

Marie-Agnès Bersot

Caractérisation Hydrologique d'un Système Endoréique Temporaire au Niger: la Mare de Kafina



Rapport de maîtrise sciences de l'environnement, 1998/1999.

Maître de stage : Christian Leduc



Marie-Agnès Bersot

**Caractérisation Hydrologique d'un
Système Endoréique Temporaire au
Niger:
la Mare de Kafina**



Rapport de maîtrise sciences de l'environnement, 1998/1999.

Maître de stage : Christian Leduc



Sommaire

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCTION | 4 |
| CONTEXTE SCIENTIFIQUE | 5 |
| I^{ÈRE} PARTIE : PRÉSENTATION | 6 |
| CHAPITRE I : LE MILIEU PHYSIQUE | 7 |
| 1-SITUATION GÉOGRAPHIQUE | |
| 2-CONTEXTE CLIMATIQUE | |
| 3- LES PLUIES | |
| CHAPITRE II : GÉOLOGIE | 10 |
| 1 - GÉOMORPHOLOGIE : L'ORIGINE DU PAYSAGE | |
| 2-PÉDOLOGIE | |
| CHAPITRE III : HYDROGRAPHIE | 12 |
| 1 - STRUCTURE HYDROLOGIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE | |
| 2 - ORIGINE DE LA MARE DE KAFINA | |
| II^{ÈME} PARTIE : ETUDE DE LA VIDANGE | 16 |
| CHAPITRE I : ORIGINE DES DONNÉES | 17 |
| 1 - LE NIVEAU D'EAU | |
| 2 - LA SURFACE DE LA MARE | |
| 3 - LE VOLUME D'EAU | |
| CHAPITRE II : PLUIES - EPISODES | 19 |
| CHAPITRE III : LA VIDANGE | 20 |
| 1 - DÉFINITIONS | |
| 2 - CALCULS | |
| 3 - RÉSULTATS | |
| 4 - INTERPRÉTATIONS | |
| CHAPITRE IV : INFILTRATION | 31 |
| 1 - DÉFINITION | |
| 2 - A KAFINA | |
| CHAPITRE V : EVAPORATION | 32 |
| 1 - DÉFINITION | |
| 2 - INSTRUMENTATION | |
| 3 - PROBLEMATIQUE | |
| 4 - CALCULS | |
| 5 - RÉSULTATS | |
| CHAPITRE VI : RELATION HAUTEUR/VOLUME | 34 |
| III^{ÈME} PARTIE : RELATIONS AVEC LA NAPPE | 35 |
| CONCLUSION | 39 |
| BIBLIOGRAPHIE | 40 |
| ANNEXES | |

Introduction

Cette étude, suivie et encadrée par Monsieur C. Leduc, a été réalisée au laboratoire d'hydrologie de l'I.R.D. (Institut de Recherche et de Développement, ex-ORSTOM) de Montpellier durant sept semaines, dans le cadre du stage de la maîtrise de sciences de l'environnement de l'université de Montpellier.

L'étude consiste à établir le bilan hydrologique de la mare de Kafina, située au Sud-Est du Niger, au cours des années 1997 et 1998.

Le but de cette recherche est, tout d'abord, de caractériser les processus de vidange de la mare ; c'est à dire d'identifier des épisodes de vidange par les variations du niveau de la mare, analyser les quantités de pluie tombées sur le site et calculer des intensités de vidange.

La deuxième partie de la recherche consiste en l'analyse détaillée de cette vidange. Les phases d'infiltration et d'évaporation seront étudiées à l'échelle de l'épisode pluvieux et à l'échelle annuelle. L'évolution de 1997 à 1998 de la zone colmatée et de la zone non colmatée sera également analysée

Tous ces résultats seront alors examinés en relation avec la réaction de la nappe phréatique à l'infiltration durant la saison des pluies.

Contexte scientifique

Cette étude fait suite au programme "*bilan hydrologique régional et suivi des mares temporaires*", effectué dans le cadre de l'expérience internationale "*Hapex-sahel*" (acronyme de *Hydrologic and Atmospheric Pilot Experiment in the Sahel*). Cette dernière s'est déroulée en zone tropicale sèche, dans la région de Niamey au Niger, durant 3 ans (1991 à 1993), sur un degré carré de 110x110 km.

L'étude de Kafina complète également la thèse de J.C. Desconnets, intitulée "*typologie et caractérisation hydrologique des systèmes endoréiques en milieu sahélien*", qui ne porta pas sur la mare de Kafina.

Elle a été effectuée dans le cadre du programme MEVHISA (*Mécanismes de la Variabilité Hydrologique en zone Sahélienne : influences climatiques et environnementales*), au sein de l'équipe du laboratoire d'hydrologie de l'IRD.

Au Sahel, la dégradation du réseau hydrographique est à l'origine d'un mode particulier de redistribution des eaux d'écoulement. Ceci se traduit par la présence de nombreuses zones de stockage durant l'hivernage. Ces mares, temporaires, représentent les deux tiers du système hydrologique de surface du degré carré.

Le principal objectif du programme est d'établir le bilan hydrologique régional au sein des systèmes endoréiques ; c'est à dire, de quantifier la partition des eaux, concentrées dans ces réservoirs, entre évaporation vers l'atmosphère et infiltration vers la zone non saturée et vers les nappes profondes, durant la saison des pluies.

I^{ÈRE} PARTIE : PRÉSENTATION

Cette présentation a pour objectif de préciser les conditions particulières, tant physiques que sociales, qui règnent autour de la mare de Kafina, et qui expliquent pourquoi cette si petite étendue d'eau concentre tant d'énergies et tant d'attention.

CHAPITRE I : LE MILIEU PHYSIQUE

1 - SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Le Sahel représente la zone de transition entre l'Afrique désertique et l'Afrique tropicale, au sud de la zone saharienne. Niamey se situe au cœur de ce domaine semi-aride. Le secteur considéré est sur la rive gauche du fleuve Niger, sur le "degré carré" de Niamey, entre 13 et 14°N et 2 et 3°E. La zone d'étude est située à une soixantaine de kilomètres de Niamey. La mare de Kafina se trouve à 2°43' de longitude Est et à 13°44' de latitude N (figure 1).

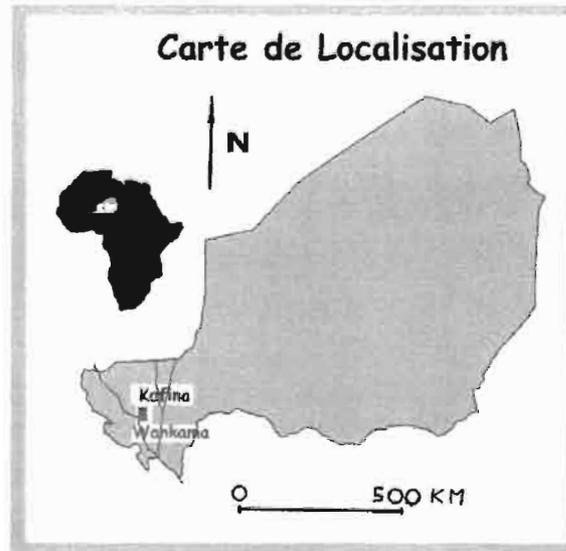


Figure 1

2 - CONTEXTE CLIMATIQUE

Le climat, autour de Kafina, est de type sahélien semi-aride, caractérisé par une courte saison des pluies qui s'oppose à une longue saison sèche. La majorité des pluies se concentre de juillet à septembre.

A - La température de l'air

La Température moyenne en saison sèche est de 36°C, le maximum pouvant atteindre 45°C. En saison des pluies celle-ci n'est plus que de 22.1°C. Les amplitudes journalières peuvent varier de 9 à 15°C suivant la saison (cf. figure 2 ci-dessous).

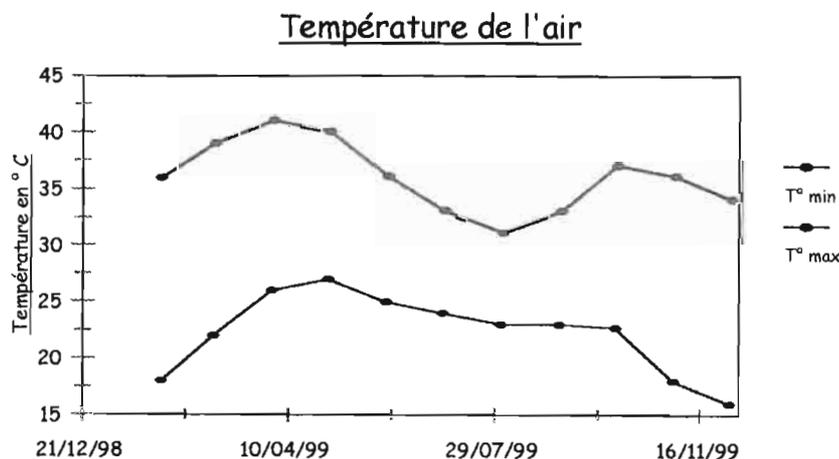


Figure 2

B - Le vent

Deux vents dominant : l'Harmatan, d'octobre à avril et venant du Sahara, il est caractérisé par un transport solide important. Ensuite soufflent les vents humides associés à la mousson guinéenne, de mai à septembre (cf. figure 3).

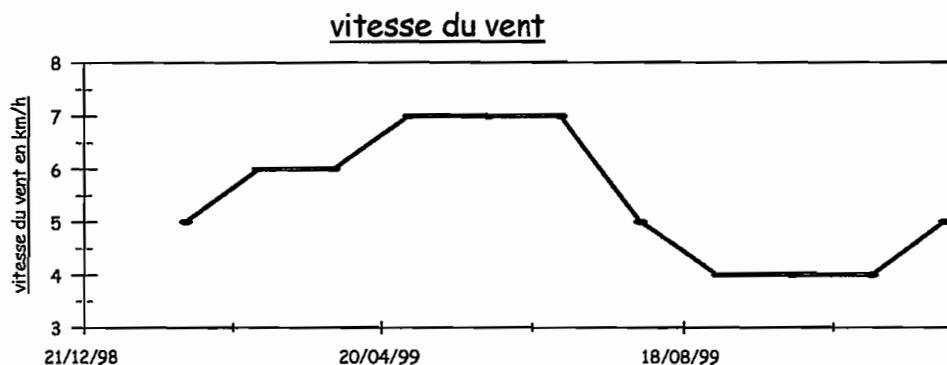


Figure 3

C - L'évaporation

Les variations saisonnières sont très représentatives de l'alternance saison sèche / saison pluvieuse (cf. figure 4). Dans les régions sahéliennes, c'est une composante non négligeable du bilan hydrologique. L'évaporation sera détaillée dans la deuxième partie

Evaporation journalière

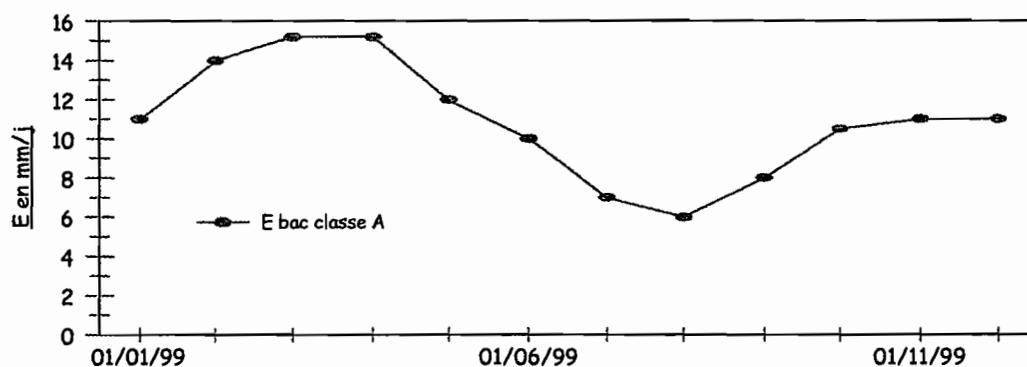


Figure 4

D - La végétation

Typique des régions semi-arides, elle est composée de savanes arborées et de savanes arbustives. Les plateaux latéritiques sont marqués par la brousse tigrée, composée de bandes de végétation dense, séparées par de larges espaces nus.

3- LES PLUIES

A - Considérations générales

La distribution mensuelle des pluies dans le climat sahélien a la particularité d'opposer une courte saison des pluies à une longue saison sèche.

La première est synonyme de mousson, dans cette zone sahélienne ; elle couvre les mois d'avril à octobre et tout particulièrement ceux de juillet, août et septembre. La caractéristique essentielle du régime pluviométrique est alors son extrême variabilité, spatiale comme temporelle.

B - Données initiales

Avant l'expérience HAPEX-Sahel, la campagne EPSAT-Niger d'estimation par satellite de la pluviométrie, au Niger, mise en place dès 1989 (Lebel et al ,1992), a permis l'installation d'un important réseau de pluviographes (81 en 1989, 109 en 1992). Ce dispositif a permis de caractériser la très grande variabilité spatiale et temporelle des champs pluviométriques, autant à l'échelle de la saison qu'à celle de l'événement : durant la période 1990-1993, 99% des pluies sont ainsi tombées entre le 15 avril et le 15 octobre (figure 5). De même, des gradients de plus de 100mm ont été enregistrés sur des distances de quelques kilomètres.

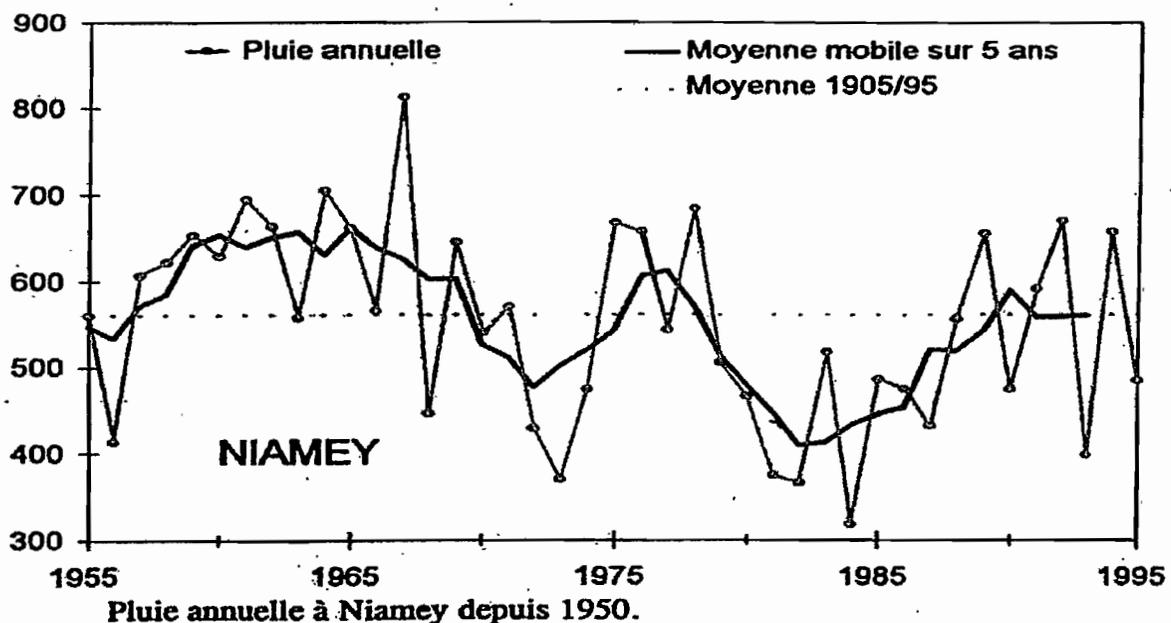


Figure 5

CHAPITRE II : GÉOLOGIE

1 - GÉOMORPHOLOGIE : L'ORIGINE DU PAYSAGE

Pays de vieille plate forme, la Sahel est terre d'horizontalité. S'y succèdent des paysages de glacis et des paysages dunaires, entrecoupés de reliefs tabulaires hérités d'une histoire géologique et climatique tourmentée.

A l'Est du fleuve Niger, la région des Iullemeden constitue le grand bassin sédimentaire du Continental Terminal. Mis en place au début de l'ère Tertiaire, cet ensemble sédimentaire est composé de grés argileux et se présente, à l'Eocène supérieur, sous la forme d'une immense cuvette à pente faible, recouverte d'une cuirasse ferrugineuse. Au Pliocène et au Quaternaire, une succession de périodes humides et sèches marque profondément le paysage : les nombreuses vallées fossiles (koris) témoignent d'époques très humides et très érosives. Elles ont ensuite été partiellement comblées par les dépôts sableux éoliens des périodes arides suivantes.

A l'Ouest affleure le socle, précambrien et métamorphisé, à l'histoire beaucoup plus ancienne.

2-PÉDOLOGIE

Les terrains affleurant dans la région appartiennent à un vaste épandage quasi-horizontal et sablo-limoneux du Continental Terminal. Il est armé de niveaux gréseux ou latéritiques et couronné par un plateau cuirassé. Un talus fait transition avec l'unité avale, constituée d'un piémont sableux. Viennent ensuite les zones de bas fond, divisées en zone de bombements et en zones dégradées (toposéquence en figure 6 p.11).

La zone d'étude des mares (Gavaud 1966 - 1975) est caractérisée par des sols ferrugineux peu lessivés. Peu structurés, ils présentent souvent une texture sableuse à plus de 90%.

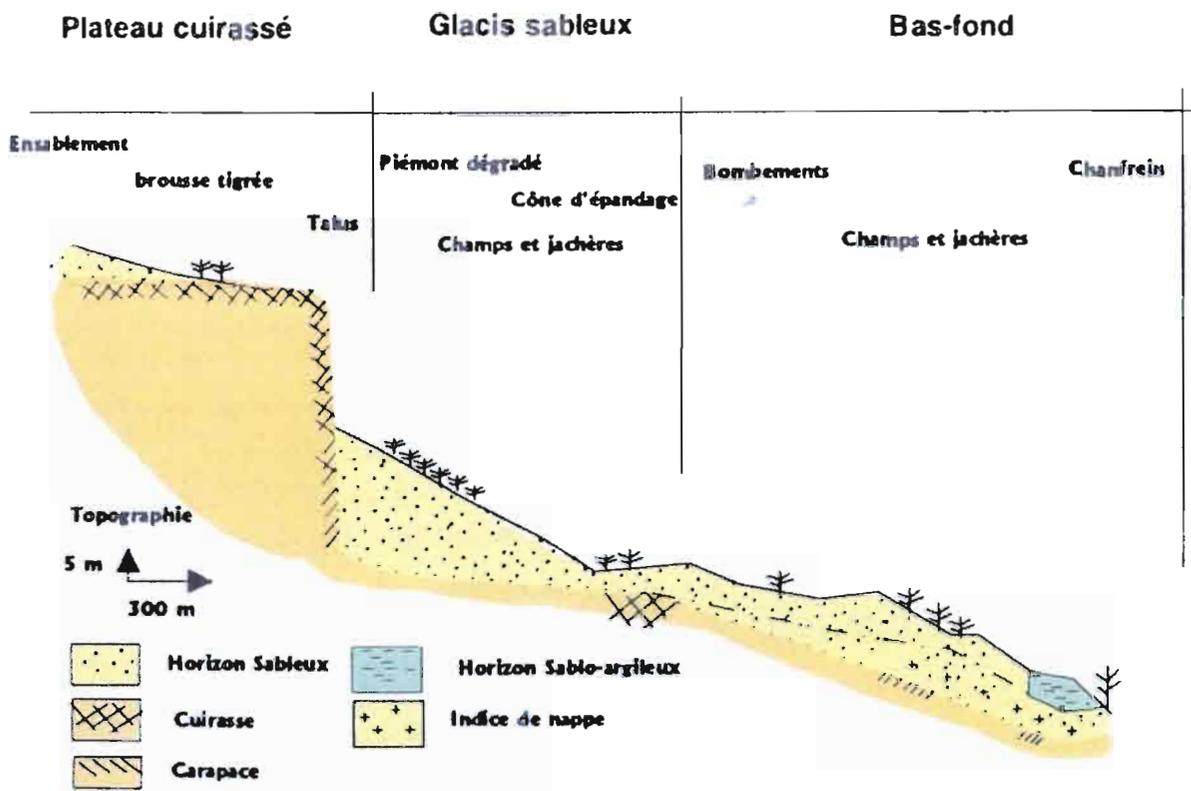


Figure 6: Toposéquence représentative du paysage du degré carré (d'après Courrault *et al.*, 1990)

CHAPITRE III : HYDROGRAPHIE

Seul le fleuve Niger possède un écoulement pérennant ; à l'Est de celui-ci, il n'existe qu'une mosaïque de petits bassins endoréiques. Selon l'intensité des pluies et l'état de la surface, ces bassins contribuent aux écoulements qui peuvent parfois complètement disparaître et se reconstituer en aval pour finalement aboutir à une mare temporaire, lieu privilégié d'infiltration vers la nappe phréatique.

On distingue ainsi :

- les mares formées sur des plateaux à cuirasse ferrugineuse (exemple : mare de Bazanga) ; le faible relief est responsable de l'absence d'organisation hydrologique et de l'individualisation de sous-ensembles hydrologiques (figure 7)
- les mares de bas-fonds (exemple : mare de Wankama), dont l'organisation si particulière est décrite ci-dessous.

1 - STRUCTURE HYDROLOGIQUE DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le bassin endoréique correspond au bassin topographique d'alimentation de la mare ou bassin versant. Le bassin alimentant la mare de Kafina est situé dans une vallée sableuse. La dégradation hydrographique du petit bassin versant a pour conséquence une division de cette entité en plusieurs réseaux de drainage, déconnectés les uns des autres. Ainsi il apparaît dans le paysage des ensembles morphologiques bien individualisés et caractéristiques, appelés "vallées fermées" ou "cuvettes".

La mare de Kafina s'est formée dans une de ces vallées sableuses, verrouillées et en forme de cuvette. Elle se trouve à quelques 260m d'altitude. (Figure 7)



Figure 7 : vue aérienne des environs de Kafina

2 - ORIGINE DE LA MARE DE KAFINA

A - Prédispositions

Dans cette région, comme sur l'ensemble du degré carré, l'ancien réseau hydrographique a été obstrué par les dépôts éoliens. Cette désorganisation a pour conséquence principale de privilégier le stockage en mares temporaires, des eaux d'écoulement, dans la région même de leur production.

B - Facteurs aggravants

Depuis 1950, l'emprise de l'homme s'est considérablement accrue (forte croissance de la démographie et de la charge animale (figure 8), surtout après les grandes sécheresses des années 1970 et 1980.



Figure 8 : Kafina à la saison des pluies

Les surfaces cultivées ou laissées en jachère courte sont passées de 12% à 63%. La profonde modification du couvert végétal a induit des changements dans la redistribution des eaux de pluie à la surface, et même dans la nappe.

La raréfaction du couvert végétal augmente nettement le ruissellement pour diverses raisons :

- augmentation de surfaces fortement encroûtées (figure 9) ;
- diminution des obstacles à l'écoulement ;
- diminution de l'activité faunique, qui créait une macroporosité très propice à l'infiltration.



Figure 9 : surface encroûtée

C - Conséquences

Cet accroissement du ruissellement se traduit par une hausse des apports en eau vers les mares temporaires. Les récits des habitants de la région confirment cette hypothèse. En effet, il y a vingt ans, le site de la mare n'était qu'une zone humide. Actuellement le plan d'eau peut s'étendre sur quelque 42 500 mètres carrés, lorsque son niveau est au plus haut.

D'un intérêt limité dans les pays tempérés, la mare prend un véritable sens en pays sahélien où elle constitue une réserve d'eau pour les populations rurales et pour leur bétail, au cours de la longue saison sèche.

D'un point de vue hydrologique, une mare est un réservoir naturel de stockage des eaux de ruissellement. Elle constitue aussi le principal exutoire d'un ensemble de bassins temporaires. Elle n'existe qu' au cours de la saison des pluies (figure 9) et s'assèche progressivement dans les semaines et mois qui suivent les dernières précipitations (figure 10).

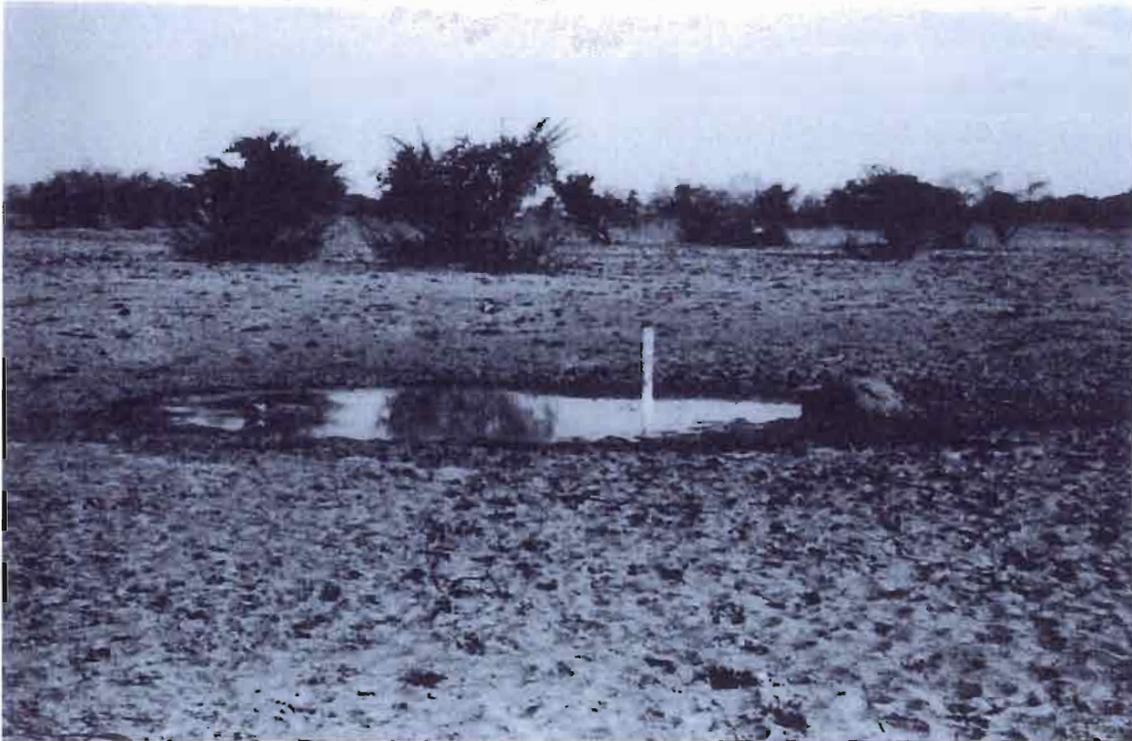


Figure 10 : mare de Kafina en saison sèche

2° PARTIE : ÉTUDE DE LA VIDANGE

Cette étude se consacre essentiellement aux pertes engendrées par l'environnement naturel de la mare (atmosphérique et pédologique).

Au cours de la saison des pluies, le régime de la mare est caractérisé par une alternance de phases de remplissage, dépassant rarement quelques minutes à quelques heures, puis de phases de vidange, dont la durée peut être très variable.

CHAPITRE I : ORIGINE DES DONNÉES

1 - LE NIVEAU D'EAU

A - Mesures

Le niveau d'eau dans la mare se mesure de deux façons (figure 11).

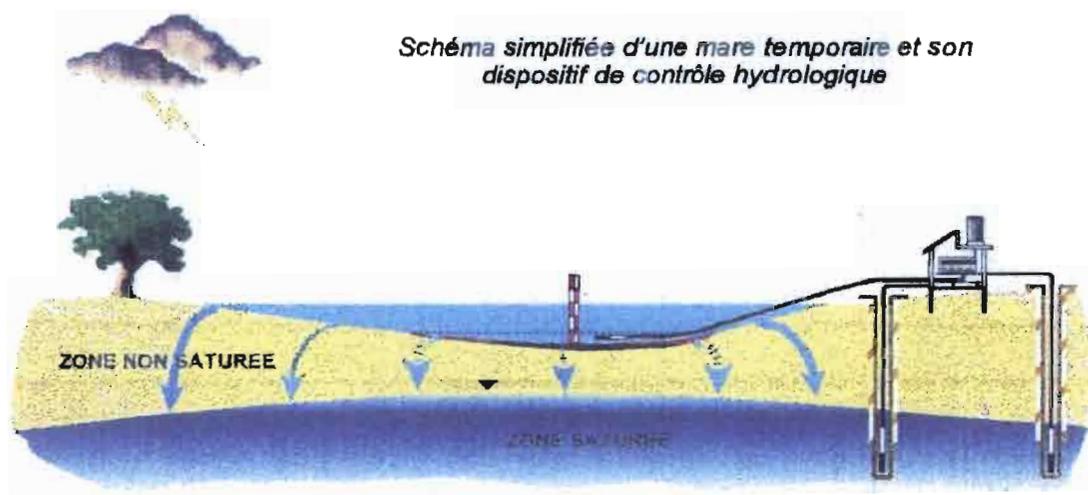


Schéma simplifié d'une mare temporaire et son dispositif de contrôle hydrologique

Figure 11

- par suivi limnigraphique : on utilise une sonde mesurant la hauteur d'eau par comparaison de la pression hydrostatique avec la pression atmosphérique ; cette sonde est reliée, via un câble enterré, à une centrale d'acquisition : le Chloé.

- par lecture directe du niveau d'eau sur des échelles limnimétriques (figure 12). On obtient ainsi un niveau, ou cote échelle, en mètres.

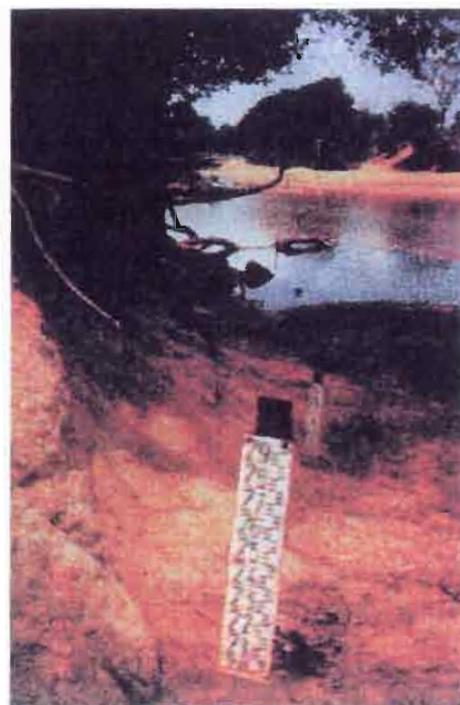


Figure 12 : limnimètre

B - Corrections

Cependant, il peut apparaître un léger décalage entre la hauteur enregistrée par la sonde et la hauteur lue sur l'échelle. Celui-ci est sûrement dû à une dérive électronique de la sonde, à cause des trop fortes températures, par exemple, ainsi qu'à un envasement partiel de la sonde. Lors de l'assèchement, les imprécisions sont plus visibles car la hauteur d'eau plus faible.

La correction de ces erreurs est indispensable. En effet, ces dérives provoquent une oscillation du niveau échelle en fonction du temps, rendant les calculs et interprétations hasardeux.

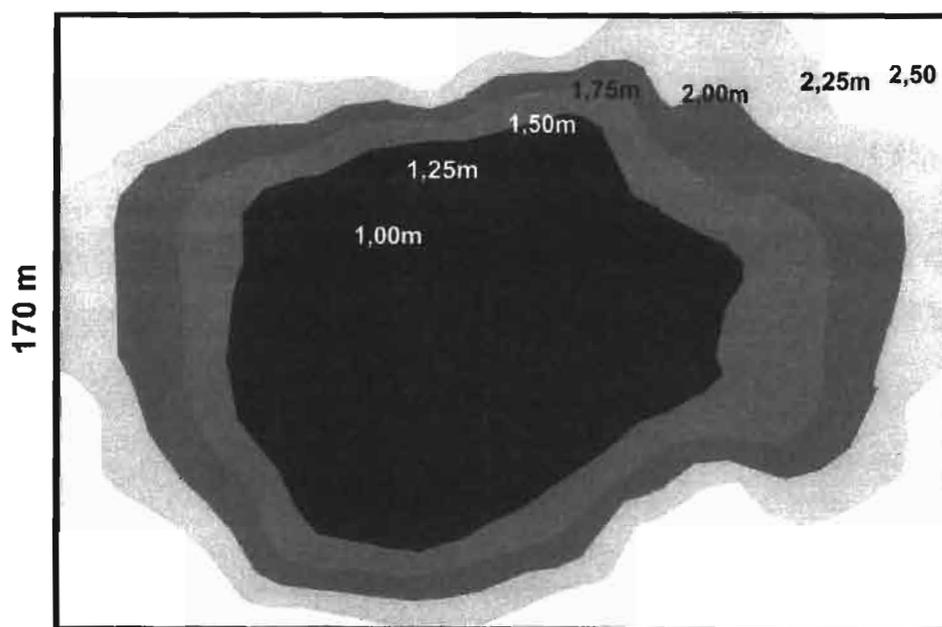
2 - LA SURFACE DE LA MARE

Cette surface est calculée à partir de la hauteur d'eau dans la mare et d'une loi de relation hauteur/surface. Cette loi repose sur un relevé topographique du site de la mare (figure 13). La surface du plan d'eau est une donnée nécessaire aux calculs de vidange.

3 - LE VOLUME D'EAU

Ce volume s'avère lui aussi indispensable pour les calculs de vidange. Il est obtenu par intégration de la loi reliant l'aire de la mare à sa hauteur en eau ; ces dernières sont représentées en annexe.

Topographie de la mare de Kafina
(en niveau échelle)



250 m
Figure 13

CHAPITRE II : PLUIES - EPISODES

L'étude des phénomènes de vidange de la mare de Kafina, pour être rigoureuse, nécessiterait de posséder les données pluviométriques de la zone. Les enregistreurs ayant malheureusement eu quelques problèmes, l'utilisation des données est presque impossible ; (cf. en annexe la lettre adressée par M. Robin, par courrier électronique)

- En 1997, les conditions extérieures ont perturbé les pluviographes à augets et les enregistrements ne débutent que le 20 août.

- En 1998 les données des pluies ont été enregistrées que jusqu'au 9 juillet. Les premiers enregistrements par la sonde dans la mare de Kafina débutent le 28 juillet. L'analyse de la répercussion des pluies sur le niveau d'eau de la mare ne pouvant être effectuée en utilisant ces données, cette étude s'est donc réalisée d'après l'analyse des isohyètes des années 1997 et 1998, sur l'ensemble du degré carré, avec une marge d'erreur incontournable.

Cette marge d'erreur se ressent sur les représentations graphiques. En effet, la corrélation entre épisodes pluvieux et remontée du niveau de la mare devrait être parfaite ce qui n'est malheureusement pas tout à fait le cas ici, surtout pour l'année 1998 (Figure 14).

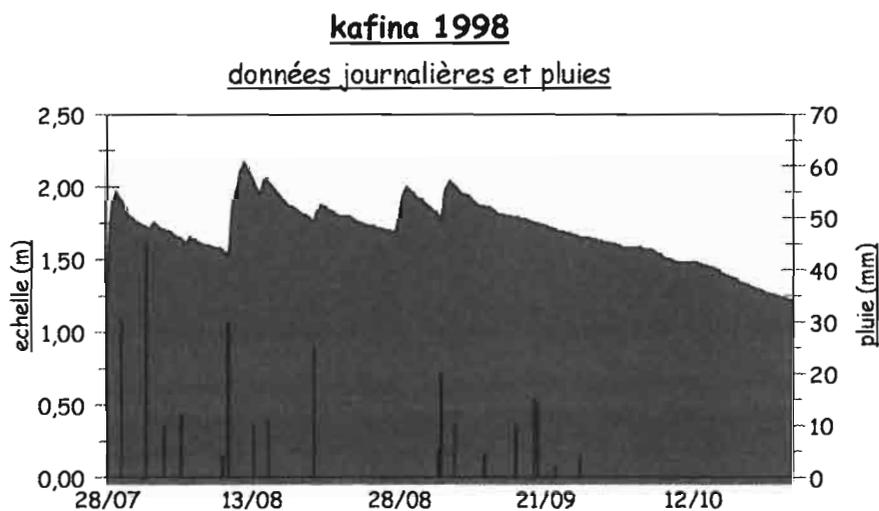


Figure 14

CHAPITRE III : LA VIDANGE

1 - DÉFINITIONS

Après correction des dérives du limnigraphe, à l'aide des données relevées ponctuellement sur l'échelle limnimétrique, on peut représenter précisément l'évolution du niveau de la mare dans le temps.

Les courbes obtenues représentent une succession de crues et de décrues. Comme en milieu sahélien, une pluie engendre une remontée extrêmement rapide du niveau d'eau dans la mare, on appellera "épisode", une séquence de crue puis de décrue du plan d'eau.

En effet, à cette brusque remontée du niveau d'eau, succède une décrue beaucoup plus lente.

Six épisodes ont ainsi été individualisés pour 1997, et huit pour 1998 (figures 16 et 17).

2 - CALCULS

Il a été décidé de représenter l'évolution des vitesses d'infiltrations, au fur et à mesure de la baisse du niveau d'eau.

Pour cela, nous avons raisonné dans un premier temps en lames d'eau.

Ainsi, si au temps T_i (date + heure), la lame d'eau est mesurée égale à, alors on peut calculer l'intensité de vidange I_v en cm/j:

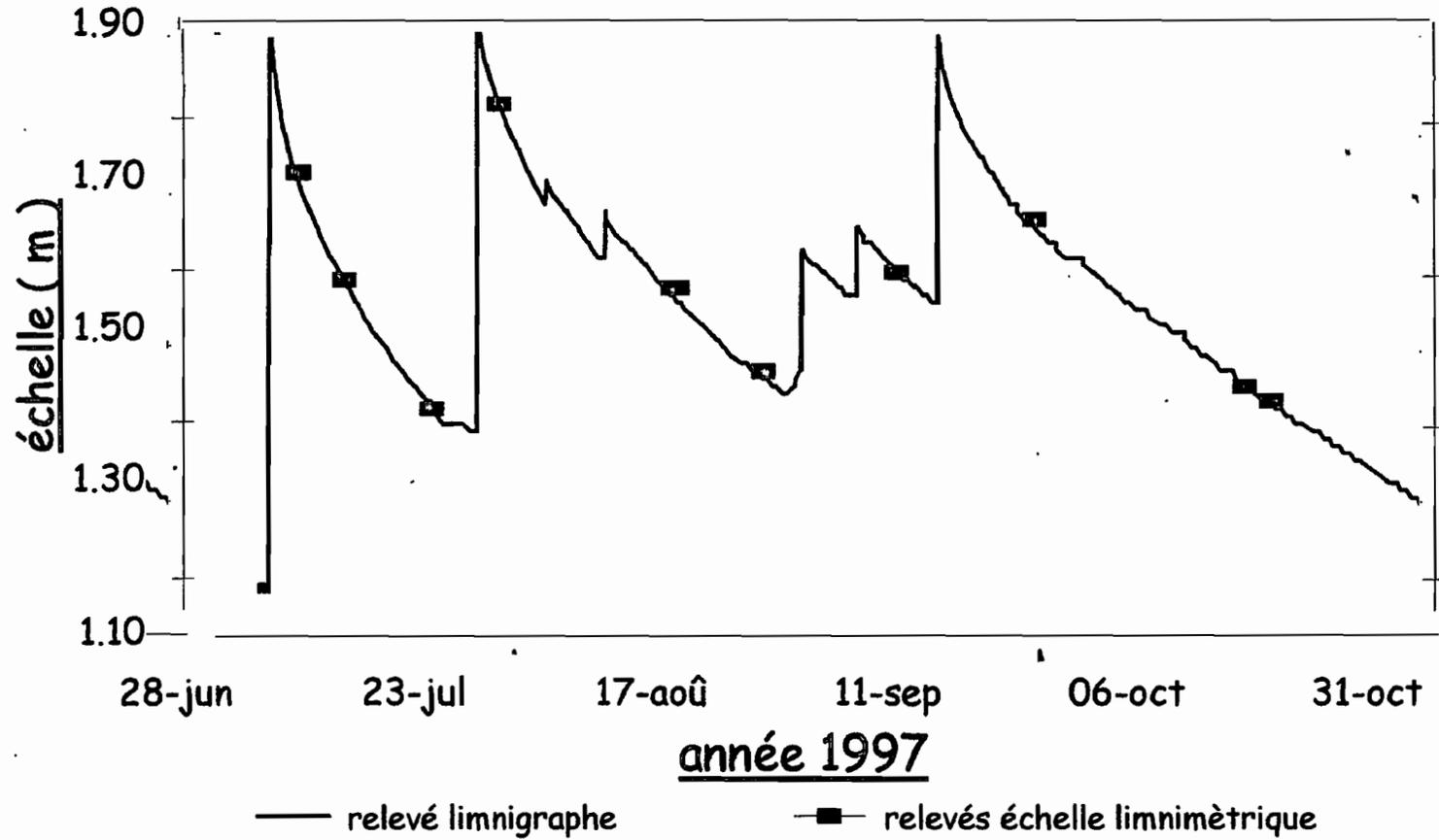
$$I_v = \frac{H_1 - H_2}{t_2 - t_1}.$$

Cette formule a été appliquée pour calculer l'intensité, tous les centimètres puis tous les deux centimètres.

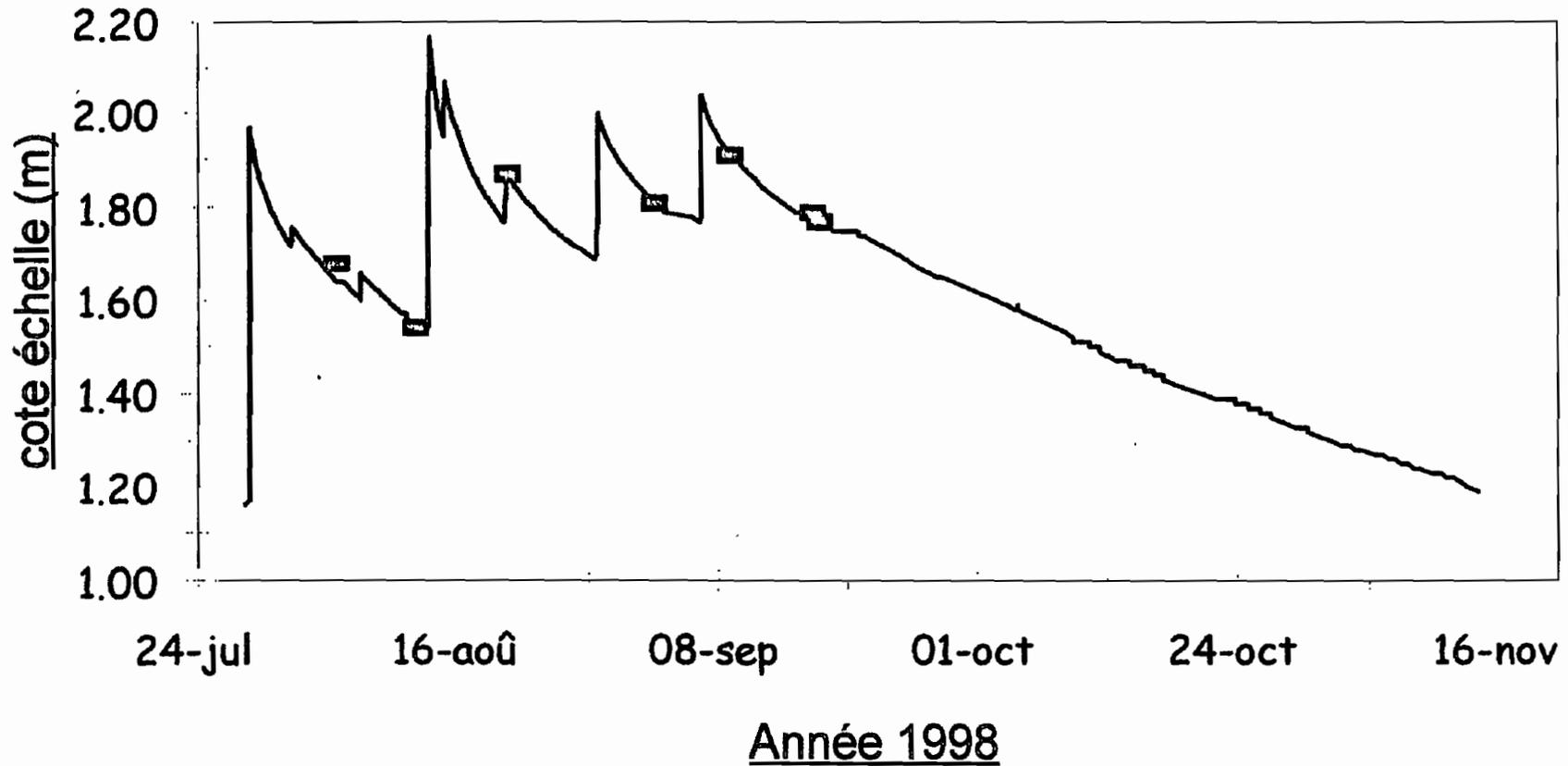
Les représentations centimètre par centimètre, plus précises, sont mal adaptées aux épisodes riches en données, dont les courbes deviennent illisibles, mais sont indispensables pour analyser les vidanges lors des plus petits épisodes (les épisodes 1 et 6, puis 3, de l'année 1997, figures 15 à 22).

KAFINA 1997

Figure 15



KAFINA 1998



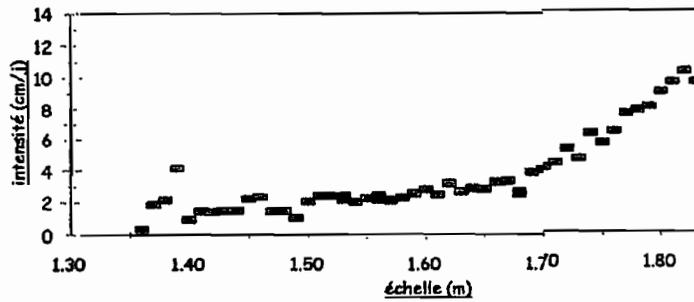
— relevé limnigraphe

■ relevés echelle limnimétrique

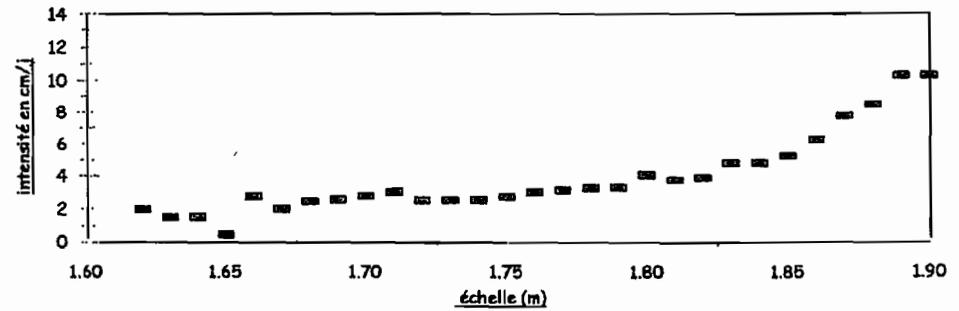
Figure 16

Figure 17

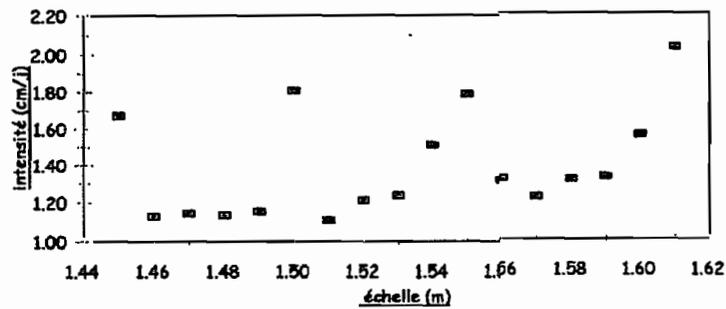
kafina 1997: épisode 1
intensité de vidange (cm/j)



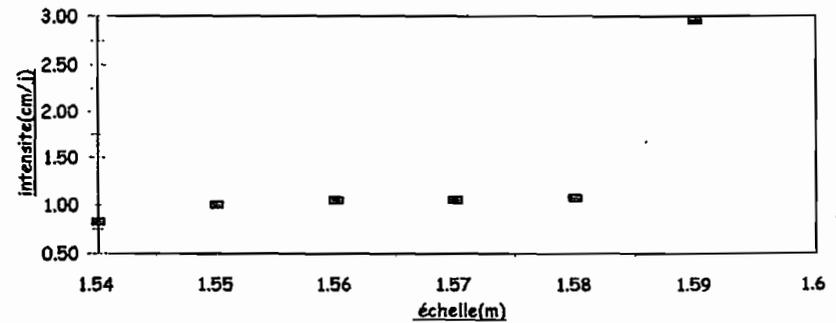
Kakina 1997: épisode 2
intensité de vidange (cm/j)

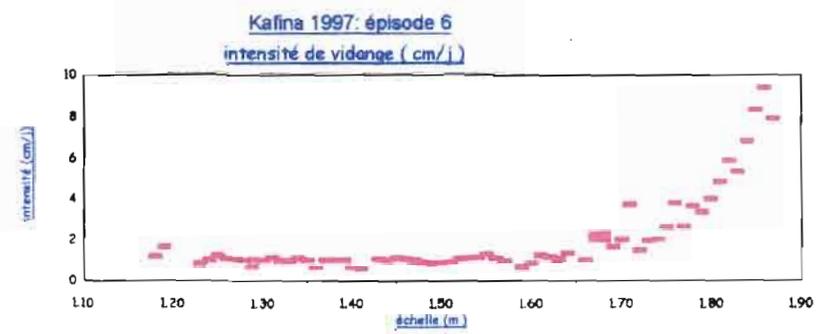
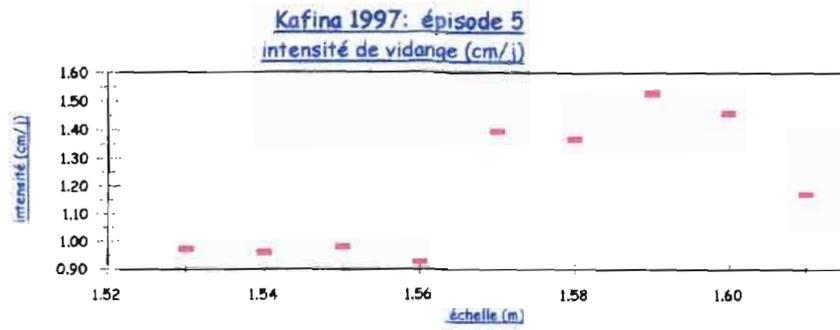


Kafina 1997: épisode 3
intensité de vidange (cm/j)



Kafina 1997: épisode 4
intensité de vidange (cm/j)





Kafina 1997: vidange (cm/j)
mesures tous les cm

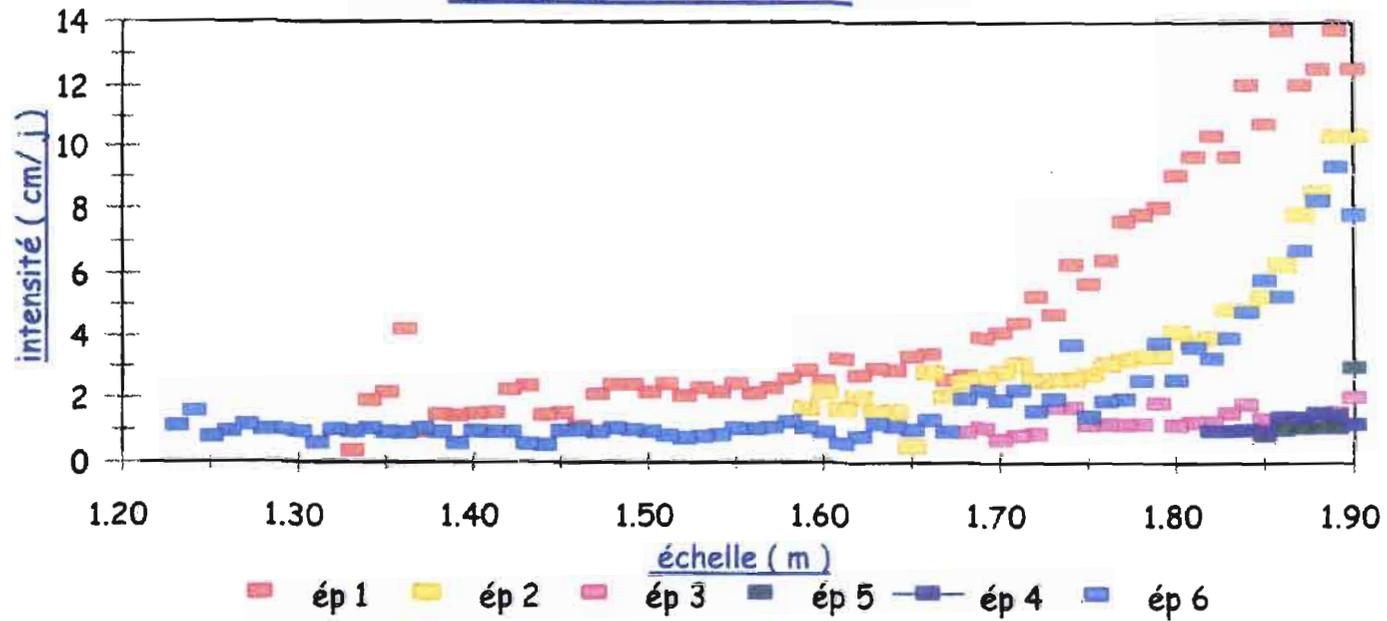
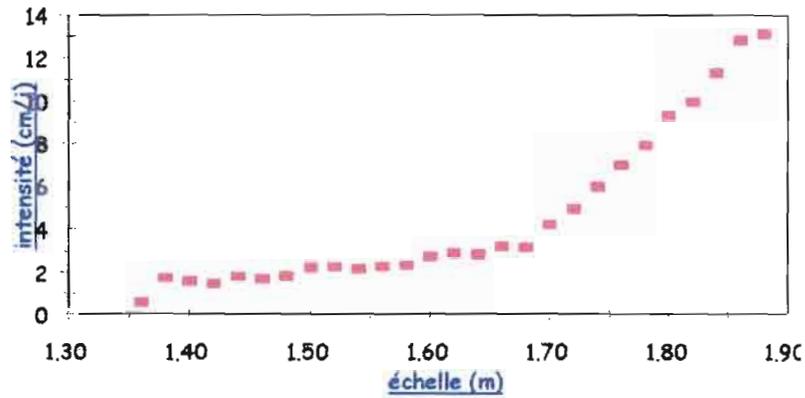


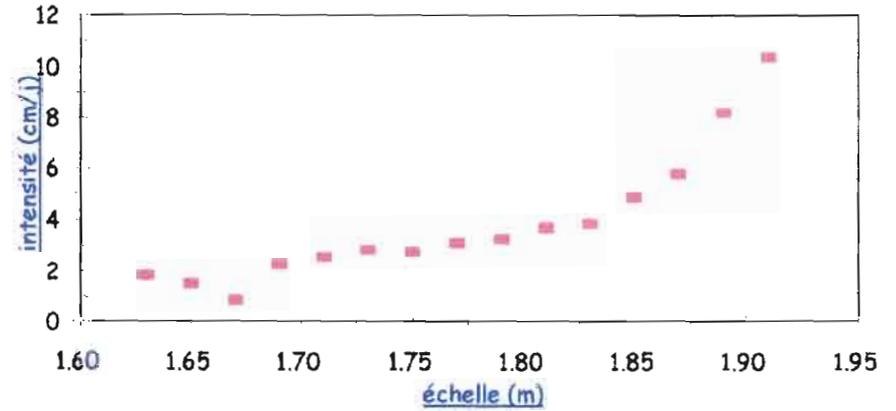
Figure 18

Figure 19

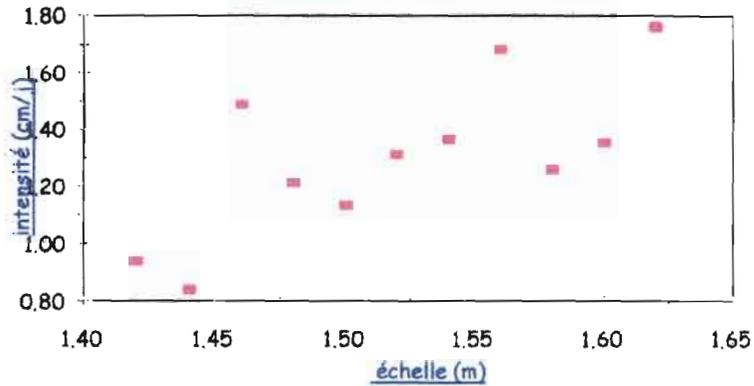
Kafina 1997: épisode 1
intensité de vidange (cm/j)



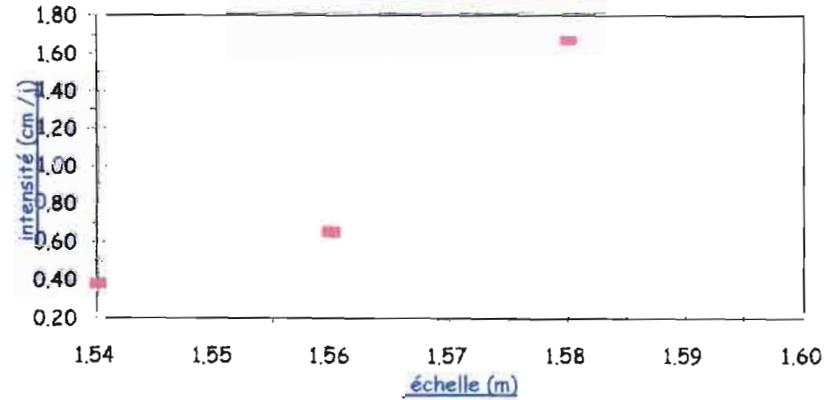
Kafina 1997: épisode 2
intensité de vidange (cm/j)



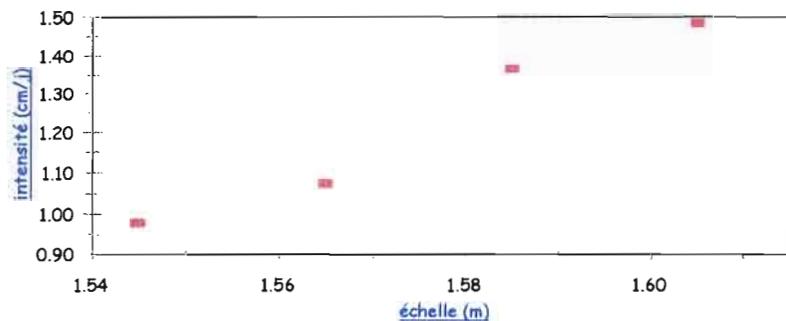
Kafina 1997: épisode 3
intensité de vidange (cm/j)



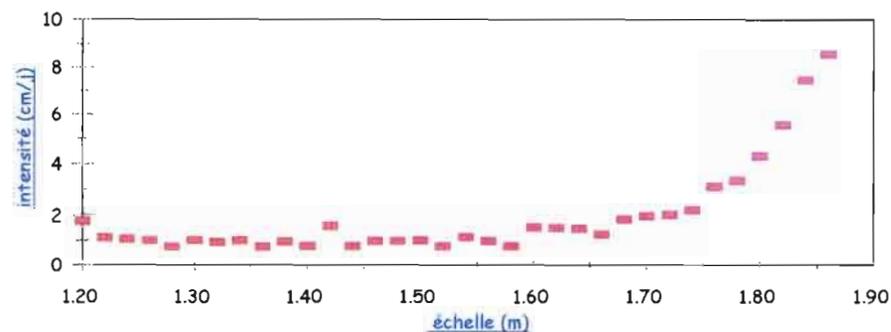
Kafina 1997: épisode 4
intensité de vidange (cm/j)



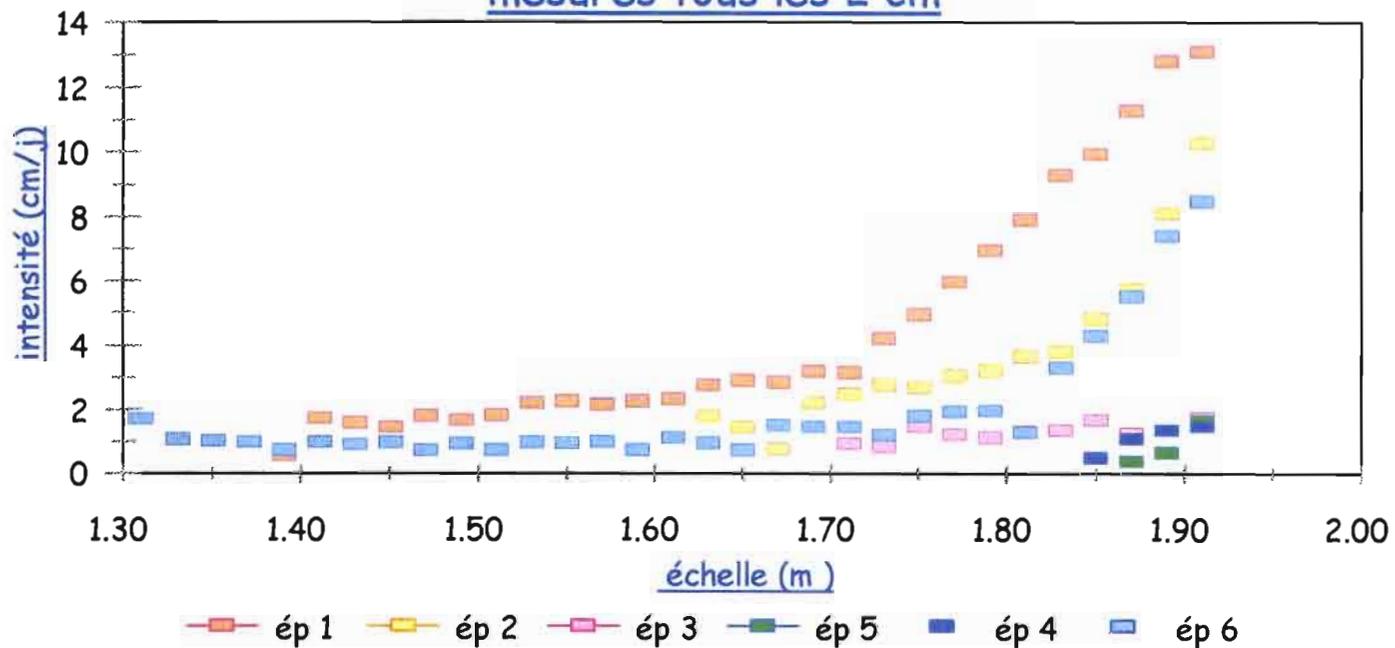
kafina 1997: épisode 5
intensité de vidange (cm/j)



kafina 1997: épisode 6
intensité de vidange (cm/j)

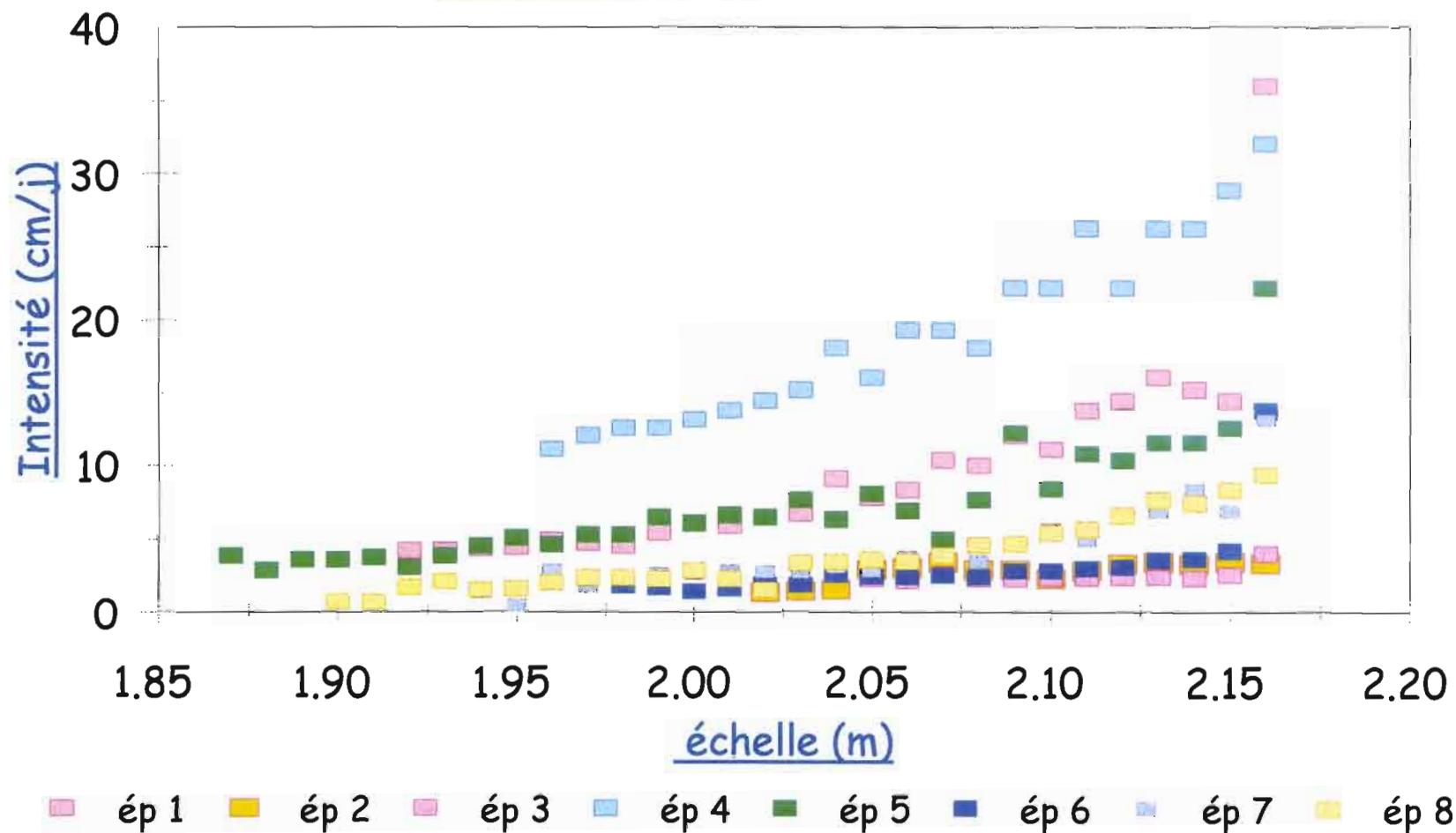


kafina 1997: vidange (cm/j)
mesures tous les 2 cm



Intensité de vidange (cm/j)

Mesures tous les cm



Intensité de vidange (cm/j)
mesures tous les 2 cm

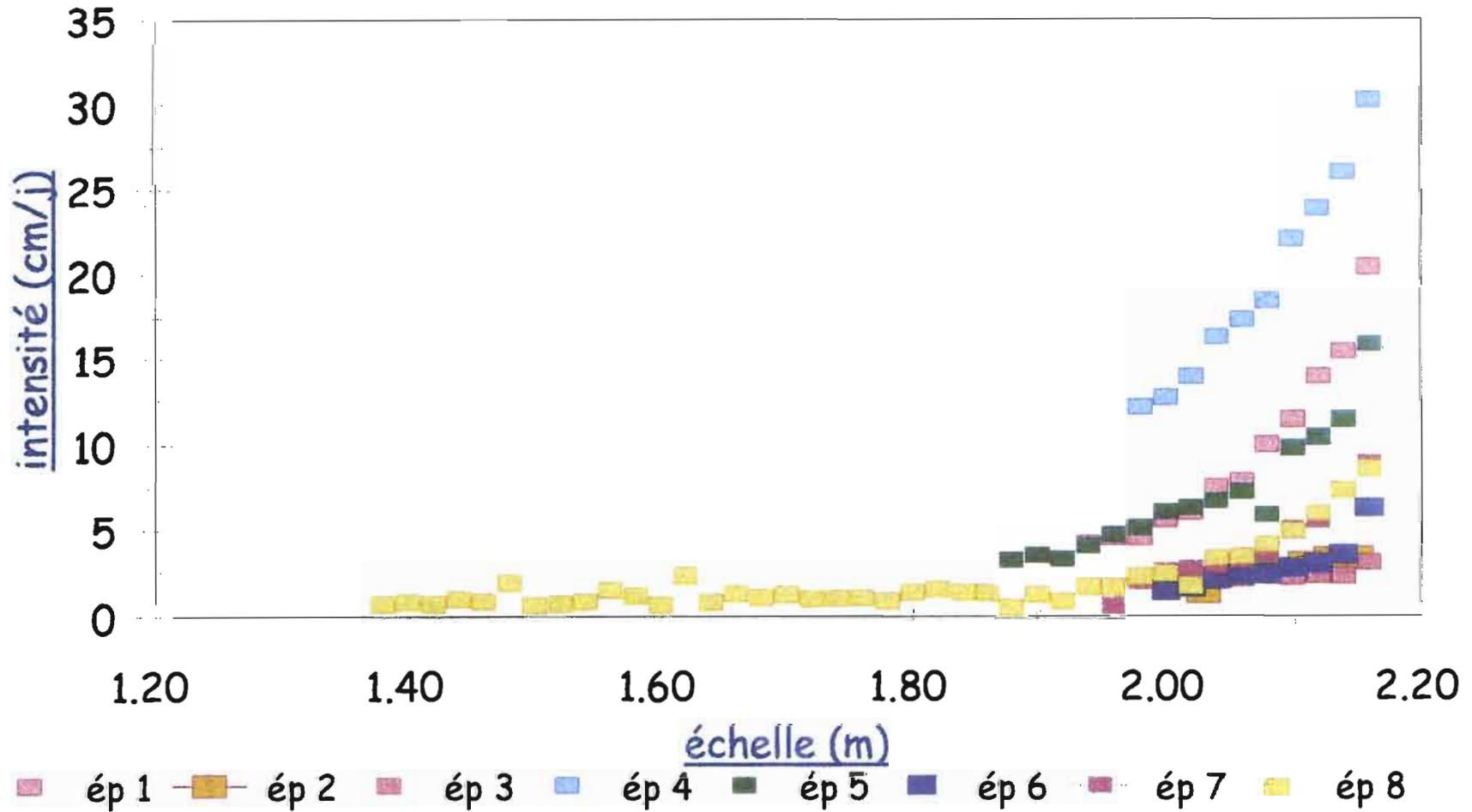


Figure 22

3 - RÉSULTATS

Pour un épisode donné, l'intensité d'infiltration est proportionnelle au débordement de la mare.

Elle diminue ainsi très rapidement au début de l'épisode de vidange pour ensuite tendre vers une valeur constante. Cette rupture de pente caractérise le passage d'une zone où l'infiltration est facile à une autre, où elle devient presque impossible.

4 - INTERPRÉTATIONS

Le site de la mare, comme son bassin d'alimentation, est caractérisé par des sols sableux. Ainsi, les eaux de la mare s'étendent temporairement sur deux zones:

-une zone colmatée, qui se caractérise par un matériau à texture fine, d'origine sédimentaire, avec une structure continue, un aspect luisant à l'état saturé et une conductivité hydraulique réduite.

-une zone non colmatée, morphologiquement différente de la première, et caractérisée, lorsqu'elle est sèche, par une ressemblance morphologique et texturale avec les sols autochtones.

Les études antérieures (Desconnets et al., 1993) ont montré que, par évaporation, la phase solide tendait vers un pôle montmorillonite. De plus, l'association dans les eaux de surface, d'argiles de types smectite et kaolinite avec un fort pourcentage de limons fins, a tendance à créer une couche de surface colmatée. Tout ceci contribue à limiter la conductivité hydraulique du fond de la mare.

L'analyse des courbes d'intensité de vidange montre une évolution saisonnière.

- Pour une même cote échelle, les intensités d'infiltration diminuent au cours de la saison des pluies.

Par exemple : Pour une échelle de 1,77m,

Entre le 1^o et le 6^o épisodes, en 1997,

L'intensité d'infiltration passe de 4 à 1 cm/j.

- Le point de rupture de pente, donc la limite de la zone colmatée, monte entre le début et la fin de la saison des pluies, passant de la cote de 1,77m à celle de 1,82m.

Trois hypothèses ont été avancées pour expliquer ces phénomènes :

- l'infiltration pourrait être simplement facilitée par le débordement vers surface en déficit hydrique ; mais rien n'expliquerait alors la baisse saisonnière observée pour une même cote échelle.
- Ces fluctuations pourraient aussi être liées à celles du niveau de la zone saturée; mais des études ultérieures ont mis en évidence la stabilité de ce niveau.
- Reste alors l'hypothèse d'un colmatage par :
 - un apport allochtone d'argiles ; les eaux de ruissellement qui s'écoulent dans le bassin versant étant chargées en sable (déposé lors de l'écoulement) et en fines (déposées à faible vitesse, dans les mares).
 - une néogénèse de kaolinite et smectite.

L'analyse des courbes d'intensité de vidange a montré de même une évolution sur les deux années.

en 1997:

- un régime d'infiltration au delà du niveau 1.75 mètres (zone non colmatée)
- un régime de vidange à dynamique linéaire en dessous de 1.75 mètres

en 1998:

- un régime d'infiltration au delà du niveau 1.90 mètres (zone non colmatée)
- un régime de vidange à dynamique linéaire en dessous de 1.90 mètres

La différence peut être due au fait que:

- L'évaporation intense à la fin de la saison des pluies de 1997 a provoqué la formation de montmorillonite qui s'est donc ajoutée aux argiles précédentes.
- Les écoulements des premières pluies de 1998 ont provoqué des apports supplémentaires de fines.

CHAPITRE IV : INFILTRATION

1 - DÉFINITION

L'entrée de l'eau dans le sol est à la fois gouvernée par les forces de capillarité et les forces gravitaires qui constituent le potentiel total.

Les forces de capillarité sont dominantes dans un profil non saturé. Elles sont déterminées par le taux d'humidité. Les forces de gravité deviennent dominantes au fur et à mesure que le profil d'infiltration tend vers la saturation. En effet, la conductivité hydraulique tend vers sa valeur maximale lorsque l'humidité est proche de la saturation.

2 - A KAFINA

Les études antérieures ont montré qu'en dehors des mares, l'infiltration diffuse semble être extrêmement lente et réduite. A l'opposé, à proximité immédiate des mares, les fluctuations de la nappe sont significatives et liées à l'arrivée, parfois rapide, d'eau de la mare.

La présence de matériaux argileux explique la transformation structurale de surface entre l'état sec (fentes de retrait en surface) et l'état saturé (matériau d'aspect luisant : gonflement des argiles). Elle met en évidence la sensibilité du matériau à la teneur en eau.

CHAPITRE V : EVAPORATION

1 - DÉFINITION

C'est le passage de l'eau de l'état liquide à celui de la vapeur.

L'étude concerne les principaux facteurs de l'évaporation des surfaces d'eau libre de mare sous climat sahélien et la méthode d'estimation. On estime l'évaporation d'un plan d'eau par la mesure directe sur un bac à évaporation placé à proximité du plan d'eau. L'évaporation de la surface élémentaire est alors considérée représentative de celle du lac.

2 - INSTRUMENTATION

Placés à proximité de chaque mare, des bacs enterrés (1 mètre sur 1 mètre et 60 cm de profondeur) ont été installés en fin de saison des pluies. Alimentés à chaque visite par l'eau de la mare en mesurant le volume manquant (par rapport au niveau initial de référence), ce suivi est combiné à un prélèvement d'eau pour les mesures isotopiques et de conductivité.

Les variations de niveau de la mare ont été suivies par limnimétrie automatique au pas du centimètre.

Les valeurs journalières utilisées dans nos calculs sont non corrigées.

En réalité il faudrait attribuer un coefficient de transposition entre l'évaporation mesurée sur bac et l'évaporation réelle de la mare. Les travaux de Roche (1958), Riou (1966), Pouyaud (1986) indiquent aussi la nécessité de prendre en compte les conditions climatiques locales et les caractères de la surface évaporante (profondeur, superficie, encaissement), dans la détermination du coefficient de transposition.

3 - PROBLEMATIQUE

On cherche à connaître la part de l'évaporation et de l'infiltration dans les processus de vidange. Les calculs ont été effectués en considérant l'évaporation en centimètres par jour puis en mètre cube par jour.

Concernant les lames d'eau, le calcul suivant a été réalisé tout au long des différents épisodes de vidange afin de connaître la véritable infiltration dans le sol.

4 - CALCULS

Intensité d'infiltration (cm/j) = intensité de vidange (cm/j) - évaporation (cm/j)

Concernant les volumes d'eau:

infiltration (m³/j) = débit vidangé (m³/j) - ((évaporation (cm/j) * surface moyenne))

5 - RÉSULTATS

Pour l'année 1997, les pourcentages d'évaporation sont très importants. En fin d'épisode l'évaporation est presque toujours au moins égale à l'infiltration. Elle est même supérieure pour plusieurs d'entre eux.

-Pour l'année 1998, l'infiltration reste bien supérieure à l'évaporation.

Interprétation:

La quantité et la fréquence des pluies en 1997 étant peu importantes, chaque fin d'épisode est largement situé sous le niveau de la zone de colmatage; à l'opposé, en 1998, les précipitations plus régulières et plus abondantes permettent de maintenir le niveau d'eau à proximité de la zone non colmatée.

L'estimation de l'évaporation s'est donc révélée indispensable dans le cas des mares temporaires où la vidange dans la zone colmatée fait apparaître une évaporation significative.

CHAPITRE VI : RELATION HAUTEUR-VOLUME

Afin de mieux se rendre compte du contexte hydrologique de Kafina, il apparaît indispensable de connaître les quantités d'eau infiltrée durant la saison des pluies.

Les résultats indiquent un volume de : - 28012 m³ pour 1997 -

- 40111m³ pour 1998 -

La superficie de ce bassin a été évaluée (figure 23), à partir de la carte au 1/50 000°, à 2.24 km². Un bassin de cette superficie pourrait engendrer des volumes infiltrés plus importants. Ce calcul montre donc que la délimitation de ce bassin, d'en réalité environ 1 km², n'est pas rigoureuse à l'échelle du 1/50000.

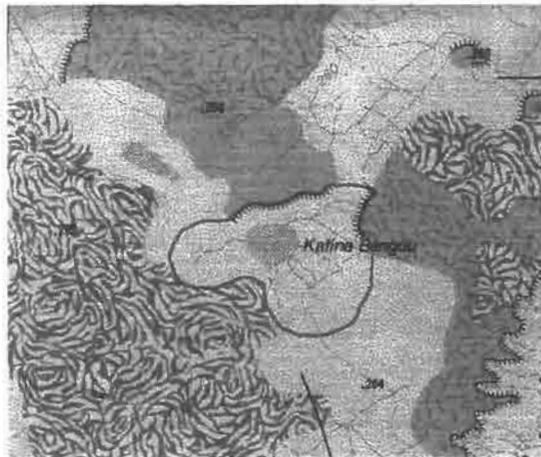


Figure 23 : le bassin versant de Kafina

Afin de contraindre les résultats d'intensité de vidange obtenus par calcul sur les lames d'eau, nous nous sommes intéressés au débit vidangé par infiltration. Pour cela les valeurs de volumes et surfaces se rapportant au niveau échelle étaient indispensables.

Les calculs suivant ont été réalisés pour tous les épisodes pluvieux, de 1997 comme de 1998 ; les résultats en sont représentés en annexe

Si au temps T_i (date + heure), la cote échelle indique H_i , si le volume est calculé égal à V_i et la surface égale à S_i , alors on peut calculer le débit vidangé

$$Q_v \text{ en m}^3/\text{j} : \quad Q_v = \frac{V_1 - V_2}{t_2 - t_1}$$

Si l'on veut connaître l'infiltration, débarrassée de l'évaporation, on sait aussi que le débit infiltré Q_i en m³/j est :

$$Q_i = Q_v - Q_e \times \left(\frac{S_2 + S_1}{2} \right)$$

avec Q_e , le débit évaporé en m³/j.

*3° PARTIE : RELATIONS AVEC
LA NAPPE*

CHAPITRE I : LA NAPPE PHREATIQUE

L'aquifère de la nappe est constitué principalement de sables fins et de silts, passant progressivement en profondeur à des argiles imperméables. Les gradients hydrauliques sont faibles et à l'échelle de la région étudiée il n'y a pas de direction d'écoulement privilégiée.

Dans le cadre du projet Hapex-Sahel, les investigations hydrologiques menées depuis 1991 ont permis de mieux comprendre le fonctionnement de la nappe phréatique dans la région de Niamey et notamment le processus de réalimentation durant la courte saison des pluies.

L'étude des relations entre la mare et la nappe à Kafina n'a pas été possible à l'échelle de l'épisode. En effet, il n'existe pas de puits à proximité directe de la mare où l'on peut mesurer le niveau piézométrique de la nappe. Cependant, celui-ci a été enregistré entre 1991 et 1999 à un autre puit situé au village de Kafina situé à environ 2 Km de la mare (figure 24).

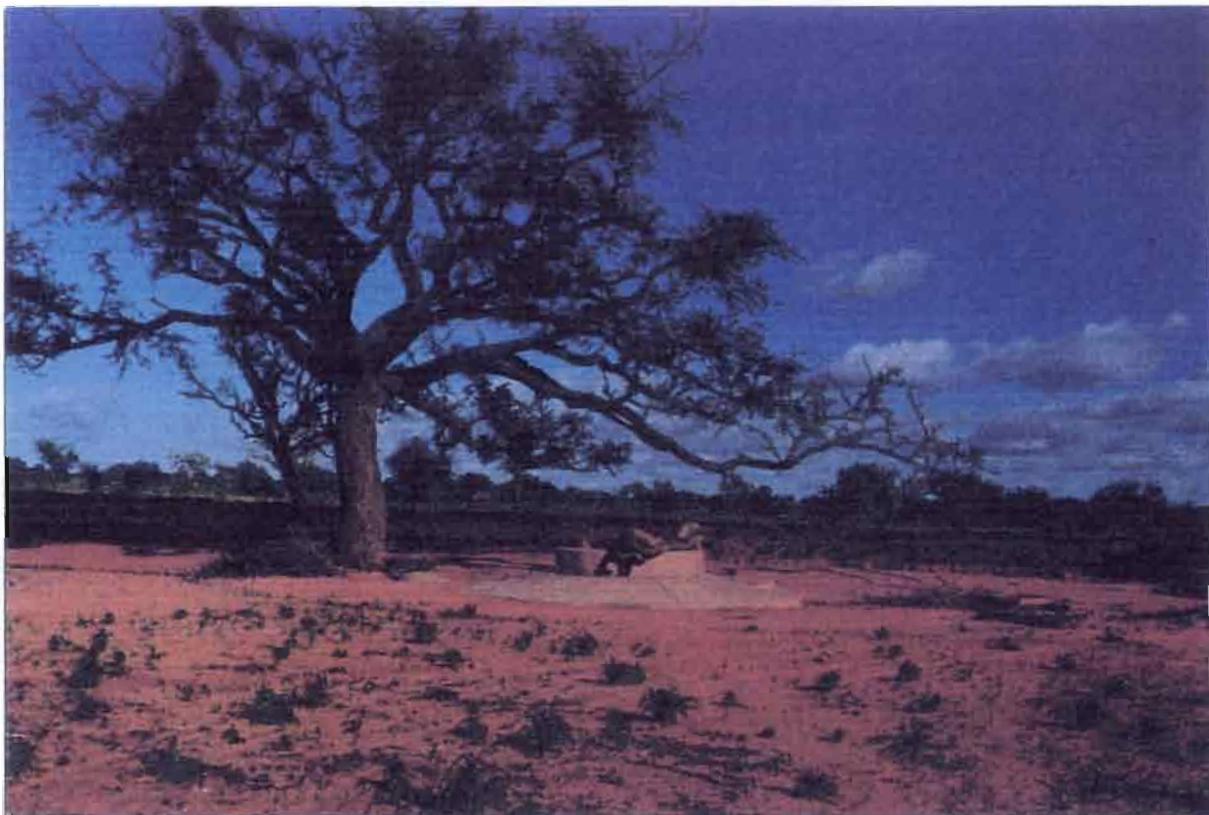


Figure 24 : puits du village de Kafina

Le graphe indique clairement une remontée de 3 mètres du niveau piézométrique (figure 25).

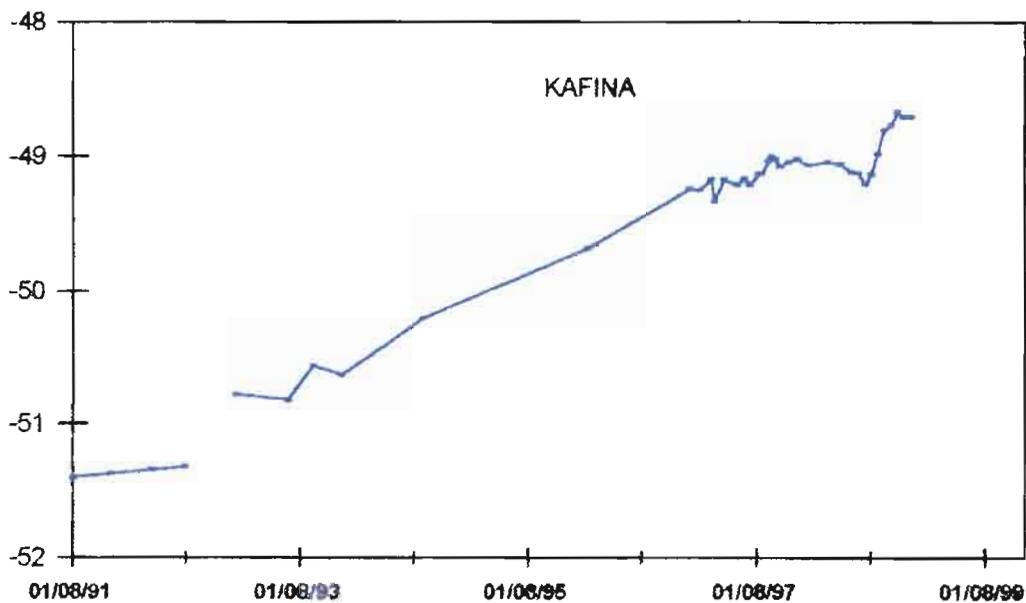


Figure 25 : niveau piézométrique à Kafina

Afin de visualiser à l'échelle de la saison des pluies la relation mare-nappe, la zone de Bani Kossey a été étudiée. L'environnement et les phénomènes d'infiltrations étant similaires à ceux de Kafina, cette mare a été choisie car elle possède un puits à proximité du plan d'eau, le puits village, et un autre, le puits pastoral, construit à quelques kilomètres des habitations.

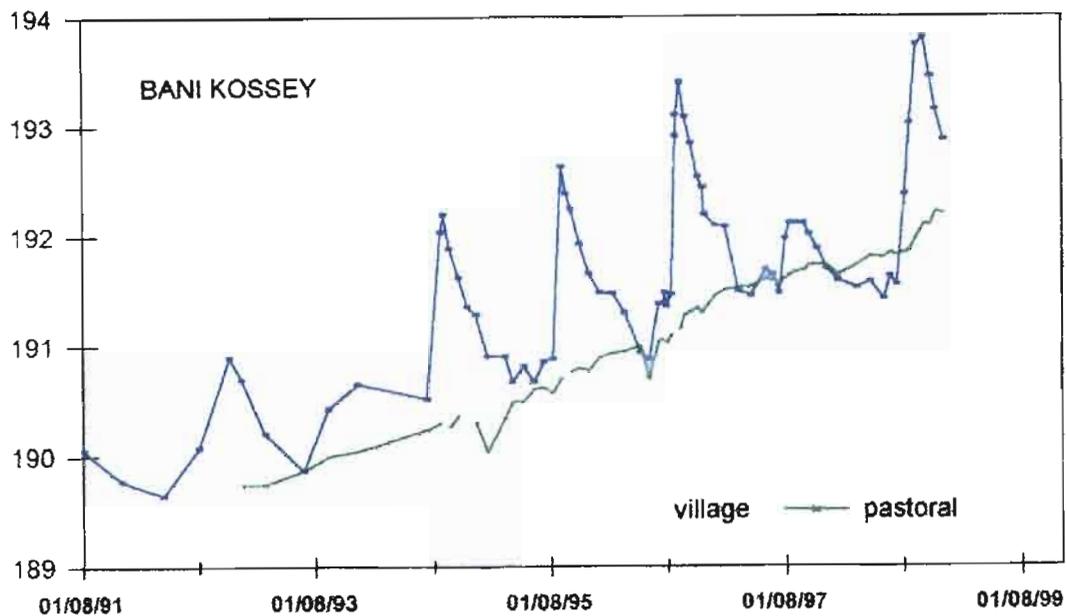
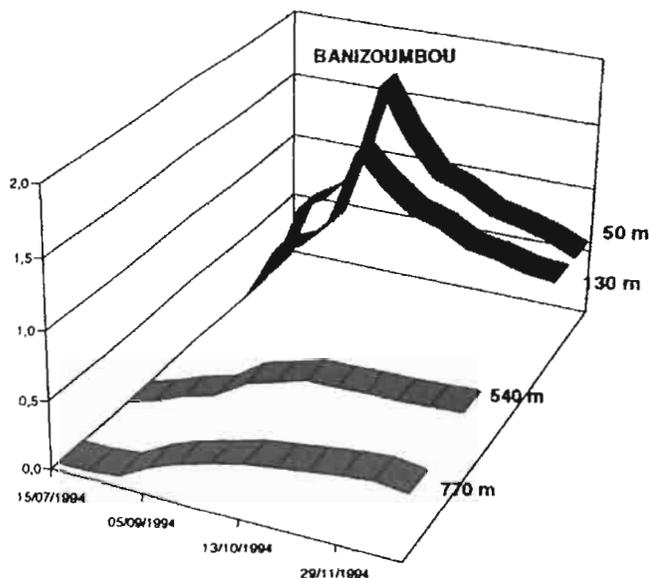


Figure 26 : variation du niveau piézométrique

On constate (figure 26 ci-dessus) :

- la remontée significative du niveau piézométrique à chaque saison des pluies.
- l'augmentation constante de ce même niveau depuis 1991 comme au puits de Kafina.

Disposant de plusieurs points de mesures rapprochés, quelques sites expérimentaux centrés non sur Kafina mais sur la mare de Banizoumbou ont été retenus pour visualiser le phénomène de recharge de la nappe à l'échelle d'une saison des pluies. Ils permettent une approche plus fine de la géométrie du dôme piézométrique créé par l'infiltration sous la mare, et par-là, la quantification locale de la recharge. Les premières infiltrations depuis la mare n'ont aucun effet visible sur la nappe tandis qu'en cœur de saison des pluies les crues de la mare se répercutent en quelques heures dans la nappe (figure 27).



Dôme piézométrique à la mare de Banizoumbou et son évolution du 15 juillet 1994 au 1 janvier 1995 (amplitude piézométrique et distance à la mare en m).

Figure 27 : dôme piézométrique

Ces résultats indiquent la remontée de la nappe dans cette zone à l'échelle de la saison des pluies et à l'échelle de la décennie. Cette étude confirme une fois de plus l'hypothèse de remontée du niveau piézométrique de la nappe phréatique du continental terminal. En effet, la nappe, après avoir baissé durant les sècheresses des années 1970 et 1980, remonte depuis une dizaine d'année. Les niveaux récents sont comparables, voir supérieurs, à ceux des années 1960, alors que cette période était plus humide qu'actuellement. La hausse récente ne peut être expliquée que par la combinaison d'un retour de meilleures conditions pluviométriques et de l'anthropisation du milieu. La modification du couvert induit un changement de redistribution de l'eau de pluie à la surface et dans le sous-sol et donc de la recharge de la nappe.

Conclusion

Développée dans le cadre du programme MEVHYS A, cette étude a été conçue pour étudier le bilan hydrologique de la mare de Kafina et tout particulièrement, les processus de vidange en jeu (évaporation + infiltration).

La très forte augmentation des zones cultivées se traduit par un changement important du couvert végétal. Le ruissellement ainsi majoré amène de plus grands volumes d'eau dans les mares temporaires. L'étude des processus de déstockage a montré que, en saison des pluies, la vidange de la mare est essentiellement induite par un processus d'infiltration.

Deux phases ont ainsi été identifiées dans les processus de vidange.

-Une phase à cinétique rapide où l'infiltration est le terme principal, correspondant au déstockage dans les zones perméables.

-une phase à cinétique lente où l'évaporation est le terme principal correspondant au déstockage dans les zones perméables.

Cette limite de zone de colmatage évolue à l'échelle de l'épisode et à l'échelle annuelle;

L'intensité est proportionnelle au débordement du niveau hors de la zone argileuse colmatant le fond de la mare. Ces débordements de la mare représentent alors l'essentiel de l'infiltration vers la nappe phréatique qui voit son niveau piézométrique remonter à l'échelle de la saison des pluies et sur la dernière décennie.

Bibliographie

Desconnets J.C. (1994): Typologie et caractérisation hydrologiques des systèmes endoréiques en milieu sahélien (degré carré de Niamey, niger). *Thèse de doctorat de l'université de Montpellier II, 326p.*

Desconnets J.C , Taupin J.D, Lebel T,et C. Leduc, 1997. Hydrology of the Hapex-Sahel central Super-Site: surface water drainage and aquifer recharge through the pool systems. *Journal of Hydrology.*

Leduc C et M. Loireau, 1997. Evolution du couvert végétal et de la recharge de la nappe phréatique en zone sahélienne (Niamey, Niger). In "Sustainability of water resources under increasing uncertainty", AISH publ. n°240, 193-200

Leduc C.,J.Bromley et P.Schroeter, 1997. Water table fluctuation and recharge in semi-arid climate: Some results of the Hapex-Sahel hydrodynamic survey (Niger). *journal of Hydrology*

ANNEXES

Annexes

Bilans hydrologiques en lames d'eau et en volumes, pour 1997 et 1998.

Abaque de relation hauteur/volume de la mare de Kafina.

Isohyètes des épisodes pluvieux de 1997 et 1998.

Mesures d'évaporation de 1988 à 1998.

Bilans hydrologiques 1997

| | <u>hauteur du début</u> <u>de l'épisode</u> (m) | <u>hauteur de la fin</u> <u>de l'épisode</u> (m) | <u>amplitude de</u> <u>la vidange</u> (m) | <u>durée de</u> <u>l'épisode</u> (j) | <u>intensité</u> <u>moyenne</u> (cm/j) | <u>intensité</u> <u>initiale</u> (cm/j) | <u>intensité</u> <u>finale</u> (cm/j) |
|------------------|---|--|---|--|--|---|---|
| <u>épisode 1</u> | 1,90 | 1,36 | 0,54 | 21,10 | 4,56 | 13,09 | 0,58 |
| <u>épisode 2</u> | 1,91 | 1,61 | 0,30 | 11,75 | 3,79 | 10,29 | 1,80 |
| <u>épisode 3</u> | 1,64 | 1,42 | 0,22 | 17,64 | 1,30 | 1,76 | 0,94 |
| <u>épisode 4</u> | 1,60 | 1,54 | 0,06 | 5,36 | 0,90 | 1,66 | 0,37 |
| <u>épisode 5</u> | 1,62 | 1,54 | 0,08 | 6,71 | 1,23 | 1,48 | 0,98 |
| <u>épisode 6</u> | 1,88 | 1,20 | 0,68 | 55,95 | 1,91 | 8,47 | 1,72 |

| | <u>hauteur du début</u> <u>de l'épisode</u> (m) | <u>hauteur de la fin</u> <u>de l'épisode</u> (m) | <u>amplitude de</u> <u>la vidange</u> (m) | <u>durée de</u> <u>l'épisode</u> (j) | <u>volume</u> <u>infiltrés</u> (m ³) | <u>débit</u> <u>moyen</u> (m ³ /j) | <u>débit</u> <u>initial</u> (m ³ /j) | <u>débit</u> <u>final</u> (m ³ /j) |
|------------------|---|--|---|--|--|---|---|---|
| <u>épisode 1</u> | 1,90 | 1,36 | 0,54 | 21,10 | 8300 | 819,88 | 2821,09 | 56,44 |
| <u>épisode 2</u> | 1,91 | 1,61 | 0,30 | 11,75 | 5509 | 742,54 | 2247,43 | 270,90 |
| <u>épisode 3</u> | 1,64 | 1,42 | 0,22 | 17,64 | 3069 | 185,14 | 268,62 | 98,50 |
| <u>épisode 4</u> | 1,60 | 1,54 | 0,06 | 5,36 | 836 | 168,69 | 239,72 | 118,10 |
| <u>épisode 5</u> | 1,62 | 1,54 | 0,08 | 6,71 | 1133 | 174,79 | 220,45 | 131,98 |
| <u>épisode 6</u> | 1,88 | 1,20 | 0,68 | 55,95 | 1107 | 313,87 | 1787,29 | 118,13 |

Bilan hydrologique 1997

épisode 1

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> | <u>vidange</u> | <u>évaporation</u> | <u>infiltration</u> | <u>lame évaporée</u> | <u>lame infiltrée</u> |
|-------------|-------------------|----------------|----------------|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| | | (m) | (cm/j) | (cm/j) | (cm/j) | % | % |
| 07-jul | 09:05 AM | 1,90 | | 0,52 | | | |
| 07-jul | 12:45 PM | 1,88 | 13,09 | 0,52 | 12,57 | 3,97 | 96,03 |
| 07-jul | 04:30 PM | 1,86 | 12,80 | 0,52 | 12,28 | 4,06 | 95,94 |
| 07-jul | 08:45 PM | 1,84 | 11,29 | 0,52 | 10,77 | 4,60 | 95,40 |
| 08-jul | 01:35 AM | 1,82 | 9,93 | 0,52 | 9,41 | 5,24 | 94,76 |
| 08-jul | 06:45 AM | 1,80 | 9,29 | 0,52 | 8,77 | 5,60 | 94,40 |
| 08-jul | 12:50 PM | 1,78 | 7,89 | 0,52 | 7,37 | 6,59 | 93,41 |
| 08-jul | 07:45 PM | 1,76 | 6,94 | 0,52 | 6,42 | 7,49 | 92,51 |
| 09-jul | 03:50 AM | 1,74 | 5,94 | 0,52 | 5,42 | 8,76 | 91,24 |
| 09-jul | 01:35 PM | 1,72 | 4,92 | 0,52 | 4,40 | 10,56 | 89,44 |
| 10-jul | 01:00 AM | 1,70 | 4,20 | 0,52 | 3,68 | 12,37 | 87,63 |
| 10-jul | 04:10 PM | 1,68 | 3,16 | 0,52 | 2,64 | 16,43 | 83,57 |
| 11-jul | 07:10 AM | 1,66 | 3,20 | 0,52 | 2,68 | 16,25 | 83,75 |
| 12-jul | 12:00 AM | 1,64 | 2,85 | 0,52 | 2,33 | 18,24 | 81,76 |
| 12-jul | 04:30 PM | 1,62 | 2,91 | 0,52 | 2,39 | 17,88 | 82,13 |
| 13-jul | 09:55 AM | 1,60 | 2,76 | 0,52 | 2,24 | 18,87 | 81,13 |
| 14-jul | 06:25 AM | 1,58 | 2,34 | 0,52 | 1,82 | 22,21 | 77,79 |
| 15-jul | 03:35 AM | 1,56 | 2,27 | 0,52 | 1,75 | 22,93 | 77,07 |
| 16-jul | 01:45 AM | 1,54 | 2,17 | 0,52 | 1,65 | 24,01 | 75,99 |
| 16-jul | 10:55 PM | 1,52 | 2,27 | 0,52 | 1,75 | 22,93 | 77,07 |
| 17-jul | 08:25 PM | 1,50 | 2,23 | 0,52 | 1,71 | 23,29 | 76,71 |
| 18-jul | 10:40 PM | 1,48 | 1,83 | 0,52 | 1,31 | 28,44 | 71,56 |
| 20-jul | 03:10 AM | 1,46 | 1,68 | 0,52 | 1,16 | 30,88 | 69,13 |
| 21-jul | 05:45 AM | 1,44 | 1,81 | 0,52 | 1,29 | 28,80 | 71,20 |
| 22-jul | 02:50 PM | 1,42 | 1,45 | 0,52 | 0,93 | 35,84 | 64,16 |
| 23-jul | 09:05 PM | 1,40 | 1,59 | 0,52 | 1,07 | 32,77 | 67,23 |
| 25-jul | 12:40 AM | 1,38 | 1,74 | 0,52 | 1,22 | 29,88 | 70,12 |
| 28-jul | 11:35 AM | 1,36 | 0,58 | 0,52 | 0,06 | 89,83 | 10,17 |

épisode 2

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> | <u>vidange</u> | <u>évaporation</u> | <u>infiltration</u> | <u>lame évaporée</u> | <u>lame infiltrée</u> |
|-------------|-------------------|----------------|----------------|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| | | (m) | (cm/j) | (cm/j) | (cm/j) | % | % |
| 29-jul | 03:35 AM | 1,91 | | 0,52 | | | |
| 29-jul | 08:15 AM | 1,89 | 10,29 | 0,52 | 9,77 | 5,06 | 94,94 |
| 29-jul | 02:10 PM | 1,87 | 8,11 | 0,52 | 7,59 | 6,41 | 93,59 |
| 29-jul | 10:35 PM | 1,85 | 5,70 | 0,52 | 5,18 | 9,12 | 90,88 |
| 30-jul | 08:35 AM | 1,83 | 4,80 | 0,52 | 4,28 | 10,83 | 89,17 |
| 30-jul | 09:10 PM | 1,81 | 3,81 | 0,52 | 3,29 | 13,63 | 86,37 |
| 31-jul | 10:20 AM | 1,79 | 3,65 | 0,52 | 3,13 | 14,26 | 85,74 |
| 01-août | 01:15 AM | 1,77 | 3,22 | 0,52 | 2,70 | 16,16 | 83,84 |
| 01-août | 04:55 PM | 1,75 | 3,06 | 0,52 | 2,54 | 16,97 | 83,03 |
| 02-août | 10:40 AM | 1,73 | 2,70 | 0,52 | 2,18 | 19,23 | 80,77 |
| 03-août | 03:55 AM | 1,71 | 2,78 | 0,52 | 2,26 | 18,69 | 81,31 |
| 03-août | 11:05 PM | 1,69 | 2,50 | 0,52 | 1,98 | 20,76 | 79,24 |
| 04-août | 08:40 PM | 1,67 | 2,22 | 0,52 | 1,70 | 23,38 | 76,62 |
| 07-août | 09:55 AM | 1,65 | 0,78 | 0,52 | 0,26 | 66,35 | 33,65 |
| 08-août | 06:50 PM | 1,63 | 1,46 | 0,52 | 0,94 | 35,66 | 64,34 |
| 09-août | 09:30 PM | 1,61 | 1,80 | 0,52 | 1,28 | 28,89 | 71,11 |

épisode 3

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> (m) | <u>vidange</u> (cm/j) | <u>évaporation</u> (cm/j) | <u>infiltration</u> (cm/j) | <u>lame évaporée</u> % | <u>lame infiltrée</u> % |
|-------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 11-aoû | 05:05 PM | 1,64 | | 0,52 | | | |
| 12-aoû | 08:20 PM | 1,62 | 1,76 | 0,52 | 1,24 | 29,52 | 70,48 |
| 14-aoû | 07:45 AM | 1,60 | 1,36 | 0,52 | 0,84 | 38,37 | 61,63 |
| 15-aoû | 09:50 PM | 1,58 | 1,26 | 0,52 | 0,74 | 41,26 | 58,74 |
| 17-aoû | 02:20 AM | 1,56 | 1,68 | 0,52 | 1,16 | 30,88 | 69,13 |
| 18-aoû | 01:30 PM | 1,54 | 1,36 | 0,52 | 0,84 | 38,10 | 61,90 |
| 20-aoû | 02:05 AM | 1,52 | 1,31 | 0,52 | 0,79 | 39,63 | 60,37 |
| 21-aoû | 08:25 PM | 1,50 | 1,13 | 0,52 | 0,61 | 45,86 | 54,14 |
| 23-aoû | 11:55 AM | 1,48 | 1,22 | 0,52 | 0,70 | 42,79 | 57,21 |
| 24-aoû | 08:10 PM | 1,46 | 1,49 | 0,52 | 0,97 | 34,94 | 65,06 |
| 27-aoû | 05:15 AM | 1,44 | 0,84 | 0,52 | 0,32 | 61,84 | 38,16 |
| 29-aoû | 08:25 AM | 1,42 | 0,94 | 0,52 | 0,42 | 55,43 | 44,57 |

épisode 4

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> (m) | <u>vidange</u> (cm/j) | <u>évaporation</u> (cm/j) | <u>infiltration</u> (cm/j) | <u>lame évaporée</u> % | <u>lame infiltrée</u> % |
|-------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 01-sep | 12:25 PM | 1,60 | | 0,49 | | | |
| 02-sep | 05:15 PM | 1,58 | 1,66 | 0,49 | 1,17 | 29,43 | 70,57 |
| 04-sep | 02:25 PM | 1,56 | 0,65 | 0,49 | 0,16 | 75,54 | 24,46 |
| 06-sep | 09:05 PM | 1,54 | 0,37 | 0,49 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |

épisode 5

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> (m) | <u>vidange</u> (cm/j) | <u>évaporation</u> (cm/j) | <u>infiltration</u> (cm/j) | <u>lame évaporée</u> % | <u>lame infiltrée</u> % |
|-------------|-------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 07-sep | 11:00 PM | 1,62 | | | | | |
| 09-sep | 07:20 AM | 1,60 | 1,48 | 0,49 | 0,99 | 33,01 | 66,99 |
| 10-sep | 06:30 PM | 1,58 | 1,36 | 0,49 | 0,87 | 35,90 | 64,10 |
| 12-sep | 03:05 PM | 1,56 | 1,08 | 0,49 | 0,59 | 45,51 | 54,49 |
| 14-sep | 04:00 PM | 1,54 | 0,98 | 0,49 | 0,49 | 49,94 | 50,06 |

épisode 6

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> | <u>vidange</u> | <u>évaporation</u> | <u>infiltration</u> | <u>lame évaporée</u> | <u>lame infiltrée</u> |
|-------------|-------------------|----------------|----------------|--------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|
| | | (m) | (cm/j) | (cm/j) | (cm/j) | % | % |
| 15-sep | 06:35 PM | 1,88 | | | | | |
| 16-sep | 12:15 AM | 1,86 | 8,47 | 0,49 | 7,98 | 5,78 | 94,22 |
| 16-sep | 06:45 AM | 1,84 | 7,38 | 0,49 | 6,89 | 6,64 | 93,36 |
| 16-sep | 03:30 PM | 1,82 | 5,49 | 0,49 | 5,00 | 8,93 | 91,07 |
| 17-sep | 02:45 AM | 1,80 | 4,27 | 0,49 | 3,78 | 11,48 | 88,52 |
| 17-sep | 05:15 PM | 1,78 | 3,31 | 0,49 | 2,82 | 14,80 | 85,20 |
| 18-sep | 08:50 AM | 1,76 | 3,08 | 0,49 | 2,59 | 15,91 | 84,09 |
| 19-sep | 06:45 AM | 1,74 | 2,19 | 0,49 | 1,70 | 22,37 | 77,63 |
| 20-sep | 06:55 AM | 1,72 | 1,99 | 0,49 | 1,50 | 24,67 | 75,33 |
| 21-sep | 07:30 AM | 1,70 | 1,95 | 0,49 | 1,46 | 25,10 | 74,90 |
| 22-sep | 10:00 AM | 1,68 | 1,81 | 0,49 | 1,32 | 27,05 | 72,95 |
| 24-sep | 02:00 AM | 1,66 | 1,20 | 0,49 | 0,71 | 40,83 | 59,17 |
| 25-sep | 11:05 AM | 1,64 | 1,45 | 0,49 | 0,96 | 33,77 | 66,23 |
| 26-sep | 08:00 PM | 1,62 | 1,46 | 0,49 | 0,97 | 33,60 | 66,40 |
| 28-sep | 04:05 AM | 1,60 | 1,50 | 0,49 | 1,01 | 32,75 | 67,25 |
| 30-sep | 09:50 PM | 1,58 | 0,73 | 0,49 | 0,24 | 67,12 | 32,88 |
| 03-oct | 12:15 AM | 1,56 | 0,95 | 0,63 | 0,32 | 66,17 | 33,83 |
| 04-oct | 07:25 PM | 1,54 | 1,11 | 0,63 | 0,48 | 56,66 | 43,34 |
| 07-oct | 01:50 PM | 1,52 | 0,72 | 0,63 | 0,09 | 87,17 | 12,83 |
| 09-oct | 02:30 PM | 1,50 | 0,99 | 0,63 | 0,36 | 63,87 | 36,13 |
| 11-oct | 05:45 PM | 1,48 | 0,94 | 0,63 | 0,31 | 67,27 | 32,73 |
| 13-oct | 07:50 PM | 1,46 | 0,96 | 0,63 | 0,33 | 65,73 | 34,27 |
| 16-oct | 01:35 PM | 1,44 | 0,73 | 0,63 | 0,10 | 86,30 | 13,70 |
| 17-oct | 08:40 PM | 1,42 | 1,54 | 0,63 | 0,91 | 40,80 | 59,20 |
| 20-oct | 02:15 PM | 1,40 | 0,73 | 0,63 | 0,10 | 86,08 | 13,92 |
| 22-oct | 06:20 PM | 1,38 | 0,92 | 0,63 | 0,29 | 68,36 | 31,64 |
| 25-oct | 02:20 PM | 1,36 | 0,71 | 0,63 | 0,08 | 89,25 | 10,75 |
| 27-oct | 04:05 PM | 1,34 | 0,96 | 0,63 | 0,33 | 65,30 | 34,70 |
| 29-oct | 09:10 PM | 1,32 | 0,90 | 0,63 | 0,27 | 69,67 | 30,33 |
| 31-oct | 10:05 PM | 1,30 | 0,98 | 0,63 | 0,35 | 64,20 | 35,80 |
| 03-nov | 04:55 PM | 1,28 | 0,72 | 0,7 | 0,02 | 97,47 | 2,53 |
| 05-nov | 06:00 PM | 1,26 | 0,98 | 0,7 | 0,28 | 71,58 | 28,42 |
| 07-nov | 04:50 PM | 1,24 | 1,02 | 0,7 | 0,32 | 68,30 | 31,70 |
| 09-nov | 01:35 PM | 1,22 | 1,07 | 0,7 | 0,37 | 65,26 | 34,74 |
| 10-nov | 05:25 PM | 1,20 | 1,72 | 0,7 | 1,02 | 40,59 | 59,41 |

Bilan hydrologique volumique 1997

épisode 1

| <u>date</u> | <u>date + heure</u> | <u>échelle (m)</u> | <u>volume d'eau (m³)</u> | <u>débit vidangé (m³/j)</u> | <u>surface (m²)</u> | <u>surface moyenne(m2)</u> | <u>évaporation (m³/j)</u> | <u>infiltration (m³/j)</u> |
|-------------|-------------------------|------------------------|---|--|------------------------------------|--------------------------------|--|---|
| 07-jul | 09:05 AM | 1,90 | 10703 | | 21845 | | | |
| 07-jul | 12:45 PM | 1,88 | 10272 | 2821,09 | 21340 | 21592,50 | 112,28 | 2708,81 |
| 07-jul | 04:30 PM | 1,86 | 9850 | 2700,80 | 20835 | 21087,50 | 109,66 | 2591,15 |
| 07-jul | 08:45 PM | 1,84 | 9438 | 2326,59 | 20320 | 20577,50 | 107,00 | 2219,59 |
| 08-jul | 01:35 AM | 1,82 | 9037 | 1991,17 | 19790 | 20055,00 | 104,29 | 1886,89 |
| 08-jul | 06:45 AM | 1,80 | 8646 | 1816,26 | 19280 | 19535,00 | 101,58 | 1714,68 |
| 08-jul | 12:50 PM | 1,78 | 8266 | 1499,18 | 18780 | 19030,00 | 98,96 | 1400,22 |
| 08-jul | 07:45 PM | 1,76 | 7895 | 1287,33 | 18295 | 18537,50 | 96,40 | 1190,93 |
| 09-jul | 03:50 AM | 1,74 | 7534 | 1071,84 | 17815 | 18055,00 | 93,89 | 977,95 |
| 09-jul | 01:35 PM | 1,72 | 7183 | 864,00 | 17340 | 17577,50 | 91,40 | 772,60 |
| 10-jul | 01:00 AM | 1,70 | 6840 | 721,05 | 16877 | 17108,50 | 88,96 | 632,09 |
| 10-jul | 04:10 PM | 1,68 | 6508 | 525,36 | 16415 | 16646,00 | 86,56 | 438,80 |
| 11-jul | 07:10 AM | 1,66 | 6184 | 518,40 | 15955 | 16185,00 | 84,16 | 434,24 |
| 12-jul | 12:00 AM | 1,64 | 5869 | 449,11 | 15510 | 15732,50 | 81,81 | 367,30 |
| 12-jul | 04:30 PM | 1,62 | 5534 | 487,27 | 15060 | 15285,00 | 79,48 | 407,79 |
| 13-jul | 09:55 AM | 1,60 | 5267 | 367,92 | 14610 | 14835,00 | 77,14 | 290,78 |
| 14-jul | 06:25 AM | 1,58 | 4979 | 337,17 | 14160 | 14385,00 | 74,80 | 262,37 |
| 15-jul | 03:35 AM | 1,56 | 4700 | 316,35 | 13700 | 13930,00 | 72,44 | 243,91 |
| 16-jul | 01:45 AM | 1,54 | 4431 | 291,25 | 13190 | 13445,00 | 69,91 | 221,33 |
| 16-jul | 10:55 PM | 1,52 | 4173 | 292,54 | 12675 | 12932,50 | 67,25 | 225,29 |
| 17-jul | 08:25 PM | 1,50 | 3924 | 277,95 | 12230 | 12452,50 | 64,75 | 213,20 |
| 18-jul | 10:40 PM | 1,48 | 3684 | 219,43 | 11815 | 12022,50 | 62,52 | 156,91 |
| 20-jul | 03:10 AM | 1,46 | 3451 | 196,21 | 11420 | 11617,50 | 60,41 | 135,80 |
| 21-jul | 05:45 AM | 1,44 | 3227 | 202,23 | 11035 | 11227,50 | 58,38 | 143,85 |
| 22-jul | 02:50 PM | 1,42 | 3010 | 157,42 | 10660 | 10847,50 | 56,41 | 101,01 |
| 23-jul | 09:05 PM | 1,40 | 2800 | 166,61 | 10295 | 10477,50 | 54,48 | 112,13 |
| 25-jul | 12:40 AM | 1,38 | 2598 | 175,76 | 9930 | 10112,50 | 52,59 | 123,17 |
| 28-jul | 11:35 AM | 1,36 | 2403 | 56,44 | 9570 | 9750,00 | 50,70 | 5,74 |

épisode 2

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle (m)</u> | <u>olome d'ea (m³)</u> | <u>débit vidangé (m³/j)</u> | <u>surface (m²)</u> | <u>surface moyenne(m2)</u> | <u>évaporation (m³/j)</u> | <u>lébit infiltr (m³/j)</u> |
|-------------|-------------------|------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------------|--------------------------------|--|--|
| 29-jul | 03:35 AM | 1,91 | 10923 | | 22095 | | | |
| 29-jul | 08:15 AM | 1,89 | 10486 | 2247,43 | 21590 | 21842,5 | 113,58 | 2133,85 |
| 29-jul | 02:10 PM | 1,87 | 10059 | 1732,06 | 21090 | 21340 | 110,97 | 1621,09 |
| 29-jul | 10:35 PM | 1,85 | 9643 | 1186,22 | 20580 | 20835 | 108,34 | 1077,88 |
| 30-jul | 08:35 AM | 1,83 | 9236 | 976,80 | 20055 | 20317,5 | 105,65 | 871,15 |
| 30-jul | 09:10 PM | 1,81 | 8841 | 753,38 | 19535 | 19795 | 102,93 | 650,44 |
| 31-jul | 10:20 AM | 1,79 | 8455 | 703,59 | 19025 | 19280 | 100,26 | 603,34 |
| 01-aoû | 01:15 AM | 1,77 | 8079 | 604,96 | 18535 | 18780 | 97,66 | 507,30 |
| 01-aoû | 04:55 PM | 1,75 | 7714 | 559,15 | 18055 | 18295 | 95,13 | 464,01 |
| 02-aoû | 10:40 AM | 1,73 | 7357 | 482,70 | 17575 | 17815 | 92,64 | 390,07 |
| 03-aoû | 03:55 AM | 1,71 | 7010 | 482,78 | 17110 | 17342,5 | 90,18 | 392,60 |
| 03-aoû | 11:05 PM | 1,69 | 6673 | 421,98 | 16645 | 16877,5 | 87,76 | 334,22 |
| 04-aoû | 08:40 PM | 1,67 | 6345 | 364,73 | 16185 | 16415 | 85,36 | 279,37 |
| 07-aoû | 09:55 AM | 1,65 | 6025 | 125,39 | 15730 | 15957,5 | 82,98 | 42,41 |
| 08-aoû | 06:50 PM | 1,63 | 5715 | 226,03 | 15285 | 15507,5 | 80,64 | 145,39 |
| 09-aoû | 09:30 PM | 1,61 | 5414 | 270,90 | 14835 | 15060 | 78,31 | 192,59 |

épisode 3

| date | date+heure | échelle | volume d'eau | débit vidangé | surface | surface | évaporation | débit infiltré |
|---------|------------|---------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| | | (m) | (m ³) | (m ³ /j) | (m ²) | moyenne(m ²) | (m ³ /j) | (m ³ /j) |
| 11-août | 05:05 PM | 1,64 | 5869 | | 15510 | | | |
| 12-août | 08:20 PM | 1,62 | 5564 | 268,62 | 15060 | 15285,00 | 79,48 | 189,14 |
| 14-août | 07:45 AM | 1,60 | 5267 | 201,26 | 14610 | 14835,00 | 77,14 | 124,12 |
| 15-août | 09:50 PM | 1,58 | 4979 | 181,50 | 14160 | 14385,00 | 74,80 | 106,69 |
| 17-août | 02:20 AM | 1,56 | 4700 | 234,95 | 13700 | 13930,00 | 72,44 | 162,51 |
| 18-août | 01:30 PM | 1,54 | 4431 | 183,58 | 13190 | 13445,00 | 69,91 | 113,67 |
| 20-août | 02:05 AM | 1,52 | 3924 | 332,61 | 12675 | 12932,50 | 67,25 | 265,36 |
| 21-août | 08:25 PM | 1,50 | 3684 | 136,06 | 12230 | 12452,50 | 64,75 | 71,31 |
| 23-août | 11:55 AM | 1,48 | 3451 | 141,57 | 11815 | 12022,50 | 62,52 | 79,05 |
| 24-août | 08:10 PM | 1,46 | 3227 | 166,70 | 11420 | 11617,50 | 60,41 | 106,29 |
| 27-août | 05:15 AM | 1,44 | 3010 | 91,24 | 11035 | 11227,50 | 58,38 | 32,85 |
| 29-août | 08:25 AM | 1,42 | 2800 | 98,50 | 10660 | 10847,50 | 56,41 | 42,09 |

épisode 4

| date | date+heure | échelle | volume d'eau | débit vidangé | surface | surface | évaporation | débit infiltré |
|--------|------------|---------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| | | (m) | (m ³) | (m ³ /j) | (m ²) | moyenne(m ²) | (m ³ /j) | (m ³ /j) |
| 01-sep | 12:25 PM | 1,60 | 5267,00 | | 14610 | | | |
| 02-sep | 05:15 PM | 1,58 | 4979,00 | 239,72 | 14160 | 14385 | 70,4865 | 169,236043 |
| 04-sep | 02:25 PM | 1,56 | 4700,00 | 148,25 | 13700 | 13930 | 68,257 | 79,9939225 |
| 06-sep | 09:05 PM | 1,54 | 4431,00 | 118,10 | 13190 | 13445 | 65,8805 | 52,217061 |

épisode 5

| date | date+heure | échelle | volume d'eau | débit vidangé | surface | surface | évaporation | débit infiltré |
|--------|------------|---------|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| | | (m) | (m ³) | (m ³ /j) | (m ²) | moyenne(m ²) | (m ³ /j) | (m ³ /j) |
| 07-sep | 11:00 PM | 1,62 | 5564 | | 15060 | | | |
| 09-sep | 07:20 AM | 1,60 | 5267 | 220,45 | 14610 | 14835 | 72,69 | 147,76 |
| 10-sep | 06:30 PM | 1,58 | 4979 | 196,55 | 14160 | 14385 | 70,49 | 126,06 |
| 12-sep | 03:05 PM | 1,56 | 4700 | 150,19 | 13700 | 13930 | 68,26 | 81,93 |
| 14-sep | 04:00 PM | 1,54 | 4431 | 131,98 | 13190 | 13445 | 65,88 | 66,10 |

épisode 6

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> | <u>volume d'eau</u> | <u>débit vidangé</u> | <u>surface</u> | <u>surface</u> | <u>évaporation</u> | <u>débit infiltré</u> |
|-------------|-------------------|----------------|---------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | (m) | (m ³) | (m ³ /j) | (m ²) | moyenne(m ²) | (m ³ /j) | (m ³ /j) |
| 15-sep | 06:35 PM | 1,88 | 10272 | | 21340 | | | |
| 16-sep | 12:15 AM | 1,86 | 9850 | 1787,29 | 20835 | 21087,50 | 103,33 | 1683,97 |
| 16-sep | 06:45 AM | 1,84 | 9438 | 1521,23 | 20320 | 20577,50 | 100,83 | 1420,40 |
| 16-sep | 03:30 PM | 1,82 | 9037 | 1099,89 | 19790 | 20055,00 | 98,27 | 1001,62 |
| 17-sep | 02:45 AM | 1,80 | 8646 | 834,13 | 19280 | 19535,00 | 95,72 | 738,41 |
| 17-sep | 05:15 PM | 1,78 | 8266 | 628,97 | 18780 | 19030,00 | 93,25 | 535,72 |
| 18-sep | 08:50 AM | 1,76 | 7895 | 571,38 | 18295 | 18537,50 | 90,83 | 480,55 |
| 19-sep | 06:45 AM | 1,74 | 7534 | 395,32 | 17815 | 18055,00 | 88,47 | 306,85 |
| 20-sep | 06:55 AM | 1,72 | 7183 | 348,58 | 17340 | 17577,50 | 86,13 | 262,45 |
| 21-sep | 07:30 AM | 1,70 | 6840 | 334,86 | 16877 | 17108,50 | 83,83 | 251,03 |
| 22-sep | 10:00 AM | 1,68 | 6508 | 300,68 | 16415 | 16646,00 | 81,57 | 219,11 |
| 24-sep | 02:00 AM | 1,66 | 6184 | 194,40 | 15955 | 16185,00 | 79,31 | 115,09 |
| 25-sep | 11:05 AM | 1,64 | 5869 | 228,51 | 15510 | 15732,50 | 77,09 | 151,42 |
| 26-sep | 08:00 PM | 1,62 | 5564 | 222,38 | 15060 | 15285,00 | 74,90 | 147,48 |
| 28-sep | 04:05 AM | 1,60 | 5267 | 222,17 | 14610 | 14835,00 | 72,69 | 149,48 |
| 30-sep | 09:50 PM | 1,58 | 4979 | 105,13 | 14160 | 14385,00 | 70,49 | 34,64 |
| 03-oct | 12:15 AM | 1,56 | 4700 | 132,81 | 13700 | 13930,00 | 87,76 | 45,05 |
| 04-oct | 07:25 PM | 1,54 | 4431 | 149,56 | 13190 | 13445,00 | 84,70 | 64,86 |
| 07-oct | 01:50 PM | 1,52 | 4173 | 93,23 | 12675 | 12932,50 | 81,47 | 11,75 |
| 09-oct | 02:30 PM | 1,50 | 3924 | 122,79 | 12230 | 12452,50 | 78,45 | 44,34 |
| 11-oct | 05:45 PM | 1,48 | 3684 | 112,39 | 11815 | 12022,50 | 75,74 | 36,65 |
| 13-oct | 07:50 PM | 1,46 | 3451 | 111,65 | 11420 | 11617,50 | 73,19 | 38,46 |
| 16-oct | 01:35 PM | 1,44 | 3227 | 81,76 | 11035 | 11227,50 | 70,73 | 11,03 |
| 17-oct | 08:40 PM | 1,42 | 3010 | 167,55 | 10660 | 10847,50 | 68,34 | 99,21 |
| 20-oct | 02:15 PM | 1,40 | 2800 | 76,85 | 10295 | 10477,50 | 66,01 | 10,84 |
| 22-oct | 06:20 PM | 1,38 | 2598 | 93,08 | 9930 | 10112,50 | 63,71 | 29,37 |
| 25-oct | 02:20 PM | 1,36 | 2403 | 68,82 | 9570 | 9750,00 | 61,43 | 7,40 |
| 27-oct | 04:05 PM | 1,34 | 2215 | 90,69 | 9200 | 9385,00 | 59,13 | 31,57 |
| 29-oct | 09:10 PM | 1,32 | 2035 | 81,38 | 8830 | 9015,00 | 56,79 | 24,59 |
| 31-oct | 10:05 PM | 1,30 | 1862 | 84,88 | 8455 | 8642,50 | 54,45 | 30,43 |
| 03-nov | 04:55 PM | 1,28 | 1697 | 59,25 | 8085 | 8270,00 | 57,89 | 1,36 |
| 05-nov | 06:00 PM | 1,26 | 1539 | 77,26 | 7730 | 7907,50 | 55,35 | 21,90 |
| 07-nov | 04:50 PM | 1,24 | 1388 | 77,38 | 7370 | 7550,00 | 52,85 | 24,53 |
| 09-nov | 01:35 PM | 1,22 | 1244 | 77,23 | 7025 | 7197,50 | 50,38 | 26,85 |
| 10-nov | 05:25 PM | 1,20 | 1107 | 118,13 | 6675 | 6850,00 | 47,95 | 70,18 |

Bilans hydrologiques 1998

| | <u>hauteur du début</u> <u>de l'épisode</u> (m) | <u>hauteur de la fin</u> <u>de l'épisode</u> (m) | <u>amplitude de</u> <u>la vidange</u> (m) | <u>durée de</u> <u>l'épisode</u> (j) | <u>intensité</u> <u>moyenne</u> (cm/j) | <u>intensité</u> <u>initiale</u> (cm/j) | <u>intensité</u> <u>finale</u> (cm/j) |
|------------------|---|--|---|--|--|---|---|
| <u>épisode 1</u> | 1,97 | 1,73 | 0,24 | 3,47 | 9,40 | 20,57 | 4,27 |
| <u>épisode 2</u> | 1,76 | 1,62 | 0,14 | 5,29 | 2,84 | 3,39 | 1,48 |
| <u>épisode 3</u> | 1,66 | 1,54 | 0,12 | 4,92 | 2,47 | 3,13 | 2,20 |
| <u>épisode 4</u> | 2,16 | 1,96 | 0,20 | 0,98 | 19,42 | 30,32 | 12,26 |
| <u>épisode 5</u> | 2,07 | 1,77 | 0,30 | 4,95 | 7,02 | 16,00 | 3,29 |
| <u>épisode 6</u> | 1,88 | 1,70 | 0,18 | 7,23 | 2,92 | 6,03 | 1,53 |
| <u>épisode 7</u> | 2,00 | 1,78 | 0,22 | 8,34 | 4,11 | 9,00 | 0,71 |
| <u>épisode 8</u> | 2,04 | 1,24 | 0,80 | 63,45 | 2,00 | 8,73 | 0,74 |

| | <u>hauteur du début</u> <u>de l'épisode</u> (m) | <u>hauteur de la fin</u> <u>de l'épisode</u> (m) | <u>amplitude de</u> <u>la vidange</u> (m) | <u>durée de</u> <u>l'épisode</u> (j) | <u>volume</u> <u>infiltré</u> (m ³) | <u>débit</u> <u>moyen</u> (m ³ /j) | <u>débit</u> <u>initial</u> (m ³ /j) | <u>débit</u> <u>final</u> (m ³ /j) |
|------------------|---|--|---|--|---|---|---|---|
| <u>épisode 1</u> | 1,96 | 1,72 | 0,24 | 3,47 | 4876,00 | 1780,16 | 3412 | 733,00 |
| <u>épisode 2</u> | 1,76 | 1,62 | 0,14 | 5,29 | 2331,00 | 477,82 | 611,58 | 225,81 |
| <u>épisode 3</u> | 1,66 | 1,54 | 0,12 | 4,92 | 1753,00 | 362,62 | 493,04 | 295,60 |
| <u>épisode 4</u> | 2,12 | 1,96 | 0,16 | 0,98 | 4085,00 | 4444,18 | 6461,24 | 2898,38 |
| <u>épisode 5</u> | 2,06 | 1,78 | 0,28 | 4,95 | 6261,00 | 1392,77 | 3090,00 | 608,00 |
| <u>épisode 6</u> | 1,88 | 1,70 | 0,18 | 7,23 | 3432,00 | 571,63 | 1350,40 | 262,03 |
| <u>épisode 7</u> | 2,00 | 1,78 | 0,22 | 8,34 | 4779,00 | 923,35 | 2173,50 | 135,78 |
| <u>épisode 8</u> | 2,04 | 1,24 | 0,80 | 63,45 | 12624,00 | 386,97 | 2199,27 | 55,83 |

Bilan hydrologique 1998

épisode 1

| <u>date</u> | <u>date + heure</u> | <u>échelle (m)</u> | <u>intensité (cm/j)</u> | <u>évaporation (cm/j)</u> | <u>infiltration (cm/j)</u> | <u>lame évaporée %</u> | <u>lame infiltrée %</u> |
|-------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 28-jul | 01:30 PM | 1.97 | | | | | |
| 28-jul | 03:50 PM | 1.95 | 20.57 | 0.61 | 19.96 | 2.97 | 97.03 |
| 28-jul | 06:55 PM | 1.93 | 15.57 | 0.61 | 14.96 | 3.92 | 96.08 |
| 28-jul | 10:20 PM | 1.91 | 14.05 | 0.61 | 13.44 | 4.34 | 95.66 |
| 29-jul | 02:30 AM | 1.89 | 11.52 | 0.61 | 10.91 | 5.30 | 94.70 |
| 29-jul | 07:15 AM | 1.87 | 10.11 | 0.61 | 9.50 | 6.04 | 93.96 |
| 29-jul | 01:15 PM | 1.85 | 8.00 | 0.61 | 7.39 | 7.63 | 92.38 |
| 29-jul | 07:30 PM | 1.83 | 7.68 | 0.61 | 7.07 | 7.94 | 92.06 |
| 30-jul | 03:20 AM | 1.81 | 6.13 | 0.61 | 5.52 | 9.95 | 90.05 |
| 30-jul | 11:45 AM | 1.79 | 5.70 | 0.61 | 5.09 | 10.70 | 89.30 |
| 30-jul | 10:10 PM | 1.77 | 4.61 | 0.61 | 4.00 | 13.24 | 86.76 |
| 31-jul | 08:30 AM | 1.75 | 4.65 | 0.61 | 4.04 | 13.13 | 86.87 |
| 31-jul | 07:45 PM | 1.73 | 4.27 | 0.61 | 3.66 | 14.30 | 85.70 |

épisode 2

| <u>date</u> | <u>date + heure</u> | <u>échelle (m)</u> | <u>intensité (cm/j)</u> | <u>évaporation (cm/j)</u> | <u>infiltration (cm/j)</u> | <u>lame évaporée %</u> | <u>lame infiltrée %</u> |
|-------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 01-août | 04:50 AM | 1.76 | | | | | |
| 01-août | 07:00 PM | 1.74 | 3.39 | 0.37 | 3.02 | 10.92 | 89.08 |
| 02-août | 09:20 AM | 1.72 | 3.35 | 0.37 | 2.98 | 11.05 | 88.95 |
| 03-août | 01:05 AM | 1.70 | 3.05 | 0.37 | 2.68 | 12.14 | 87.86 |
| 03-août | 07:50 PM | 1.68 | 2.56 | 0.37 | 2.19 | 14.45 | 85.55 |
| 04-août | 11:15 AM | 1.66 | 3.11 | 0.37 | 2.74 | 11.88 | 88.12 |
| 05-août | 03:25 AM | 1.64 | 2.97 | 0.37 | 2.60 | 12.46 | 87.54 |
| 06-août | 11:50 AM | 1.62 | 1.48 | 0.37 | 1.11 | 24.99 | 75.01 |

épisode 3

| <u>date</u> | <u>date + heure</u> | <u>échelle (m)</u> | <u>intensité (cm/j)</u> | <u>évaporation (cm/j)</u> | <u>infiltration (cm/j)</u> | <u>lame évaporée %</u> | <u>lame infiltrée %</u> |
|-------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 07-août | 07:25 AM | 1.66 | | | | | |
| 07-août | 10:45 PM | 1.64 | 3.13 | 0.37 | 2.76 | 11.82 | 88.18 |
| 08-août | 07:00 PM | 1.62 | 2.37 | 0.37 | 2.00 | 15.61 | 84.39 |
| 09-août | 03:10 PM | 1.60 | 2.38 | 0.37 | 2.01 | 15.55 | 84.45 |
| 10-août | 12:05 PM | 1.58 | 2.29 | 0.37 | 1.92 | 16.12 | 83.88 |
| 11-août | 07:40 AM | 1.56 | 2.45 | 0.37 | 2.08 | 15.11 | 84.89 |
| 12-août | 05:31 AM | 1.54 | 2.20 | 0.37 | 1.83 | 16.84 | 83.16 |

épisode 4

| <u>date</u> | <u>date + heure</u> | <u>échelle (m)</u> | <u>intensité (cm/j)</u> | <u>évaporation (cm/j)</u> | <u>infiltration (cm/j)</u> | <u>lame évaporée %</u> | <u>lame infiltrée %</u> |
|-------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 13-août | 09:25 AM | 2.16 | | | | | |
| 13-août | 11:00 AM | 2.14 | 30.32 | 0.37 | 29.95 | 1.22 | 98.78 |
| 13-août | 12:50 PM | 2.12 | 26.18 | 0.37 | 25.81 | 1.41 | 98.59 |
| 13-août | 02:52 PM | 2.10 | 24.00 | 0.37 | 23.63 | 1.54 | 98.46 |
| 13-août | 05:00 PM | 2.08 | 22.15 | 0.37 | 21.78 | 1.67 | 98.33 |
| 13-août | 07:35 PM | 2.06 | 18.58 | 0.37 | 18.21 | 1.99 | 98.01 |
| 13-août | 10:20 PM | 2.04 | 17.45 | 0.37 | 17.08 | 2.12 | 97.88 |
| 14-août | 01:15 AM | 2.02 | 16.46 | 0.37 | 16.09 | 2.25 | 97.75 |
| 14-août | 04:40 AM | 2.00 | 14.05 | 0.37 | 13.68 | 2.63 | 97.37 |
| 14-août | 08:25 AM | 1.98 | 12.80 | 0.37 | 12.43 | 2.89 | 97.11 |
| 14-août | 12:20 PM | 1.96 | 12.26 | 0.37 | 11.89 | 3.02 | 96.98 |

épisode 5

| <u>date</u> | <u>date + heure</u> | <u>échelle (m)</u> | <u>intensité (cm/j)</u> | <u>évaporation (cm/j)</u> | <u>infiltration (cm/j)</u> | <u>lame évaporée %</u> | <u>lame infiltrée %</u> |
|-------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 14-août | 04:35 PM | 2.07 | | 0.37 | | | |
| 14-août | 07:35 PM | 2.05 | 16.00 | 0.37 | 15.63 | 2.31 | 97.69 |
| 14-août | 11:45 PM | 2.03 | 11.52 | 0.37 | 11.15 | 3.21 | 96.79 |
| 15-août | 04:19 AM | 2.01 | 10.50 | 0.37 | 10.13 | 3.52 | 96.48 |
| 15-août | 09:10 AM | 1.99 | 9.90 | 0.37 | 9.53 | 3.74 | 96.26 |
| 15-août | 05:10 PM | 1.97 | 6.00 | 0.37 | 5.63 | 6.17 | 93.83 |
| 15-août | 11:40 PM | 1.95 | 7.38 | 0.37 | 7.01 | 5.01 | 94.99 |
| 16-août | 06:40 AM | 1.93 | 6.86 | 0.37 | 6.49 | 5.40 | 94.60 |
| 16-août | 02:05 PM | 1.91 | 6.47 | 0.37 | 6.10 | 5.72 | 94.28 |
| 16-août | 09:50 PM | 1.89 | 6.19 | 0.37 | 5.82 | 5.97 | 94.03 |
| 17-août | 07:00 AM | 1.87 | 5.24 | 0.37 | 4.87 | 7.07 | 92.93 |
| 17-août | 05:00 PM | 1.85 | 4.80 | 0.37 | 4.43 | 7.71 | 92.29 |
| 18-août | 04:35 AM | 1.83 | 4.14 | 0.37 | 3.77 | 8.93 | 91.07 |
| 18-août | 06:45 PM | 1.81 | 3.39 | 0.37 | 3.02 | 10.92 | 89.08 |
| 19-août | 08:05 AM | 1.79 | 3.60 | 0.37 | 3.23 | 10.28 | 89.72 |
| 19-août | 10:40 PM | 1.77 | 3.29 | 0.37 | 2.92 | 11.24 | 88.76 |

épisode 6

| <u>date</u> | <u>date + heure</u> | <u>échelle (m)</u> | <u>intensité (cm/j)</u> | <u>évaporation (cm/j)</u> | <u>infiltration (cm/j)</u> | <u>lame évaporée %</u> | <u>lame infiltrée %</u> |
|-------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 20-août | 04:55 AM | 1.88 | | | | | |
| 20-août | 12:25 PM | 1.86 | 6.40 | 0.37 | 6.03 | 5.78 | 94.22 |
| 21-août | 01:45 AM | 1.84 | 3.60 | 0.37 | 3.23 | 10.28 | 89.72 |
| 21-août | 05:25 PM | 1.82 | 3.06 | 0.37 | 2.69 | 12.08 | 87.92 |
| 22-août | 10:25 AM | 1.80 | 2.82 | 0.37 | 2.45 | 13.10 | 86.90 |
| 23-août | 05:45 AM | 1.78 | 2.48 | 0.37 | 2.11 | 14.90 | 85.10 |
| 24-août | 01:20 AM | 1.76 | 2.45 | 0.37 | 2.08 | 15.10 | 84.90 |
| 24-août | 11:15 PM | 1.74 | 2.19 | 0.37 | 1.82 | 16.89 | 83.11 |
| 26-août | 03:05 AM | 1.72 | 1.72 | 0.37 | 1.35 | 21.45 | 78.55 |
| 27-août | 10:30 AM | 1.70 | 1.53 | 0.37 | 1.16 | 24.22 | 75.78 |

épisode 7

| <u>date</u> | <u>date + heure</u> | <u>échelle (m)</u> | <u>intensité (cm/j)</u> | <u>évaporation (cm/j)</u> | <u>infiltration (cm/j)</u> | <u>lame évaporée %</u> | <u>lame infiltrée %</u> |
|-------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 28-août | 07:35 AM | 2.00 | | | | | |
| 28-août | 12:55 PM | 1.98 | 9.00 | 0.37 | 8.63 | 4.11 | 95.89 |
| 28-août | 07:20 PM | 1.96 | 7.48 | 0.37 | 7.11 | 4.95 | 95.05 |
| 29-août | 03:50 AM | 1.94 | 5.65 | 0.37 | 5.28 | 6.55 | 93.45 |
| 29-août | 01:10 PM | 1.92 | 5.14 | 0.37 | 4.77 | 7.19 | 92.81 |
| 30-août | 02:25 AM | 1.90 | 3.62 | 0.37 | 3.25 | 10.21 | 89.79 |
| 30-août | 05:20 PM | 1.88 | 3.22 | 0.37 | 2.85 | 11.50 | 88.50 |
| 31-août | 09:50 AM | 1.86 | 2.91 | 0.37 | 2.54 | 12.72 | 87.28 |
| 01-sep | 03:10 AM | 1.84 | 2.77 | 0.45 | 2.32 | 16.25 | 83.75 |
| 01-sep | 09:20 PM | 1.82 | 2.64 | 0.45 | 2.19 | 17.03 | 82.97 |
| 02-sep | 08:35 PM | 1.80 | 2.06 | 0.45 | 1.61 | 21.80 | 78.20 |
| 05-sep | 03:45 PM | 1.78 | 0.71 | 0.45 | 0.26 | 62.97 | 37.03 |

épisode 8

| <u>date</u> | <u>date + heure</u> | <u>échelle (m)</u> | <u>intensité (cm/j)</u> | <u>évaporation (cm/j)</u> | <u>infiltration (cm/j)</u> | <u>lame évaporée %</u> | <u>lame infiltrée %</u> |
|-------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 06-sep | 12:45 PM | 2.04 | | | | | |
| 06-sep | 06:15 PM | 2.02 | 8.73 | 0.49 | 8.24 | 5.61 | 94.39 |
| 07-sep | 12:40 AM | 2.00 | 7.48 | 0.49 | 6.99 | 6.55 | 93.45 |
| 07-sep | 08:35 AM | 1.98 | 6.06 | 0.49 | 5.57 | 8.08 | 91.92 |
| 07-sep | 06:10 PM | 1.96 | 5.01 | 0.49 | 4.52 | 9.78 | 90.22 |
| 08-sep | 05:35 AM | 1.94 | 4.20 | 0.49 | 3.71 | 11.65 | 88.35 |
| 08-sep | 07:15 PM | 1.92 | 3.51 | 0.49 | 3.02 | 13.95 | 86.05 |
| 09-sep | 09:20 AM | 1.90 | 3.41 | 0.49 | 2.92 | 14.38 | 85.62 |
| 10-sep | 11:50 AM | 1.88 | 1.81 | 0.49 | 1.32 | 27.05 | 72.95 |
| 11-sep | 06:50 AM | 1.86 | 2.53 | 0.49 | 2.04 | 19.40 | 80.60 |
| 12-sep | 03:20 AM | 1.84 | 2.34 | 0.49 | 1.85 | 20.93 | 79.07 |
| 13-sep | 06:10 AM | 1.82 | 1.79 | 0.49 | 1.30 | 27.39 | 72.61 |
| 14-sep | 09:15 AM | 1.80 | 1.77 | 0.49 | 1.28 | 27.65 | 72.35 |
| 16-sep | 10:15 AM | 1.78 | 0.98 | 0.49 | 0.49 | 50.02 | 49.98 |
| 17-sep | 08:50 PM | 1.76 | 1.39 | 0.49 | 0.90 | 35.30 | 64.70 |
| 21-sep | 03:15 AM | 1.74 | 0.61 | 0.49 | 0.12 | 80.05 | 19.95 |
| 22-sep | 02:15 PM | 1.72 | 1.37 | 0.49 | 0.88 | 35.73 | 64.27 |
| 24-sep | 12:45 AM | 1.70 | 1.39 | 0.49 | 0.90 | 35.22 | 64.78 |
| 25-sep | 07:35 AM | 1.68 | 1.56 | 0.49 | 1.07 | 31.48 | 68.52 |
| 26-sep | 05:35 PM | 1.66 | 1.41 | 0.49 | 0.92 | 34.71 | 65.29 |
| 28-sep | 10:40 PM | 1.64 | 0.90 | 0.49 | 0.41 | 54.19 | 45.81 |
| 30-sep | 06:05 PM | 1.62 | 1.11 | 0.49 | 0.62 | 44.32 | 55.68 |
| 02-oct | 03:25 PM | 1.60 | 1.06 | 0.63 | 0.43 | 59.50 | 40.50 |
| 04-oct | 01:35 PM | 1.58 | 1.04 | 0.63 | 0.41 | 60.59 | 39.41 |
| 06-oct | 03:00 AM | 1.56 | 1.28 | 0.63 | 0.65 | 49.11 | 50.89 |
| 07-oct | 10:30 PM | 1.54 | 1.10 | 0.63 | 0.47 | 57.09 | 42.91 |
| 09-oct | 10:25 AM | 1.52 | 1.34 | 0.63 | 0.71 | 47.14 | 52.86 |
| 11-oct | 07:45 PM | 1.50 | 0.84 | 0.63 | 0.21 | 75.25 | 24.75 |
| 12-oct | 04:15 PM | 1.48 | 2.34 | 0.63 | 1.71 | 26.91 | 73.09 |
| 15-oct | 05:30 PM | 1.46 | 0.66 | 0.63 | 0.03 | 96.14 | 3.86 |
| 17-oct | 09:40 AM | 1.44 | 1.20 | 0.63 | 0.57 | 52.72 | 47.28 |
| 18-oct | 05:05 PM | 1.42 | 1.53 | 0.63 | 0.90 | 41.23 | 58.77 |
| 21-oct | 01:55 AM | 1.40 | 0.84 | 0.63 | 0.21 | 74.59 | 25.41 |
| 23-oct | 06:45 PM | 1.38 | 0.74 | 0.63 | 0.11 | 85.09 | 14.91 |
| 26-oct | 10:30 PM | 1.36 | 0.63 | 0.63 | 0.00 | 99.42 | 0.58 |
| 27-oct | 11:15 PM | 1.34 | 1.94 | 0.63 | 1.31 | 32.48 | 67.52 |
| 30-oct | 04:50 AM | 1.32 | 0.90 | 0.63 | 0.27 | 70.33 | 29.67 |
| 01-nov | 04:55 AM | 1.30 | 1.00 | 0.70 | 0.30 | 70.12 | 29.88 |
| 03-nov | 10:25 PM | 1.28 | 0.73 | 0.70 | 0.03 | 95.52 | 4.48 |
| 06-nov | 06:45 AM | 1.26 | 0.85 | 0.70 | 0.15 | 82.15 | 17.85 |
| 08-nov | 11:40 PM | 1.24 | 0.74 | 0.70 | 0.04 | 94.67 | 5.33 |

Bilan hydrologique volumique 1998

épisode 1

| <u>date</u> | <u>date</u> <u>+heure</u> | <u>échelle</u> (m) | <u>volume</u> m ³ | <u>vidange</u> (m ³ /j) | <u>surface</u> m ² | <u>surface</u> moyenne (m ²) | <u>évaporation</u> (m/j) | <u>infiltration</u> (m ³ /j) |
|-------------|------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|--|
| 28-jul | 02:10 PM | 1.96 | 12059 | | 23365.00 | | | |
| 28-jul | 05:25 PM | 1.94 | 11597 | 3412 | 22850.00 | 23107.50 | 140.96 | 3270.74 |
| 28-jul | 08:35 PM | 1.92 | 11145 | 3426 | 22345.00 | 22597.50 | 137.84 | 3287.84 |
| 29-jul | 12:30 AM | 1.90 | 10703 | 2708 | 21845.00 | 22095.00 | 134.78 | 2573.65 |
| 29-jul | 04:55 AM | 1.88 | 10272 | 2342 | 21340.00 | 21592.50 | 131.71 | 2210.32 |
| 29-jul | 10:10 AM | 1.86 | 9850 | 1929 | 20835.00 | 21087.50 | 128.63 | 1800.51 |
| 29-jul | 03:55 PM | 1.84 | 9438 | 1720 | 20320.00 | 20577.50 | 125.52 | 1594.13 |
| 29-jul | 11:15 PM | 1.82 | 9037 | 1312 | 19790.00 | 20055.00 | 122.34 | 1190.03 |
| 30-jul | 07:20 AM | 1.80 | 8646 | 1161 | 19280.00 | 19535.00 | 119.16 | 1041.74 |
| 30-jul | 05:05 PM | 1.78 | 8266 | 935 | 18780.00 | 19030.00 | 116.08 | 819.30 |
| 31-jul | 03:05 AM | 1.76 | 7895 | 890 | 18295.00 | 18537.50 | 113.08 | 777.32 |
| 31-jul | 02:00 PM | 1.74 | 7534 | 794 | 17815.00 | 18055.00 | 110.14 | 683.51 |
| 01-aoû | 01:30 AM | 1.72 | 7183 | 733 | 17340.00 | 17577.50 | 65.04 | 667.48 |

épisode 2

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> (m) | <u>volume</u> m ³ | <u>vidange</u> (m ³ /j) | <u>surface</u> m ² | <u>surface</u> moyenne (m ²) | <u>évaporation</u> (m/j) | <u>infiltration</u> (m ³ /j) |
|-------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|--|
| 01-aoû | 04:50 AM | 1.76 | 7895 | | 18295 | | | |
| 01-aoû | 07:00 PM | 1.74 | 7534 | 611.58 | 17815 | 18055.00 | 66.80 | 544.77 |
| 02-aoû | 09:20 AM | 1.72 | 7183 | 587.72 | 17340 | 17577.50 | 65.04 | 522.68 |
| 03-aoû | 01:05 AM | 1.70 | 6840 | 522.67 | 16877 | 17108.50 | 63.30 | 459.37 |
| 03-aoû | 07:50 PM | 1.68 | 6508 | 424.96 | 16415 | 16646.00 | 61.59 | 363.37 |
| 04-aoû | 11:15 AM | 1.66 | 6184 | 504.39 | 15955 | 16185.00 | 59.88 | 444.50 |
| 05-aoû | 03:25 AM | 1.64 | 5869 | 467.63 | 15510 | 15732.50 | 58.21 | 409.42 |
| 06-aoû | 11:50 AM | 1.62 | 5564 | 225.81 | 15060 | 15285.00 | 56.55 | 169.26 |

épisode 3

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> (m) | <u>volume</u> m ³ | <u>vidange</u> (m ³ /j) | <u>surface</u> m ² | <u>surface</u> moyenne (m ²) | <u>évaporation</u> (m/j) | <u>infiltration</u> (m ³ /j) |
|-------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|--|
| 07-aoû | 07:25 AM | 1.66 | 6184 | | 15955 | | | |
| 07-aoû | 10:45 PM | 1.64 | 5869 | 493.04 | 15510 | 15732.50 | 58.21 | 434.83 |
| 08-aoû | 07:00 PM | 1.62 | 5564 | 361.48 | 15060 | 15285.00 | 56.55 | 304.93 |
| 09-aoû | 03:10 PM | 1.60 | 5267 | 353.45 | 14610 | 14835.00 | 54.89 | 298.57 |
| 10-aoû | 12:05 PM | 1.58 | 4979 | 330.45 | 14160 | 14385.00 | 53.22 | 277.23 |
| 11-aoû | 07:40 AM | 1.56 | 4700 | 341.69 | 13700 | 13930.00 | 51.54 | 290.15 |
| 12-aoû | 05:31 AM | 1.54 | 4431 | 295.60 | 13190 | 13445.00 | 49.75 | 245.86 |

épisode 4

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> | <u>volume</u> | <u>vidange</u> | <u>surface</u> | <u>surface</u> | <u>évaporation</u> | <u>infiltration</u> |
|-------------|-------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------------|--------------------|---------------------|
| | | (m) | m ³ | (m ³ /j) | m ² | moyenne (m ²) | (m/j) | (m ³ /j) |
| 13-aoû | 12:50 PM | 2.12 | 16144 | | 27905 | | | |
| 13-aoû | 02:52 PM | 2.10 | 15593 | 6461.24 | 27245 | 27575.00 | * 102.03 | 6359.21 |
| 13-aoû | 05:00 PM | 2.08 | 15054 | 6101.89 | 26635 | 26940.00 | 99.68 | 6002.21 |
| 13-aoû | 07:35 PM | 2.06 | 14527 | 4896.00 | 26050 | 26342.50 | 97.47 | 4798.53 |
| 13-aoû | 10:20 PM | 2.04 | 14012 | 4494.55 | 25480 | 25765.00 | 95.33 | 4399.21 |
| 14-aoû | 01:15 AM | 2.02 | 13508 | 4147.20 | 24935 | 25207.50 | 93.27 | 4053.93 |
| 14-aoû | 04:40 AM | 2.00 | 13015 | 3463.02 | 24400 | 24667.50 | 91.27 | 3371.75 |
| 14-aoû | 08:25 AM | 1.98 | 12532 | 3091.20 | 23880 | 24140.00 | 89.32 | 3001.88 |
| 14-aoû | 12:20 PM | 1.96 | 12059 | 2898.38 | 23365 | 23622.50 | 87.40 | 2810.98 |

épisode 5

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> | <u>volume</u> | <u>vidange</u> | <u>surface</u> | <u>surface</u> | <u>évaporation</u> | <u>infiltration</u> |
|-------------|-------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------------|--------------------|---------------------|
| | | (m) | m ³ | (m ³ /j) | m ² | moyenne (m ²) | (m/j) | (m ³ /j) |
| 14-aoû | 05:40 PM | 2.06 | 14527 | | 26050 | | | |
| 14-aoû | 09:40 PM | 2.04 | 14012 | 3090 | 25480 | 25765.00 | 95.33 | 2994.67 |
| 15-aoû | 12:20 PM | 1.98 | 12532 | 2422 | 23880 | 24680.00 | 91.32 | 2330.50 |
| 15-aoû | 08:40 PM | 1.96 | 12059 | 1362 | 23365 | 23622.50 | 87.40 | 1274.84 |
| 16-aoû | 03:30 AM | 1.94 | 11597 | 1623 | 22850 | 23107.50 | 85.50 | 1537.14 |
| 16-aoû | 10:25 AM | 1.92 | 11145 | 1568 | 22345 | 22597.50 | 83.61 | 1484.77 |
| 16-aoû | 06:05 PM | 1.90 | 10703 | 1384 | 21845 | 22095.00 | 81.75 | 1301.90 |
| 17-aoû | 02:25 AM | 1.88 | 10272 | 1241 | 21340 | 21592.50 | 79.89 | 1161.39 |
| 17-aoû | 12:15 PM | 1.86 | 9850 | 1030 | 20835 | 21087.50 | 78.02 | 951.94 |
| 17-aoû | 10:20 PM | 1.84 | 9438 | 981 | 20320 | 20577.50 | 76.14 | 904.49 |
| 18-aoû | 12:20 PM | 1.82 | 9037 | 687 | 19790 | 20055.00 | 74.20 | 613.23 |
| 19-aoû | 01:25 AM | 1.80 | 8646 | 717 | 19280 | 19535.00 | 72.28 | 644.97 |
| 19-aoû | 04:25 PM | 1.78 | 8266 | 608 | 18780 | 19030.00 | 70.41 | 537.59 |

épisode 6

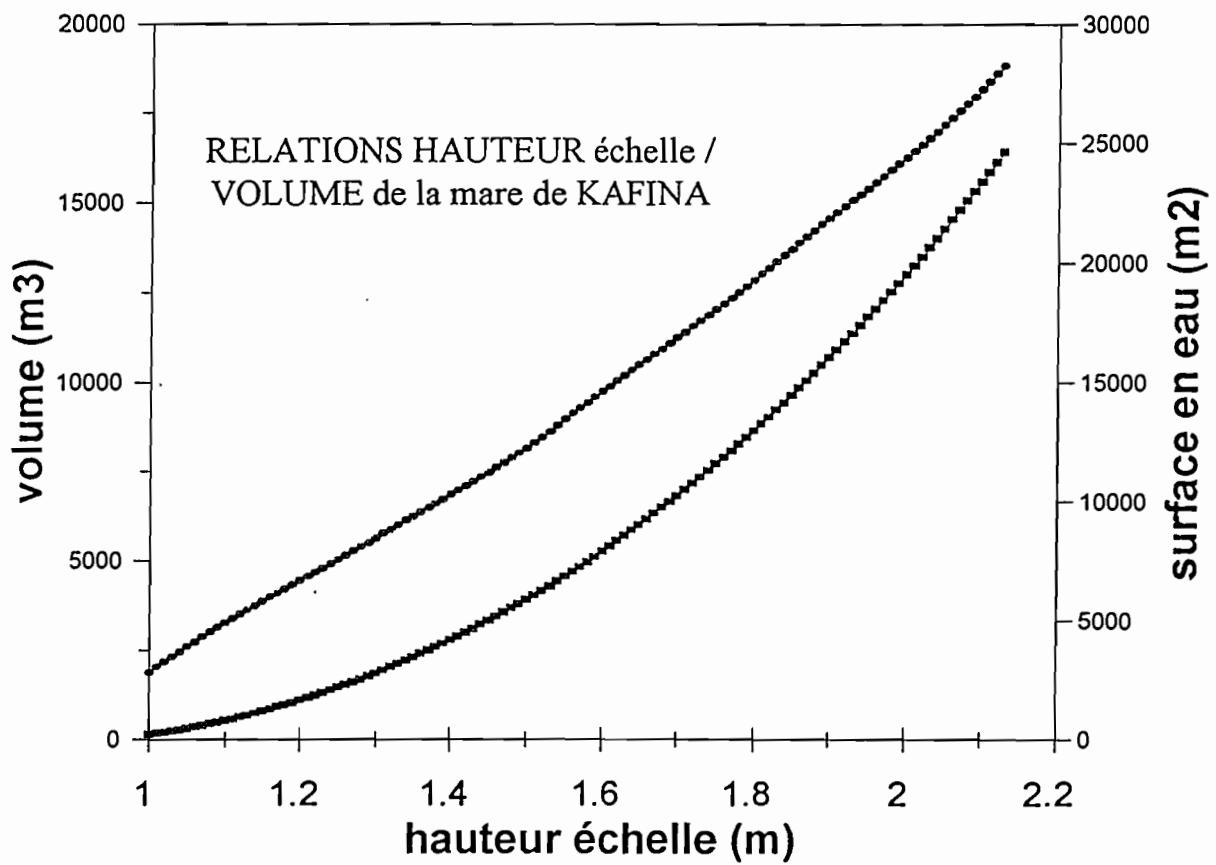
| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> (m) | <u>volume</u> m ³ | <u>vidange</u> (m ³ /j) | <u>surface</u> m ² | <u>surface</u> moyenne (m ²) | <u>évaporation</u> (m/j) | <u>infiltration</u> (m ³ /j) |
|-------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|--|
| 20-aoû | 04:55 AM | 1.88 | 10272 | | 21340 | | | |
| 20-aoû | 12:25 PM | 1.86 | 9850 | 1350.40 | 20835 | 21087.50 | 78.02 | 1272.38 |
| 21-aoû | 01:45 AM | 1.84 | 9438 | 741.60 | 20320 | 20577.50 | 76.14 | 665.46 |
| 21-aoû | 05:25 PM | 1.82 | 9037 | 614.30 | 19790 | 20055.00 | 74.20 | 540.09 |
| 22-aoû | 10:25 AM | 1.80 | 8646 | 552.00 | 19280 | 19535.00 | 72.28 | 479.72 |
| 23-aoû | 05:45 AM | 1.78 | 8266 | 471.72 | 18780 | 19030.00 | 70.41 | 401.31 |
| 24-aoû | 01:20 AM | 1.76 | 7895 | 454.67 | 18295 | 18537.50 | 68.59 | 386.08 |
| 24-aoû | 11:15 PM | 1.74 | 7534 | 395.32 | 17815 | 18055.00 | 66.80 | 328.51 |
| 26-aoû | 03:05 AM | 1.72 | 7183 | 302.66 | 17340 | 17577.50 | 65.04 | 237.62 |
| 27-aoû | 10:30 AM | 1.70 | 6840 | 262.03 | 16877 | 17108.50 | 63.30 | 198.73 |

épisode 7

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> (m) | <u>volume</u> m ³ | <u>vidange</u> (m ³ /j) | <u>surface</u> m ² | <u>surface</u> moyenne (m ²) | <u>évaporation</u> (m/j) | <u>infiltration</u> (m ³ /j) |
|-------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|--|
| 28-aoû | 07:35 AM | 2.00 | 13015 | | 24400 | | | |
| 28-aoû | 12:55 PM | 1.98 | 12532 | 2173.50 | 23880 | 24140.00 | 89.32 | 2084.18 |
| 28-aoû | 07:20 PM | 1.96 | 12059 | 1769.14 | 23365 | 23622.50 | 87.40 | 1681.74 |
| 29-aoû | 03:50 AM | 1.94 | 11597 | 1304.47 | 22850 | 23107.50 | 85.50 | 1218.97 |
| 29-aoû | 01:10 PM | 1.92 | 11145 | 1162.29 | 22345 | 22597.50 | 83.61 | 1078.67 |
| 30-aoû | 02:25 AM | 1.90 | 10703 | 800.60 | 21845 | 22095.00 | 81.75 | 718.85 |
| 30-aoû | 05:20 PM | 1.88 | 10272 | 693.45 | 21340 | 21592.50 | 79.89 | 613.56 |
| 31-aoû | 09:50 AM | 1.86 | 9850 | 613.82 | 20835 | 21087.50 | 78.02 | 535.79 |
| 01-sep | 03:10 AM | 1.84 | 9438 | 570.46 | 20320 | 20577.50 | 92.60 | 477.86 |
| 01-sep | 09:20 PM | 1.82 | 9037 | 529.76 | 19790 | 20055.00 | 90.25 | 439.51 |
| 02-sep | 08:35 PM | 1.80 | 8646 | 403.61 | 19280 | 19535.00 | 87.91 | 315.71 |
| 05-sep | 03:45 PM | 1.78 | 8266 | 135.78 | 18780 | 19030.00 | 85.64 | 50.15 |

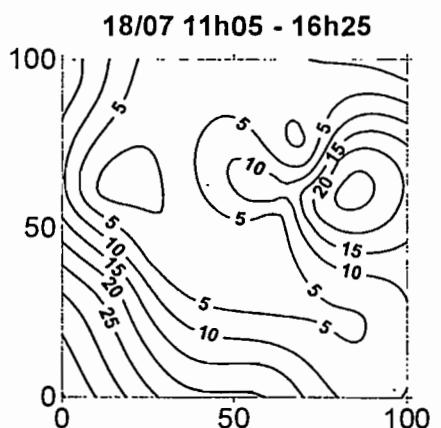
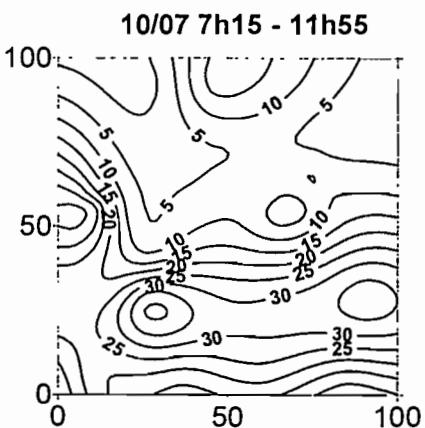
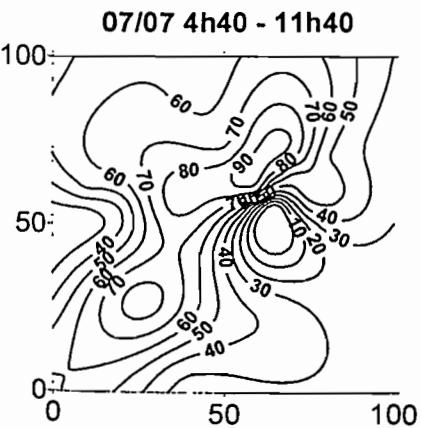
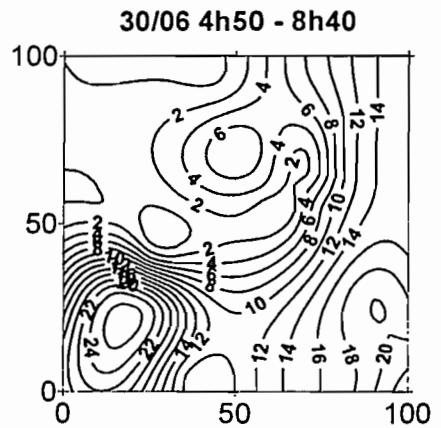
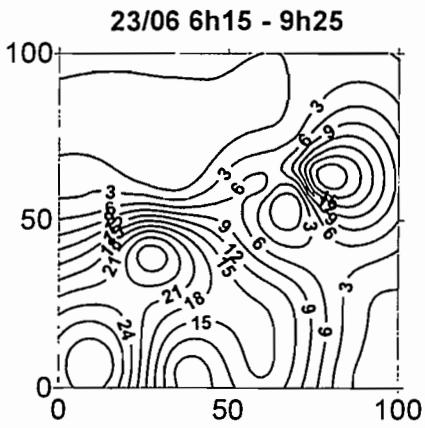
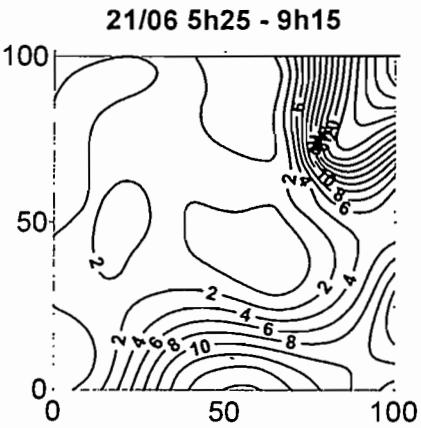
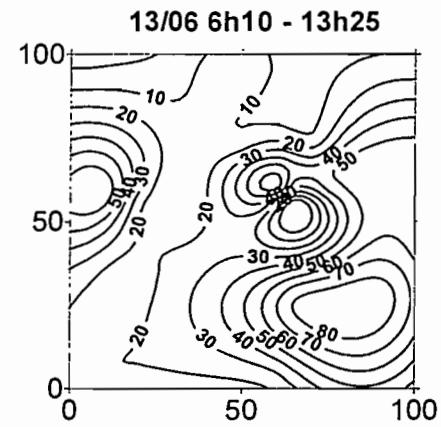
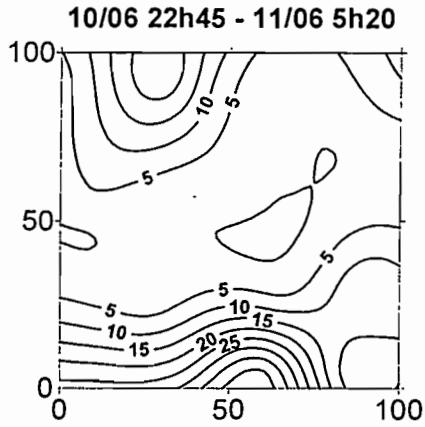
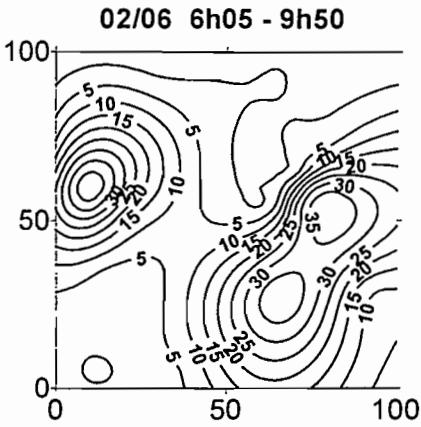
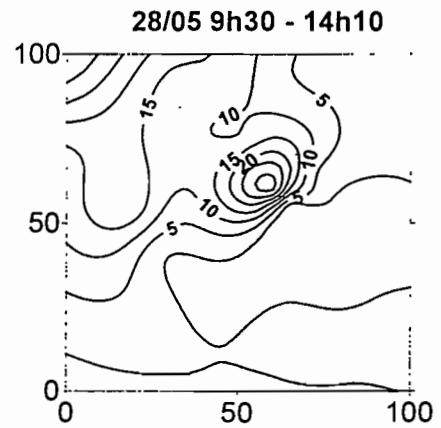
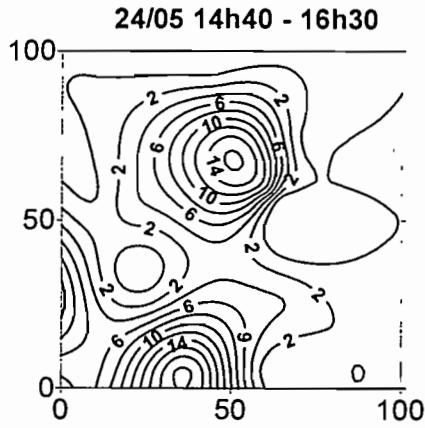
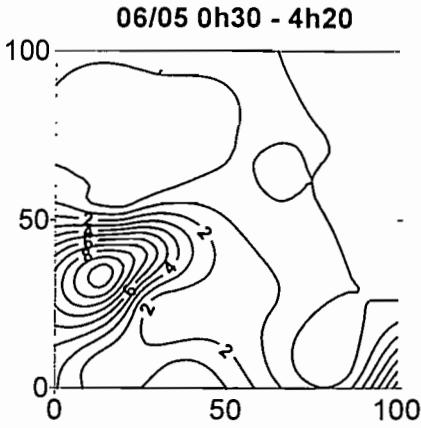
épisode 8

| <u>date</u> | <u>date+heure</u> | <u>échelle</u> (m) | <u>volume</u> m ³ | <u>vidange</u> (m ³ /j) | <u>surface</u> m ² | <u>surface</u> moyenne (m ²) | <u>évaporation</u> (m/j) | <u>infiltration</u> (m ³ /j) |
|-------------|-------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|-----------------------------|--|
| 06-sep | 12:45 PM | 2.04 | 14012 | | 25480 | | | |
| 06-sep | 06:15 PM | 2.02 | 13508 | 2199.27 | 24935 | 25207.50 | 113.43 | 2085.84 |
| 07-sep | 12:40 AM | 2.00 | 13015 | 1843.95 | 24400 | 24667.50 | 111.00 | 1732.94 |
| 07-sep | 08:35 AM | 1.98 | 12532 | 1464.25 | 23880 | 24140.00 | 108.63 | 1355.62 |
| 07-sep | 06:10 PM | 1.96 | 12059 | 1184.56 | 23365 | 23622.50 | 106.30 | 1078.26 |
| 08-sep | 05:35 AM | 1.94 | 11597 | 971.21 | 22850 | 23107.50 | 103.98 | 867.23 |
| 08-sep | 07:15 PM | 1.92 | 11145 | 793.76 | 22345 | 22597.50 | 101.69 | 692.07 |
| 09-sep | 09:20 AM | 1.90 | 10703 | 753.23 | 21845 | 22095.00 | 99.43 | 653.80 |
| 10-sep | 11:50 AM | 1.88 | 10272 | 390.34 | 21340 | 21592.50 | 97.17 | 293.17 |
| 11-sep | 06:50 AM | 1.86 | 9850 | 533.05 | 20835 | 21087.50 | 94.89 | 438.16 |
| 12-sep | 03:20 AM | 1.84 | 9438 | 482.34 | 20320 | 20577.50 | 92.60 | 389.74 |
| 13-sep | 06:10 AM | 1.82 | 9037 | 358.66 | 19790 | 20055.00 | 90.25 | 268.41 |
| 14-sep | 09:15 AM | 1.80 | 8646 | 346.49 | 19280 | 19535.00 | 87.91 | 258.58 |
| 16-sep | 10:15 AM | 1.78 | 8266 | 186.12 | 18780 | 19030.00 | 85.64 | 100.49 |
| 17-sep | 08:50 PM | 1.76 | 7895 | 257.47 | 18295 | 18537.50 | 83.42 | 174.05 |
| 21-sep | 03:15 AM | 1.74 | 7534 | 110.49 | 17815 | 18055.00 | 81.25 | 29.24 |
| 22-sep | 02:15 PM | 1.72 | 7183 | 240.69 | 17340 | 17577.50 | 79.10 | 161.59 |
| 24-sep | 12:45 AM | 1.70 | 6840 | 238.61 | 16877 | 17108.50 | 76.99 | 161.62 |
| 25-sep | 07:35 AM | 1.68 | 6508 | 258.42 | 16415 | 16646.00 | 74.91 | 183.51 |
| 26-sep | 05:35 PM | 1.66 | 6184 | 228.71 | 15955 | 16185.00 | 72.83 | 155.87 |
| 28-sep | 10:40 PM | 1.64 | 5869 | 142.42 | 15510 | 15732.50 | 70.80 | 71.62 |
| 30-sep | 06:05 PM | 1.62 | 5564 | 168.60 | 15060 | 15285.00 | 68.78 | 99.82 |
| 02-oct | 03:25 PM | 1.60 | 5267 | 157.24 | 14610 | 14835.00 | 77.14 | 80.09 |
| 04-oct | 01:35 PM | 1.58 | 4979 | 149.72 | 14160 | 14385.00 | 74.80 | 74.92 |
| 06-oct | 03:00 AM | 1.56 | 4700 | 178.96 | 13700 | 13930.00 | 72.44 | 106.52 |
| 07-oct | 10:30 PM | 1.54 | 4431 | 148.41 | 13190 | 13445.00 | 69.91 | 78.50 |
| 09-oct | 10:25 AM | 1.52 | 4173 | 172.40 | 12675 | 12932.50 | 67.25 | 105.15 |
| 11-oct | 07:45 PM | 1.50 | 3924 | 104.23 | 12230 | 12452.50 | 64.75 | 39.48 |
| 12-oct | 04:15 PM | 1.48 | 3684 | 280.98 | 11815 | 12022.50 | 62.52 | 218.46 |
| 15-oct | 05:30 PM | 1.46 | 3451 | 76.34 | 11420 | 11617.50 | 60.41 | 15.93 |
| 17-oct | 09:40 AM | 1.44 | 3227 | 133.84 | 11035 | 11227.50 | 58.38 | 75.46 |
| 18-oct | 05:05 PM | 1.42 | 3010 | 165.77 | 10660 | 10847.50 | 56.41 | 109.36 |
| 21-oct | 01:55 AM | 1.40 | 2800 | 88.68 | 10295 | 10477.50 | 54.48 | 34.20 |
| 23-oct | 06:45 PM | 1.38 | 2598 | 74.78 | 9930 | 10112.50 | 52.59 | 22.19 |
| 26-oct | 10:30 PM | 1.36 | 2403 | 61.78 | 9570 | 9750.00 | 50.70 | 11.08 |
| 27-oct | 11:15 PM | 1.34 | 2215 | 182.30 | 9200 | 9385.00 | 48.80 | 133.50 |
| 30-oct | 04:50 AM | 1.32 | 2035 | 80.62 | 8830 | 9015.00 | 46.88 | 33.74 |
| 01-nov | 04:55 AM | 1.30 | 1862 | 86.35 | 8455 | 8642.50 | 60.50 | 25.85 |
| 03-nov | 10:25 PM | 1.28 | 1697 | 60.46 | 8085 | 8270.00 | 57.89 | 2.57 |
| 06-nov | 06:45 AM | 1.26 | 1539 | 67.31 | 7730 | 7907.50 | 55.35 | 11.96 |
| 08-nov | 11:40 PM | 1.24 | 1388 | 55.83 | 7370 | 7550.00 | 52.85 | 2.98 |

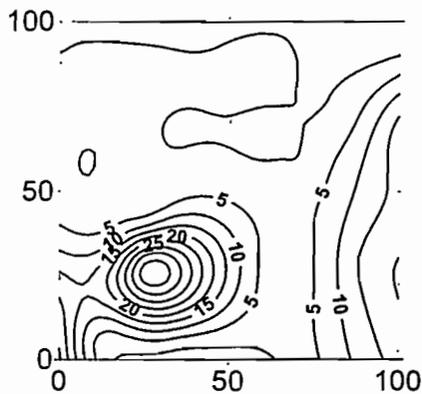


—•— volume (m3) —•— surface en eau

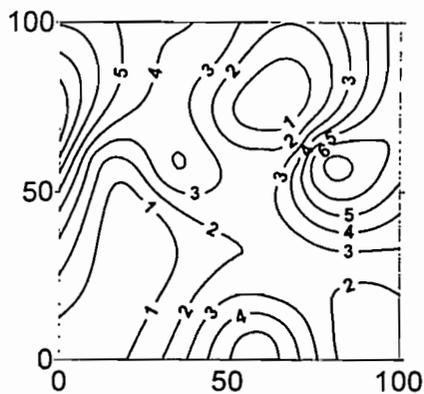
ANNEXE 2.
ISOHYETES DES 34 EPISODES DE LA SAISON 1997



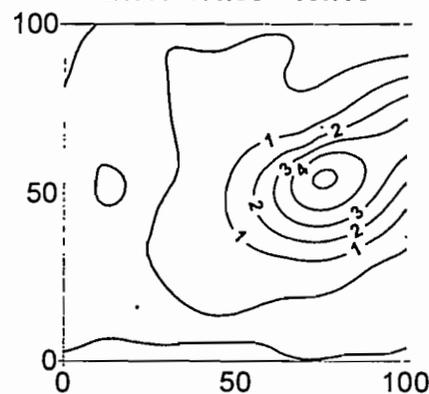
20/07 2h15 - 6h30



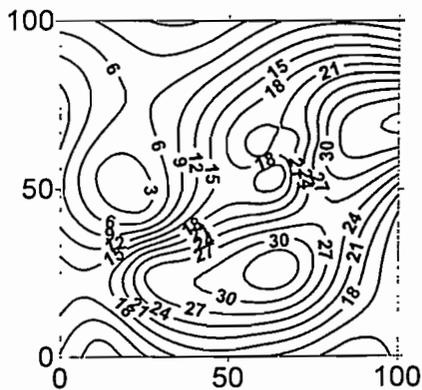
20/07 13h05 - 17h30



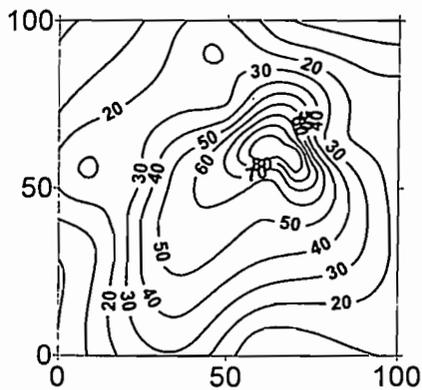
20/07 17h55 - 19h15



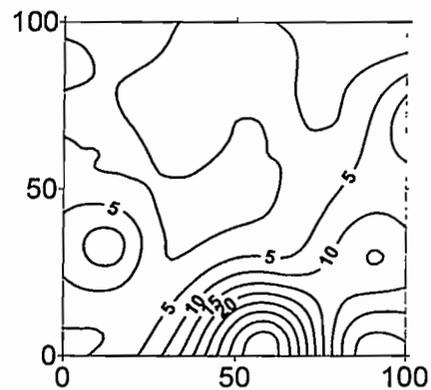
26/07 1h35 - 5h50



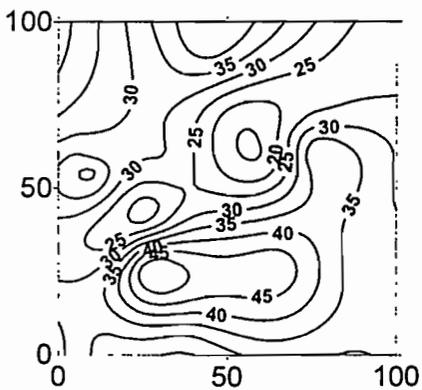
29/07 1h05 - 6h40



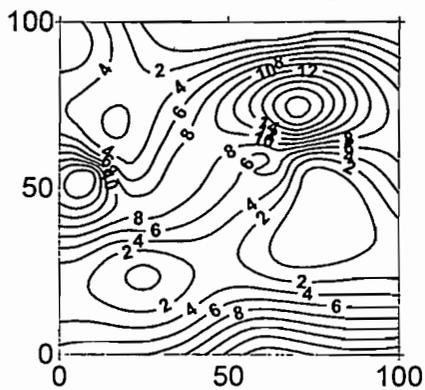
02/08 21h00 - 23h20



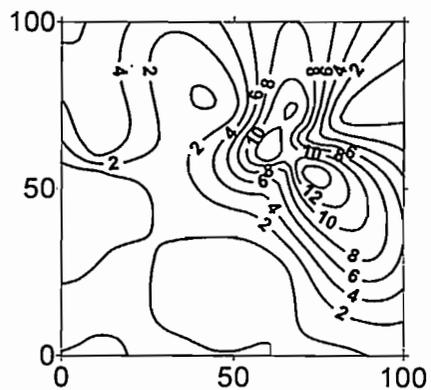
05/08 9h20 - 16h00



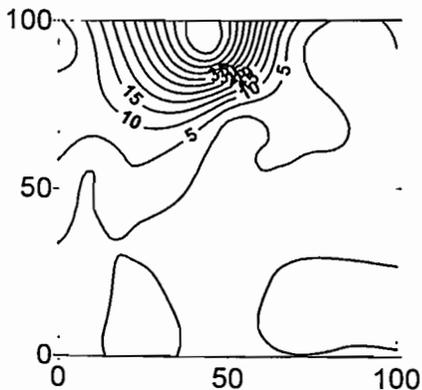
08/08 9h55 - 13h30



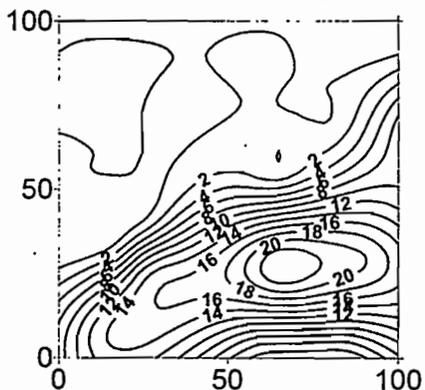
13/08 17h50 - 19h05



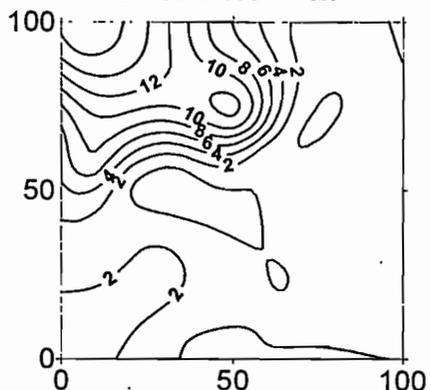
24/08 16h45 - 19h40



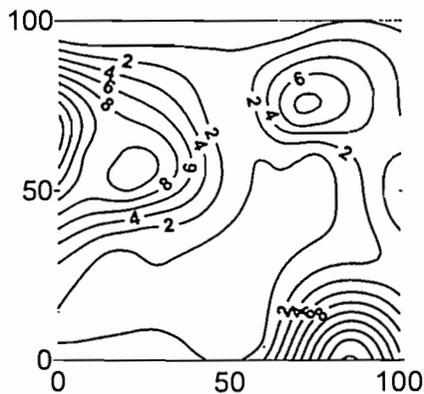
27/08 5h15 - 8h00



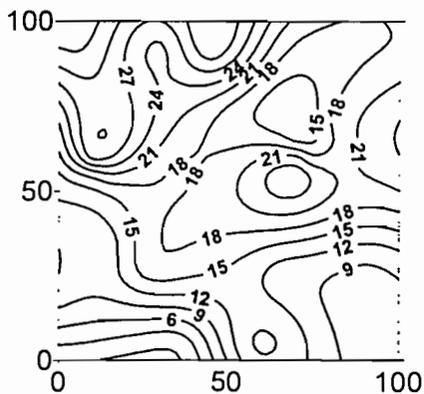
27/08 8h10 - 11h15



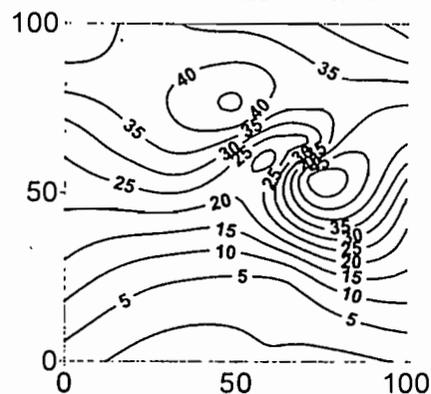
30/08 13h05 - 15h25



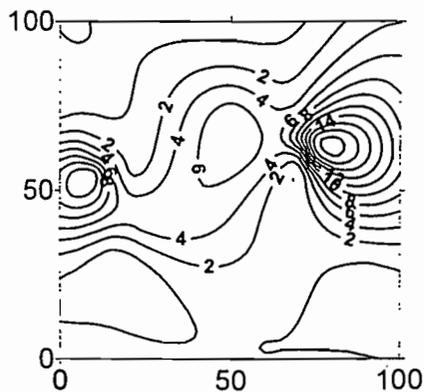
31/08 16h25 - 23h05



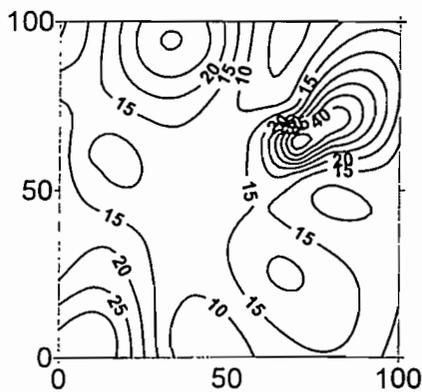
01/09 6h25 - 14h25



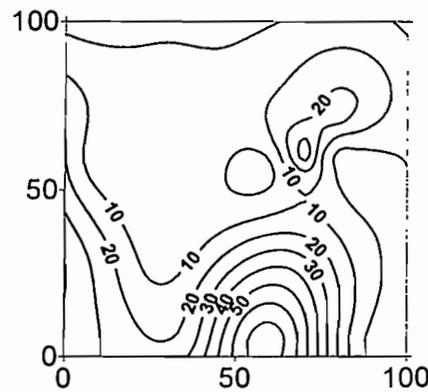
04/09 6h15 - 8h35



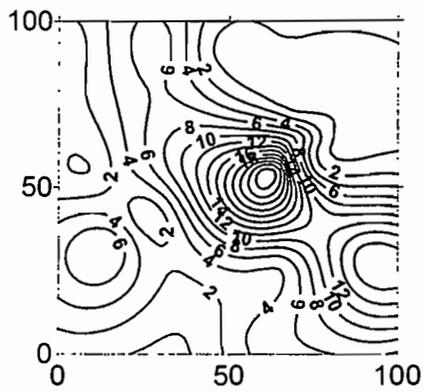
07/09 3h00 - 9h00



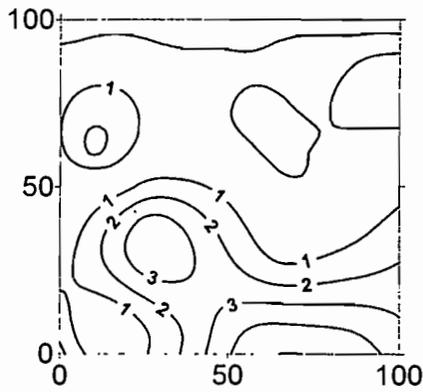
15/09 16h20 - 22h00



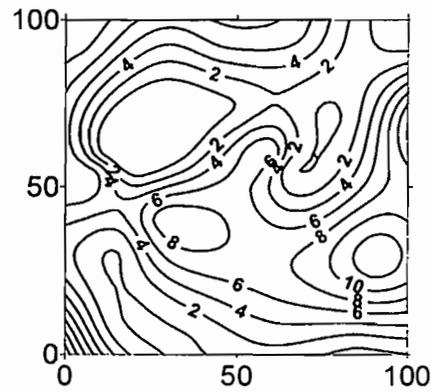
24/09 0h00 - 3h05



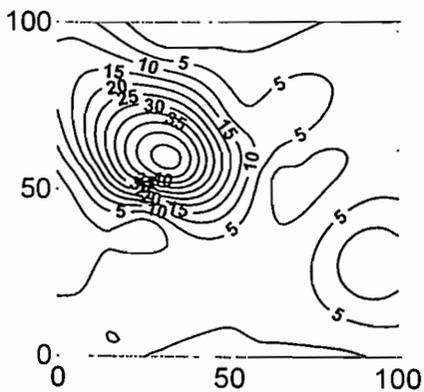
24/09 7h15 - 9h30



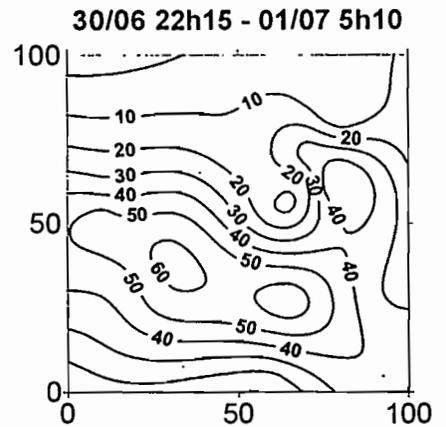
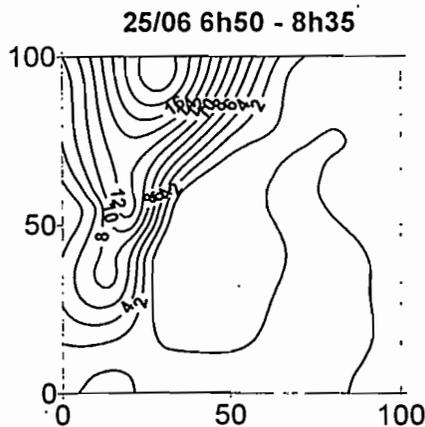
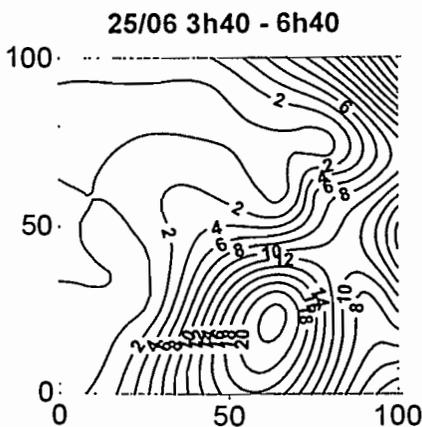
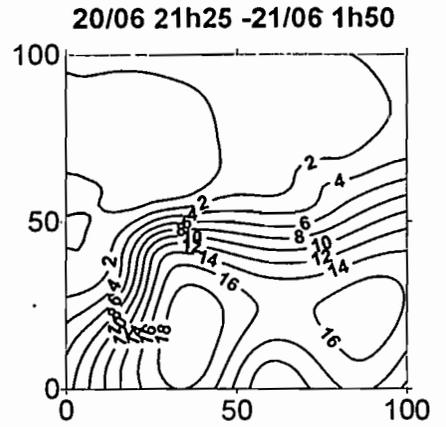
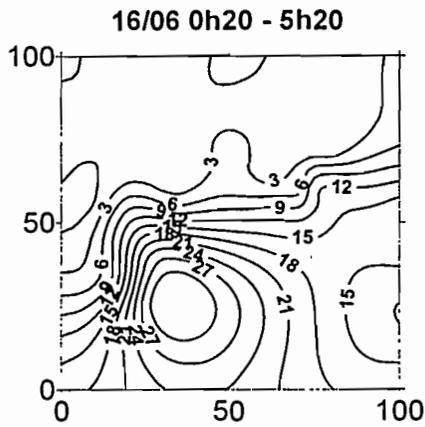
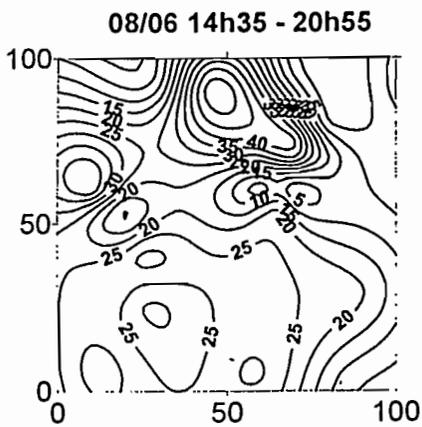
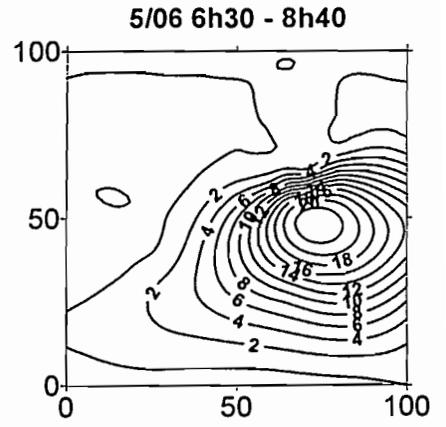
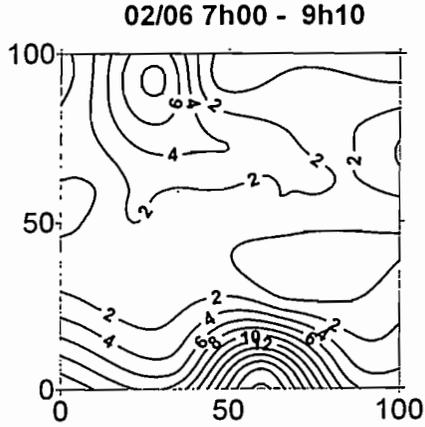
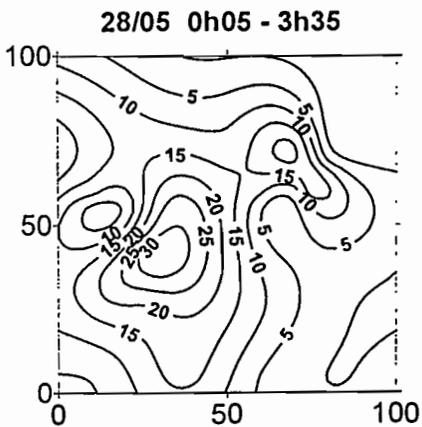
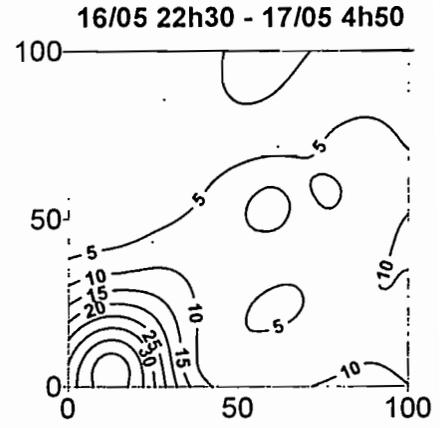
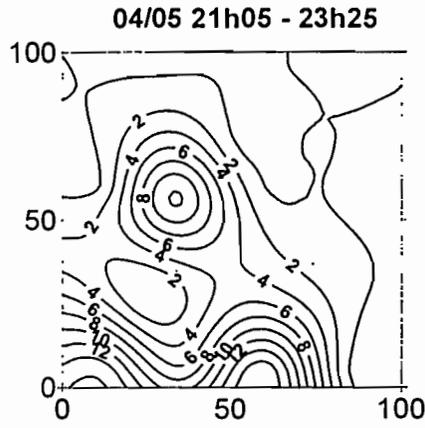
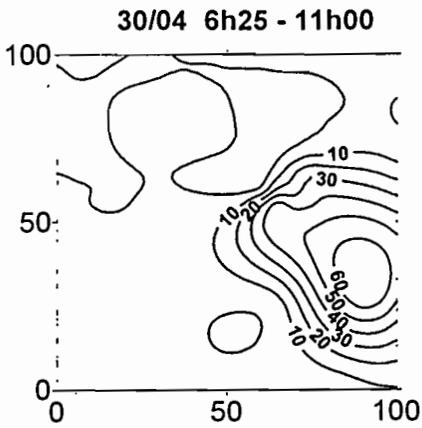
27/09 22h55 - 28/09 2h10



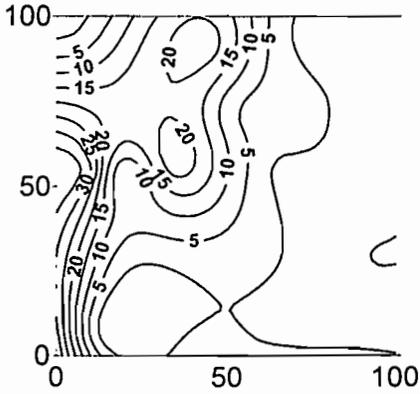
06/10 17h05 - 19h25



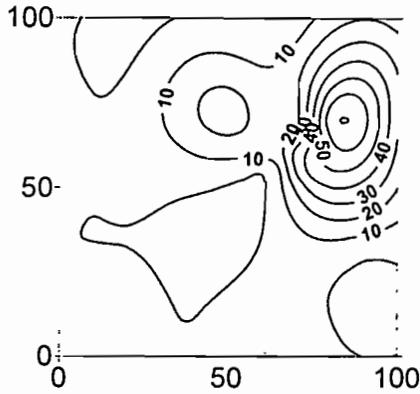
ANNEXE 2.
ISOHYETES DES 44 EPISODES DE LA SAISON 1998



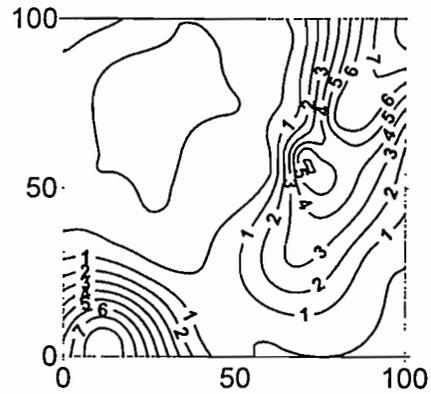
09/07 4h05 - 7h40



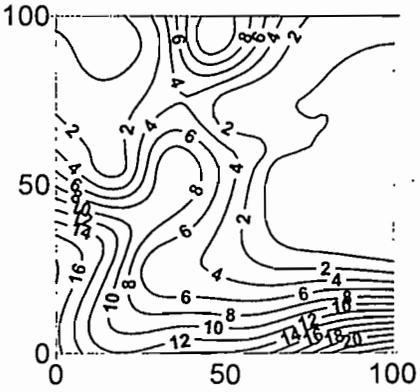
12/07 15h40 - 21h10



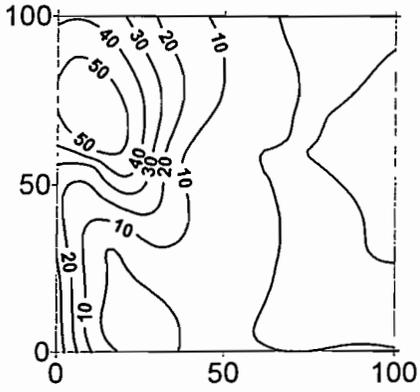
17/07 21h35 - 22h35



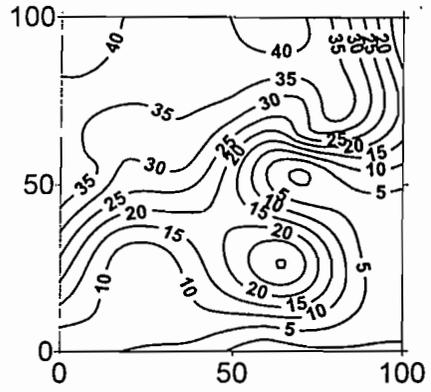
17/07 22h40 - 18/07 2h40



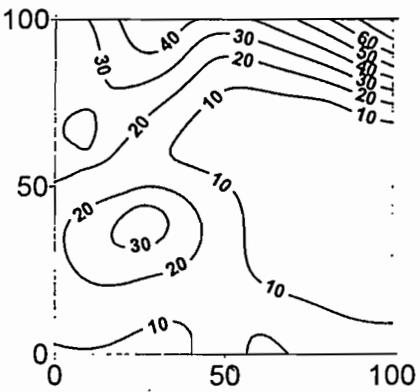
20/07 3h20 - 6h45



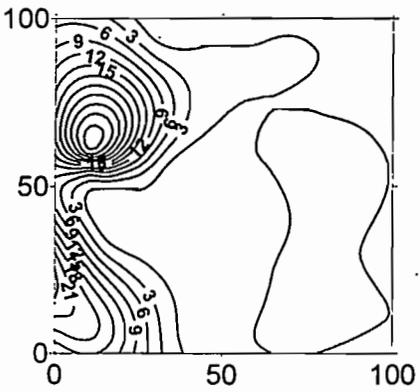
20/07 19h40 - 21/07 1h25



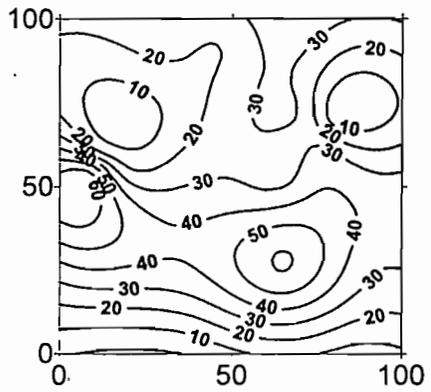
23/07 0h30 - 6h05



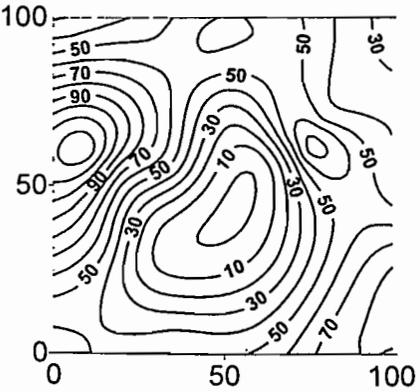
26/07 6h50 - 10h20



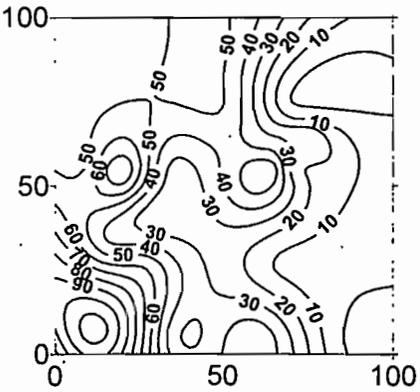
28/07 9h10 - 16h20



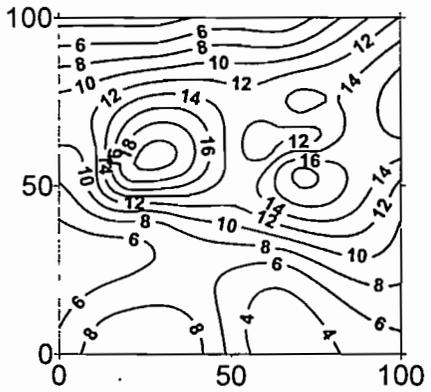
01/08 1h45 - 11h40



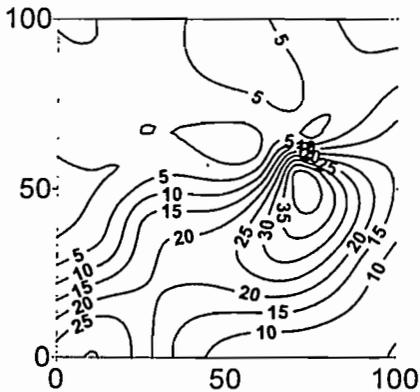
03/08 7h15 - 13h50



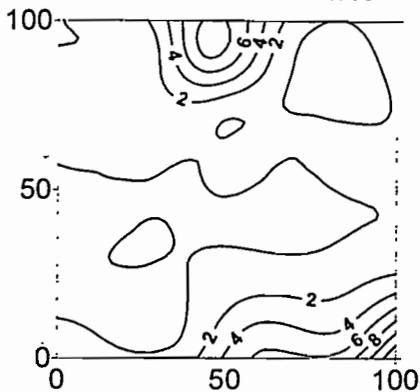
05/08 6h00 - 13h45



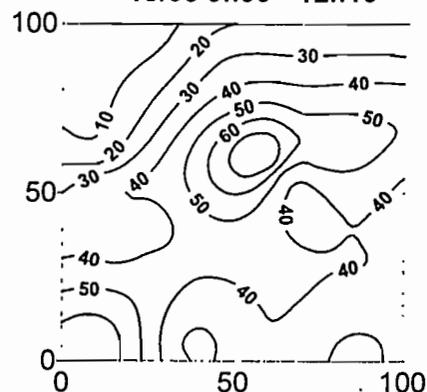
07/08 6h30 - 11h15



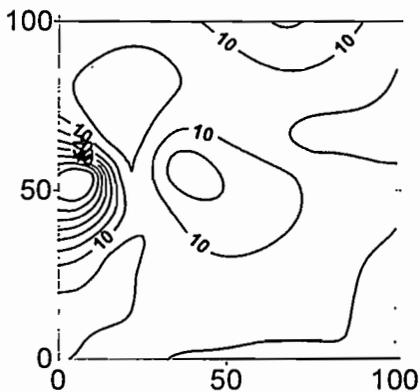
11/08 13h15 - 15h40



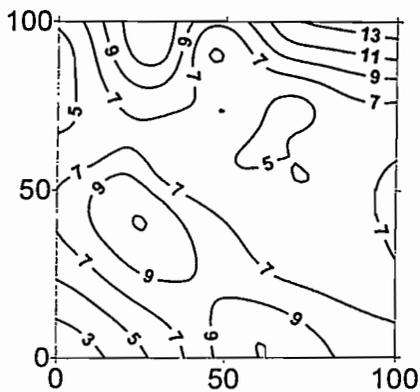
13/08 5h05 - 12h10



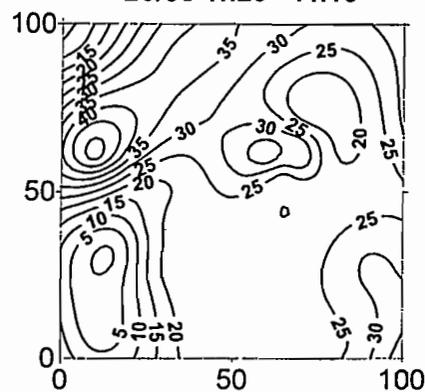
14/08 15h10 - 17h40



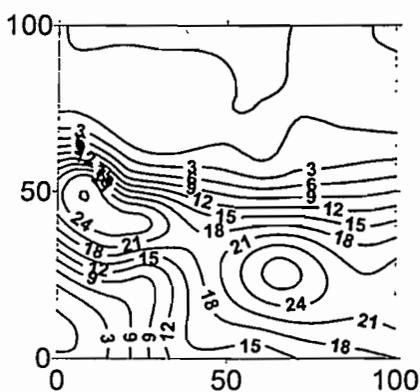
15/08 13h10 - 16h40



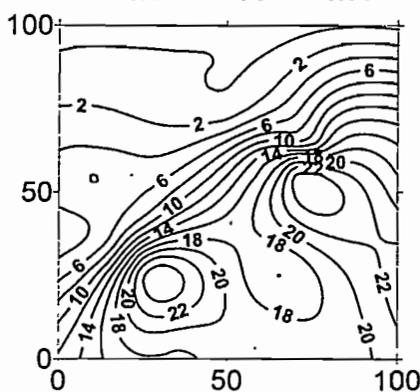
20/08 1h20 - 7h15



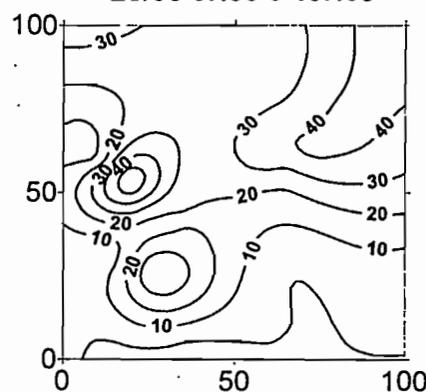
23/08 1h15 - 4h00



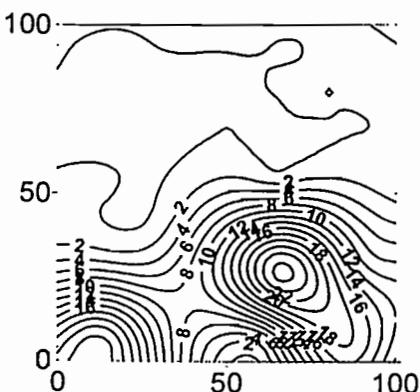
25/08 11h35 - 14h55



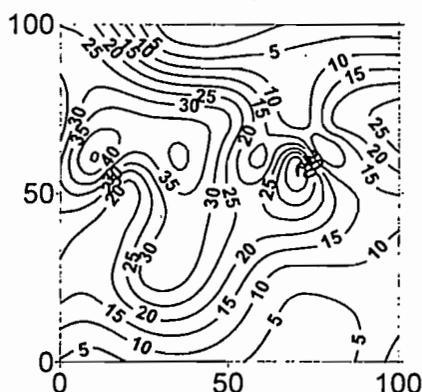
28/08 5H00 6 10H05



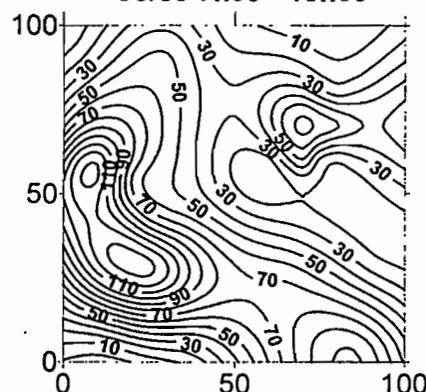
31/08 15h25 - 18h50



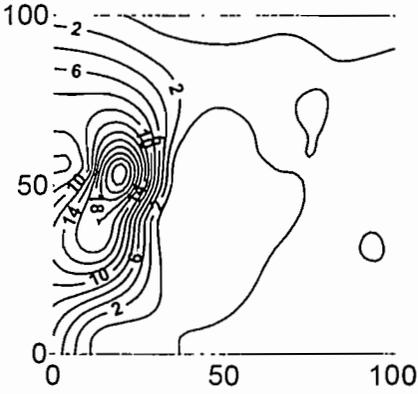
04/09 1h30 - 8h55



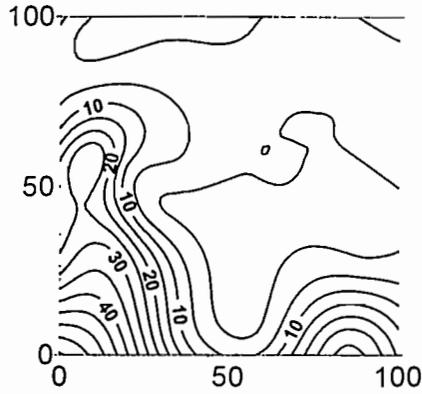
06/09 7h30 - 18h05



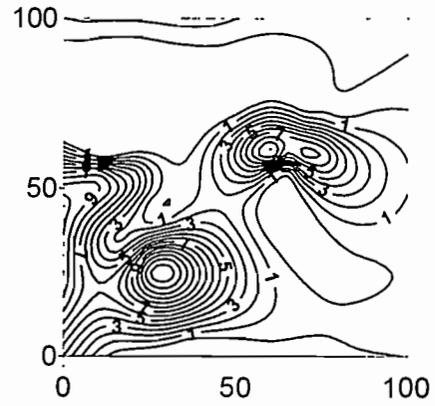
06/09 20h35 - 07/09 0h05



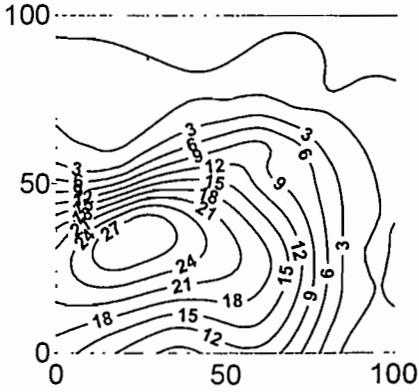
08/09 5h25 - 12h15



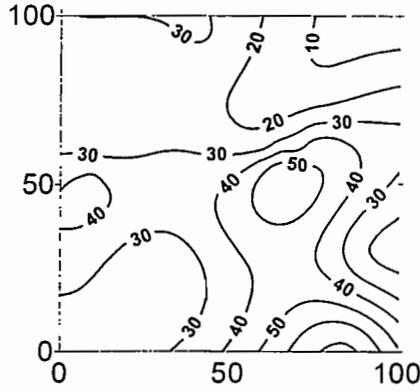
11/09 15h20 - 17h25



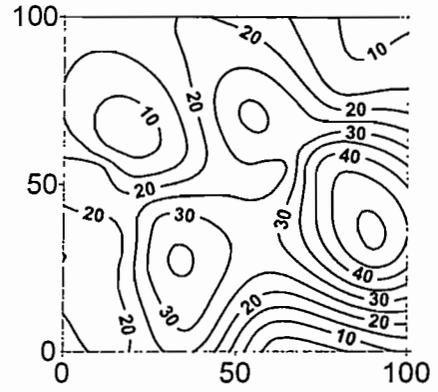
14/09 8h20 - 11h25



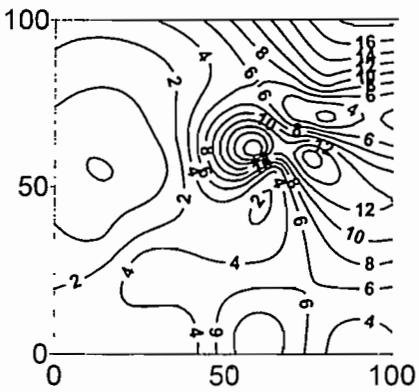
15/09 22h40 - 16/09 4h45



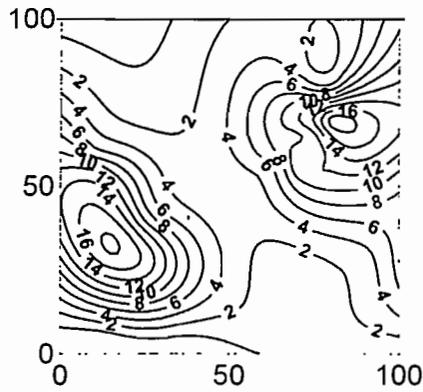
18/09 11h25 - 15h15



20/09 23h40 - 21/09 3h55



27/09 20h55 - 23h10



Evaporation bac type A à sadoré (ICRISAT)
(données non corrigées)

| Année | Jan | fév | mar | avr | mai | jun | juil | aoû | sep | oct | nov | déc | Total |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1988 | 221.0 | 254.7 | 339.6 | 315.4 | 316.3 | 219.8 | 170.6 | 133.8 | 122.4 | 175.3 | 197.5 | 201.2 | 2667.6 |
| 1989 | 220.8 | 239.8 | 318.7 | 317.0 | 320.5 | 251.8 | 206.1 | 145.0 | 143.2 | 180.1 | 225.1 | 206.3 | 2774.4 |
| 1990 | 218.5 | 235.5 | 337.6 | 286.4 | 290.2 | 243.6 | 172.2 | 175.2 | 165.1 | 216.5 | 222.0 | 219.3 | 2782.1 |
| 1991 | 253.8 | 235.8 | 324.8 | 279.6 | 203.0 | 189.5 | 150.2 | 131.6 | 158.6 | 200.7 | 212.4 | 205.9 | 2545.9 |
| 1992 | 227.9 | 282.3 | 317.5 | 295.4 | 259.4 | 239.2 | 169.6 | 140.0 | 149.6 | 197.3 | 216.7 | 209.5 | 2704.4 |
| 1993 | 228.4 | 260.0 | 318.3 | 302.1 | 305.9 | 224.2 | 158.6 | 140.5 | 162.2 | 197.8 | 197.3 | 214.2 | 2709.5 |
| 1994 | 229.9 | 240.9 | 316.3 | 315.0 | 291.9 | 217.4 | 163.6 | 119.8 | 137.2 | 149.2 | 197.9 | 208.3 | 2587.4 |
| 1995 | 193.4 | 217.3 | 307.0 | 257.3 | 280.0 | 246.6 | 174.9 | 147.3 | 147.5 | 200.3 | 220.6 | 210.6 | 2602.8 |
| 1996 | 218.5 | 238.6 | 312.2 | 270.5 | 276.6 | 195.9 | 206.3 | 139.4 | 141.8 | 184.3 | 217.9 | 202.5 | 2604.5 |
| 1997 | 234.6 | 237.3 | 271.4 | 278.6 | 234.9 | 206.7 | 160.2 | 160.3 | 148.2 | 194.1 | 210.4 | 209.3 | 2546.0 |
| 1998 | 222.3 | 267.2 | 311.7 | 285.8 | 274.7 | 193.2 | 190.4 | 115.8 | 133.8 | 161.4 | | | |
| | 224.5 | 246.3 | 315.9 | 291.2 | 277.6 | 220.7 | 174.8 | 140.8 | 146.3 | 187.0 | 211.8 | 208.7 | 2652.5 |

Moyennes journalières

| Année | Jan | fév | mar | avr | mai | jun | juil | aoû | sep | oct | nov | déc | Moyenne |
|-------|-----|-----|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| 1988 | 7.1 | 8.8 | 11.0 | 10.5 | 10.2 | 7.3 | 5.5 | 4.3 | 4.1 | 5.7 | 6.6 | 6.5 | 7.3 |
| 1989 | 7.1 | 8.6 | 10.3 | 10.6 | 10.3 | 8.4 | 6.6 | 4.7 | 4.8 | 5.8 | 7.5 | 6.7 | 7.6 |
| 1990 | 7.0 | 8.4 | 10.9 | 9.5 | 9.4 | 8.1 | 5.6 | 5.7 | 5.5 | 7.0 | 7.4 | 7.1 | 7.6 |
| 1991 | 8.2 | 8.4 | 10.5 | 9.3 | 6.5 | 6.3 | 4.8 | 4.2 | 5.3 | 6.5 | 7.1 | 6.6 | 7.0 |
| 1992 | 7.4 | 9.7 | 10.2 | 9.8 | 8.4 | 8.0 | 5.5 | 4.5 | 5.0 | 6.4 | 7.2 | 6.8 | 7.4 |
| 1993 | 7.4 | 9.3 | 10.3 | 10.1 | 9.9 | 7.5 | 5.1 | 4.5 | 5.4 | 6.4 | 6.6 | 6.9 | 7.4 |
| 1994 | 7.4 | 8.6 | 10.2 | 10.5 | 9.4 | 7.2 | 5.3 | 3.9 | 4.6 | 4.8 | 6.6 | 6.7 | 7.1 |
| 1995 | 6.2 | 7.8 | 9.9 | 8.6 | 9.0 | 8.2 | 5.6 | 4.8 | 4.9 | 6.5 | 7.4 | 6.8 | 7.1 |
| 1996 | 7.0 | 8.2 | 10.1 | 9.0 | 8.9 | 6.5 | 6.7 | 5.0 | 4.7 | 5.9 | 7.3 | 6.5 | 7.2 |
| 1997 | 7.6 | 8.5 | 8.8 | 9.3 | 7.6 | 6.9 | 5.2 | 5.2 | 4.9 | 6.3 | 7.0 | 6.8 | 7.0 |
| 1998 | 7.2 | 9.5 | 10.1 | 9.5 | 8.9 | 6.7 | 6.1 | 3.7 | 4.5 | 5.2 | | | 7.1 |
| | 7.2 | 8.7 | 10.2 | 9.7 | 9.0 | 7.4 | 5.6 | 4.6 | 4.9 | 6.0 | 7.1 | 6.7 | 7.3 |

Valeur Maximum

| Année | Jan | fév | mar | avr | mai | jun | juil | aoû | sep | oct | nov | déc | Moyenne |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|---------|
| 1988 | 10.0 | 12.0 | 17.0 | 15.9 | 13.4 | 11.2 | 9.2 | 6.9 | 6.5 | 7.6 | 8.7 | 7.8 | 10.5 |
| 1989 | 8.5 | 11.7 | 13.4 | 14.9 | 13.6 | 11.1 | 8.7 | 7.5 | 6.6 | 7.4 | 9.3 | 8.6 | 10.1 |
| 1990 | 8.6 | 10.6 | 14.8 | 12.5 | 12.2 | 12.4 | 10.4 | 7.8 | 8.1 | 9.3 | 10.1 | 9.2 | 10.5 |
| 1991 | 10.0 | 11.8 | 15.6 | 13.1 | 10.9 | 9.4 | 7.4 | 6.9 | 7.0 | 8.0 | 8.9 | 9.5 | 9.9 |
| 1992 | 10.5 | 13.4 | 13.7 | 13.2 | 12.0 | 11.0 | 10.8 | 6.5 | 6.2 | 8.6 | 8.8 | 8.8 | 10.3 |
| 1993 | 9.4 | 11.9 | 14.1 | 13.2 | 11.8 | 10.6 | 7.7 | 6.5 | 7.1 | 8.9 | 8.3 | 8.7 | 9.9 |
| 1994 | 11.5 | 11.4 | 12.7 | 12.9 | 12.0 | 11.1 | 7.8 | 7.0 | 6.4 | 8.2 | 8.3 | 8.2 | 9.8 |
| 1995 | 7.6 | 9.4 | 14.6 | 12.6 | 12.4 | 11.8 | 8.9 | 8.5 | 7.3 | 10.1 | 10.6 | 8.8 | 10.2 |
| 1996 | 8.9 | 11.0 | 12.8 | 11.3 | 12.6 | 11.5 | 10.7 | 7.8 | 6.9 | 8.3 | 10.7 | 8.4 | 10.1 |
| 1997 | 11.7 | 11.5 | 12.9 | 12.3 | 10.3 | 11.1 | 7.8 | 7.2 | 8.2 | 9.1 | 9.3 | 9.6 | 10.1 |
| 1998 | 9.8 | 12.9 | 12.9 | 12.9 | 12.6 | 12.0 | 13.6 | 7.6 | 9.3 | 6.7 | | | 11.0 |
| Moyenne max | 9.7 | 11.6 | 14.0 | 13.2 | 12.2 | 11.2 | 9.4 | 7.3 | 7.2 | 8.4 | 9.3 | 8.8 | 10.2 |
| min | 11.7 | 13.4 | 17.0 | 15.9 | 13.6 | 12.4 | 13.6 | 8.5 | 9.3 | 10.1 | 10.7 | 9.6 | 12.2 |
| | 7.6 | 9.4 | 12.7 | 11.3 | 10.3 | 9.4 | 7.4 | 6.5 | 6.2 | 6.7 | 8.3 | 7.8 | 8.6 |

Valeur Minimum

| Année | Jan | fév | mar | avr | mai | jun | juil | aoû | sep | oct | nov | déc | Moyenne |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
| 1988 | 5.4 | 5.9 | 6.6 | 6.1 | 8.0 | 2.5 | 2.1 | 2.1 | 1.2 | 3.3 | 4.0 | 5.1 | 4.4 |
| 1989 | 5.1 | 6.2 | 6.6 | 8.2 | 6.4 | 4.5 | 3.7 | 1.7 | 2.6 | 2.4 | 5.3 | 4.1 | 4.7 |
| 1990 | 5.1 | 5.9 | 7.4 | 7.3 | 5.1 | 4.3 | 2.1 | 1.2 | 2.9 | 5.1 | 4.4 | 5.0 | 4.7 |
| 1991 | 5.9 | 6.3 | 5.8 | 6.5 | 2.0 | 3.1 | 2.3 | 2.4 | 2.8 | 1.8 | 5.2 | 5.0 | 4.1 |
| 1992 | 4.2 | 6.2 | 6.0 | 6.7 | 4.2 | 3.2 | 1.3 | 2.1 | 2.4 | 4.1 | 5.0 | 4.5 | 4.2 |
| 1993 | 6.0 | 6.2 | 6.9 | 7.8 | 8.1 | 4.0 | 3.0 | 2.3 | 2.3 | 3.8 | 4.9 | 5.4 | 5.1 |
| 1994 | 3.7 | 6.0 | 6.3 | 6.3 | 5.2 | 3.9 | 2.1 | 1.4 | 2.5 | 2.3 | 5.1 | 4.8 | 4.1 |
| 1995 | 5.2 | 5.9 | 4.8 | 4.2 | 5.2 | 2.9 | 2.6 | 1.6 | 2.5 | 4.2 | 4.0 | 4.2 | 3.9 |
| 1996 | 5.0 | 5.2 | 7.2 | 7.4 | 4.8 | 3.1 | 3.1 | 2.4 | 2.5 | 2.7 | 4.8 | 5.1 | 4.4 |
| 1997 | 4.6 | 6.8 | 2.5 | 6.3 | 4.9 | 3.7 | 2.4 | 3.5 | 1.7 | 4.2 | 4.1 | 5.0 | 4.1 |
| 1998 | 5.4 | 7.7 | 7.4 | 4.7 | 2.8 | 3.6 | 2.4 | 0.9 | 0.5 | 3.5 | | | 3.9 |
| Moyenne max | 5.1 | 6.2 | 6.1 | 6.5 | 5.2 | 3.5 | 2.5 | 2.0 | 2.2 | 3.4 | 4.7 | 4.8 | 4.3 |
| min | 6.0 | 7.7 | 7.4 | 8.2 | 8.1 | 4.5 | 3.7 | 3.5 | 2.9 | 5.1 | 5.3 | 5.4 | 5.7 |
| | 3.7 | 5.2 | 2.5 | 4.2 | 2.0 | 2.5 | 1.3 | 0.9 | 0.5 | 1.8 | 4.0 | 4.1 | 2.7 |