	0,13	0,17	0,24	0,30
Fe_2o_3 Total	4,10	4,80	5,4	6,6	7,5	7,10	8,0	7,0
Fe_2o_3 Libre DEB	2,6	3,1	3,2	4,5	4,8	4,5	5,3	3,9
Fe_2o_3 $\frac{\text{Libre}}{\text{Total}}$	0,63	0,64	0,59	0,68	0,64	0,63	0,66	0,55
P Total	0,78	0,54	0,46	0,53	0,45	0,35		
Pass olsen	0,03	0,015	0,005	0,01	0,02	0,005		
K_2o	9,8	8,5	11	12,5	14,5	13,8		
M.O. Totale	7,6	1,2	1	1	0,8	0,6		
Mat. hum. T	20,16	3,95	1,98	1,86	1,27	0,74		
Taux humif	26,5	33,0	19,8	18,6	15,8	12,3		
A.H	8,2	2,07	1,97	1,85	1,26	0,73		
A.F	11,9	1,88	0,01	0,01	0,01	0,01		

PROFIL

PARCELLE C - fosse amont parcelle.

Groupe : Hydromorphe à pseudogley

Sous-groupe : A nappe perchée oblique

Famille: Sur colluvions complexes argilo-gréseux acides

Faciès: Planosolique appauvri latéralement - salé en profondeur.

---

0 - 10 Horizon irrégulier, conservé seulement au pied des touffes de végétation - brunâtre (7,5 YR 3/2 frais) plus gris à sec - moyennement humifère, localement recouvert d'une fine litière- à peine structuré très fragile - mull forestier.

A_{11}

0/10 - 35 Horizon grisâtre plus clair faiblement humifère (frais : 10 YR 5/4 à 10 YR 7/1 à sec) texture équilibrée, caillouteux - horizon appauvri latéralement - structure polyédrique émoussée fine peu développée et fragile - très forte porosité tubulaire.

A_{12}

35 - 40/45 Horizon blanchi irrégulier avec fines taches ocres - limite nette soulignée par une discontinuité granilométrique.

40/45 - 80 Horizon ocre hétérogène (10 YR 5/6 et 6/6) légèrement imprégné de matière organique à la partie supérieure - bariolé de fines taches grises (5 G 7/1) et rouges plus grosses (10 R 4/8) -"revêtements" argilo-humiques brunâtres, minces, autour des cailloux - structure polyédrique très fine, très bien développée - porosité bonne entre les agrégats - assez cohérent, peu friable - cailloux grès peu altérés, émoussés, ferruginisés en surface - à la base de l'horizon structure prismatique moyenne bien développée - cohésion plus forte - limite assez brutale.

$(B)_{g21}$

80 - 135 Horizon rouge (10 R 4/6) de type fragipan, hétérogène, à taches grises (5 G 7/1) abondantes sur les 20 cm supérieurs diminuant en dessous - structure polyédrique grossière moyennement développée avec quelques faces de glissement non lissées, légèrement gauchies, sous structure polyédrique moyenne cohé-

sion forte, non friable ensemble très compact - quelques gros cailloux - quelques racines moyennes, noircies en mauvais état - très argileux - transition distincte.

$(B)_{g\ 22}$

135 - 180 Horizon ocre jaune 10 YR 5/6 avec quelques passées grises - peu structuré - non élargi - fragments d'argile non altérés - cohésion moyenne - pas de cailloux - quelques faces de glissement lissées, plissées, luisantes, petites. Passage à 2,50 m. à l'argile géologique.

$(B)_{/C}$

RESULTATS ANALYTIQUES

B V N C							
Profondeur	0-10	20-30	30-40	60-70	80-90	120-130	160-170
Refus	44,1	40,1	34,4	3,3	0,3	0	0
Argile	17	30	58	70	73,5	79,5	
Limon fin	5,5	8	4,5	8,5	9,5	10,0	
Limon grossier	7,2	9	4,4	5,5	5,8	3,8	
Sable fin	24,0	21	9,4	5,0	3,2	0,9	
Sable grossier	40,3	28,5	18	5,2	2,6	1	
M.O. TOtale	4,4	1,6	2	0,9	0,7		
Carbone 0/00	25,5	9,42	11,7	5,05	4,02		
Azote 0/00	1,44	0,71	1,1	0,70	0,81		
C/N	17,7	13,2	10,5	7,2	5,6		
pH eau	5,8	5,7	5,7	5,6	4,2	4,5	4,5
pH Kcl	4,8	4,6	4,5	4,6	3,7	3,8	4,2
Ca^{++}	3,50	3,0	6,30	7,10	6,20	7,50	9,50
Mg^{++}	2,0	2,75	4,15	4,75	4,80	5,35	6,05
K^{+}	0,28	0,23	0,52	0,30	0,40	0,42	0,40
Na^{+}	0,43	0,17	0,37	1,07	6,82	7,69	9,29
Cl^{-}	0,06	0,13	0,18	0,45	5,8	5,96	9,50
So_4	0,17	0,11	0,14	0,23	0,75	2,08	4,21
Somme	5,98	5,91	11,0	12,5	12,7	12,9	12,2
C - E = T	14,1	10,2	19,2	23,8	25,4	25,3	23,2
S/T = V	42,5	58,0	57,5	53	50	51	52,5
Perte au feu	14,8	11,2	11,7	11,4	10,4	9,7	12,2
Résidu	3,6	6,6	1,8	1,2	7,4	8,3	2,0
SiO_2	42,6	42,8	42,4	46,9	44,8	44,5	47,5
Al_2O_3	27,0	28,0	29,8	29,0	27,1	27,2	27
Fe_2O_3	7,0	7,0	10,3	7,5	5,15	6,35	6,8
TiO_2	0,9	1,15	1,0	1,2	1,0	0,85	0,85
MnO_2	0,02	0,08	0,01	0,08	0,08	0,08	0,08
Cao	0,42	0,18	0,16	0,24	0,2	0,26	0,18
Mgo	1,26	1,02	1,1	1,08	1,12	1,0	1,38
K_2o	1,48	1,48	1,5	1,16	1,14	1,18	1,42
Na_2o	0,18	0,2	0,18	0,2	0,18	0,18	0,28
Sio_2/R_2o_3	2,29	2,23	1,97	2,35	2,49	2,41	2,56
Sio_2/Al_2o_3	2,67	2,59	2,41	2,74	2,80	2,77	2,98

RESULTATS ANALYTIQUES

(Suite)

B V N C	0-10	20-30	30-40	60-70	80-90	120-130	160-170
Sels solubles							
Conductivité				0,63	5,54	5,83	11,37
Cl^-				0,38	5,71	5,83	9,32
So_4^{--}				0,08	0,58	1,56	3,06
Co_3^{--}				0	0	0	0
HCo_3^-				0	0	0	0
Ca^{++}				0,04	0,27	0,33	1,31
Mg^{++}				0,09	1,28	1,35	3,36
K^+				0,01	0,01	0,01	0,01
Na^+				0,43	4,94	5,60	7,62
Fe_2o_3 T	4,10	4,50	9,5	9,5	8,2	7,2	9,1
Fe_2o_3 Libre DEB	2,70	3,10	5,0	5,9	5,40	4,15	6,0
Fer Libre / Total	0,66	0,69	0,52	0,62	0,66	0,58	0,66
P. Total	0,49	0,49	0,69	0,40	0,25		
Pass olsen	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01		
K_2o	4,3	7,2	15,0	12,3	11,8		
M.O. Total	4,4	1,6	2	0,9	0,7		
Mat Hum. T	8,78	3,10	3,8	1,15	0,79		
Taux humif	19,9	19,3	19	12,7	11,3		
A.H.	5,43	2,46	3,4	1,14	0,78		
A.F.	3,35	0,64	0,4	0,01	0,01		

PROFIL

PARCELLE D - fosse aval.

Groupe : Hydromorphe à pseudogley

Sous-groupe : A nappe perchée oblique

Famille: Sur colluvions complexes argilo-gréseuses

Faciès: Planosolique.

---

0 - 8/10 Horizon moyennement humifère, brunâtre (10 YR 3/4), hétérogène avec matière organique plus foncée non mêlée à la matière minérale (mull-moder) - cailloux de surface, très poreux - structure peu développée - tendance polyédrique moyenne à sous-structure polyédrique émoussée très fine mal définie - très bon enracinement - très meuble, fragile - limite nette irrégulière avec quelques poches brunâtres plus profondes.

A_{11}

8/10 - 20 Horizon grisâtre, plus clair, avec passées très claires irrégulières (horizon perturbé) - consistance forte à sec, ensemble plus cohérent - structure à tendance polyédrique émoussée moyenne - très poreux - blanchi par taches - enracinement moyen - très caillouteux (50 %), gravillons lavés de leur terre fine, quelques fines marbrures ocracées- limite distincte.

A_{12}/A_2

20 - 35 Horizon blanchi (10 YR 6/3), avec reflets plus jaunes ocres- structure à tendance polyédrique moins nette, (éclats) - cohésion plus faible - consistance plus faible - très poreux cailloux 50 % - enracinement moyen à tendance coudée - limite brutale.

A_{2g}

35 - 45 Horizon intermédiaire sur 10 cm environ plus taché rouille, à structure polyédrique fine moyennement développée, moins poreux - cailloux 25 % à revêtements gris brunâtres 10 YR 5/6 avec petites taches 5 YR 5/6.

$A_{2g/B}$

45 - 80 Horizon beige jaunâtre à beige rougeâtre (10 YR 5/6), hétérogène, bariolé - fines taches rouges et ocres de plus en plus nombreuses, petites (2,5 YR 4/8) - quelques revêtements argileux grisâtres -structure prismatique fine à moyenne assez nette consistance d'agrégats assez forte - cohésion d'ensemble moyenne - cailloux moins nombreux 10-15 % - enracinement faible à moyen - limite nette .

$(B)_{g21}$

80 - 180 Horizon rouge hétérogène (10 R 4/8) taché de gris de plus en plus, passant à une dominance du gris sur le rouge à la base quelques petites taches rouilles - très argileux - peu de cailloux - structure polyédrique grossière avec quelques faces lissées légèrement gauchies, s/structure polyédrique très fine consistance forte - ensemble très compact - très peu de racines.

$(B)_{g22}$

190 Argile géologique grisâtre, plus ou moins altérée, avec ro-
C gnons ferrugineux, rouille , indurés.

RESULTATS ANALYTIQUES

B.V.N. D.	0 - 10	20 - 30	35 - 45	60 - 70	130 - 140	190 - 200
Refus	6,4	43,5	3,4	2,9	1,7	0,8
Argile	16,5	19,5	-	57	60	58
Limon fin	8	11	-	15,5	21,0	20,5
Limon gros.	16,6	19,7	-	13	9,4	12,2
Sable fin	22,8	20,7	-	4,3	1,7	2,6
Sable gros.	22,8	27,7	-	5,7	3,7	3,3
M.o. tot.	5,7	1,1	0,8	1,0	0,6	
Carbone ‰	33	6,32	4,87	5,53	3,24	
Azote %	1,72	0,52	0,61	0,8	0,86	
C/N	19,2	12,2	7,9	6,9	3,7	
pH eau	5,8	5,5	-	5,0	4,8	4,0
pH ClK	5,0	4,2	-	3,8	3,6	3,0
Ca^{++}	8,50	3,30	-	7,5	6,05	4,80
Mg^{++}	0,25	0,55	-	3,3	3,75	2,15
K^{+}	0,33	0,17	-	0,35	0,35	0,37
Na^{+}	0,33	0,13	-	0,67	0,84	2,31
Cl^{-}	0,07	0,03	-	0,1	0,15	0,70
$SO4^{--}$	0,18	0,18	-	0,2	0,25	0,25
Somme	9,16	3,94	-	11,4	10,6	8,68
C - E = T	15	6,8	10,0	21,2	21,0	18,3
S/T = V	61	57,5	-	54	50,5	47,5
Perte au feu	13,2	12	11,2	10,7	10,8	9,3
Résidu	1,7	5,6	5,8	5,2	6,6	6,2
SiO_2	46,5	41,6	41,8	42,4	44,9	47,4
Al_2O_3	27,0	28,5	30,0	29,0	27,0	26,0
Fe_2O_3	7,0	7,0	7,0	8,0	5,0	5,0
TiO_2	1,0	1,0	1,0	1,05	1,05	1,0
MnO_2	0,014	0,01	0,013	0,08	0,08	0,09
CaO	0,5	0,52	0,56	0,52	0,68	0,52
MgO	1,38	1,18	1,18	1,28	1,44	1,56
K_2O	1,60	1,62	1,52	1,56	1,76	2,04
Na_2O	0,18	0,18	0,14	0,14	0,18	0,14
SiO_2/R_2O_3	2,50	2,14	2,05	2,11	2,51	2,74
SiO_2/Al_2O_3	2,91	2,48	2,36	2,48	2,81	3,09

RESULTATS ANALYTIQUES

B.V.N. D.	0 - 10	20 - 30	35 - 45	60 - 70	130 - 140	190 - 200
Sels solubles						
Conductivité				0,18	0,25	1,09
Cl^-				0,09	0,13	0,63
$SO4^{--}$				0,03	0,09	0,08
$CO3^{--}$				0	0	0
$HCO3^-$				0	0	0
Ca^{++}				0,01	0,02	0,01
Mg^{++}				0,04	0,03	0,06
K^+				< 0,01	< 0,01	< 0,01
Na^+				0,12	0,20	0,70
Fe_2O_3 Total	2,4	2,3	3,4	6,6	6,2	3,2
Fe_2O_3 libre DEB	1,70	1,55	2,10	4,10	3,80	1,1
Fe_2 $\frac{\text{libre}}{\text{total}}$	0,70	0,67	0,61	0,62	0,61	0,34
P total	0,458	0,297	0,332	0,458	0,446	
Pass. Olsen	0,04	0,01	0,05	0,005	0,01	
K_2O	4,3	4,0	7,7	13,1	16,2	
M.o. total	5,7	1,1	0,8	1,0	0,6	
Mat. hum. Tot.	0,98	0,18	0,17	0,16	0,08	
Taux humif.	17	16	21	16	13	
A.h.	5,6	1,37	1,71	1,66	0,85	
A.f.	4,23	0,46	<0,01	<0,01	<0,01	

Tableaux des écoulements mensuels - ruissellement et drainage - des différentes parcelles pour les années :

1973 - 74
1974 - 75
1975 - 76
1976 - 77
1977 - 78.

PARCELLE A.

ANNEE 1973 - 1974

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	26	164,6	20	70,6	40,7	175,5	78,6	89,2	22,3	4,6	1,6	0	693,7
Ruiss. (1)		228	7,8	54,7	20,7	184,8	57,7	36,3					590
% R.		1,4	0,4	0,8	0,5	1,1	0,7	0,4					0,85
D.O. 1(1)		35,5				195	7,5						238
%		0,3				1,1							0,34
D.O. 2(1)		6,7				197	2,7						206,4
%						1,1							0,3
D.O. T(1)		42,2				392	10,2						444
%						2,2							0,64
Ecoul. Tot. (mm)		2,7				5,8							10,3
%						3,3							1,5

PARCELLE -A-

ANNEE 1974-1975

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUI	AOUT	TOTAL
Pluvio.mm	25,8	165,6	113,5	66,8	56,6	175,6	91,8	19,2	53,2	1,2	0	44	813,1
Ruiss. (1)	8,2	72,8	52,6	13,6	26,4	58,3	26,3	3,8	10,6			9,9	282,5
% R.	0,3	0,4	0,5	0,2	0,5	0,33	0,3	0,2	0,2			0,1	0,34
D.O. 1(1)		0,4	52,6	2,8	2,8	528	11,8						598,7
%			0,5			3,0	0,1						0,73
D.O. 2(1)			103	46,1	33,1	724	154,5						1060,2
%			0,9	0,7	0,6	4,1	1,7						1,3
D.O. T(1)			155,6	48,9	35,9	1252	166,3						1658,7
%			1,4	0,7	0,6	7,1	1,8						2,03
Ecoul. Tot. (mm)			2,1	0,6	0,6	13,1	1,9						19,4
%			1,8	0,9	1,1	7,5	2,1						2,38

PARCELLE -A-

ANNEE 1975-1976

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	8,5	107	323,9	69,0	101,1	94,6	81,8	51,8	59,2	31,8	30,9	20,8	980,4
Ruiss.(1)	0,1	30,5	126,4	10,4	12,2	13,9	8,8	9,3	9,3	3,3	0,7	0,1	227,3
% R.		0,3	0,4	0,15	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1			0,23
D.O. 1(1)		2,3	357,6	75,2	67,8	79,2	120,3		0,5				702,9
%			1,1	1,1	0,7	0,8	1,5						0,7
D.O. 2(1)			667,7	317,1	540,6	240	404,6		1,2				2171
%			2,1	4,6	5,3	2,5	4,9						2,2
D.O. T(1)		2,3	1034	392	608,4	319	525,8		1,7				2883
%			3,2	5,7	6	3,4	6,4						2,94
Ecoul. Tot. (mm)		0,3	11,6	4,0	6,2	3,3	5,3						31,1
%		0,3	3,6	5,8	6,1	3,5	6,5						3,17

PARCELLE -A-

ANNEE 1976-1977

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	28,1	225,7	199,3	92,2	84,6	33,7	23,7	60,0	26,9	13,8	0	17,2	806,2
Ruiss. (l)	0,8	38,6	43,2	10,1	6,9	4,3	3,6	5	0,9	1,9		0,7	116
% R.		0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1		0,1			0,14
D.O. 1(l)		6,6	244	54,6	28,1								334,1
%			1,2	0,6	0,3								0,41
D.O. 2(l)		1	1246	235	350								1832,7
%			6,3	2,5	4,1								2,27
D.O. T(l)		7,6	1490	289,6	378,4								2166
%			7,5	3,1	4,5								2,68
Ecoul. Tot. (mm)		0,5	15,3	3,0	3,8								22,8
%	0	0,2	7,7	3,3	4,6								2,83

PARCELLE -A-

ANNEE 1977-1978

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	7,3	15,6	132,6	25,8	138,4	89,7	78,9	96,2	37,3	2,2	0	17,5	641,5
Ruiss. (1)		2,7	8,8	1,5	77,7	137,3	82,9	198,6	66				575,5
% R.					0,6	1,5	1,1	2,1	1,8				0,9
D.O. 1(1)					4,9	3	1,8	119,4					129,1
%								1,2					0,2
D.O. 2(1)					1,1	286,9	5,2	259,1	2,5				554,8
%						3,2		2,7					0,86
D.O. T(1)					6,0	289,9	7,0	378,5					683,9
%						3,2		3,9					1,1
Ecoul. Tot. (mm)					0,8	4,3	0,9	5,8					12,6
%					0,6	4,8	1,1	6,0					1,96

PARCELLE -C-

A N N E E 1 9 7 3 - 1 9 7 4

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	TOTAL
Pluvio. (mm)	32,8	183,4	29	88,7	49,7	209	81,2	104	25,9	6,6	2		812,3
Ruiss. (1)	40	436	19	86	32,6	686	121	83	8,2	1,4			1513
% R.	1,3	2,4	0,6	1	0,7	3,3	1,5	0,8	0,3	0,2			1,86
D.O. 1(1)		110,7		133	14,1	599	109	86					1041
%		0,6		1,5	0,3	2,9	1,3	0,8					1,3
D.O. 2(1)		148,9		173	49,9	747	123	94					1346
%		0,8		2	1	3,6	1,5	0,9					1,67
D.O. T(1)		259		306	64	1346	232	180					2387
%		1,4		3,5	1,3	6,4	2,8	1,7					2,94
Ecoul. Tot.(mm)		7,0		3,9	1,0	20,3	3,5	2,6					39
%		3,8		4,4	1,9	9,7	4,3	2,5					4,8

PARCELLE -C-

ANNEE 1974-1975

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	27,5	192	122,4	77	71,7	185,3	112,4	20,9	50,7	1,6	0	59	919,8
Ruiss. (1)	10,4	82,4	447,2	25,1	42,2	539,5	41,5	6,2	12,2			19,2	1245,5
% R.	0,4	0,4	3,7	0,3	0,6	2,9	0,4	0,3	0,2			0,3	1,35
D.O. 1(1)		1,3	382,6	110,5	85,7	1063	124	1,2				0,8	1768,1
%			3,1	1,4	1,2	5,7	1,1	0,1					1,95
D.O. 2(1)		35	554	285	223	1393	195	4,3					2689,6
%		0,2	4,5	3,7	3,1	7,5	1,7	0,2					2,96
D.O. T(1)		36,3	936,6	395,5	308,7	2456	319	5,6					4457
%		0,2	7,7	5,1	4,3	13,2	2,8	0,3					4,85
Ecoul. Tot. (mm)		1,2	13,8	4,2	3,5	30,0	3,6	0,1					57
%		0,6	11,3	5,5	4,9	16,2	3,2	0,6					6,2

PARCELLE -C-

A N N E E 1 9 7 5 - 1 9 7 6

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	TOTAL
Pluvio. (mm)	7,9	126,2	355,7	76,8	108,5	100,2	86,2	51,8	62,5	36,6	33,4	18,7	1064,5
Ruiss. (1)	1,1	87,8	1161	18,2	29,8	85,8	32,7	16,8	15,4	0,5	3		1723
%. R.	0,1	0,7	3,5	0,2	0,3	0,9	0,4	0,3	0,2		0,1		1,6
D.O.1(1)		1,5	776	135,6	182,4	45,8	170		0,4				1314
%			2,2	1,8	1,7	4,6	2,0						1,3
D.O.2(1)			1499	379,7	563,6	155	345	15,4	4,7				2963
%			4,2	4,9	5,2	1,5	4,0	0,3	0,1				2,8
D.O. T(1)		1,6	2275	515	746	200	515	15,4	5,1				4275
%			6,4	6,7	6,9	2,0	6	0,3	0,1				4,0
Ecoul. Tot. (mm)		0,9	13,9	5,3	7,6	2,9	5,5	0,3	0,2				60
%		0,7	3,9	6,9	7,2	2,9	6,4	0,6	0,3				5,6

PARCELLE -C-

ANNEE 1976-1977

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	TOTAL
Pluvio. (mm)	29,6	262,2	225,1	102,7	86,0	39,9	24,9	66,4	23,0	16,3	0	22,4	898,5
Ruiss. (1)	1,1	73,8	370,1	18,1	12,7	10,6	5,9	9,9	3,4	4,3			519,4
% R.		0,3	1,6	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3			0,6
D.O. 1(1)		28,4	230,1	81,6	108,3								448,4
%		0,1	1	0,8	1,3								0,5
D.O. 2(1)		132,5	1766,4	494,6	265,5	34,3							2693,3
%		0,5	7,8	4,8	3,1	0,9							3,0
D.O.T(1)		160,9	1996,5	576,6	373,8	34,3							3141,7
%		0,6	8,9	5,6	4,3	0,9							3,5
Ecoul. Tot. (mm)		2,3	23,7	5,9	3,9	0,5							36,7
%		0,9	10,7	5,8	4,5	1,1							4,1

PARCELLE -C-

ANNEE 1977-1978

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	7,5	20,7	146,4	31,9	157,6	111,9	98	115,4	52,0	2,2	0	17,5	761,1
Ruiss. (1)		4,6	20,3	5,48	69,9	25,0	44,6	64,4	13,0				247,3
% R.			0,1	0,2	0,4	0,2	0,5	0,5	0,2				0,3
D.O. 1(1)						24,3		119,9					144,2
%						0,2		1,0					0,2
D.O.2(1)					147,6	493,3	61,9	86,1	1,4				790,4
%					0,9	4,4	0,6	0,7					1
D.O. T-1)					147,6	517,6	61,9	206,1					934,6
%					0,9	4,6	0,6	1,8					1,2
Ecoul. Tot. (mm)					2,2	5,4	1,1	2,7					11,8
%					1,4	4,8	1,1	2,3					1,6

PARCELLE -D-

ANNEE 1973-1974

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	26,0	154	26,5	77,3	41,1	183,1	73	94,3	29,5	4,6	1,4	0	710,8
Ruiss. (1)	12	250	10,5	57,5	17,6	140,6	36,5	29,8	6,6				561
% R.	0,4	1,6	0,4	0,7	0,4	0,8	0,5	0,3	0,2				0,8
D.O. 1(1)		92,7				174,4	2,4						269,5
%		0,6				0,9							0,4
D.O. 2(1)		105,6				203	60,3						369
%		0,7				1,1	0,8						0,5
D.O. T(1)		198,3				377,4	62,7						638,5
%		1,3				2,1	0,9						0,9
Ecoul. Tot. (mm)		4,5				5,2	1,0						12
%		2,9				2,8	1,4						1,7

Parcelle -D-

A N N E E 1 9 7 4 - 1 9 7 5

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	20,4	148,6	110,7	69,2	60,2	160,1	102,6	18,6	51	1,4	-	48,7	791,5
Ruiss. (1)	6,3	51,2	20,5	14,6	14,6	29,7	14,5	2,6	7,4				160,4
% R.	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1				0,2
D.O. 1(1)		3,5	45,4	16,4		132	5,1		0,3				203,5
%			0,4	0,2		0,8							0,3
D.O. 2(1)		1,7	152	0,2	10,2	244	50,2		0,2				459
%			1,4		0,2	1,5	0,5						0,6
D.O. T(1)		5,2	198	16,6	10,2	376	55,3		0,4				657
%			1,8	0,3	0,2	2,4	0,6						0,8
Ecoul. Tot. (mm)		0,6	2,2	0,3	0,2	4,1	0,7						8,2
%		0,4	2,0	0,5	0,4	2,5	0,7						1,0

PARCELLE -D-

ANNEE 1975-1976

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	5,4	113	315,9	73,7	99,3	94,3	83,4	55,6	63,3	36,9	31,2	19,6	991,6
Ruiss. (1)		25,1	42,8	7,8	18	21,7	4,6	2,7	6,4			2,5	132,6
% R.		0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1		0,1			0,1	0,1
D.O.1(1)			187,6	40,2	1,7	0,4	54,7						284,8
%			0,6	0,5		0,4	0,6						0,3
D.O. 2(1)			193	55,8	55	39,3	85,9						429
%			0,6	0,7	0,55	0,4	1,0						0,4
D.O. T(1)			380,6	96,0	56,7	39,7	140,6						713
%			1,2	1,3	0,6	0,4	1,7						0,7
Ecoul. Tot. (mm)			4,2	1,0	0,7	0,6	1,5						8,5
%			1,3	1,4	0,8	0,7	1,7						0,8

PARCELLE -D-

ANNEE 1976-1977

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SOTAL
Pluvio. (mm)	34,2	263,6	210,8	99,8	81,6	38,3	23,6	59,5	23,7	19,5	-	18,7	873,9
Ruiss. (1)	4,2	28,6	33,2	11,6	7,0	5,3	4,8	7,9	2,6	2,3			107,5
% R.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,L			0,1
D.0.1(1)		62,3	167,7	53,7	39,3	1,2							324,2
%		0,2	0,8	0,5	0,5								0,4
D.0.2(1)		39,5	154,8	41,5	39,7								275,6
%		0,2	0,7	0,4	0,5								0,3
D.0. T(1)		101,8	322,5	95,2	79,0								600
%		0,4	1,5	0,9	1								0,7
Ecoul. Tot. (mm)		1,3	3,6	1,1	0,9								7,0
%		0,5	1,7	1,1	1,1								0,8

PARCELLE -D-

ANNEE 1977-1978

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUI	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	7,3	17,2	137,5	31,3	146,2	105,1	104,9	117,8	38,7	1,2	0,6	17,5	725,3
Ruiss. (1)		4	18,6	2,5	18,8	9,7	4,9	7,8	5,1				71,3
% R.		o,2	0,1	0,1	0,1	0,1		0,7	0,1				0,1
D.O. 1(1)			10,4	0,4	8,8	46,9	7	94,3	2,9				170,7
%			0,1			0,4		0,8	0,1				0,2
D.O. 2(1)					0,6	30,1		43,8	0,2				74,7
%						0,3		0,4					0,1
D.O. T(1)						77,0		138					245,2
%						0,7		1,2					0,3
Ecoul. Tot. (mm)			0,3		0,3	0,9		1,5					3,2
%			0,2		0,2	0,8		1,2					0,4

PARCELLE -B-

ANNEE 1973-1974

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	24	164,6	20	70,6	40,7	175,5	78,6	89,2	22,3	4,6	1,6	0	693,7
Ruiss. (1)	7,5	118,2	3	15,0	10,2	87,5	26,7	22,3	1,4	0,6			292,3
% R.		0,7	0,1	0,2	0,3	0,5	0,3	0,3					0,4
D.O. 1(1)		66,8		5	1,2	267,5	35,7	3,1					379
%		0,4				1,5	0,5						0,55
D.O. 2(1)		54,4				284,7	61,2						400
%		0,3				1,6	0,8						0,6
D.O. T(1)		121,2			1,2	553	96,5	3,1					779
%		0,7				3,1	1,2						1,12
Ecoul. Tot. (mm)		2,4				6,4	1,2	0,3					10,7
%		1,5				3,6	1,7	0,3					1,55

PARCELLE -B-

ANNEE 1974-1975

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	ACU	TOTAL
Pluvio. (mm)	25,8	165,6	113,5	66,8	56,6	175,6	91,8	19,2	53,2	1,2	0	44	813,1
Ruiss. (1)	4,8	44,7	32,5	14,5	21,6	28,5	21,8	0,4	7,1				186,2
% R.	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2		0,1				0,23
D.O. 1(1)		0,1	109	1,5	0,8	449	33,6						594
%			1			2,6	0,4						0,73
D.O. 2(1)		9,2	142	6,7	8,4	302	63,7						532
%			1,2	0,1	0,1	1,7	0,7						0,65
D.O. T(1)		9,2	251	8,2	9,2	751	37,3						1126
%			2,2	0,1	0,2	4,3	1,1						1,38
Ecoul. Tot. (mm)		0,5	2,8	0,2	0,3	7,8	0,6						13,2
%		0,3	2,5	0,3	0,5	4,4	0,6						1,6

PARCELLE -B-

ANNEE 1975-1976

MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	8,5	107	323,9	69,0	101,1	94,6	81,8	51,8	59,2	31,8	30,9	20,8	980,5
Ruiss. (1)	0,3	25,4	252,8	83,4	96,7	126,4	61	19,9	6,1	6,1	1	1,7	698,2
% R.		0,2	0,8	1,2	0,9	1,3	0,7	0,3	0,1	0,2		0,1	0,7
D.O. 1(1)			529	214	290	141,5	206	4,7	4,7				1390
%			1,6	3,1	2,9	1,5	2,5	0,1	0,1				1,4
D.O. 2(1)			713	294	517	274	380	37,2	37,2				2226
%			2,2	4,3	5,1	2,9	4,6	0,6	0,6				2,27
D.O. T(1)			1242	508	807	415	586	41,9	41,9				3718
%			3,8	7,4	8,0	4,4	7,2	0,7	0,7				3,9
Ecoul. Tot. (mm)			14,9	5,9	9,03	5,4	6,5	0,6	0,5				44,1
%			4,6	8,6	8,9	5,7	7,9	1,2	0,8				4,5

PARCELLE -B-

A N N E E 1 9 7 6 - 1 9 7 7

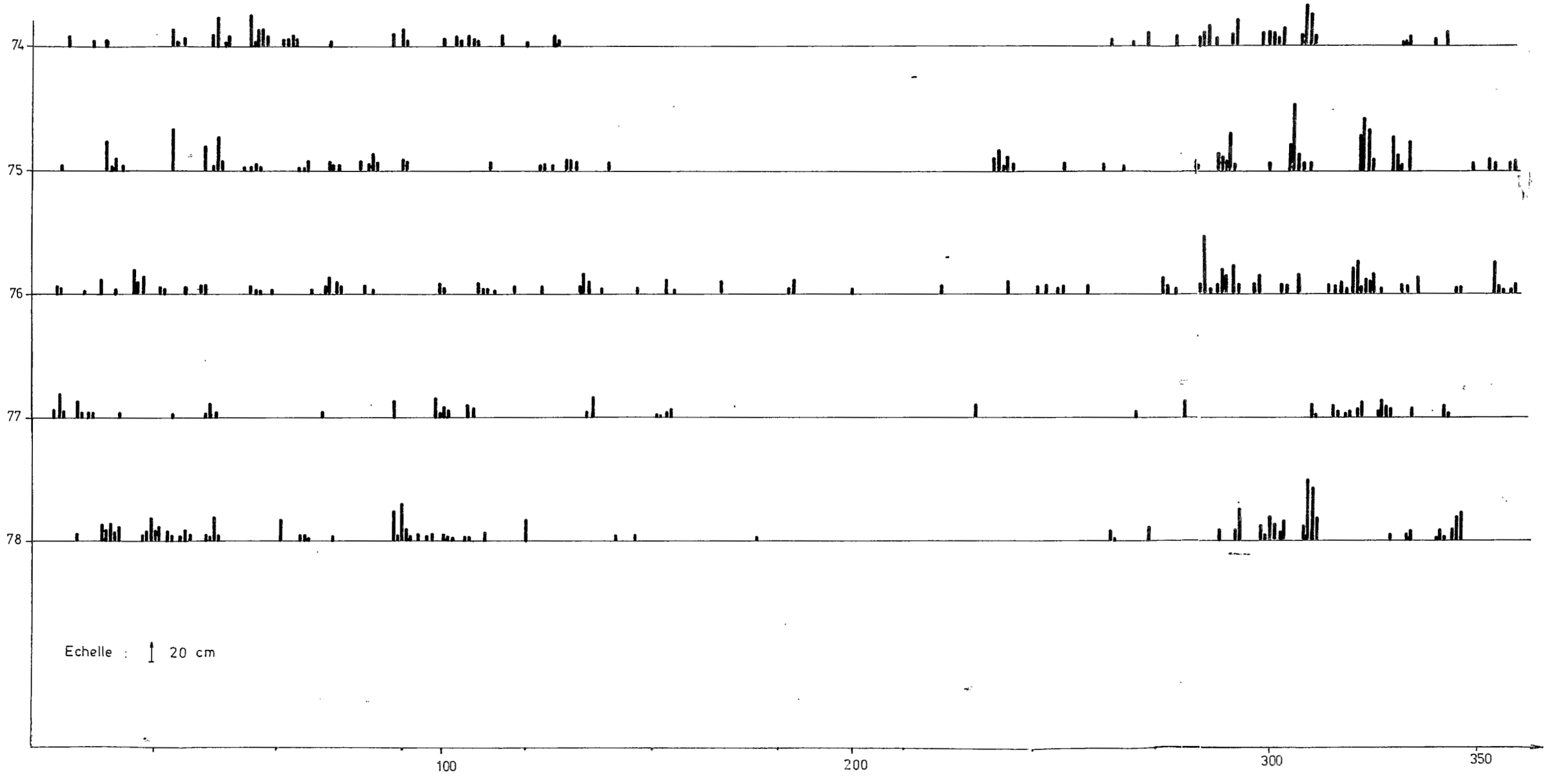
MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	28,1	225,7	199,7	92,2	84,6	33,7	23,7	60,0	26,9	13,8	0	17,2	806,2
Ruiss. (1)	0,8	246,3	171,9	43,3	68	9,9		2	3	5,6			550,8
% R.		1,1	0,9	0,5	0,8	0,3			0,1	0,4			0,7
D.O.1(1)		232,8	1175,6	322	360,8	11,8							2103
%		1	5,9	3,5	4,3	0,4							2,6
D.O. 2(1)		222,1	1639,6	501	639,7	32,2							3035
%		1	8,2	5,4	7,6	1,0							3,8
D.O. T(1)		454,9	2815	823	1000	54							5138
%		2,0	14,2	8,9	11,8	1,6							6,4
Ecoul. Tot. (mm)		7,0	29,9	8,7	10,7	0,5							56,9
%		3,1	15,0	9,4	12,6	1,6							7,05

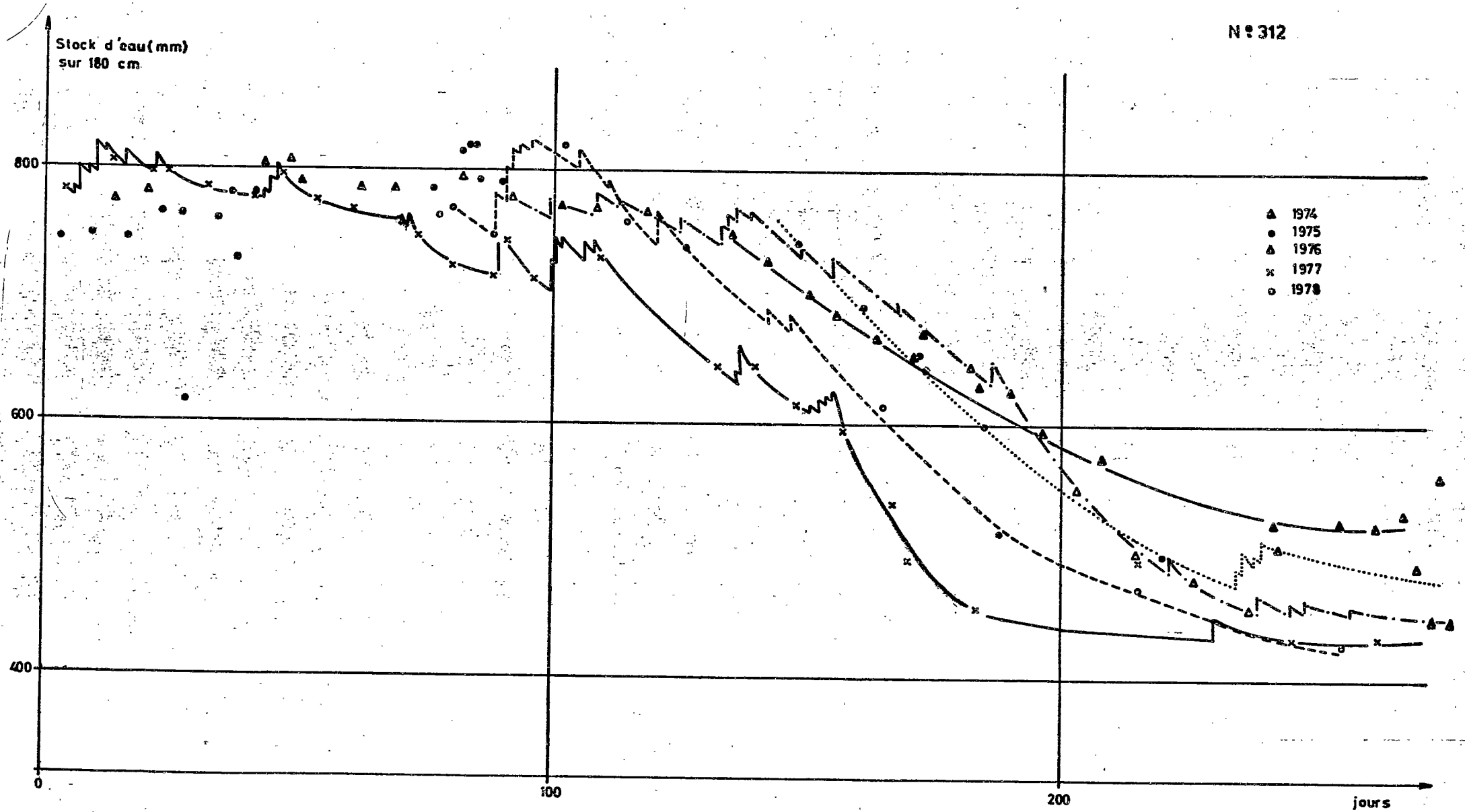
PARCELLE -B-

A N N E E 1 9 7 7 - 1 9 7 8

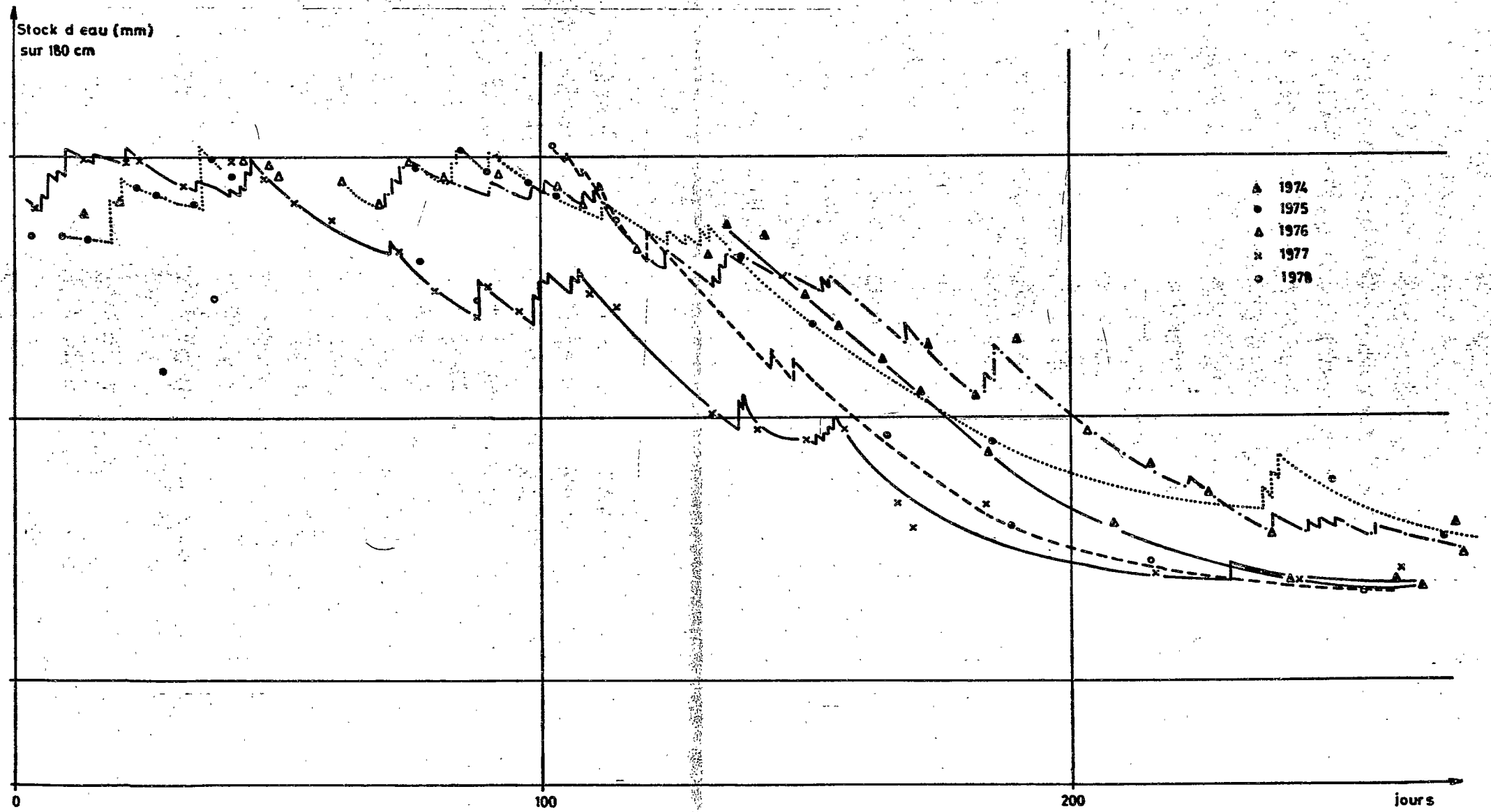
MOIS	SEPT	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	TOTAL
Pluvio. (mm)	7,3	15,6	132,6	25,8	138,4	89,7	78,9	96,2	37,3	2,2	0;	17,5	641,5
Ruiss. (1)		0,5	6,0	0,6	81,4	205,8	103,4	120,4	53,1				573,9
% R.					0,6	2,1	1,3	1,3	1,4				0,9
D.O. 1(1)					84,5	150,2	5,8	80,5	1,7				322,7
%					0,6	1,5	0,1	0,8					0,5
D.O.2(1)					150,4	462,4	19,8	199	3,3				834,9
%					1,1	4,6	0,2	2,1	0,1				1,3
D.O. T(1)					234,9	612,6	25,6	279,5	4,7;				1167,6
%					1,7	6,1	0,3	2,9					1,8
Ecoul. Tot. (1)					3,2	8,2	1,3	4,0	0,6				17,4
%					2,3	9,1	1,6	4,2	1,5				2,7

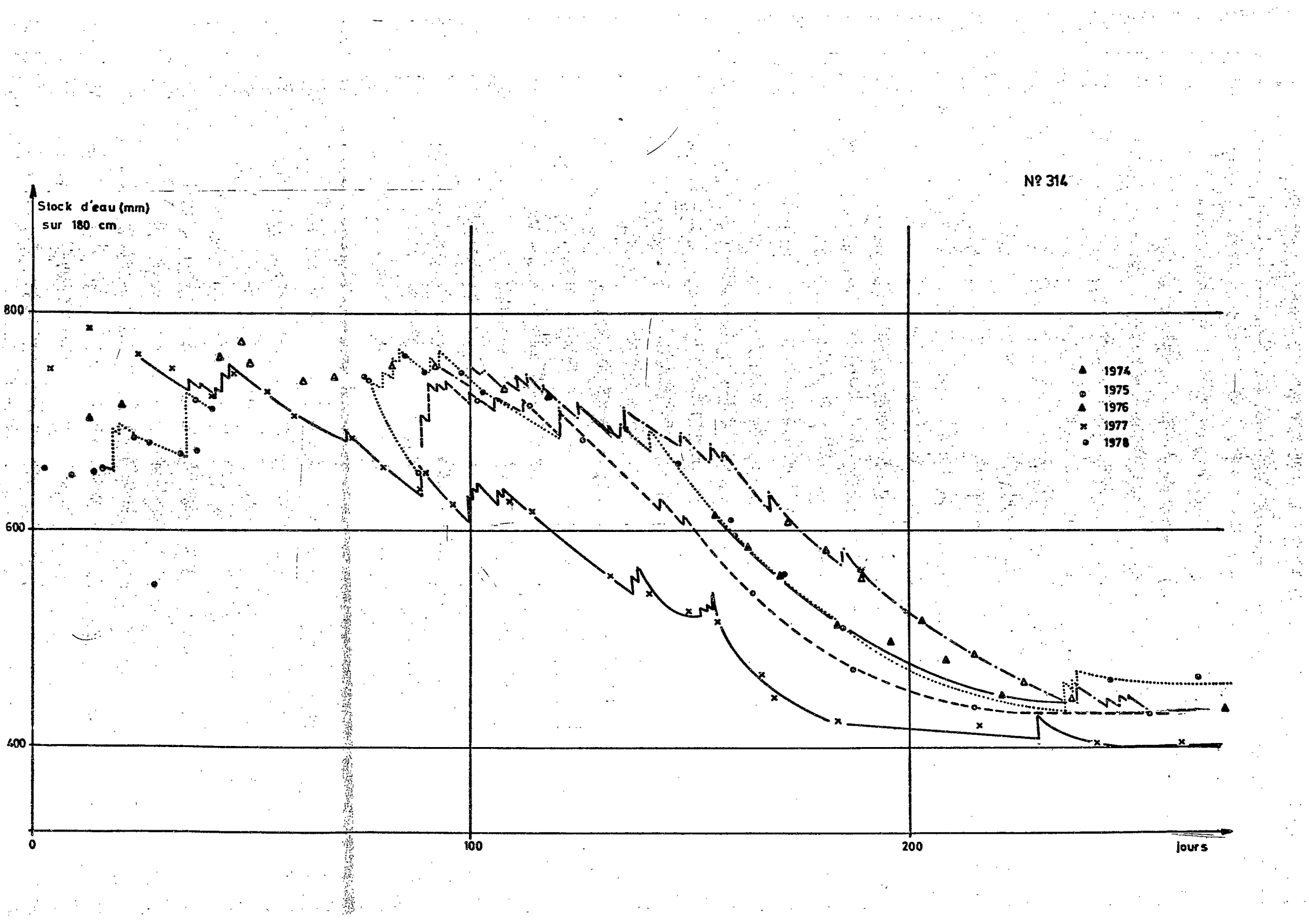
INTENSITÉS ET RÉPARTITION DES PLUIES EN COURS D'ANNÉE

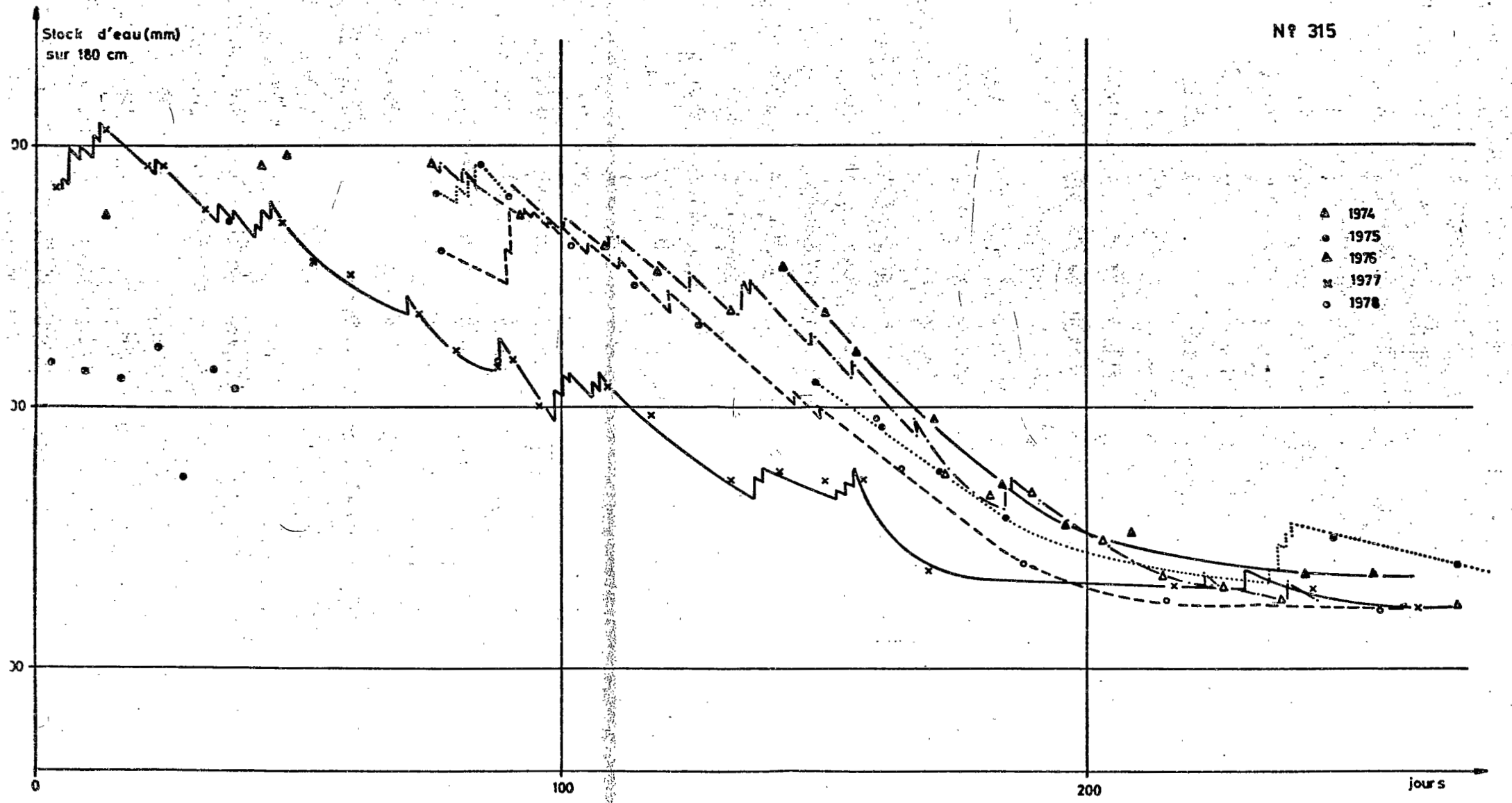


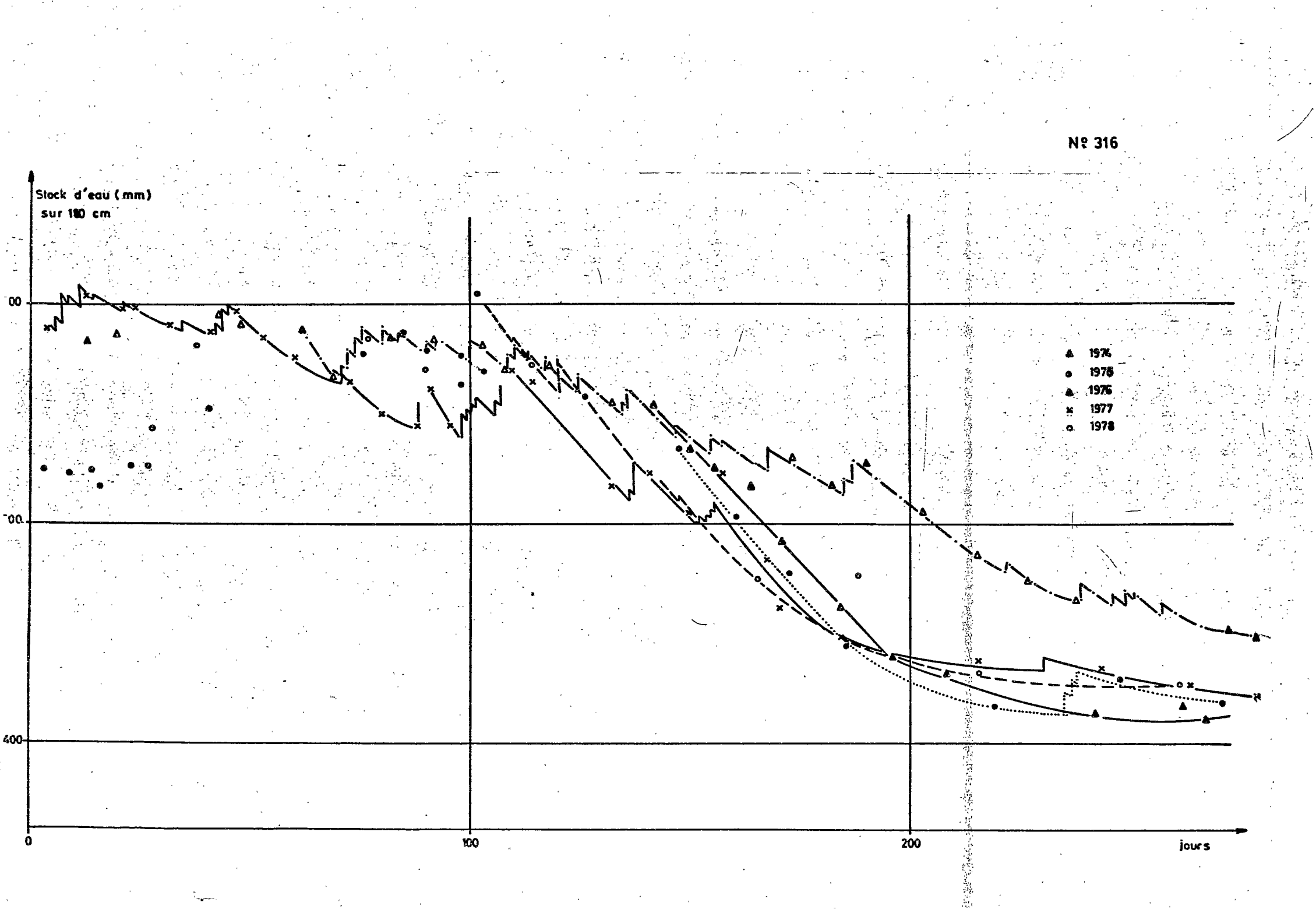

N° 312
Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
0
100
200
jours
1974
1975
1976
1977
1978

Nº 313

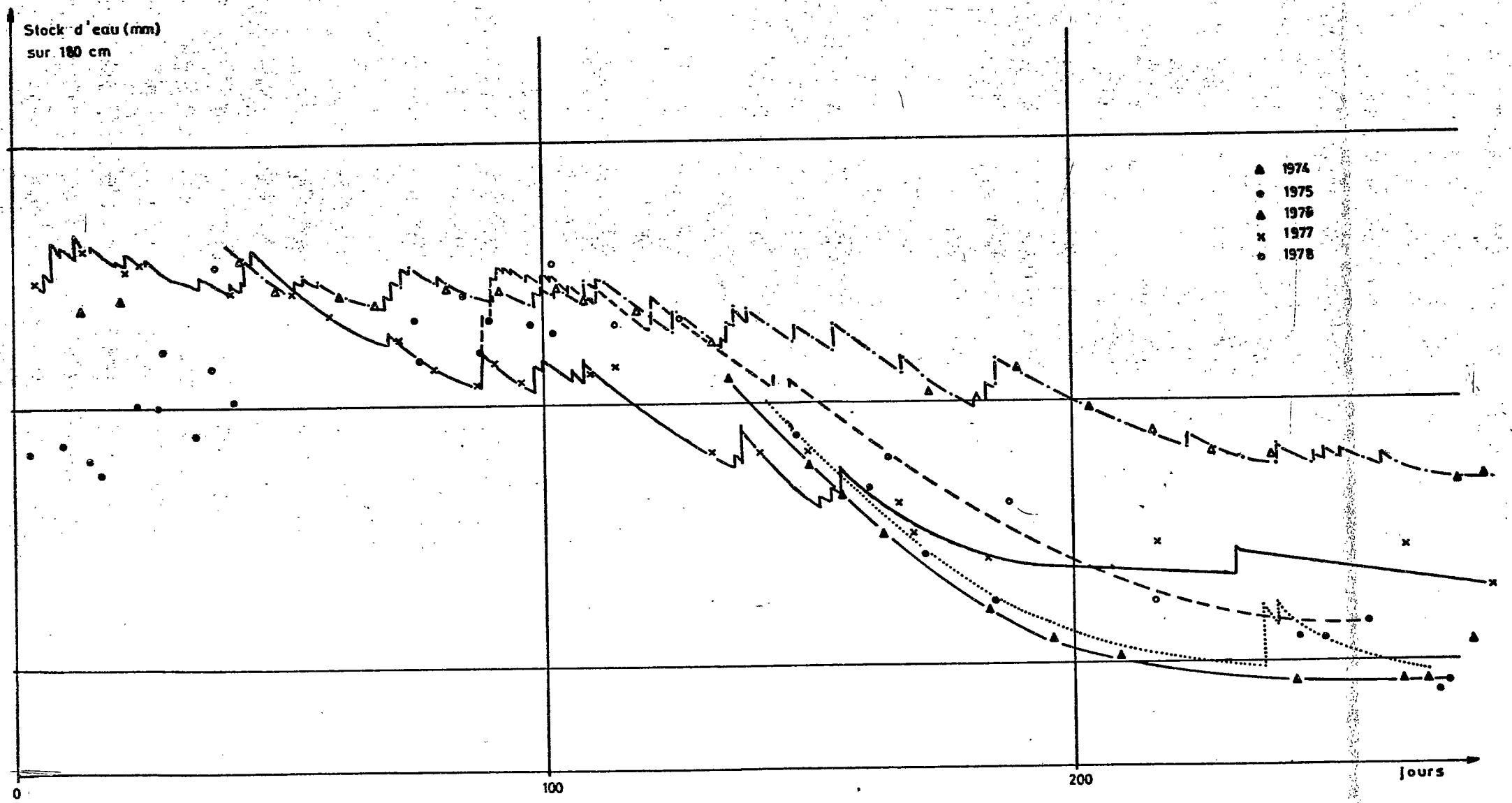

Stock d eau (mm)
sur 180 cm
1974
1975
1976
1977
1978
0
100
200
jours


Nº 314
Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
0
100
200
jours
1974
1975
1976
1977
1978

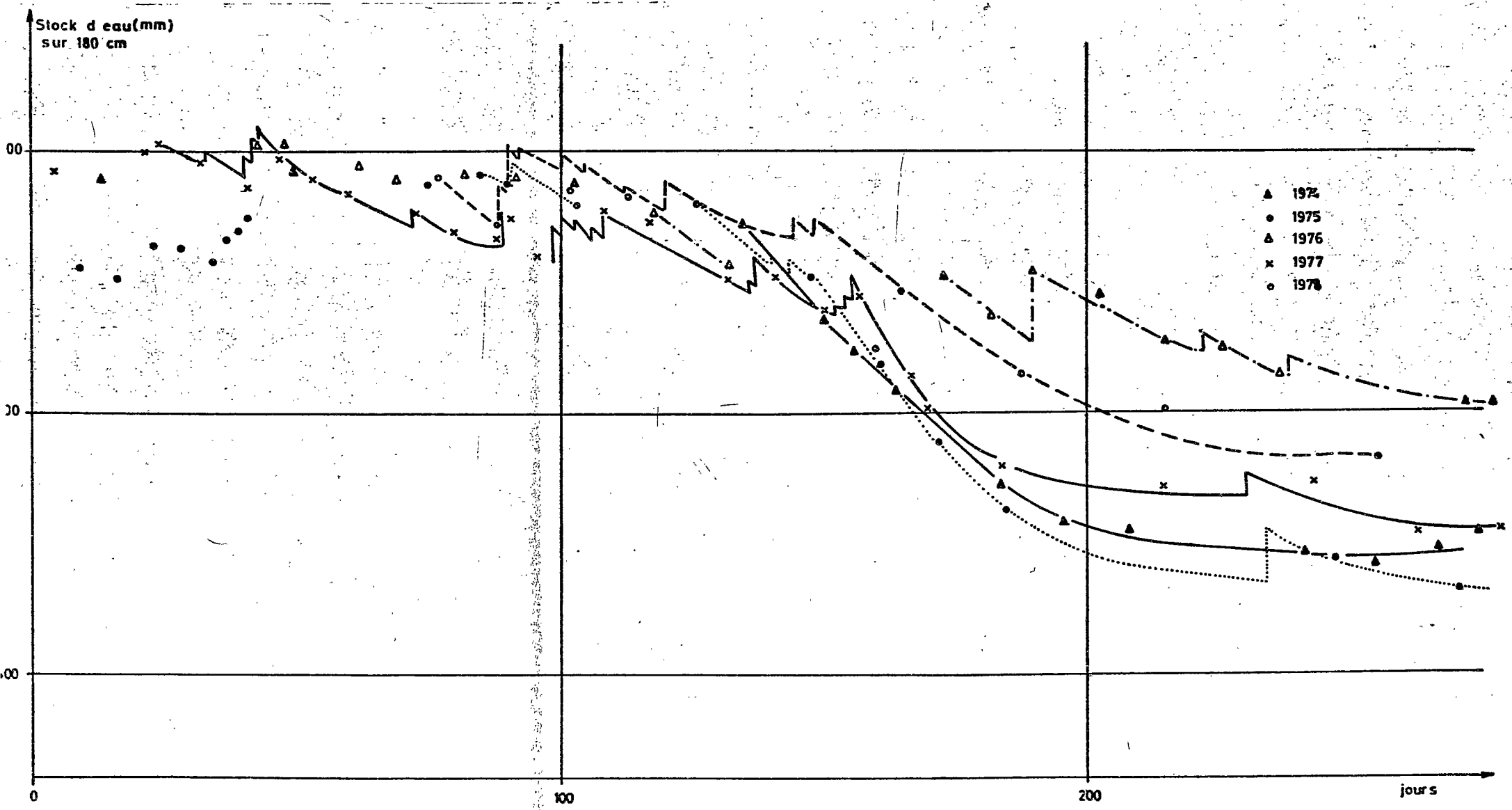

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
N° 315
1974
1975
1976
1977
1978
0
100
200
jours

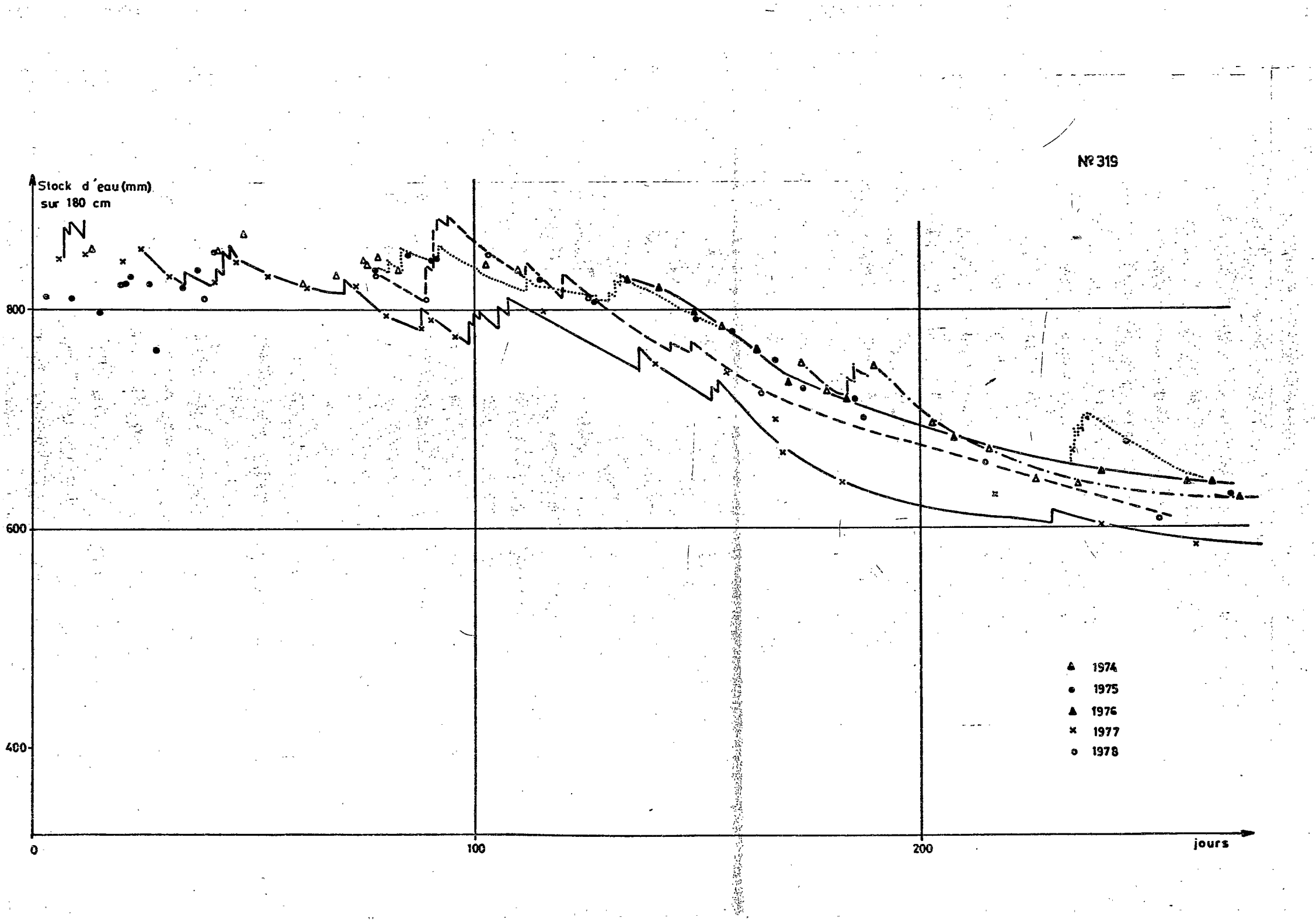

Nº 316
Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
00
00
400
0
100
200
jours
1974
1975
1976
1977
1978

N° 317

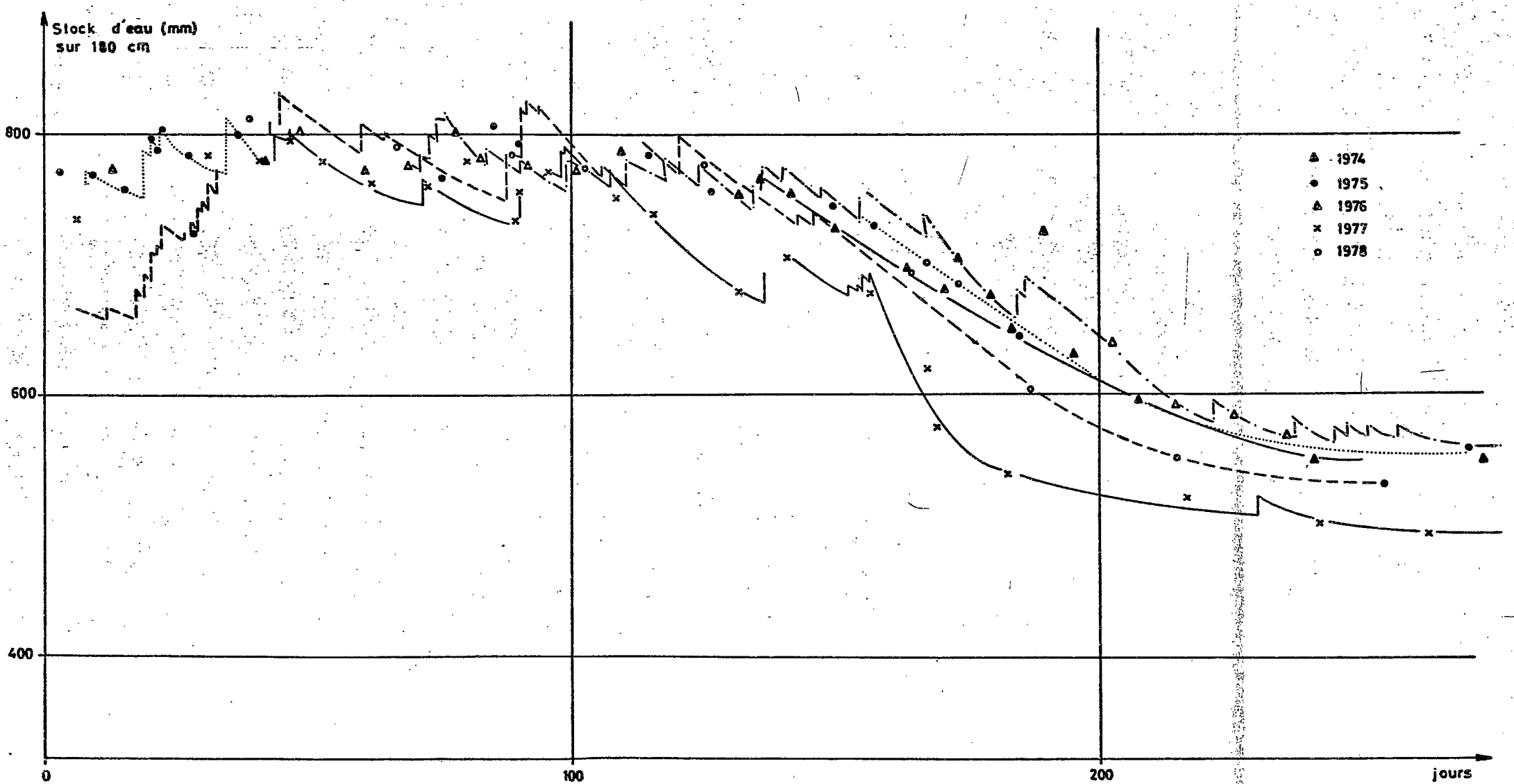

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
1974
1975
1976
1977
1978
0
100
200
jours

N° 318

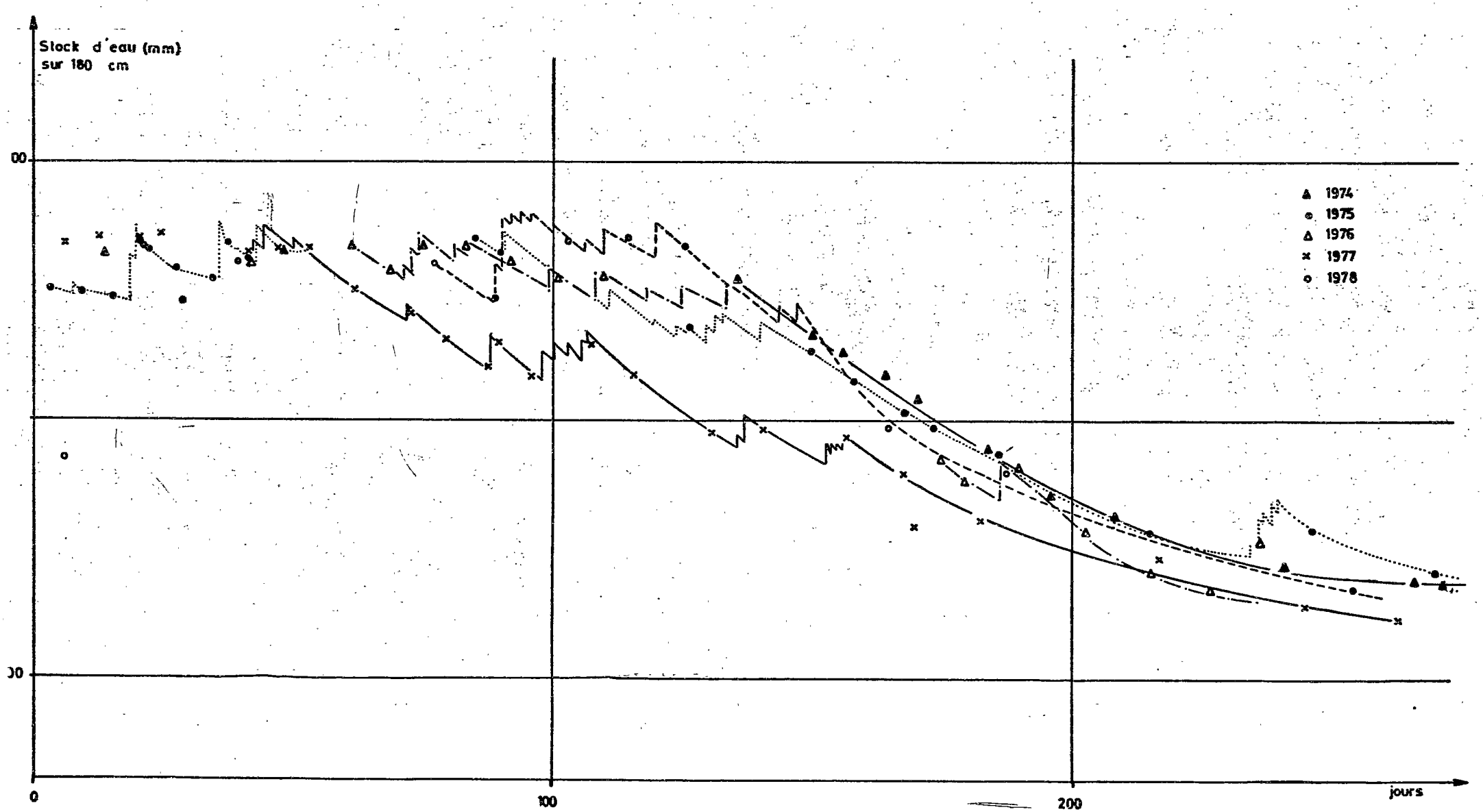

Stock d eau(mm)
sur 180 cm
00
00
00
1974
1975
1976
1977
1978
0
100
200
jours


N° 319
Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
0
100
200
jours
1974
1975
1976
1977
1978

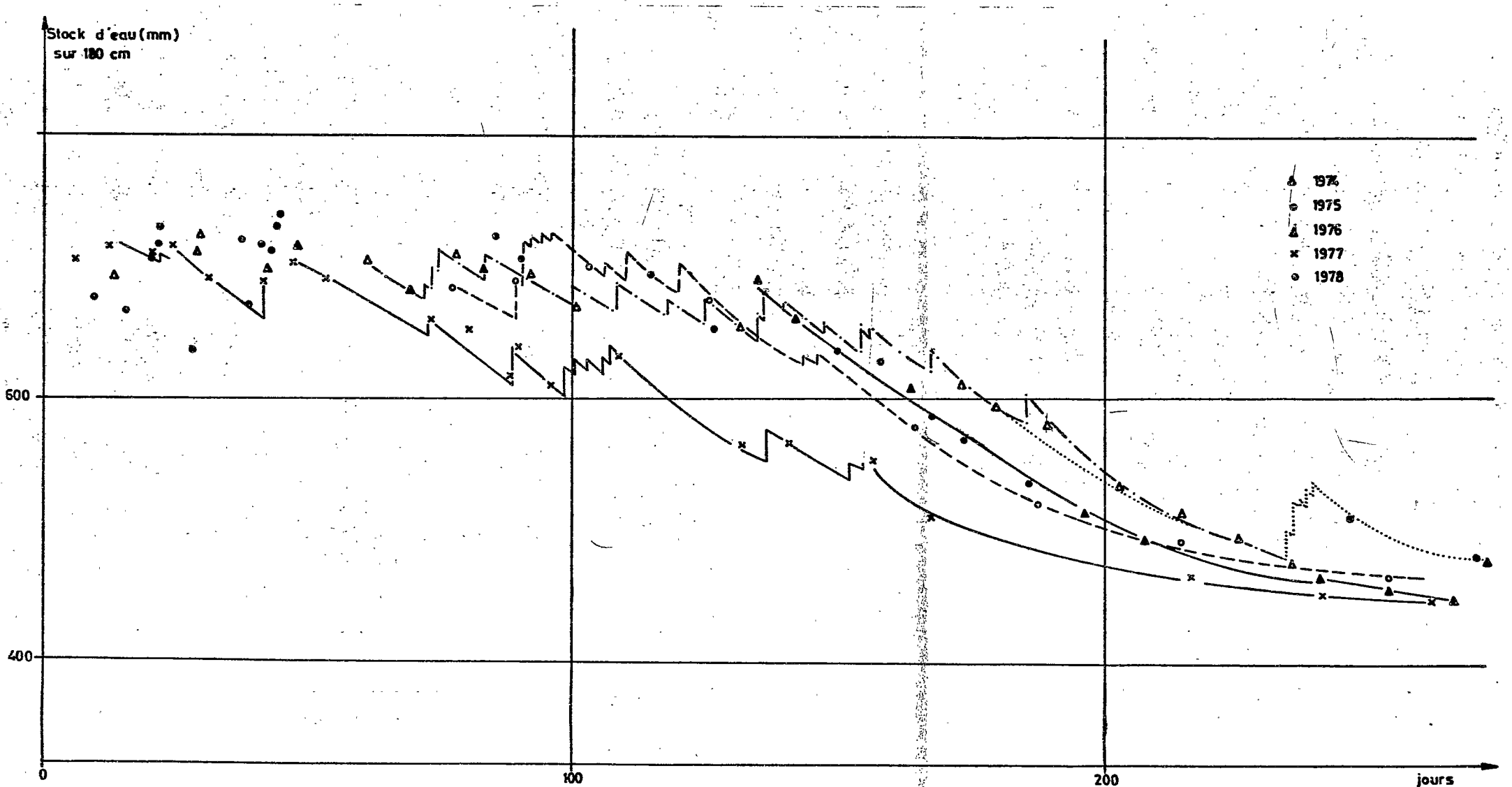
N° 320

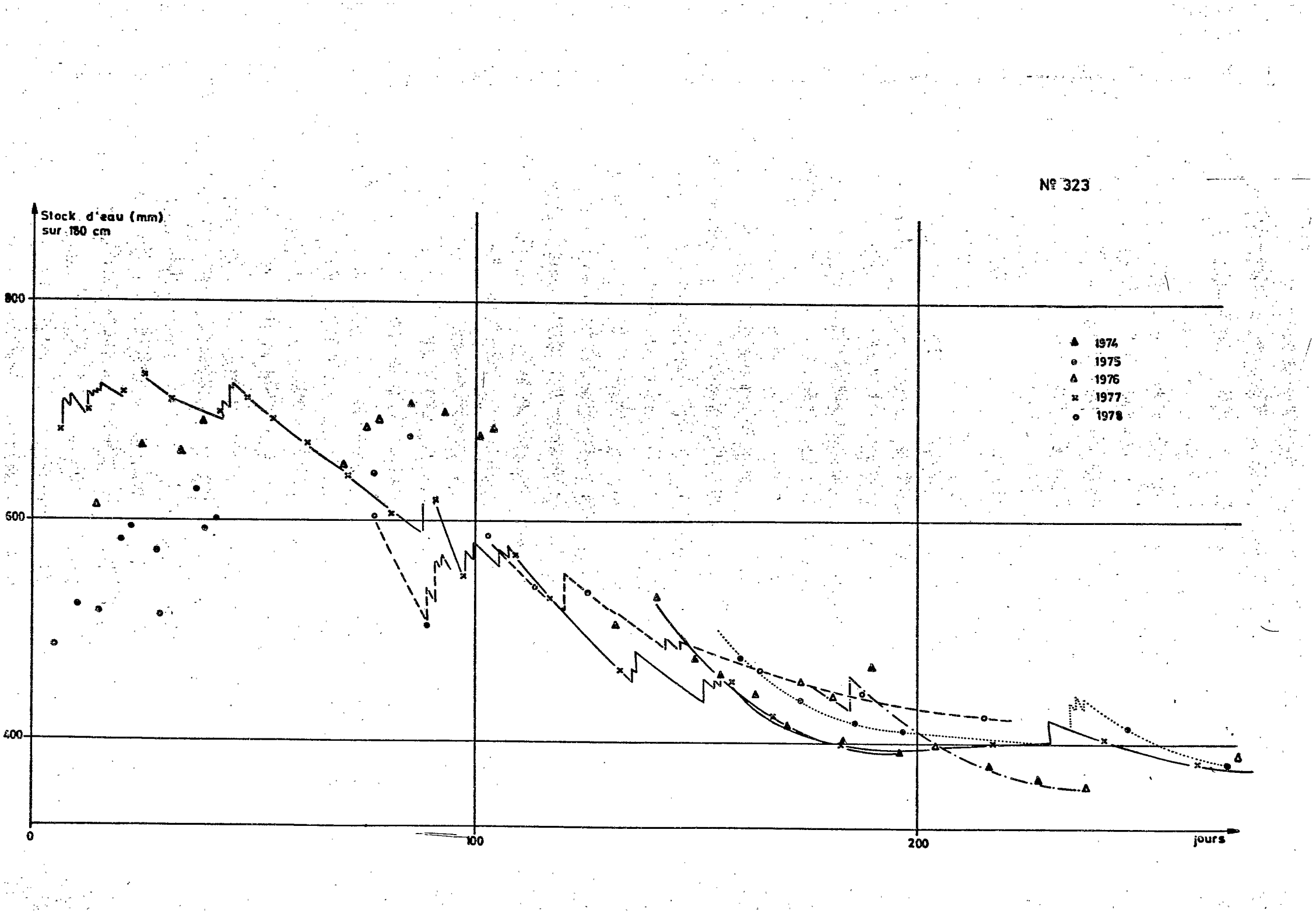

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
0
100
200
jours
1974
1975
1976
1977
1978

Nº 321

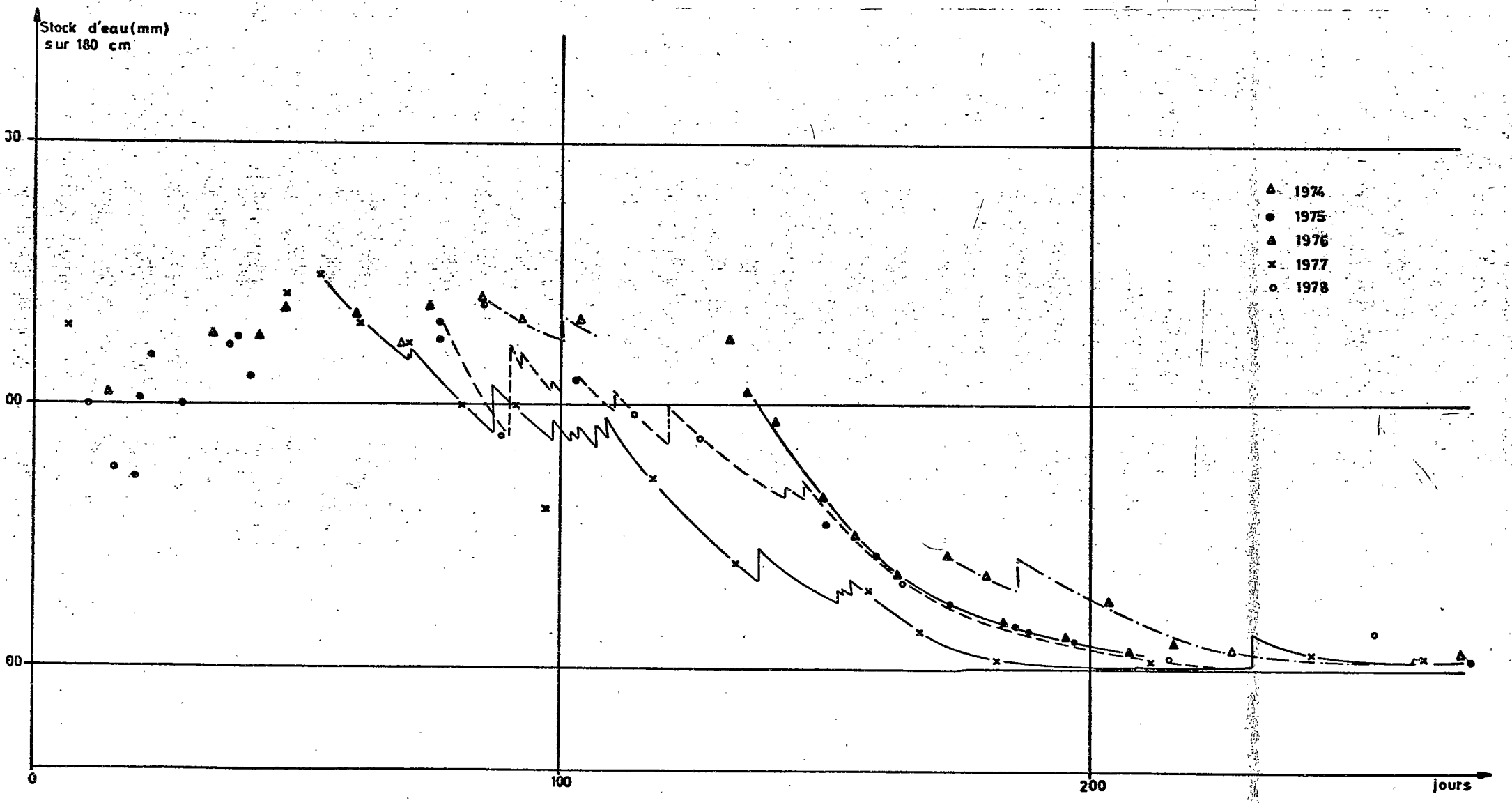

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
00
30
0
100
200
jours
1974
1975
1976
1977
1978

N°322

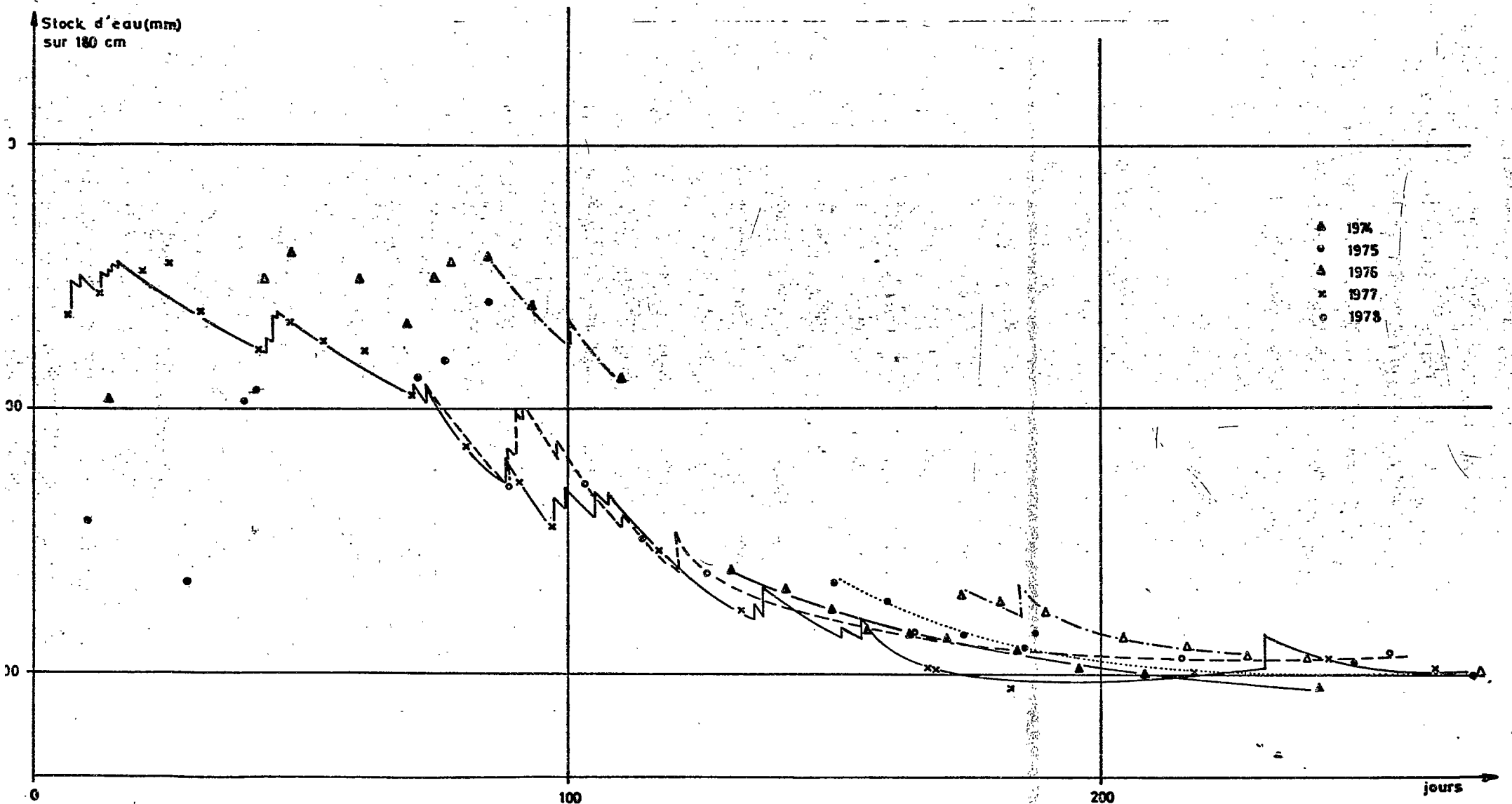

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
600
400
0
100
200
jours
1974
1975
1976
1977
1978


Nº 323
Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
0
100
200
jours
1974
1975
1976
1977
1978

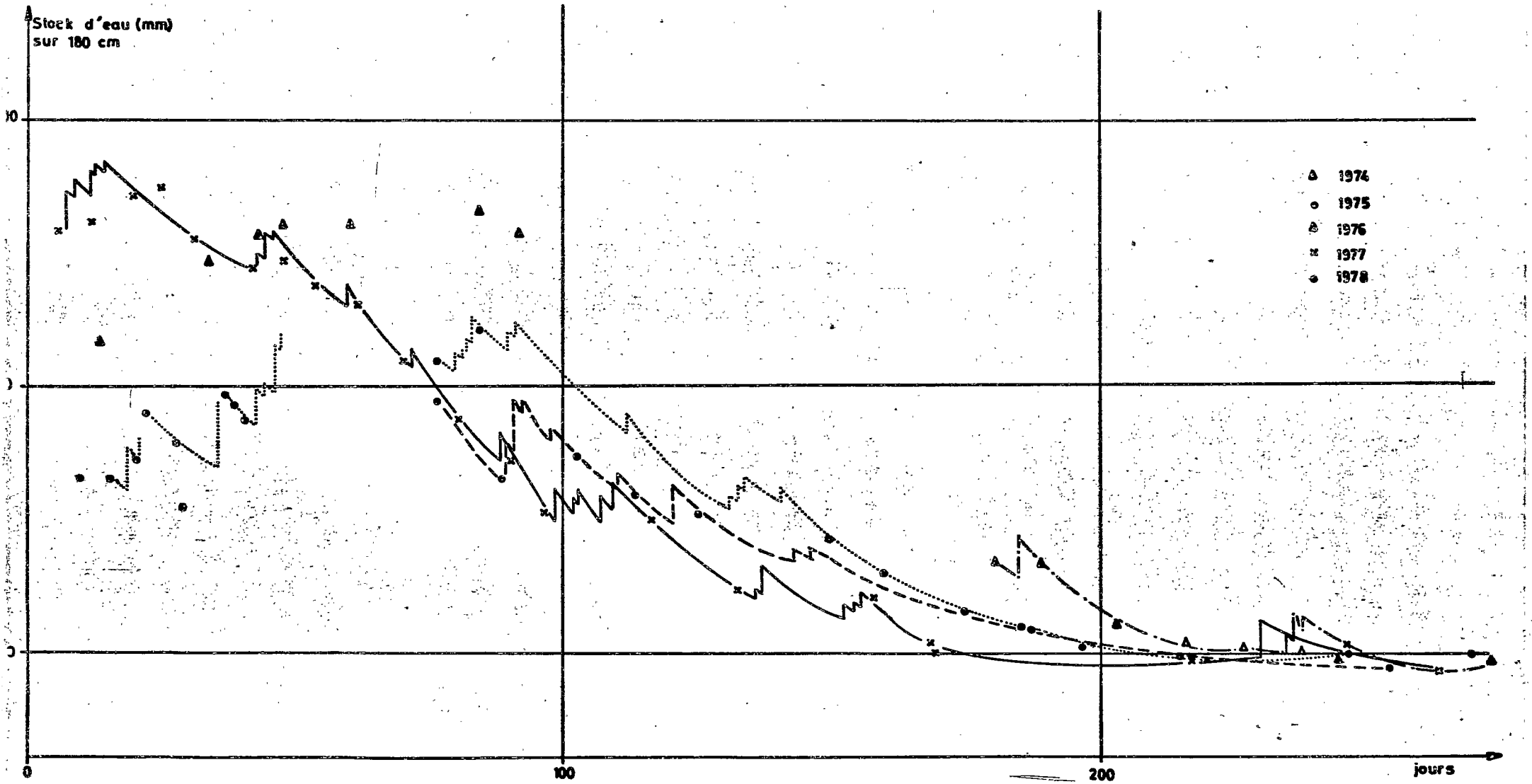
Nº 324

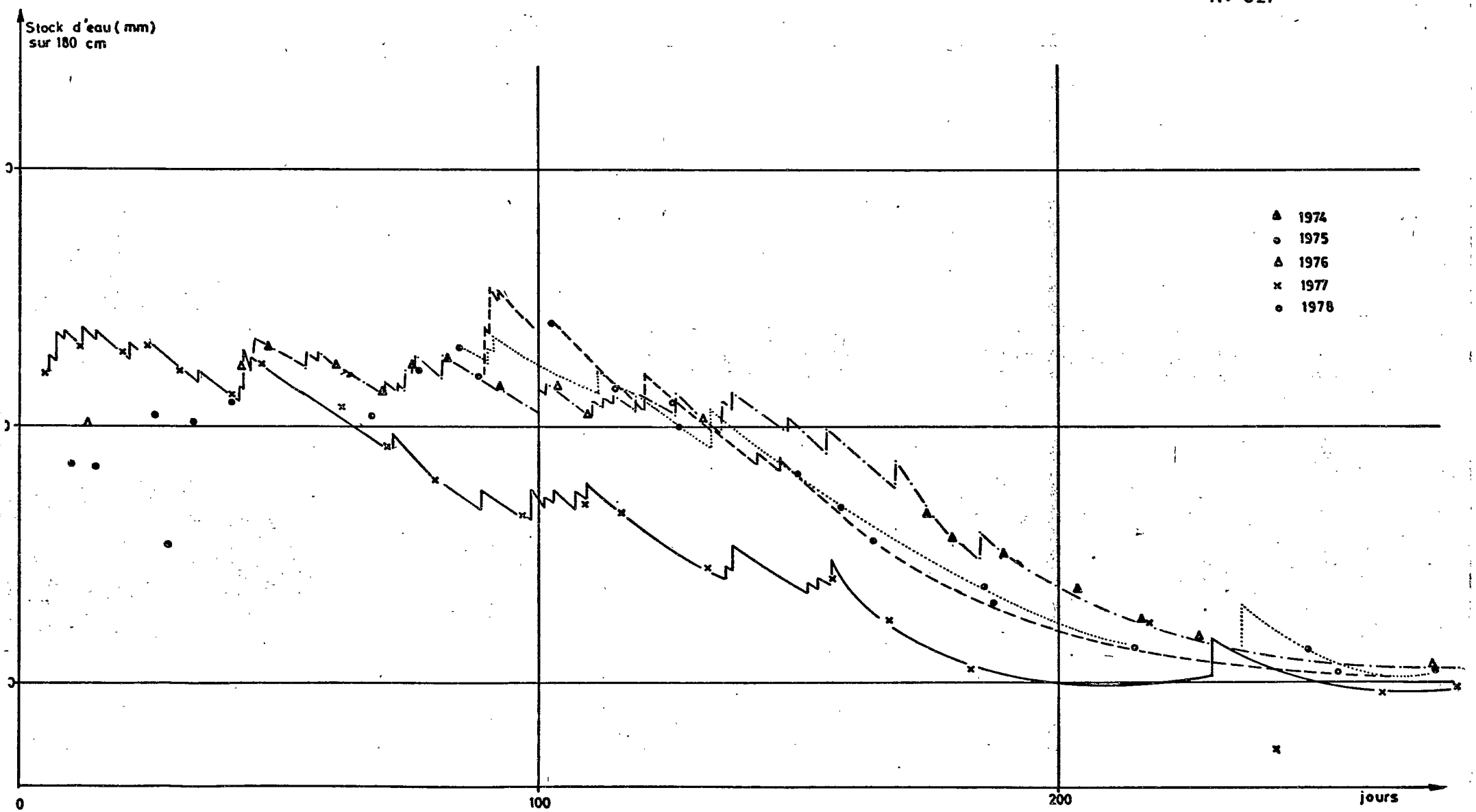

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
00
00
00
0
100
200
jours
1974
1975
1976
1977
1978

N° 325

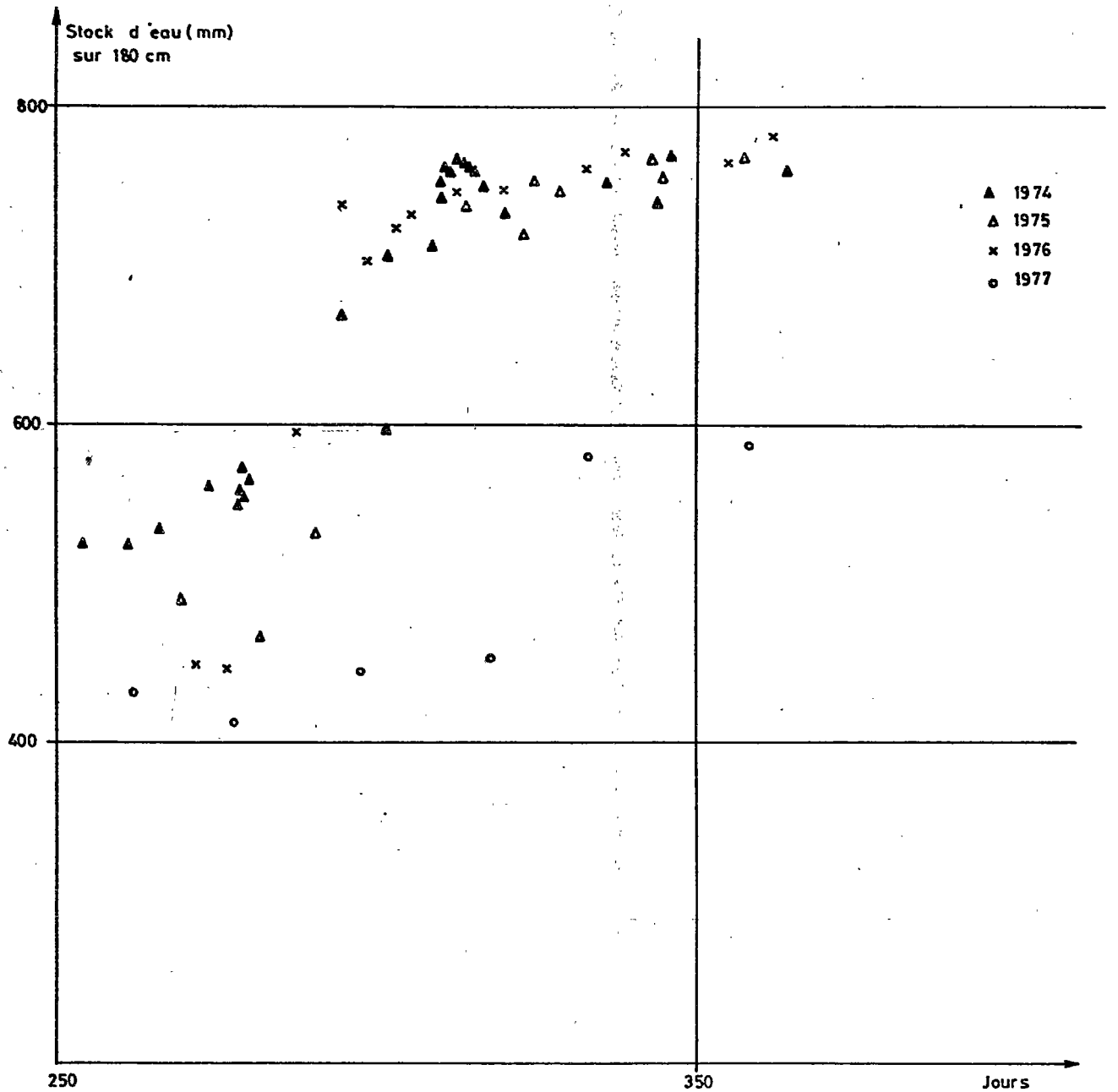

Stock d'eau(mm)
sur 180 cm
1974
1975
1976
1977
1978
0
100
200
jours

N° 326

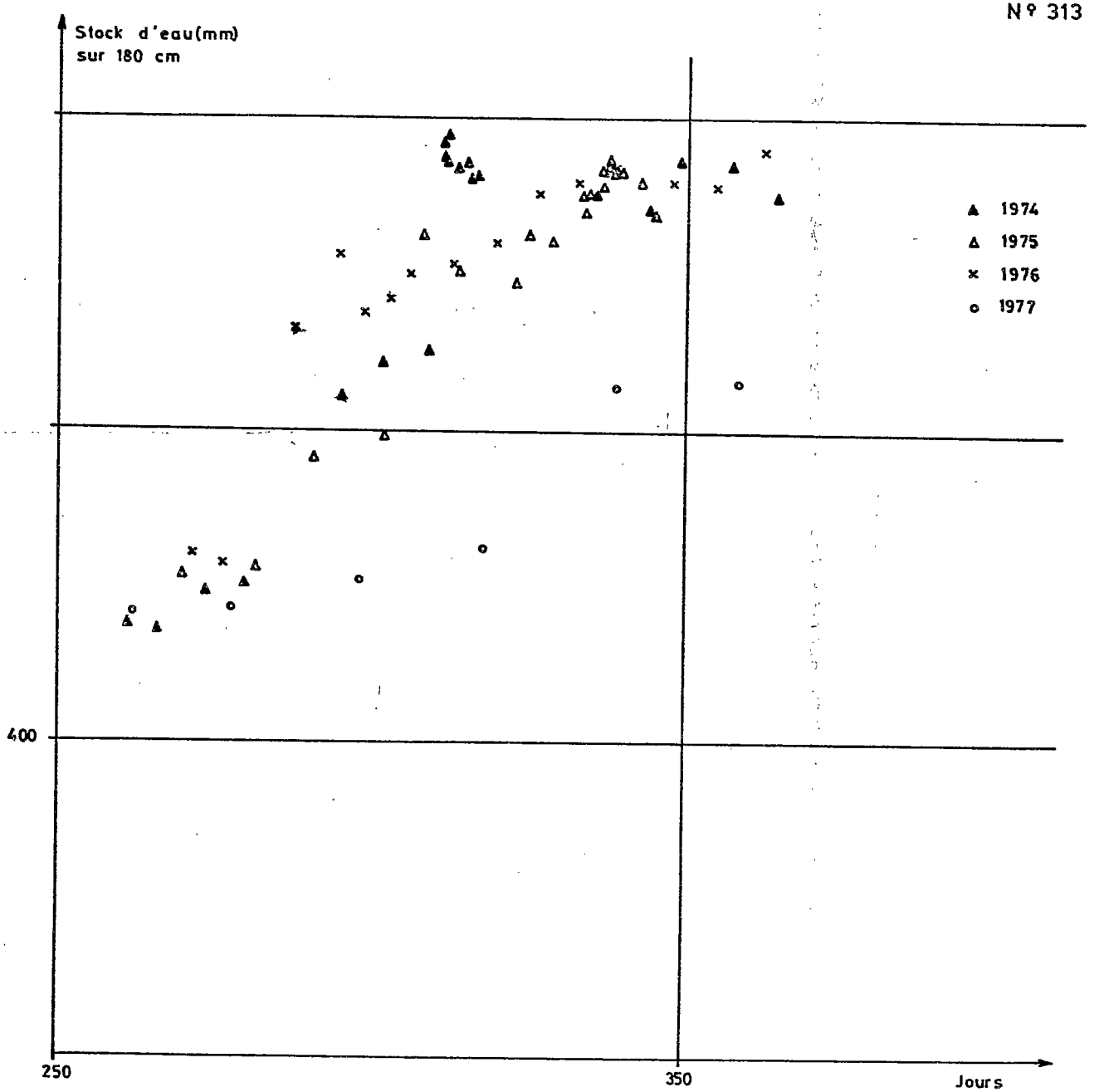

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
1974
1975
1976
1977
1978
0
100
200
jours


Nº 327
Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
1974
1975
1976
1977
1978
0
100
200
jours

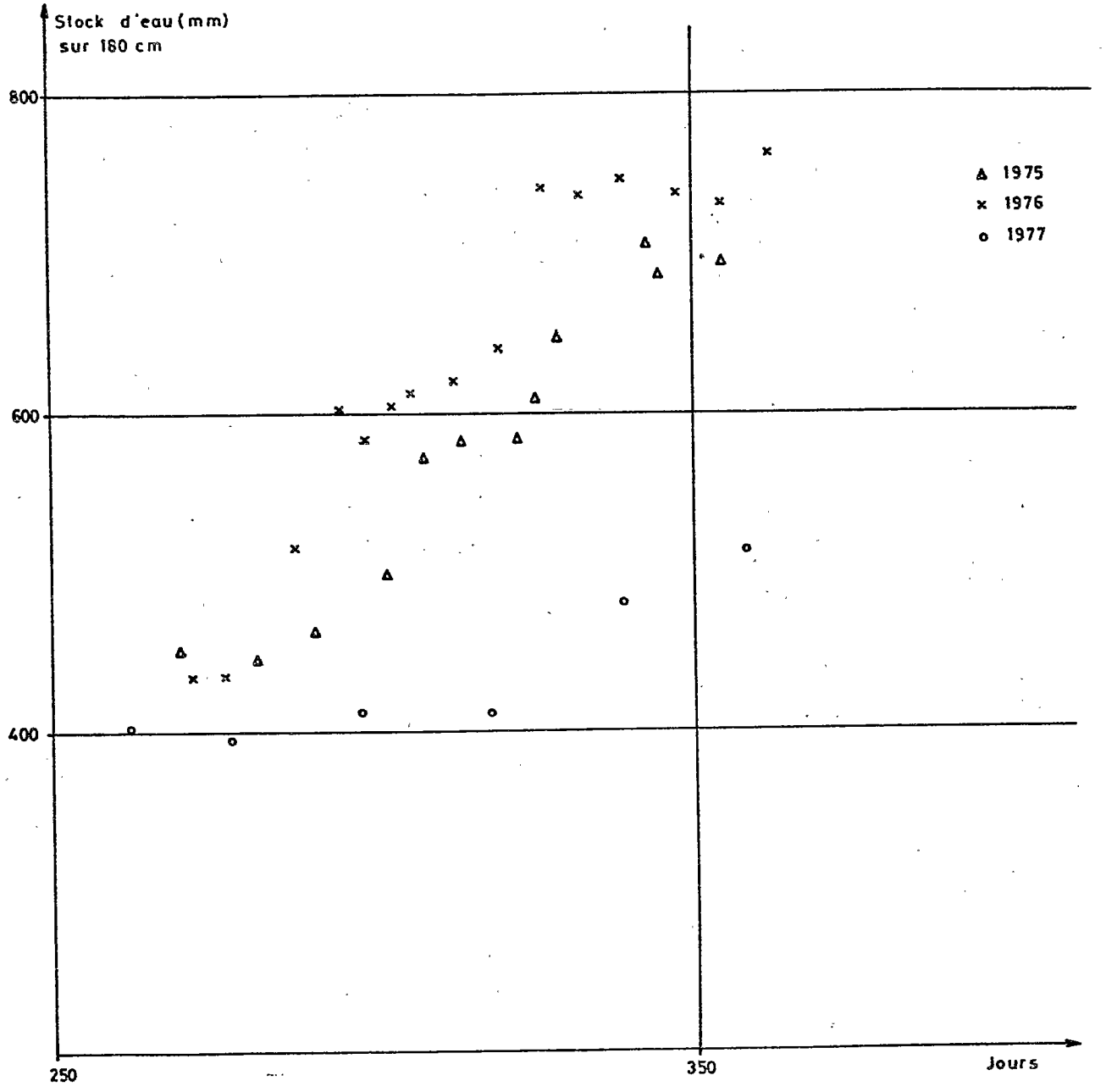
Nº 312


Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1974
1975
1976
1977

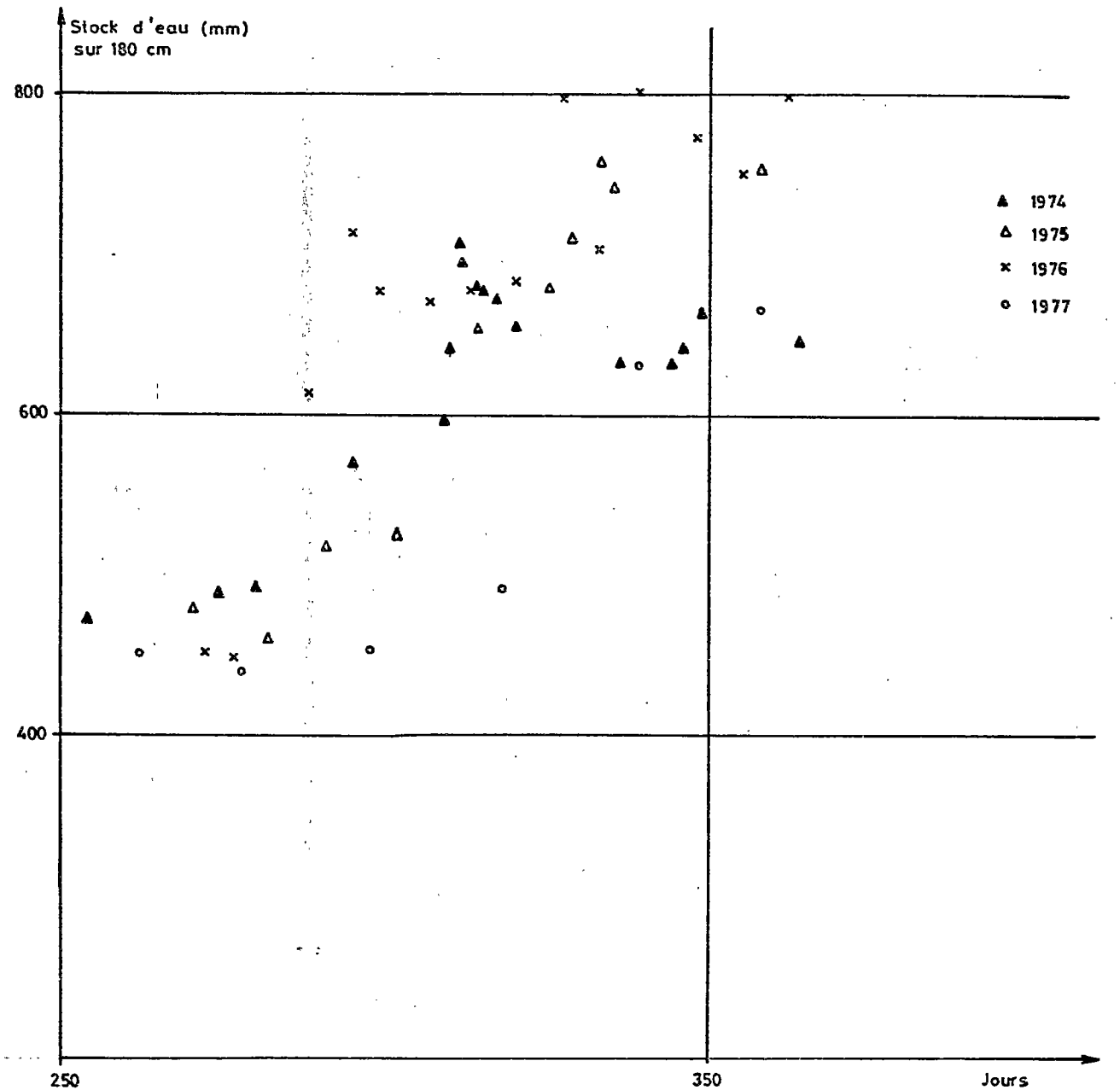
N° 313

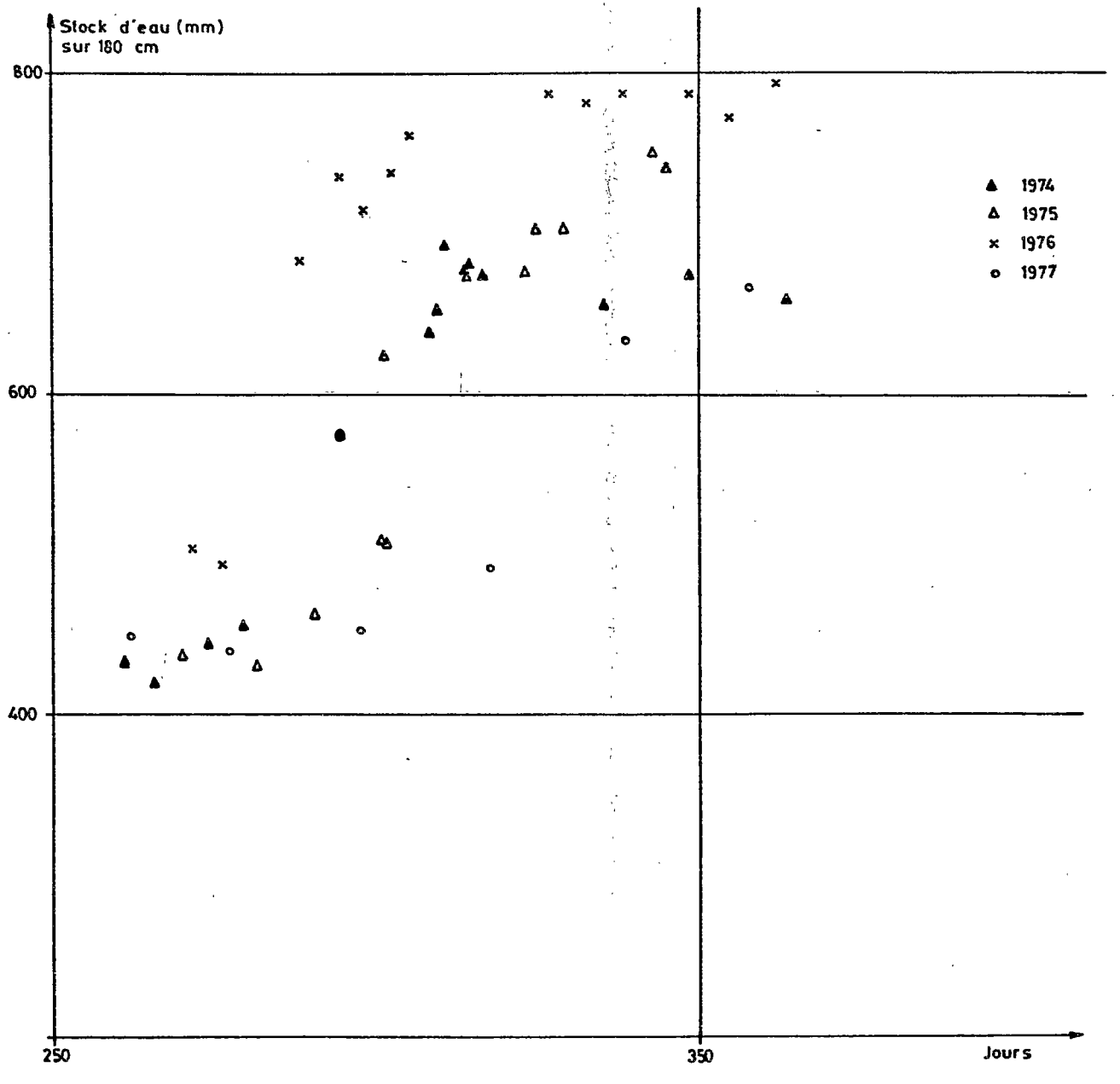


N° 314

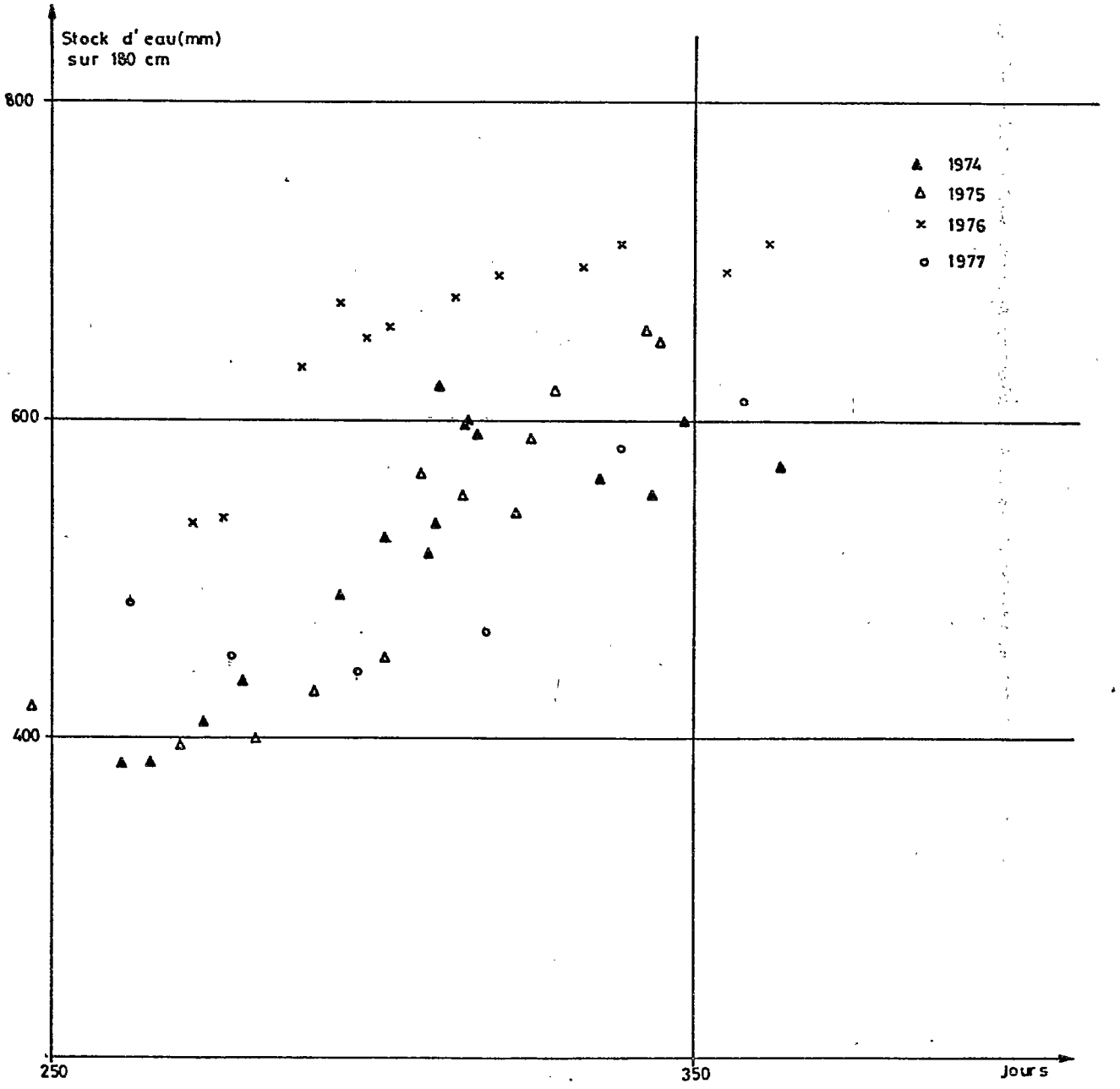

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1975
1976
1977

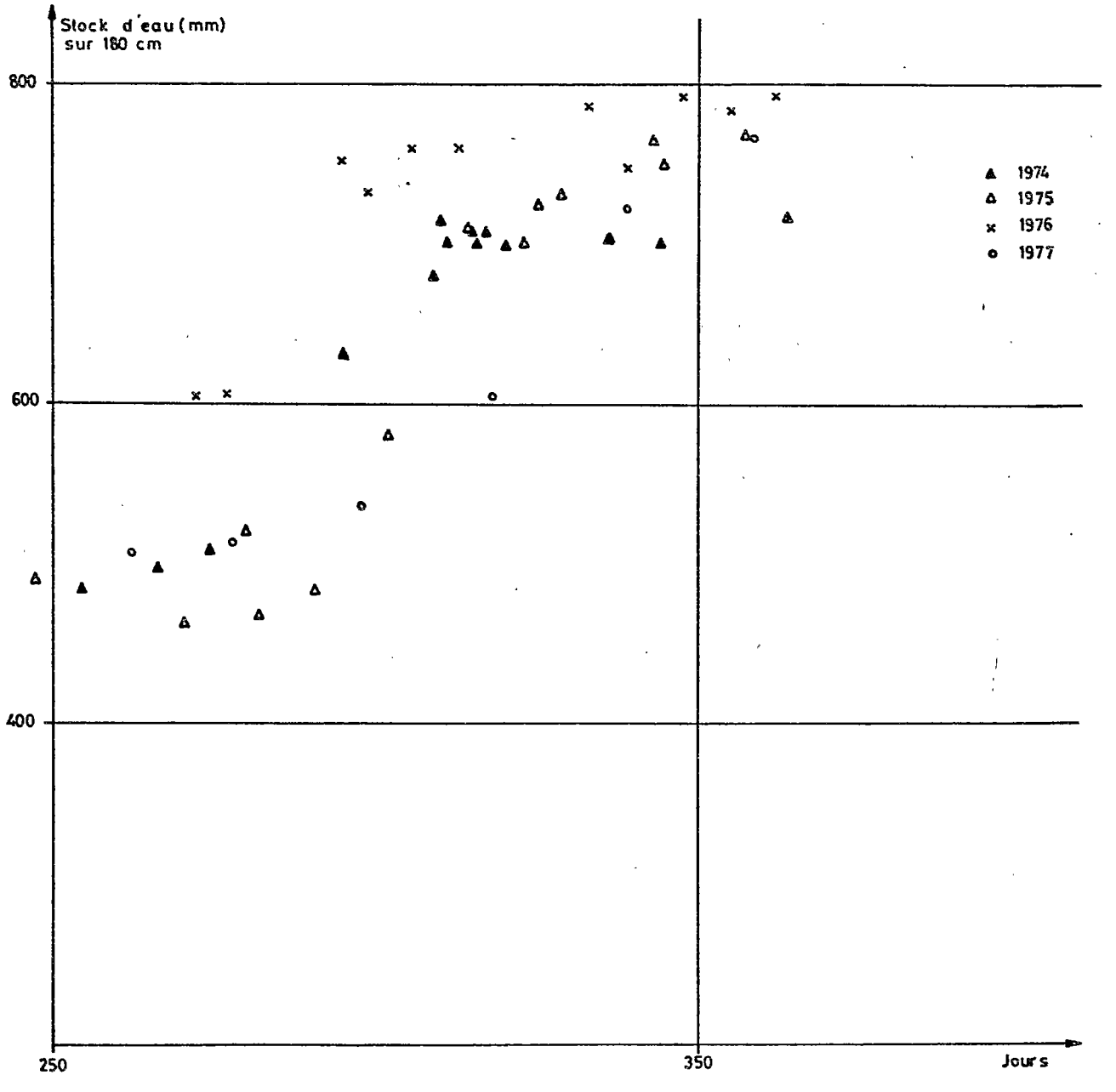
N ° 315

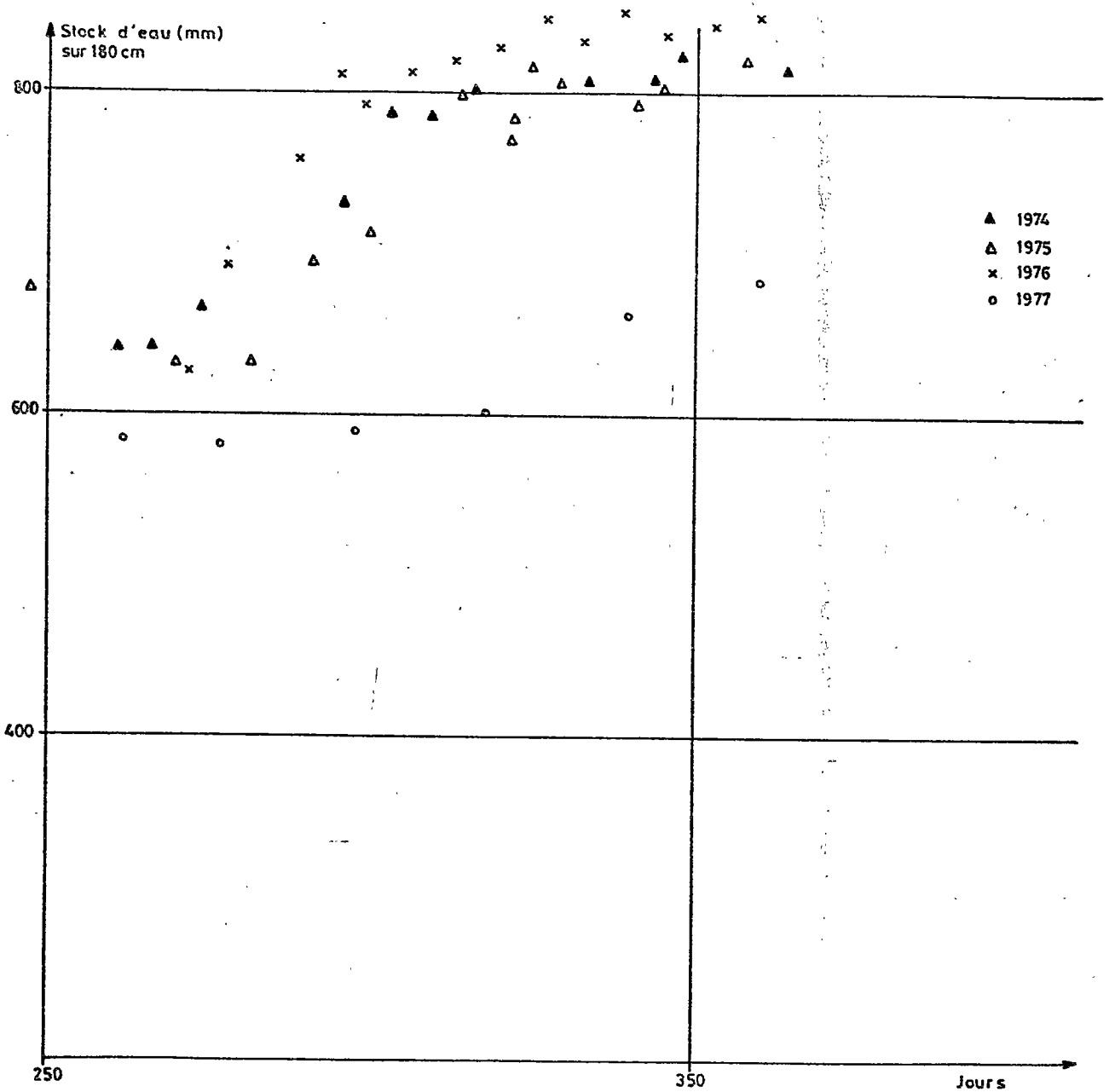

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1974
1975
1976
1977

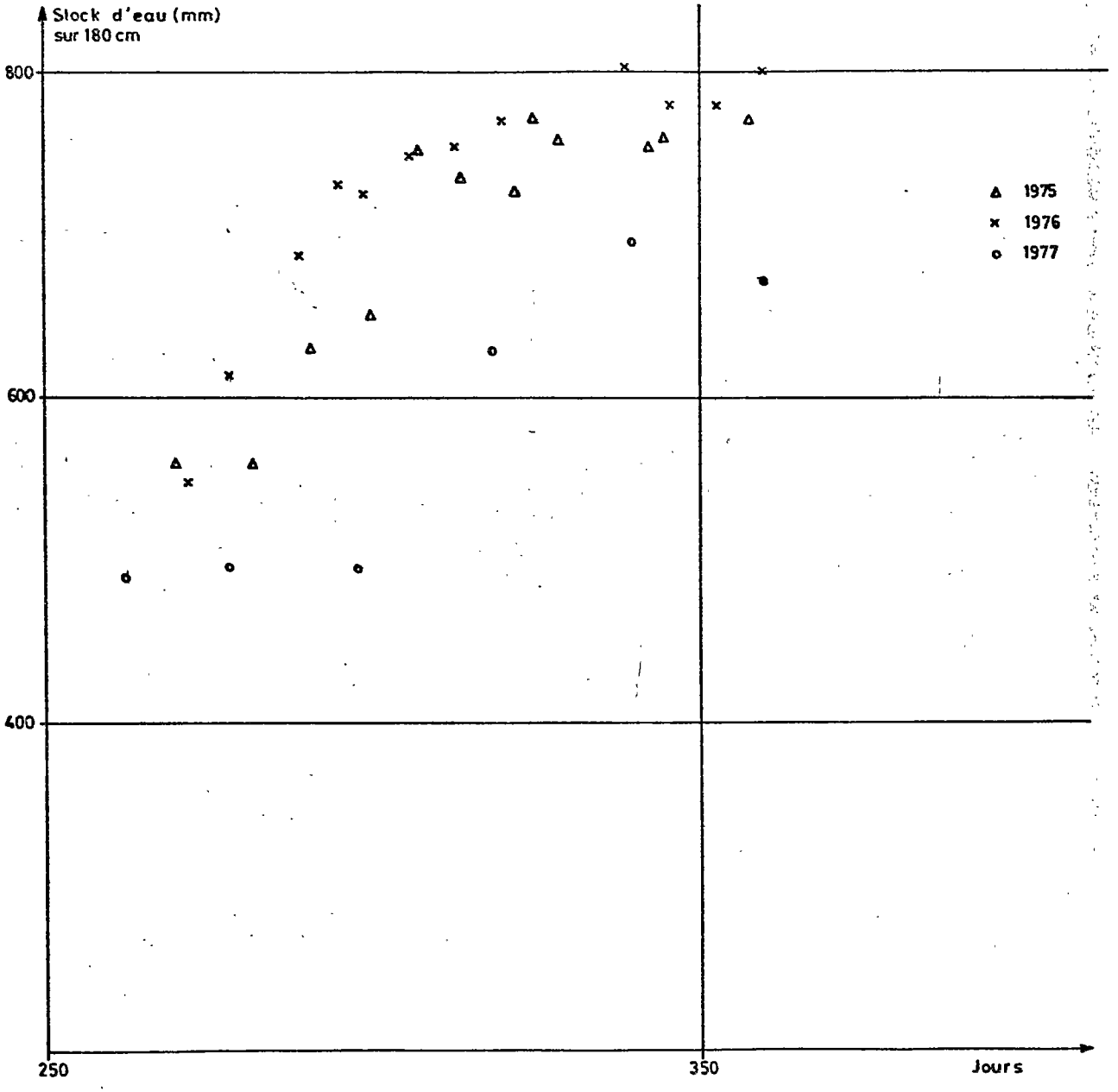

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1974
1975
1976
1977

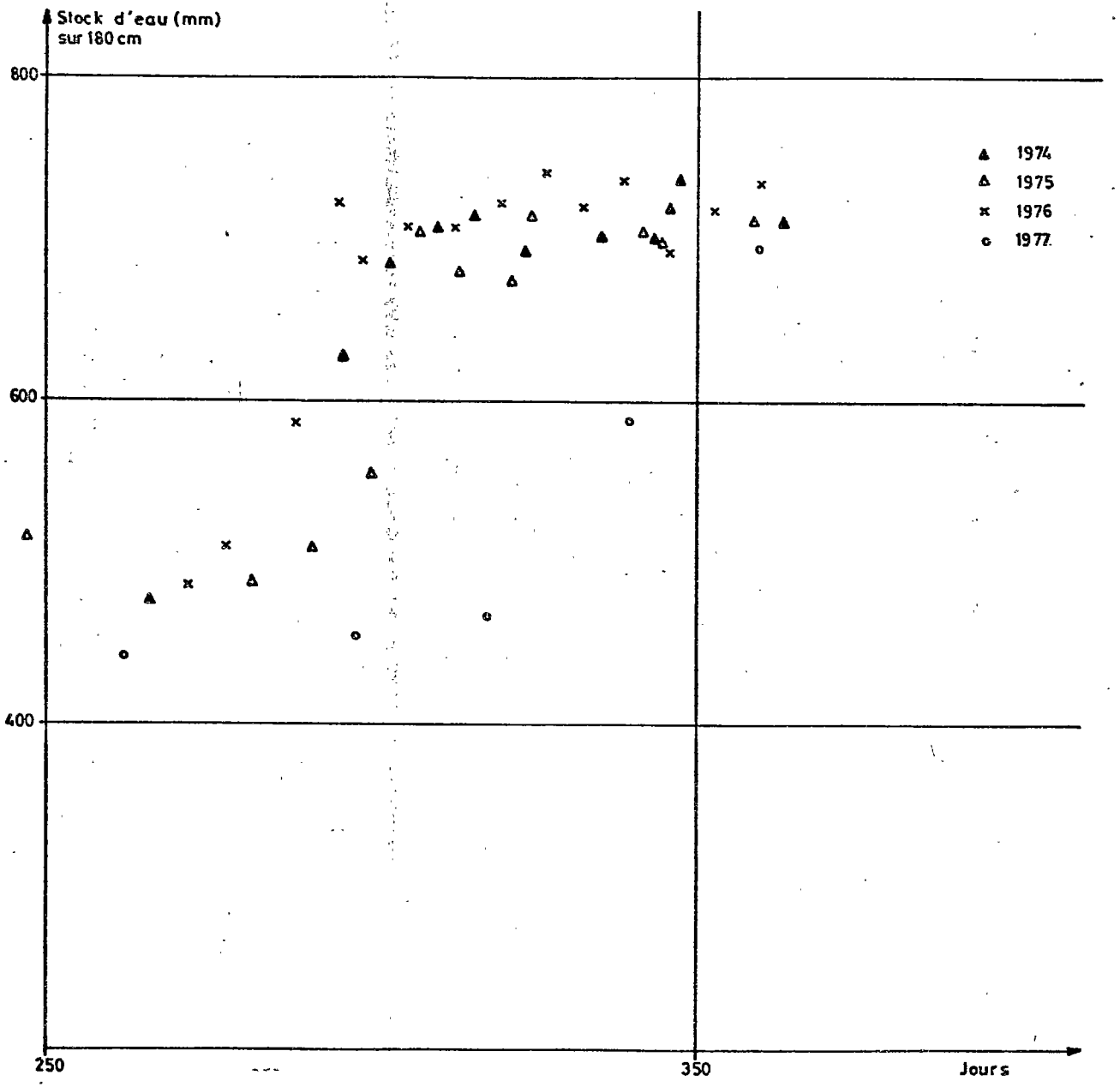
Nº 317


Stock d'eau(mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1974
1975
1976
1977

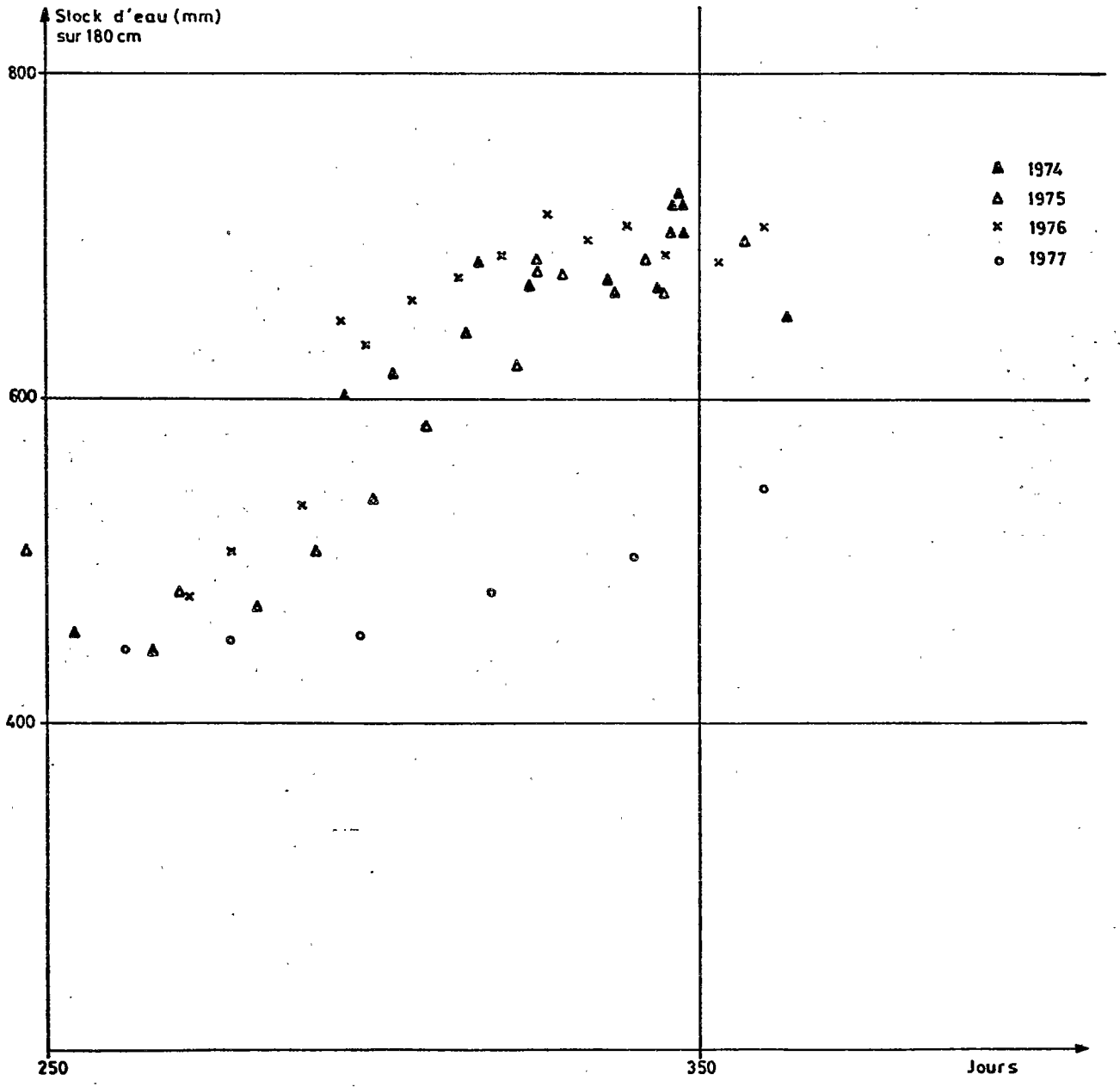

Stock d'eau (mm)
sur 160 cm
800
600
400
250
350
Jours
1974
1975
1976
1977

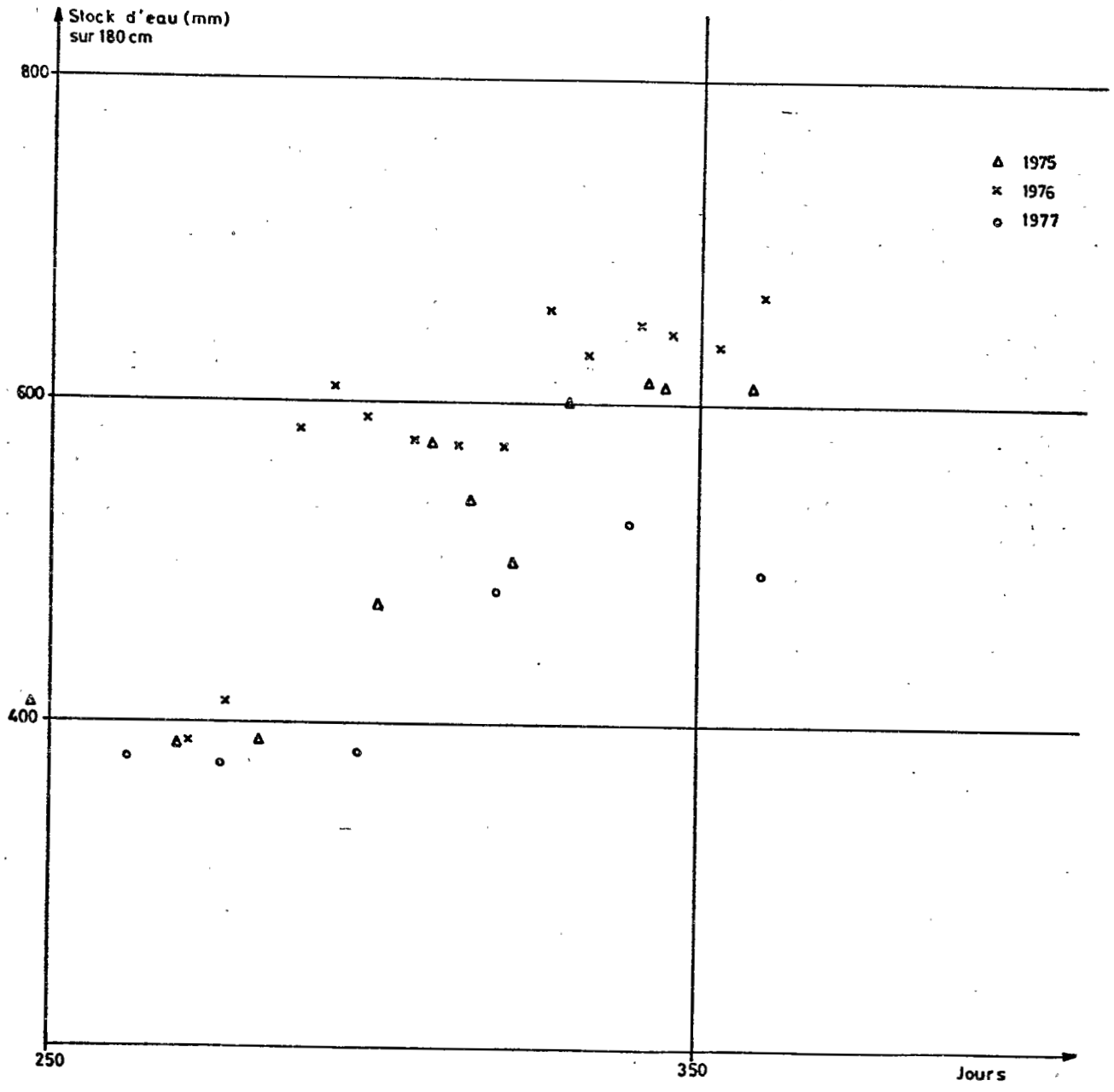

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1974
1975
1976
1977


Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1975
1976
1977

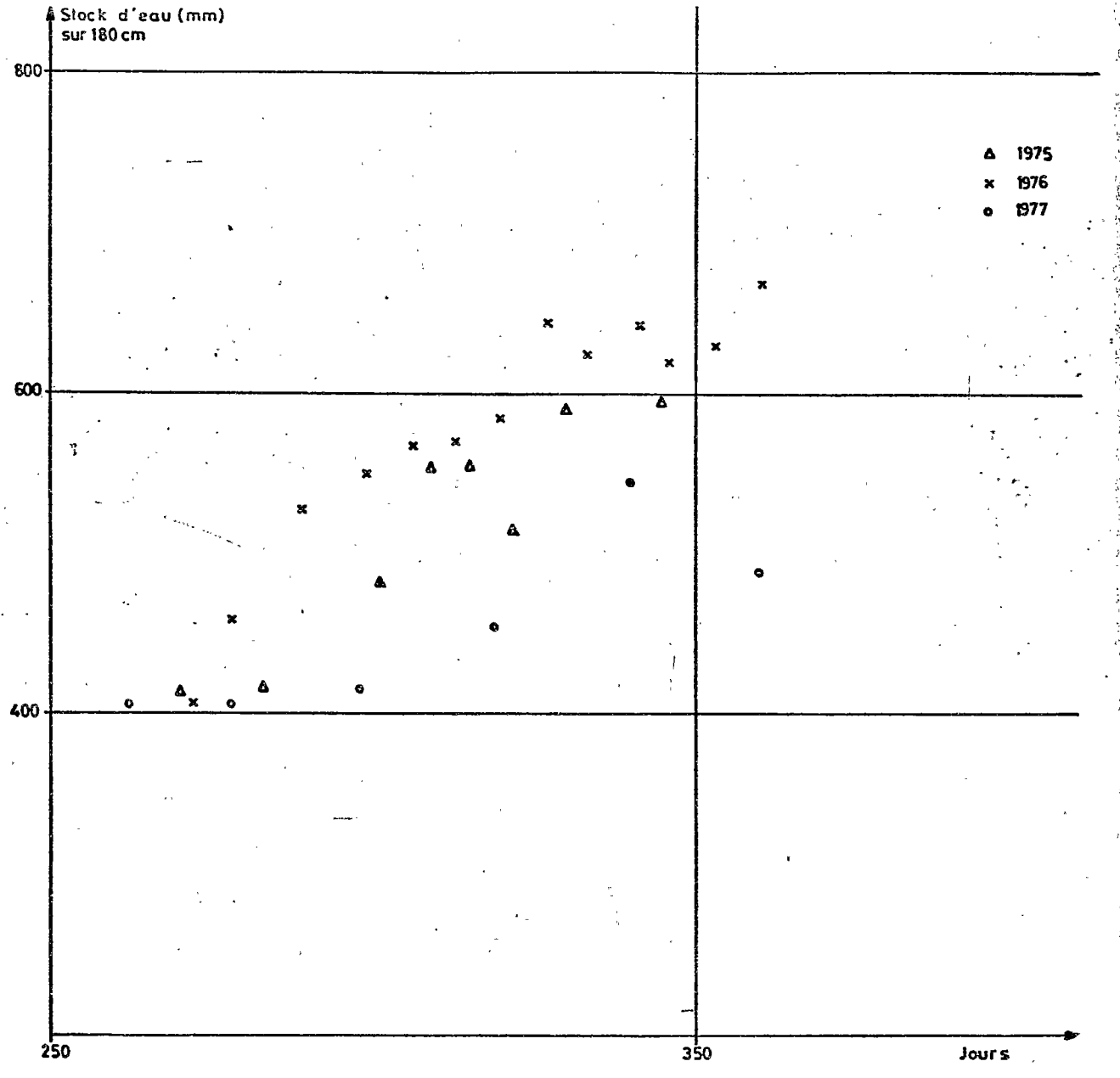

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1974
1975
1976
1977

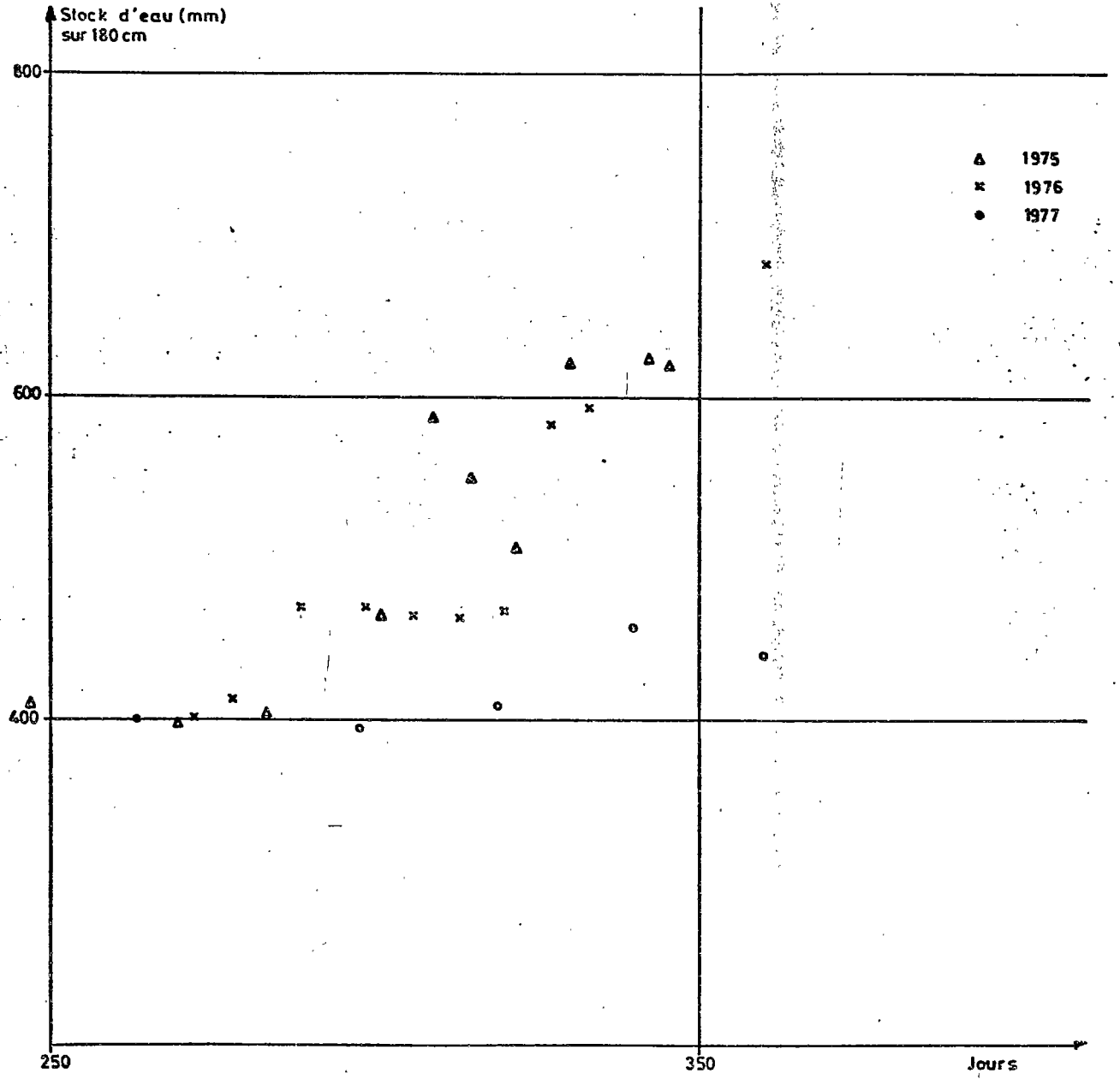
Nº 322


Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1974
1975
1976
1977

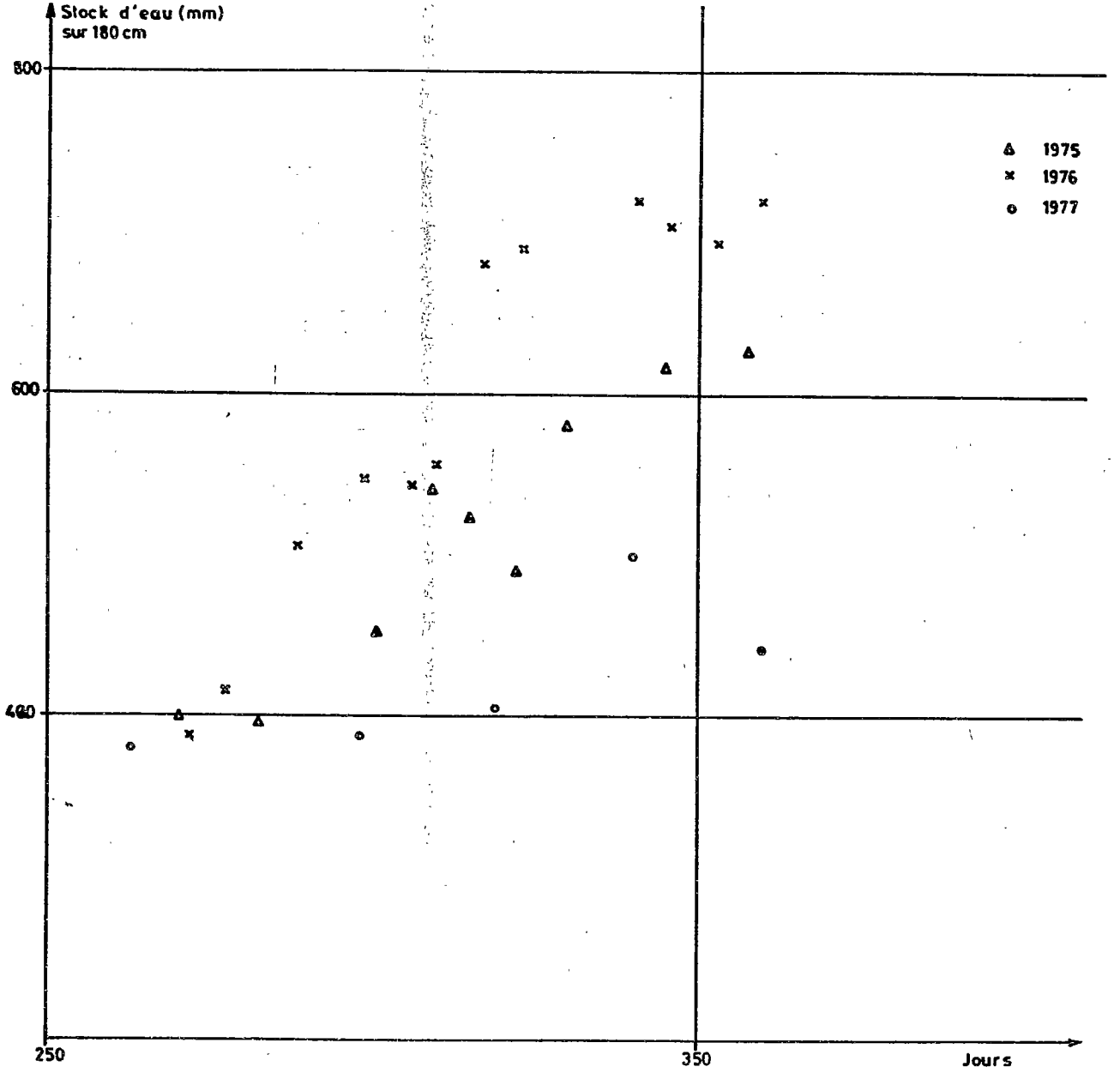

Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1975
1976
1977

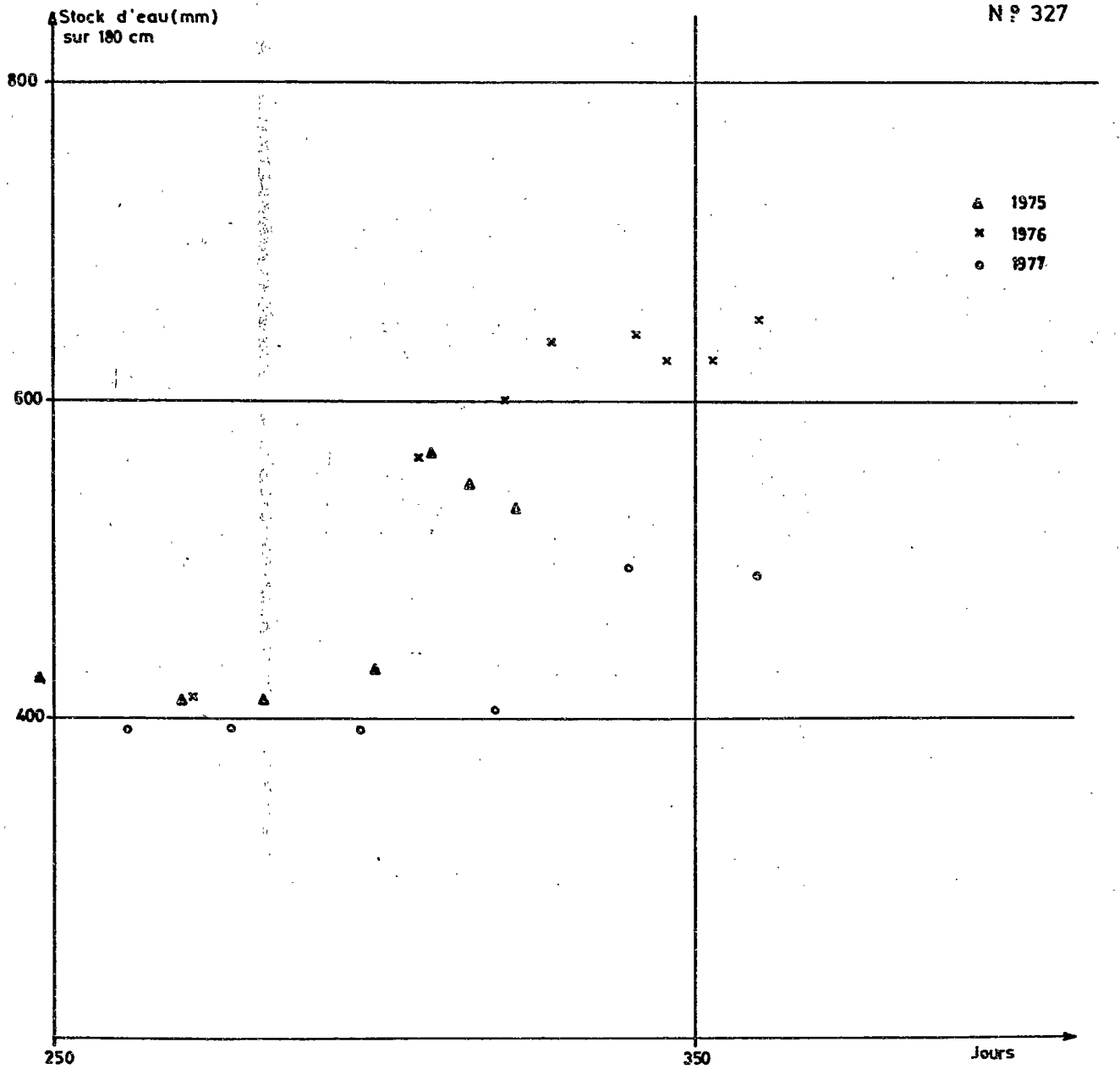
N° 324


Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1975
1976
1977


Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1975
1976
1977

N° 326


Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1975
1976
1977


N° 327
Stock d'eau (mm)
sur 180 cm
800
600
400
250
350
Jours
1975
1976
1977