

ETUDE DE QUELQUES ELEMENTS DU BILAN HYDRIQUE DANS UN ECOSYSTEME ARBORE
DU SECTEUR DES PENTES OCCIDENTALES A MADAGASCAR

1974

CORNET Antoine

Plan

Introduction

I/ Description de la formation et du dispositif d'étude

- Localisation et végétation
- Sol et Relief
- Climat : - 1 - Température
 2 - Pluviométrie
- Dispositif de Mesure

II/ Résultats

- A) L'apport d'eau atmosphérique
 - 1/ Précipitations incidentes
 - 2/ Apports atmosphériques autres que la Pluie
- B) Devenir des précipitations
 - 1/ Interception brute IB
 - 2/ Le ruissellement le long des troncs
- C) Composantes édaphiques du Bilan hydrique
 - 1/ Ruissellement
 - 2/ Caractéristiques hydriques
 - 3/ Evolution de l'humidité du sol
- D) Bilan hydrique théorique

Conclusion

ORSTOM - Fonds Documentaire
N° : 32 139 ex 1
Cote : B

ETUDE DE QUELQUES ELEMENTS DU BILAN HYDRIQUE DANS UN ECOSYSTEME ARBORE DU
"SECTEUR DES PENTES OCCIDENTALES" A MADAGASCAR

A. CORNET

Avec la collaboration technique de Patrice RABARIJAONA

Introduction

La connaissance de la répartition et du cycle de l'eau dans la nature est primordiale pour le Biologiste aussi bien que pour le Pédologue ou l'Aménageur. Or cette connaissance est encore bien imparfaite, en effet, il est par exemple difficile de connaître l'influence des formations forestières sur les précipitations et sur leur devenir, de savoir si la végétation arbustive consomme plus ou moins d'eau que la végétation herbacée. L'étude du bilan hydrique dans chaque cas, permettra de mieux comprendre le cycle de l'eau et d'apporter des éléments de réponse à ces questions.

Le but envisagé ici est d'appréhender certains éléments du bilan hydrique d'un peuplement ligneux. L'analyse du devenir des précipitations arrivant sur le couvert végétal, nous permet de distinguer :

- une fraction qui arrive directement au sol à travers le feuillage, c'est l'égouttement (THROUGH FALL des anglo-saxons.)
- une fraction qui s'écoule le long des troncs et arrive finalement au sol, (Stem-Flow)
- une partie qui est arrêtée par le feuillage et les branches que l'on désigne sous le nom d'Interception Nette.

L'Interception Brute I_B utilisée ci-après est la différence entre les Précipitations incidentes et l'égouttement. Elle représente la fraction qui n'arrive pas directement au sol. On a la relation :

Interception nette $I_n =$ Interception Brute I_B - ruissellement le long des troncs r .

On peut alors exprimer le bilan hydrique d'un peuplement ligneux par la relation :

$$P = I_B - r + R + \Delta S + D + E$$

dans laquelle

P est la pluviométrie au-dessus du peuplement

I_B l'Interception Brute

r le ruissellement le long des troncs

R les pertes par ruissellement au sol

S la variation du stock d'eau du sol

D les pertes par drainage

E l'évapotranspiration du couvert végétal.

I - Description de la formation et du dispositif d'étude

Végétation - Localisation

La formation étudiée est une formation typique du secteur "des pentes occidentales" à Madagascar. Il s'agit de "Bois de Tapias".

Le secteur dit des "pentes occidentales" couvre à Madagascar les surfaces comprises entre 800 et 1 800 mètres d'altitude, sur le versant Ouest du domaine central. Dans ce secteur, les vents du Sud-Est issus de l'alizé y parviennent après avoir été délesté d'une grande partie de leur humidité au profit des montagnes et des hauts plateaux du Centre. Ils y déterminent donc un climat plus sec que celui du reste du domaine central, caractérisé par l'absence quasi totale de précipitations de mai à octobre, et par des précipitations importantes, mais irrégulières de novembre à mai.

H. PERRIER DE LA BATHIE dans son ouvrage "La végétation malgache" (Annales du Musée Colonial de Marseille, 1921) distinguait ce secteur, dont la végétation devait être primitivement constituée, par "une futaie assez claire d'arbres tortueux recouvrant un sous-bois d'arbustes éricoides ou à feuillage de myrte" comprenant de nombreuses espèces.

M. HUMBERT dans la "Notice de la carte de Madagascar" qualifie cette végétation dont il ne reste que quelques rares témoins en voie de régression, de "Forêt basse, sclérophylle des Pentes Occidentales" et la définit comme "série à Uapaca bojeri et Chlaenacées".

En réalité le Tapia (nom malgache de Uapaca bojeri) n'était qu'une des nombreuses espèces de la forêt initiale, mais en raison de sa résistance au feu, il est souvent demeuré seul.

Il forme à l'heure actuelle des associations végétales réduites généralement à une seule espèce dominante, isolées au milieu de vastes régions déboisées, recouvertes d'une végétation herbacée du type savane plus ou moins dégradée.

Une parcelle boisée en Uapaca bojeri, sise au lieudit Andasy canton de BEHENJY à trente km au sud de Tananarive a été mise en défens et aménagée en vue de la mesure de différents éléments du bilan hydrique.

Sa végétation est composée d'une strate arborée d'une hauteur de 5 à 9 m. Composée uniquement d'Uapaca bojeri, qui recouvre une strate sous-arbustive éricofide ne dépassant pas 1 m constituée essentiellement de Philipia sp. (Ericacée) et de Chlénacées. La strate herbacée est peu importante, sauf en lisières elle est constituée surtout de "Loudetia", de Ctenium, de composées et de Com-nélina.

- Sol et Relief

La parcelle est située sur un versant faisant suite au "Casque" de BEHENJY d'orientation Ouest-sud-ouest dont la pente moyenne est de 12%. La roche mère est constituée par un granite affleurant en de nombreux endroits sur la partie haute de la parcelle, sous forme de boules très érodées. Le sol est du type ferrallitique, fortement dessaturé et pénévolué (BOURGEAT F. 1972) à texture argilo-sableuse.

Tableau I - Granulométrie du sol en %

Profondeur	Argile < 2 μ	Limon fin 2 à 20 μ	Limon grossier 20 à 50 μ	Sable fin 50 à 200 μ	Sable grossier >200 μ
0 - 20 cm	37,3 %	8,7 %	3,7 %	12,7 %	37,6 %
20 - 50 cm	34,6 %	10,5 %	3,9 %	8,0 %	34,0 %
50-200cm	23,9 %	10,1 %	7,3 %	11,5 %	47,2 %

- Climat

Située dans la partie centrale des plateaux malgaches à une altitude de 1 450 m. La station étudiée se trouve dans une zone à climat tropical austral-d'altitude,, subhumide à saison sèche atténuée par des brouillards(CORNET A. 1972) présentant 7 mois de saison sèche et un déficit hydrique cumulé de 192 mm. Les caractéristiques climatiques moyennes ont été obtenus, Par les données des stations de Tananarive pour les températures, de BEHENJY pour la pluviométrie, ainsi que par les données de la station météorologiques du bassin versant de la Tafaina qui jouxte la parcelle.

1/ Température

Tableau II - Températures moyennes (Tananarive moyenne 1941-1960)

Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
21,4	21,4	21,0	19,9	17,5	15,5	14,8	15,6	17,4	19,7	21,1	21,4

Moyenne des maximums : 25,1° C, mois le plus chaud : novembre
Moyenne des minimums : 12,6° C, mois le plus froid : juillet

Moyenne des maximums du mois le plus chaud : 28,2° C
Moyenne des minimums du mois le plus froid : 8,9° C

2/ Pluviométrie

Tableau III - Précipitations mensuelles (BEHENJY - Moyennes 1935-1960)

Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
275,7	233,4	235,8	47,0	17,3	7,1	10,7	8,6	15,6	54,4	168,2	269,4

Moyenne annuelle = 1348,2

Dispositif de mesure

La mesure des précipitations arrivant sur le couvert végétal est effectuée à l'aide d'un pluviomètre à accumulation de notre fabrication, relevé toutes les semaines. Il est placé en plein découvert à 30 m de la lisière du peuplement. Il est à souligner que le peuplement est constitué d'arbres de petite taille 5 à 9 m au plus. En 1973 cet appareil a été doublé par un pluviographe à ailette. Les résultats obtenus concordent bien avec ceux obtenus à proximité par les pluviographes du service hydrologie sur le bassin versant expérimental de la TAFAINA.

Les précipitations arrivant directement au sol ou égouttement sont mesurées à l'aide de 10 pluviomètres à accumulation relevés toutes les semaines. En 1972 ces pluviomètres étaient fixes et répartis au hasard sous le couvert, donnant une assez forte dispersion des valeurs. En 1973, en vue de pouvoir faire les calculs statistiques par la méthode de WILM, deux ont été maintenus fixes et les 8 autres étaient déplacés au hasard tous les 15 jours.

L'évaluation du ruissellement le long des troncs est effectuée grâce à 10 dispositifs constitués par une gouttière en plastique spiralée placée autour des troncs l'étanchéité était assurée grâce à du mastic à aquarium. L'eau recueillie dans des fûts métalliques est mesurée toutes les semaines. La contenance des fûts a dû être accrue au cours de la première saison de mesure, le volume ruisselé s'était avéré plus important que prévu.

Le ruissellement au sol n'a fait l'objet que de quelques mesures en 1973 en effet, l'installation de la parcelle de ruissellement n'a pu être réalisé avant cette époque.

Le contrôle de l'humidité du sol est effectuée hebdomadairement grâce à un humidimètre à Neutron C. E. A. Type HP 310, mis gracieusement à notre disposition par le laboratoire des radio-isotopes de Tananarive. L'étalonnage a été effectué au laboratoire de Radio-isotopes par analyse des échantillons de sol et sur le terrain. Nous tenons à remercier le Service de Radio-Isotopes de sa précieuse collaboration.

II - RésultatsA/ L'apport d'eau atmosphérique1/ La pluie incidente

Les précipitations recueillies à l'extérieur du peuplement en terrain dégagé sont pour la période du 7 Décembre 1971 au 6 Décembre 1972 de 1 738 mm et pour la période du 6 Décembre 1972 au 5 Décembre 1973 de 1 584 mm. La moyenne annuelle calculée sur la période 1935-1960 pour le poste de BEHENJY est de 1 348,2 mm 1971-72 est nettement une année excédentaire au point de vue pluviosité pour 1972-73. Il est possible que l'écart à la moyenne soit dû à une variation systématique par rapport au poste de BEHENHY situé à 5 km.

Pour la répartition hebdomadaire de la pluviosité voir figure 1.

2/ Apports atmosphériques autres que la pluie

Durant l'hiver austral (juin, juillet), les brouillards nocturnes sont fréquents et fournissent un apport d'eau probablement non négligeable, d'autant que durant cette période, les précipitations sont faibles ou nulles. Ainsi, pour la période du 7 au 21 juin 1972, alors qu'il n'y avait pas eut de précipitations le pluviomètre extérieur enrégistrait 0 mm, la moyenne d'égouttement enrégistrée sous couvert était de 3 mm. Cet égouttement était dû aux condensations de brouillards importants durant cette période.

B/ Devenir des précipitations1/ L'interception brute IB

L'interception brute est obtenue par différence entre les précipitations incidentes et l'égouttement mesuré sous le couvert, selon les différents auteurs (G. AUSSENAC 1968, G. SCHNOCK et A. GALLOUX 1967, R. O. SLATYER 1965, - B. SLAVIK 1965) l'interception brute est une fonction décroissante de l'intensité des précipitations. Dans cette étude, nous avons considéré les précipitations hebdomadaires réparties en 4 classes.

Tableau IV - Interception et ruissellement le long des troncs pour 4 classes de précipitations hebdomadaires -

P. Hebdomadaire	$P < 10$ mm	$10 < P < 50$	$50 < P < 100$	$P > 100$
Interception Brute IB	$44,3 \pm 7,8\%$	$18,9 \pm 3,5 \%$	$16,9 \pm 6,1$	$17,6 \pm 4,5$
Ruissellement le long des troncs r	0	$2,06 \pm 0,24$		
Interception Nette In	$44,3 \pm 7,8$	$16,8 \pm 3,7$	$14,8 \pm 6,3$	$15,7 \pm 4,7$

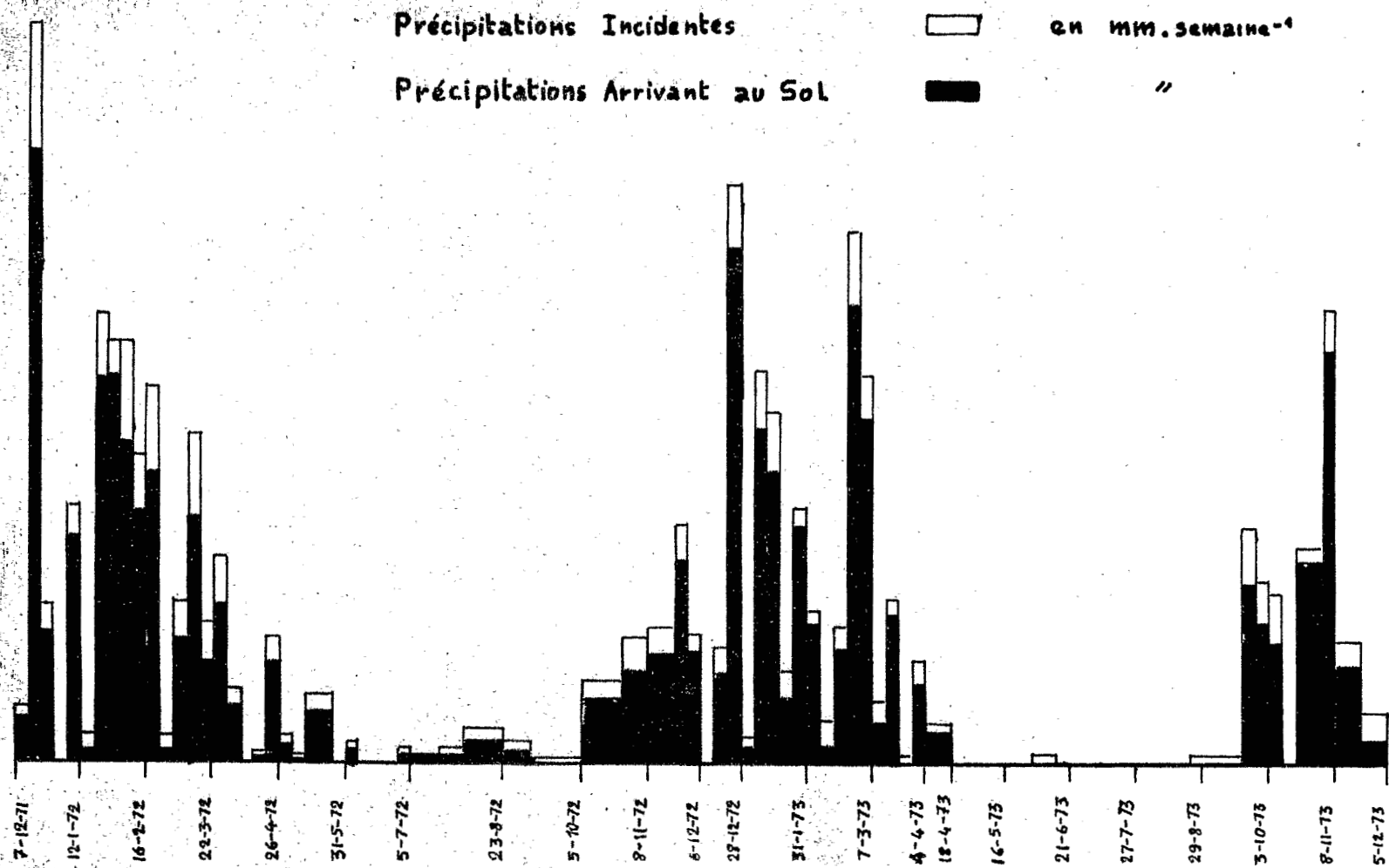


Fig 1 Précipitations ANDASY 1971-1973

échelle 1

Le calcul statistique montre que pour $P < 10$ mm, la valeur obtenue pour IB est significativement différente au seuil de 0,01 des valeurs obtenues pour les trois autres classes. Pour ces trois dernières, les valeurs d'interception brute ne sont pas significativement distinctes. Nous avons donc déterminé la valeur de IB pour P. hebdomadaire supérieures à 10 mm.

$IB = 18,1 + 2,5$. (Voir tableaux annexes N°s I à V)

Le fait qu'une même valeur des précipitations hebdomadaires puisse recouvrir un nombre variable d'averses d'intensités différentes explique que l'on n'ait pas pu mettre en évidence de différences significatives dans le cas des 3 dernières classes.

Malgré un nombre important de mesures : 125 pour $P < 10$ mm et 408 pour $P > 10$ mm les erreurs relatives sur l'interception brute sont élevées puisqu'elles représentent 17,5 % dans le premier cas et 13,8 % dans le second.

Afin de réduire cette marge d'erreur, nous avons tenté d'utiliser en 1973, la méthode de WILM (J. O. RIELEY et al. 1969) qui consiste à utiliser à la fois des pluviomètres fixes et des pluviomètres mobiles. Et dans laquelle l'erreur est réduite par l'analyse de régression de données des pluviomètres mobiles par rapport à celles des pluviomètres fixes, nous avons utilisé 2 pluviomètres fixes et 8 pluviomètres mobiles. Le dépouillement n'a pu être terminé par manque de moyen de calcul.

Les valeurs obtenues sont nettement inférieures aux valeurs obtenues en général, pour les formations sempervirentes, par contre elles sont équivalentes à celles obtenues sur feuillus caducifoliés d'EUROPE (G. AUSSENAC 1968).

2/ Ruissellement le long des troncs r

Les dix dispositifs de mesures ont été placés de façon à recouper l'ensemble des classes de diamètres des troncs. Les mesures incomplètes en 1972 se sont poursuivies en 1973 avec un total de 240 mesures.

Pour des précipitations hebdomadaires $<$ à 10 mm le ruissellement le long des troncs est non significativement différent de 0

Pour des précipitations hebdomadaires $>$ à 10 mm $r = 2,06 \pm 0,24$ % de la précipitation incidente. Valeur qui est nettement inférieure à celle donnée pour les feuillus d'Europe (6 à 7 % selon G. AUSSENAC) mais supérieure à celle des conifères.

Les précipitations arrivant réellement au sol (figure I) sont obtenues par $P_{sol} = P_{incidentes} - IB + r$.

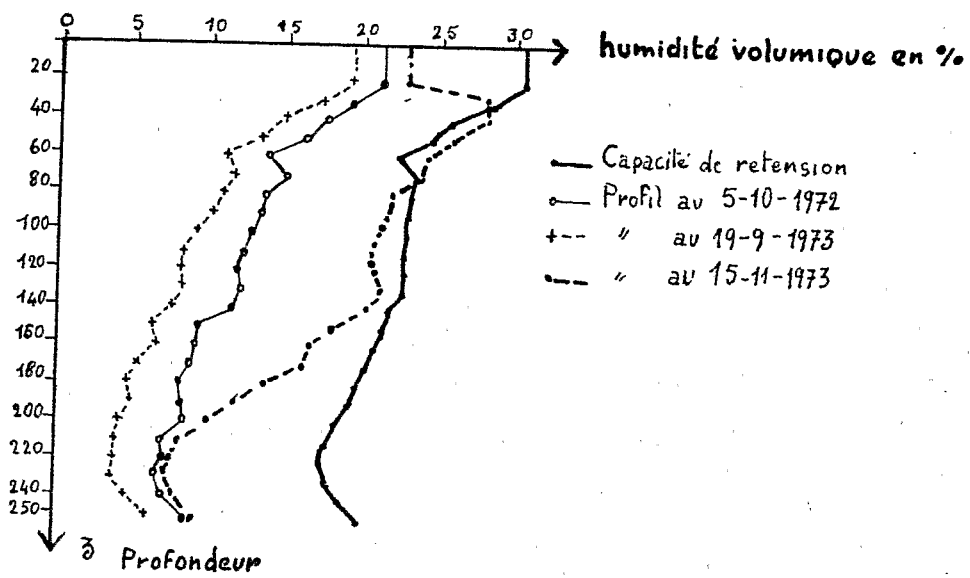


Fig 2 Profils Caractéristiques de l'humidité du sol

C/ Composantes édaphiques du bilan hydrique

1/ Ruissellement au sol

L'absence ou la rareté du tapis herbacé dans le sous-bois, et l'absence de litière, jointes à la pente et à la relative compacité de l'horizon supérieur, font que les pertes par ruissellement ne sont pas négligeables. Dans le but de leur mesure, nous avons installé une parcelle de ruissellement. Malheureusement la réalisation du partiteur d'eau et de la cuve de réception ont été retardés et il n'a été possible que d'effectuer quelques mesures fin 1973. Ces mesures insuffisantes pour être exploitées statistiquement, montrent une bonne correspondance avec celles obtenues sur le bassin versant de la Tafaina (POURRUT 1968-71), ce qui nous a conduit à estimer le ruissellement à 10 % des précipitations arrivant au sol pour des précipitations supérieures à 20 mm par semaine. Ce chiffre n'étant qu'un ordre de grandeur.

2/ Caractéristiques hydriques du sol

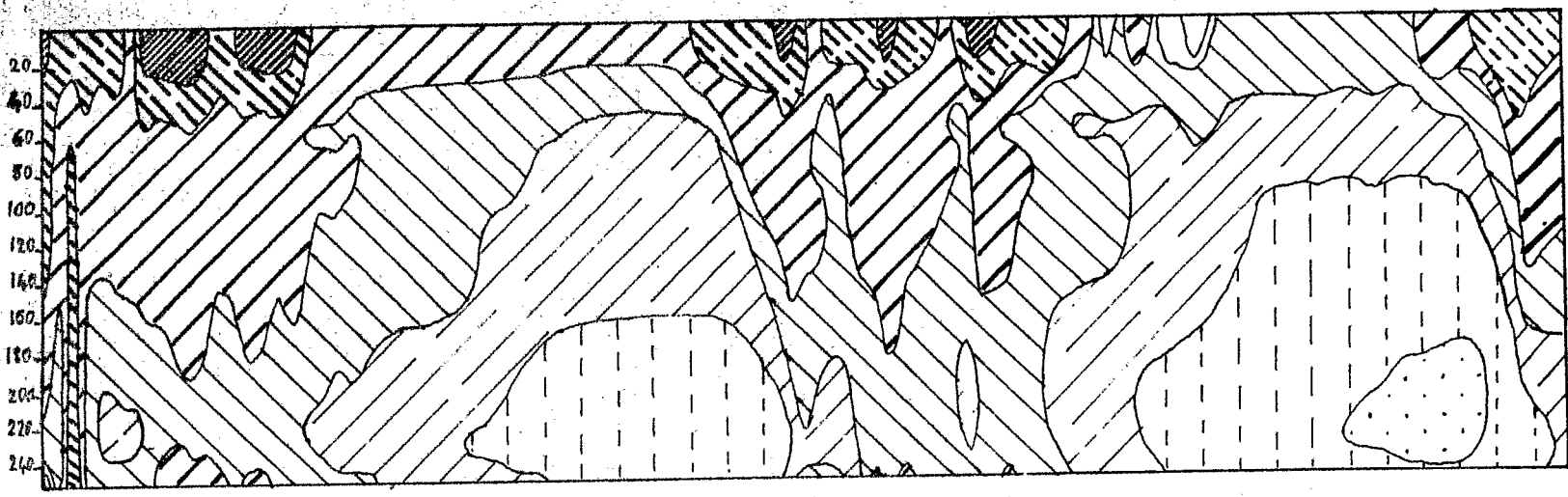
L'étude de la cinétique de ressuyage après saturation du sol, permet (FEODORF 1969 - POURRUT et ZEBROWSKI 1970) de déterminer par le passage du ressuyage rapide au ressuyage lent, la capacité de rétention des sols. Les mesures de ressuyage effectuées grâce à l'humidimètre à Neutron, après saturation du profil, nous ont donné, à la capacité de rétention entre 0 et 2,50 m, une réserve totale de 555 mm (voir fig. 2 le profil à capacité de rétention.)

Nous avons considéré le profil le plus sec atteint le 19/09/73 comme voisin du point de faraison permanente. La fraction de réserve non utilisable serait donc 225 mm (voir fig. 2 profil du 19/09/73).

3/ Evolution de l'humidité du sol

L'étude au cours de la période 1971-1973 de l'évolution de l'humidité du sol a été réalisée par la mesure hebdomadaire en saison humide et bimensuelle en saison sèche de cette humidité, à l'aide de l'humidimètre à Neutron. Les profils sont réalisés de 10 cm en 10 cm jusqu'à une profondeur de 2,50 m, profondeur maximale atteinte par les racines d'Uapaca bojeri. Nous n'avons pas pu reporter tous les profils obtenus, la fig. 2 en donne les plus caractéristiques. Mais les données de l'ensemble des profils ont été utilisées pour la représentation des isohyètes (courbes d'égale humidité) en fonction de la profondeur et du temps - fig. 3. Cette figure montre l'évolution de l'humidité en fonction de la profondeur et du temps. On constate que durant la période sèche 1972, les dessèchements sont moins importants que durant la même période en 1973. La période sèche de 1972 ayant été coupée de nombreuses petites pluies qui ont contribué à faire de 1972, une année à pluviosité supérieure à la normale.

h_v = humidité volumique










-  h_v < 5%
-  5 < h_v < 10
-  10 < h_v < 15
-  15 < h_v < 20
-  20 < h_v < 25
-  25 < h_v < 30
-  h_v > 30%

Fig. 3 Evolution de l'humidité du sol sous Bois de TAPIA ANDASY 1971-1973

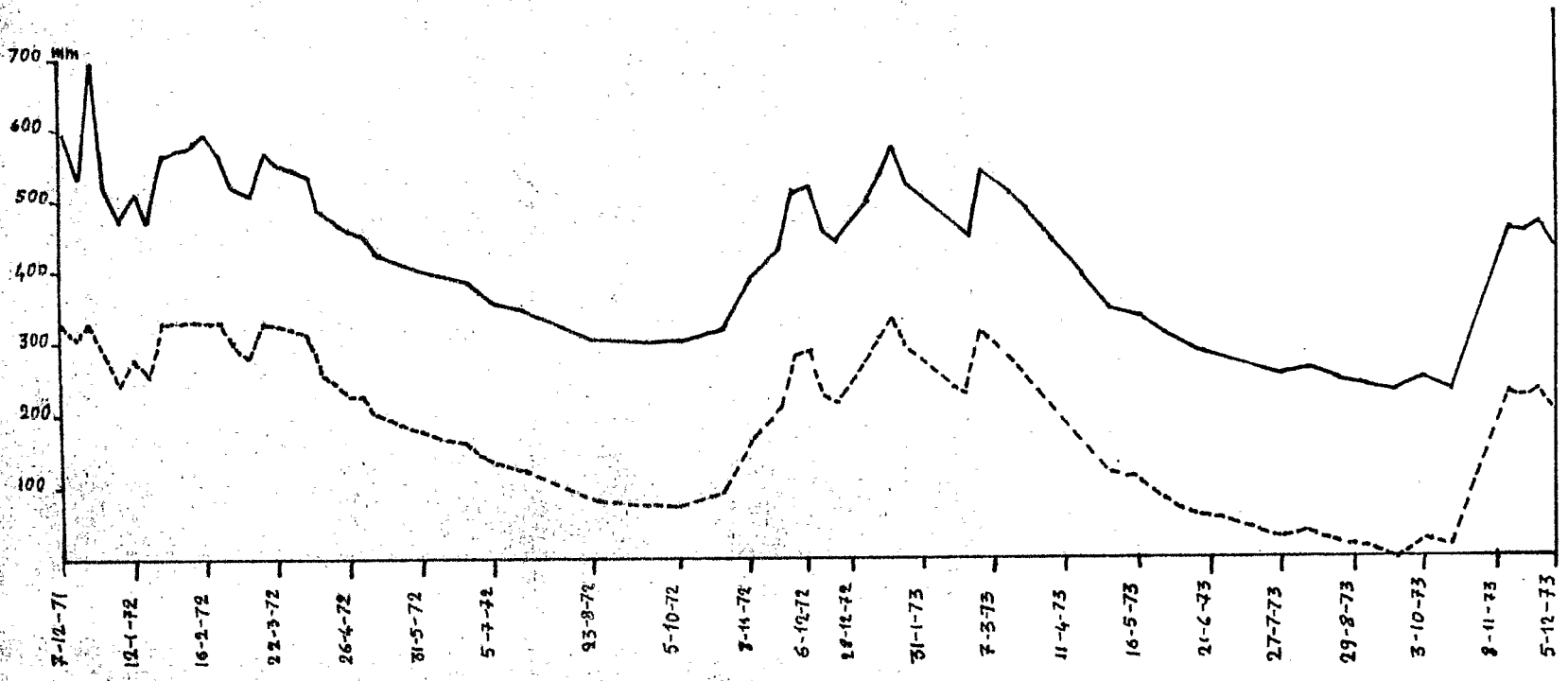


Fig. 4 Evolution des Réserves Hydriques du sol Réserve Totale — Réserve utilisable - - - -

Lors du desséchement, on constate que ce dernier s'accroît à partir de deux niveaux correspondant à des discontinuités peu visibles du profil, il s'agit des niveaux 0,60 et 2,30 m

L'évolution de la réserve totale en eau et de la réserve utilisable sont portés sur la figure 4. On constate que l'abaissement des réserves est d'abord rapide en avril-mai, puis de plus en plus lente au cours de la saison sèche. Cela semble lié conjointement à la moins grande disponibilité des réserves et aussi à l'abaissement de la température donc de l'intensité d'évaporation.

D/ Bilan hydrique théorique

Pour clore le bilan hydrique, il faudrait pouvoir appréhender les deux inconnues existantes : perte par drainage D et par Evapotranspiration E. Il ne nous a pas été possible de mesurer ces pertes. En saison sèche, le drainage étant nul, on obtient par différence les valeurs de l'Evapotranspiration réelle (E.T.R.). En période humide nous avons été amenés à estimer l'évapotranspiration par calcul à l'aide de la formule de TURC, et à partir des données de la station météorologique de Tananarive, la plus proche donnant les indications nécessaires. Le calcul a été effectué pour chaque période, en utilisant la formule de TURC pour obtenir l'évapotranspiration potentielle (E T P) et en prenant $ETR = 0,9 ETP$. Ces résultats ont été portés sur les tableaux généraux du bilan hydrique.

Tableaux annexes VI et VII

Tableau V - Bilan hydrique global

Saison	P. inci- dentes	P. au sol	Perte par intercep- tion	Perte par ruissel- lement	Perte par draina- ge	Variation du stock d'eau	E T R
1971-72	1738 mm	1392,2	345,8	130,9	606,5	- 86,2	734,2
1972-73	1584 mm	1354,2	231,8	130,1	454,2	- 86,0	836,6

L'année 1972 est marquée par un surcroît de pluviosité dû surtout à de petites pluies ce qui entraîne des pertes par interceptions plus élevées et une réduction de l'E T R.

Au point de vue hydrique, l'année peut être divisée en 5 parties d'inégale durée :

- 1ère période Novembre-Décembre : Pluies abondantes surtout en Décembre, c'est la période de reconstitution des réserves d'eau du sol.
- 2ème période Janvier à Mars : Pluies abondantes. Le sol est humide l'évapotranspiration est importante et le drainage également.

- 3ème période Avril-Mai : Les pluies se raréfient, mais les températures sont encore élevées, évaporation importante, diminution rapide du stock d'eau.
- 4ème période juin à Août : Période froide avec brouillards fréquents et pluies rares ou nulles, évapotranspiration réduite - perte en eau du sol lente.
- 5ème période Septembre-Octobre : Réchauffement de la température pas de pluies ou pluies rares. Humidité du sol proche du point de saturation permanente.

Conclusion

L'étude de l'interception et de l'écoulement le long des troncs donne des chiffres variables d'une année à l'autre en fonction de la pluviométrie et d'une espèce forestière à l'autre. Il est difficile de comparer les chiffres obtenus avec ceux de la littérature.

La fraction interceptée (16 % d'interception nette) constitue un paramètre important du bilan hydrologique. Elle représente la première influence des bois sur les précipitations. Il est certain qu'une partie importante de l'eau interceptée est évaporée. Il s'agit là incontestablement d'un aspect très important du rôle modificateur du climat des formations forestières.

En effet, l'eau interceptée correspond de par son évaporation à une consommation d'énergie, ce qui se traduit finalement par un abaissement de la température de l'air. Il sera intéressant de reprendre les résultats de cette étude, en parallèle avec ceux obtenus sur le bassin versant déboisé de la Tafaina lorsqu'ils auront été publiés par le Service Hydrologie. La comparaison permettrait notamment de savoir si la formation boisée à Uapaça bojéri contribue plus ou moins que la formation herbacée à l'alimentation des nappes profondes.

Références Bibliographiques

- G. AUSSENAC - 1968 - Interception des précipitations par le couvert forestier
Ann. Sci. Forest. 25 (3) 135-156.
- G. AUSSENAC - 1970 - Action du couvert forestier sur la distribution au sol des précipitations.
Ann. Sci. Forest. 27 (4) p. 383-399
- G. AUSSENAC et J. PARDE - 1969 - Forêts et climats
B.T.I. - N° 237 - p. 93-103
- F. BOURGEAT - 1972 - Sols sur socle ancien à Madagascar
Mémoire O.R.S.T.O.M. n° 57 - 335 p.
- A. CORNET - 1974 - Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar
Cartes thématiques ORSTOM n° 55 - 28 p. + Annexes + 1 carte
1/2.000.000ème.
- A. FEGDOROFF - 1969 - Infiltration et problèmes agronomiques
Rév. La Houille Blanche n° 8 - 1969 - p.869-883
- H. HUMBERT - 1965 - Notice de la carte internationale du tapis végétal.
Madagascar par H. HUMBERT et COURS-DARNE.
- Ch. HUTTEL - 1971 - Estimation du bilan hydrique dans une forêt sempervirente
de Côte d'Ivoire.
Coll. F.A.O./I.A.E.A. Vienne Déc. 1971
- H. FERRIER de la Bâthie - 1971 - La végétation malgache.
Annales du Musée Colonial de Marseilles.
- P. POURRUT - 1968 - Utilisation pratique de l'humidimètre à Neutrons pour les
mesures hydrologiques. Premiers résultats obtenus sur le
bassin versant représentatif de la Tafaïna (République
Malgache).
Cah. O.R.S.T.O.M. - Sér. Hydrol., Vol. V n° 2 - 1968 - p.15 à
31.
- P. POURRUT et C. ZEBROWSKI - 1970 - Détermination de certaines caractéristiques
hydrodynamiques des sols par utilisation de méthodes neutro-
niques en République Malgache.
Cah. O.R.S.T.O.M. - sér. Hydrol. Vol. VII n° 1 1970 -
p. 37-64.
- P. POURRUT et P. MOUTONNET - 1971 - Contrôle neutronique de l'humidité des sols
en surface. Applications hydrologiques sur sol ferrallitique
tropical (Bassin versant de la Tafaïna - République Malgache)
Cah. O.R.S.T.O.M. sér. hydrol. Vol. VIII n° 2 1971 - p. 51-66.

- G. SCHNOCK et A. GALOUX - 1967 - Recherches sur l'écosystème Forêt.
Réception des précipitations et égouttement.
Bull. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg. ~~30~~ p. 43 N° 33 P. 30
- G. SCHNOCK - 1973 - Réception des précipitations suivant un transect Sol-cime
dans une chênaie mixte.
Ecol. Plant. 1973 8(1) p. 17-23.
- J. O. RIELEY - D. MACHIN and A. MORTON - 1969 - The measurement of microclimatic
factors under a vegetation canopy - A. reappraisal of WILM's
method.
The Journ. Off Ecology mars 1964 vol. 57 n° 1 pp. 101-108.
- RUTTER A. J. - 1963 - Studies in the water relation of pinus silvestris in
plantation conditions : I. Measurement of rain fall and inter-
ception.
J. Ecol. 51 - p. 191-203.
- R. O. SLATYER - 1962 - Measurement of précipitations interception by an arid zone
plant community.
Recherches sur la zone aride p. 181-192 - Coll. de MONTPELLIER.
- B. SLAVIK - 1962 - Rain interception in deciduous forest.
Recherches sur la zone aride p. 193-199 - Coll. de MONTPELLIER.
- R. ETTEHAD, P. LOSSAINT et M. RAPP - 1973 - Recherches sur la dynamique et le
bilan de l'eau des sols de deux Ecosystèmes méditerranéens
à Chêne Vert.
P. B. I. R.C.P. du C N R S n° 40 - Extrait du volume III.
p. 129/288.
- M. RAPP et ROMANE F. - 1968 - Egouttement des précipitations sous des peuple-
ments de Quercus ilex L. et de Pinus halepensis Mill.
Ecol. Plant 3 n° 4 - p. 271/284.

Tableau I - Interception des Précipitations pour $0 < P \leq 10$ mm par semaine

DATE	P	n	$\sum x$	$\sum x^2$
18/01/72	8	9	4,375	2,484375
01/03/72	7	9	- 0,285	2,403555
19/04/72	3	9	5,331	4,219779
03/05/72	8	9	3,000	1,780501
10/05/72	2	9	5,500	7,250000
07/06/72	6	9	2,831	2,247445
05/07/72	4	9	6,000	5,000000
19/07/72	2	8	2,750	1,437500
03/08/72	4	9	5,625	3,890625
23/08/72	10	9	3,827	1,722431
06/09/72	6	9	2,834	1,624834
05/10/72	1	9	4,500	5,750000
03/01/73	7	9	1,143	0,653225
14/06/73	1	9	8,000	8,000000
TOTAUX		N = 125	T = 55,431	48,464160
		$N^2 = 15625$	$T^2 = 3072,595761$	$\frac{\sum x^2}{N} = 0,387713$
		$m_1 = 0,443$	$\frac{T^2}{N^2} = 0,196646$	$\sigma^2 = 0,191067$
			$\sigma = 0,437$	
			$m_1 \pm \frac{2\sigma}{\sqrt{N}} = 0,443 \pm 0,078$	

Tableau II - Interception des Précipitations pour $10 < P \leq 50$ mm par semaine

DATE	P	n	$\sum x$	$\sum x^2$
21/12/71	17	9	1,822	0,929324
29/12/71	47	9	1,616	1,156394
08/03/72	48	9	1,936	0,802574
22/03/72	42	9	3,024	1,305280
04/04/72	22	9	2,272	1,387026
26/04/72	38	9	1,946	1,200574
24/05/72	20	9	1,844	0,970836
26/10/72	24	9	2,027	1,170281
08/11/72	36	9	0,218	0,396172
22/11/72	40	9	2,073	0,782995
06/12/72	38	9	1,254	0,738812
20/12/72	34	8	1,939	0,702731
24/01/73	27	9	2,926	1,107521
07/02/73	50	9	0,520	1,805600
14/02/73	12	9	2,666	0,945056
22/02/73	40	9	1,550	0,712500
14/03/73	18	9	2,555	1,543680
21/03/73	48	9	0,812	0,447643
04/04/73	32	9	2,312	1,144970
18/04/73	11	9	1,452	0,915139
10/10/73	50	9	0,600	0,276000
21/11/73	36	9	1,583	0,580223
12/12/73	15	9	0,630	0,177301
27/12/73	31	9	0,952	0,309784
TOTAUX		N = 215	T = 40,529	21,508416
		$N^2 = 46225$	$T^2 = 1642,599841$	$\frac{\sum x^2}{N} = 0,100039$
		$m_2 = 0,189$	$\frac{T^2}{N^2} = 0,035534$	$\sigma^2 = 0,064505$
			$\sigma = 0,254$	$m_2 \pm \frac{2\sigma}{\sqrt{N}} = 0,189 \pm 0,035$

Tableau III - Interception des Précipitations pour $50 < P \leq 100$ mm par semaine

DATE	P	n	$\sum x$	$\sum x^2$
01/12/71	89	9	1,797	0,730865
12/01/72	77	9	1,259	0,984093
16/02/72	92	9	- 0,184	1,828782
15/03/72	99	9	2,464	1,637576
30/03/72	62	9	2,436	1,251984
29/11/72	71	8	1,379	0,502419
31/01/73	76	9	0,434	0,487109
28/09/73	70	9	1,600	0,416666
03/10/73	54	9	3,333	1,413438
31/10/74	64	8	0,375	0,401484
TOTAUX		N = 88	T = 14,893	9,654416
		$N^2 = 7744$	$T^2 = 221,801449$	$\frac{\sum x^2}{N} = 0,109709$
		$m_3 = 0,169$	$\frac{T^2}{N^2} = 0,028641$	$\sigma^2 = 0,021068$
			$\sigma = 0,285$	
			$m \pm \frac{2\sigma}{\sqrt{N}} = 0,169 \pm 0,061$	

Tableau IV - Interception des précipitations pour $P > 100$ mm par semaine

DATE	P	n	$\sum x$	$\sum x^2$
07/12/71	108	9	1,296	0,908746
15/12/71	224	9	1,722	0,694134
26/01/72	136	9	1,472	0,729628
02/02/72	127	9	0,843	1,069987
09/02/72	127	9	2,517	1,029613
24/02/72	113	7	1,743	0,696621
28/22/72	174	8	1,919	0,589870
10/01/73	118	9	1,500	0,436654
17/01/73	105	9	1,686	0,710476
07/03/73	116	9	1,491	0,549939
28/02/73	160	9	1,412	0,830635
09/11/73	137	9	0,868	0,551924
TOTAUX		N = 105	T = 18,469	8,798227
		$N^2 = 11025$	$T^2 = 341,103961$	$\frac{\sum x^2}{N} = 0,083792$
		$m = 0,176$	$\frac{T^2}{N^2} = 0,030939$	$\sigma^2 = 0,052853$
			$\sigma = 0,23$	$m \pm \frac{2\sigma}{\sqrt{n}} = 0,176 \pm 0,045$

Tableau V - Interception moyenne pour $P > 10$ mm

N = 408	T = 73,891	$\frac{\sum x^2}{N} = 39,961059$
$N^2 = 166464$	$T^2 = 5459,879881$	$\frac{\sum x^2}{N} = 0,097943$
$m = 0,181$	$\frac{T^2}{N^2} = 0,032729$	$\sigma^2 = 0,065144$
	$\sigma = 0,255$	$m \pm \frac{2\sigma}{\sqrt{N}} = 0,181 \pm 0,025$

Tableau VI - Bilan hydrique théorique Andasy 1971/1972

Période	Durée	P	IB	r	P sol	R	Δ S	ETP calculée	ETR	D	ETP/J	ETR/J
07 au 15/12/71	8	17	3,4	0,4	14,0	0	- 62,4	31,9	28,7	47,7	4,0	3,6
15 au 21/12/71	6	224	42,8	4,6	185,6	18,6	+ 165,30	23,9			4,0	
21 au 29/12/71	8	47	8,4	0,9	39,5	3,9	- 184,4	31,9	28,7*	191,3	4,0	3,6
29 au 05/01/71	7	0	0	0	0	0	- 43,8	29,3	26,4*	17,4	4,2	3,8
05 au 12/01/72	7	77	10,8	1,6	67,8	6,8	+ 37,50	29,3	23,5	0	4,2	3,4
12 au 18/01/72	6	8	3,9	0	4,1	0	- 30,0	25,1	22,6*	11,5	4,2	3,8
18 au 26/01/72	8	136	22,2	2,8	116,6	11,7	+ 85,6	33,5	19,3	0	4,2	2,4
26/01 au 02/02/72	7	127	11,9	2,6	117,7	11,8	+ 4,8	29,3	26,4*	74,7	4,2	3,8
02 au 09/02/72	7	127	35,4	2,6	94,2	9,4	+ 5,0	32,9	29,6*	50,2	4,7	4,2
09 au 16/02/72	7	92	18,4	1,9	75,5	7,6	+ 16,90	32,9	29,6*	21,4	4,7	4,2
16 au 24/02/72	8	113	28,1	2,3	87,2	8,7	- 27,90	37,6	33,8*	81,3	4,7	4,2
24/02 au 01/03/72	6	7	2,2	0	4,8	0	- 40,9	28,2	25,4*	20,3	4,7	4,2
01 au 08/03/72	7	48	10,3	1,0	38,7	3,9	- 3,40	28,5	25,7*	12,5	4,1	3,7
08 au 15/03/72	7	99	27,1	2,4	74,3	7,4	+ 51,90	28,5	15,0	0	4,1	2,1
15 au 22/03/72	7	42	14,0	1,3	29,3	4,9	- 18,90	28,5	25,7*	19,6	4,1	3,7
22/03 au 30/03/72	8	62	16,7	2,0	47,3	4,7	- 4,00	32,6	29,3*	17,3	4,1	3,7
30/03 au 04/04/72	5	22	5,5	0,6	17,1	0	- 10,4	19,5	17,6*	9,9	3,9	3,5
04 au 12/04/72	8	0	0	0	0	0	- 54,7	31,3			3,9	
12 au 19/04/72	7	3	1,8	0	1,2	0	- 13,0	27,3	14,2	0	3,9	2,0
19 au 26/04/72	7	38	8,2	1,1	30,9	3,1	- 14,5	27,3	24,6*	17,7	3,9	3,5
26 au 03/05/72	7	8	2,7	0	5,3	0	- 2,60	27,3	7,9	0	3,9	1,1
03 au 10/05/72	7	2	1,2	0	0,8	0	- 28,2	29,3	20,1*	8,9	3,2	2,9
10 au 25/05/72	15	39	8,0	0,7	31,7	3,2	- 19,40	47,9	43,1*	4,8	3,2	2,9
25/05 au 31/05/72	6	0	0	0	0	0	- 4,3	19,2	4,3	0	3,2	0,7
31/05 au 07/06/72	7	6	1,9	0	4,1	0	- 5,1	18,7	9,2	0	2,7	1,3
07 au 21/06/72	14	0	0	0	0	0	- 11,6	37,5	14,6	0	2,7	1,0
21 au 28/06/72	7	0	0	0	0	0	- 12,8	18,7	12,8	0	2,7	1,8
28 au 05/07/72	7	4	2,7	0	1,3	0	- 13,40	18,7	14,7	0	2,7	2,1
05/07 au 19/07/72	14	4	2,5	0	1,5	0	- 9,00	37,7	10,5	0	2,7	0,75
19/07 au 23/08/72	35	37	17,3	0,7	20,4	0	- 39,0	105,0	59,4	0	3,0	1,7
23/08 au 22/09/72	30	13	4,3	0,3	9,0	0	- 4,9	123,5	13,9	0	4,1	0,5
22/09 au 05/10/72	13	1	0,5	0	0,5	0	- 4,8	57,3	5,3	0	4,4	0,4
05 au 25/10/72	20	72	16,2	1,0	56,8	5,7	+ 13,7	95,0	37,4	0	4,8	0,2
25 au 08/11/72	14	73	18,0	1,8	56,8	5,7	+ 70,1	65,9		0	4,7	
08/11 au 22/11/72	14	81	18,6	1,3	63,7	6,4	+ 45,9	65,5	11,4	0	4,7	0,8
22 au 29/11/72	7	71	12,2	1,3	61,1	6,1	+ 73,8	32,8		0	4,7	
29/11 au 06/12/72	7	38	5,3	0,8	33,5	3,3	+ 6,7	27,9	23,5	0	4,0	3,4
		1 738			1 392,2	130,9	- 86,2		734,2	606,5		

* Valeurs calculées

Tableau VII - Bilan hydrique théorique Andasy 1972/1973

Période	Durée	P	IB	r	P sol	R	△ S	ETP calculée	ETR	D	ETP/J	ETR/J
6 au 13/12/72	7	0	0	0	0	0	- 54,0	27,8	25,0*	29,0	4,0	3,6
13 au 10/12/72	7	34	8,2	0,6	26,4	2,6	- 14,3	27,8	25,0*	13,1	4,0	3,6
10 au 03/01/73	14	181	22,6	3,7	162,1	16,2	+ 50,1	55,8	50,2*	45,6	4,0	3,6
03-01 au 10/01/73	7	118	19,6	2,1	100,5	10,0	+ 39,0	29,3	26,4*	25,1	4,2	3,8
10 au 17/01/73	7	105	19,6	1,8	87,2	8,7	+ 38,8	29,3	26,4*	13,3	4,2	3,8
17 au 24.01/73	7	27	8,8	0,8	19,0	0	- 54,8	29,3	26,4*	47,4	4,2	3,8
24/01 au 14/02/73	21	138	10,1	2,8	130,7	13,1	- 47,8	95,1	85,6*	79,8	4,5	4,1
14 au 22/02/73	8	40	6,9	1,0	34,1	3,4	- 16,6	37,6	33,8*	13,5	4,7	4,2
22. au 28/02/73	6	160	25,1	3,3	138,2	13,8	+ 90,2	28,2	25,4*	8,2	4,7	4,2
28/02 au 14/03/73	14	134	24,4	2,8	112,4	11,2	- 34,2	57,0	51,3*	84,1	4,1	3,7
14 au 21/03/73	7	48	4,8	1,4	44,6	4,4	- 20,1	28,5	25,7*	34,6	4,1	3,7
21 au 04/04/73	14	32	8,2	0,4	24,2	2,4	- 52,0	57,0	51,3*	22,5	4,1	3,7
04/04 au 18/04/73	14	21	3,4	0,4	18,0	0	- 44,6	54,7	49,2*	13,4	3,9	3,5
18/04 au 03/05/73	15	0	0	0	0	0	- 43,8	58,6	43,6	0	3,9	2,9
03 au 16/05/73	13	0	0	0	0	0	- 10,3	41,5	10,3	0	3,2	0,8
16 au 30/05/73	14	0	0	0	0	0	- 30,8	44,7	30,8	0	3,20	2,2
30/05 au 14/06/73	15	2	1,6	0	0,4	0	- 16,20	40,1	16,6	0	2,7	1,1
14 au 29/06/73	15	0	0	0	0	0	- 8,8	40,1	8,8	0	2,7	0,6
29/06 au 11/07/73	12	0	0	0	0	0	- 15,6	32,3	15,6	0	2,7	1,3
11 au 26/07/73	15	0	0	0	0	0	- 6,7	40,4	6,7	0	2,7	0,4
26/07 au 08/08/73	13	0	0	0	0	0	+ 2,7	30,6				
08/08 au 22/08/73	14	0	0	0	0	0	- 18,0	44,8	18,0	0	3,2	1,3
22/08/73 au 05/09/73	14	1	0,5	0	0,5	0	- 3,7	44,8	4,2	0	3,2	0,3
05 au 19/09/73	14	1	0,6	0	0,4	0	- 14,1	57,6	14,5	0	4,1	1,0
19/09 au 03/10/73	14	124	32,4	2,4	94,0	9,4	+ 22,0	57,6	51,8*	10,8	4,1	3,7
03 au 17/10/73	14	50	15,0	0,8	35,8	3,6	- 8,9	66,5	23,3	0	4,8	1,7
17/10 au 31/10/73	14	128	6,0	2,5	124,5	12,5	+ 98,6	66,5	12,4	0	4,8	0,9
31/10 au 15/11/73	15	173	19,6	3,4	156,8	15,7	+ 113,6	70,2	27,5	0	4,7	1,8
15 au 21/11/73	6	36	6,3	0,8	30,5	3,1	+ 0,3	28,1	25,3*	1,8	4,7	4,2
21 au 28/11/73	7	16	10,1	0,2	5,9	0	+ 5,4	32,8	0,5	0	4,7	0,1
28 au 05/12/73	7	15	9,4	0,2	5,6	0	- 31,4	27,8	85,0*	12,0	4,0	3,6
		1 584			1 352,2	130,1	- 86,00		836,6	454,2		

* Valeurs calculées