

EROSION DES TERRES NOIRES DE LA VALLEE DU BUECH (Alpes du Sud)

PAR

J.C. OLIVRY

R.E QUELENNEC

J. HOORELBECK

M. BUFALO



ORSTOM

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

Département des Eaux Continentales UR 2A

2051 avenue du Val de Montferrand - B.P. 5045 - 34032 MONTPELLIER Cedex

OLIVRY	Jean-Claude
QUELENNEC	René-Emmanuel
HOORELBECK	Jacques
BUFALO	Maurice

EROSION DES TERRES NOIRES DES PAYS DU BUECH ET DE LA MOYENNE DURANCE

Compte rendu de fin d'étude d'une
recherche financée par le Ministère de
la Recherche et de la Technologie.

1988

Décision d'aide n° 85 . J . 0328

EROSION DES TERRES NOIRES DE LA VALLEE DU BUECH (Alpes du Sud)

PAR

J.C. OLIVRY

R.E. QUELENNEC

J. HOORELBECK

M. BUFALO

INTRODUCTION

Avec le concours du Ministère de la Recherche et de la Technologie et celui du Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), l'ORSTOM et le BRGM ont entrepris, à partir de 1984 dans les Alpes du Sud, une étude sur l'estimation des bilans d'exportation de matières solides en zones sensibles à l'érosion. Les travaux localisés aux vallées du Buëch et de la Moyenne-Durance ont porté sur cinq bassins dont la caractéristique principale tenait au substratum constitué uniquement par les terres noires du Jurassique supérieur. L'objectif principal du projet consistait à déterminer une méthode de calcul simple pour évaluer dans des régions à forte érodabilité (marnes, ...) et à saisons contrastées, le comblement de retenues par les transports solides et impliquait de concentrer les mesures à l'exutoire de bassins de différentes superficies. Deux bassins emboîtés (75 et 78 ha) ont été suivis à Savournon près de Serres ; deux autres bassins à Saint-Genis et à Mison, de superficie comparable (3 ha) ont été retenus près de Laragne, l'un étant pratiquement sans couverture végétale, l'autre au contraire en grande partie couvert par les bois et herbages ; enfin, à la Motte du Caire, un bassin de 4 km² intégrait sur le Saïgnon différents types de paysages et surtout des estimations antérieures de l'érosion. Aux mesures des exutoires, se sont ajoutées des observations "amont" destinées à mieux comprendre les processus mis en oeuvre dans l'érosion de ces régions (étude des versants, de parcelles et de ravines élémentaires).

Il s'agissait donc tout d'abord de participer à l'élaboration d'une méthodologie de calcul de l'érosion, en région méditerranéenne, sur un plan régional, et en tenant compte bien entendu des opérations en cours réalisées par différents organismes et services français, ainsi que des résultats que ces organismes ont déjà acquis.

Cet aspect du projet -l'estimation des flux de sédiments à l'exutoire des bassins- devait être considéré comme une contribution française au Sous-Programme 1.1.3. du Programme Hydrologique International (UNESCO) qui a pour but "d'étudier les processus d'érosion et de sédimentation dans les bassins fluviaux et les méthodes de calcul des transports solides, y compris l'utilisation de paramètres physiques à l'échelle régionale".

Les problèmes de ce type de région, illustrés ici par les bad-lands des terres noires de Haute-Provence et du Gapençais, correspondent à des conditions lithologiques extrêmes se retrouvant dans toute la zone montagneuse sèche observée depuis l'Afghanistan en passant par le Moyen Orient et le Maghreb jusqu'au Mexique et certaines régions andines. Le projet comprenait donc une composante importante comme "Laboratoire naturel métropolitain sur l'érosion dans les pays pauvres du Tiers-Monde" de nature à favoriser dans ce domaine le développement de la Coopération avec l'Etranger. Cet aspect se retrouve dans les deux autres volets du Projet :

- un volet "formation" : terrain d'accueil pour divers types de formation en relation avec des organisations internationales (OMM, UNESCO), nationales et régionales (Environnement, Relations Extérieures, SRAE, CEMAGREF, CEFIGRE, etc.) ou avec des établissements d'enseignement (Universités, Ecoles, ...) et des organismes de recherche et d'étude (CNRS et groupe BRGM-ORSTOM).

Le volet "formation-valorisation" s'est notamment traduit d'une part par des visites sur le terrain de chercheurs des Universités françaises et étrangères (Cracovie, Turin, Sao Paulo, Porto Alegre, Vietnam) ou stagiaires d'organismes internationaux (Cefigre) d'autre part par des stages, soit de courte durée (12 étudiants), Sénégal, Niger, Burundi, Mali, Tchad, Côte d'Ivoire, Cameroun), soit de longue durée pour réalisation de mémoires (Ecole Hydraulique de Grenoble, Maroc, 2 mémoires de Maîtrise à Paris, 3 mémoires de DEA). Enfin, deux préparations de thèses ont été intégrées au projet (Descroix, Bufalo).

- un volet "technologie" : banc de test pour des matériels français nouveaux et vitrine extérieure pour le savoir-faire et la technologie français (aux niveaux national et régional) ; collaborations d'équipes pluridisciplinaires ; développements, d'équipements, de techniques d'acquisition de données in situ, de transmission et traitement de données.

Nos ambitions ont dû être plus modestes, en raison de difficultés rencontrées sur les matériels qui étaient testés.

Le volet technologique a, en particulier, comporté une part importante de mises au point des appareils ELSYDE (Pluviographe et Limnigraphe) avec ce que cela comporte d'améliorations apportées par le constructeur aux appareils de 2ème génération et par nous-même pour permettre un fonctionnement dans des cours d'eau non perennes, très chargés et soumis au gel (conception d'enceintes de capteurs).

Des techniques simples ont été mises au point et sont facilement mises en oeuvre à l'étranger. Le projet a permis également la conception et la réalisation d'un préleveur adapté aux grandes variations de concentrations des MES au cours d'événements hydropluviométriques observés sur les bassins étudiés, permettant de recueillir un "réel" échantillon moyen des suspensions. Ce préleveur, dit "PACA" (pour pondération automatique et cumulée des apports), est en cours d'essai.

Par ailleurs, la mise au point des problèmes de télétransmission satellite dans les systèmes ARGOS et METEOSAT et celle d'une méthodologie de suivi de l'évolution des versants constituent aussi

des réalisations intéressantes du projet (contribution de l'Agence Spatiale Européenne "ESA" qui a fourni une plateforme de réception METEOSAT implantée au BRGM à Marseille).

Les difficultés rencontrées dans la conduite des travaux n'ont pas manqué et elles ne peuvent être ignorées. Sur le plan des matériels, le test des limnigraphes CHLOE-ELSYDE a entraîné de très nombreuses lacunes dans les enregistrements (mise au point de technologie nouvelles). Ces défaillances ont heureusement pu être corrigées partiellement par des observations directes des gestionnaires des bassins ou stagiaires au moins sur les bassins de Savournon et St Génis. L'éloignement des bassins entre eux, et en particulier de celui du Saignon, a imposé des choix au niveau des interventions d'urgence (événement averse-cruel). L'expérience a montré que l'acquisition de données la plus intéressante concernait Savournon et St Génis (érosion très limitée à Mison, décantation dans la retenue du Saignon).

Nos installations ont régulièrement été l'objet d'actes de vandalisme, de sabotage ou de vol. Si cela s'est limité au Saignon à des déprédations d'adeptes de moto-cross, cela a été beaucoup plus systématique sur Savournon et St Génis (abri détruit, appareils cassés, armoires forcées et modules mémoire EPROM débranchés, batteries volées). Un article de Sciences et Vie évoquant au début de nos études une possible implantation de "poubelle nucléaire" à Savournon, repris par la presse locale, est sans doute à l'origine de l'hostilité rencontrée auprès de certains (en dépit des mises au point effectuées à l'époque). Les plaintes à la Gendarmerie de Laragne n'ont jamais abouti, ...

Quoiqu'il en soit, l'ensemble des travaux réalisés permet d'avoir une bonne connaissance de l'érosion dans cette région. La liste bibliographique donnée en fin d'ouvrage donne un aperçu des recherches qui ont été faites et dont nous reprenons ici l'essentiel sous une forme synthétisée. Nous avons retenu pour cet ouvrage une présentation sur trois niveaux :

- une première partie où apparaissent les traits essentiels de milieu physique des bassins (géologie, géomorphologie, géochimie, géographie, ...) y compris un certain nombre de mesures effectuées.
- une seconde partie donnant la synthèse des mesures et bilans d'érosion des bassins et proposant deux modèles de calcul de la dégradation spécifique pour des ravines à forte pente et des bassins à roubines.
- une troisième partie de données de base où l'essentiel de l'information a été reproduit et partiellement interprété. On y trouve en particulier la chronique des principaux événements survenus pendant la durée des études.

L'étude initialement lancée par R.E. QUELENENC (BRGM) et M. ROCHE (ORSTOM) a démarré en 1984.

Elle a été placée sous la direction scientifique de J.C. OLIVRY, Responsable de l'Unité de Recherche "Géodynamique de l'Hydrosphère Continentale" à l'ORSTOM, vis-à-vis du Ministère de la Recherche Scientifique. R.E. QUELENENC, Responsable de l'Atelier Sédimentologie Dynamique au BRGM, a tenu le même rôle dans nos relations avec le Conseil Régional PACA.

J. HOORELBECK était responsable de la gestion des bassins ; il a assuré l'organisation des installations et équipements et la direction du suivi des appareils et des mesures et travaux de terrain.

M. BUFALO, stagiaire au BRGM, a directement pris en charge le suivi des ravines de St Génis dans le cadre d'une Thèse d'Université.

D'autres collaborations doivent être signalées, C. OLIVEROS pour le BRGM, M. TOURNE, R. RANDON, G.J. DUBOIS, A. BERNARD, E. RABBIA, M. DELHUMEAU, F. DUGAS, côté ORSTOM, dans le cadre d'interventions plus ou moins ponctuelles.

Parmi les stagiaires ou chercheurs qui se sont investis dans le projet de manière significative, il faut signaler en premier lieu P. DESHONS (BRGM) et L. DESCROIX (ORSTOM). L'ORSTOM a également accueilli dans le cadre de formations universitaires associées T. FANTHOU, A. MARQUET, J. PEYRONNET et N. ROSSET.

Ainsi l'ouvrage présenté ici, mis en forme par J.C. OLIVRY, constitue une oeuvre collective. Les résultats présentés sont suffisamment prometteurs pour qu'on puisse regretter aujourd'hui l'interruption des investigations dans un domaine de recherche où ces bassins avaient acquis leur stade optimal d'exploitation, ...

1ère Partie

GEOMORPHOLOGIE, GEOLOGIE ET GEOCHIMIE DES BASSINS ETUDIES

Chapitre I

ETUDES GEOMORPHOLOGIQUES DES BASSINS DE SAVOURNON, ST-GENIS ET MISON

R. FANTHOU et A. MARQUET

I. INTRODUCTION

Les éléments présentés ici sont extraits, après remaniement, par J.C. OLIVRY, d'un Mémoire de Maîtrise préparé par Anne MARQUET et Thierry FANTHOU à l'UFR de Géographie de l'Université de Paris I sous la direction du Professeur A. GODARD et soutenu en 1987. Ces travaux ont été réalisés dans le cadre d'un stage au sein de l'ORSTOM (Unité de Recherche 107 : "Géodynamique de l'Hydrosphère Continentale", placée sous la responsabilité de Jean-Claude OLIVRY), les travaux de terrain et leur animation ayant été assurés par Jacques HOORELBECK avec les conseils de Luc DESCROIX, géographe impliqué dans le projet à la suite de travaux sur l'érosion dans les pays du BUECH.

La présentation de ce premier chapitre se limite aux trois petits bassins de l'étude : Savournon, St Génis et Mison. Leur taille, de quelques hectares, a permis aux auteurs de réaliser une étude géomorphologique fine et de décrire la plupart des processus d'érosion rencontrés sur les terres noires de la région. Une synthèse cartographique est proposée. Enfin, l'iconographie présentée caractérise assez bien les paysages et phénomènes observés sur le bassin du BUECH et de la Moyenne-Durance.

Le travail de deux étudiants sur un même sujet s'est révélé payant. Les relevés de terrain tous effectués conjointement en ont été grandement facilités, surtout dans l'exécution des tâches fastidieuses comme la mesure des profils en travers ou les levés pour les cartes de pentes réalisées de plus sur des zones extrêmement ravinées d'un parcours difficile.

II. SITUATION GEOGRAPHIQUE

A. LOCALISATION

Les bassins-versants sur lesquels porte notre étude se situent dans les Préalpes du sud et plus précisément au sud-ouest de GAP et au nord - nord-est de SISTERON, à cheval sur le département des Hautes-Alpes et sur le département des Alpes de Haute-Provence (cf. fig. 1).

Cette région s'inscrit dans un triangle dont les côtés seraient constitués, au nord par les montagnes d'AUJOUR et des SELLES, à l'est par la Durance et à l'ouest par le Grand Buëch (cf. fig. 2 et 2 bis).

Fig.1

SITUATION DES BASSINS VERSANTS EXPERIMENTAUX
DANS LA REGION PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR



● Localisation des bassins versants

Localisation des bassins-versants

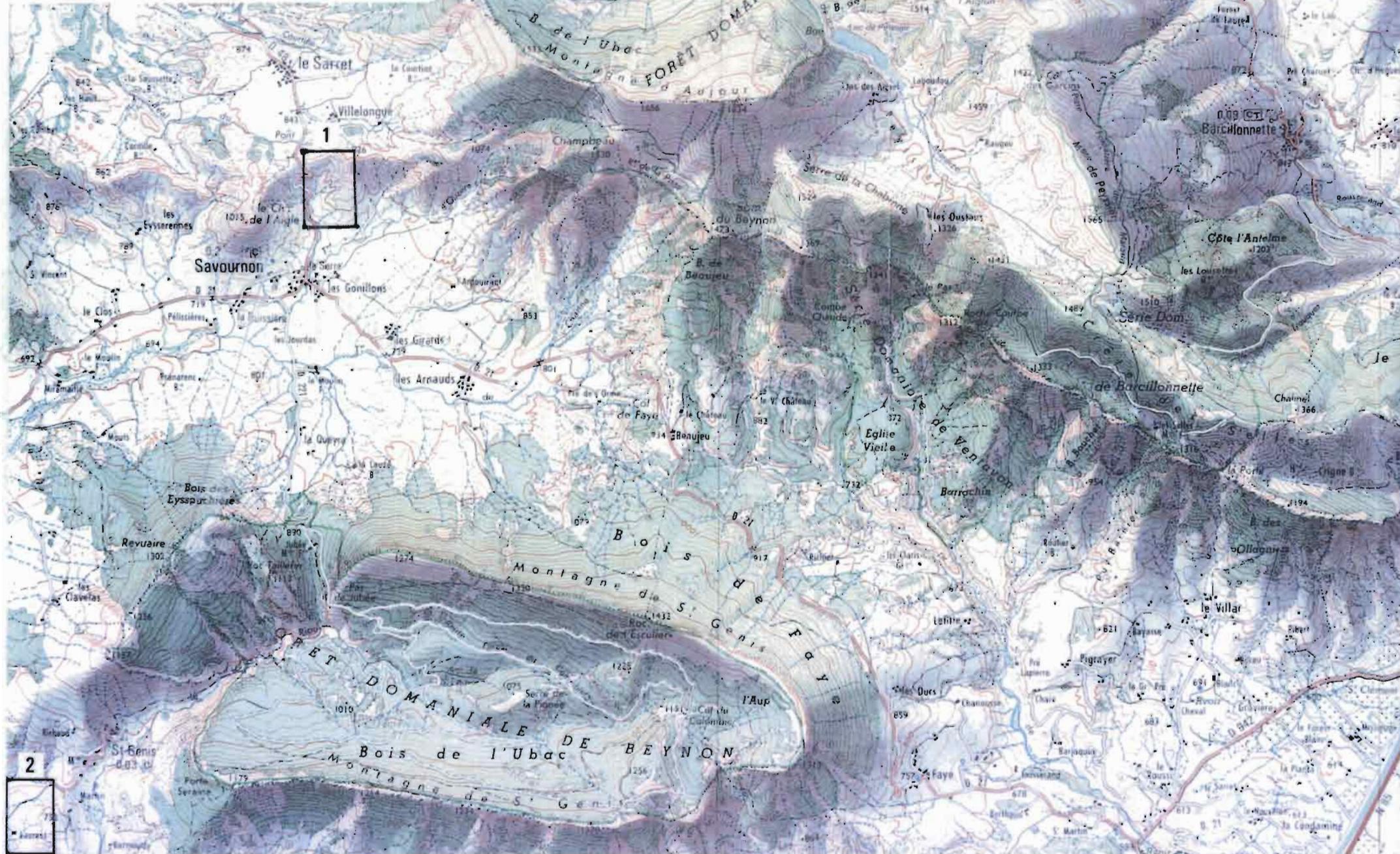
1 - SAVOURNON

2 - ST GENIS

3 - MISON

Fond topographique - carte IGN 3339 - 1/50000

Fig. 2



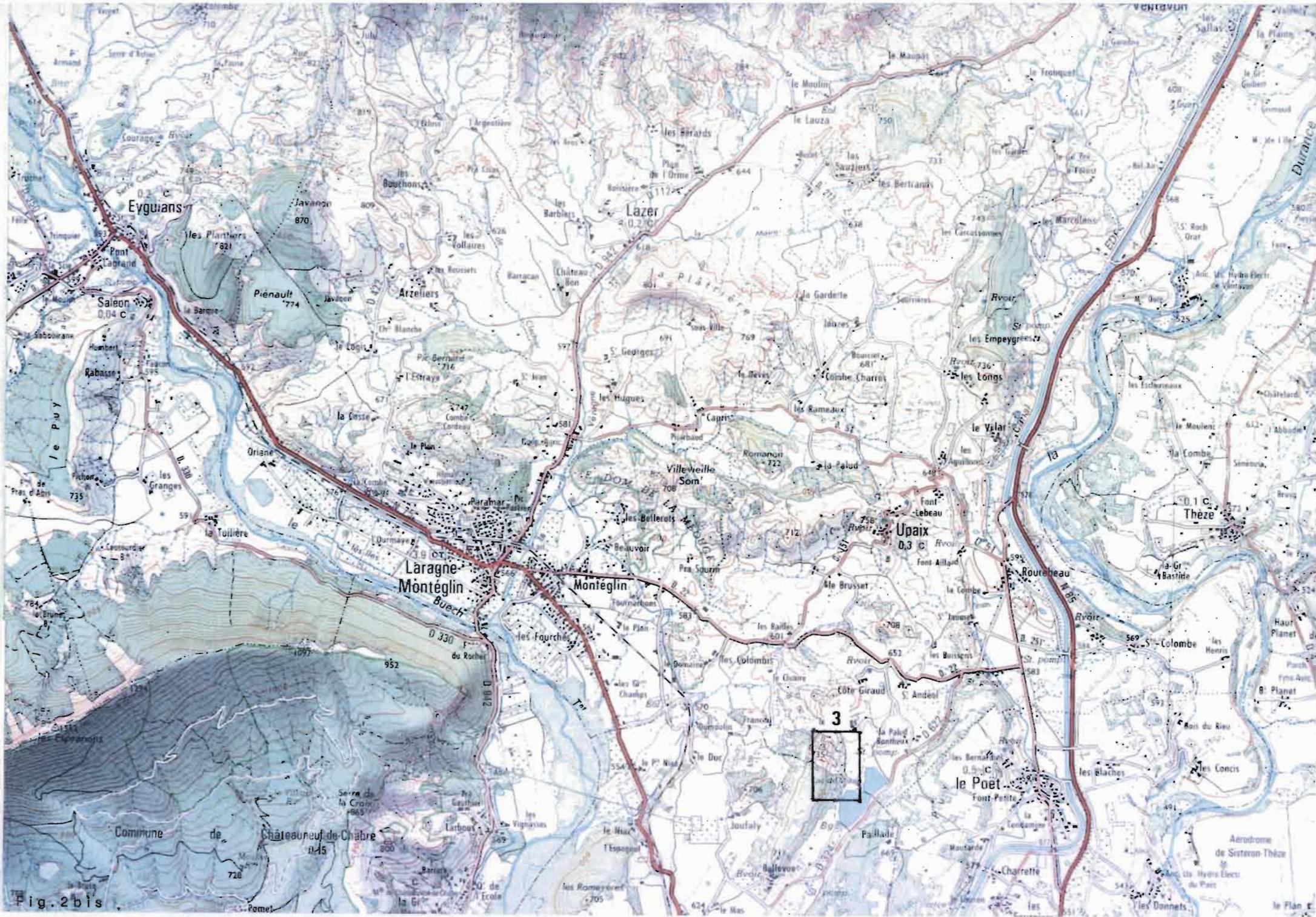


Fig. 2 bis

Le bassin le plus septentrional se situe au nord du village de SAVOURNON, sur le flanc sud de la crête des Reynettes (926 m), le long de la route départementale 48.

Le petit bassin de ST-GENIS se trouve au sud-ouest du village de ST-GENIS sur le versant occidental de la colline du Chevallet (752 m). Le plus méridional des trois, celui de Mison, est situé à une dizaine de kilomètres au sud-est de LARAGNE sur le versant oriental de la crête de LANGUEIRARD (735 m) qui domine le vallon occupé par le lac artificiel de Mison.

B. TOPOGRAPHIE AEREE

Cette région se caractérise par l'ampleur des creux par rapport aux zones élevées ; elle se compose de reliefs allant de 1 000 à 1 800 m environ, cernés par des dépressions avoisinant 600 à 700 m.

Elle fait partie de l'ensemble des chaînes préalpines sud-occidentales au même titre que le Diois et les Baronnies.

La topographie relativement peu hardie de ces moyennes montagnes a pour origine la convergence de deux facteurs :

- un plissement de style déjectif (petits synclinaux souvent pincés et déversés entre de vastes anticlinaux),
- un contraste lithologique dont l'expression dans le paysage est limitée par la faible puissance des affleurements de roches calcaires résistantes, par rapport à l'énorme volume des formations marneuses tendres.

Nous étudierons plus en détail les caractéristiques morphostructurales de la région dans la partie III de ce mémoire.

C. UN CLIMAT RELATIVEMENT AGRESSIF

De par sa situation, cette région est marquée par deux tendances principales : les influences méditerranéenne et montagnarde.

1 - L'influence méditerranéenne

Elle se révèle sans conteste par la sécheresse estivale, presque aussi marquée que sur le littoral.

Le mois de juillet a un coefficient pluviométrique de 0,65 environ (rapport des précipitations du mois concerné sur la moyenne des précipitations mensuelles de l'année). Deux autres "creux" pluviométriques sont remarquables en janvier et en avril bien qu'ils soient beaucoup moins prononcés que celui de juillet. L'automne est la saison la plus pluvieuse, octobre étant le mois le plus arrosé.

L'autre trait important de cette influence méditerranéenne est l'ensoleillement théorique supérieur à 3200 heures par an, équivalent à celui estimé sur la côte (Luc DESCROIX, 1985). Ceci s'explique par la diminution des brumes du fait de l'éloignement de la mer.

L'ensoleillement réel varie d'un peu moins de 2000 heures par an jusqu'à 3200 heures sur les crêtes. Cet ensoleillement exceptionnel est responsable des alternances humectation/dessication et gel/dégel auxquels sont soumis les terrains de la région et provoque une opposition très nette entre les adrets et les ubacs ; il est courant lorsqu'on parcourt au printemps les bad-lands, d'assister à la fonte totale de la neige sur les versants orientés au sud tandis que les versants exposés au nord demeurent enneigés plusieurs jours de suite.

2 - L'influence montagnarde

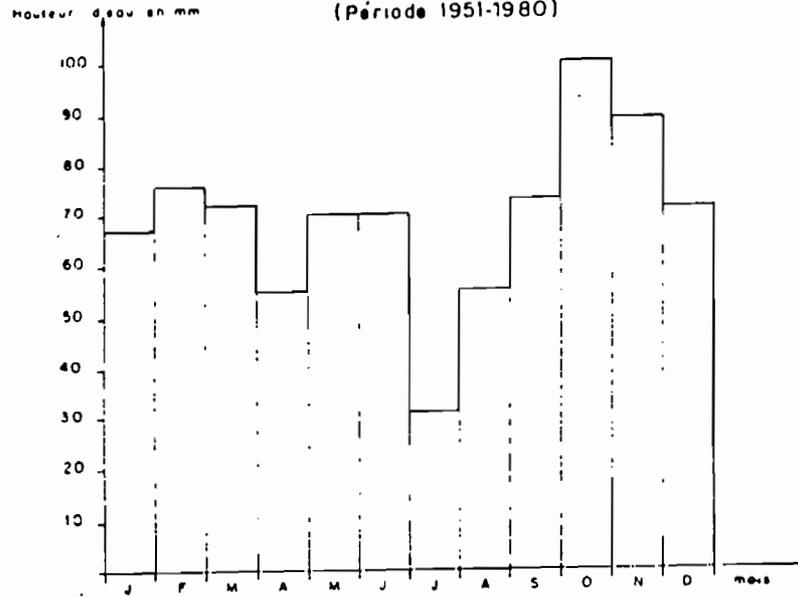
Elle joue un rôle tout aussi important sur le climat que l'influence méditerranéenne en raison de l'altitude de la région (de 575 m à LARAGNE à environ 1500 m sur la montagne d'AUJOUR).

Son incidence sur les températures, et en particulier sur le phénomène du gel, est ce qui nous intéresse le plus. Nous avons environ 111 jours par an de gel à LARAGNE (cf. fig.3) et environ 107 jours par an d'alternances gel/dégel.

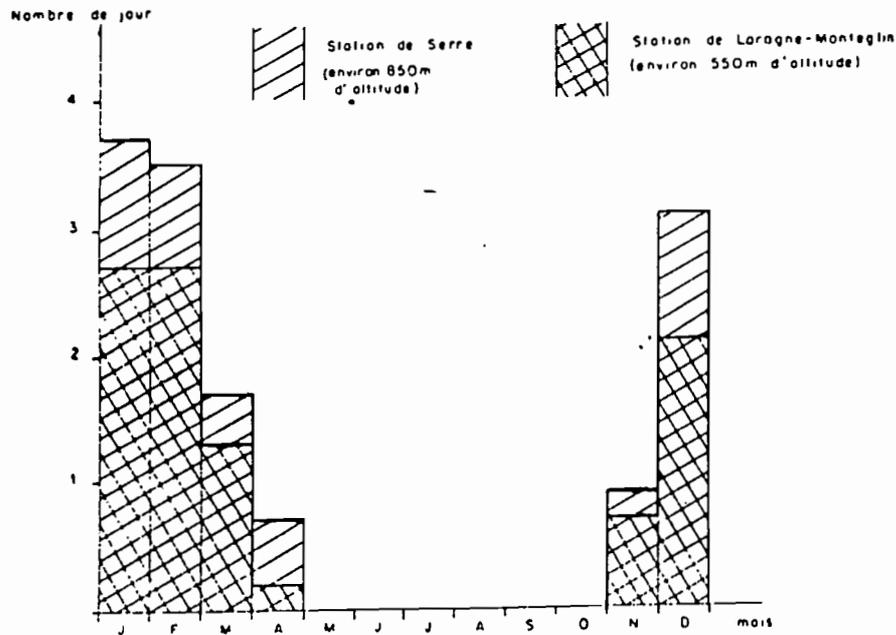
LARAGNE est le point le plus bas de la région, on peut donc supposer que ce nombre de jours de gel correspond aux zones où il est le moins fréquent, contrairement à certains ubacs et aux zones plus élevées. Seules les corniches sont soumises à un nombre d'alternances gel/dégel plus important car elles sont plus exposées.

Ces alternances favorisent la désagrégation mécanique des roches. En conclusion, nous pouvons dire que cette région est soumise à un climat relativement agressif favorable à une érosion active.

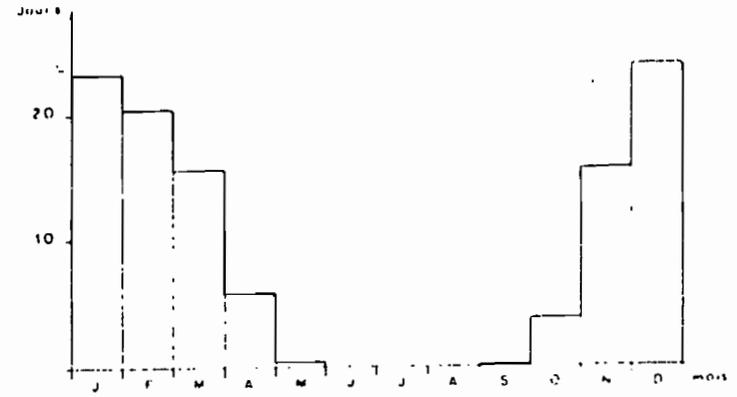
PLUVIOMETRIE MOYENNE A LA STATION DE LARAGNE-MONTEGLIN
-MONTEGLIN
(Période 1951-1980)



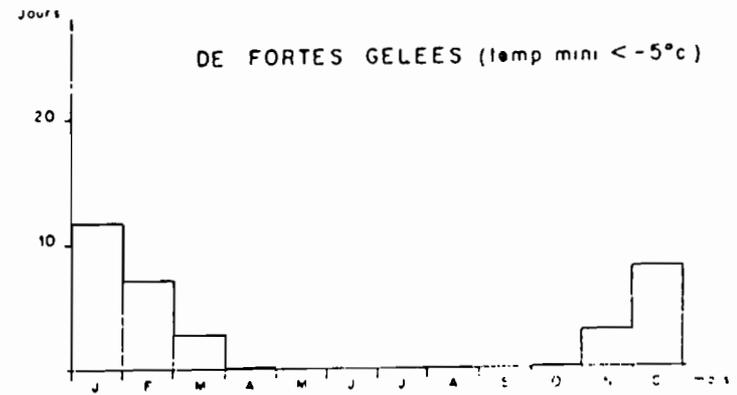
NOMBRE MOYEN DE JOURS AVEC CHUTES DE NEIGE
(Période 1951-1980)



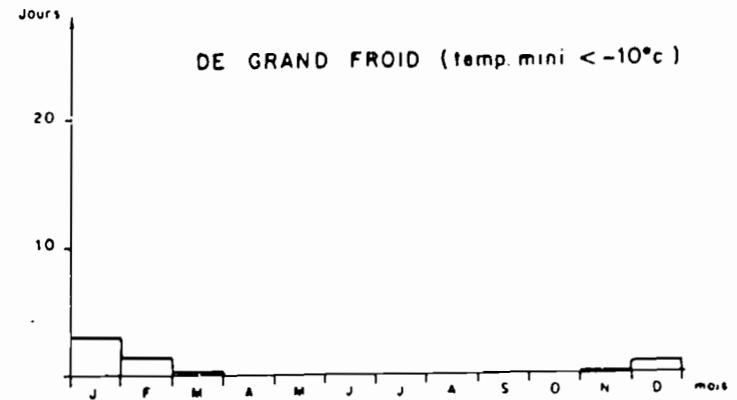
NOMBRE MOYEN MENSUEL DE JOURS DE GELEE
(temp mini ≤ 0°C)



DE FORTES GELEES (temp mini < -5°C)



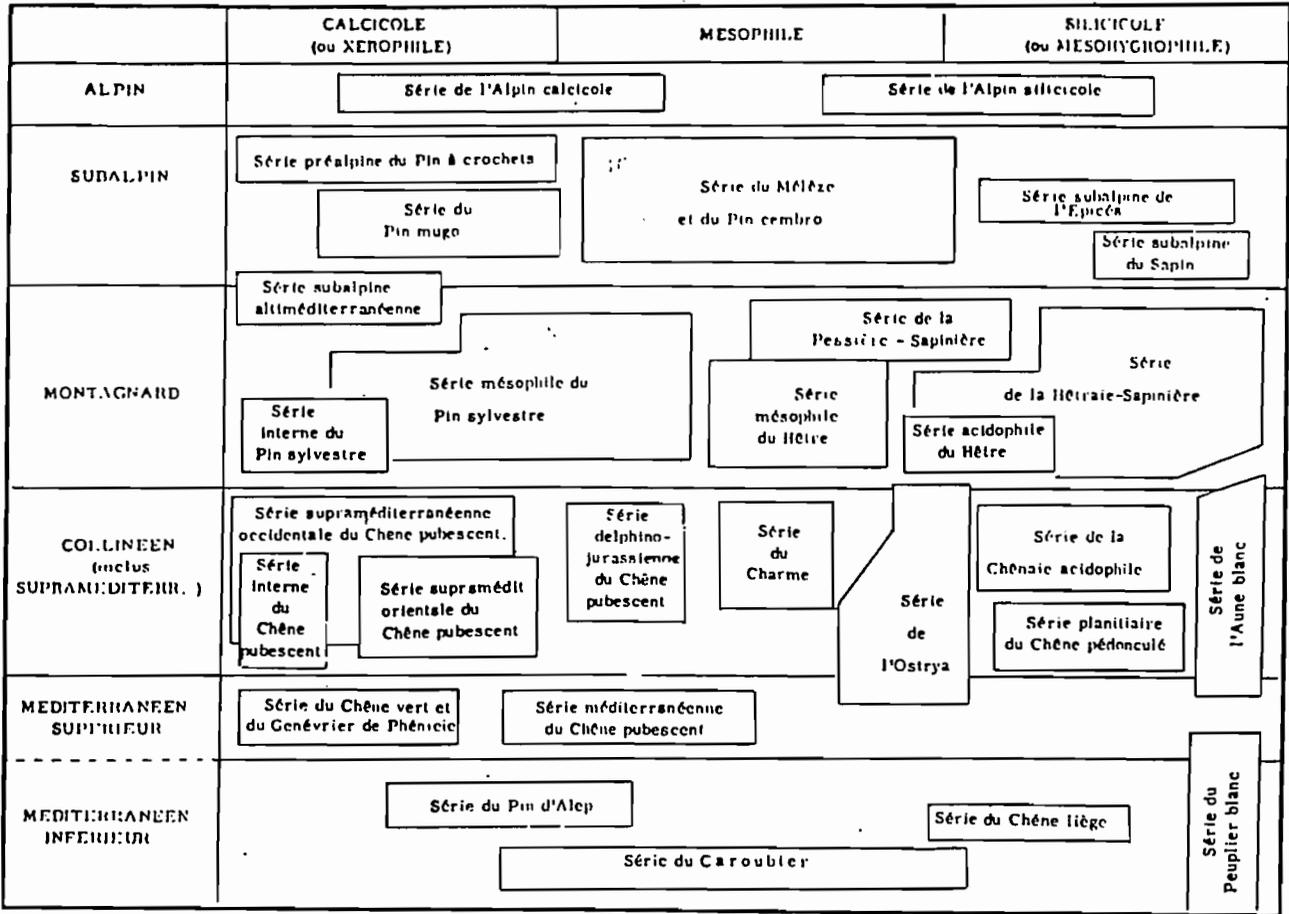
DE GRAND FROID (temp mini < -10°C)



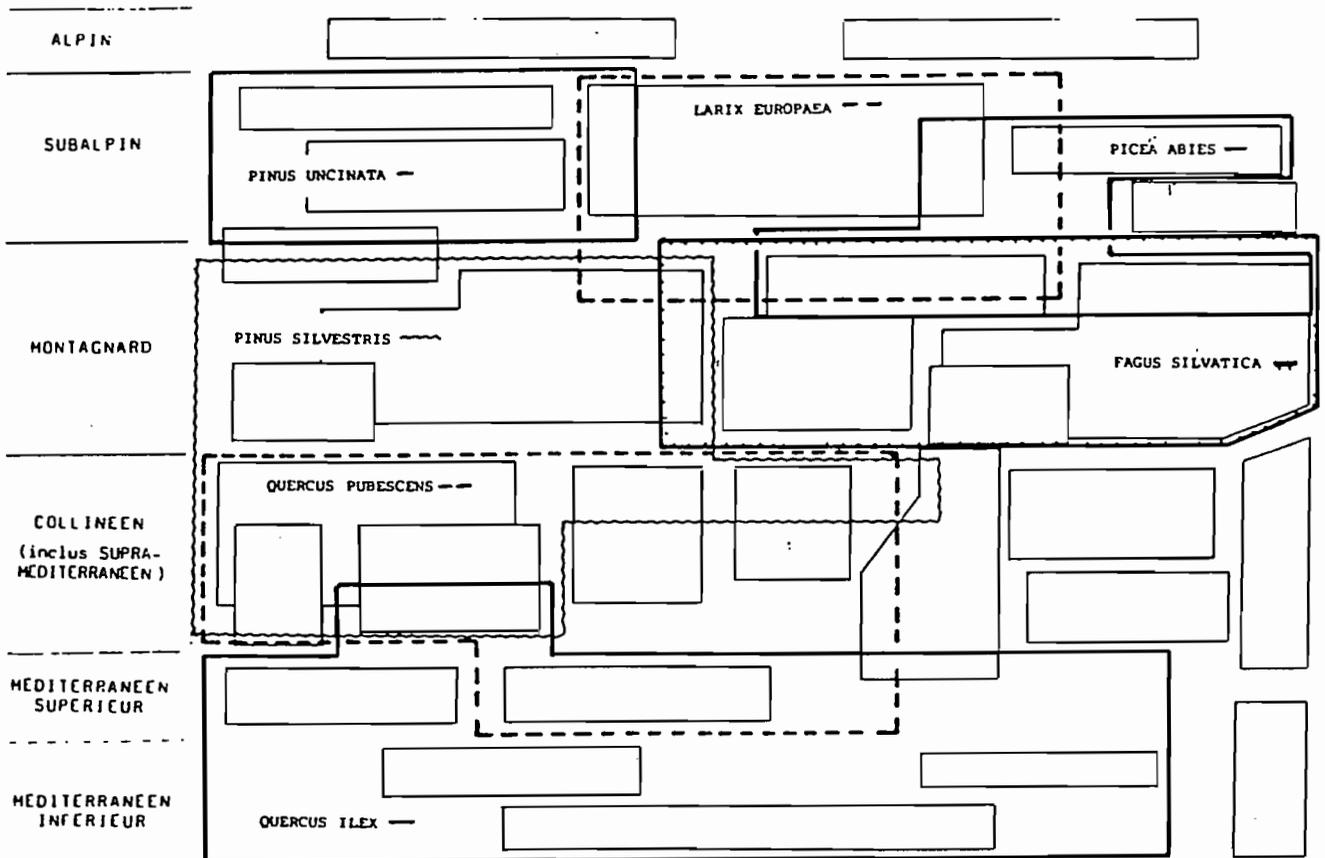
STATION DE LARAGNE - MONTEGLIN
(Période 1951-1980)

FIG 3

Fig. 4



Disposition schématique des séries de végétation des Alpes sud-occidentales en fonction de leur écologie.



— Répartition de quelques essences forestières dans les différentes séries. Les cadres en trait fin représentent les séries de la même place. Les cadres en trait épais correspondent à la distribution écologique de certaines essences forestières. On voit que chacun de ces arbres occupe plusieurs séries (de 3 à 7 séries différentes); il en résulte diverses conséquences dans la dénomination des séries. 1) aucune d'elles ne porte le nom du Chêne vert, ce qui pourrait paraître à première vue surprenant; 2) la plupart du temps, une série est désignée par un nom d'arbre suivi d'un qualificatif, ce qui est absolument nécessaire pour une dénomination univoque; 3) il n'y a rien de commun entre le concept physiognomique de formation et la définition de l'unité biologique que constitue la série

D. LE CONTEXTE BIOGEOGRAPHIQUE

La faible extension altitudinale des reliefs de la région ne permet pas un étagement développé de la végétation.

Deux étages se succèdent sur les versants : à la base, l'étage collinéen, représenté par la série supraméditerranéenne occidentale du Chêne pubescent (cf. fig. 4 - 5), puis de 1100 m d'altitude environ jusqu'aux sommets, l'étage montagnard représenté par la série mésophile du Hêtre.

Du fait de l'ancienneté du peuplement humain et de l'exploitation agro-pastorale, les formations climaciques (forêts primaires) ont laissé la place, soit à des formations dégradées (landes et pelouses), soit à des forêts secondaires, paraclimaciques ou de substitution (reboisements).

1 - L'étage collinéen

Au stade paraclimacique, il se présente, selon les conditions écologiques, comme un taillis compact de chênes pubescents n'excédant pas 8 m de hauteur, parfois mêlés ou même localement remplacés par des pins sylvestres rabougris.

Le Pin sylvestre devient dominant sur les sols les plus pauvres et vers la marge supérieure de l'étage, de plus il a un comportement pionnier sur les marnes nues des bad-lands.

Ces forêts basses qui couvrent les adrets jusqu'aux corniches et les ubacs jusqu'à mi-versant autour de la montagne de ST-GENIS, sont appelées "Blaches" dans la toponymie locale.

Les espèces caractéristiques du sous-bois de cette chênaie à pins sylvestres sont des buissons de Genêt cendré (*Genista cinerea*), Génévrier commun (*Juniperus communis*) et Lavande (*Lavandula vera*), formant une strate arbustive dominant un tapis herbacé à Brome érigé (*Bromus erectus*), Ellébore fétide (*Helleborus foetidus*) et Germandrée petit-chêne (*Teucrium chamaeae-dryis*).

Les stades de dégradation sont dans l'ordre croissant :

a) La fruticée :

Brousse impénétrable de buissons épineux à baies parmi lesquels l'omniprésent Argousier (*Hippophaë rhamnoides*) accompagné du Génévrier commun et d'espèces variées de Ronces (*Rubus ssp*), de l'Aubépine (*Crataegus monogyna*), de l'Epine-vinette (*Berberis communis*), du

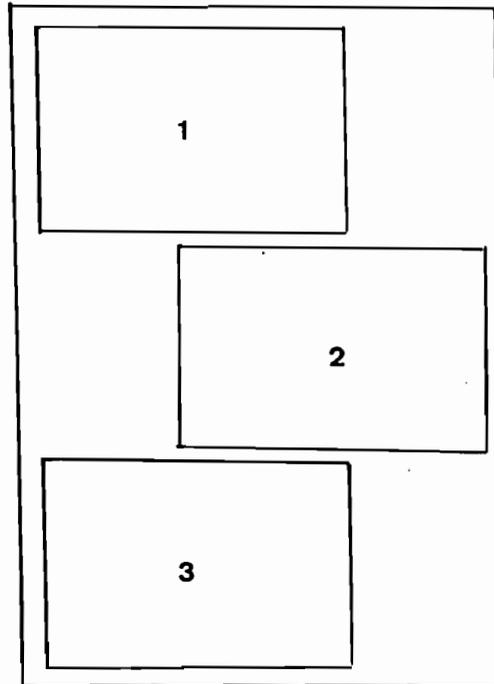


Photo 1 :

Vue vers le bassin-versant de Savournon depuis le rocher du château de l'Aigle.
Septembre 1986.

(Fanthou T.)

Photo 2 :

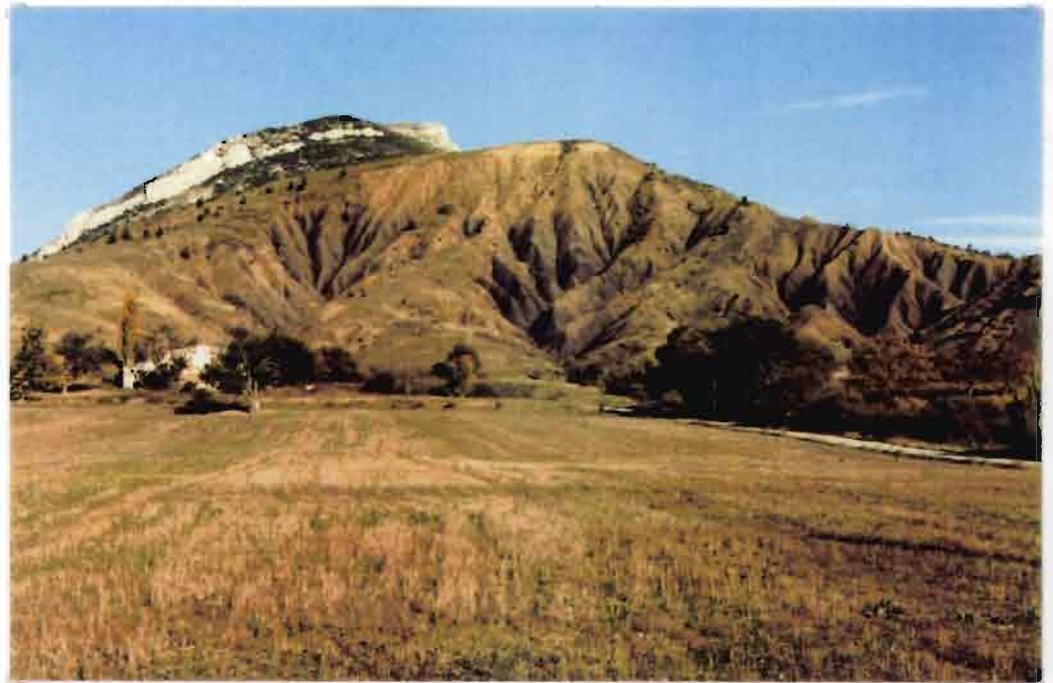
Vue vers le bassin-versant de Saint-Genis depuis la nationale 75.
Septembre 1986.

(Fanthou T.)

Photo 3 :

Vue vers le bassin-versant de Mison. Au premier plan, le lac le Mison, réserve
d'eau pour l'irrigation.
Septembre 1986.

(Fanthou T.)





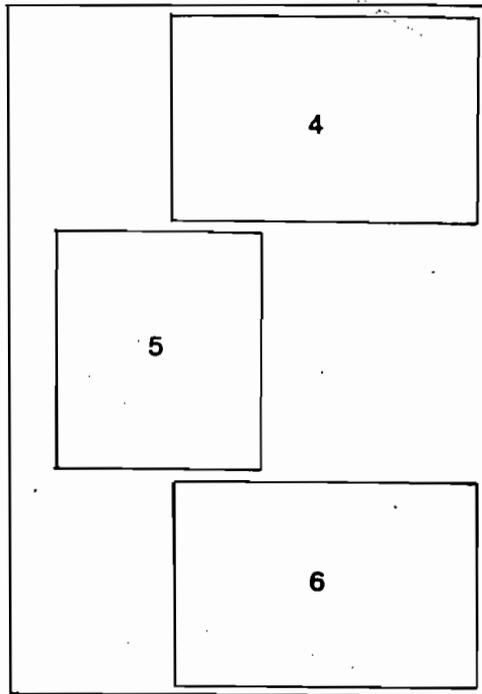


Photo 4 :

Recolonisation spontanée d'une pelouse par les pins sylvestres.
(Bassin-versant de Saint-Genis).

(Fanthou T.)

Photo 5 :

La Fruticée
(Bassin-versant de Savournon).

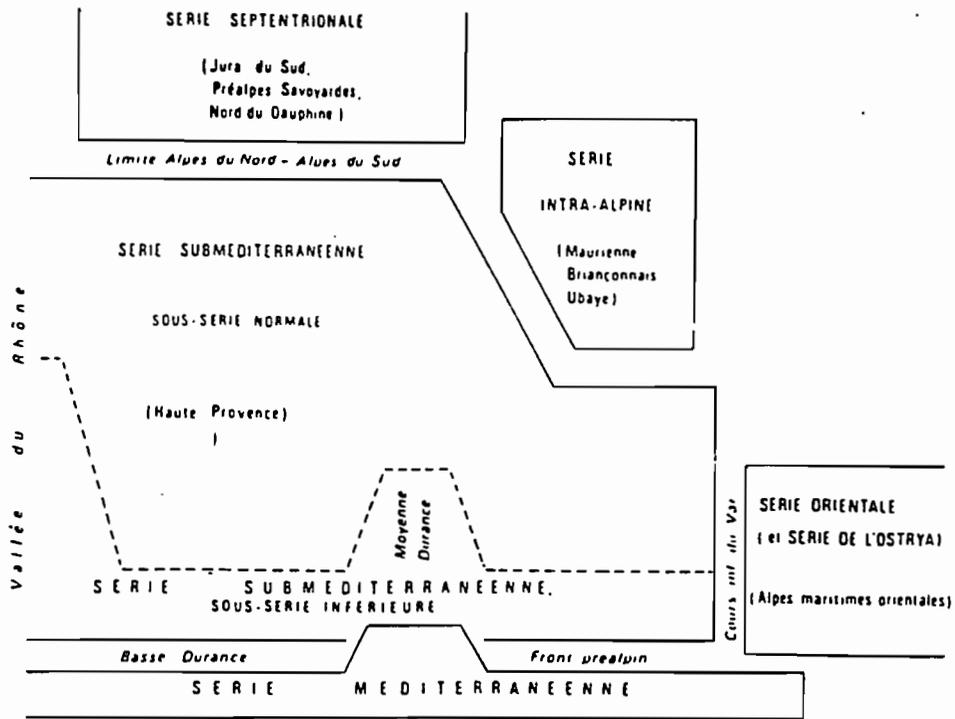
(Fanthou T.)

Photo 6 :

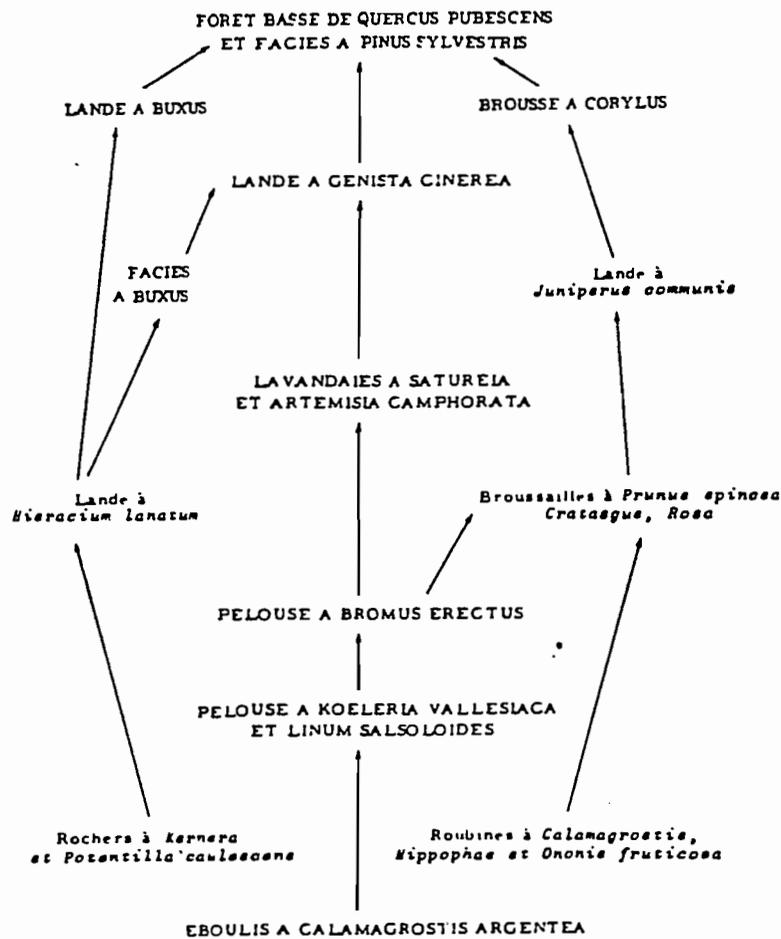
Lande à Genêt cendré (*Genista cinerea*) avec quelques jeunes chênes pubescents.
(bassin-versant de Saint-Genis).

(Fanthou T.)

Fig. 5



- Schéma de la disposition relative des différentes séries du Chêne pubescent dans les Alpes sud-occidentales (d'après OZENDA, 1970). Au lieu de subméditerranéenne, lire supraméditerranéenne.



- Dynamisme de la série supraméditerranéenne du Chêne pubescent. En majuscules, les groupements les plus importants.

Prunellier (*Prunus spinosa*) et de l'Eglantier (*Rosa canina*), enchevêtrés dans le réseau des lianes de Clématite (*Clematis vitalba*).

Cette fruticée forme de véritables galeries tapissant le fond des ravines et la base des versants dans les bad-lands.

b) La lande à Genêt cendré :

Piquetée de genévriers communs et de pins sylvestres épars, dominant un tapis de Lavande, Thym (*Thymus vulgaris*), Koeleria du Valais (*Koeleria vallesiaca*) et Fétuque (*Festuca duriuscula*). Cette lande caractérise bien les anciennes lavandaies en voie de recolonisation ainsi que les parcours à moutons régulièrement incendiés de SAVOURNON.

c) La pelouse rase à Fétuque des moutons (*Festuca glauca*) et Koeleria, marque le stade de dégradation ultime de la série et passe, lorsque les pentes s'accroissent, à une végétation clairsemée de Bauche (*Calamagrostis argentea*) et d'argousiers en touffes isolées accrochées aux versants des roubines.

2 - L'étage montagnard

Il se caractérise, dans la région, par l'extension des zones boisées interrompues, çà et là, par les entailles des bassins de réception torrentiels (pourtour de la montagne de ST-GENIS, montagnes d'ARAMBRE et d'AUJOUR).

Au stade climacique, il est occupé par une hêtraie mésophile à laquelle se mêlent des pins sylvestres. Son sous-bois est constitué de noisetiers (*Corylus avellana*), troènes (*Ligustrum vulgare*), amélanchiers (*Amelanchier ovalis*), et érables (*Acer campestre*). A cette hêtraie se substituent fréquemment des bois de pins sylvestres opportunistes ou bien des plantations de pins noirs d'Autriche mises en place par l'ONF pour lutter contre l'érosion des versants marneux (cf. fig. 5).

Les trois bassins versants sur lesquels nous avons réalisé notre étude sont entièrement situés dans l'étage collinéen. C'est pourquoi nous ne nous étendrons pas davantage sur la description de l'étage montagnard.

Le détail de la végétation des bassins sera étudié dans la quatrième partie de ce mémoire.

III. L'ENVIRONNEMENT GEOMORPHOLOGIQUE

A. ANALYSE STRUCTURALE

Cette région se situe essentiellement dans les "terres noires". C'est une formation à dominante argileuse appartenant à la série jurassique du bassin rhodanien. Ces marnes noires, épaisses de 1300 à 2000 m affleurent principalement dans les dépressions correspondant aux grands anticlinaux évidés par l'érosion (dépressions de LARAGNE, SAVOURNON et VENTAVON).

1 - Contexte stratigraphique : "les terres noires"

La formation des marnes noires débute au Bajocien supérieur et prend fin à l'Oxfordien moyen. La découverte d'un niveau fossilifère médian (M. ORGEVAL, M. ZIMMERMAN et B. PLANCHUT, 1957) a permis la division de la formation en deux membres d'épaisseur sensiblement équivalente (ARTRU, 1972) (cf. fig. 6).

a) Le membre inférieur :

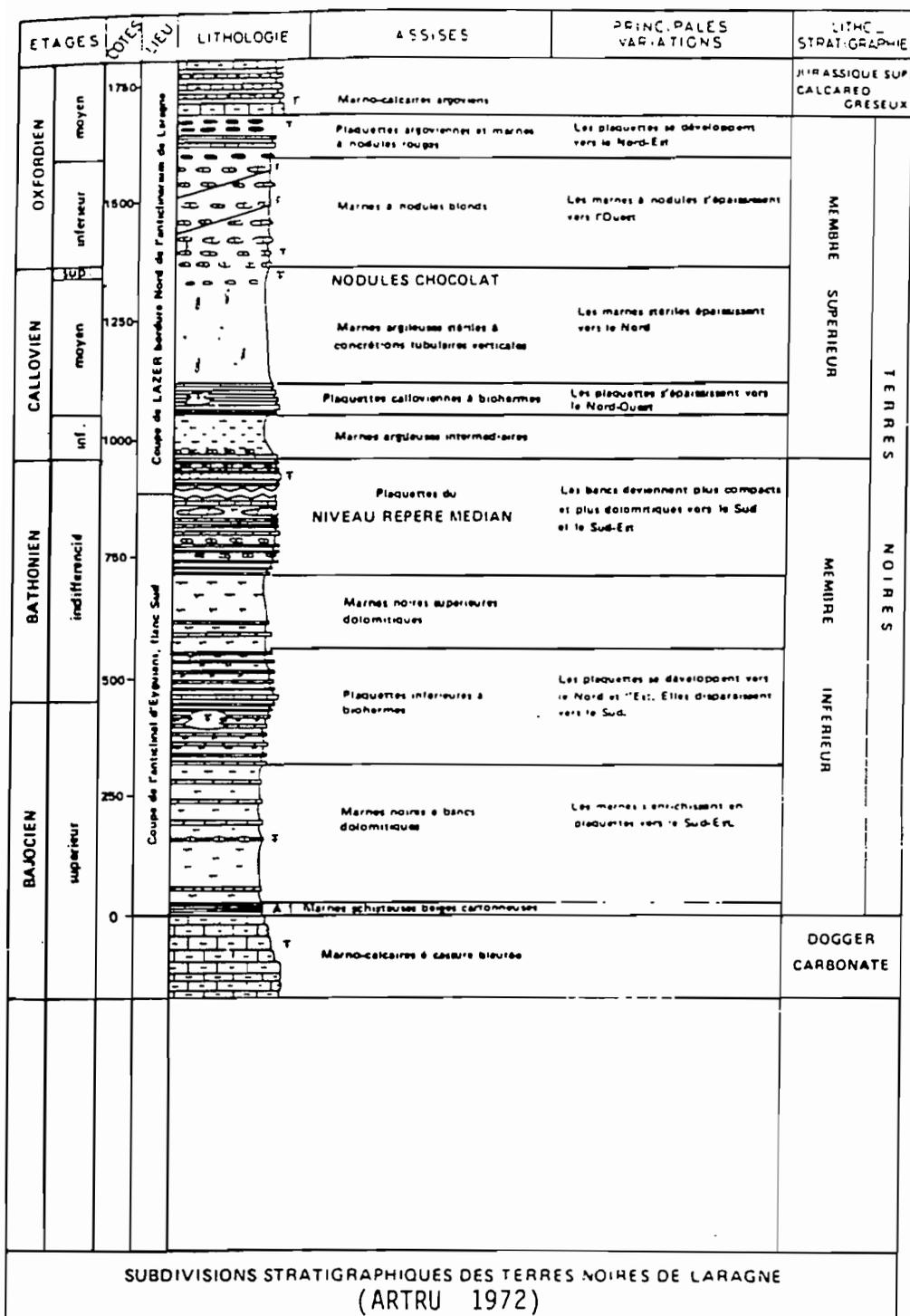
La formation des marnes noires repose sur le Dogger, représenté par des calcaires marneux compacts en bancs de 1 m. Sur cette base vient se superposer une épaisse formation marneuse constituée par :

- . des marnes en plaquettes schisteuses fines d'allure cartonneuse, du Bajocien supérieur, renfermant à leur base des moules internes de lamellibranches de couleur beige clair.
- . des marnes noires à posydonies comportant quelques plaquettes calcaires décimétriques et quelques bancs dolomitiques à patine ocre.
- . l'assise des "plaquettes inférieures" formée d'une alternance de plaquettes décimétriques comportant des biohermes à spongiaires. Cette assise se termine par quelques gros bancs fossilifères d'allure rythmique à moules d'ammonites écrasés, datés du Bathonien moyen, identiques à celles décrites précédemment sous les plaquettes inférieures.

b) Les plaquettes du niveau repère médian :

Ce niveau repère médian se compose d'une alternance de bancs carbonatés d'épaisseur croissante vers le haut. Il constitue un horizon constant. Daté par de nombreux fossiles, il marque la base du Callovien et termine le membre inférieur des terres noires.

Fig. 6



SUBDIVISIONS STRATIGRAPHIQUES DES TERRES NOIRES DE LARAGNE (ARTRU 1972)

c) Le membre supérieur :

Sa composition se révèle sur une coupe située sur le versant sud de la montagne de ST-GENIS à LAZER. Il se compose :

- . d'argile brune,
- . de "plaquettes colloviennes", de faciès comparable à celles du membre inférieur, datées d'après les biohermes à spongiaires qu'elles contiennent.
- . d'une épaisse assise argileuse composée de marnes dites "stériles" de couleur brune, à débit en paillettes.

Dans sa partie supérieure, cette assise argileuse comporte des lits de nodules légèrement phosphatés, appelés "nodules chocolat".

Ces lits noduleux sont rattachés au Callovien supérieur et à l'Oxfordien inférieur (zone de condensation).

- . et enfin, des marnes à nodules blonds.

Les terres noires se terminent par une série marnocalcaire de l'Oxfordien moyen. Il n'y a pas de discordance visible ni de traces d'émersion à la partie supérieure des terres noires. Cette description montre que la sédimentation de cette formation se caractérise par une alternance à grande échelle d'assises argileuses et d'assises rythmiques à plaquettes ; ces dernières se fondant de manière progressive dans les premières.

2 - Contexte lithologique

Globalement, nous pouvons dire que nous sommes en présence de deux grands ensembles :

- le premier correspondant à la formation des marnes noires décrites précédemment et donc composé de roches tendres,
- et le second composé du moins résistant au plus résistant par le Sequanien, le Kimmeridgien inférieur et le Tithonique (regroupant le Kimmeridgien supérieur et le Portlandien).

Le passage d'un ensemble à l'autre se fait progressivement : marnes à nodules, marno-calcaires, calcaires en plaquettes, et enfin calcaires tithoniques.

Nous sommes donc en présence d'une lithologie vulnérable puisque constituée d'une énorme majorité de roches tendres très sensibles à la désagrégation mécanique et à l'affouillement.

La seule roche vraiment résistante est le calcaire tithonique même si sa dissolution est active et s'il est soumis aux éboulements par gravité, sous corniche. Mais 80 à 100 m de calcaire tithonique ont bien du mal à protéger les 1300 m de marnes noires qu'ils surmontent. Si bien que les principaux traits de la lithologie se trouvent marqués dans le paysage ; la carapace tithonique fut rapidement éventrée et les dépressions creusées dans les marnes noires. Ceci explique l'ampleur des creux par rapport aux zones élevées et l'omniprésence des bad-lands dans la région. Quelques reliefs existants, en particulier la montagne de ST-GENIS sont armés par le calcaire tithonique qui forme ici de belles corniches.

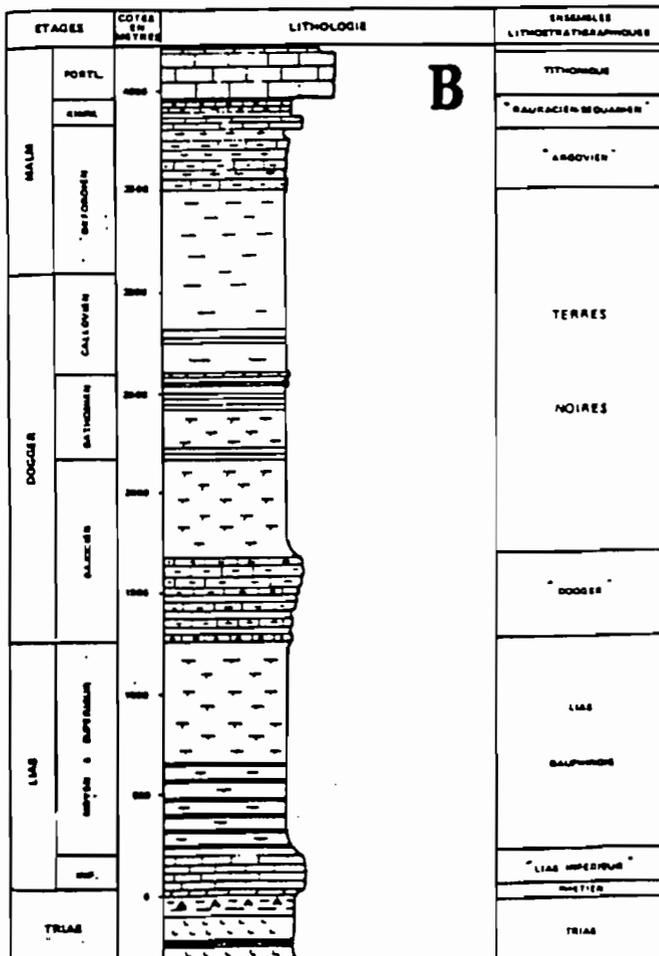
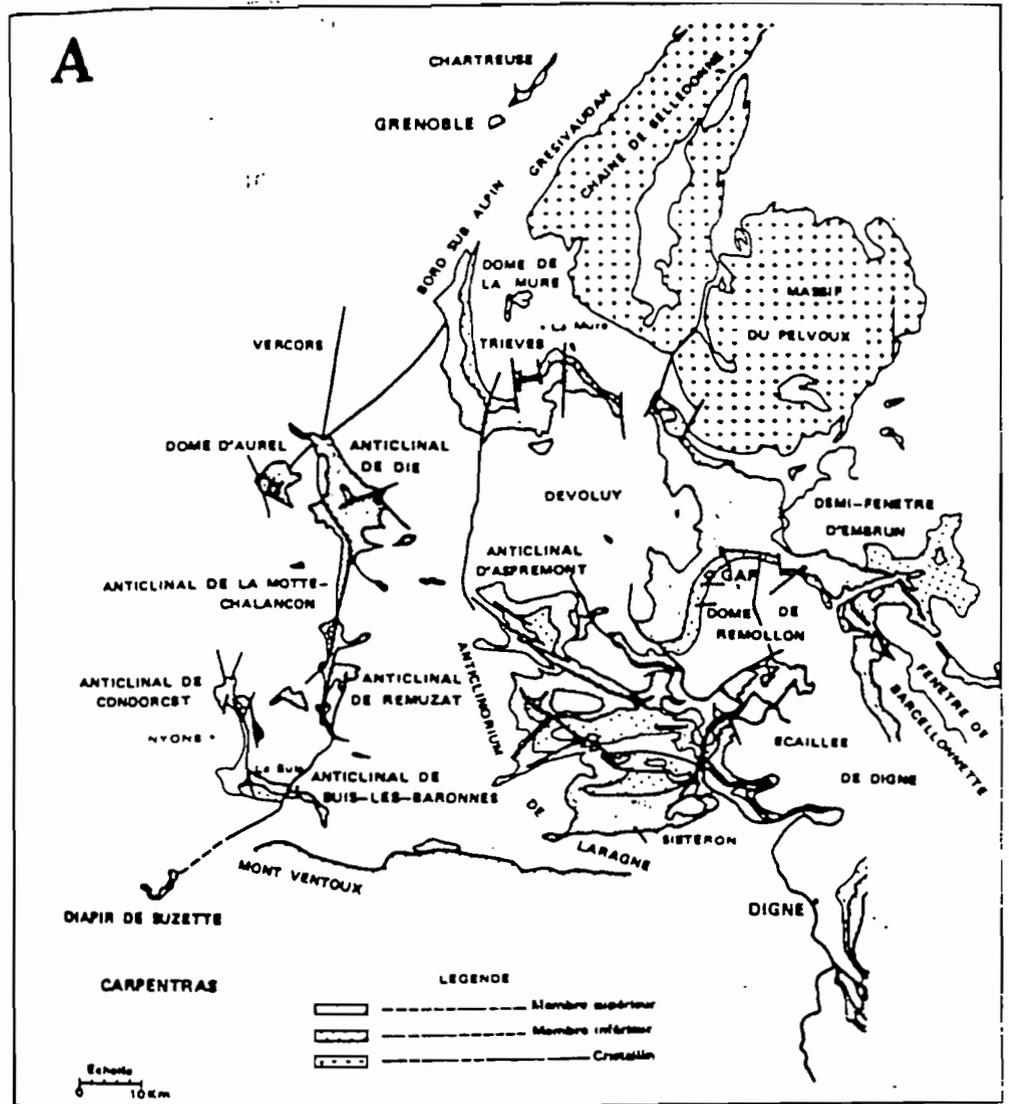
3 - Contexte structural

La région de LARAGNE (anticlinorium de Laragne) fait partie des chaînes subalpines dont un aperçu tectonique d'ensemble a été donné par J. GOGUEL (1939).

"Cette région montre la superposition de deux phases orogéniques successives. La première phase dite "pyrénéo-provençale", est responsable de plis (droits, métriques à kilométriques) est-ouest, secondairement déversés vers le sud. La genèse de ces formations s'étale du Crétacé supérieur à l'Eocène moyen. La seconde phase de direction nord-ouest-sud-est à nord-sud, dite alpine, date de l'Oligocène et du Néogène. Elle déforme les structures prédécentes, ce qui entraîne un réseau de décrochements nord-sud et des mouvements tangentiels localisés" (LEMOINE, 1972) (cf. fig 7).

La carapace formée par le calcaire tithonique des anticlinaux fut rapidement éventrée, laissant ainsi à la portée des agents érosifs la formation des marnes noires, évidée peu à peu. Les voûtes anticlinales correspondent de nos jours aux dépressions, tandis que les synclinaux, de par leur position relativement protégée correspondent actuellement aux reliefs. Nous sommes donc en présence d'un relief inversé.

Fig. 7



A Affleurements de Terres Noires

B Représentation schématique de la série Jurassique dans la partie centrale du bassin Rhodanien.

Les Terres Noires.
du bassin Rhodanien.
(ARTRU 1972)

B. ANALYSE MORPHOLOGIQUE

1 - Un relief inversé

Cette région se caractérise par l'ampleur des dépressions par rapport aux zones élevées.

La montagne de ST-GENIS, remarquable val perché limité sur toute sa circonférence par un crêt tithonique, est cernée de part et d'autre par de vastes combes anticlinales (cf. fig. 8).

Si celles de SAVOURNON et de VENTAVON n'ont probablement pas été empruntées par les glaciers Rissiens et Würmiens, les buttes morainiques laissent supposer que les glaciers Mindéliens sont passés par la dépression de VANTAVON.

Ces buttes sont généralement constituées de roches calcaires et cristallines englobées dans une abondante matrice argileuse. Un comptage a permis de dénombrer environ 65 % de roches cristallines contre 35 % de roches calcaires.

60 % de ces galets sont très émoussés et fortement altérés, cela permet d'attribuer ces dépôts au Mindel.

Cette dépression est dominée au nord par la montagne des Selles, synclinal perché de direction pyrénéo-provençale, pincé et déversé en direction du sud. Son crêt normal est constitué par la corniche la plus basse.

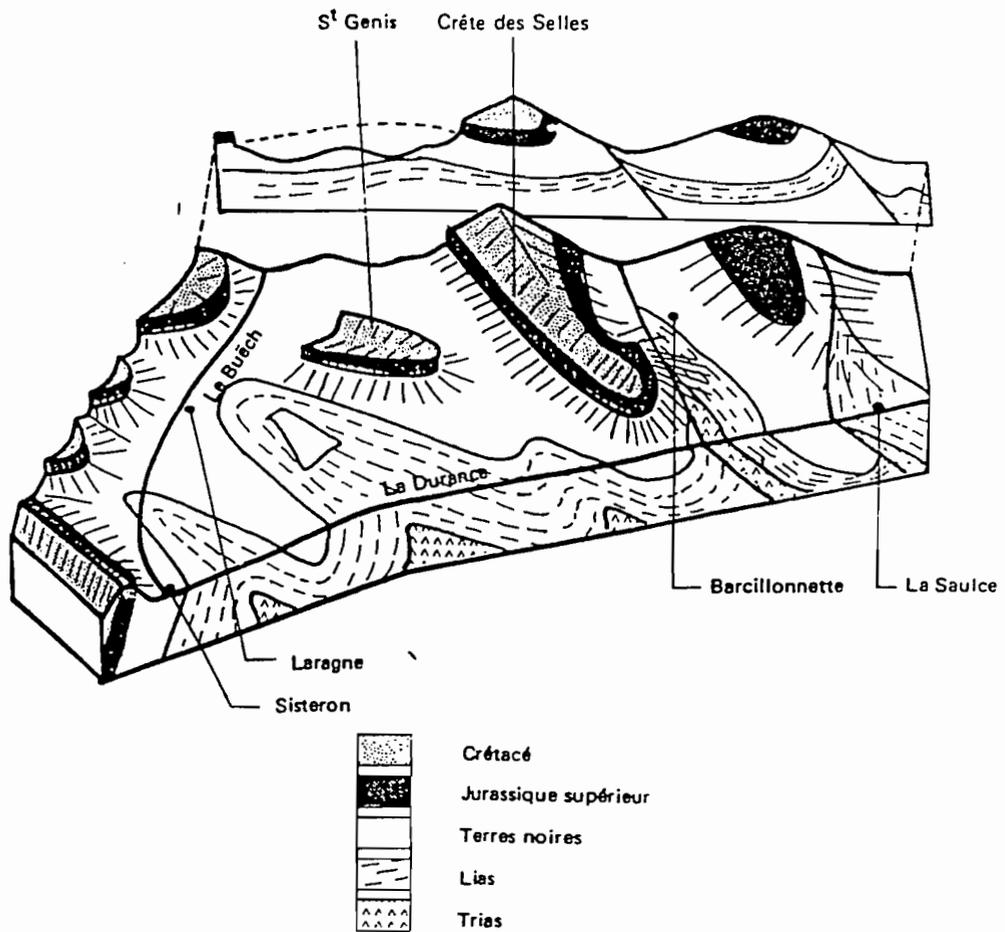
Le vaste bassin de LARAGNE encombré par de nombreux dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires présente une topographie chaotique.

2 - Une particularité régionale : la concavité parabolique des versants

Cette particularité fut mise en évidence par C. MEYZENQ : Les versants sous corniche de calcaire tithonique qui entourent le val perché de ST-GENIS et se développent au pied de la montagne d'AUJOUR, sont des versants à concavité parabolique.

Ces versants à glacis ont une pente qui est en parfaite corrélation avec l'altitude et la quantité d'eau tombée en chaque point, c'est-à-dire que la quantité d'eau écoulée sur le versant augmente au même rythme que la pente diminue.

Fig. 8



— Bloc diagramme schématique du Laragnais

Les plissements tardifs d'axe NW-SE visibles à l'est du diagramme (Barcellona), laissent place, à l'Ouest, aux plis plus anciens E-W du Rosannais. Entre eux, le bassin de Laragne a été largement érodé et aplani, gardant comme butte témoin le synclinal de Saint-Genis.

Tiré de J. GUITER.

D'une manière générale, ils s'étendent selon des directions orthogonales à la direction de l'escarpement et divergent sur le pourtour de la montagne de ST-GENIS. Ces versants, à concavité parabolique, ont une localisation très limitée : ils ne se remarquent que dans les reliefs pré-alpins inversés du Sud. Leur stricte localisation résulte, d'après MEYZENQ :

- 1°) de la lithologie ; le matériel fin et abondant produit par la gélifraction du calcaire tithonique, ainsi que le matériel marneux tendre, sont des éléments facilement mobilisables.
- 2°) de la topographie et de la structure ; la présence de vastes combes anticlinales permet le développement de longs versants. De plus, un écoulement de type diffus est nécessaire pour le façonnement de ces versants. Or, le maintien de la couche de calcaire formant l'abrupt sur une grande distance et à une altitude constante, ainsi que la relative homogénéité de la série marneuse, ne favorisent pas la concentration des eaux.
- 3°) de l'hydrographie ; il faut une puissante rivière allogène qui puisse évacuer les débits, sinon on passe rapidement à des glacis d'accumulation par relèvement du niveau de base.

Enfin, il faut un système climatique favorisant l'écoulement en nappe, ce qui implique une couverture végétale faible ou nulle. Mais là, il y a une divergence d'interprétation entre les tenants de la théorie du système périglaciaire (BIROT) et ceux du semi-aride (MASSEPORT). Ces glacis ne sont plus fonctionnels ; ils sont donc hérités et ne constituent pas une morphogénèse actuelle (BIROT, 1981 ; MASSEPORT, 1964).

Il est intéressant de remarquer que des ruptures perturbent çà et là le profil de ces versants. Elles sont liées, en général, à une modification de l'homogénéité de la série marneuse qui provient de plis affectant son épaisseur.

Elles se traduisent par des buttes marneuses érodées sous la forme de bad-lands.

3 - Processus morphogéniques actuels

Ces processus sont qualifiés d'actuels dans le sens où ils sont remarquables à l'échelle humaine des temps. Ils sont, bien entendu, intégrés dans d'autres processus qui s'effectuent à l'échelle des temps géologiques. Ils se caractérisent par la soudaineté de leur réalisation, si bien que le milieu naturel ne peut s'adapter assez vite aux conditions créées. Ce qui provoque des déséquilibres dans les écosystèmes concernés ; ceux-ci s'inscrivent dans nos paysages contemporains.

a) L'omniprésence des bad-lands :

Ces bad-lands font partie des formes d'érosion actuelles dans la mesure où l'on peut assister à leurs déclenchements, ou, s'ils sont hérités, dans la mesure où ils sont encore entièrement fonctionnels.

Avant de se creuser dans les marnes noires, ils doivent tout d'abord entailler les formations qui recouvrent celles-ci. A ce stade, ils sont de couleur pâle avec des interfluves mous. Au stade de maturité, ils sont généralement noirs avec des interfluves aigus. Les bad-lands représentent l'essentiel de l'érosion linéaire.

Ils se forment en effet lorsque la densité du couvert végétal est trop faible pour assurer l'interception et l'infiltration des eaux de pluie.

Le ruissellement entraîne de plus en plus de particules fines si bien que le sol s'appauvrit, la végétation a de plus en plus de mal à s'y fixer et devient rare : l'infiltration des eaux de pluie est de plus en plus faible. Lors des pluies importantes, la perméabilité des marnes étant très limitée, l'infiltration devient négligeable par rapport à la lame écoulée. Une fois la végétation disparue, profitant d'une faiblesse de la roche (microfailles), les filets d'eau se concentrent et le creusement s'effectue de manière linéaire.

Le déclenchement de ce phénomène est souvent lié à l'action anthropique : le déboisement de zones pentues en vue d'accroître la surface cultivée et surtout l'abandon des terres labourées comme pâturages aux troupeaux transhumants en sont les principales causes.

Le troupeau favorise le ruissellement, d'une part parce qu'il broute le peu de végétation qui maintient encore le sol sur les pentes, d'autre part, parce qu'il laboure littéralement celui-ci par son piétinement répété.

Nous nous attacherons à montrer la dynamique des bad-lands dans le chapitre C de cette même partie.

b) Constance et discrétion des mouvements de solifluxion :

Les différentes formes de solifluxion laissent des marques diverses dans le paysage.

Ces marques sont beaucoup plus discrètes dans la région que celles liées au ravinement. Ces phénomènes de solifluxion dépendent de la saturation en eau du sol ou de son substratum.

Cette saturation intervient le plus souvent lors de pluies fines et persistantes ou lors de la fonte des neiges.

Ces phénomènes sont liés aux limites de plasticité et de liquidité des sols qu'ils affectent (Limites d'ATTERBERG).

D'une manière générale, on peut dire que le sol franchit sa limite de plasticité lorsqu'il devient mou et malléable et perd sa cohésion apparente. Il franchit sa limite de liquidité lorsqu'il commence à s'écouler sur une pente sous l'effet de la gravité.

Ces limites sont relativement basses, dans les marnes noires, puisque la limite de plasticité est d'environ 26 % et celle de liquidité d'environ 37 % (DESCROIX, op. cit.).

On comprend aisément que ces phénomènes soient bien développés sur nos bassins-versants d'étude.

La solifluxion prend différentes formes selon qu'elle affecte une plus ou moins grande épaisseur de sol et de substratum.

c) La solifluxion en terrassettes :

C'est une solifluxion pelliculaire où la déformation du sol est due au franchissement de sa limite de plasticité. Le sol glisse en un mouvement lent sur le substratum ou ses horizons inférieurs.

L'horizon supérieur affecté par le mouvement garde en grande partie sa cohésion grâce aux racines de la végétation qui le fixent en blocs. Ces blocs se détachent les uns des autres et forment ainsi des gradins qui peuvent basculer légèrement dans la pente. Ce mouvement est très lent. Cependant, on peut l'apprécier grâce à la courbure basale des vieux arbres (MISON). Le rôle stabilisateur de la végétation n'entrave pas complètement la marche du phénomène.

Il s'entretient de lui-même car au moment où la terrassette commence à basculer dans la pente, il se crée une petite fissure favorisant l'infiltration de l'eau et donc la saturation des horizons inférieurs. Lors d'orages violents et répétés le mouvement peut s'accélérer et la limite de liquidité être franchie.

On aura alors une solifluxion avec cisaillement basal (BIROT) et la terrasse s'écoulera sur la végétation située en aval.

Si ce glissement se poursuit, il est possible qu'il provoque une dénudation totale des horizons inférieurs et qu'un bad-land lui succède.

d) Les mouvements de masse :

Ils s'expriment pas des modelés chaotiques présentant une succession de bosses et de creux. Ils se développent bien dans les marnes noires qui sont des matériaux riches en fines. Ils correspondent à des mouvements plus profonds, affectant une tranche de terrain plus épaisse.

Ce type de versants est associé à des pentes modérées. Quand les déformations s'accroissent, il se développe des fissures de traction qui se manifestent par des déchirures localisées : "coup de cuillère" en forme d'amphithéâtre ; la masse déplacée se situe en contre-bas et n'a, le plus souvent, pas subi de perturbation structurale.

C. DYNAMIQUE ACTUELLE DES BAD-LANDS

1 - L'altération des terres noires

a) Caractéristiques géochimiques

Les travaux menés en particulier par M. ARTRU, ont montré que les marnes noires se placent dans le domaine des argiles siliceuses carbonatées (ARTRU, 1972).

- les argiles sont le constituant principal des marnes noires. Leur cortège minéralogique est constitué d'illite, d'interstratifiés illite-montmorillonite irréguliers ou réguliers, de kaolinite et chlorite.
- les carbonates forment le second constituant majeur : la calcite est dominante, mais la dolomite est souvent présente en quantité également importante.
- la phase siliceuse correspond toujours à un pourcentage important dans les analyses diffractométriques de roches totales.
- enfin la phase organique est non négligeable dans la composition globale. Elle correspond, soit à une matière organique fortement carbonisée, issue de la couverture végétale existant au Jurassique, soit à une matière organique résultant de l'accumulation de restes de plancton

et d'organismes benthiques (sur le fond ou dans les sédiments frais) au cours de la sédimentation (cf. fig. 9).

b) Le manteau d'altération

La surface des bad-lands est rarement constituée par de la roche saine : mis à part dans le fond des chenaux d'écoulement où leur creusement prend de vitesse l'altération, et dans quelques endroits des versants où la roche saine est momentanément mise à l'air libre après un mouvement de masse, la majorité des versants est recouverte par une couche altérée superficielle. Cette couche altérée est constituée du sommet à la base (M. BUFFALO, 1987) par :

- un encroûtement superficiel correspondant à une pellicule plus dure que la couche altérée située en dessous, d'environ 0,5 cm d'épaisseur ;
- un horizon désagrégé (de 5 à 10 cm) formé de marnes désorganisées. Celles-ci sont réduites en de petits fragments très plats (paillettes) dont la taille s'échelonne entre 1 à 10 cm environ. Ce niveau est soumis à des glissements gravitaires. Il présente une décoloration franche ;
- une couche intermédiaire (d'environ 5 cm) : les couches stratigraphiques des marnes sont affectées par un début de désorganisation. Vers le sommet de la couche, les marnes sont débitées en bâtonnets semblables à des frites, et on assiste à une décoloration de ceux-ci. C'est dans ce niveau que se situe le front d'altération majeur ;
- la roche "mère" : presque saine, elle n'a pas encore subi d'altération profonde. Le sommet de cet horizon est malgré tout soumis au gel et à l'humectation en raison de la grande perméabilité des zones altérées le recouvrant. Ceci se traduit par l'existence de fines fissures sur une épaisseur verticale de 5 à 10 cm. Malgré cela, la roche garde sa structure stratigraphique caractéristique.

L'altération de la couche superficielle des marnes noires se traduit essentiellement, du point de vue géochimique, par un lessivage des argiles. On peut remarquer que le manteau d'altération est d'autant plus épais que la pente des versants est faible.

2 - Les processus d'érosion

Ces processus sont d'autant plus actifs que la roche étant à nu, elle est directement soumise à leur action. Le champ libre ainsi laissé aux processus d'érosion et la lithologie fragile des marnes noires rendent compte de la dynamique relativement rapide des bad-lands.

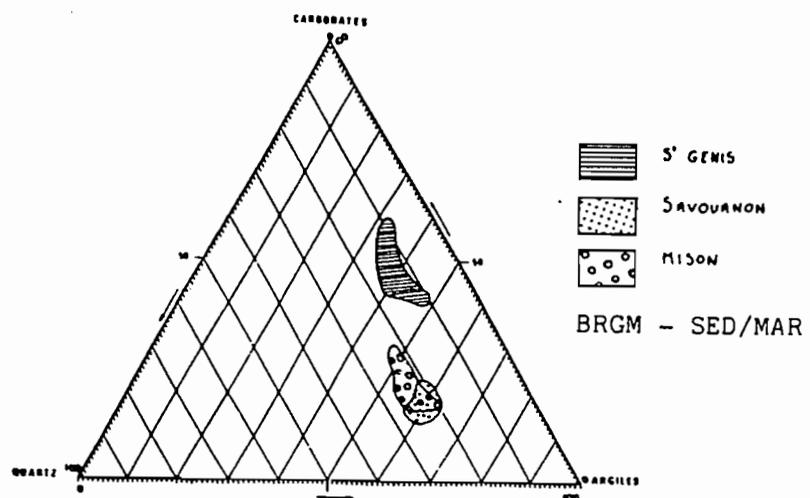


Fig. 9 : diagramme quartz-argiles-carbonates (d'après analyses diffractométriques d'échantillons de Terres Noires, sur les sites d'études des B.V. - Paca)

(M. Bufalo 1987 - à paraître).



Photo 7

Niveaux d'altération dans les marnes.
Saint-Genis. 10/04/87

(Fanthou T.)



Photo 8

Marnes débitées en "Frites" sous l'effet des alternances
gel/dégel, humectation/dessiccation.
Saint-Genis. 10/04/87

(Fanthou T.)

a) La météorisation :

Elle résulte de phénomènes complexes :

- les alternances humectation/dessication

Elles entraînent la fragilisation de la roche en permettant tout d'abord un gonflement différentiel des divers composants des marnes. Ce gonflement différentiel provoque un éclatement de la roche.

Les marnes, comme les argiles, perdent leur cohésion à sec ; elles sont donc plus facilement mobilisables par le vent ou par la pluie.

Par temps humide, les marnes acquièrent une plasticité qui, conjuguée à la gravité, favorise la solifluxion. Les alternances humectation/dessication favorisent un phénomène de reptation lié aux mouvements de la couche superficielle altérée. En effet, lors des précipitations, les altérites gonflent parallèlement à la pente. Puis, lors de la dessication, elles se contractent, ce qui provoque un tassement vertical et non leur retour au point de départ.

- les variations de températures

Elles peuvent entraîner une météorisation de la roche, quand celle-ci est saturée en eau, puisque le coefficient de dilatation de l'eau est environ 10 fois supérieur à celui des roches (BIROT, op. cit.). Ce phénomène est d'autant plus important que cette région est soumise à des variations diurnes très importantes, du moins en ce qui concerne les adrets.

- les alternances gel/dégel

C'est un des processus d'altération les plus efficaces. L'augmentation de volume liée à la transformation de l'eau en glace provoque un éclatement de la roche dans toute la couche superficielle altérée jusqu'au contact avec la roche saine.

Ces alternances entraînent un phénomène de "gélireptation" (BIROT) : lors du gel, le manteau d'altération se dilate parallèlement à la pente. Lors du dégel, au contraire, il subit une contraction qui, conjuguée à la gravité, fait qu'il retombe à la verticale et non à son point de départ.

Tous ces processus d'altération se conjuguent ou se relaient dans le temps. Ils entraînent une fragilisation intense de la roche et provoquent la formation du manteau d'altération, fournissant ainsi les matériaux aux processus de transport.

b) Les processus de transport :

Ils sont intimement liés au régime pluviométrique. Les précipitations interviennent de deux manières :

- le splash :

Ce phénomène de rejaillissement est lié à l'énergie cinétique des gouttes d'eau. Il est d'autant plus efficace que les gouttes sont grosses. Dans cette région de marnes nues, où aucune végétation ne les intercepte, elles ont une force d'impact maximale. Les marnes débitées sous l'action du gel en menues particules sont facilement mobilisables.

Selon l'état hydrique du sol, le splash a une action plus ou moins importante : les particules de marnes sont aisément exportables lorsqu'elles sont sèches. Mouillées, au contraire, elles acquièrent une certaine cohésion qui limite l'action du rejaillissement. S'il n'a pas plu depuis un certain temps, le manteau d'altération sera desséché ouvert, et donc très sensible au splash.

- le ruissellement :

Les bad-lands ont un temps de réponse aux précipitations qui est remarquablement rapide. Même si la couche altérée superficielle des marnes est très sèche et très ouverte, les pluies de 20 mm/h et plus remplissent rapidement ces vides. Les pluies inférieures à 20 mm/h donnent naissance à un ruissellement très limité en raison de la rétention d'eau des altérites.

Si le sol est gorgé d'eau par des pluies récentes, il sera alors complètement imperméable et le ruissellement sera quasiment instantané. Il est d'autant plus actif qu'il se concentre rapidement.

En conclusion, nous pouvons dire que tant que le sol est sec, le splash contribue à faire descendre les particules de marnes vers l'aval (le rejaillissement entraînant plus loin les particules vers l'aval que vers l'amont). Les altérites gorgées d'eau deviennent imperméables et laissent le champ libre au ruissellement. Mis à part les gros orages qui ont une capacité érosive élevée, le transport des particules vers l'aval se fait généralement en deux temps :

- les particules sont entraînées par ruissellement depuis les versants dans le fond des ravines où elles s'amassent ;
- elles ne seront prises en charge et exportées plus en aval que lors d'un épisode pluvieux particulièrement actif (OLIVRY, 1986).

IV. SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE

A. LES MÉTHODES

1 - Les échelles

Toutes les cartes ont été réalisées à vue sur le terrain. Comme il n'existait pas de fond topographique à cette échelle, nous avons travaillé sur des extraits de photographies aériennes de l'IGN agrandis 10 fois (format 50 x 50 cm), mission de 1981.

Les échelles moyennes ont été calculées en allant mesurer sur le terrain des points de repères à l'amont et à l'aval des bassins-versants (longueurs de ponts, distances entre les marquages routiers ou des arbres remarquables).

Les déformations dues au relief sont acceptables, car nous n'avons qu'une différence d'altitude de l'ordre de la centaine de mètres entre les points les plus élevés et les points les plus bas de la zone cartographiée. Nous avons estimé l'erreur d'échelle à 10 % en moyenne sur les trois bassins.

Cela équivaut à une différence de 10 cm entre deux objets d'un mètre situés l'un en bas, l'autre en haut du bassin. Cette différence est 10 fois inférieure aux dimensions du plus petit détail cartographiable (1 m x 1 m).

2 - Les thèmes

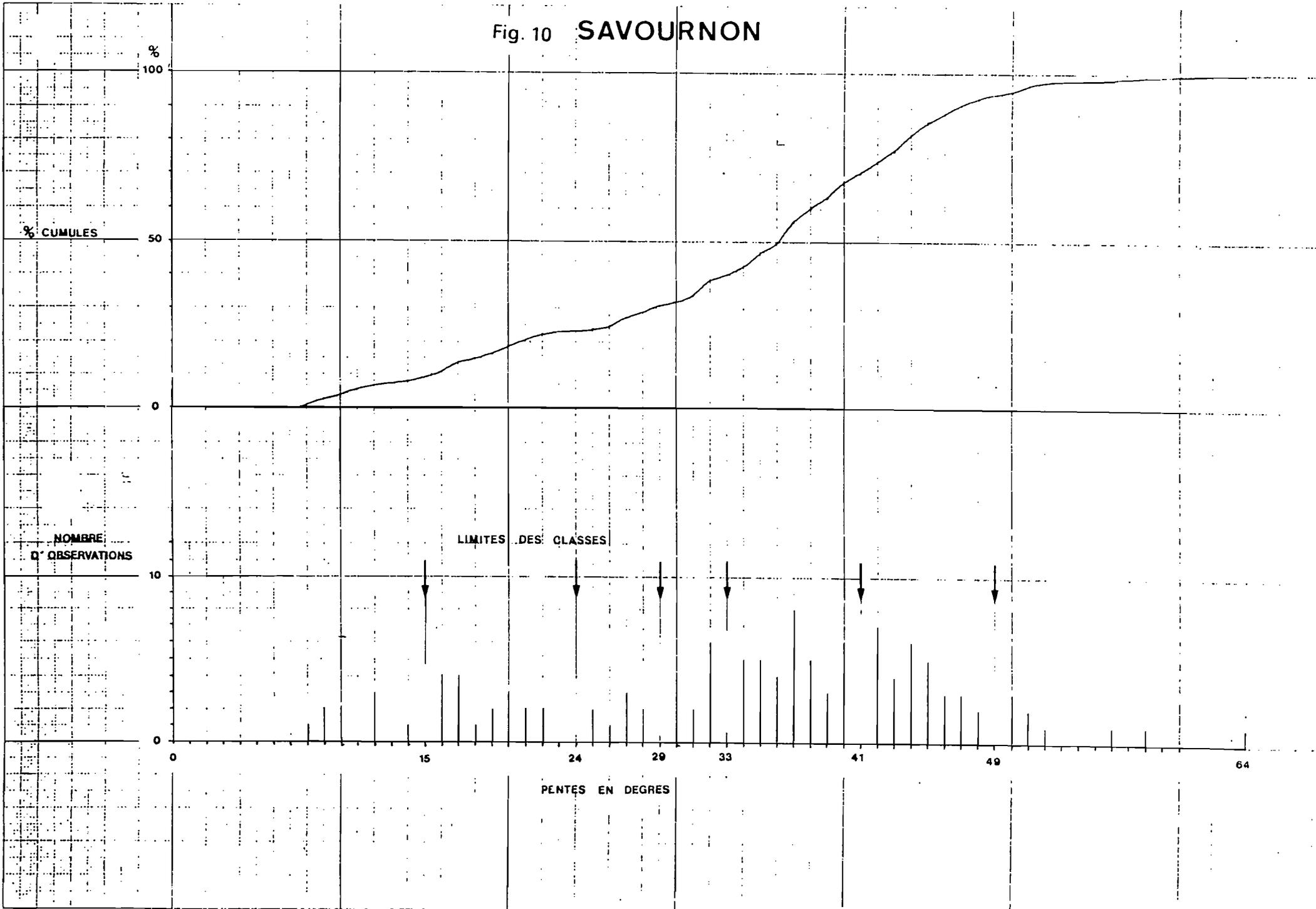
Nous avons bien évidemment choisi trois thèmes pouvant contribuer aux recherches menées par l'ORSTOM et le BRGM sur la dynamique érosive.

Ce sont les pentes, la couverture végétale et, en quelque sorte l'état actuel des mouvements de terrain, représentés par la carte géomorphologique.

a) Les pentes :

Les cartes des pentes ont été dessinées à partir de visées faites au clisimètre sur le terrain (environ une centaine par bassin-versant). Ces relevés, reportés sous forme d'histogrammes (cf. fig. 10-11-12) nous ont permis de sélectionner 7 classes de pentes représentatives correspondant aux 7 paliers de valeurs de la carte ; c'est l'optimum couramment admis en cartographie.

Fig. 10 SAVOURNON



49

Fig. 11 SAINT-GENIS

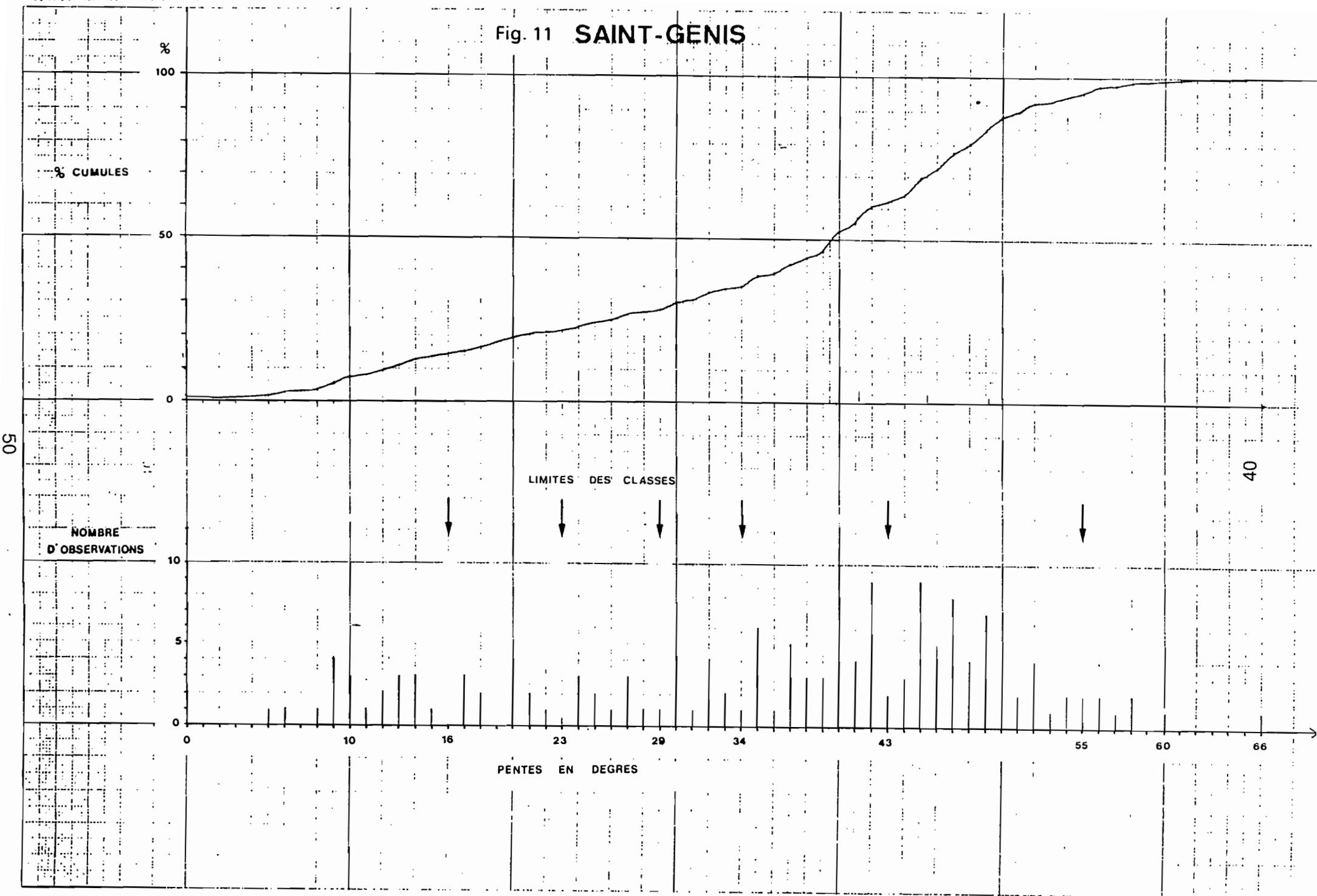
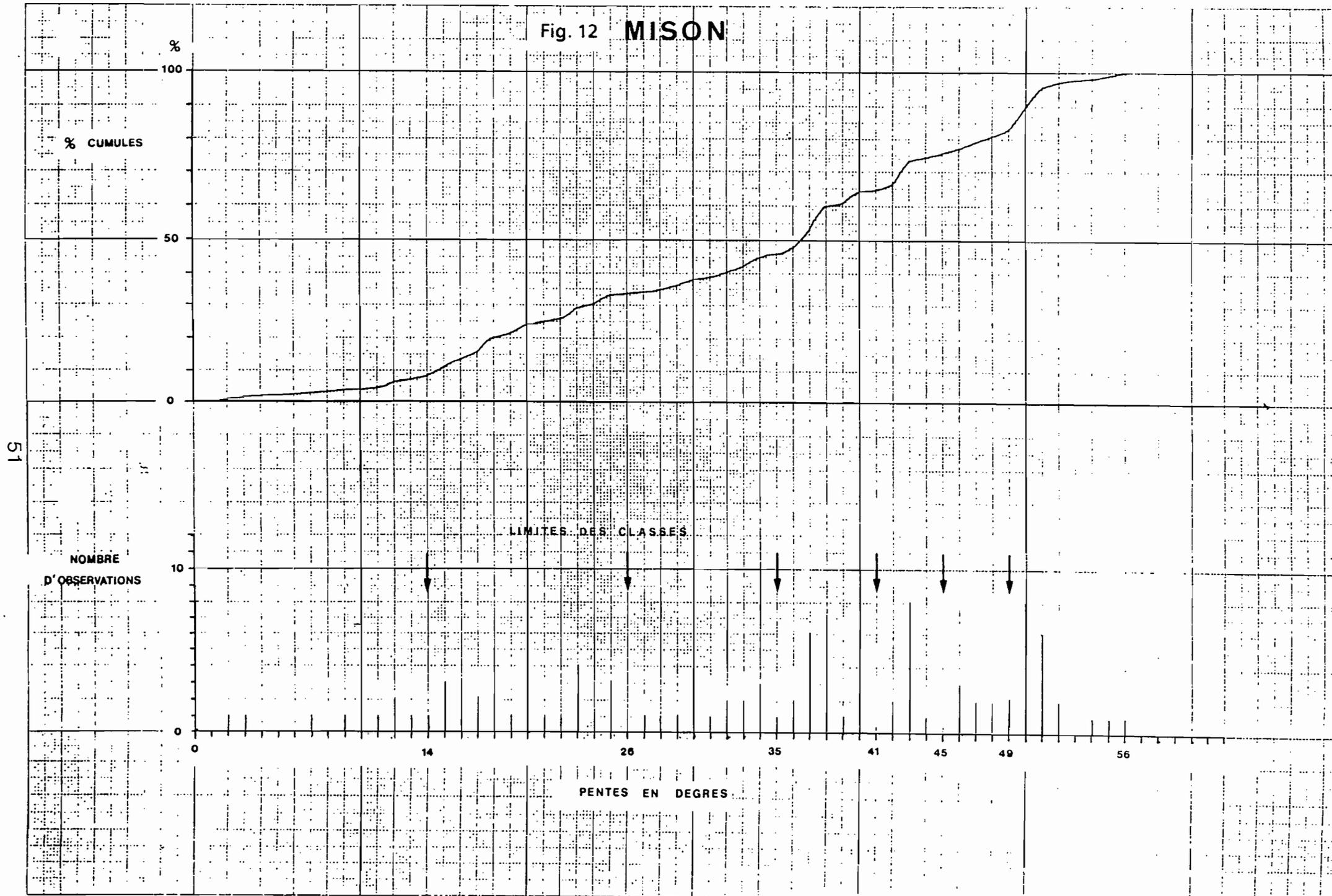


Fig. 12 MISON



b) Les formes du terrain et la végétation :

Les cartes des formations végétales et les cartes géomorphologiques ont été dessinées à vue et les contours adaptés d'après les photographies aériennes.

La légende des cartes géomorphologiques respecte les conventions établies par la R.C.P. n° 77 et publiées aux éditions du CNRS (CNRS, 1971).

Les figurés et les noms des formes du terrain ont été adaptés à l'échelle utilisée (1/2 000) ; plus proche de celle d'un plan que de celle d'une carte.

Les formations végétales ont été définies d'après la nomenclature utilisée par P. OZENDA (1981a) pour la cartographie de la végétation.

Les cartes permettent, d'une part de situer les phénomènes observés, d'autre part d'établir des comparaisons entre les bassins étudiés.

B. LES RESULTATS

Il nous a paru judicieux de regrouper les cartes dans une même partie de ce mémoire, ce qui facilitera leurs comparaisons.

Les cartes nous ont permis de planimétrer les superficies relatives occupées par les différentes classes de pentes et formations végétales, dans les limites des bassins-versants.

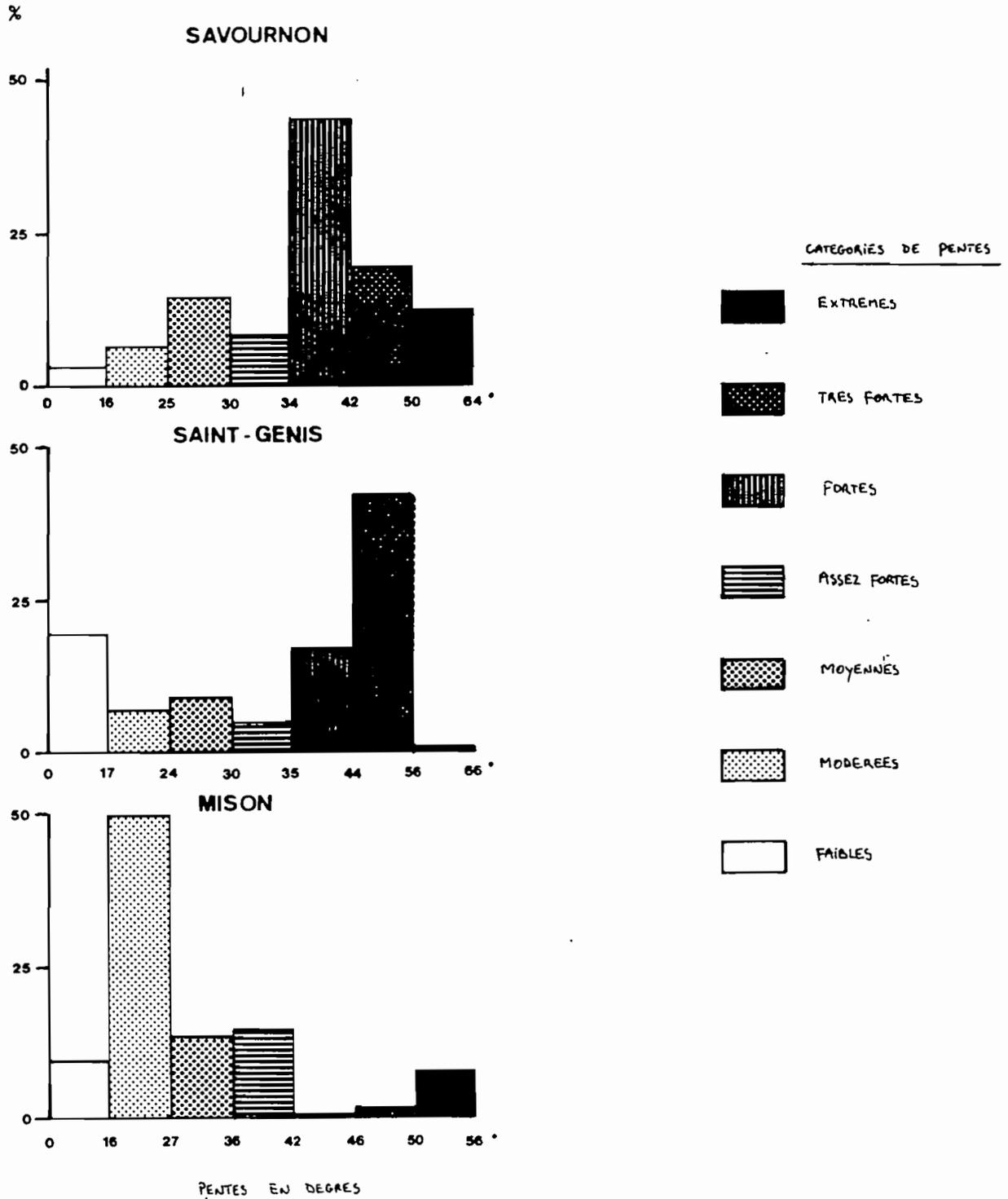
Nous avons tiré de ces planimétrages des histogrammes de répartition montrant bien les différences entre les bassins (cf. fig. 13 et 14).

Les cartes géomorphologiques traduisent, de manière schématique, l'état du terrain au moment de leur exécution (juin 1987). Les tracés des ravines et les modelés d'interfluves ont été simplifiés pour ne pas surcharger la carte.

Fig. 13

REPARTITION DES CLASSES DE PENTES PAR BASSIN-VERSANT

EN POURCENTAGE DE LA SUPERFICIE



SAVOURNON

légende de la carte géomorphologique

I - LITHOLOGIE, FORMATIONS SUPERFICIELLES

- | | | | |
|---|-----------------------------|---|--|
| 1 | Marnes noires | ↓ | <i>Lessivage croissant de la matière organique</i> |
| 2 | Marnes ocres | | |
| 3 | Altérite argileuse | | |
| 4 | Voile de gélifract calcaire | | |
| 5 | Blocs de calcaire résiduels | | |
| 6 | Coulées de blocailles | | |

II - MODELES DE VERSANTS

- | | |
|----|--|
| 7 | Lambeau de glacis colluvial |
| 8 | Loupes et bourrelets de solifluxion |
| 9 | Gradins et terrassettes de solifluxion |
| 10 | Eboulement |
| 11 | Décapage par ruissellement diffus |

III - FORMES D'EROSION LIEES AU RUISSELLEMENT CONCENTRE

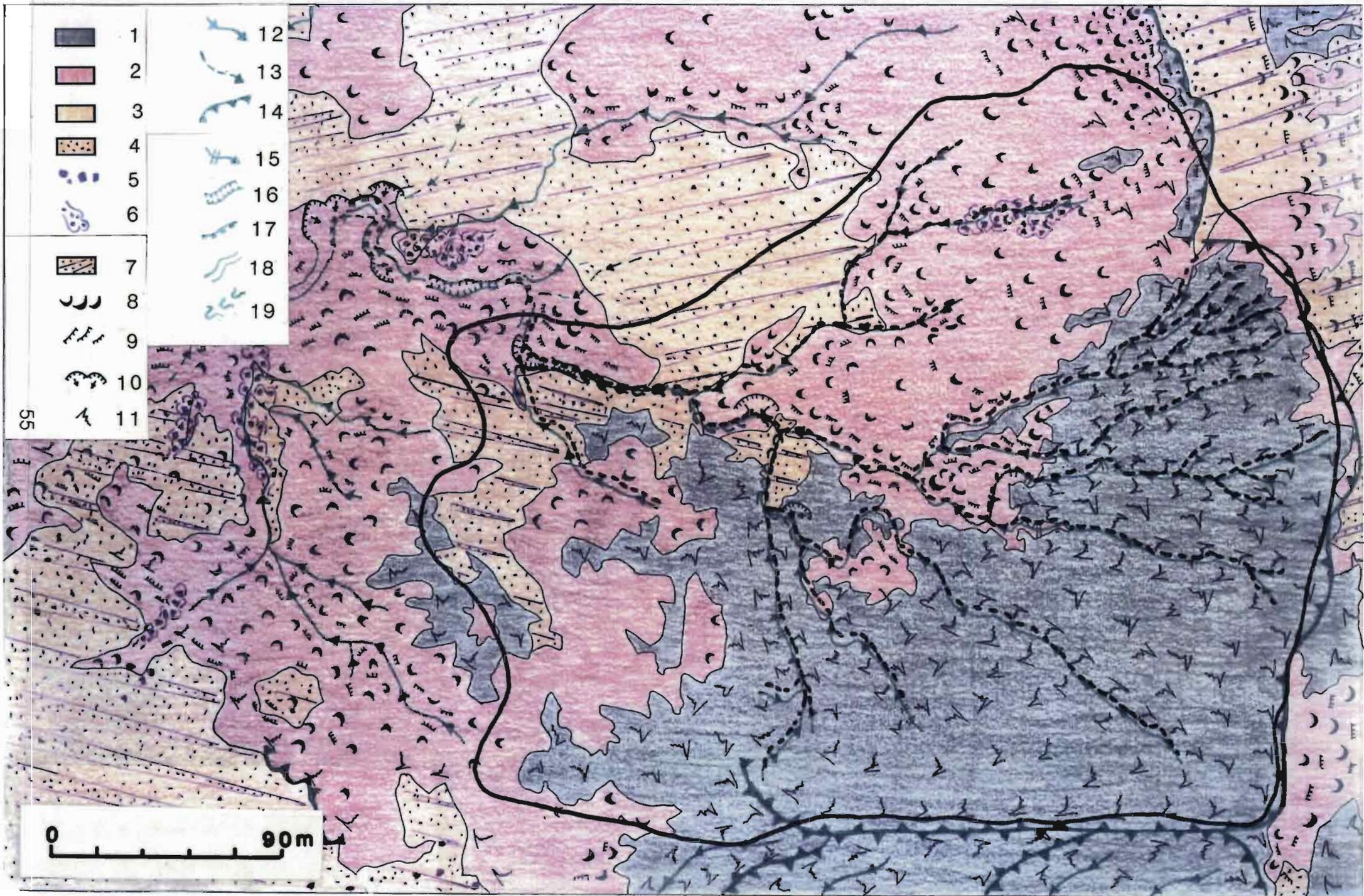
- | | |
|----|--------------------------------|
| 12 | Ravines vives |
| 13 | Ravines mortes |
| 14 | Rebord d'entaille torrentielle |

IV - FORMES DU LIT TORRENTIEL

- | | |
|----|---------------------------------|
| 15 | Ressauts, rapides |
| 16 | Sapement de la roche en place |
| 17 | Sapement des berges |
| 18 | Lit mobile irrégulier |
| 19 | Couloirs de laves torrentielles |

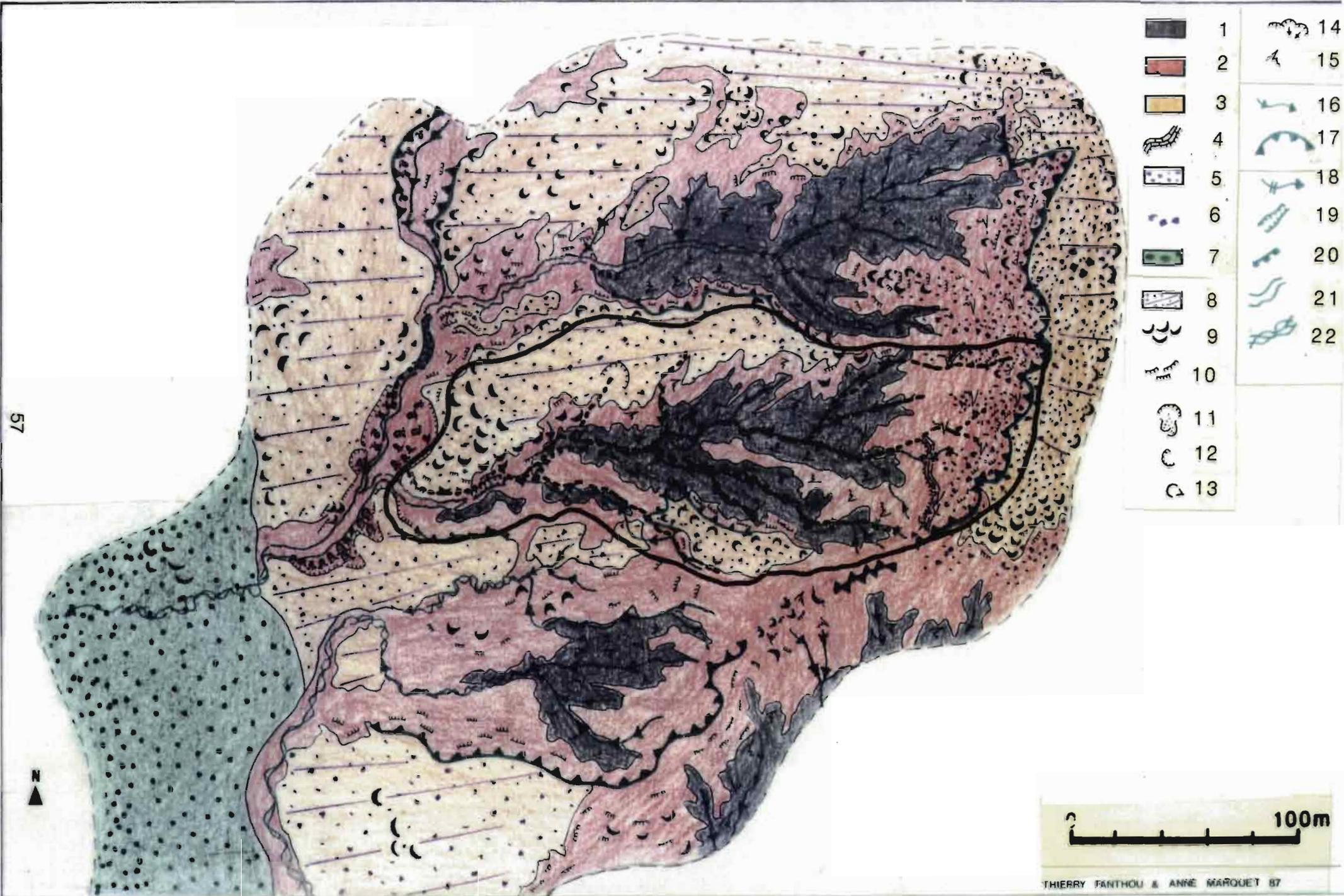
SAVOURNON

CARTE GEOMORPHOLOGIQUE



SAINT-GENIS

CARTE GEOMORPHOLOGIQUE



57



THIERRY FANTHOU & ANNE MARQUET 87

St GENIS

légende de la carte géomorphologique

I - LITHOLOGIE, FORMATIONS SUPERFICIELLES

- | | | | |
|---|---|---|--|
| 1 | Marnes noires | ↓ | <i>Lessivage croissant de la matière organique</i> |
| 2 | Marnes ocres | | |
| 3 | Altérite argileuse | | |
| 4 | Banc calcaire en saillie | | |
| 5 | Voile de gélifract calcaire | | |
| 6 | Blocs de calcaire résiduels | | |
| 7 | Élément de la moyenne terrasse du Buëch = galets (Würm ?) | | |

II - MODELES DE VERSANTS

- | | |
|----|---|
| 8 | Lambeau de versant périglaciaire en pente modérée |
| 9 | Loupes et bourrelets de solifluxion |
| 10 | Gradins et terrassettes de solifluxion |
| 11 | Niche de décollement et coulées boueuses |
| 12 | Cicatrice d'arrachement |
| 13 | Coup de cuillère |
| 14 | Eboulement |
| 15 | Décapage par ruissellement diffus |

III - FORMES D'EROSION LIEES AU RUISSELLEMENT CONCENTRE

- | | |
|----|--------------------------------|
| 16 | Ravines |
| 17 | Rebord d'entaille torrentielle |

IV - FORMES DU LIT TORRENTIEL

- | | |
|----|---|
| 18 | Ressauts, rapides |
| 19 | Sapement de la roche en place |
| 20 | Sapement des berges |
| 21 | Lit mobile irrégulier (laves torrentielles) |
| 22 | Chenaux anastomosés |

MISON

légende de la carte géomorphologique

I - LITHOLOGIE, FORMATIONS SUPERFICIELLES

- 1 Marnes noires
- 2 Altérite argileuse
- 3 Terrasse fluvioglaciale Durancienne (Riss)

II - MODELES DE VERSANTS

- 4 Loupes et bourrelets de solifluxion
- 5 Gradins et terrassettes de solifluxion
- 6 Niche de décollement et coulées boueuses
- 7 Cicatrice d'arrachement
- 8 Eboulement
- 9 Décapage par ruissellement diffus

III - FORMES D'EROSION LIEES AU RUISSELLEMENT CONCENTRE

- 10 Ravines
- 11 Rebord d'entaille torrentielle

IV - FORMES DU LIT TORRENTIEL

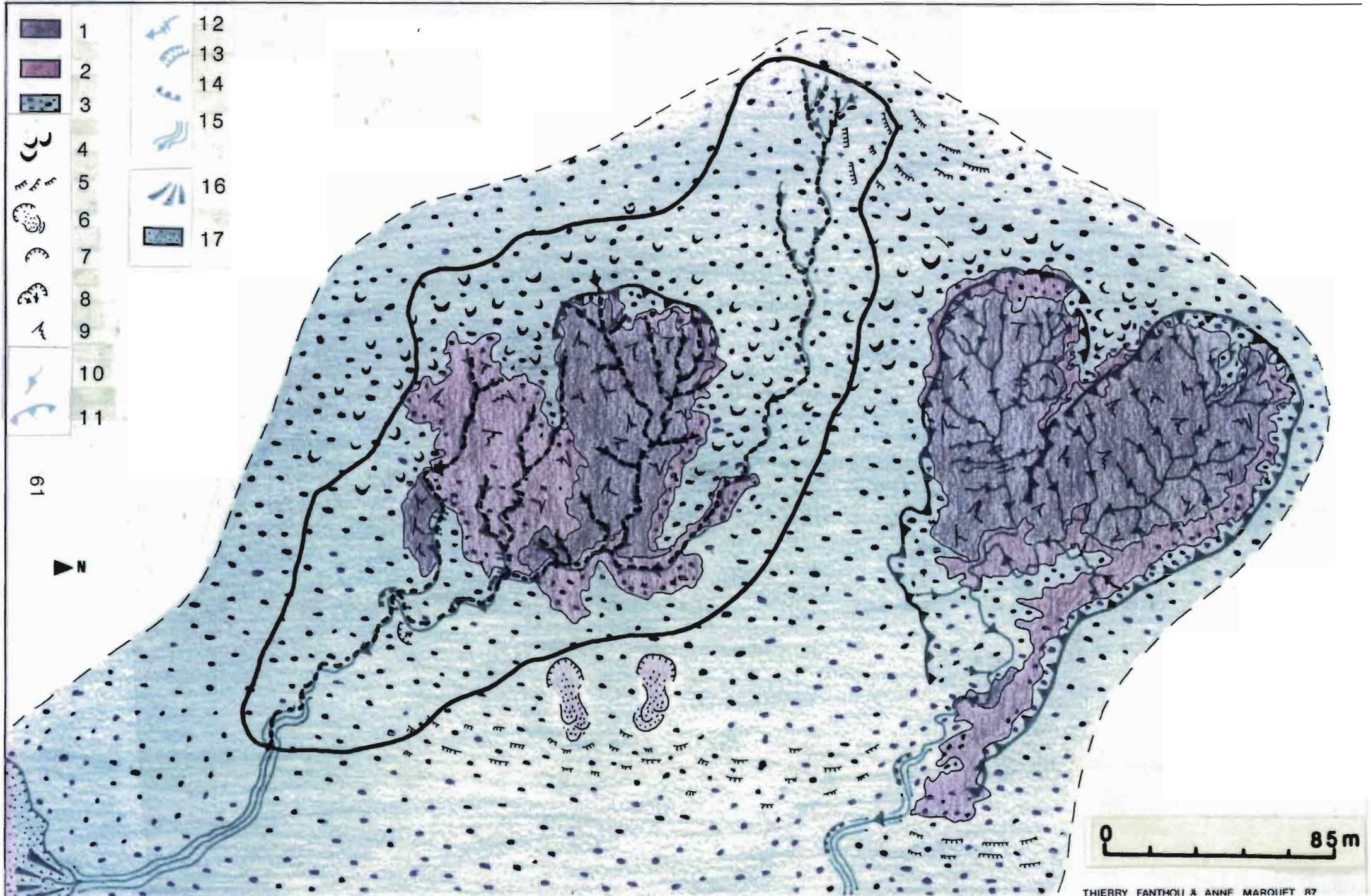
- 12 Ressauts, rapides
- 13 Sapement de la roche en place
- 14 Sapement des berges
- 15 Lit mobile irrégulier

V - FORMES D'ACCUMULATION

- 16 Cône de déjection
- 17 Sédimentation lacustre

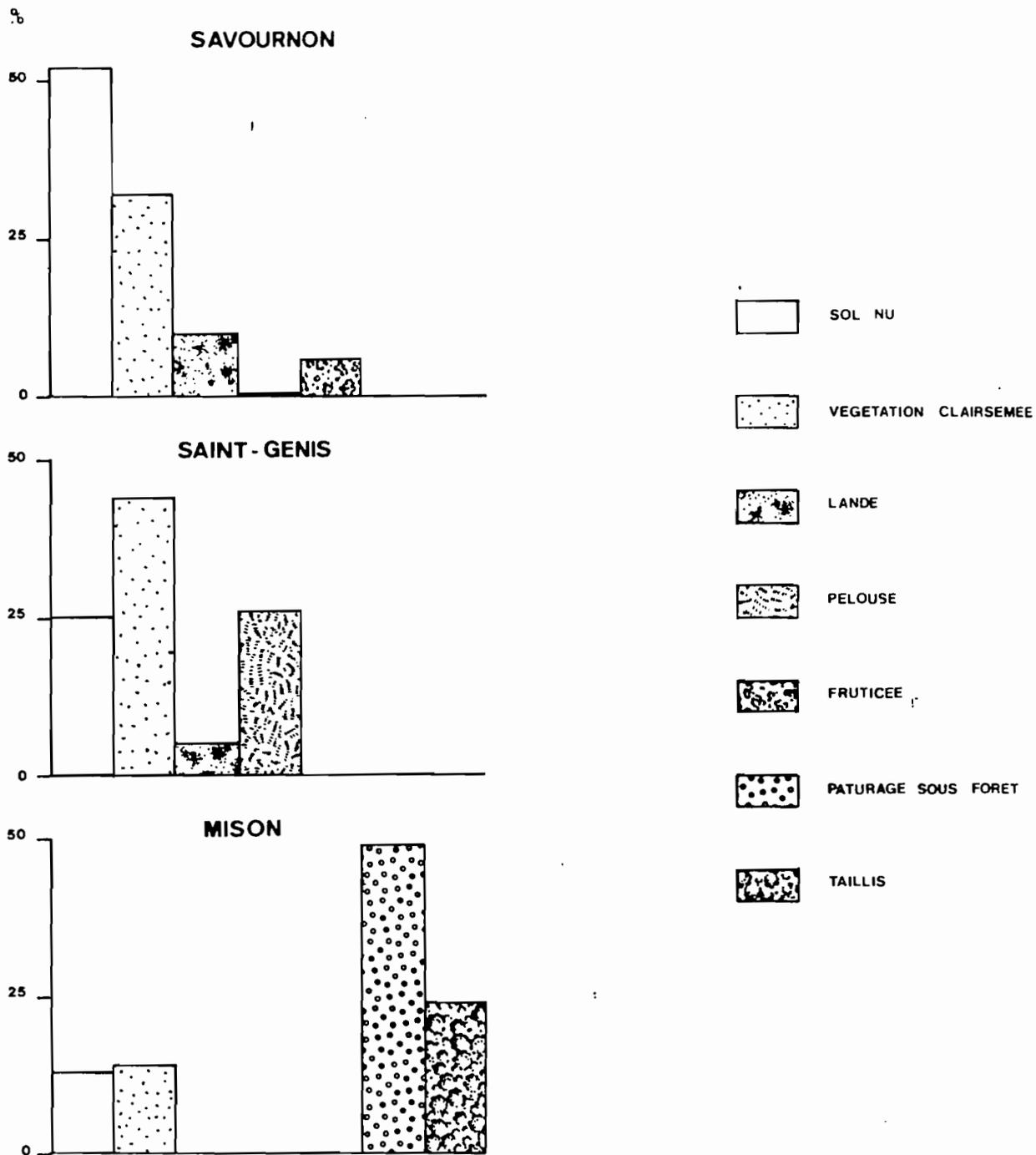
MISON

CARTE GEOMORPHOLOGIQUE



REPARTITION DES FORMATIONS VEGETALES PAR BASSIN-VERSANT

EN POURCENTAGE DE LA SUPERFICIE



C. COMPARAISON DES BASSINS-VERSANTS

1 - Les conditions stationnelles :

Nous avons vu dans le chapitre I que les bassins d'étude sont localisés sur des versants d'orientations différentes, ce qui a une incidence notable sur leur micro-climat. SAVOURNON, encadré à l'ouest par la butte du château de l'Aigle (qui culmine à 1 015 m) et à l'est par la montagne d'AUJOUR (1 834 m), s'ouvre vers le sud. Ce bassin, relativement abrité des flux d'ouest est, par contre, souvent balayé par un vent violent et glacé, soufflant du nord et qui dévale par le col de la Croix vers le village de SAVOURNON. Il est aussi exposé aux remontées orageuses méditerranéennes.

SAINT-GENIS, adossé au versant occidental de la montagne de SAINT-GENIS, qui regarde vers l'ouest la vallée du Buëch, est exposé aux intempéries de toutes origines.

Tandis que MISON, au centre de la dépression de LARAGNE, à mi-chemin entre le Buëch et la Durance, évacue ses eaux vers le sud-est et se trouve assez abrité des rafales de la bise par les remparts montagneux de SAINT-GENIS et d'AUJOUR.

Cette station est vraisemblablement la plus chaude des trois (c'est du moins ce que nous avons ressenti en parcourant le terrain).

2 - Les dimensions et les formes :

Les deux bassins versants de SAINT-GENIS et MISON diffèrent assez peu par leurs superficies et leurs altitudes, tandis que SAVOURNON s'individualise nettement par sa surface deux fois plus vaste et son altitude maximale plus élevée d'une centaine de mètres (cf. fig. 15).

Les superficies des bassins commandent virtuellement :

- . Primo : les quantités d'eau de pluie susceptibles d'être écoulées par les ravines,
- . Secundo : les volumes de matériaux disponibles sur les versants et,
- . Tertio : le développement du réseau hydrographique.

Ce développement est très inégal : le bassin de SAVOURNON est un vaste amphithéâtre entaillant un long versant en pente modérée.

CARACTERISTIQUES DES BASSINS

	Bassins représentatifs		
	Savournon	St Genis	Mison
Superficie approximative ha	7,84	2,36	3,17
Coordonnées exutoires en grades	Lat. N Long. E	49,360 3,855	49,290 3,820
en degrés	Lat. N Long. E	44°25' 5°47'	44°22' 5°45'
Altitude exutoire	m	770	640
Altitude maximale	m	900	752
Dénivelée	m	130	112
			645
			735
			90

Fig. 15

Ses ravines se ramifient en éventail, lui donnant la forme caractéristique du bassin de réception torrentiel.

Le bassin de SAINT-GENIS fait partie d'un ensemble de bad-lands régulièrement espacés comme autant de coups de griffes labourant les 3/4 sud-ouest de la butte du CHEVALET. Les ravines y dessinent un réseau dendritique.

Le bassin de MISON est, quant à lui, remarquable par la dissymétrie de son réseau hydrographique et la netteté avec laquelle la partie en bad-lands s'inscrit dans le versant. Cette excavation est soulignée par la différence de teinte de la formation superficielle contrastant sur celle des marnes noires.

3 - Les pentes :

Les pentes extrêmes atteintes aux limites amont des bad-lands et sur les versants de certaines ravines profondes avoisinent les 65° sur les bassins de SAINT-GENIS et de SAVOURNON, mais ne dépassent pas 60° à MISON.

Les versants dans lesquels se développent nos bad-lands sont de pente modérée et comparable sur les trois bassins.

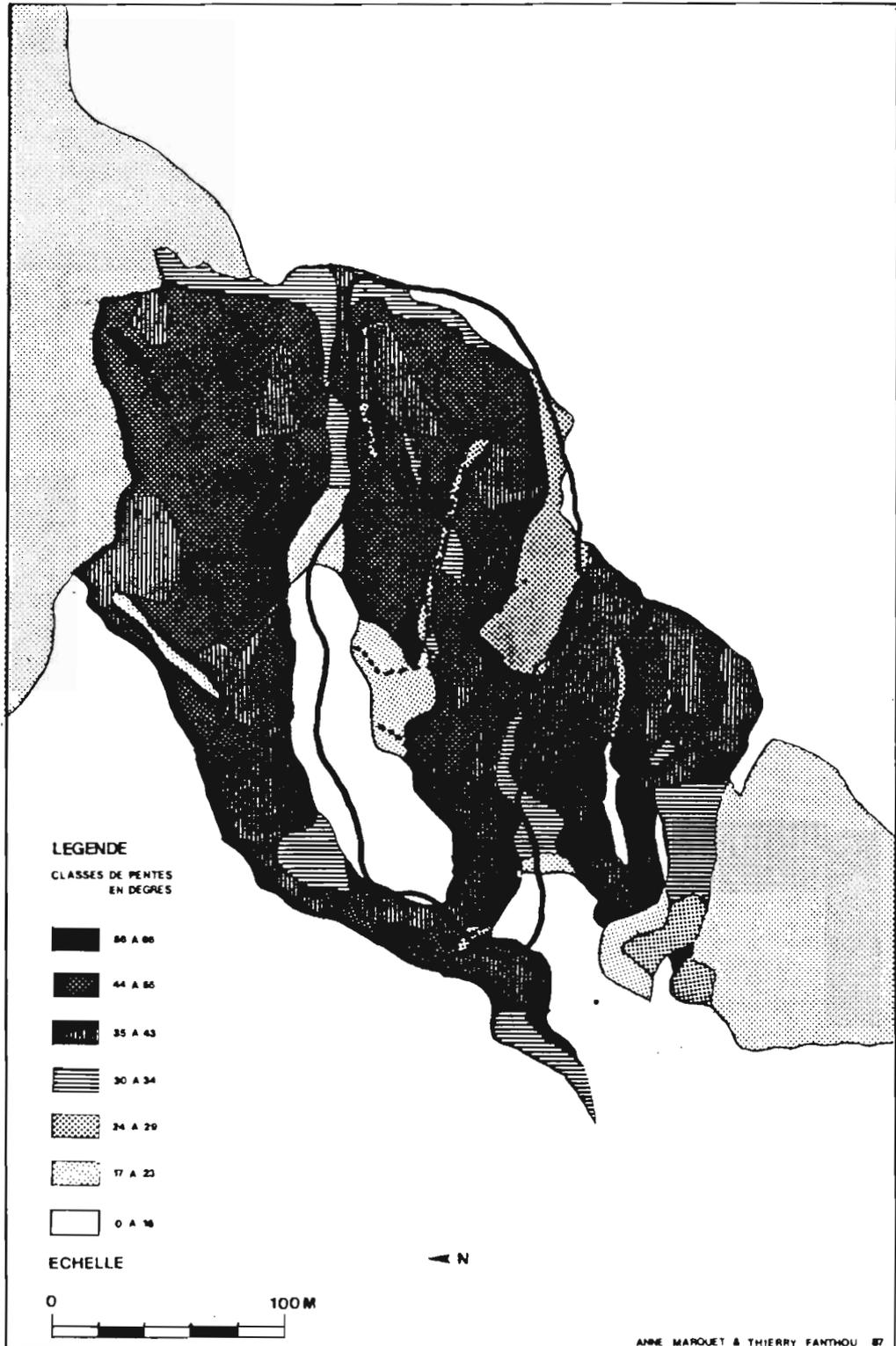
Même si l'on retrouve à peu de chose près, les mêmes classes de pentes sur les trois bassins, leurs répartitions sont très différentes.

Les pentes très fortes (au-delà de 45°) et extrêmement fortes (+ de 50°) sont très bien représentées sur le bassin-versant de SAINT-GENIS, un peu moins sur celui de SAVOURNON où la classe la mieux représentée est celle des pentes fortes (entre 34 et 42°) et assez mal sur le bassin de MISON. Celui-ci présente, effectivement, une prédominance de pentes moyennes (16 à 27°). Cela signifie qu'une grande partie de son réseau hydrographique ne draine pas une zone de bad-lands, alors que les limites des bassins-versants de SAVOURNON et surtout de SAINT-GENIS se calquent relativement bien sur les limites des terrains ravinés (cf. cartes).

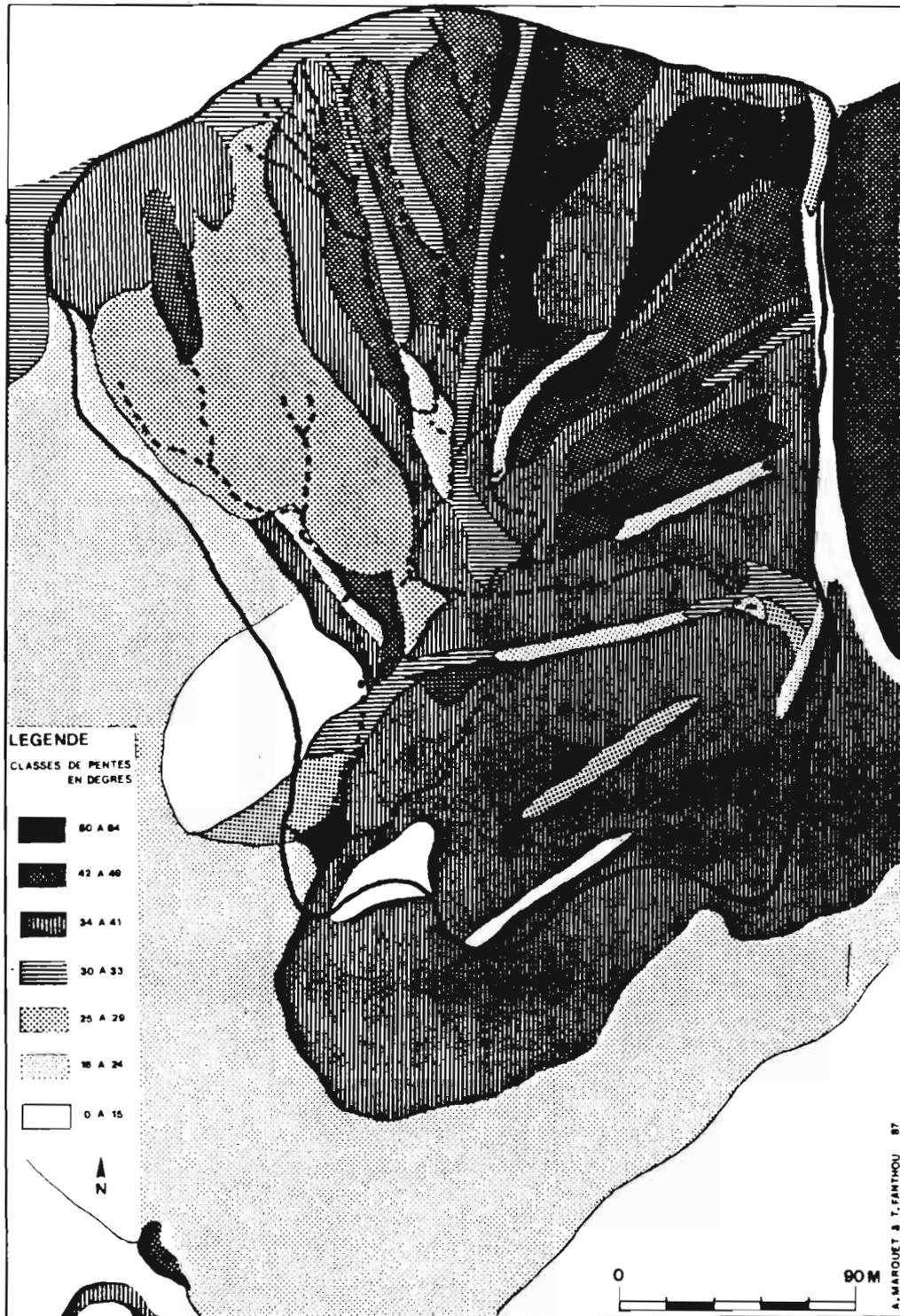
4. La géomorphologie :

Les trois bassins-versants présentent peu de variété dans la lithologie ; ils entaillent tous un niveau de la formation des terres noires, déjà abondamment décrites.

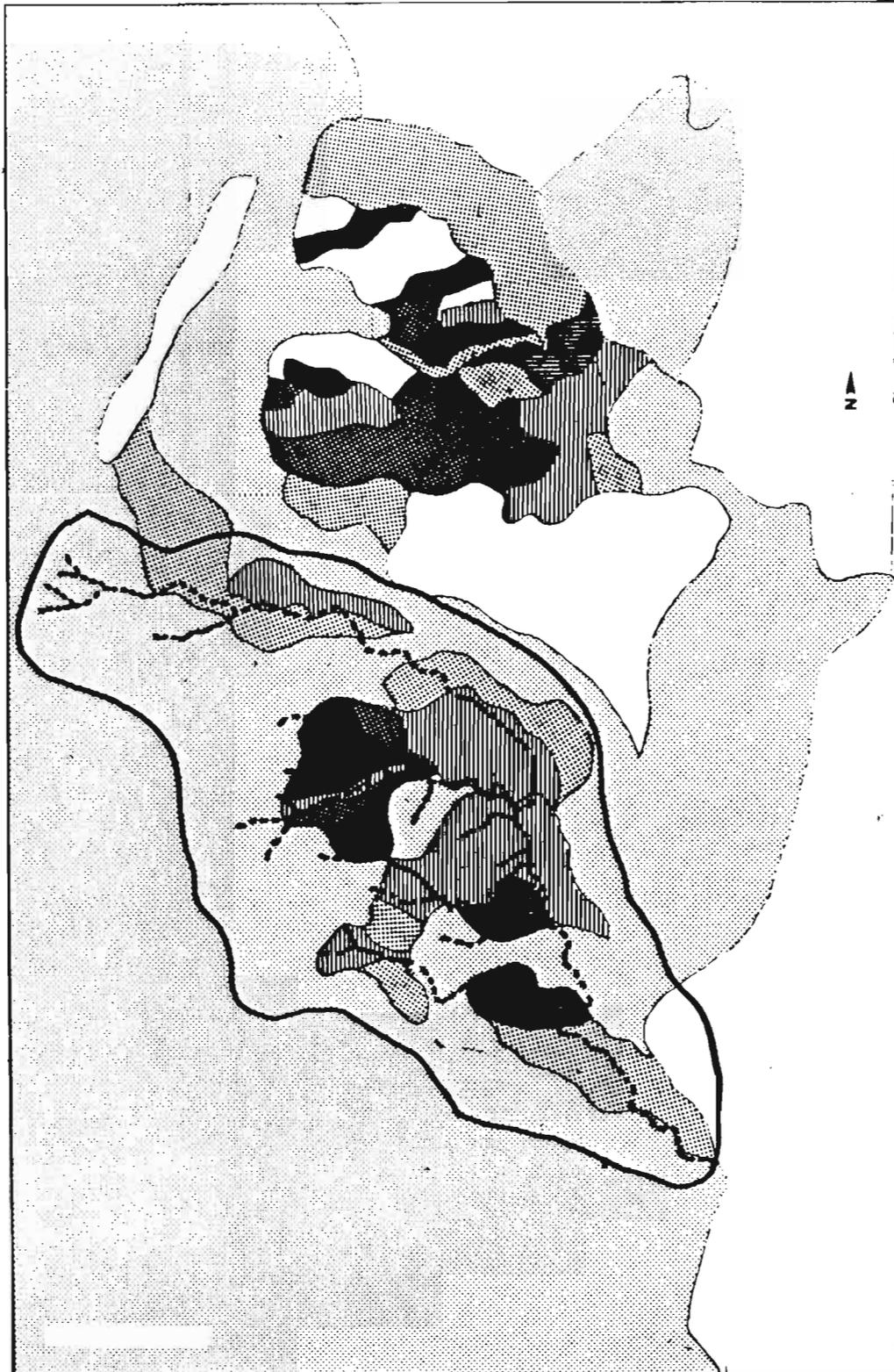
SAINT-GENIS CARTE DES PENTES



SAVOURNON CARTE DES PENTES



MISON CARTE DES PENTES



LEGENDE

CLASSES DE PENTES EN DEGRES



ECHELLE



La disposition des ravines, par rapport aux plans de stratigraphie, exerce une influence majeure sur la forme des bassins-versants.

A SAVOURNON et MISON, l'écoulement est orthogonal au pendage ; par contre, à SAINT-GENIS, il lui est parallèle. Cette disposition fait s'opposer deux types de versants, l'un propice aux éboulements par gravité, perpendiculairement au pendage, l'autre favorisant les mouvements de masse : glissements en planches ou bien foirages, parallèles au plan de stratigraphie (cf. fig. 16).

La tectonique semble influencer localement le tracé des ravines comme, par exemple, à SAVOURNON 1 où une section rectiligne, juste en aval de la station, est guidée par un réseau de fractures. Ces dernières se repèrent sur le lit rocheux grâce aux filons de calcite dont la couleur blanche contraste sur le fond sombre des marnes.

Les ravines, la plupart du temps asséchées, sont capables de concentrer des écoulements torrentiels le temps d'un orage. Ce fonctionnement catastrophique est responsable de la mobilité du lit, de son irrégularité et du sapement des berges.

Dans certaines conditions, les bad-lands sont aptes à générer des laves torrentielles comme celles du 1er juin 1985, à SAINT-GENIS et SAVOURNON.

L'altérite argileuse formée au dépens des marnes noires est sur tous nos bassins, affectée de phénomènes de solifluxion qui s'expriment par des bourrelets, des loupes et des petites terrassettes forment des gradins irréguliers accidentant les interfluves (cf. cartes).

Les conditions optimales pour le développement de ces microformes sont réalisées dans les sections en pentes moyennes et assez fortes (entre 20 et 40°) où l'altérite est suffisamment épaisse (au moins 40 cm) ; lorsque les pentes s'accroissent, on passe progressivement des loupes aux terrassettes, puis aux glissements et, enfin, au décapage par ruissellement diffus généralisé.

Nous avons vu que nos bad-lands se sont creusés dans des versants de pentes comparables, mais leurs origines sont assez différentes.

Le grand versant sud de la crête des Reynettes où est installée la station de SAVOURNON est vraisemblablement un lambeau d'ancien glacis colluvial. Il est constitué par une matrice argileuse contenant une abondance de petits cailloux calcaires légèrement émoussés ainsi que des blocs de taille métrique. Certains, dégagés de la matrice, sont éparpillés sur le versant. Le versant du CHEVALET qui accueille les installations de SAINT-GENIS, est d'origine périglaciaire ; il est couvert d'un voile de cailloutis calcaire géolifré.



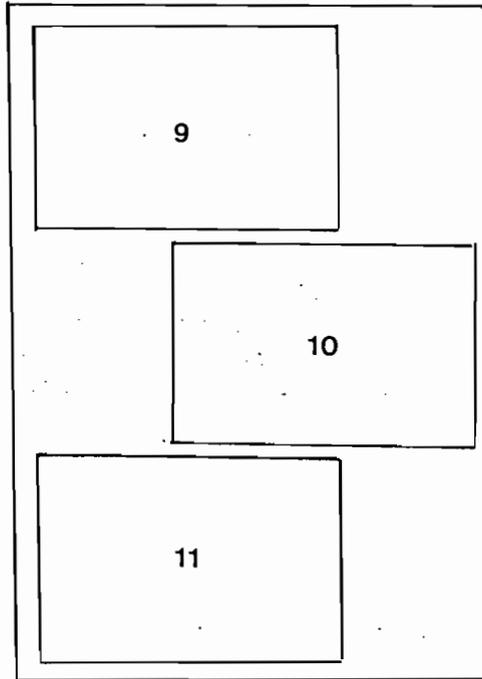


Photo 9 :

-Les Bad-lands de Savournon. Ravinement généralisé, crêtes aiguës, profil en V des talwegs.
Septembre 1986.

(Fanthou T.)

Photo 10 :

Terrasse fluvioglacière de Mison.

(Marquet A.)

Photo 11 :

Versant buriné par des arrachements et des coulées boueuses.
Saint-Genis aval de la station.
Octobre 1986.

(Fanthou T.)

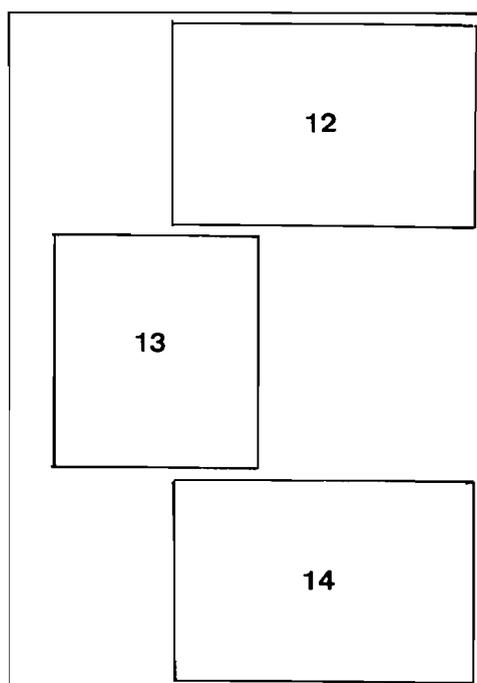


Photo 12 :

Eboulement : la pente du versant (sup. à 50°) est perpendiculaire au pendage des feuillets marneux.
Saint-Genis - Rive gauche - 10/04/87.

(Fanthou T.)

Photo 13 :

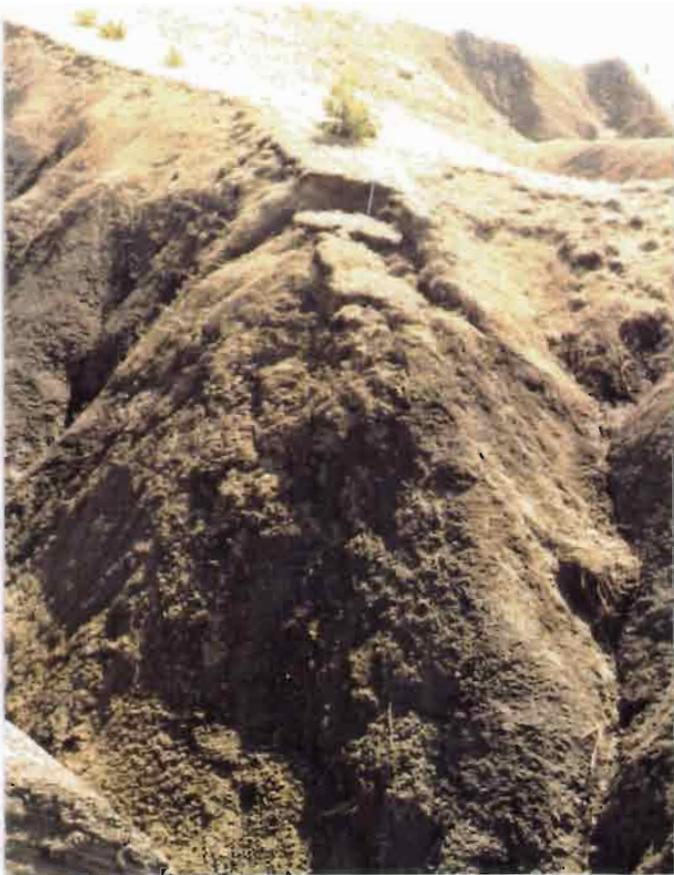
Versant labouré par des foirages : quelques paquets de plusieurs mètres cubes sont prêts à s'ébouler.
Saint-Genis - Rive gauche - 10/04/87.

(Fanthou T.)

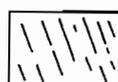
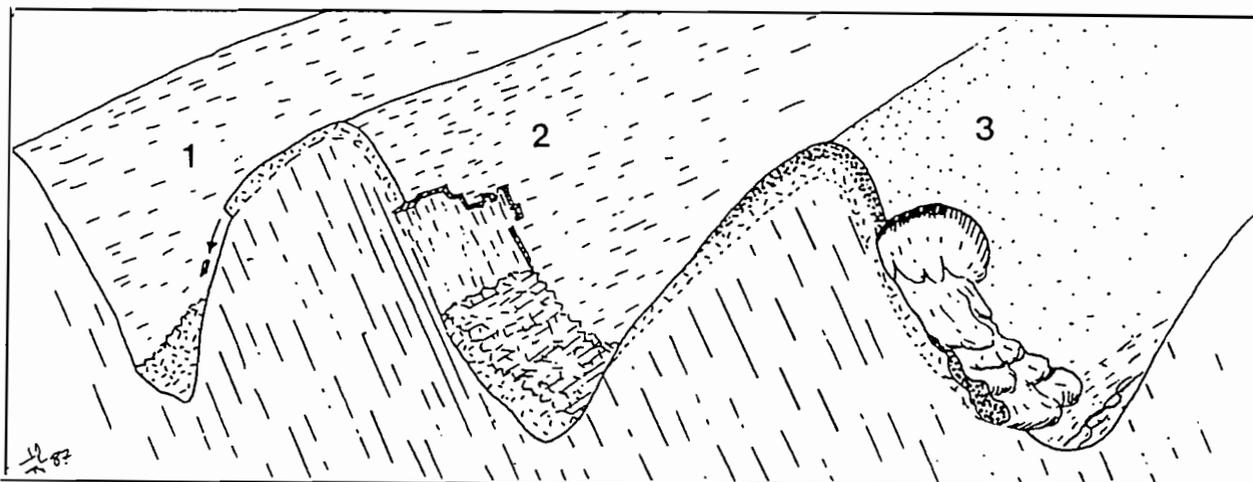
Photo 14 :

Cicatrices d'arrachements à Mison.
Mai 1987.

(Fanthou T.)



TYPES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN



MARNES NOIRES : Roche saine. Le sens des hachures donne le pendage des strates.



MARNES OCRES : Roche altérée débitée en frites géométriques.



ALTERITE ARGILEUSE : permet l'implantation de la végétation, début de pédogénèse (sur des pentes inférieures à 40°)

- 1 Eboulement par gravité dû au sapement de la base du versant , perpendiculaire au pendage.
- 2 Glissement en planche parallèlement au pendage.
- 3 Coulée boueuse avec niche de décollement affectant l'altérite.

Fig. 16

Les champs, au pied du versant, sont établis sur un élément de la moyenne terrasse du Buëch, constituée d'une forte proportion de galets allochtones (cette terrasse peut être raccordée aux formations fluvio-glaciaires würmiennes).

La petite lanière de plateau de LANGUEIRARD, sur le flanc duquel s'inscrit le bassin-versant de MISON, est en réalité un élément de terrasse fluvio-glaciaire.

Elle est facilement identifiable grâce aux galets de toutes tailles qui la composent. Ces galets sont issus de roches des massifs centraux et de la zone interne des Alpes (gneiss, granites) et présentent souvent un cortex d'altération très développé prouvant une mise en place ancienne, attribuée au Riss par J. TRICART (1955).

Cette formation est, par endroits, fortement cimentée en un poudingue qui donne des bancs d'épaisseur métrique et fournit des blocs de taille similaire susceptibles de s'ébouler dans les ravines. Les formations superficielles fournissent sur les trois bassins-versants une charge solide participant au creusement linéaire des ravines.

Celles-ci sont toutes fonctionnelles à quelques exceptions près : à SAVOURNON, nous avons observé l'existence de talwegs colmatés par des coulées de blocailles : blocs calcaires de 0,50 m à 1 m emballés dans une matrice argileuse. Tout se passe comme s'il existait sur ce bassin-versant, plusieurs générations de ravines, la plupart actives, quelques unes héritées ou mortes. Ceci pourrait indiquer une différence de maturité entre le bad-land de SAVOURNON et ceux de SAINT-GENIS et MISON, d'autant plus que les ravines de SAVOURNON présentent un profil nettement plus évasé, qui ne doit pas être entièrement dû à la disposition stratigraphique. Il est fort possible que nous soyons en présence de plusieurs générations de bad-lands.

5. La végétation :

Nous avons vu, dans la première partie de ce mémoire, le contexte biogéographique dans lequel sont situés nos bassins-versants d'étude.

Les formations végétales qui tapissent les versants, autour des périmètres ravinés décrivent tous les stades de dégradation de la série supraméditerranéenne occidentale du Chêne pubescent (cf. fig. 17 à 22).

D'un point de vue physiognomique, ce qui est frappant lorsque l'on découvre les bassins-versants de SAINT-GENIS et SAVOURNON, c'est la quasi absence d'arbres.

Le bassin de SAINT-GENIS est le plus dégagé ; 20 % de ses pentes sont couvertes par une formation basse herbacée, quelques buissons de genêts mêlés de genévriers forment des tâches de lande qui n'occupent environ que 5 % de la superficie. Le reste est livré à l'érosion : une maigre végétation claismée couvre 44 % de la surface du bassin et le reste est occupé par la roche nue (25 %). Il ne semble pas que les troupeaux viennent encore paître fréquemment sur ces pentes. Le bassin-versant de SAVOURNON est le plus désolé ; toute la moitié orientale de ce bassin est constituée de roche nue. Une végétation rabougrie parvient à s'accrocher aux flancs des ravines et occupe 32 % de la superficie, essentiellement dans la partie ouest. Une grande bande de lande prend en écharpe le centre du bassin-versant tandis que des ravines sont colonisées par une brousse d'épineux : la fruticée. Ce bassin-versant est régulièrement parcouru par des troupeaux de moutons ; l'écobuage y est encore pratiqué comme en témoigne l'écorce carbonisée des genêts et des argousiers. MISON présente un aspect radicalement différent, et pour cause, c'est le seul bassin-versant boisé. En effet, la colline de LANGUEIRARD porte une blache de chênes pubescents. Ce taillis ne se desserre qu'à proximité de notre périmètre d'étude pour former une sorte de forêt-parc où les moutons viennent paître occasionnellement. Ce pâturage sous forêt claire occupe près de la moitié de la superficie du bassin-versant alors que la blache couvre 24 % et le bad-land le 1/4 restant.

La répartition de la végétation est étroitement corrélée à celle des pentes ; nous avons pu observer que la limite du tapis végétal continu se situe autour de 30° et qu'il est très rare que toute végétation se maintienne au-delà de 45°.

Il est par contre très difficile d'appréhender le rôle joué par la végétation dans la dynamique érosive ; trop de paramètres entrent en jeu pour que l'on puisse les intégrer dans des calculs servant à évaluer la dégradation spécifique. On peut simplement se contenter de rappeler dans quelle mesure interviennent les formations végétales dans la protection au sol contre l'érosion.

Les parties aériennes, et surtout le feuillage, interceptent une bonne partie des précipitations.

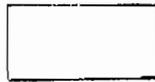
Ceci a deux effets :

- l'intensité de la pluie est modulée,
- l'énergie cinétique des gouttes est brisée.

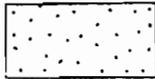
(les chênes pubescents sont marcescents ; les vieilles feuilles restent solidement accrochées au rameau tout l'hiver jusqu'au débourrement des nouveaux bourgeons, ainsi que nous avons pu l'observer à MISON).

SAVOURNON

CARTE DES FORMATIONS VEGETALES



SOL NU



VEGETATION CLAIRSEMEE EN TOUFFES OU PIEDS ISOLES (BAUCHE, ARGOUSIERS)



PELOUSE A BROME, KOELERIA, FETUQUE, ONONIS.



LANDE A GENET CENDRE, LAVANDE, GENEVRIER, BAUCHE.



FRUTICEE A ARGOUSIER, AUBEPINE, EGLANTIER, EPINE-VINETTE, PRUNELLIER, RONCES.



BOIS CLAIR DE PIN SYLVESTRE



TAILLIS DE CHENE PUBESCENT



FRICHE



LABOUR

ECHELLE 1:1800



SAVOURNON : FORMATIONS VEGETALES

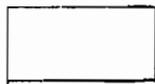


0 90m

A. MARQUET & T. FANTHOU 87

Fig. 19

SAINT-GENIS : TYPES DE VEGETATION



SOL NU



VEGETATION CLAIRESEMEE EN TOUFFES OU PIEDS ISOLES (BAUCHE , ARGOUSIERS)



PELOUSE A BROME , KOELERIA , FETUQUE , ONONIS .



LANDE A GENET CENDRE , LAVANDE , GENEVRIER , BAUCHE .



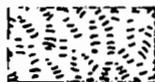
FRUTICEE A ARGOUSIER , AUBEPINE , EGLANTIER , EPINE-VINETTE , PRUNELLIER , RONCES .



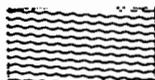
BOIS CLAIR DE PIN SYLVESTRE



TAILLIS DE CHENE PUBESCENT



FRICHE

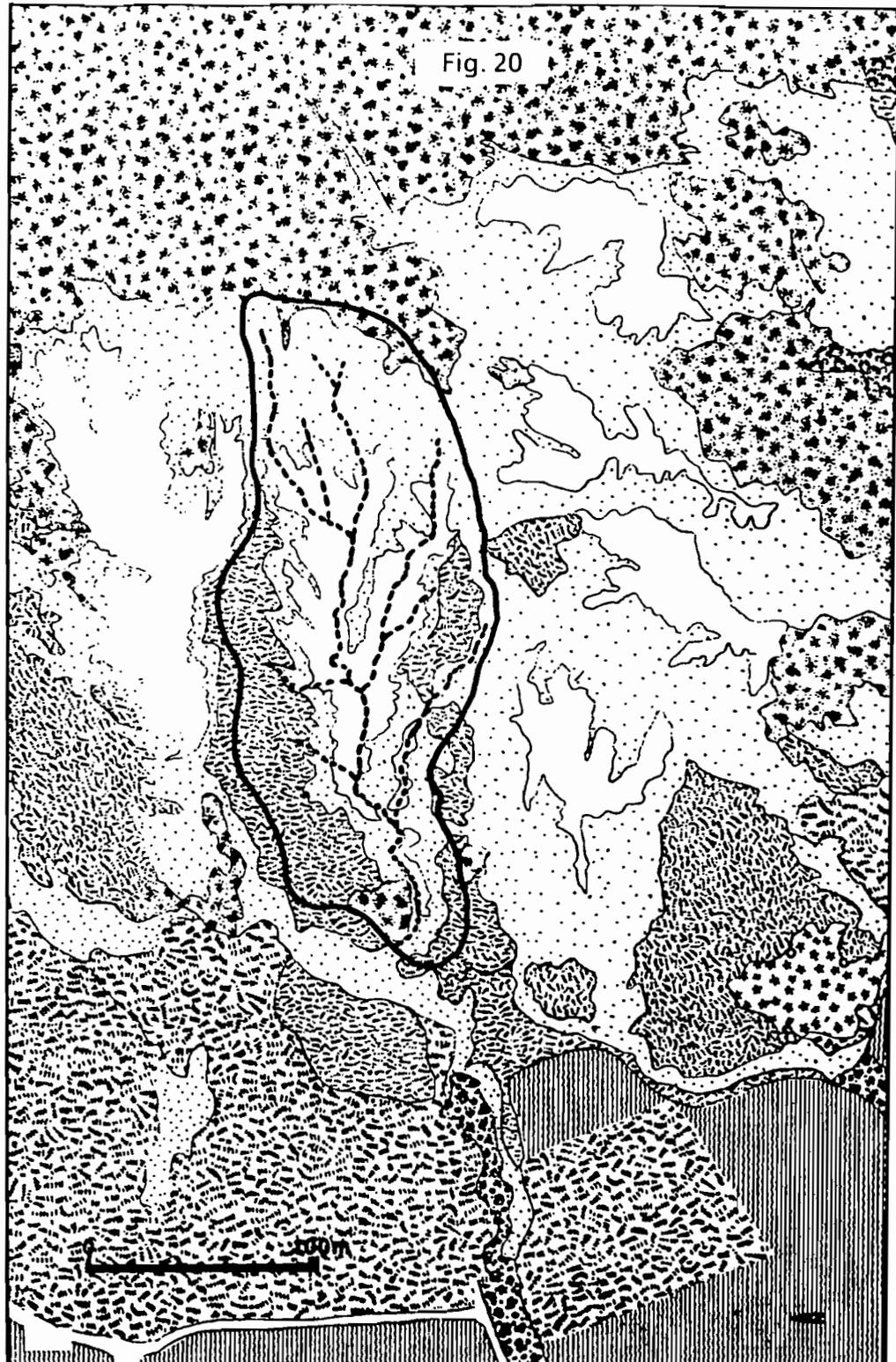


LABOUR

ECHELLE 1:2000



SAINT-GENIS : TYPES DE VEGETATION



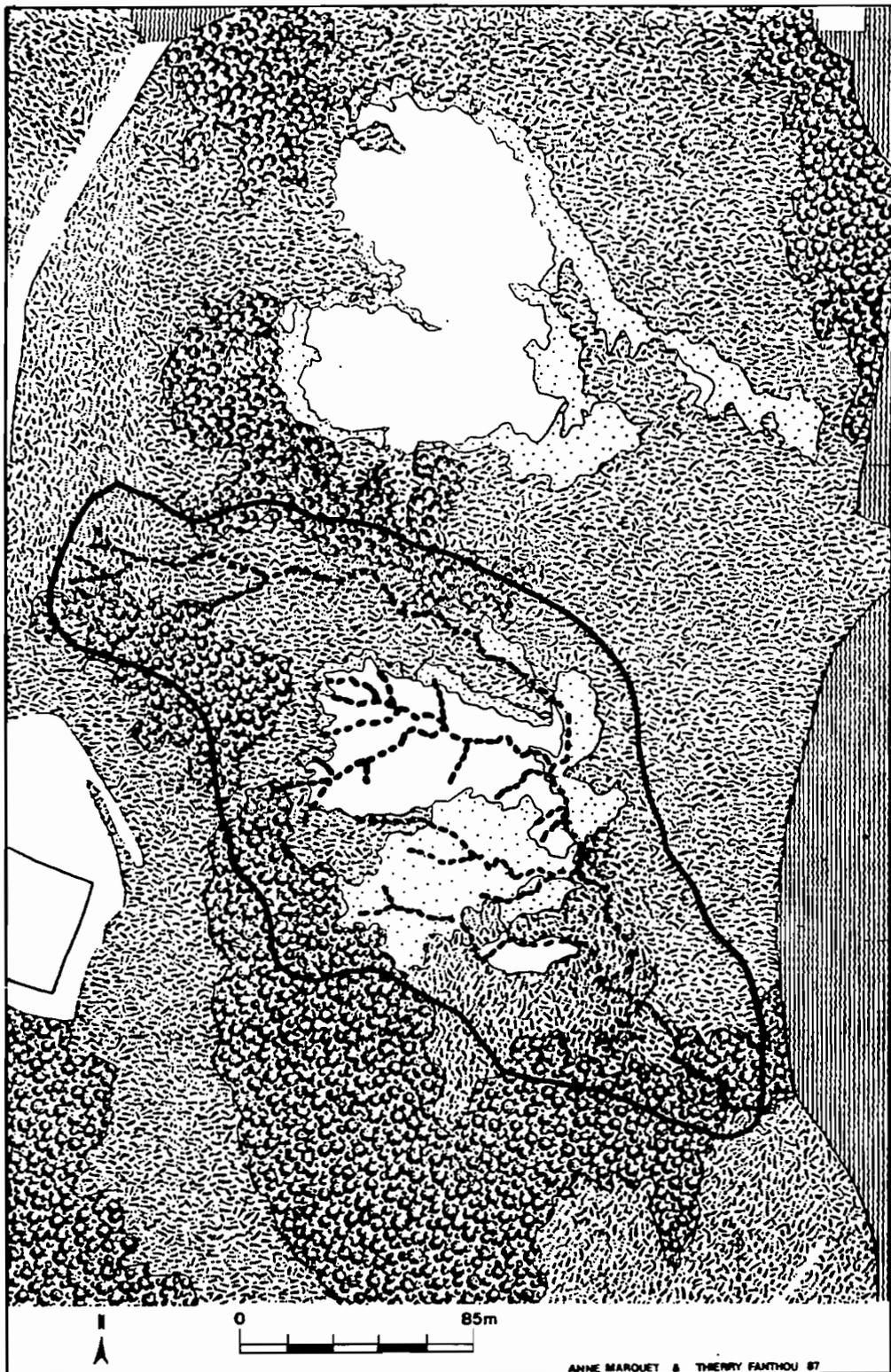
MISON

CARTE DES FORMATIONS VEGETALES

-  SOL NU
-  VEGETATION CLAIRSEMEE
-  PATURAGE SOUS FORET CLAIRE DE CHENES PUBESCENTS
PELOUSE A FETUQUE BROME EN SOUS BOIS.
-  TAILLIS DE CHENES PUBESCENTS
-  LABOURS

Fig. 22

MISON CARTE DES FORMATIONS VEGETALES



La forêt crée un microclimat ; elle atténue les écarts extrêmes de température en faisant écran au soleil et au vent.

Elle peut modérer les alternances gel/dégel ; de plus, elle entretient une certaine humidité, ce qui limite également les alternances humectation/dessication.

Une strate herbacée est très efficace contre le ruissellement et, enfin, les parties souterraines des végétaux sont capables de retenir le sol.

V. CONCLUSION

1. Problèmes posés par l'érosion des marnes noires :

Les bad-lands fonctionnent de manière sporadique et paroxysmale : les marnes nues ont une perméabilité faible, si bien que lors des orages, les eaux se concentrent rapidement dans les ravines et donnent des crues brutales. La météorisation étant relativement rapide, des volumes importants sont fournis à l'érosion. Ils sont exportés majoritairement sous forme de lave torrentielle qui provoque de nombreux dégâts dans les vallées. Les recherches menées sur la dynamique érosive actuelle des bad-lands sont donc importantes pour les collectivités locales.

Plus en aval, les matières en suspension dans les eaux se déposent et colmatent les retenues servant à l'irrigation et à la production hydroélectrique. L'installation, fort onéreuse, de fosses de décantation à proximité de ces ouvrages devient nécessaire. Elle coûte d'autant plus cher, qu'une fois les fosses remplies, il faut les vider. Or les matériaux qu'elles contiennent sont inutilisables en raison de la part importante d'argiles gonflantes (smectites) qui les composent.

2. Utilité des études menées sur les bassins-versants de SAVOURNON, SAINT-GENIS et MISON :

Une meilleure compréhension des divers processus d'érosion s'impose pour tenter d'endiguer l'afflux de ces matériaux indésirables. Les recherches effectuées sur les bassins-versants poursuivent ce but. Outre les inévitables avaries techniques (dysfonctionnement ou non-fonctionnement des appareils), elles rencontrent de nombreux problèmes liés au comportement même des bad-lands. Par exemple, comment appliquer ou transposer des mesures hydrologiques à ces cours d'eau qui ne connaissent principalement que deux états : l'assèchement ou la crue. Pour pouvoir cerner au plus près les valeurs de la dégradation spécifique sur les bassins-versants, de nouvelles installations et une modification de l'appareillage existant semblent indispensables. Il faudrait compléter les données climatiques : limiter les observations à la durée des précipitations équivaut à négliger une part importante de l'évolution des versants.

La connaissance des températures et des alternances gel/dégel est nécessaire pour tenter de comprendre le comportement des marnes entre chaque épisode pluvieux. De même, la mesure de l'état hydrique du sol est essentielle pour parvenir à établir plus précisément la relation précipitation/ruissellement/érosion.

L'augmentation de la capacité de stockage des barrages est obligatoire pour intercepter la quasi totalité du charriage.

En comparant les volumes récoltés avec les débits solides calculés sur la même période, on pourrait évaluer les proportions respectives de transports solides de fond et de transports en suspension pour chaque précipitation.

Les mesures doivent être effectuées systématiquement pour que l'on puisse connaître à combien se chiffrent chaque mois les départs de matière, afin d'établir des estimations sur une année (tout en sachant qu'elles sont uniquement représentatives de cette seule année-là).

3. Un problème difficilement soluble :

La méthode la plus couramment utilisée à ce jour pour tenter de limiter l'érosion est la végétalisation de ces terrains. Le service de restauration des terres en montagnes (R.T.M.) s'y emploie. Les difficultés sont nombreuses : la marne est une roche relativement compacte si bien que les racines ont du mal à s'y fixer. De plus, étant assez imperméable, elle ne sert pas de réservoir pendant l'été, bien qu'elle soit humide en profondeur. Malgré sa désagrégation aisée, il n'y a pas de formation d'un sol car les altérites sont régulièrement décapées. De plus, la pente étant toujours assez forte, le peu de végétation qui cherche à s'y installer est rapidement déchaussée. Même aux endroits où les alluvions s'accumulent, le sol calcaire et argileux qui s'y crée est généralement asphyxiant.

La végétalisation des marnes noires érodées sous forme de bad-lands est donc extrêmement coûteuse et aléatoire.

Chapitre II

GEOLOGIE ET GEOCHIIME DES TERRES NOIRES DES BASSINS DE ST GENIS ET SAVOURNON

M. BUFALO

R.E. QUELENNEC

1. GEOLOGIE DES TERRES NOIRES DE LA REGION DE LARAGNE

Les Terres Noires constituent une formation très érodible à dominante argileuse faisant partie de la série jurassique du bassin rhodanien. Epaissees de près de 2.000 m, elles affleurent largement au niveau de grands anticlinaux profondément entaillés par l'érosion.

De même, elles s'observent sur les bordures occidentale et méridionale du bassin ainsi que dans les Alpes, sous les chevauchements penniques (Artru, 1972 - cf. figures 6 et 7 p. 22 et 25).

La sédimentation des Terres Noires se caractérise, dans ce secteur, par l'alternance à grande échelle d'assises argileuses et d'assises rythmiques à plaquettes ; ces dernières se fondent dans les assises argileuses de façon progressive.

La formation des Terres Noires débute au Bajocien supérieur et se termine à l'Oxfordien moyen. La mise en évidence d'un niveau repère fossilifère médian (Orgeval et al., 1957) a permis de subdiviser la formation en deux membres d'épaisseur sensiblement équivalente (Artru, 1972).

L'ensemble des études effectuées sur cette région a essentiellement porté sur les marnes du Callovien dont l'érodibilité est particulièrement élevée.

Dans ce sens, les B.V.R.E. de Savournon (Callovien supérieur) et de St. Genis (Callovien inférieur à moyen) ont été sélectionnés. L'étude géologique fine de chaque secteur est tirée des travaux de M. Bufalo (1987) (1).

Des données géologiques plus détaillées ont déjà été indiquées dans la première partie de ce volume (pp. 21-25).

(1) Dans le cadre d'une nouvelle thèse en cours au B.R.G.M., en collaboration avec le Laboratoire de géologie dynamique et de pétrologie de la surface de l'Université d'Aix-Marseille III (Professeur D. NAHON).

2. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES DES BASSINS DE SAINT-GENIS ET DE SAVOURNON

2.1. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU BASSIN DE ST. GENIS

2.1.1. Lithologie

Le bassin versant représentatif et expérimental (BVRE) de St. Genis se situe dans les Terres Noires du Callovien inférieur et moyen (cf. fig. 23, carte géologique feuille Laragne Monteglin à 1/50.000, B.R.G.M., à paraître).

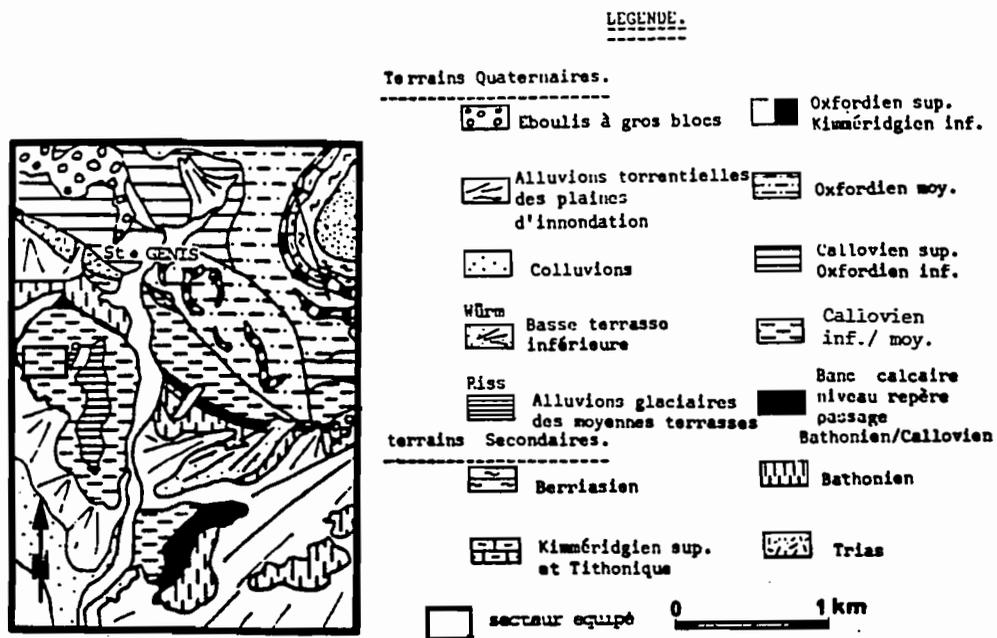


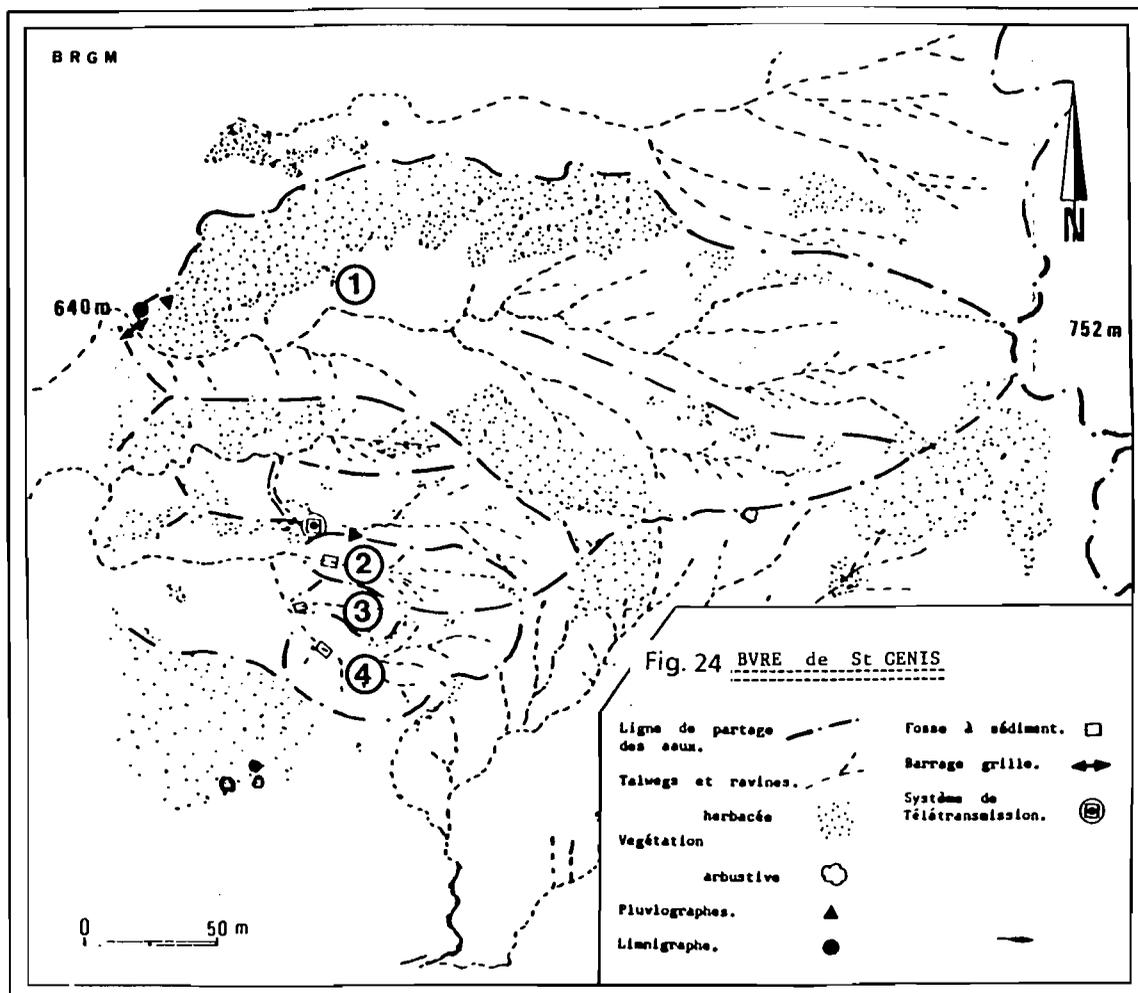
Fig. 23 - Carte géologique du secteur du BVRE de St. Genis
(feuille Laragne Monteglin à 1/50.000, B.R.G.M.)

Le secteur se présente comme une butte marneuse, chapeauté par des alluvions glaciaires. Pour l'essentiel, les installations de mesure de l'érosion (fosses à sédiments, barrages, grilles, ...) sont implantées sur un niveau relativement homogène de marnes stériles sombres, présentant des concrétions tubulaires caractéristiques du Callovien moyen (Artru, 1972). Seule la ravine n°4 (cf. fig. 24-25) est creusée pour une bonne part dans des marnes à plaquettes calcaires. Cette dernière se situe, de plus, sur le tracé d'une faille N-S dont elle prend la direction vers l'aval (cf. fig. 27, coupes A-B).

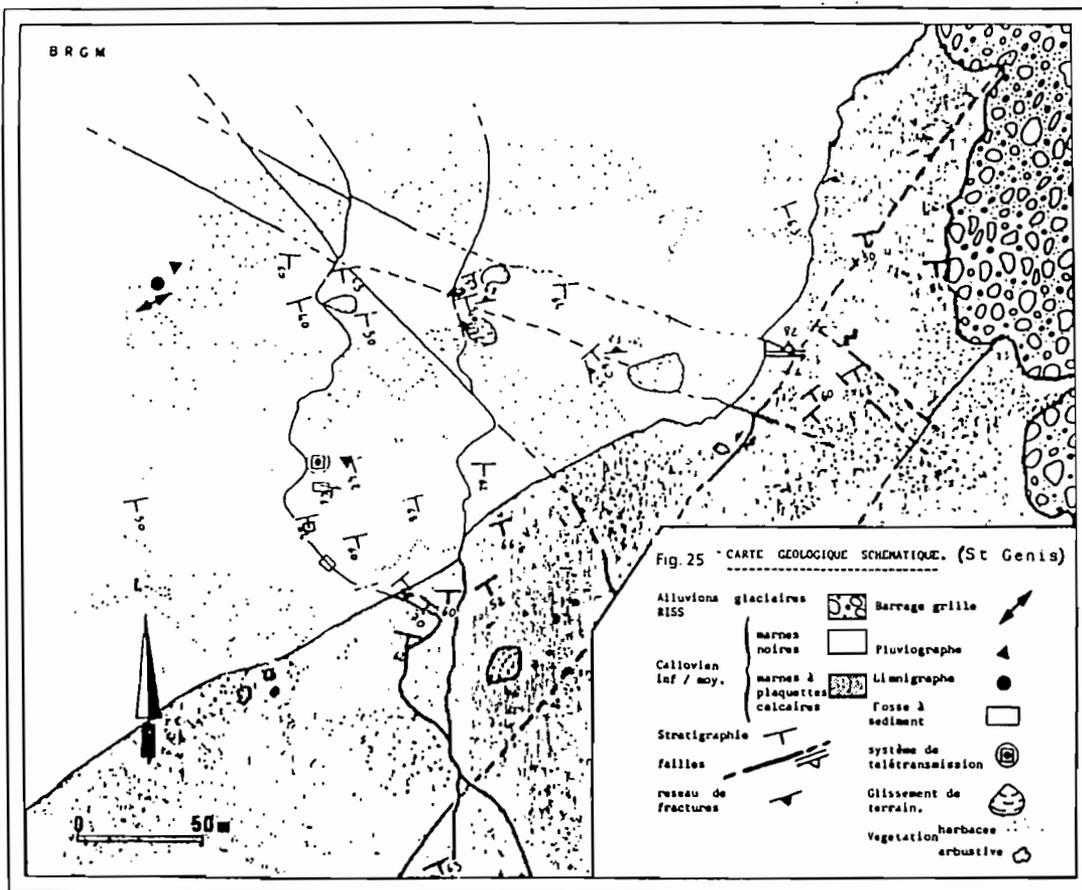
* *Les plis* : l'orientation générale des couches stratigraphiques est N 78° - 60° E (cf. fig. 25); Cet ensemble d'aspect monoclinale est affecté, ici, de plis pluri-métriques, d'axe E-O et déversés vers le Sud. Ceux-ci peuvent être observés dans les niveaux calcaires du sommet du bassin versant 1 (cf. fig. 24-25); Les niveaux marneux sont localement affectés de plis en chevrons métriques à axe fortement plongeant vers l'Est. Ces structures se situent sur le tracé de failles N-S. Leur origine pourrait s'expliquer par un jeu dextre de ces accidents.

De plus, le secteur est affecté de kinks bands (1) centimétriques dextres, d'axe N 72 - 30° E ; le plan axial de ces structures est orienté N 28 - 48° E ; ces dernières sont comparables aux plis métriques en chevrons décrits plus haut.

* *La fracturation* : dans le secteur étudié, la fracturation représente l'essentiel de la déformation (cf. fig. 24 et 25).



(1) Association de plis en chevrons (kinks) affectant un volume de terrain compris entre 2 plans parallèles distants de quelques millimètres à quelques décimètres ou formant une lentille très allongée (réf. A. Foucault - J.F. Raoult, 1980).



2.1.2. Structure

Bien que d'aspect uniforme, les Terres Noires de ce secteur montrent, dans le détail, un état de déformation important.

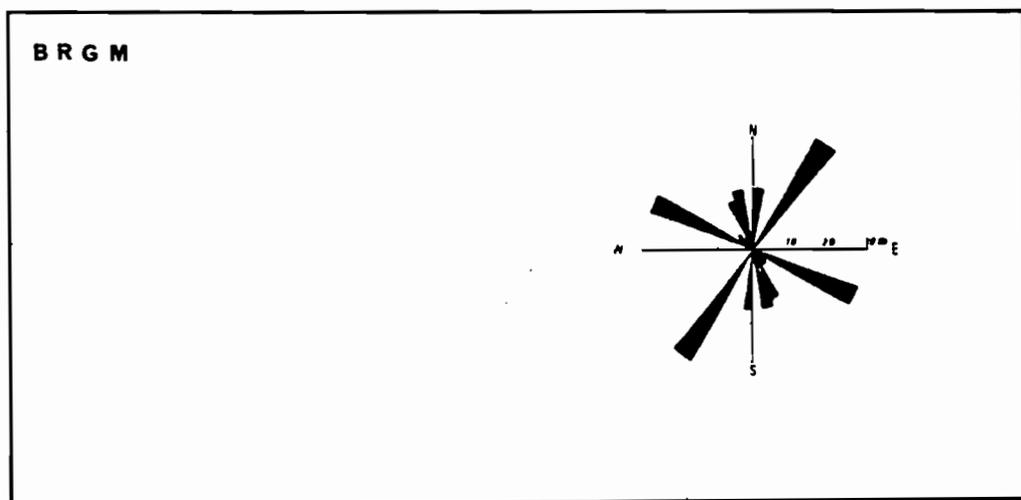


Fig. 26 - BVRE de St. Genis. Rosace de distribution de la fracturation
(en longueur de failles cumulées (cf. fig. 25))

Trois réseaux majeurs de failles sont à remarquer (fig. 27) :

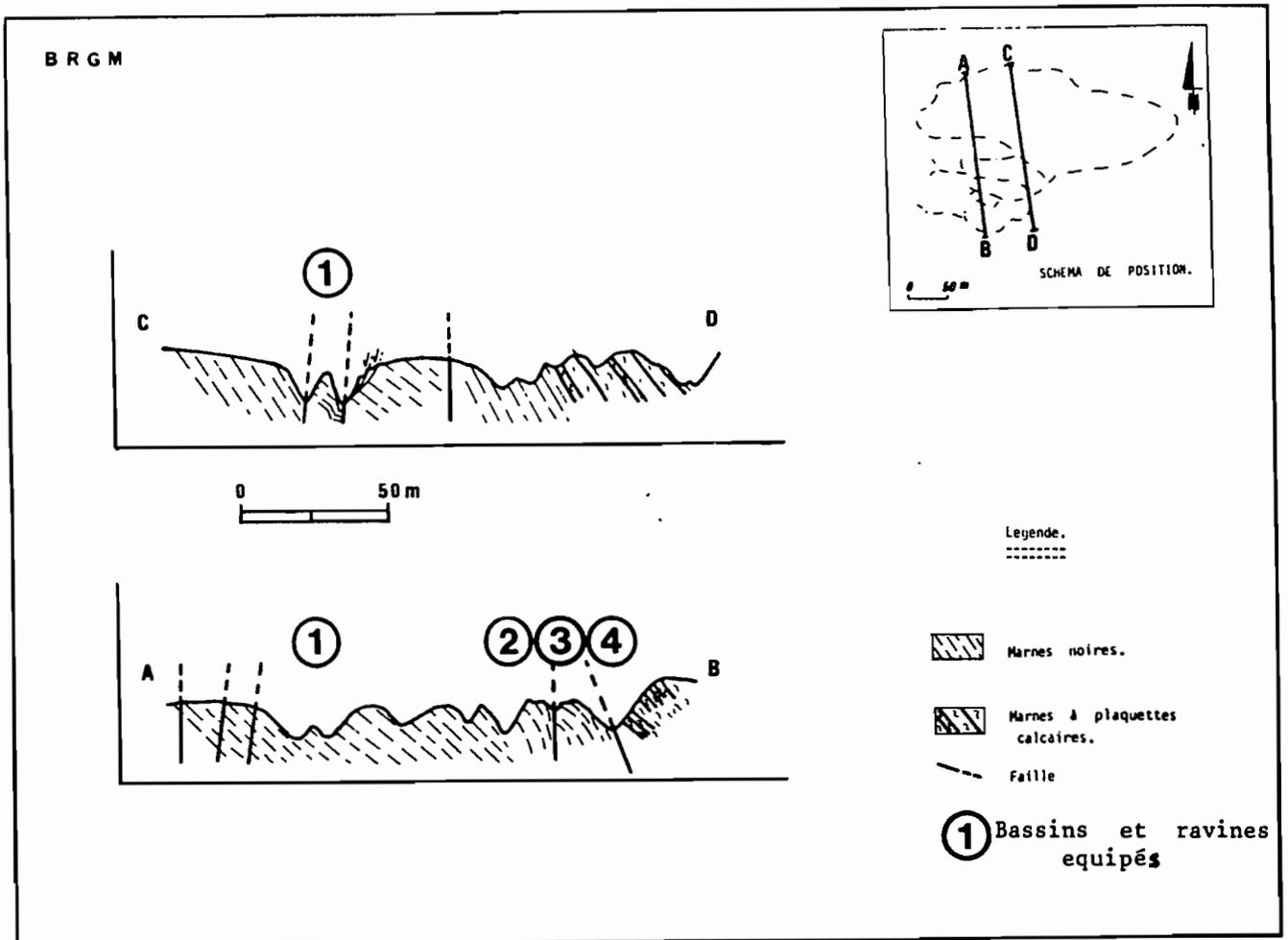


Fig. 27 - Coupes géologiques schématiques du secteur équipé de St. Genis.

* un réseau E-O (N 110°) essentiellement observé au niveau du bassin versant n°1. Ces failles sont localisées le long des thalwegs dont elles semblent avoir guidé la formation. Ces accidents drainent l'eau de pluie, ce qui explique les circulations d'eau dans ces ravines, en dehors des périodes pluvieuses ;

* un réseau N-S représenté par deux failles N 170 et N 04°, dont les tracés sont visibles sur photographies aériennes. Son influence sur la morphologie des ravines est très nette. En effet, sur le tracé de l'accident N 170, les ravines tournent brutalement pour se paralléliser à sa direction (cf. fig. 24, 25). Le long de cet accident, on note des circulations d'eau plus importantes qu'en d'autres endroits des ravines. Ceci est lié au caractère drainant de cette faille ;

* un réseau N.E. - S.O. qui se compose de failles de direction N 35 avec un pendage de 60° vers le Sud. Ces failles marquent souvent un relief dans la topographie. Ce caractère est lié à la présence de placages de calcite parfois épais (10 cm) sur le plan de faille. Les stries de friction à plongement faible vers le Sud témoignent du jeu en décrochements de ces accidents. La présence de crochons nous renseigne sur son sens : dextre (\Rightarrow).

En dehors des failles "majeures" observées sur le terrain et en photos aériennes, le secteur est affecté de nombreux réseaux de fractures. Ces dernières représentent des plans de discontinuité qui fragilisent les marnes, favorisant ainsi les glissements en masse et les éboulements. En effet, les quelques mouvements de terrain observés sur le secteur sont localisés dans des endroits fortement faillés et affectés par de nombreux réseaux de fractures, délitant littéralement le massif en parallélépipèdes réguliers.

L'ensemble des objets structuraux décrits ci-dessus s'intègre de façon logique dans les modèles désormais classiques proposés pour expliquer les déformations des chaînes subalpines de cette région.

Deux phases orogéniques majeures ont été décrites :

* la phase pyrénéo-provençale qui se manifeste, ici, par les plis métriques d'axe E-O déversés vers le Sud, ainsi que par le réseau de failles E-O ;

* La phase alpine : dans la région, cette phase est responsable de décrochements N-S. L'ensemble des réseaux de failles N-S et N 35°, ainsi que les "kinks bands" dextres sont donc à rattacher à cet épisode tectonique.

2.1.3. Relations entre les structures géologiques et les directions de ravinement.

Les récentes missions de terrain du B.R.G.M. ont permis de mettre en relief certaines relations existant entre l'orientation des ravines des bassins versants et les structures géologiques qu'elles entaillent.

Trois cas peuvent être décrits, dès à présent :

- A/ la ravine est creusée dans une série marneuse homogène non fracturée. Dans ce cas, l'orientation de la ravine, ou même, d'un versant entier, est proche de l'orientation de la direction de la stratigraphie ;
- B/ la ravine est creusée dans une série marneuse très fracturée ou sur le tracé d'une faille majeure. Dans ce cas, la faille ou le réseau de fractures sert de guide à la ravine (fig. 5, 6, 8) ;
- C/ le type intermédiaire est représenté lorsqu'une série marneuse peu déformée est recoupée localement par une faille. Dans ce cas, les ravines changent brutalement d'orientation au contact de la faille et reprennent ensuite une orientation proche de la direction de la stratigraphie (fig. 24, 25 - ravine 4).

De plus, quatre glissements de terrain de plusieurs mètres cubes chacun ont été répertoriés sur le site (fig. 25) ; ils sont localisés sur les points hauts des versants et dans des zones fortement fracturées. Les réseaux de fractures constituent des plans de discontinuité favorisant les circulations de fluides. Les phénomènes de gel/dégel y sont très actifs. D'après des observations antérieures, ces mouvements débuteraient au printemps lors de la fonte des neiges.

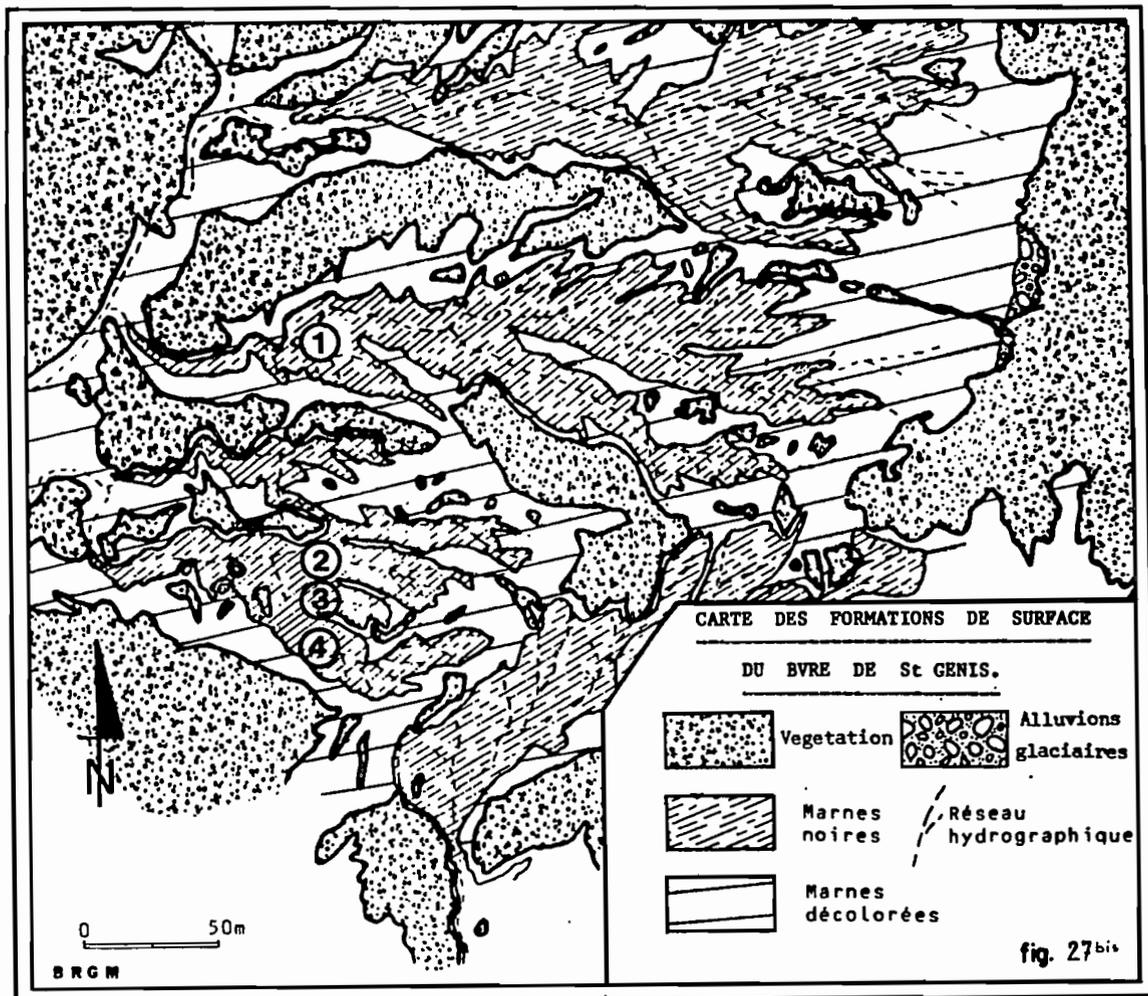
2.1.4. Cartographie des formations de surface

La figure 27 représente la distribution des formations de surface sur le site de St. Genis. Trois grands ensembles peuvent être décrits :

- * un horizon végétalisé, essentiellement présent sur les sommets entre les ravines et sur les versants peu pentus. Pour l'essentiel, la végétation est de type herbacé avec, cependant, quelques rares arbres disséminés (pins, chênes blancs) ; cette végétation peut recouvrir jusqu'à 30 % de la superficie d'un bassin versant (BVRE n° 1) ;
- * un horizon de marnes de couleur ocre. La position sécante à la stratigraphie de ce niveau clair permet d'écarter l'hypothèse d'une origine sédimentologique de cette différence de couleur avec l'horizon suivant. Cette "décoloration" au sommet des ravines semble suivre les contours des zones végétalisées.

Les relations existant entre ces marnes ocre et les niveaux végétalisés n'ont pas encore fait l'objet d'études ; cependant, il est possible d'évoquer ici l'action agressive des acides humiques sur la composition originelle de marnes noires ; cet horizon pourrait aussi correspondre à un niveau d'altération plus ancien entaillé par le ravinement ;

- * un horizon de marnes noires. Cet horizon est essentiellement localisé dans les parties moyennes à basse des ravines. Les couches stratigraphiques passent en continu des marnes noires aux marnes ocre vers le sommet des ravines, par suite d'un processus d'altération de plus en plus poussé.



2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE DU BASSIN DE SAVOURNON I

Le B.V.R.E. de Savournon se situe dans les Terres Noires du Callovien supérieur (fig. 28 et 29).

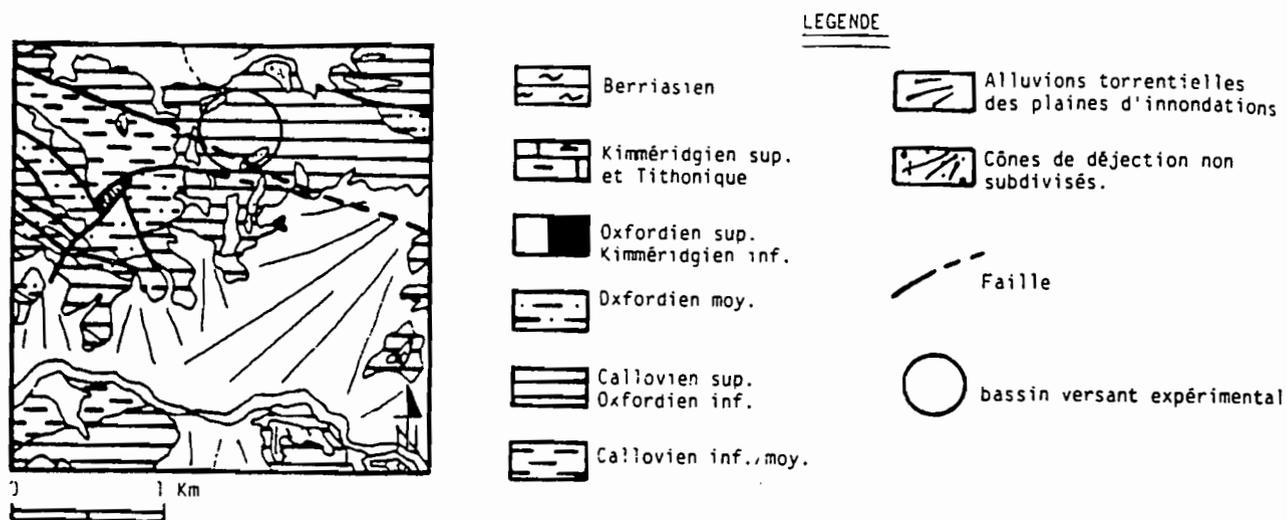


Fig. 28 - Carte géologique du secteur du B.V.R.E. de Savournon (feuille Laragne-Monteglin 1/50.000 modifiée, B.R.G.M.).

Le secteur se situe sur le flanc nord d'un vaste anticlinal E-O, dont l'axe a guidé le creusement du vallon de Savournon. Le B.V.R.E. étudié est creusé dans une formation de "marnes stériles". Ces marnes brunes présentent des nodules bruns dits "nodules chocolat" (Artru, 1972). Les lits à nodules légèrement phosphatés ont fourni une faune du Callovien supérieur (Artru, 1972).

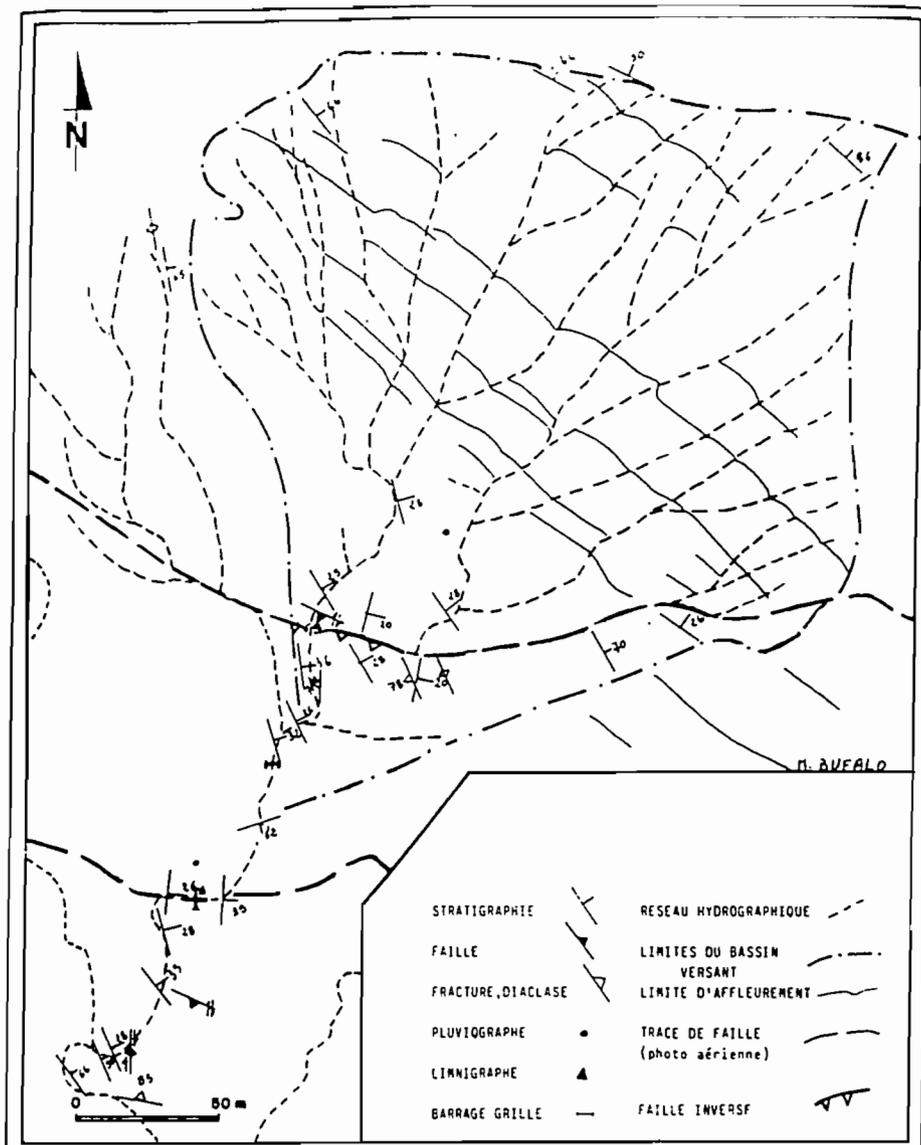


Fig. 29 - Carte géologique structurale schématique du bassin versant de Savournon (Callovien supérieur).

3. MINÉRALOGIE ET GÉOCHIMIE DES TERRES NOIRES ET PRODUITS D'ALTERATION

3.1. GÉNÉRALITÉS SUR LA COMPOSITION MINÉRALOGIQUE DES TERRES NOIRES

Des travaux antérieurs ont montré les caractéristiques géochimiques générales des Terres Noires du bassin rhodanien. Elles se placent dans le domaine des **argiles siliceuses carbonatées** (fig. 30, Artru, 1972).

Les **argiles** sont le constituant essentiel des Terres Noires. Leur cortège minéralogique est peu varié : illite, interstratifiés illite-montmorillonite irréguliers ou réguliers (allevardite), kaolinite, chlorite.

La phase carbonatée est le deuxième constituant majeur. La calcite est dominante (0 - 40 %), mais la dolomite peut être présente en quantité importante.

La phase siliceuse représente toujours un pourcentage important lors des analyses diffractométriques de roches totales.

la phase organique (M.O.) constitue une fraction non négligeable de la composition globale. On distingue deux types de M.O. (Artru, 1972) :

- * une M.O. héritée fortement carbonisée ; elle est issue de la couverture végétale présente au Jurassique ;
- * une M.O. provenant de l'accumulation de restes de plancton et d'organismes benthiques sur le fond ou dans les sédiments frais au cours de la sédimentation. Cette M.O. est moins fréquente que celle héritée.

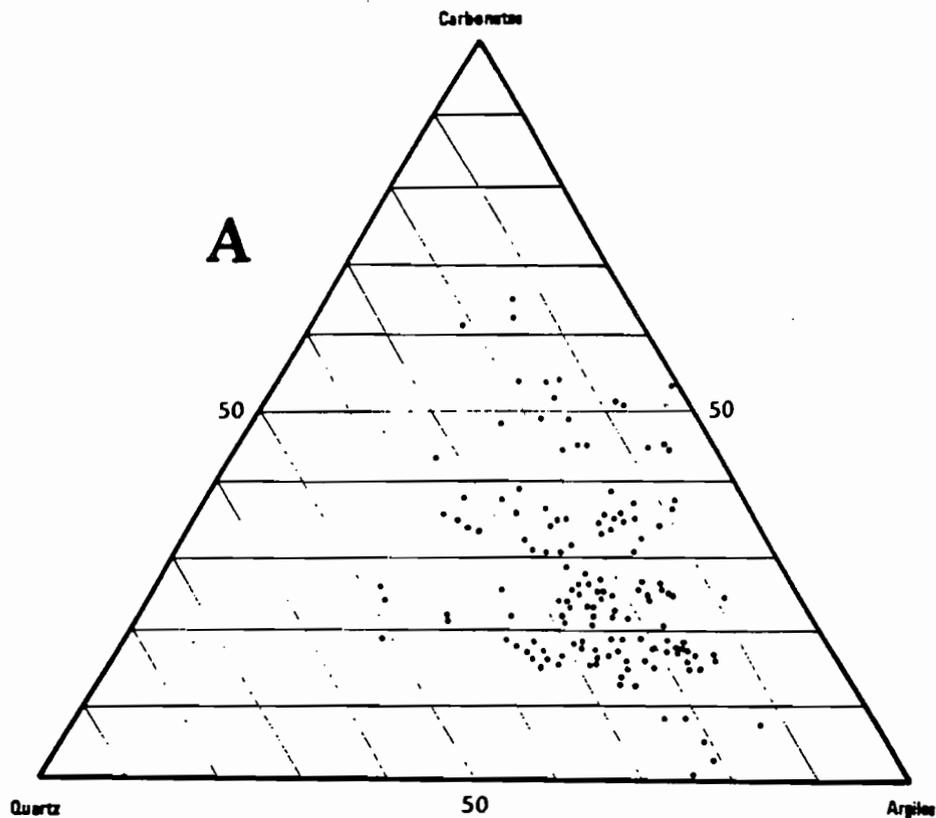
3.2. DESCRIPTION DE LA COUCHE ALTEREE SUPERFICIELLE

En différents points du secteur, un profil d'altération a été levé, par le B.R.G.M. Dans l'ensemble, quatre niveaux peuvent être décrits. De la base au sommet (fig. 31) :

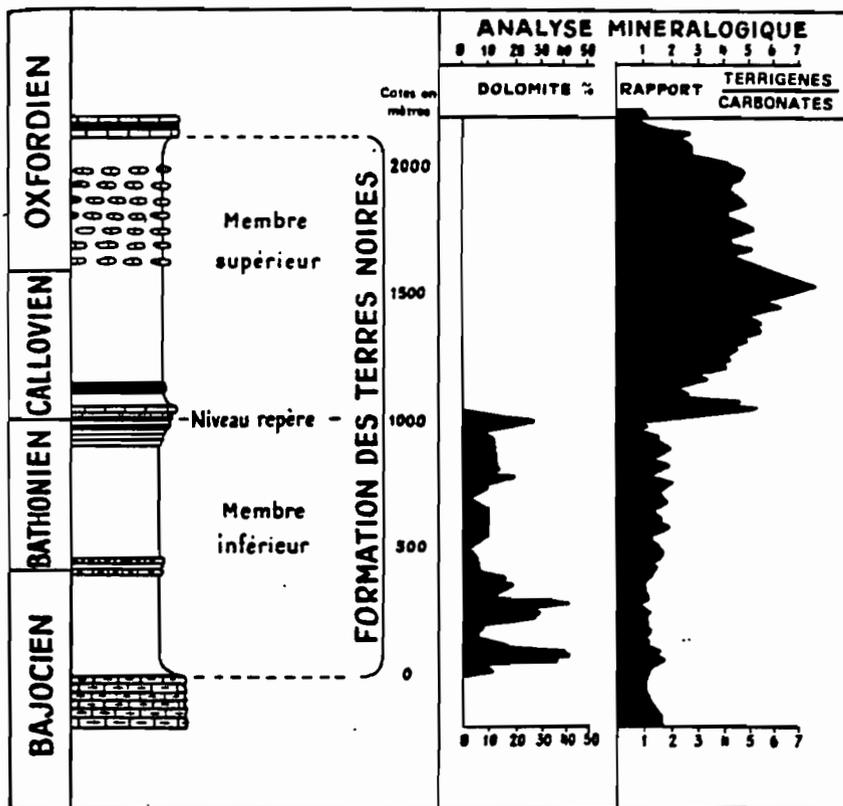
- * la roche "mère" représentée par les marnes noires bien stratifiées du Callovien inférieur à moyen ; elle se situe à une profondeur moyenne de 10 cm sous la couche altérée ; le sommet de cet horizon est affecté de fines fissures sur une épaisseur verticale de 5 à 10 cm ; la roche garde cependant sa structure stratigraphique caractéristique ;
- * une couche intermédiaire (environ 5 cm) ; ce niveau montre un début de désorganisation des couches stratigraphiques, ainsi qu'une décoloration de la roche vers le sommet ; c'est dans cette zone qu'oscille le front d'altération majeur ;
- * un horizon désagrégé (5 à 10 cm) constitué de marnes complètement désorganisées ; les reliques de litage stratigraphiques sont affectées de "plissements irréguliers" ; l'origine de ces structures semble liée à des glissements gravitaires de la couche altérée sur la roche saine ; cet horizon présente une décoloration franche ;
- * un encroûtement superficiel ; cet horizon, d'une épaisseur de l'ordre de 0,5 cm, constitue une pellicule plus dure au sommet de la couche altérée.

On peut estimer que la tranche de terrain affectée par les infiltrations d'eau météorique ne dépasse pas 15 à 20 cm d'épaisseur. Cependant, la couche la plus altérée est moins importante et se situe dans les dix premiers centimètres (fig. 31).

On observe une désorganisation croissante de la texture originelle de la roche vers la surface.



A -Diagramme Quartz - Argiles - Carbonates établi à partir de 140 échantillons. (bassin Rhodanien.)



B -Répartition de la Dolomite dans les Terres Noires de Laragne.

Fig. 30 - Caractères généraux de la minéralogie des Terres Noires. (Artru, 1972).

Les marnes noires présentent une très grande sensibilité à l'altération physico-chimique. Leur niveau d'altération, plus ou moins poussé selon les endroits, résulte de la combinaison de divers processus saisonniers :

- dissolution / halloclastie ;
- gel / dégel (hiver, printemps) ;
- humectation / dessiccation (printemps, été, automne).

L'altérabilité de chaque type lithologique est en relation avec la minéralogie, la chimie et la structure de la roche. De ce fait, des analyses ont été effectuées sur les marnes noires du Callovien inférieur à moyen de St. Genis et sur celles du Callovien supérieur de Savournon (Bufalo, 1987 a). Ces études ont consisté en des analyses diffractométriques de la roche totale, calcimétrie, et détermination des éléments chimiques majeurs.

D'autre part, nous avons procédé à un suivi hydrochimique des eaux de ruissellement, afin de déterminer les transferts de matière par dissolution de la roche (Bufalo, 1987 b).

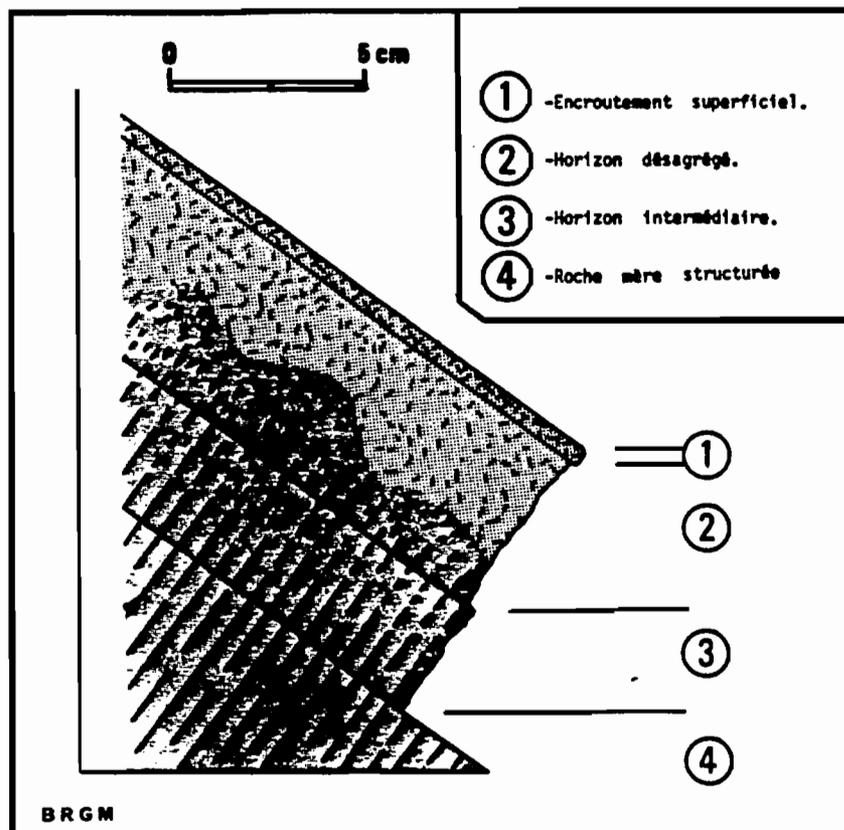


Fig. 31 - Profil d'altération schématique dans les Terres Noires du Callovien inférieur et moyen du BVRE de St. Genis.

Ce schéma se retrouve également pour les marnes noires du Callovien supérieur à Savournon.

3.3. GEOCHIMIE DES MARNES DU CALLOVIEN DES B.V.R.E. DE ST GENIS ET SAVOURNON

3.3.1. Géochimie des marnes du Callovien inférieur et moyen de St. Genis

Les analyses diffractométriques et calcimétriques de la roche mère et de la couche superficielle altérée, donnent les résultats suivants (fig. 32) :

- calcite 37 à 56%
- argiles 32 à 47%
- quartz 9 à 16%
- dolomite 0 à 6%
- feldspath 0 à 2%
- pyrite 0 à 1%

Le pourcentage d'argiles diminue de 5 à 10 % de la roche mère vers la roche altérée.

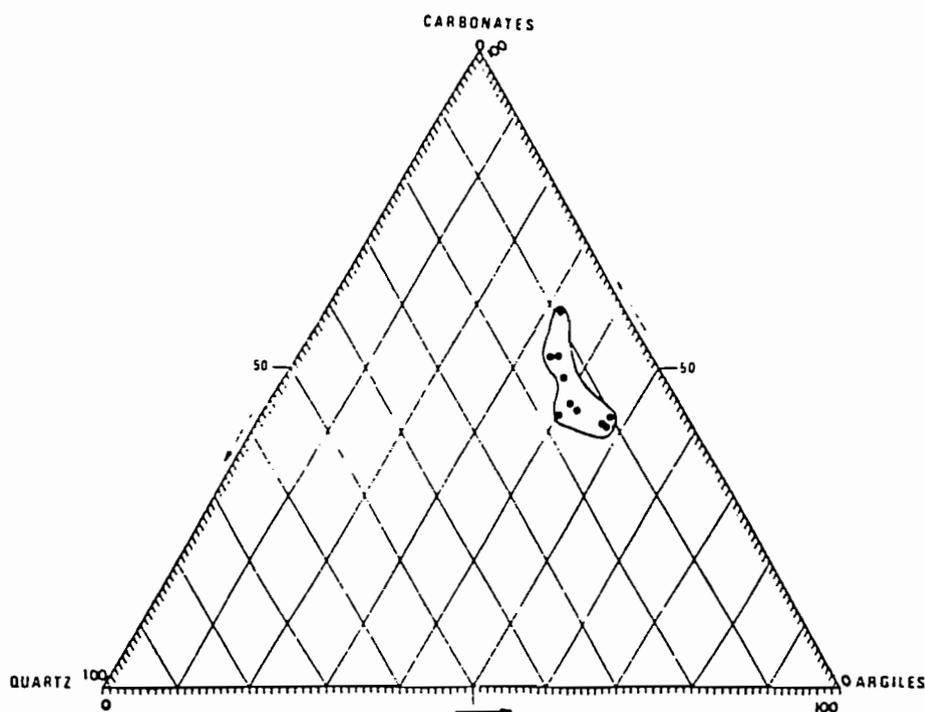


Fig. 32 - Diagramme quartz-argiles-carbonates établi à partir d'analyses de 10 échantillons de Terres Noires prélevés sur les BVRE de St. Genis.

- * le pourcentage d'argiles diminue sensiblement de la "roche mère" (environ 43 %), vers la roche altérée (environ 37 %). Ces variations sont plus ou moins importantes selon les échantillons. Ce caractère semble lié à un lessivage important des argiles. Ce phénomène peut être déduit par l'observation des sédiments produits dans les fosses. La nature de ces sédiments est essentiellement argileuse (observations de terrain) ;
- * Le quartz et le feldspath montrent un comportement assez semblable sur l'ensemble des échantillons analysés. les pourcentages respectifs varient très peu ;
- * la pyrite, rarement présente dans les échantillons de "roche mère", disparaît totalement dans les horizons altérés. Ce minéral est très facilement oxydable. La dissociation de la pyrite au cours de cette oxydation favorise la formation de gypse et libère des solutions riches en acide sulfurique, accélérant les processus de dissolution de carbonates. De plus, l'oxydation de la pyrite développe des pressions considérables de 25 à 35 kg/cm² (accroissement de volume).

Sur les talus marneux ravinés par l'érosion, ce processus (irréversible à action cumulative) peut parfois mettre en cause la stabilité des versants (JORDA, 1976).

En première approximation, nous pouvons avancer qu'un des phénomènes essentiels de l'érosion est le lessivage des argiles. Ce dernier semble conditionner les variations de composition de la "roche mère" vers la roche altérée.

En effet, la modification des valeurs du pourcentage d'argiles et de calcite est de même ordre mais en relation inverse (fig. 32).

3.3.2. Géochimie des marnes du Callovien supérieur de Savournon

Les analyses diffractométriques et calcimétriques de la roche mère et de l'horizon altéré de surface présentent la même composition minéralogique (cf. fig. 33).

- argiles	55-60%
- quartz	19-25%
- calcite	10-17%
- feldspath	4-19%
- dolomite	2- 6%

La composition de la fraction argileuse est la suivante :

- illite..... 44 à 45 %
- interstratifiés (illite / smectites) 32 à 44 %
- kaolinite 6 à 15 %
- smectites..... 0 à 4 %

Le pourcentage d'argiles dites "gonflantes" (interstratifiés, smectites) oscille donc entre 32 et 48 % de cette fraction argileuse globale et semble être un paramètre significatif dans les processus d'altération -érosion des Terres Noires étudiées.

Des essais géotechniques ont été effectués au BRGM (cf. tableau). Les analyses chimiques effectuées sur la roche mère ont donné les résultats suivants :

SiO ₂	32,07 %	CaO	27,45 %
TiO ₂	0,56 %	Na ₂ O	0,35 %
Al ₂ O ₃	9,85 %	K ₂ O	1,51 %
Fe ₂ O ₃	1,23 %	P ₂ O ₅	0,43 %
FeO	0,80 %	H ₂ O ⁺	24,69 %
MnO	0,14 %	H ₂ O	0,39 %
MgO	0,89 %	Fe ₂ O ₃	2,11 %

Total : 100,26 %

Dans le détail de cette première approche géochimique de l'altération des Terres Noires de St. Genis, cinq stations ont fait l'objet, par le B.R.G.M., de prélèvements de marnes (fig. 11). En chaque station, les échantillons ont été prélevés dans la "roche mère" (R.M.) et dans la couche altérée (alt), sur une profondeur de l'ordre de 0,5 cm. Sur chaque prélèvement, une analyse diffractométrique de la roche totale, ainsi qu'une calcimétrie ont été effectuées. Il en ressort que (fig. 32) :

- * le pourcentage relatif de carbonates (calcite, dolomite) est plus important dans la pellicule de surface (47 % de calcite, 4,5 % de dolomite) que dans la "roche mère" (40 % de calcite, 3,7 % de dolomite). La nature de cette calcite (primaire ou secondaire) peut être en rapport avec la structure plus rigide de cet horizon superficiel. Des études ultérieures en lames minces pourront préciser ce problème ;

BASSIN VERSANT DE ST. GENIS

(Hautes-Alpes)

Résultats des essais de laboratoire

Référence du prélèvement	Poids volumique humide Yh (T/m ³)	Poids volumique sec Yh (T/m ³)	Teneur en eau W (%)	Limites d'Atterberg				Analyse granulométrique			Essai au bleu de méthylène adsorption (mg/g)	Essai Oedométrique		
				Limite de liquidité WL	Limite de plasticité WP	Indice de plasticité IP	Limite de retrait LR	< 2 mm (%)	< 0,08 mm (%)	< 2u (%)		Indice de compressibilité Cc	Indice de gonflement Cg	Module oedométrique E' (bar)
prélèvement 1 Schistes silto-argileux gris noir	1,62	1,51	7,35	37	17	20	16	100	98	29	18,7			
Prélèvement 2 Schistes silto-argileux gris noir	1,63	1,52	7,45	37	16	21	16	100	99	28	18,7	0,190	0,043	69

- gypse..... < 1%
- pyrite..... < 1%

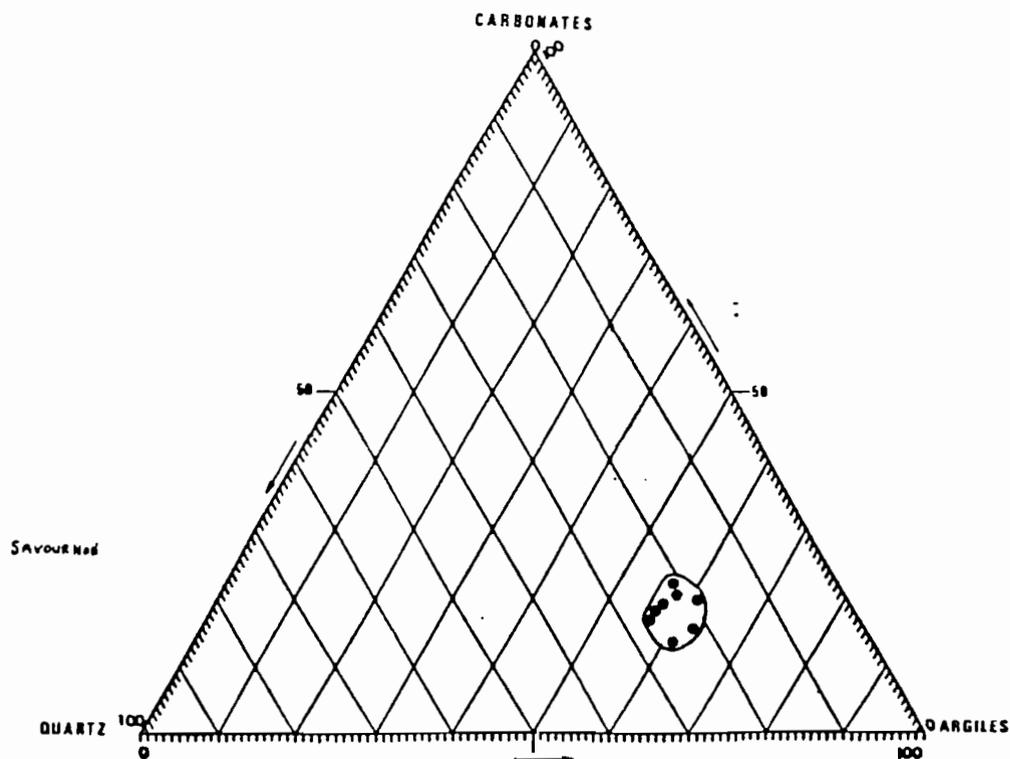


Fig. 33 - Diagramme quartz-argiles-carbonates établi à partir d'analyses de 8 échantillons de marnes du Callovien supérieur de Savournon.

La composition de la phase argileuse ne varie pas au cours de l'altération. Elle se constitue de la façon suivante :

- kaolinite..... 21%
- illite..... 34%
- Interstratifiés(illite/smectites)..... 27%
- chlorite..... 17%
- smectites..... 1%

Le pourcentage d'argiles gonflantes est d'environ 28 % de cette fraction.

4. HYDROCHIMIE DES EAUX DE RUISSELLEMENT METEORIQUES SUR LES MARNES DU CALLOVIEN DES B.V.R.E. DE ST GENIS ET SAVOURNON.

L'étude minéralogique et chimique des marnes du Callovien a conduit, dans un second temps, à rechercher la nature des transferts de matière dissoute au cours de chaque crue. Dans ce sens, un suivi de l'hydrochimie des eaux de ruissellement sur les deux B.V.R.E. a été lancé dès le mois de décembre 1986. Les premiers résultats ont permis de déterminer l'origine des éléments dissous et, de ce fait, de mieux comprendre les processus d'altération (Bufalo, 1987 b).

4.1. HYDROCHIMIE DES EAUX DE RUISSELLEMENT

Sur l'ensemble des deux bassins les eaux sont de type sulfaté magnésien (fig. 34).

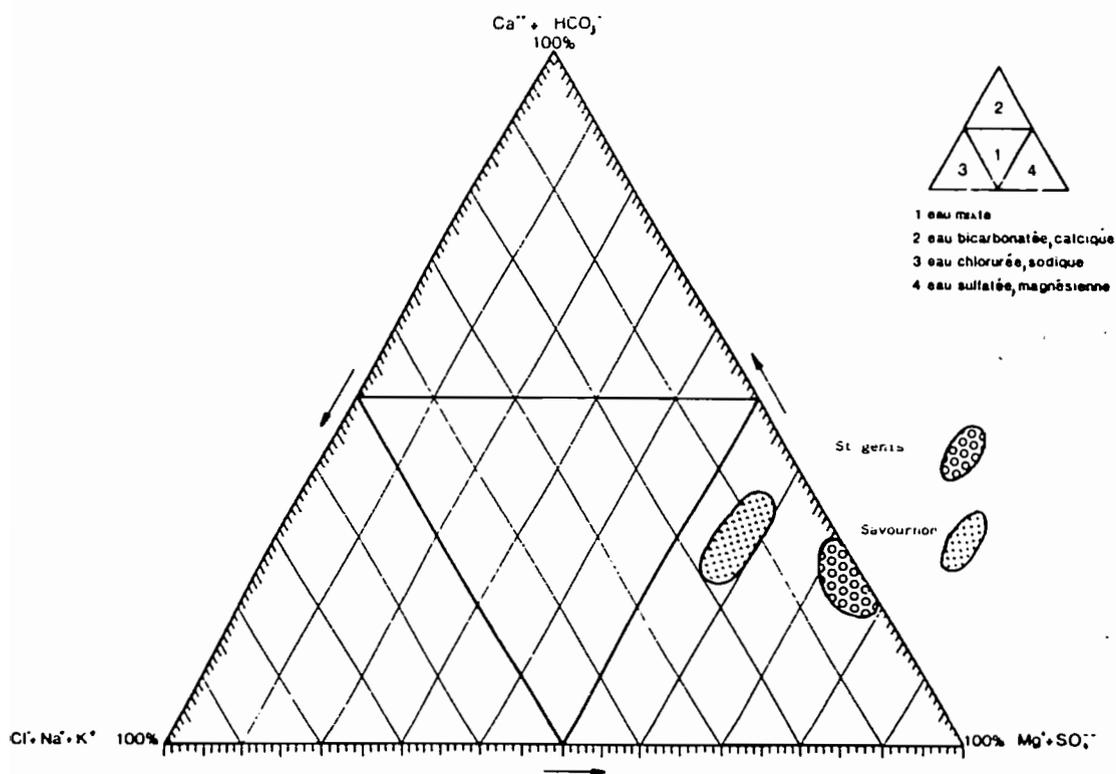


Fig. 34 - Composition globale des eaux de ruissellement dans les bassins versants de St. Genis et Savournon.

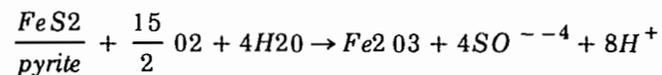
Sur les marnes du Callovien inférieur et moyen, les concentrations dissoutes peuvent aller jusqu'à plusieurs grammes/litre, mais la composition globale varie très peu (fig. 35). Cette forte dissolution ne doit pas être négligée dans les bilans d'érosion.

Sur les marnes du Callovien supérieur, les concentrations sont bien moins importantes que celles décrites précédemment. Le composition globale varie très peu d'une mesure à l'autre (fig. 36).

4.2. ORIGINE DES ELEMENTS DISSOUS

* Les sulfates : la présence de sulfates peut avoir deux origines :

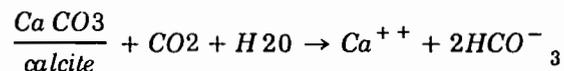
- dissolution de la pyrite ; ce minéral représente moins de 1 % de la constitution globale de la roche totale. Cependant, sa dissolution préférentielle au sein d'un volume de marnes, peut expliquer la forte teneur des eaux en sulfates :



- dissolution de lentilles de Trias (gypsifère) injectées dans les failles qui sillonnent le secteur.

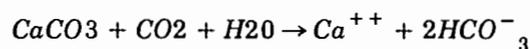
* Le magnésium : le magnésium peut avoir plusieurs origines : aluminosilicates, dolomite ou calcite magnésienne. Son origine se rapproche de celle du calcium.

* Le calcium est produit essentiellement par la dissolution de carbonates (calcite) et de sulfates (gypse) ; la forte solubilité de ces minéraux explique la forte présence de calcium dans les eaux :



* Les bicarbonates : on peut définir deux origines des bicarbonates : la première liée à l'action conjuguée du CO₂ atmosphérique et des sols, et des eaux météoriques sur les minéraux silicatés ; la seconde origine est la dissolution des minéraux carbonatés (calcite, calcite magnésienne, dolomite).

Altération de la calcite :



(la moitié d'HCO₃⁻ est produite par l'atmosphère, l'autre par les minéraux).

* La silice : elle provient de la dissolution des minéraux argileux, des feldspaths et du quartz.

* Les chlorures : la source essentielle est atmosphérique (Meybeck, 1986).

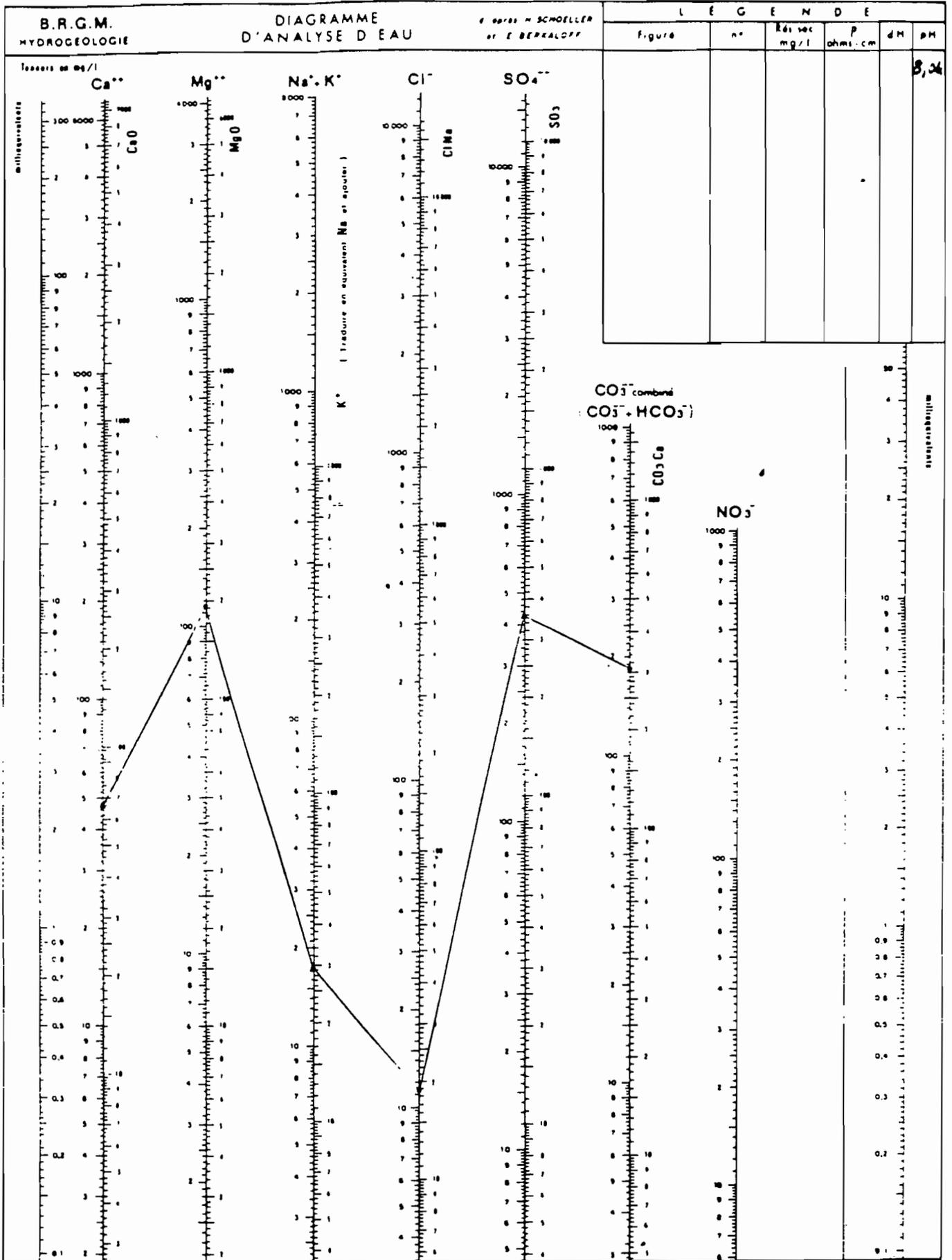


Fig. 35 - Hydrochimie des eaux de ruissellement - St. Genis 12.05.1987 - température 12°C.

- * **Le potassium** : il peut provenir de l'altération de feldspaths et d'argiles (illite, muscovite, biotite). L'altération des argiles semble, ici, la plus probable.
- * **Le sodium** : l'origine du sodium est essentiellement atmosphérique, comme pour le chlore.

Éléments traces

Parmi les éléments traces présents, il faut noter :

- * **Sr** : la présence de strontium peut avoir pour origine l'oxydation des minéraux silicatés par l'acide sulfurique (oxydation de pyrite), (Meybeck, 1986). L'idée du lessivage de lentilles de Trias dans les failles peut être retenue ; en effet, le Trias de la région présente des filons de celestine (Sr SO_4) riches en strontium (carte géologique Le Buis, 2ème édition, 1/80.000, BRGM). Dans cette hypothèse, la teneur en strontium serait liée à celle des sulfates.
- * **Al** : l'aluminium est bien représenté. Son origine peut correspondre à la dégradation de minéraux argileux.

Chapitre III

DESCRIPTION SOMMAIRE DU MILIEU PHYSIQUE DES BASSINS DU SAIGNON ET DE SAVOURNON II TRAVAUX COMPLEMENTAIRES EN GEOCHIMIE

J.C. OLIVRY

1. LE BASSIN DU SAIGNON

1.1. GENERALITES

On sait que le choix du bassin du Saignon comme site d'étude a été dicté par l'intérêt de mesures effectuées antérieurement par le SRAE et le RTM de Digne dans l'évaluation du comblement d'une petite retenue (120 000 m³) destinée à l'irrigation.

Le torrent du Saignon draine le flanc sud du massif de la montagne entre les sommets des Croix (1425 m) et du Colombier (1478 m) puis se jette à la Motte du Caire dans la rivière du Grand Vallon. Cette dernière est un tributaire du Jasse, affluent de rive gauche de la Durance.

L'exutoire du bassin étudié est situé au niveau du barrage du Saignon, la station ayant été implantée sur l'ancien évacuateur de crue du barrage, à l'altitude de 750 m. Le bassin versant a alors une superficie de 3,95 km². Il s'inscrit dans un rectangle dont la longueur orientée suivant un axe nord sud est de 2,7 km et la largeur d'est en ouest fait 1,9 km. Les bordures nord du bassin dépassent 1400 m, tandis que les bordures est et ouest sont inclinées entre les altitudes 1400 et 900 m.

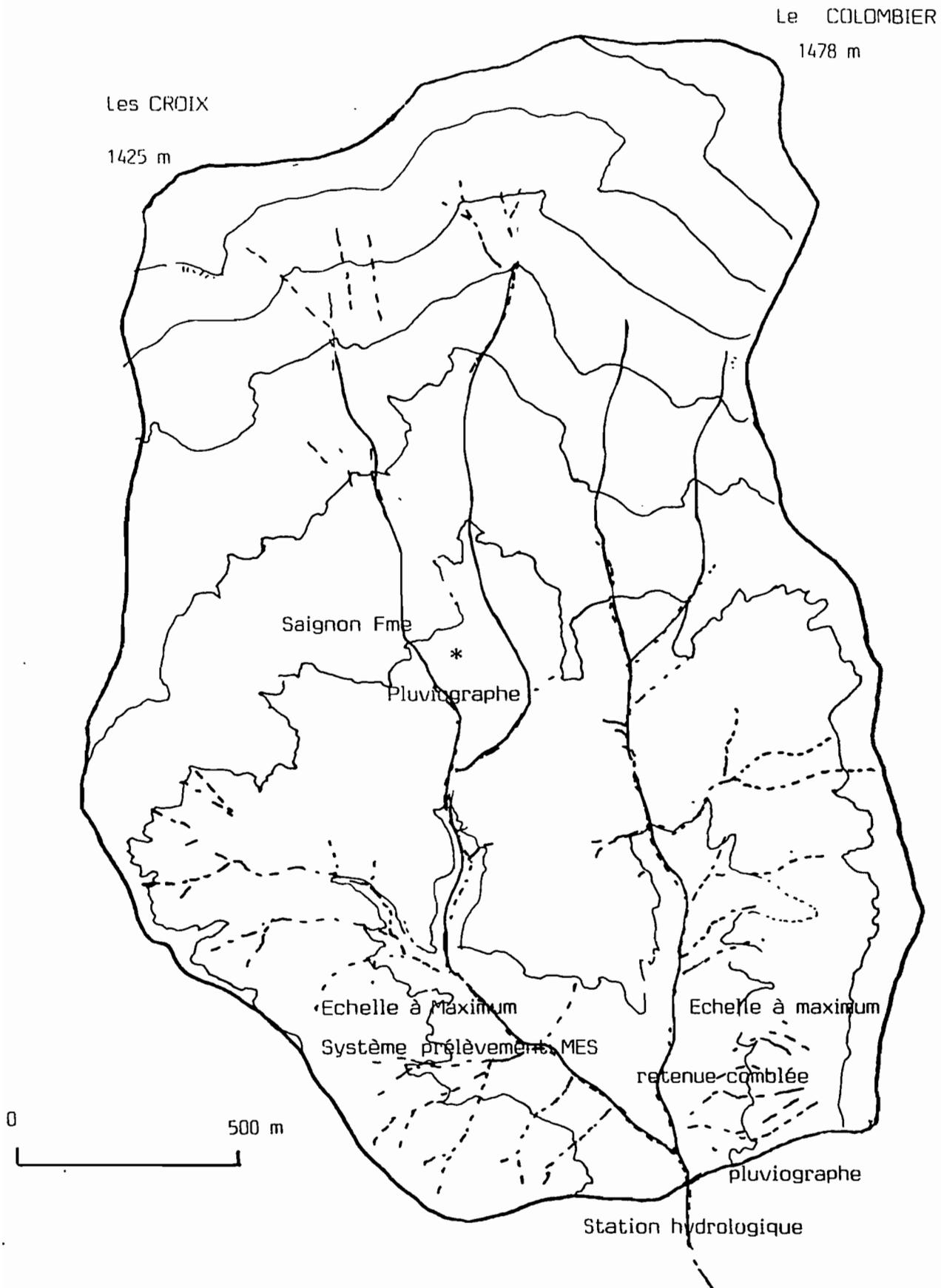
Le chevelu hydrographique montre que le torrent ou Ravin de Saignon est constitué de deux branches principales. La branche Ouest, plus importante vient du Mas d'Autran (1078 m) et a pour tributaires principaux les Ravins de la Fouen du Clot, du Cougnet et d'Ombrée ; au nord du Mas d'Autran, le réseau remonte vers le nord-est par le ravin des Fours. La branche Est constituée principalement par le Ravin de la Lauze (ferme de la Lauze, 1004 m) et le Ravin de Pravel. Entre les deux branches principales du réseau s'avance vers le sud un promontoire sur lequel étaient installées les fermes de la Pierre du Trou et du Saignon.

Le relief est très prononcé. Les pentes longitudinales varient de 25 à 35 %. Les pentes transversales sont en moyenne de 50 %. Au niveau des thalwegs élémentaires on a des pentes pouvant atteindre 200 %. La dénivelée globale est de plus de 700 mètres.

Le substratum géologique du bassin est constitué pour sa majeure partie par les marnes noires du Callovo-Oxfordien. Dans la partie amont, on observe les calcaires du Kimméridien couronnés par les falaises et barres rocheuses du Tithonique qui termine le Jurassique supérieur. Ces affleurements calcaires concernent près de 15 % du bassin. Leur karstification - et le Trou du Couaro, au dessus du mas d'Autran - suggère une infiltration au moins partielle des pluies et eaux de ruissellement qui échapperaient au bassin versant du Saignon. Ces pertes dans le bilan

FIG 37

Bassin versant du SEIGNON



hydrologique du bassin réapparaissent sur le versant nord de la Montagne où l'on remarque de nombreuses sources et suintements (marécages).

Des recouvrements fluvioglaciaires subsistent encore sur le bassin mais sont réduits à quelques lambeaux marquant la continuité d'un glacis couvert de blocs et galets glaciaires avec les surfaces d'érosion de Melve, hameau situé à l'ouest du bassin. Ces surfaces sont datées du Riss (quaternaire).

La végétation du bassin du Saignon a été entièrement remodelée par les travaux récents de reforestation. Depuis les années 50, après acquisition par les Domaines des terres en voie d'abandon ou abandonnées par les paysans, les services de l'Agriculture et en particulier le service départemental R.T.M. (Restauration des Terres de Montagne) ont procédé à de petits aménagements anti-érosifs et à des plantations de pins noirs ou pins d'Autriche qui constituent en maints endroits déjà de hautes futaies.

D'après les photos aériennes de l'inventaire forestier de 1973, F. COMBES (1981) estime à :

- . 20 % la couverture en bois du bassin

- 40 % les surfaces en pelouse et lande

- 40 % la part des terres nues.

L'effort du R.T.M. a évidemment porté depuis cette époque sur le reboisement des zones à terrain nu mais nous ne disposons pas de documents récents permettant une actualisation des données.

1.2. RECONNAISSANCE PEDOLOGIQUE

M. DELHUMEAU, pédologue de l'ORSTOM, a effectué une reconnaissance sur le bassin du Saignon (1985).

En amont du barrage, le bassin correspond à une boutonnière d'érosion dans les marnes noires sous-jacentes du massif calcaire du Colombier et des Croix.

Durant le quaternaire, ces marnes ont été modelées en un glacis couvert de blocs et de galets calcaires provenant du massif dominant et ayant donné naissance à un sol rouge méditerranéen. Celui-ci ne subsiste plus que sur quelques lambeaux.

Sur les assises calcaires à pente forte, M. DELHUMEAU a identifié des sols de type rendziniiformes.

Sur les marnes noires ou grises en fonction de l'érosion et de la végétation on trouve la succession de sols suivante :

- sols bruts d'érosion (marne peu altérée)
- régosols (marne altérée)
- rendzines
- sols bruns calcaires

La carte donnée dans la figure ... propose une esquisse pédologique du bassin du Saignon.

M. DELHUMEAU (1985) a fait une description de quelques profils types. Des analyses effectuées par le CIRAD à Montpellier complètent cette description.

1°) Sols rouges méditerranéens :

On retrouve quelques lambeaux de ces sols, dont les parties amont se situent vers 1000 m = mas d'Autran 1078 - La Lauze 1004, et les parties les plus basses de part et d'autre du bassin à 950 m d'altitude environ ainsi qu'une petite pastille au centre à la cote 907. Les sols y sont d'anciens sols rouges méditerranéens, décalcarifiés, parfois brunifiés contenant des cailloux et des galets calcaires, éléments grossiers que l'on ne trouve pas plus bas sur les sols issus des marnes.

Profil type : en limite Ouest du bassin, altitude 945 m environ, végétation arborée à base de chênes pédonculés, d'érables planes avec quelques genévriers, végétation herbacée fermée, pente 10 %.

- a) - 0 à 3 cm : horizon humifère brun, foncé, grumeleux, mat racinaire important, bonne porosité, argileux, sec.
- b) - 3 à 30 cm : brun, rouge, argileux, nombreux galets et cailloux calcaires, structure polyédrique fine, ensemble très compact, sec.
- c) - 30 à 80 cm : argileux, rouille et rouge avec des passages gris témoin d'une hydromorphie active d'une partie de l'année, sec, très nombreux cailloux et galets calcaires.

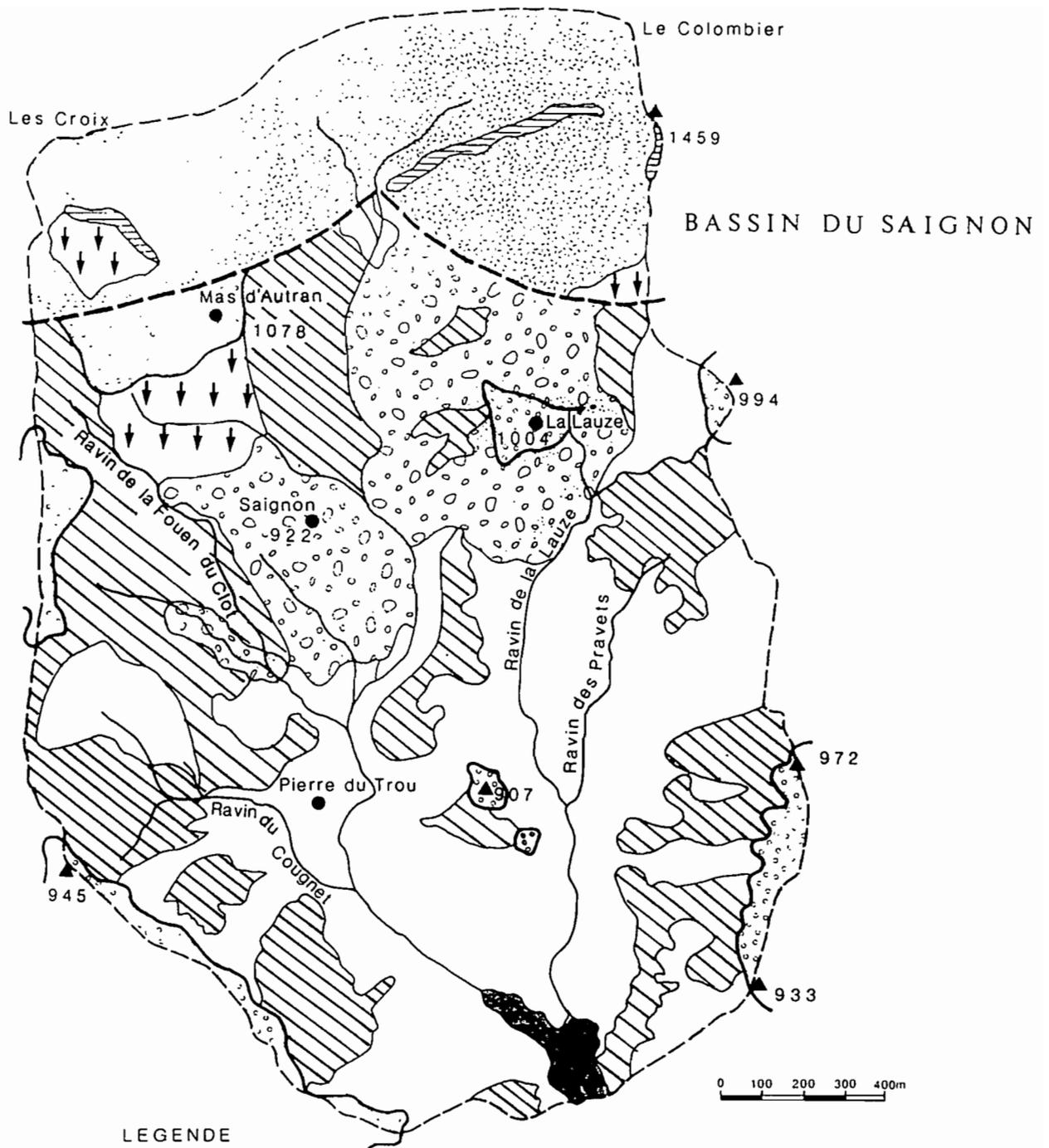
A proximité ravine d'érosion montrant le passage de ce sol aux marnes grises en place à 2 m ou 2,50 m de profondeur.

Les résultats d'analyse sont les suivants (2 + 1 prélèvements) :

Horizon	a	b	a
Profondeur	0 à 3 cm	3 à 10 cm	4
Granulométrie			
Argile %	53,8	44,0	57,3
Limon fin %	19,4	23,5	22,5
Limon grossier %	16,8	19,8	11,0
Sable fin %	6,5	8,4	5,7
Sable grossier %	3,5	4,3	3,5
CO3 Ca en %	2	3,6	1,2
Humidité à pF 4,2 (%)	29,74	19,06	24,76
pF 3 (%)	40,69	30,31	36,12
pF 2,5 (%)	43,48	35,10	40,84
Matière organique			
Matière organique totale %	7,55	4,77	6,65
Carbone	4,38	2,77	3,86
Azote total	4,27	2,53	4,40
Rapport C/N	10	11	9

2°) Sols sur assises calcaires

La partie amont du bassin repose sur les assises calcaires, la pente générale est forte, l'érosion permanente mais plus active chimiquement que physiquement (dissolution du calcaire) un tapis gramineux, dense retenant bien le sol d'où émergent partout des blocs de calcaires et des cailloux montrant des jours de dissolution.



LEGENDE

- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | Barres rocheuses calcaires |  | Régosols et sols bruno-calcaires sur marnes |
|  | Eboulis calcaires |  | Sols bruts d'érosion et marnes à vif |
|  | Rendzines sur substrat calcaire massif |  | Zones d'épandage du barrage du SAIGNON |
|  | Sols rouges méditerranéens sur ancien glaciais |  | Limite du massif calcaire et des marnes noires |
|  | Sols bruns calcaires avec cailloux calcaires | | |

FIG 38

Ces sols sont de type rendziniforme mais leur exposition sud et leur faible épaisseur ne permettent pas l'implantation d'arbres, leur réserve en eau étant très faible ; seule la face nord du "ravin des Fours" est bien boisée : chênes et hêtres, et la face Est du "Colombier" porte un maquis de petits chênes souffreteux.

Pas de profil type ni d'analyses.

3°) Sols sur marnes noires

Environ 40 % de la surface est représentée par des ravines d'érosion entaillant les assises marneuses. Les pentes sont très fortes, la marne à peine altérée affleure partout, les éléments fins étant déblayés très rapidement, la végétation ne peut pas s'installer. Ce sont des sols bruts d'érosion.

L'érosion est principalement le fait du gel et donc variable selon le pendage des couches qui facilite plus ou moins l'infiltration de l'eau entre les feuillets marneux. L'exposition Sud favorisant les successions quotidiennes de gel et dégel accentue encore le phénomène.

Les pluies s'infiltrent très peu, le ruissellement est immédiat et presque total.

Des efforts de reboisement importants ont été fait sur toutes les parties basses et celles où l'érosion n'avait pas décapé tous les éléments meubles.

Les effets de ces actions sont très sensibles : diminution du rôle du gel (gel moins fort et éléments fins retenus par le réseau racinaire et le feutrage de matière organique) meilleure rétention de l'eau favorisant l'altération des marnes et l'approfondissement ou la reconstitution des sols qui évoluent vers les sols bruns calcaires à partir des reposols.

Un épais tapis herbacé s'installe en sous bois limitant considérablement le ruissellement. Les pluies s'infiltrent donc et l'on observe une circulation oblique en profondeur au contact des marnes sous jacentes. Cet écoulement amortit les pointes et retarde l'arrivée de l'eau dans les thalwegs.

Le profil type sous reboisement de pins est le suivant :

Au centre du bassin, sur une petite croupe à environ 800 m d'altitude, pins d'une trentaine d'années, sous-bois clair avec végétation arbustive à base de robiniers, prunelles et végétation herbacée, pente forte 100 %, litière continue et épaisse d'aiguilles de pin.

- a) 0 à 2 cm : feutrage d'aiguilles de pin plus ou moins décomposé avec mycelium brun et noir, transition brutale.
- b) 2 à 6 cm : argileux finement grumeleux, gris olive, bonne porosité, présence de matière organique plus ou moins bien décomposée, passage net à assez net.
- c) 6 à 30 cm : marne altérée ocre. On distingue encore le litage, nombreuses racines de pin, fines et grosses, porosité bonne organisée en fonction des lamelles de marne de même que la matière organique, ensemble humide, transition progressive.
- D) 30 à 60 cm : marnes altérées, gris olive, plus sec et plus compact, le litage est encore très net, peu de racines.
- e) A 60 cm, marnes dures et sèches.

Les analyses suivantes ont été faites (3 prélèvements + 1)

Horizon	a - b	c	d	x
Profondeur	0.5 cm	5.15 cm	40.60 cm	70 cm
Granulométrie				
Argile %	18,7	17,3	21,0	12,2
Limon fin %	35,4	41,9	43,5	18,3
Limon grossier %	28,7	28,1	24,6	11,2
Sable fin %	15,5	9,6	9,3	17,6
Sable grossier %	1,7	3,2	1,6	40,8
Matière organique totale	3,65	2,71		
C %	2,12	1,57		
N %	1,97	1,22		
C/N	11	13		
Calcimétrie				
CO ₃ Ca %	16,7	26,0	19,1	49,6
Humidité à pF 4,2 (%)	13,84	12,27	14,37	
pF 3 (%)	25,55	31,09	28,81	
pF 2,5 (%)	30,58	37,0	34,59	
Fe ₂ O ₃ total %				18,92

En certains endroits en bas de pente on note même une certaine accumulation de calcaire et de fer vers 60 cm de profondeur. C'est le cas dans le talus de la piste qui monte à la ferme de la Lauze, juste après la traversée du Saignon : un prélèvement (x) à 70 cm de profondeur donne un taux de fer total de 18,9 % et un taux de calcaire total de 49,6 % alors que les marnes peu altérées ont à Saignon un taux de calcaire total de 27 à 33 % selon les prélèvements.

Plus en amont au niveau et autour des fermes abandonnées de Saignon et de La Lauze, les sols sont du type brun calcaire et contiennent d'assez nombreux cailloux calcaires provenant des massifs surplombant. Cela correspond sans doute à une érosion moins brutale qui n'a pas évacué la totalité des éléments du glacis antérieur par suite d'une meilleure protection du couvert végétal.

La végétation actuelle est essentiellement herbacée, ce qui protège bien le sol et limite le ruissellement. Dans les zones les plus pentues, toute atteinte à ce couvert végétal déclenche le départ de nouvelles ravines d'érosion.

2. LE BASSIN DE SAVOURNON II

En 1986, nous avons procédé à une extension des mesures alors limitées au petit bassin de Savournon (8 hectares) en contrôlant à Savournon II un bassin de 73 hectares. L'exutoire du bassin est situé à 300 m en amont du confluent du torrent issu de la crête des Reynettes (Savournon I) avec le torrent d'Ouzère issu de la Montagne d'Aujourd, en bordure de la route reliant Savournon à Chabestan au nord.

L'altitude à l'exutoire est de 738 m, tandis que les altitudes maximales sont de 905 m à la crête des Reynettes au nord et de 1003 m au sommet nord du château de l'Aigle à l'ouest.

Le bassin a la forme d'un cœur dont la partie supérieure joindrait les deux points culminants (Aigle et Reynettes) et dont la pointe se situerait à l'exutoire ; cette forme compacte est évidemment propice à la concentration des écoulements. Le bassin s'inscrit dans un carré de 1 km de côté. Une vue presque générale du bassin est donnée page 13 de ce volume. La figure 39 propose une carte schématique du bassin.

Le bassin est traversé, pratiquement en son axe médian, par la route qui monte au Col de la Croix (838 m) ; celle-ci délimite une partie Est au relief relativement mou excepté en tête de bassin sur la zone de bad-lands correspondant au bassin de Savournon I. La dénivelée totale est de 150 mètres mais la majeure partie des interfluves de l'est du bassin domine le fond des thalwegs de 80 mètres seulement. Hormis les terres nues de Savournon I, cette partie du bassin est essentiellement couverte de pelouses et de landes à genêts. Les thalwegs inscrits dans le paysage semblent indiquer en beaucoup d'endroits qu'il y a eu cicatrisation de l'érosion par développement de la végétation naturelle. En dehors des croupes bien enherbées, on note des affleurements de marnes exposés à l'érosion à vif sur les versants de la partie aval du bassin.

Dans la partie Ouest, le bassin conserve une pente forte du sommet du Château de l'Aigle et du Col de la Croix au nord, jusqu'au thalweg principal. Celle-ci est en moyenne de 40 % dans la partie sud du bassin où la dénivelée est la plus forte (260 m). Vers le centre du bassin, les pentes diminuent, et on retrouve un paysage voisin de celui de la partie Est avec pelouses sur les interfluves ; à noter deux pièces de culture (2 ha) en bordure de la route plantées en luzerne ou en blé suivant les années. Au flanc du château de l'Aigle, la végétation est très réduite, on n'y retrouve pas l'impression d'ensemble du haut-bassin de Savournon I, de marnes entièrement nues, mais les touffes de graminées et les rares buissons ne doivent pas faire illusion : on se rapproche davantage ici de bad-lands entièrement stériles vis à vis de leur comportement à l'érosion que des anciens bad-lands colonisés par des pelouses plus ou moins continues.

Une carte de la végétation a été dressée par J. PEYRONNET elle est donnée dans la figure 40.

L'estimation des surfaces couvertes à partir des photos aériennes donne :

19 % de terres nues,
38 % de pelouse clairsemée,
28 % de pelouse continue
15 % de végétation arbustive
soit 57 % de bad lands très sensibles à l'érosion.

Sur le plan géologique, déjà étudié précédemment pour Savournon I, on relèvera seulement que dans la partie Ouest du bassin on s'élève dans la série du Callovo-Oxfordien avec passage au sommet de la série à des marno-calcaires, le sommet du Château de l'Aigle correspondant à un chicot de Tithonique. Cette apparition de bancs de nodules puis de petits bancs calcaires permet aux touffes de graminées de s'accrocher sur des versants aux pentes très raides.

Le réseau hydrographique est formé d'une branche principale dont la pente moyenne des 80 % médians n'est que de 6 % (longueur 900 m). La branche principale reçoit en rive droite deux courts affluents aux pentes très fortes qui confluent au centre du bassin ; plus à l'aval, les tributaires en rive droite du torrent dévalent du Château de l'Aigle par des ravines étroites et pentues. Un seul tributaire bien marqué dans le paysage est observé en rive gauche ; sa géomorphologie indique une activité hydrologique réduite.

FIG 39

BASSIN DE SAVOURNON II

Superficie du bassin:

≈ 0.75 km²

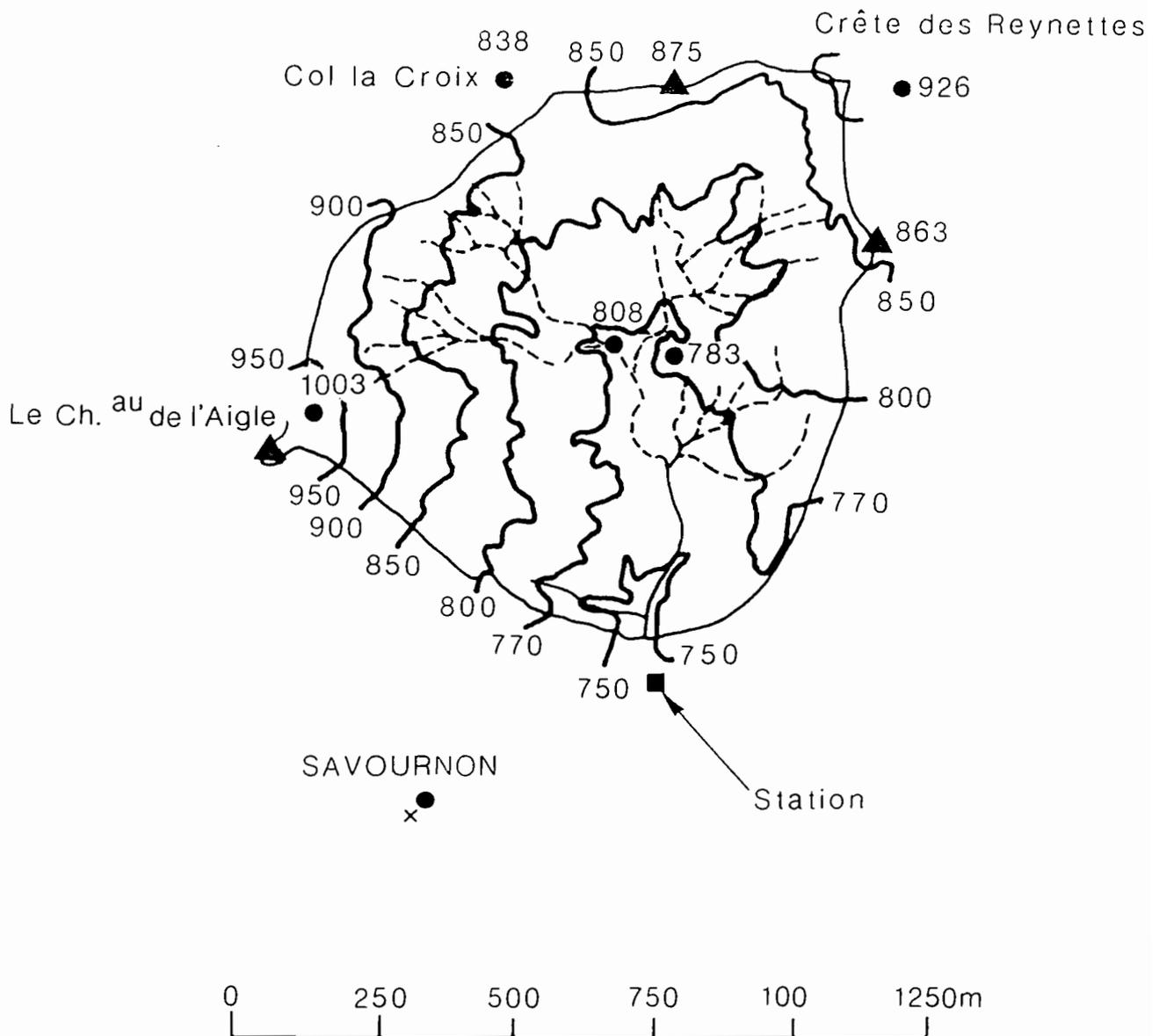
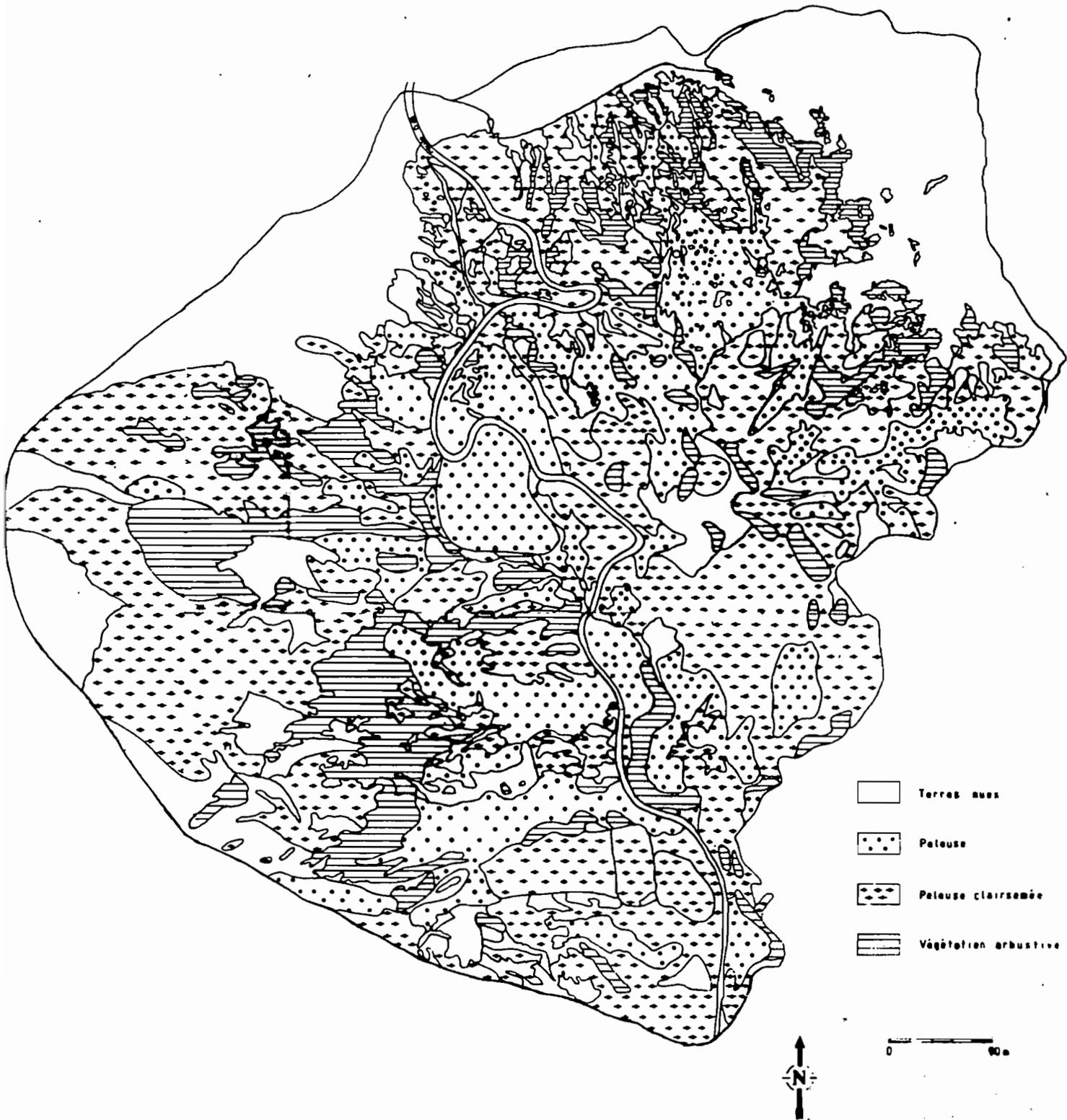


FIG40 - Carte de végétation : Savournon 2 -



III. TRAVAUX COMPLEMENTAIRES

3.1. Radioactivité des marnes noires

Un prélèvement de marnes noires a été effectué en plusieurs points du bassin de Savournon le 2 avril 1986 et un échantillon moyen a été envoyé au Laboratoire de Métrologie des Rayonnements Ionisants (ORIS - CEA) à Paris pour mesure de la radioactivité.

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-après et comparés avec d'autres données obtenues par le CEA ou d'autres laboratoires sur d'autres sites français (grands fleuves).

Tableau

	Th 232	U 238	K 40	Cs 137
Marnes Noires	1 pCi/g	0.7 pCi/g	15.5 pCi/g	0.02 pCi/g
Rhône	1.3 pCi/g	2 pCi/g	16 pCi/g	
Gironde	1 pCi/g	1 pCi/g	16 pCi/g	
Loire Estuaire	1.4 pCi/g	1.2 pCi/g	14 pCi/g	0.6 pCi/g
Loire Embouchure	1.2 pCi/g	1.1 pCi/g	17 pCi/g	0.3 pCi/g

Remarque : L'unité légale de radioactivité depuis le 1er janvier 1986 est le Becquerel. L'ancienne est le Ci. C'est celle qui est encore la plus souvent rencontrée dans la littérature :

$$\begin{aligned} & 1 \text{ Bq} = 0.27 \cdot 10^{-10} \text{ Ci} \\ \text{ou encore} & 1 \text{ Bq} = 27 \text{ pCi} \\ & 1 \text{ pCi} = 0.037 \text{ Bq} \end{aligned}$$

Les résultats sont tout à fait comparables pour le Thorium 232, le Potassium 40 et à peine plus faibles pour l'Uranium 238.

Le seul fait notable est la très petite contamination en Césium 137 des marnes noires.

Pour A. CAILLOT, ceci serait imputable à de très faibles retombées atmosphériques sur le site étudié.

Il faut souligner que ces observations ont été faites trois semaines avant la catastrophe de TCHERNOBYL et peuvent faire référence pour une zone où les retombées ont été bien ressenties (Drôme, Barronies, Alpes de Haute-Provence, Monts de Vaucluse) au niveau de concentrations mesurées dans les fourrages et le thym.

3.2. Evaluation de la profondeur du manteau d'altération à l'aide du pénétromètre superficiel sur le bassin de St-Génis.

Ces travaux ont été réalisés en 1988 par Nadine ROSSET, étudiante au Laboratoire du Professeur P. ANTOINE à Grenoble, et T. FANTHOU en stage à l'ORSTOM.

3.2.1. Description de l'appareil :

L'appareil utilisé est un pénétromètre superficiel mis au point par P. ANTOINE (IRIGM) dans le cadre du projet décrit par B. DUMOLARD sur "la mise au point d'une technique d'étude et de mesure de l'altération des marnes dans les terres noires du bathonien-oxfordien, précédée d'une étude géologique des bassins-versants expérimentaux de DRAIX". CEMAGREF - 1984.

3.2.2. Méthode d'utilisation :

Le pénétromètre superficiel est normalement utilisé pour obtenir un profil de résistance en fonction de la profondeur du manteau d'altération des marnes noires.

Le protocole décrit par B. DUMOLARD dans son rapport de stage, préconisait l'emploi d'une planchette-repère percée au centre, sur laquelle devait se tenir l'opérateur durant la manipulation (lâcher du mouton).

Cette méthode n'est pas utilisable sur les versants des ravines de St-Génis dont les pentes sont supérieures à 30°.

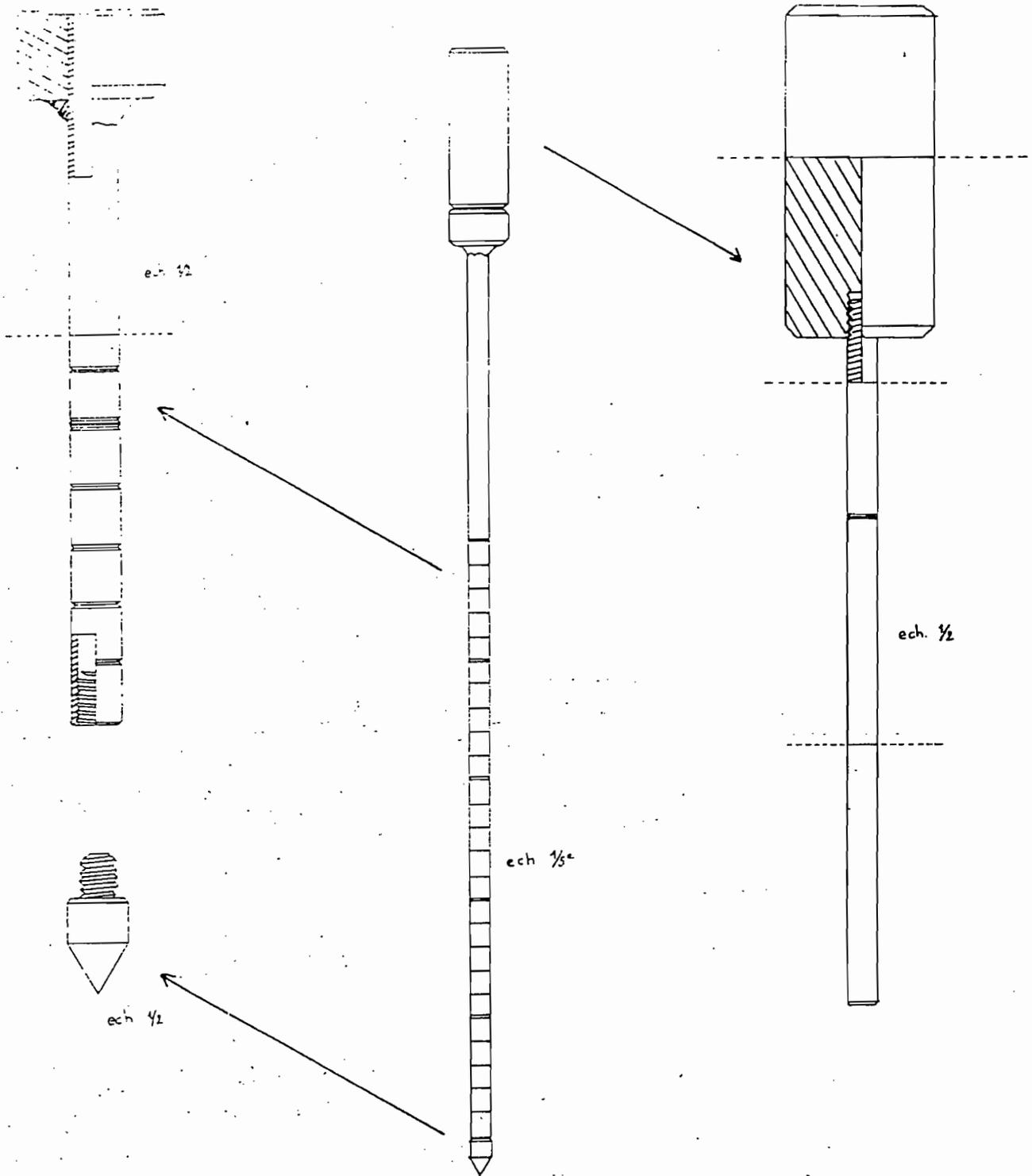
Nous avons utilisé l'appareil à la manière d'une simple sonde pour mesurer l'épaisseur de la couche de marne altérée.

En profitant des deux avantages du dispositif que sont d'une part, la graduation bi-centimétrique de la tige et, d'autre part, la hauteur de chute constante du mouton (10 ou 20 cm). Ceci nous garantissant l'application d'une force de pénétration constante.

Nous avons, pour chaque sondage, laissé chuter la masse du mouton de 20 cm jusqu'au refus et noté le nombre de coups appliqués, ainsi que la profondeur atteinte.

Le but de cet essai était de mettre en évidence d'éventuelles corrélations entre la profondeur de l'altérite, les pentes et la stratification.

FIG 43
PENETROMETRE SUPERFICIEL



d'après B. Dumolard

PENETROMETRE SUPERFICIEL

Caractéristiques principales :

Mouton :

poids	:	2.305	kg
diamètre de la masse	:	50	mm
longueur de la masse	:	13,5	cm
diamètre de la tige	:	10	mm
longueur utile (tige)	:	40	cm
hauteur de chute libre	:	repères pour 10 et 20 cm.	

Tige :

poids	:	0.981	kg
diamètre extérieur de l'endume	:	50	mm
diamètre extérieur de la tige	:	17	mm
diamètre intérieur de la tige	:	10	mm
longueur graduée	:	50 cm, de 2 cm en 2 cm, double graduation tous les 10 cm	
longueur totale	:	73,5	cm

Pointe :

poids	:	0,064	kg
diamètre : 19 mm		surface de la section : 2,87 cm ²	
longueur du cône	:	17	mm
longueur du cylindre	:	15	mm
angle d'ouverture de la pointe	:	60°	

Total :

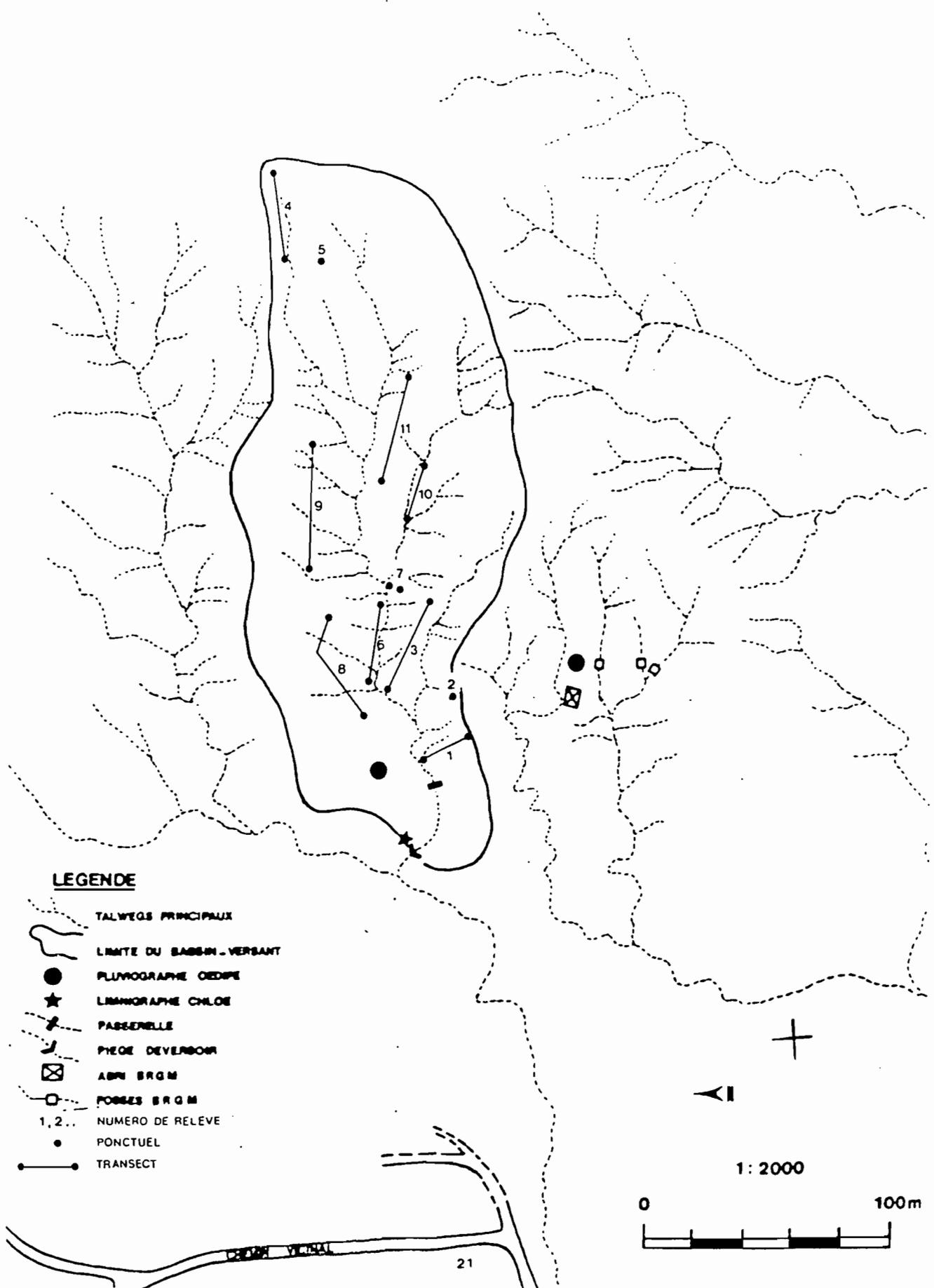
poids	:	3,350	kg
longueur	:	91,2	cm

B. DUMOLARD

SAINT-GENIS

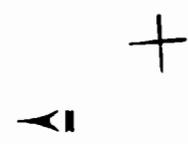
FIG 41

RELEVES AU PENETROMETRE
07 / 88



LEGENDE

- TALVEGS PRINCIPAUX
- LIMITE DU BASSIN-VERSANT
- PLUVIOMETRE OEDIPE
- LIMNOMETRE CHLOE
- PASSERELLE
- PNEU DEVERBOUR
- ABRI BRGM
- FORGES BRGM
- 1, 2... NUMERO DE RELEVÉ
- PONCTUEL
- TRANSECT



1 : 2000



3.2.3. Les mesures effectuées :

Les relevés ont été réalisés sur le bassin de St-Génis, car c'est le plus accessible.

La localisation de ces essais a été reportée sur un fond de carte, leur nombre s'élève à cinquante cinq et ils ont été effectués de deux manières : soit ponc-tuelle, soit selon des transects.

3.2.4. Interprétation des résultats :

La profondeur de refus A mesurée doit être corrigée en fonction de l'angle de la pente α ($H = A \cos \alpha$).

Nous avons tenté de corréler les valeurs des pentes et les valeurs des pendages observées avec les profondeurs corrigées (voir graphiques p. 26).

Les figures obtenues ne permettent pas d'établir de relation linéaire.

On peut toutefois remarquer des regroupements tels que pour l'essentiel des pentes (de 10 à 45°), la profondeur d'altérite est comprise entre 10 et 20 cm. Pour les pentes les plus faibles, l'épaisseur peut atteindre 50 à 60 cm, notamment dans les cas suivants :

- si l'on se situe sur une langue de coulée boueuse,
- si l'on perfore parallèlement au plan de stratification dans un niveau plus argileux.

Dans le fond des talwegs l'incision linéaire fait affleurer la roche saine.

Pour des pentes supérieures à 70°, perpendiculaires à la stratification, il n'y a pas ou peu d'altération mais on observe un délitage généralisé de la formation marneuse.

La méthodologie utilisée n'a pas apporté ici d'information complémentaire susceptible d'être interpolée au niveau des bilans d'érosion.

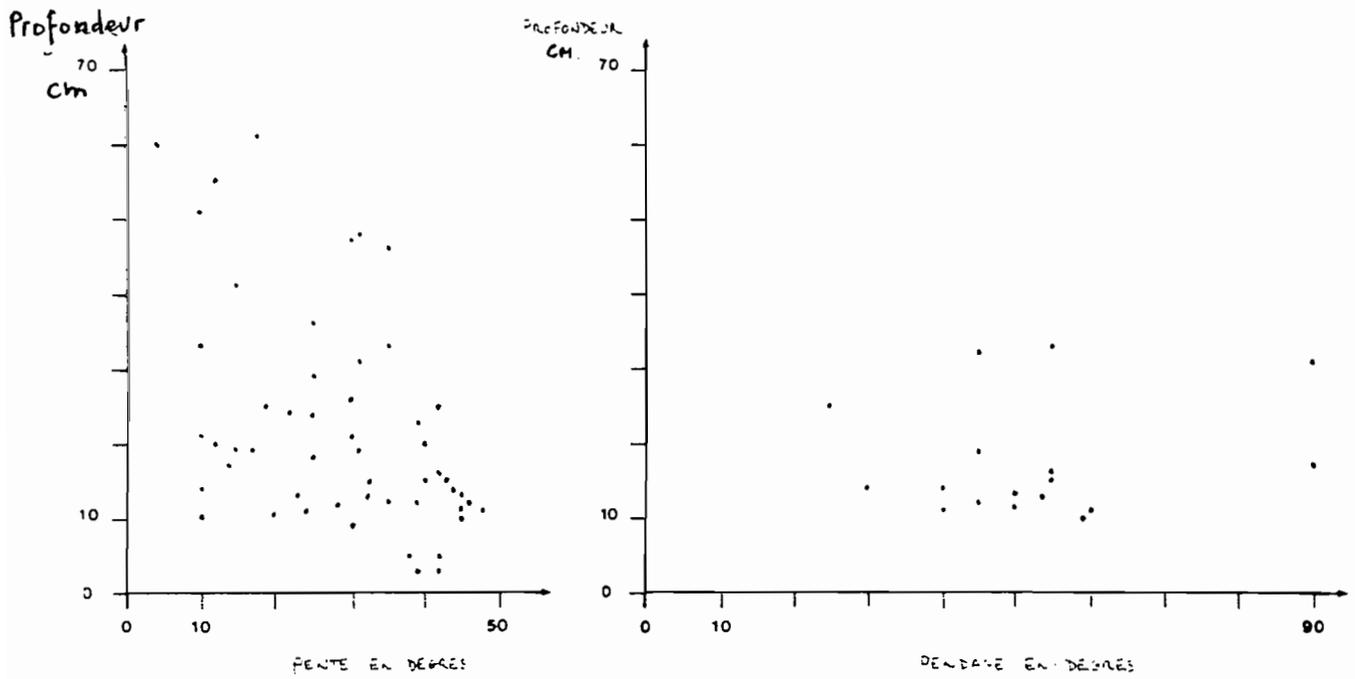
3.3. L'étude de l'action des alternances gel/dégel en laboratoire de géomorphologie

A l'occasion de ses travaux sur les pays du BUECH, Luc DESCROIX a pu préciser le degré de vulnérabilité des marnes aux alternances gel/dégel.

FIG 42

CORRELATIONS PENTES/PROFONDEUR ET PENDAGE/PROFONDEUR

DU PROFIL D'ALTERATION



1) Présentation du protocole d'étude

Le gel n'agit pas tellement sur la morphogénèse, ni sur le bilan morphogénèse/pédogénèse en tant que tel ; un sol constamment gelé évolue peu : il ne change ni de texture ni de structure ; par contre, l'alternance de phases de gel et de dégel a une action très puissante sur la résistance des roches, et sur la structure et la cohésion du sol et du manteau d'altération de ces roches. Les études menées en laboratoire (au laboratoire LA 260 du CRNS - Université LYON II), montrent que cette action est très rapide.

On a vu que dans les pays du Buëch, le nombre des alternances gel/dégel est relativement élevé, car le nombre de jours de gel est déjà assez important (du fait de l'altitude mais aussi de la faible humidité relative en hiver et de la clarté de l'atmosphère qui en découle), mais les jours sans dégel sont très rares. On relève un peu plus d'une centaine d'alternances par an, ce qui, au vu des études menées grâce à l'armoire climatique du laboratoire de géomorphologie, suffit pour détruire littéralement un bloc de marne (la différence entre ubac et adret n'a pas été étudiée, mais il est probable que le nombre de jours sans dégel augmente, en ubac, et en valeur absolue, autant que le nombre de jours de gel, ce qui fait que le nombre d'alternances gel/dégel doit y être sensiblement le même qu'en adret).

Le protocole de cette recherche en laboratoire consistait à faire subir aux blocs de roches une centaine d'alternances gel/dégel (1 par jour) : la température de l'armoire était portée de + 15°C de jour à -15°C la nuit, avec des stationnements de plusieurs heures aux maxima et minima ; d'autre part, tous les 7 cycles, les échantillons étaient submergés sous l'eau quelques heures pour simuler l'humectation naturelle des blocs qui permet ensuite au gel d'agir pleinement ; ces conditions (100 alternances et une humectation toutes les 7 alternances) correspondent à peu près au traitement infligé, annuellement, par le climat, sur le terrain durant les périodes où le gel agit.

Toutefois, les conditions de désagrégation sont quelque peu modifiées pour des raisons techniques de travail en conditions artificielles. Ainsi, les échantillons ne sont pas posés tels quels dans l'armoire : on les taille préalablement en cubes (en l'occurrence des cubes de 6 cm d'arête), de manière à ce que les résultats soient comparables d'une roche à l'autre ; ceci évite de traiter des échantillons dont les limites seraient des diaclases naturelles de la roche.

Les échantillons de roche -6 au total- ont été pris sur du calcaire tithonique compact des marnes noires (échantillon du Callovien supérieur/Oxfordien, des marnes bleues (Gargasien), et des calcaires marneux d'un banc d'une quarantaine de centimètres d'épaisseur intercalé dans le

sommet des marnes bleues du Gargasien. Il faut, pour les marnes, creuser à 40 cm pour obtenir un cube à peu près sain, mais à 10 ou 15 cm de la surface la marne est d'apparence saine.

Si le réseau des diaclases est plus dense au sommet de la roche "saine", celui de la microfissuration semble être de densité comparable. Dans le cas des marnes, les alternances gel/dégel agissent très vite, et les conditions créées en armoire climatique sont celles qui règnent au contact de la roche saine mais diaclasée et de la couche de "frites". En effet, le bloc est "sain", comme la roche en place à ce niveau, mais les alternances gel/dégel y sont très sensibles, car le manteau d'altération est très aéré : la marne est littéralement pulvérisée en surface par l'action mécanique du gel, et les paillettes et les frites comprennent suffisamment de vides pour que l'air et l'eau (et par conséquent les ondes de gel et de dégel) y pénètrent et agissent presque instantanément : le nombre des alternances gel/dégel (de même qu'à une moindre mesure, celui des alternances dessiccation/humectation) y est donc à peu près le même qu'au niveau du sol.

Une fois taillés, les cubes-échantillons sont totalement asséchés en étuve, puis on mesure leur porosité grâce au porosimètre, puis leur capillarité et leur densité (comprise ici entre 2,45 et 2,6), afin d'en connaître les principales caractéristiques physiques.

Les différents processus de désagrégation liés au gel et à l'alternance du gel et du dégel se combinent avec les alternances humectation/dessiccation pour entraîner une météorisation des roches, du fait, d'une part, des dilatations différentielles des divers composants de celles-ci (surtout dans le cas des marnes, où les pyrites qu'elles contiennent se dilatent beaucoup plus que les autres composants, et où les colloïdes se gonflent par humectation, mais surtout du fait de la dilatation de l'eau contenue dans les pores de la roche, se transformant en glace, ce qui permet d'élargir les diaclases existantes, d'agrandir les pores de la roche, et de créer une pression interne de l'eau et de la glace qui agit en elle-même contre les parois des pores. Tous ces mécanismes ont été décrits, expliqués et quantifiés théoriquement par P. BIROT (1981).

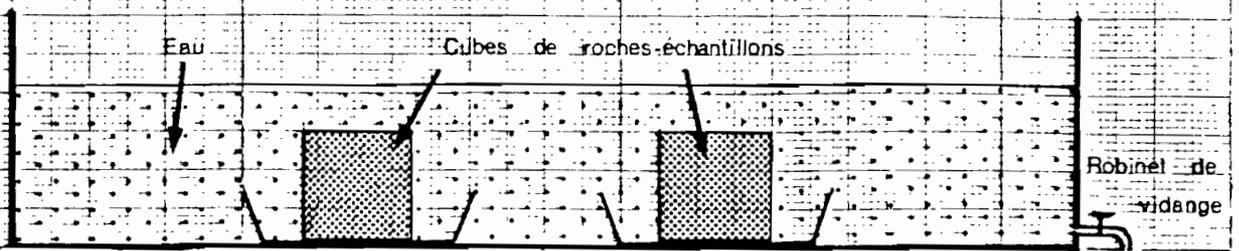
2) Résultats du traitement des blocs en armoire climatique

Six cubes ont été taillés : un de calcaire tithonique (D1), deux de calcaire marneux (D2 et D3), deux de marnes bleues (D4 et D5), mais un seul de marne noire (D6). Malgré des problèmes d'ordre purement technique, les résultats sont très intéressants et très démonstratifs.

Au bout de 103 cycles gel/dégel, une distinction apparaît (fig. n° 38), très nettement entre, d'une part, le calcaire et les calcaires marneux (D1, D2 et D3) et, d'autre part, les marnes noires et bleues (D4, D5 et D6) ; les premiers ont tous les trois un pourcentage de fractions (particules désolidarisées des blocs par les mécanismes provoqués en armoire climatique) inférieur à 1 % (et

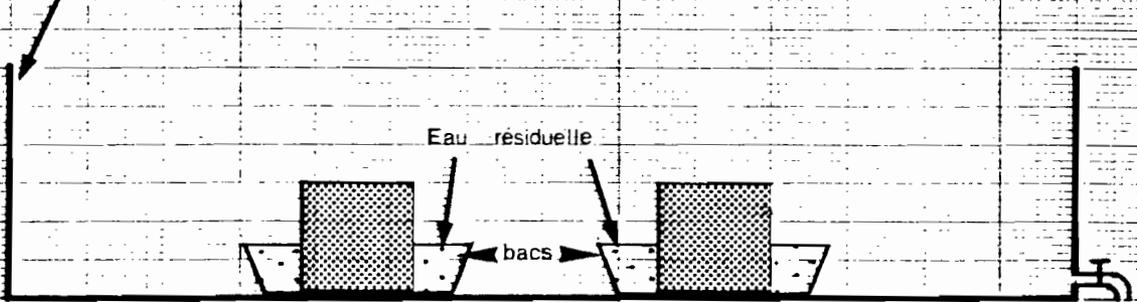
Fig. n° 44

ALTERNANCES GEL - DEGEL



Phase d'humectation

Grande cuve placée dans l'armoire climatique



Phase d'alternances

même à 0,1 % pour le calcaire tithonique) alors que les marnes ont toutes trois des valeurs supérieures à 30 % des fractions ; cette valeur atteint même 100 % pour les marnes noires, où, dès le 48ème cycle, il n'y avait plus de morceaux suffisamment gros pour passer comme morceau principal ; autant dire qu'au bout de 100 cycles, on n'avait plus que des paillettes et que les plus grosses ne dépassaient pas 1 cm de plus grande longueur. On note des différences assez sensibles entre les cubes de même roche, quand il a été possible d'en mettre deux.

Mais c'est surtout dans la granulométrie des fractions que se révèlent les plus fortes différences entre calcaires et marnes. En effet, le calcaire tithonique ne comporte pas, après 103 cycles, de fractions supérieures à 200 microns.

A l'inverse, les échantillons marneux ont tous des proportions de fractions grosses importantes ; les deux marnes bleues (D4 et D5) ont une proportion de fractions supérieures à 2 cm de plus de 95 % (en poids) : si cette proportion n'est que de 68,2 % pour la marne noire (D6), celle-ci a près de 98 % de ces fractions supérieures à 0,2 mm. En gros, on peut donc dire que les fractions des marnes sont surtout constituées de "gros" éclats, alors que celles des calcaires comprennent surtout des fines ; ceci traduit une gélivité nettement plus élevée des marnes, et surtout des marnes noires.

Cette recherche en laboratoire donne sans doute des résultats caricaturaux mais elle permet de mieux comprendre le rôle de l'érosion linéaire (et les modalités de l'érosion différentielle !) ; celle-ci s'exerce sur les marnes, dans une roche préalablement préparée (pour ne pas dire démolie) par le gel, et surtout les alternances gel/dégel, mêlées aux alternances humectation/dessiccation. Les marnes noires sont nettement plus vulnérables que les marnes bleues ; quand on sait l'épaisseur qu'elles peuvent avoir (localement 2 000 mètres) et la surface sur laquelle elles affleurent, on comprend que les chiffres de la dégradation spécifique puissent être élevés.

Par contre, le calcaire tithonique s'affirme comme la roche dure par excellence, relativement peu gélive et qui peut armer, sinon des corniches, au moins des falaises assez respectables, surtout au vu de sa faible épaisseur (50 à 100 mètres). Les calcaires marneux, de même, généralement placés en bancs alternés avec des marnes ou des marno-calcaires, peuvent les protéger efficacement et freiner assez longtemps la formation des ravines. Cette alternance d'une couche peu gélive et d'une couche au contraire très gélive (les bancs ont souvent entre 30 et 50 cm d'épaisseur pour les calcaires marneux, de 0,5 à 1 mètre pour les marnes) explique les passages de gradins que l'on aperçoit quand la roche affleure. Localement, ces effets de gradins sont soulignés par une ligne de végétation basse (buis, amélanchiers, généralement rachitiques) qui suit les bancs marneux où un semblant de sol (le manteau d'altération vite formé par les alternances gel/dégel) leur permet de végéter.

Tel est le principal facteur de désagrégation des roches, qui prépare le travail de l'érosion linéaire et surtout le transport des matériaux vers l'aval.

Le gel a d'autres effets sur lesquels nous ne nous étendrons pas car ils ne sont pas directement des facteurs d'érosion ; en particulier, le gel et le dégel font remonter à la surface du manteau d'altération tous les corps d'une densité différente de celles du manteau lui-même : frites de marnes pas encore réduites en paillettes, morceaux de calcite des filons qui parsèment les marnes, en révélant le plus souvent les principales fissures, corps étrangers comme les clous repères que nous avons tenté de fixer dans ce manteau pour en appréhender la reptation.

2ème Partie

BILANS ET APPROCHE QUANTITATIVE DU CALCUL DE L'EROSION SUR LES TERRES NOIRES DES ALPES DU SUD

Jean-Claude OLIVRY

Jacques HOORELBECK

Maurice BUFALO

INTRODUCTION

Cette seconde partie synthétise les observations effectuées au cours de l'étude sur la base des données recueillies (cf. troisième partie), dans l'optique d'une recherche de modèles simples de calcul de l'érosion sur bassins à substratum particulièrement vulnérable.

Il s'agit donc ici d'une phase d'interprétation qui aurait mérité d'être développée dans ses résultats ou d'autres orientations de recherche par la poursuite des observations et des mesures complémentaires. Pour garder son unité à cette partie de synthèse, un rappel des principales caractéristiques du milieu étudié a été indiqué dans le paragraphe "généralités". On relèvera que l'essentiel de l'analyse porte sur Savournon et St Génis. Les données de Mison sont trop fragmentaires pour apparaître ici. Celles du Saignon sont utilisées pour les comparaisons finales de même que celles recueillies par le CEMAGREF sur les bassins de Draix.

Avec le concours du Ministère de la Recherche et du Conseil Régional Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), l'ORSTOM a entrepris, à partir de 1984, dans les Alpes du Sud, en association avec le BRGM, une étude sur l'estimation des bilans d'exportation de matières solides en zones sensibles à l'érosion. Les travaux localisés aux vallées du Buëch et de la Moyenne-Durance ont porté sur cinq bassins dont une des caractéristiques principales tient au substratum constitué uniquement par les terres noires issues de marnes du Jurassique supérieur. L'objectif majeur du projet consistait à déterminer une méthode de calcul simple pour évaluer dans des régions à forte érodabilité (marnes, ...) et à saisons contrastées, le comblement de retenues par les transports solides et impliquait de concentrer les mesures à l'exutoire de bassins de différentes superficies. Deux bassins emboîtés (75 et 7,8 ha) ont été suivis à Savournon près de Serres ; deux autres bassins à Saint-Genis et à Mison, de superficie comparable (3 ha) ont été retenus près de Laragne, l'un étant pratiquement sans couverture végétale, l'autre au contraire en grande partie couvert par les bois et herbages ; enfin, à la Motte du Caire, un bassin de 470 ha intégrait sur le Saignon différents types de paysages et surtout des estimations antérieures de l'érosion. Aux mesures des exutoires, se sont ajoutées des observations "amont" destinées à mieux comprendre les processus mis en oeuvre dans l'érosion de ces régions (étude des versants, de parcelles et de ravines élémentaires).

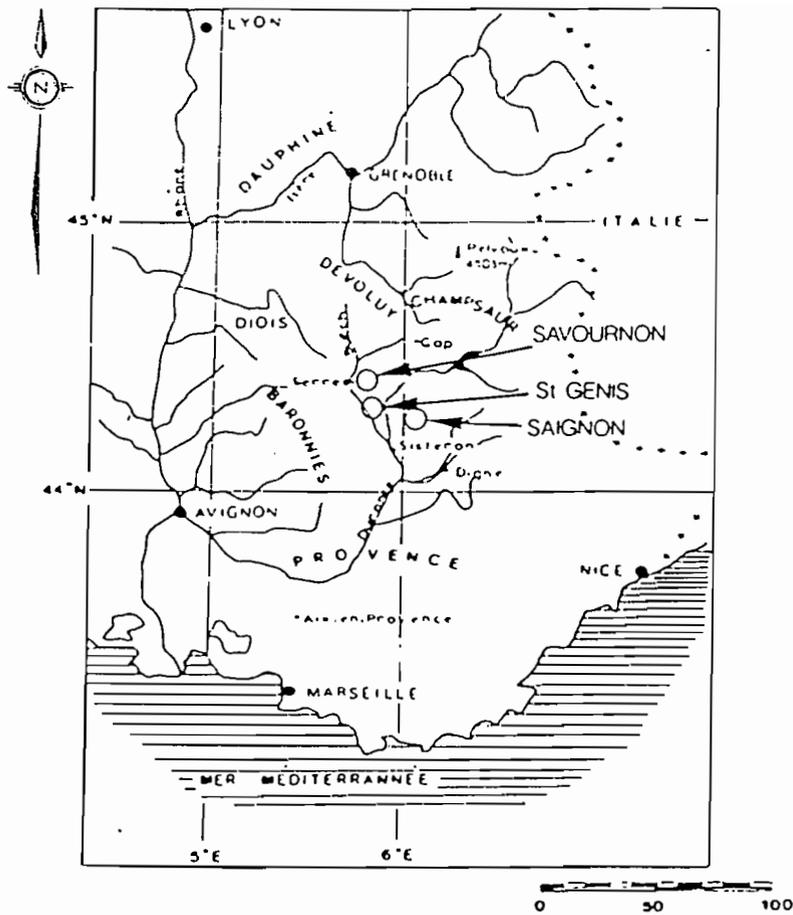


Fig.45 CROQUIS DE SITUATION DES BASSINS ETUDIÉS

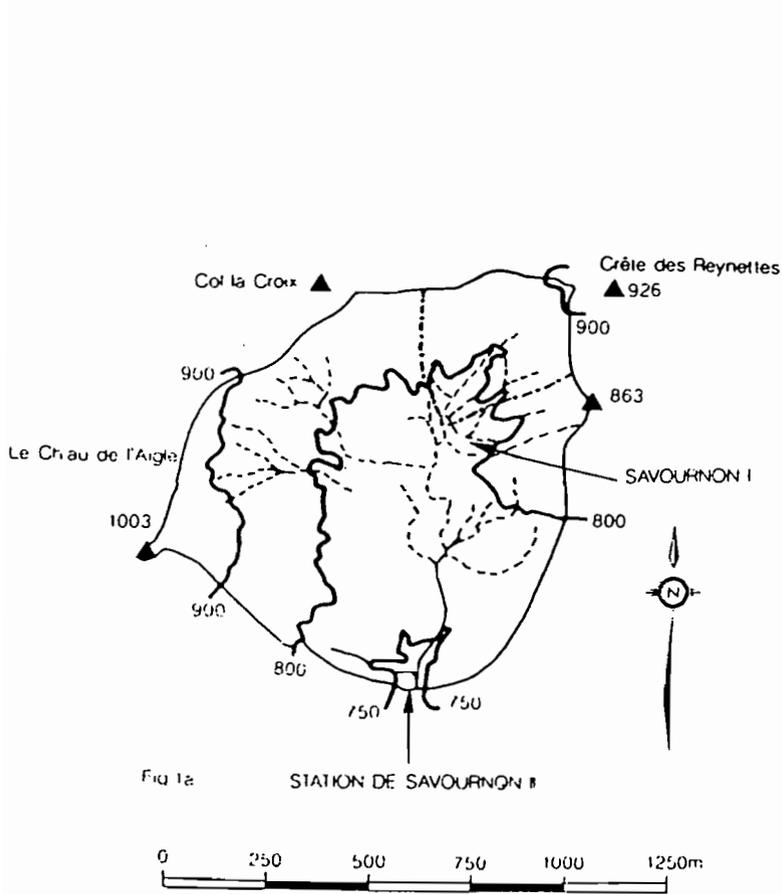


Fig. 45a BASSIN DE SAVOURNON

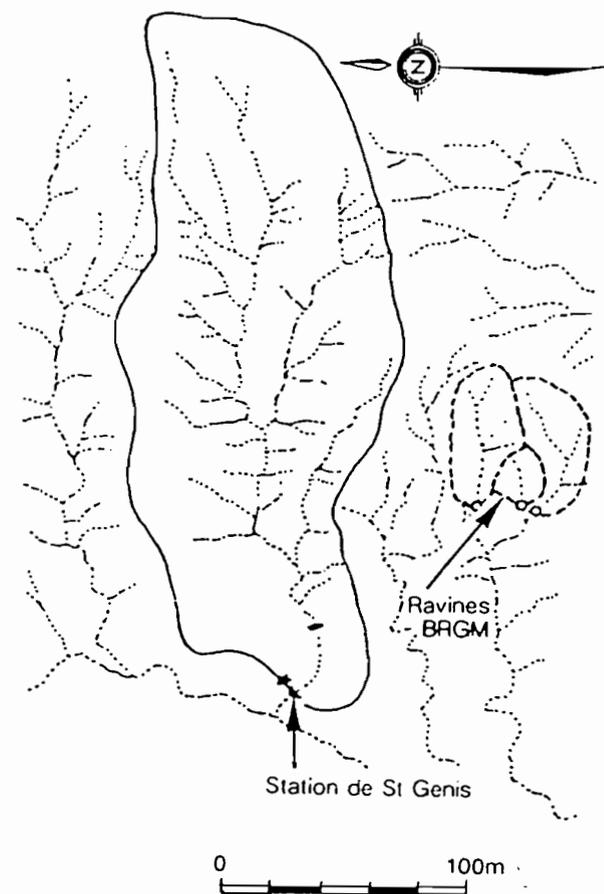


Fig. 45b BASSIN DE ST GENIS

1. GENERALITES

1.1. Situation géographique et géologie

La zone d'étude est située a proximité immédiate du bassin de Laragne, aux confins des Hautes Alpes et des Alpes de Haute Provence, vaste dépression bordée au Nord par les Massifs de Céuze - Barcillonnette - St. Genis, à l'Est par le Dôme de Gap, à l'ouest par les Baronnies et au Sud par les Préalpes de Digne et la Montagne de Lure. Entre ces deux derniers ensembles s'insinue la Durance, la "clue" de Sisteron se situant juste après son confluent avec le Buech.

Le bassin de Laragne est creusé dans les marnes noires oxfordo-calloviennes d'un vaste anticlinal complètement évidé : les hauteurs qui subsistent forment des "crêts" de calcaire tithonique, dominant, partout, le paysage. A ce substratum, s'ajoutent des collines, vallums morainiques et terrasses fluvioglaciaires entre la Durance et le Buech, à l'amont de leur confluence qui marquent l'extension maximale du glacier durancien pendant les dernières glaciations quaternaires (Riss et Würm).

La région se caractérise par des formations lithologiques très vulnérables à l'érosion météorique ; les formations tendres dominant par rapport à la faible puissance des formations calcaires résistantes. Les Terres Noires ont une épaisseur pouvant atteindre 1 300 m dans la zone étudiée ; elles se sont déposées du Bathonien supérieur à la fin de l'Oxfordien. Le bassin de Savournon se situe dans le Callovien inférieur et moyen. De fait, la physionomie générale des Terres Noires ne varie pas sur l'ensemble du Callovo-oxfordien de la région. Nos analyses indiquent une teneur en roches carbonatées nettement plus faible à Savournon qu'à St Genis (14 % de $\text{Co}_3 \text{Ca}$ contre 31 %). D'autres mesures donnent une différence encore plus grande (37 à 56 % de calcite à St Genis contre 10 à 17 % à Savournon). Les fractions argileuses sont respectivement de l'ordre de 32 à 47 % contre 55 à 60 % à Savournon mais les compositions sont différentes : la part des smectites et interstratifiés est de 40 % à St Genis et tombe à 28 % à Savournon (Delhumeau 1985, Bufalo 1987). Le pourcentage d'argiles gonflantes au sein de la fraction argileuse joue un rôle important dans les processus d'altération et d'érosion des marnes, et non leur part dans la fraction minérale totale (16% sur les bassins), l'autre facteur déterminant étant la teneur en calcaire (Olivry, 1986). Argiles gonflantes et calcaire ayant une incidence inverse vis-à-vis de l'érodibilité des marnes, les variations observées dans les analyses d'un bassin à l'autre devraient conduire ici à des taux d'érodabilité comparables (figure 46).

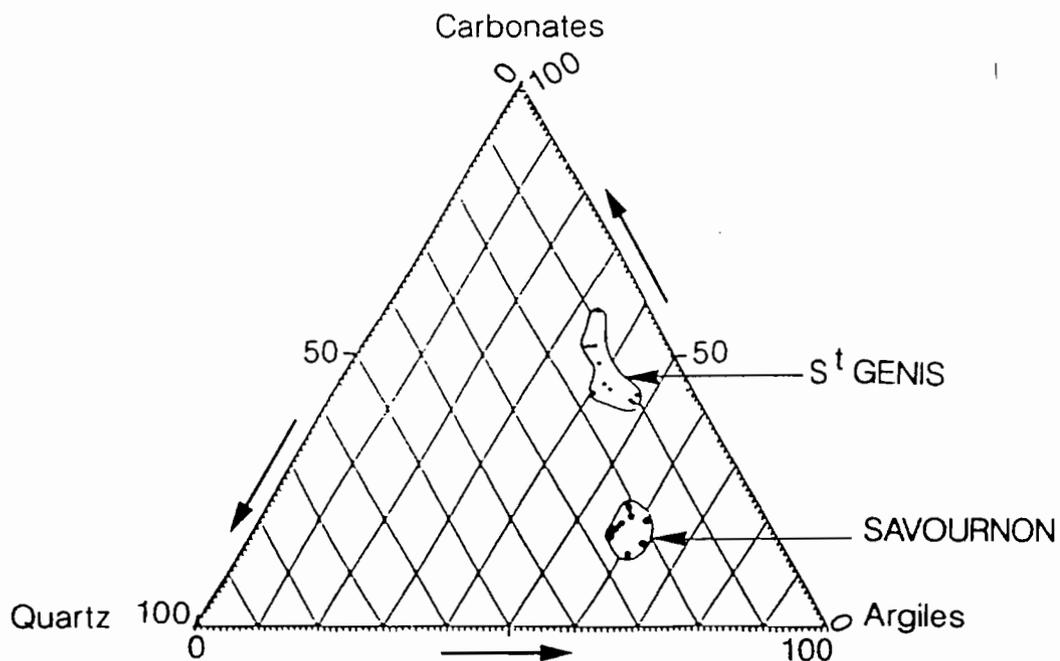
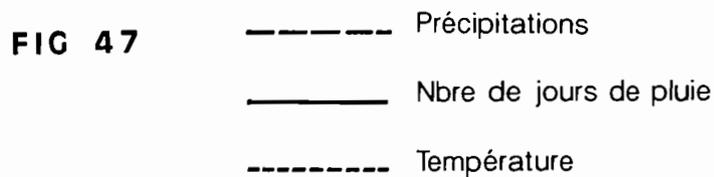
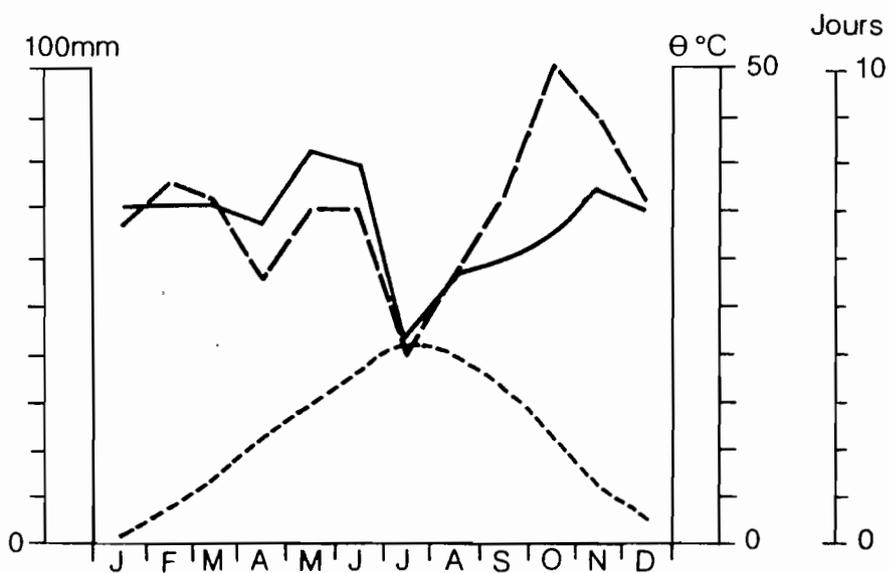


Fig.46 Diagramme quartz-argiles-carbonates établi à partir d'analyses de 8 échantillons de marnes du Callovien supérieur de Savournon

(d'après BUFALO)
1987



LARAGNE



1.2. Contexte climatique

Cette région des Préalpes du Sud est assujettie à un climat méditerranéen et montagnard.

Les traits méditerranéens sont marqués avant tout par la sécheresse estivale (cf. tableaux des précipitations), accompagnée d'assez fortes températures diurnes, mais aussi par l'irrégularité interannuelle des précipitations. Peu sensible au niveau des totaux annuels, celle-ci est très visible au niveau des saisons : ainsi, en 1978, il est tombé 10 mm de pluie en 3 mois d'automne à Laragne (sept., oct., nov. en moyenne 250 mm), alors qu'il est tombé 300 mm pour le seul mois d'octobre 1979. Le climat est encore méditerranéen par son fort ensoleillement (+ de 2 700 heures par an), avec pour conséquence un réchauffement diurne important, et un intense rayonnement nocturne ; il en résulte de fortes amplitudes thermiques diurnes, un grand nombre d'alternances gel/dégel (principal facteur, avec les alternances humectation/dessication, de la désagrégation des roches), et une opposition très nette entre ubac et adret, accentuée par l'orientation générale Est-Ouest du relief.

Montagnard, le climat de cette région l'est par ses précipitations nivales et ses températures hivernales : partout plus de 100 jours de gel par an. En revanche, les précipitations augmentent peu avec l'altitude : le bassin de Laragne participe, avec tout le haut bassin de la Durance, du micro-climat haut-alpin, sec et ensoleillé (dû à la protection des massifs montagneux, formant écran aux masses d'air humides). La normale des précipitations annuelles (1951-1980) est de 838 mm à Laragne (Alt. 575 m) et de 912 mm à Serres (Alt. 665 m). La répartition saisonnière des hauteurs de précipitations se fait dans l'ordre "Automne - Hiver ou Printemps - Été". Les épisodes pluvieux méditerranéens sont caractérisés par l'abondance et la violence des averses. Ils sont observés le plus souvent dans les orages d'été et automne. Les pluies de printemps sont souvent abondantes mais de longue durée. Des événements exceptionnels sont observés en toute saison.

Pendant la durée d'étude, les années 1985 et 1986 ont été relativement déficitaires et l'année 1987 a été excédentaire tant à Savournon qu'à St Genis. Les résultats des mesures sont comparés aux stations voisines de Serres et Laragne-Mison dans le tableau n° 1.

Tableau 1 - PRECIPITATIONS MENSUELLES ET ANNUELLES SUR LES BASSINS ETUDIÉS ET LES STATIONS METEOROLOGIQUES VOISINES

SAVOURNON													
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1985	60	45	140	48,0	210	51	2,0	81,5	0,5	2,0	72,5	85,5	798
1986	121	81,5	10,0	180,0	70	68	32	121	76,5	39,5	78	61,5	939
1987	285	58,5	37,5	176	70,5	89	66	88	50	225	55	95	1039
1988	100,5	68	74,5	107,5	103,5								

SERRES													
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1985	68,1	29,8	150,3	48,0	197,1	69,2	20,9	82,1	0	3,8	74,3	76,7	820,3
1986	128,8	81,0	8,4	222,2	50,5	77,3	41,5	69,5	83	43,3	65,5	68,7	939,7
1987	33,8	61,9	51,6	114,6	72,5	57,2	86,8	97,9	39,9	229,4	59,2	89	993,8

St GENIS													
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1985	56	29,5	126	37,5	53,5	72	8,5	94	3,5	2,5	68,5	82	633,5
1986	115	81	10,2	17,8	61	20	11	58,5	89	41	82,5	60,5	808,7
1987	27	74,5	38	116	61,5	75	95	62,0	28	17,8	47	90	902,5

LARAGNE - MISON													
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1985	92,1	25,3	111	39,1	139,8	47,5	13,6	79,5	0	6,3	57,2	94,5	705,9
1986	138,1	101,8	12,4	176,5	49,0	15,2	5,8	55,7	82,1	36,0	97,5	53,7	823,8
1987	56,2	81,3	33,4	129,2	52,5	77,7	98,0	76,7	36,1	212,9	59	114	1027

1.3. Caractéristiques des bassins et équipements

Les bassins étudiés sont caractérisés par un paysage dominant de roubines (ou bad-lands) aux terres nues ou à faible couvert végétal. Les ravines y sont actives, et constituent autant de drains de ruissellement et transport des produits d'érosion.

A Savournon, le réseau hydrographique et les ravines se ramifient en éventail donnant une forme caractéristique au bassin de réception torrentiel. Savournon I et II ont ainsi une forme compacte qui facilite la concentration des écoulements (indice de compacité de 1,1). A St Genis, par contre, les ravines dessinent un réseau dendritique relativement allongé ; cette différence est peu significative du fait de la taille du bassin nettement inférieure à Savournon I.

Les pentes sont très fortes et dépassent souvent 50 % en tête de bassin et 35% sur toutes les zones de ravines productives. La végétation est très pauvre : sol nu ou végétation clairsemée dominant ; la lande est très réduite, les pelouses continues sont plus fréquentes et le fond des thalwegs est parfois couvert par un taillis (fruticée d'argousiers).

Tableau 2 - Caractéristiques des bassins versants

	Savournon II	Savournon I	St Genis
Superficie (ha)	75	7,84	2,36
Coordonnées :			
Lat. N	44°25	44°25	44°22
Long. E	5°47	5°47	5°45
Altitude exutoire	750	770	640
Altitude maximale	1 015	900	752
% Terres nues	19	50	45
% Végétation clairsemée	38	31	25
% Marnes végétalisées (pelouses ou taillis)	43	19	30
Pentes > 35 %	40 %	77 %	62 %

Les figures 1a et 1b donnent une carte des bassins de Savournon et St Genis.

Sur ces bassins, les études ont porté sur :

- les précipitations (pluviographes OEDIPE et pluviomètres),
- les écoulements (limnigraphes CHLOE, canaux de mesures, seuils et déversoirs),
- les transports solides (suspensions et matériaux grossiers) par préleveurs automatiques à siphons, échantillonnage manuel, pièges à sédiments,
- ablation sur les versants (ravines équipées, parcelles, microprofils).

2. EVENEMENTS PLUVIOMETRIQUES ET EXPORTATION DE MATIERE A L'EXUTOIRE DES BASSINS DE SAVOURNON.

2.1. Les mesures à Savournon :

L'information pluviométrique a déjà été évoquée dans sa distribution mensuelle. Le tableau 3 résume l'essentiel de l'information recueillie sur le bassin de Savournon I et II de 1985 à mai 1988.

La chronique des précipitations se rapporte aux pluies journalières de plus de 10 mm. Les intensités maximales instantanées, celles dépassées pendant au moins 5 minutes et la durée de l'averse constituent autant d'indications sur le pouvoir érosif des averses.

Les débits sont connus à partir de jaugeages effectués pour différentes cotes à Savournon I et II et de l'étalonnage d'un déversoir triangulaire sur Savournon I à partir de mai 1987. Le suivi des hauteurs d'eau a été obtenu par des limnigraphes à capteurs de pression et des observations directes effectuées par les opérateurs. Certaines reconstitutions ont du être effectuées à partir des maximums atteints et de la physionomie de l'événement observé à l'une ou l'autre des stations. Les valeurs indiquées entre parenthèses ne constituent que des estimations probables faites aux seules fins de compléter les bilans annuels.

Un aspect particulier des études hydrologiques dans ces régions porte sur la validité des débits déterminés par les mesures classiques. Pour des concentrations de matière solide dépassant 200 gl⁻¹, les enregistrements de pression prenant en compte un fluide dont la densité est nettement supérieure à 1 conduisent à une surestimation des hauteurs d'eau équivalentes. MEUNIER (CEMAGREF, 1987) a ainsi montré sur le bassin de DRAIX une surévaluation du volume d'une crue de 27 % pour une concentration maximale en MES de 348 gl⁻¹. Nos propres mesures tiennent généralement compte des hauteurs réelles lues aux stations. Les tonnages des matières en suspension sont obtenus à partir de la variation des débits solides déduits des hydrogrammes de crues et des mesures ponctuelles de concentrations en MES (prélèvements automatiques ou manuels). Les concentrations n'ont pas été reportées ici ; elles ont fréquemment dépassé au plus

fort du transport des valeurs de 400 gl⁻¹. L'évaluation des matériaux transportés par saltation et charriage (char.) est faite par nivellement des pièges à sédiments, détermination volumique des dépôts d'une densité moyenne voisine de 1,3. Cette évaluation cumule parfois plusieurs événements, la répartition faite n'est qu'indicative et est basée sur l'importance des événements ; la nécessité de vidanger les pièges nous a amené à faire des estimations pour les données manquantes, soit à partir des valeurs obtenues sur le bassin observé, soit par similitude avec des événements comparables. Les tonnages indiqués correspondent à la fraction supérieure à 0,5 mm ; les pourcentages de la fraction grossière sont obtenus par granulométries moyennes effectuées sur plusieurs échantillons de dépôts.

2.2. Précipitations et écoulement

Sur la période d'étude et d'enregistrement des pluviographes, plus de 70 % des précipitations journalières mesurées sur nos bassins sont inférieures à 10 mm. Pour Savournon, le pourcentage est de 74 % ; 14 % des averses est compris entre 10 et 20 mm (78 % et 12 % à St Genis). La hauteur de précipitation de 10 mm constitue un premier seuil dans l'apparition de l'écoulement et des transports solides. Le deuxième seuil est celui de l'intensité. Un nombre restreint d'événements pluviométriques est donc susceptible d'avoir un pouvoir érosif. Parmi ces événements (supérieurs à 10 mm), on distingue plusieurs catégories d'averses :

- des pluies moyennes en intensité, durée et hauteur ;
- quelques événements exceptionnels ;
- des pluies de faible intensité mais de longue durée qui jouent un rôle dans la saturation du sol ;
- des pluies brèves mais très intenses qui ont un pouvoir érosif important par effet de battance.

L'analyse de l'écoulement montre que celui-ci varie considérablement suivant les épisodes pluvieux et leur intensité, et les états d'humidité antérieure. Les coefficients d'écoulement pour imprécis qu'ils soient, montrent bien des familles d'événements hydropluviométriques très différentes dont le rôle dans l'exportation de matières à l'exutoire des bassins sera ou non déterminant.

Les paramètres Hauteurs de Pluies, Intensité et Durée de la Pluie Utile en jouant sur le volume de la crue, son maximum et sa concentration ajoutent à leur incidence érosive sur les versants, une incidence déterminante dans la capacité de transport et d'érosivité au niveau du réseau hydrographique.

Pour des événements pluviométriques très importants, on observe sur les deux bassins, des coefficients d'écoulement pouvant aller jusqu'à 50 et 60 %, ce qui conduit à un ruissellement de

80 à 90 % sur les terres nues des roubines. Encore faut-il nuancer ces valeurs ; les volumes concernent un fluide chargé souvent en fortes concentrations et non la seule eau de pluie. Une autre famille d'événements jouant un rôle non négligeable dans l'érosion donne des coefficients d'écoulement compris entre 10 et 30 %. Enfin de plus faibles coefficients sont observés pour les averses de faibles intensités passant insensiblement aux épisodes pluvieux sans écoulement. La figure 48 montre pour Savournon, la distinction qui peut être faite entre averses ayant généré un écoulement ou non à partir de leur hauteur et de l'intensité maximale.

2.3. Suspensions et charriage

Les résultats montrent qu'il n'y a pas de relation vraiment déterminée entre les tonnages exportés en suspension et ceux piégés après identification de la part de gros matériaux. A Savournon II, la part des "fines" (argiles et paillettes inférieures à 0,5 mm) peut passer de 25 % du volume piégé (juin et août 1986) à 60 % (août et octobre 1987) ou même à 80 % (avril 87 et 88). Tout dépend de la forme et de la violence de la crue et en particulier de la durée de la décrue qui favorise une décantation des fines pour de petits débits soutenus. Des granulométries du sédiment sont nécessaires pour évaluer les charges en matériau grossier. Les évaluations qui ont été faites montrent que celles-ci représentent dans tous les cas moins de 10 % de la charge solide totale et le plus souvent moins de 5%.

En amont, à Savournon I, les choses peuvent être différentes. On se trouve ici plus près des zones de production et le transport hydrique n'a pu détruire toute la cohésion du matériau grossier. On a ainsi relevé dans le piège de la station après une crue de printemps (mai 1985) 66 % d'éléments supérieurs à 2 mm et 75 % supérieurs à 0,5 mm pour une charge totale en gros matériau représentant 10 % de la charge en suspension, suivant donc un schéma très voisin de Savournon II. Mais ce pourcentage est passé à plus de 40 % lors de la crue du 1er juin 85, et le matériau piégé contenait 95 % d'éléments supérieurs à 2mm. Il s'agit là d'événements où peuvent intervenir de véritables laves torrentielles. Leur poids dans le bilan annuel des exportations est tel que la fraction "charriage" ne peut être négligée. D'autres événements permettent d'estimer à 30 et 40%, pour Savournon I, la charge en matériau grossier pour les très fortes averses à forte intensité. Les événements plus modestes ne permettent pas de transports supérieurs à 10 % de la charge totale transitant à la station.

La particularité des marnes est de se déliter en frites, plaquettes puis paillettes et éléments fins pour passer aux suspensions et argiles d'autant plus vite que les teneurs en carbonate de calcium sont faibles. En quelques hectomètres, la part des éléments grossiers devient négligeable. Les éléments grossiers observés dans le lit à sec d'un ruisseau moyen proviennent, à l'exception des débris de filonnets de calcite et autres galets calcaires, des versants immédiatement amont

SAVOURNON I

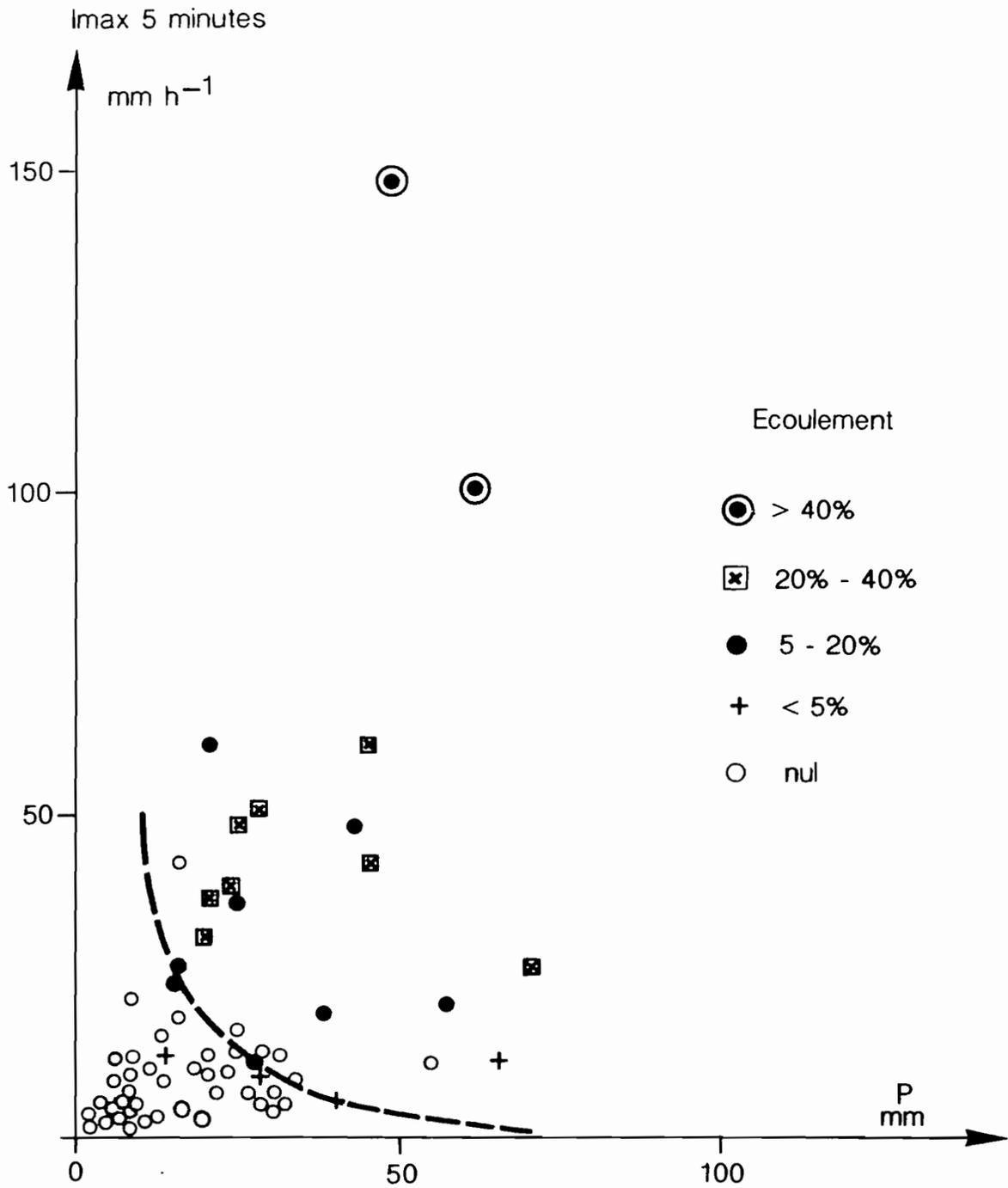


Fig. 48 Caractéristiques des précipitations et écoulement

(effet de battance), de l'apparition du ruissellement, de l'imbibition en profondeur, de la compétence des ruisselets, du stockage des matériaux sur les versants, dans les drains primaires et de son déstockage suivant l'importance de l'écoulement des états de surface et en particulier des zones battues (OPS).

L'énumération incomplète qui précède situe la complexité des mécanismes. On peut y ajouter les événements ponctuels susceptibles d'intervenir pour une bonne part dans le bilan annuel des exportations d'un petit bassin et qui ne sont pas forcément liés à un événement pluviométrique immédiat :

- phénomène de solifluxion, d'érosion rampante, glissements de terrain et éboulements d'abrupts ou de corniches,
- microcoulées de boue sur les versants, laves torrentielles au niveau des drains.

Tous ces phénomènes ont été observés sur les bassins PACA et en particulier à Savournon et à St Genis ; ils mettent à disposition des drains hydrographiques un matériau qui sera exporté par les prochaines crues.

L'intégration de tous ces phénomènes plus ou moins aléatoires ou plus ou moins spécifiques aux différentes composantes géomorphologiques, suppose bien que les bilans soient directement mesurés à l'exutoire de bassins d'une taille minimale (supérieure à quelques hectares).

L'observation d'événements pluvieux sur ce type de bassin a cependant montré une liaison assez étroite entre l'évolution de l'averse (intensités) et celle des concentrations en M.E.S. des écoulements. Le schéma suivant a été proposé. (Olivry, 1986) :

En début d'averse, l'effet de battance mobilise les particules libres à la surface des marnes sèches, et par ruissellement, apporte à la station la première pointe de concentration, classique dans tous les cas. Puis, l'imbibition des marnes provoque rapidement un gonflement des argiles, la fermeture des fissures et une plus grande cohésion des marnes, avec diminution de l'infiltration ; le ruissellement s'intensifie et l'érosion qui avait diminué, va se développer suivant les filets du ruissellement et les rigoles observés sur les versants en suivant en intensité le hyétogramme de l'averse. Lorsque l'imbibition a gagné en profondeur, des mottes de marne altérée peuvent se détacher du versant ou atteindre leur limite de liquidité et rejoindre le lit du ruisseau. A ce niveau d'ailleurs, l'importance de l'écoulement en augmentant son pouvoir érosif va exporter des dépôts précédemment stockés et faciliter l'érosion des bas de versants.

(Olivry, 1987). La différence relevée entre Savournon I et II en est une preuve. La figure 49 montre bien la distorsion qui apparaît dans la relation entre les MES de Savournon II et celles de Savournon I (0) (14 couples) à partir d'un certain seuil d'exportation de matières (environ 120 tonnes de MES à Savournon I) : les tonnages augmentent plus vite sur Savournon II. Cela signifie qu'entre les 2 stations, il y a transformation en MES d'une partie du tonnage charrié à Savournon I. La relation tend à s'équilibrer si on rajoute aux tonnages mesurés à cette station, ceux du matériau grossier (x).

Ces observations semblent justifier de reporter les mesures sur des bassins de plusieurs dizaines ou centaines d'hectares pour s'affranchir dans ce type de milieu de la mesure toujours délicate des matériaux charriés (Olivry, Hoorelbeck, 1985).

2.4. Exportation de matière et processus d'érosion.

Les figures 50 et 51 montrent quelques événements "pluie-crue-exportation des MES" sur Savournon I et II. Les figures 52 et 53, illustrent la dispersion des phénomènes à l'échelle des événements ponctuels, l'exportation de matière ou même la concentration moyenne en suspensions par rapport à la hauteur de précipitation, aux intensités maximales des averses ou aux conditions saisonnières du milieu. Aucune famille bien caractérisée n'apparaît dans l'analyse des crues de Savournon II, si ce n'est des évidences : les averses les plus fortes et violentes entraînent le plus de matériaux.

A noter :

- les deux plus fortes crues de printemps (n° 2 et 36) et aussi les très fortes concentrations atteintes par les grosses crues d'été ou d'automne (disponibilité du matériau par dessiccation de la surface d'altération des versants),
- les pluies importantes étalées dans le temps sans production notable de sédiment à l'exutoire des bassins, mais qui ne sont pas pour autant restées sans effets même si ceux-ci ont été différés.

Un rappel des processus observés sur ces bassins permet de préciser les phénomènes intervenant dans l'érosion des marnes noires. Sans entrer dans le détail, les paramètres jouant au niveau de l'érodabilité du milieu sont : l'exposition, la pente des versants, leur orientation par rapport au pendage, la nature du substrat, la pétrographie (calcimétrie et argiles gonflantes), les sols, l'épaisseur de la zone d'altération et la mobilisation du matériau (alternance gel-dégel, épisodes de dessiccation, gonflement des argiles, limites de plasticité et de liquidité d'Atterberg, etc.) L'érosif se situe au niveau des averses, de l'intensité des pluies, de l'énergie cinétique des gouttes

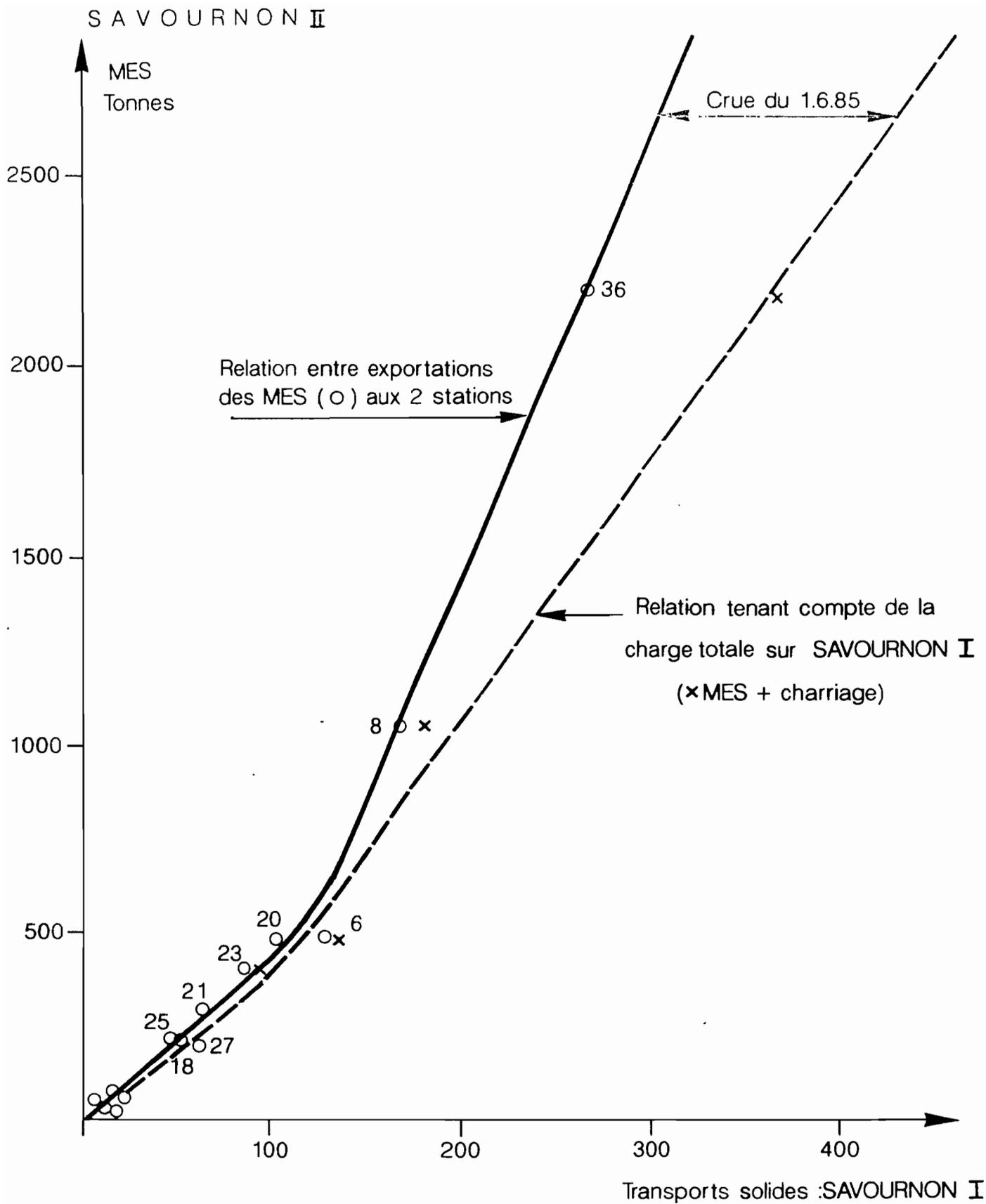


Fig.49 Relation entre les transports solides mesurés sur SAVOURNON I et II pour les principales crues observées

Savournon 1 Crue du 25/08/85

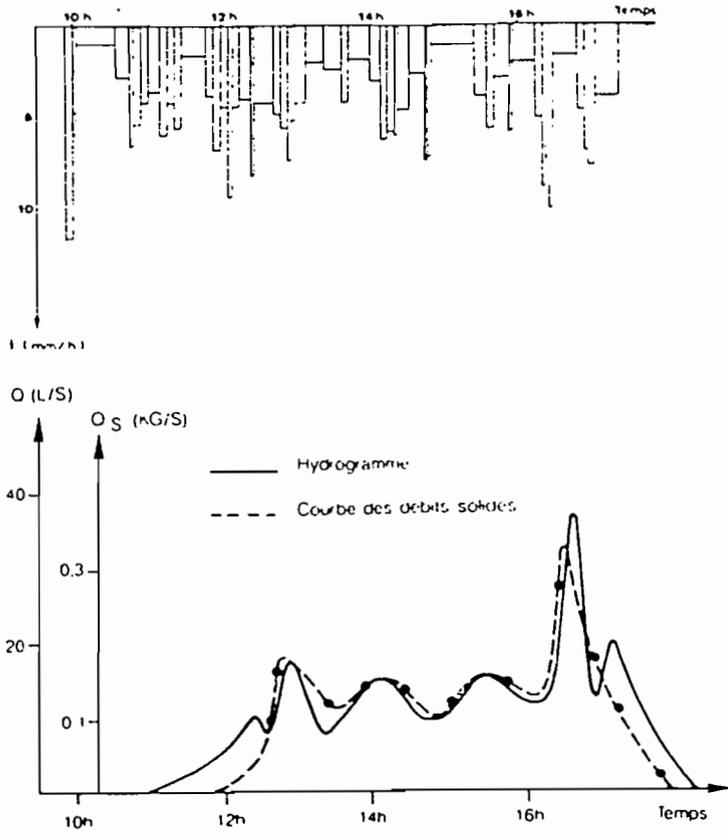


Fig.50 Averse - Crue - Transport solide à S I

- Savournon 2 Crue du 16/05/88 -

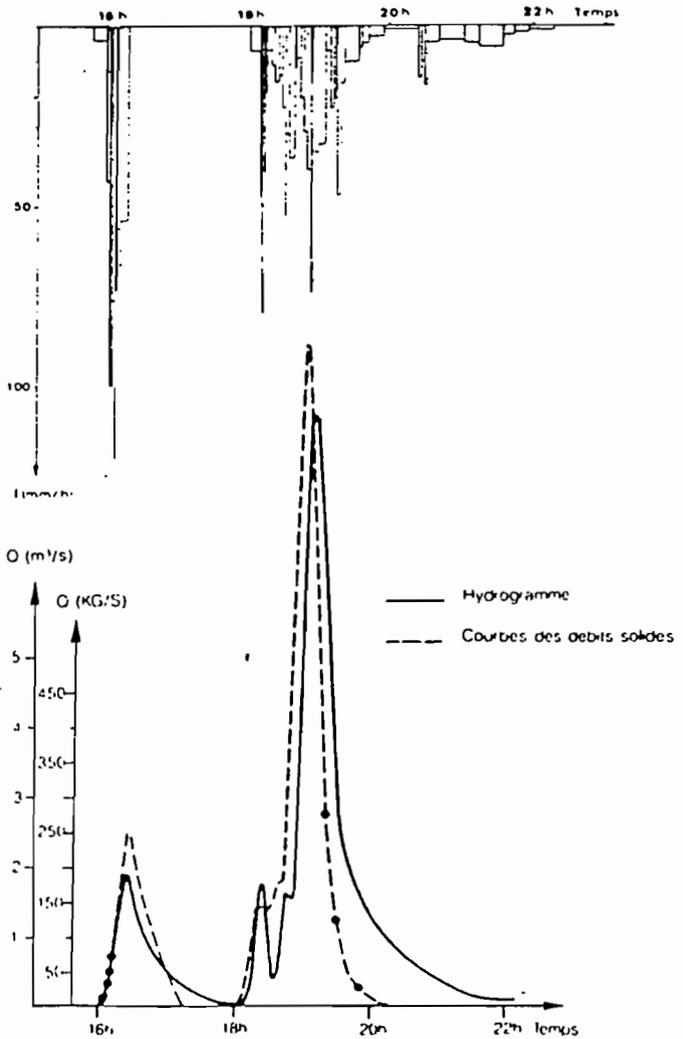


Fig.51 Averse - Crue - Transport solide à S II

Pluies					Savournon I'					Savournon II					
N°	Date	P _{mm}	I _{max} mm/h	I _s	Durée H.mn	Max l/s	Vol m ³	K % KR	MES Tonnes	Char. Tonnes	Max l/s	Vol m ³	K % KR	MES Tonnes	Char. Tonnes
1	1985 24,5	27,5	90	50	3,35	500	600	36	100	10				(420)	
2	1,6	48,5	225	145	1,00	1 800	2 140	56	300	130				(2 700)	(200)
3	5,8	42,5	86	47	9,00	300	370	11,2	25	-				(80)	
4	25,8	27	32	11,5	7,30	35	290	13,7	2,7	-					
	Total						3 400		428	140				(3 200)	(200)
5	1986 8,4	20	-	-	-	15	115	7,3	0,4	-	50	750	5	1,4	30
6	20,6	35	-	-	-	150	820	30	125	5,1	700	3 780	14,4	490	
7	11,8	21,5	-	-	-	15	90	5	0,9	-	-	(500)	-	(10)	
8	17,8	45	90	60	2,00	350	1 230	35	165	13,5	2 600	11 700	35	1 050	
9	26,8	22,5	80	60	1,30	60	420	24	17	1,2	150	2 500	14,8	68	
10	28,8	25,5	60	48	1,30	60	590	30	19	1,2	140	3 000	16	65	41
11	24,9	38	27	18,5	6,40	100	540	18,1	14,8	(1)	90	1 200	4,2	20	
12	23,10	16,5	35	26	7,55	30	120	9,2	2	-	-	(500)	-	(10)	
13	14,11	65,5	-	11	18,30	3	80	1,6	0	-	10	500	1	0	9
	Total						4 005		344	22		24 430		1 714	80
14	1987 4,4	70,5	38	25	15,20	250	1 200	21,7	9,5	4	800	4 300	8	23	17
15	5,4	16	62	42	2,30	-	250	20	10	4	-	(1 100)	-	(45)	44
16	8,4	13,5	16	12	14,50	3	50	4,7	0	-	6	200	2	0	
17	9,4	28,5	-	8	17,00	4	60	2,8	0	-	6	400	1,9	0	
18	3,5	20	40	30	7,00	100	550	35	45	4	640	4 000	27	218	12
19	23,8	37,5	-	-	-	-	(250)	-	(20)	(2)	-	(1 000)	-	(100)	
20	24,8	31	-	-	-	150	845	35	102	(10)	560	3 500	15	480	
21	27,8	24	-	-	-	100	525	28	62,6	(6)	500	3 420	19	294	
22	26,9	15,5	60	24	2,10	-	(200)	-	(10)	(1)	90	1 160	10	100	54
23	5,10	45	60	42	3,00	250	880	25	86	(6)	820	4 050	12	400	
24	6,10	21	48	36	2,00	150	525	32	6	-	560	2 290	14,5	38	(28)
25	10,10	39	-	-	-	100	250	8	50	(5)	300	1 350	(5)	216	
26	11,10	39	-	-	-	-	(300)	-	(70)	(7)	350	2 700	(10)	260	27
27	28,10	24,5	60	36	1,20	200	330	17	60	(6)	300	2 760	15	200	
28	29,10	24	45	38	2,40	-	(410)	(22)	(80)	(7)	500	3 600	20	270	(28)
	Total						6 625		611	62		35 830		2 744	210
29	1988 14,1	38,5	6	4	30,00	5	90		0		12	600		0	
30	16,3	28,5	6	6	22,00	5	60		0		8	400		0	42,6
31	30,3	28,5	5	5	24,00	5	60		0		6	400		0	
32	12,4	16	12	12	5,30	2	(70)		0		54	475	4	0,12	
33	25,4	9,5	16	14	3,00		(80)		0		86	430	6,1	0,09	
34	26,4	18,5	28	24	4,30		(60)		0		86	220	1,5	0,11	
35	29,4	13,5	36	28	5,00		(100)		0		103	695	4,9	1,64	
36	16,5	60,5	124	100	6,00	1 200	2 820	60	262	(100)	8 500	27 200	60	2 214	(100)
	Total						3 340		262	100		30 420		2 216	140

Tableau 3 - Evénements hydropluviométriques et transports solides observés à Savournon

SAVOURNON II

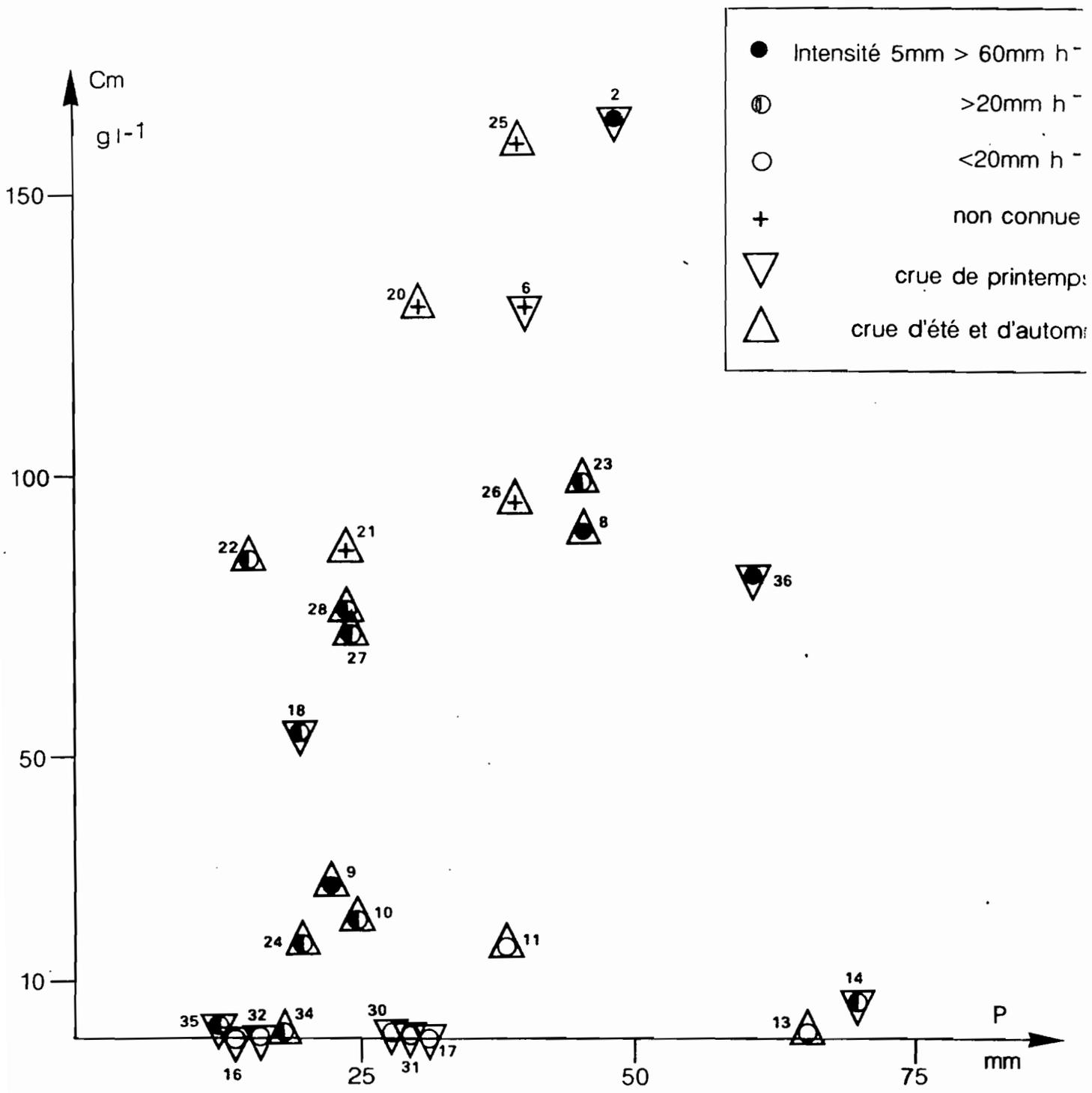


Fig. 52 Précipitation et concentration moyenne des MES dans l'écoulement correspondant

SAVOURNON II

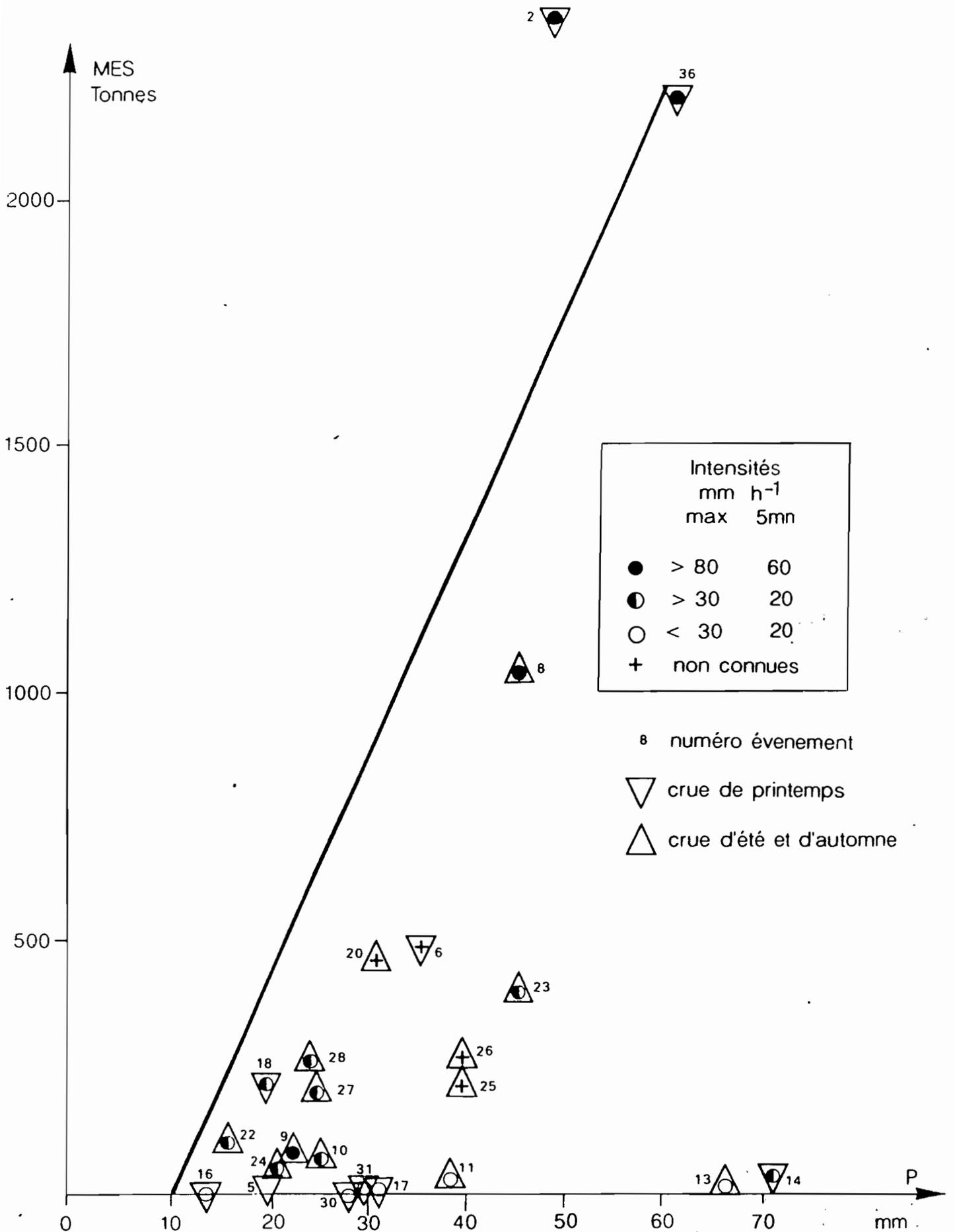


Fig 53 Evènement pluviométrique et exportation de matières

En définitive, l'incidence de ces différents paramètres sur des pas de temps différents explique que l'analyse du transport solide à partir des caractéristiques des crues, soit particulièrement délicate. Il peut y avoir un décalage important dans le temps entre la mobilisation des matériaux et leur exportation. Ainsi, des pluies soutenues mais sans fortes intensités (ou le manteau neigeux) peuvent être responsables de mouvements de masse importants qui seront repris ultérieurement au niveau du drain lors d'une pluie ayant bien ruisselé du fait de bonnes conditions d'humidité préalable (bonne cohésion de l'altérite) et pas seulement d'une forte intensité.

Il paraît donc difficile d'appréhender avec une précision acceptable l'exportation de matières d'un bassin à l'échelle de l'événement pluviométrique même si au niveau du versant ou de la ravine élémentaire des corrélations apparaissent à ce pas de temps. Pour le problème posé, les exportations devraient être calculées en terme de bilan annuel.

2.5. Bilans annuels des transports solides. Comparaison entre Savournon I et Savournon II. Dégradation spécifique des Terres Noires.

Le tableau 4 rappelle à l'échelle de l'année sur la période d'observation les principales caractéristiques et le bilan global des exportations de matière sur les bassins de Savournon I (7,84 ha) et Savournon II (75 ha). Le transport de l'année 1985 correspond à une estimation pour Savournon II ; les données de 1988 sont prises en compte jusqu'au 16 mai qui fournit d'ailleurs l'essentiel de l'érosion sur cette période. Pour les 3 années complètes, la charge en suspension est en moyenne de 460 tonnes sur Savournon I et de 2 550 tonnes sur Savournon II, soit un facteur 5,55 pour un rapport des superficies totales de 9,6 et un rapport des bad-lands productifs de 6,66.

Les événements exceptionnels de juin 1985 et de mai 1988 affectent la hiérarchie qui aurait permis de rattacher "précipitations annuelles" et "transport solide". La différence entre l'année sèche 1986 et l'année 1987 est cependant bien marquée. La moyenne des exportations annuelles totales (suspension et charriage) est de 536 tonnes à Savournon I et de 2 716 tonnes à Savournon II (rapport de 5). La dégradation spécifique totale ramenée à la superficie des bassins serait donc en moyenne sur les 3 années de 68 tonnes/ha à Savournon I et de 36 tonnes/ha à Savournon II. On a constaté à Savournon que les marnes protégées par une végétation de pelouses, de landes ou arbustive n'ont qu'une contribution négligeable dans le bilan total d'érosion. Seules les roubines de terres noires dénudées ou à végétation clairsemée sont productives mais dans des proportions bien évidemment différentes.

Une comparaison entre les deux bassins supposait de ramener les tonnages des transports solides en données de dégradation spécifique par la seule prise en compte des superficies de roubines dénudées ou faiblement végétalisées.

Tableau 4 - Bilan des transports solides et calcul de la dégradation spécifique.

SAVOURNON I : 7,84 ha

	Pluie	Écoulement	Transport solide (Tonne)			Dégradation spécifique T.ha ⁻¹				
	P _{mm}	V _{m³}	MES	Char.	Total	Superficie totale	Terres nues et Vég. clairsemée			
							1	2	3	4
1985	800	3 400	428	140	568	72,4	89,4	108	116	123
1986	940	4 005	344	22	366	46,7	57,6	69,7	74,7	79,2
1987	1 040	6 625	611	62	673	85,8	106	128	137	146
1988 partiel	(455)	3 340	262	100	362	(46,2)	(57)	(68,9)	73,8	78,4

SAVOURNON II : 75 ha

	Pluie	Écoulement	Transport solide (Tonne)			Dégradation spécifique T.ha ⁻¹				
	P _{mm}	V _{m³}	MES	Char.	Total	Superficie totale	Terres nues et Vég. clairsemée			
							1	2	3	4
1985	800		(3 200)	(200)	(3 400)	(45,3)	(79,6)	(119)	(143)	(162)
1986	940	24 430	1 714	80	1 794	23,9	42,0	62,9	75,4	85,4
1987	1 040	35 830	2 744	210	2 954	39,4	69,1	104	124	140
1988 partiel au 16/5	(455)	30 000	2 216	(140)	2 356	(31,4)	55	82,6	98,9	112

N.B. : La dégradation spécifique a été calculée pour la superficie totale des bassins, la superficie globale des ravines en terres nues (52 % à SI, 19 % à SII) ou à végétation clairsemée (30 % à S_I, 38 % à S_{II}), l'érodibilité des ravines à végétation clairsemée étant donnée équivalente à celle des terres nues en 1, réduite de moitié en 2, du tiers en 3 et du quart en 4.

Mais pour pouvoir comparer les dégradations obtenues à celles des mesures amont (versants, ravines, ...) un transfert d'échelle initial entre les 2 bassins nécessite l'estimation de l'érodabilité des roubines faiblement végétalisées par rapport à celle des terres noires.

En première approximation, on considère, qu'aux différences de superficie des formations végétales près, les conditions d'érosion du milieu des deux bassins sont comparables. Les dégradations spécifiques corrigées doivent donc être identiques en termes de moyennes. On a donc testé la relation entre les paramètres "dégradation-spécifique" de Savournon I et II sur la base de plusieurs hypothèses d'érodabilité des roubines peu végétalisées, sur valeurs cumulées de 1985 à 88.

Les superficies prises en compte sont indiquées dans le tableau n° 4. Quatre hypothèses ont été retenues : une érodabilité comparable des terres nues et des sols peu végétalisés, un rapport d'érodabilité entre les 2 formations de 2, 3 ou 4. Dans le calcul, le poids des superficies faiblement végétalisées est donc ramené à une superficie équivalente de terres nues par les rapports 1/2, 1/3, 1/4. L'ajustement se rapprochant le plus de la médiane, d'une pente égale à 1, correspond au rapport d'érodabilité à retenir.

La pente des différents ajustements effectués entre les dégradations spécifiques cumulées de Savournon I et de Savournon II est de 0,73 pour l'hypothèse 1, de 0,91 en 2, 1,01 en 3 et 1,12 en 4.

On en déduit que l'érodabilité des roubines faiblement végétalisées ne représente que le 1/3 de celle des terres nues. Une cartographie de zones correspondantes (photo aérienne ou télédétection) permet donc de déterminer les superficies corrigées, productives d'un bassin et de leur attribuer une valeur unique de dégradation spécifique.

Sur Savournon, la dégradation spécifique des terres noires dénudées a varié de 75 T.ha⁻¹ an⁻¹ à 140 T.ha⁻¹ an⁻¹ sur la période d'observation.

Une relation entre la dégradation spécifique D et la hauteur des précipitations a été recherchée par cumul des valeurs annuelles obtenues sur la période d'études.

Elle s'écrit : $D = 0,117 P + 4.6$ (avec $r = 0,996$)

ainsi pour	P = 700 mm	on a	D = 87 T.ha ⁻¹
	800 mm	on a	D = 99
	900 mm	on a	D = 110
	1 000 mm	on a	D = 122
	1 100 mm	on a	D = 134

Savournon, avec une hauteur de précipitations interannuelle de l'ordre de 920 mm devrait connaître une dégradation interannuelle de ses ravines nues de 113 tonnes par hectare ce qui correspond à 87 m³ d'altérites (densité 1.3) soit une épaisseur d'ablation des roubines de 8,7 mm par an (ou 4,4 mm de marne saine).

La même relation appliquée à St Genis (Pmoy. : 850 mm) donnerait une dégradation interannuelle de 105 tonnes.ha⁻¹. Naturellement, une telle relation ne peut s'appliquer que pour des moyennes. La variabilité interannuelle des précipitations suppose aussi une irrégularité dans la répartition des pluies, leurs intensités et l'apparition d'événements exceptionnels souvent plus déterminants dans un bilan annuel que l'ensemble des autres événements érosifs.

Ainsi, l'évaluation du volume interannuel de sédiments susceptibles de participer au comblement d'une retenue pourrait être donnée pour la région de Savournon à partir de l'équation suivante :

$$Vm^3 = 1,3 \left[S_{BLN} + 1/3 S_{VC} \right] \left[0,117 P + 4,6 \right]$$

avec :

S_{BLN} et S_{VC} : les superficies données en hectares des bad-lands nus et à végétation clairsemée ;

et P : la hauteur interannuelle de précipitations en mm.

3. AUTRES MESURES D'ÉROSION DES TERRES NOIRES

3.1. Mesures de l'ablation sur les versants de Savournon et comparaison avec les bilans d'érosion aux exutoires.

Plusieurs sites ont été implantés sur différents versants de pentes, exposition et morphologie variables tant sur le bassin de Savournon I que sur celui de St Genis, suivant une méthodologie et un appareil mis au point par les auteurs pour la circonstance. Il s'agit de mesurer les variations du niveau du sol par rapport à un niveau de référence. Le système employé utilise une règle en duralumin de 2 mètres de long que l'on pose sur deux tiges filetées métalliques solidement ancrées dans le sol à la périphérie du profil à mesurer. Des écrous et contre-écrous et une troisième tige de calage permettent de placer la règle à un même niveau et son tableau de lecture dans un même plan d'une mesure à l'autre. Sur cette règle peuvent coulisser perpendiculairement de fines tiges métalliques qui épousent après libération, la topographie du terrain et dont les têtes indiquent sur le tableau gradué les côtes du profil (relevés sur place ou après photographie).

Utilisée avec prudence en se souvenant des effets de gonflement des argiles, de la dessiccation, de la solifluxion et autres avatars des versants marneux, la méthodologie a donné de bons résultats. Ceux-ci doivent être ramenés à des moyennes statistiques et les différents sites doivent comprendre des profils en tête, milieu et bas de versant. Plusieurs échelles de temps paraissent pouvoir être utilisées, y compris l'épisode journalier lorsque les précipitations sont importantes. La figure 54 illustre quelques variations de profils. Sans rentrer dans le détail de cette étude, nous donnons ci-après quelques résultats représentatifs de l'analyse effectuée en donnant quelques valeurs d'érosion moyenne des versants de Savournon.

Tableau 5 - Ablation moyenne des versants mesurée sur différentes périodes à Savournon I

Période	Erosion mm	Précipitation mm	Observations
du 27.08.87 au 17.05.88	17	2 536	Ensemble de la période de suivi
du 18.03.87 au 08.04.88	16	1 232	Une année humide 1987, du printemps au printemps
du 09.08.86 au 04.09.86	4,4	78	
du 12.05.88 au 17.05.88	3,0	71	Une forte averse le 16.05.

Les différents états hydriques de l'altérite et mouvements de masse expliquent que ces mesures ne soient pas cohérentes entre elles.

Dans l'année 1987-1988 d'avril à mars, l'ablation moyenne aurait été de 1,6 cm ; les précipitations ont été particulièrement abondantes (1 232 mm) mais ne représentent quand même que la moitié de celles de la période de suivi (2,7 années) pour laquelle la différence moyenne de niveau n'est que de 1,7 cm. Des valeurs importantes sont relevées pour des périodes beaucoup plus courtes ou même la journée.

Tableau 6 - Comparaison des lames érodées calculées sur microprofils des versants et à l'exutoire des bassins de Savournon

Période	p mm	Lame érodée sur versant mm	T _{SI} t/ha (4,65 ha)	T _{SII} t/ha (23,8 ha)	T _{Moy} t/ha	Lame érodée Equival. d : 1,3	Différence V/L %
09.08 - 04.09.86 1 mois	78	4,4	46,9	52,5	50	3,9 mm	13
16.05 12.05 - 17.05	71	3,0	77,8	97,2	87	6,7 mm	56
Année 87-88 18.03 - 08.04	1232	16,0	145	126	135	10,4 mm	54
Période de suivi 1985-1988 (2,7 ans)	2536	17,0	301	297	300	23,0 mm	26

N.B. : T_{SI} et T_{SII} sont les dégradations spécifiques calculées sur les aires productives d'après les mesures faites à l'exutoire, et la moyenne T_{Moy} permet de calculer la lame érodée équivalente.

Il est assez intéressant de comparer les résultats aux exportations de matières de Savournon I et II pour les périodes correspondantes (tableau n° 6). Les valeurs aux exutoires ont été ramenées à des dégradations spécifiques (sous roubines nues ou équivalent - la moyenne des 2 bassins est transformée en "lame érodée" (avec une densité de 1,3).

On relève pour la période d'août 86 une lame érodée de 4,4 mm sur le versant et de 3,9 mm en valeur équivalente à l'exutoire. La différence est nettement plus marquée pour l'averse du 16 mai 1988 (3 mm pour 6,7 mm).

Pour une année complète bien arrosée (1987-1988 avec 1 232 mm), on a 16 mm sur le versant, 10,4 mm en lame équivalente mesurée à l'exutoire. Enfin, sur l'ensemble de la période de suivi (2,7 années avec 2 536 mm de pluie), on a 17 mm d'érosion sur le versant pour 23 mm de lame équivalente mesurée aux exutoires.

Ces dernières valeurs ramenées à 1 année type, donnent pour 940 mm une lame érodée de 6,3 mm sur le versant et avec 111 tonnes/ha une lame de 8,5 à l'exutoire (soit 25 % d'écart seulement entre les 2 déterminations).

3.2. Mesures à StGenis

Le même type de mesures sur les versants du bassin de St Genis a conduit sur la même période de suivi à une ablation moyenne de 19 mm pour 2.7 années avec 2 306 mm de précipitations. Ceci nous ramène à une année type proche de l'année moyenne avec P = 854 mm et une lame érodée de 6,7 mm an⁻¹ ou 87 T.ha⁻¹ an⁻¹. La lame érodée du versant est à peine supérieure à celle des roubines de Savournon. Par contre, les mesures effectuées sur les ravines BRGM de St Genis (Quelennec, 1987 ; Bufalo, 1987) donnent une perte en sol moyenne sur les 3 fosses (contrôlant respectivement 260, 1 110 et 1 620 m²).

de 185 T/ha pour 1986

de 230 T/ha pour 1987.

soit des lames érodées de 14,2 et 17,7 mm

ou une moyenne pour les 2 années de 16 mm/an.

Cette valeur sur ravines élémentaires est deux fois supérieure à celle déterminée sur versants à St Genis et Savournon ou mesurée aux exutoires à Savournon.

Bufalo *et al.* (1988) proposent les résultats suivants et une interprétation qui pourrait être retenue pour les roubines à pente très forte.

Sur le site d'étude, trois ravines élémentaires (262 m², 1 110 m², 1 620 m²) ont été équipées par le BRGM, de fosses à sédiments, d'un préleveur d'eau à quatre niveaux, de bouteilles à siphon et d'un limnigraphe. Ces installations sont complétées par deux pluviographes situés à proximité des ravines étudiées. Les mesures de terrain effectuées depuis 1986 ont permis d'établir des bilans et d'étudier les relations pluie-érosion sur une population d'une centaine de mesures de pertes en sol relatives à des épisodes pluvieux.

L'ensemble des mesures de transport solide effectuées permet de présenter les bilans d'érosion spécifiques mensuels moyens pour les années 1986 et 1987 (BUFALO, 1988 ; BUFALO, OLIVEROS, QUELENNEC, 1988) (fig. 55). L'érosion spécifique apparaît indépendante de la superficie des ravines élémentaires non végétalisées contrôlées dans la limite 200-1 600 m². Ceci s'explique par le fait que les ravines ont les mêmes caractéristiques morphologiques. De plus, il n'apparaît

aucune relation simple et directe entre la hauteur d'eau totale tombée lors d'un épisode pluvieux et l'érosion.

Pour les deux années 1986 et 1987, les érosions spécifiques estimées respectivement à 185 t/ha et 270 t/ha se traduisent par une ablation de la couche superficielle altérée de l'ordre de 10 mm/an à 20 mm/an.

Les estimations tiennent compte d'une part des mesures de sédimentation dans les fosses et d'autre part de la quantité de matière en suspension exportée hors du système au niveau du déversoir. Cette quantité a été estimée à 20 % du volume stocké dans le piège à sédiments.

L'étude des processus érosifs nécessite une connaissance fine des caractéristiques du sol afin de mieux définir les facteurs à considérer dans la définition de l'érosivité d'une averse. Dans cette étude, les simulations de pluie ont permis d'étudier le comportement hydrique du sol.

Le simulateur de pluie utilisé (type ORSTOM, est constitué d'un gicleur calibré monté sur un bras mobile installé au sommet d'une tour métallique bâchée pour protéger le pinceau de gouttes de pluie des effets du vent (BUFALO, ELLEUCH, 1987). Cet appareil permet de régler électroniquement l'intensité de la pluie. Les mesures au sol sont faites sur des parcelles de un mètre carré délimitées par un cadre métallique enfoncé dans le sol. La partie aval du cadre est perforée, et une gouttière permet de collecter le ruissellement superficiel jusqu'à un système de mesure de débit. Le dépouillement des mesures permet d'établir un hydrogramme de ruissellement.

Les résultats obtenus ont montré que sur les divers sites testés, les caractéristiques hydriques des Terres-Noires du Callovien restent homogènes. En début d'averse, la vitesse et la capacité d'infiltration du sol apparaissent influencées par la durée de l'épisode sec (t_a) précédent.

La présence d'une couverture végétale herbacée tend à annuler le ruissellement et de ce fait rend négligeable l'érodabilité des marnes. Sur l'ensemble des essais effectués, l'infiltration minimum moyenne du sol (F_n) est de l'ordre de 5 mm/h. Cette valeur sera donc considérée comme un seuil d'intensité de pluie en dessous duquel aucun ruissellement ne devrait apparaître.

Ces précisions étaient nécessaires pour permettre la définition d'un paramètre KE représentatif de l'érosivité des pluies et son calcul.

Les travaux effectués sur les années 1986 et 1987 ont permis d'obtenir un échantillon de 87 mesures fiables de flux sédimentaires exportés des ravines, associé aux données pluviométriques

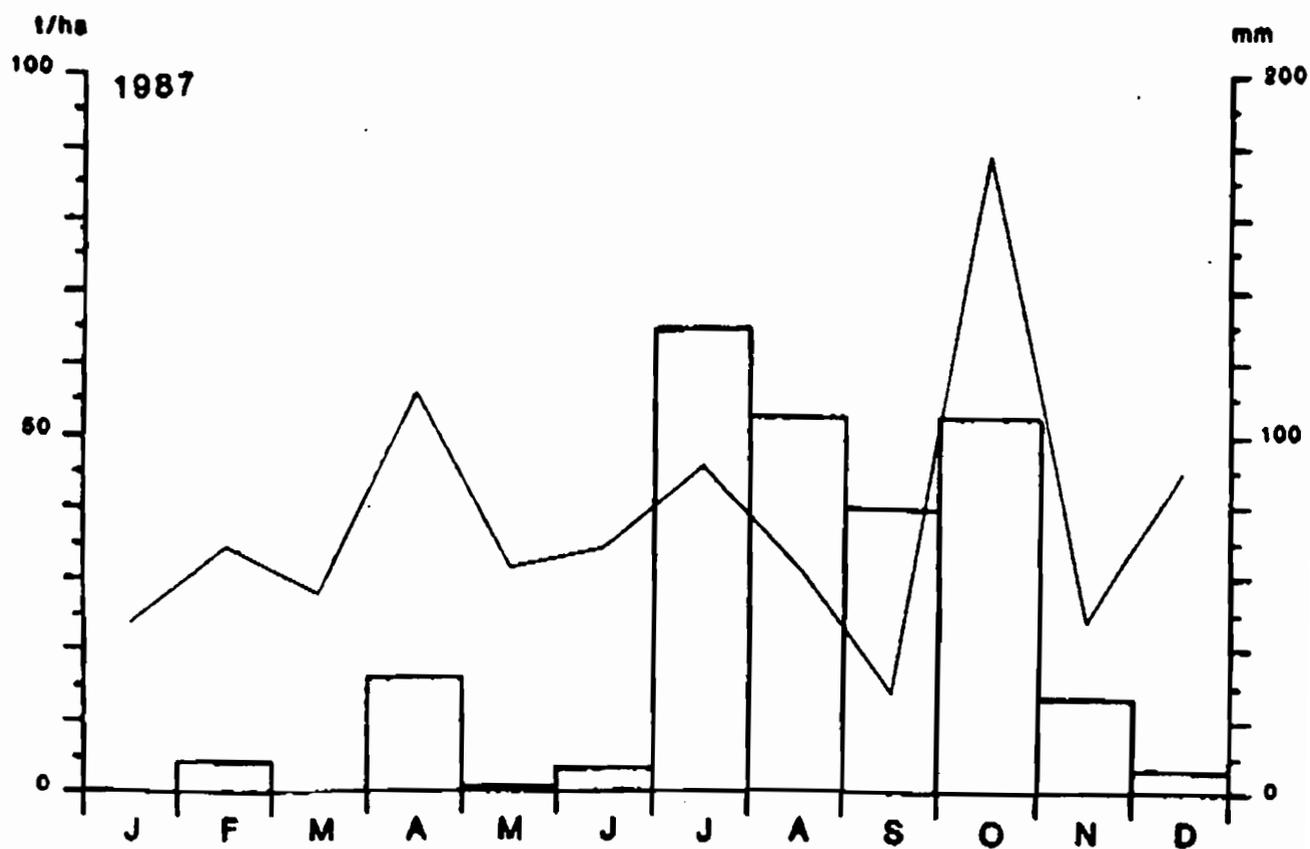
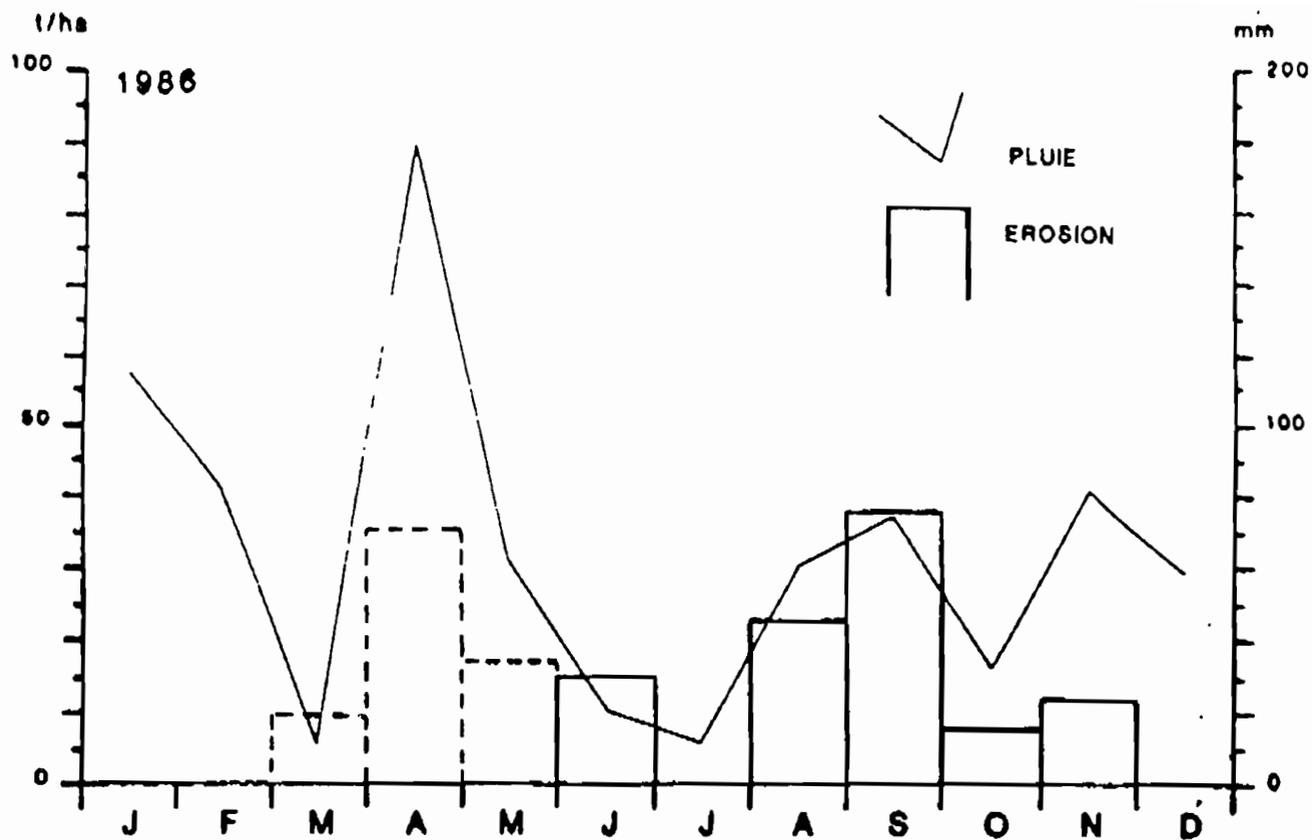


Fig. 55 - Taux d'érosion mensuels des ravines non végétalisées de St GENIS pour les années 1986 et 1987.

correspondantes. Cet échantillon a servi de base à la mise au point d'un paramètre KE représentatif de l'érosivité des averses (BUFALO, 1987, inédit).

L'expérience de trois années de terrain suggère que les averses d'une hauteur d'eau inférieure à 10 mm tombée sous faible intensité (<30 mm/h) ne sont pas érosives à l'échelle des ravines élémentaires. Ces averses ne sont donc pas prises en compte dans le calcul du paramètre KE.

Le calcul de KE se fait alors de la façon suivante :

Sur les averses restantes considérées comme potentiellement érosives, deux facteurs sont pris en compte :

- la lame d'eau efficace susceptible de produire un ruissellement. Elle est assimilée à la quantité d'eau tombée avec une intensité supérieure à 5 mm/h ;
- l'énergie cinétique de cette lame d'eau efficace.

Le paramètre KE se calcule alors par l'équation :

$$KE (t/km^2) = \sum_{i=1}^n Ec(i) \cdot Hi$$

où l'on définit n classes d'intensité de pluie supérieures à l'infiltration minimum du sol.

li = intensité moyenne de la classe i en mm/h

$Ec(li)$ = énergie cinétique de la classe i

$Ec(l)$ = $1214 + 890 \log l$ (t/km²/mm) (WISCHMEIER, 1978)

Hi = hauteur d'eau tombée avec une intensité comprise dans la classe i.

a) Ce paramètre est bien corrélé à l'érosion des ravines élémentaires. La figure 56 illustre la relation existant entre KE et la moyenne pondérée par la surface des mesures de sédimentation effectuées dans les trois fosses. Un calcul de régression linéaire par la méthode des moindres carrés permet d'obtenir l'équation suivante :

$$1. \text{ Erosion (t/ha)} = 0,36 \cdot KE \cdot 10^{-3} - 0,9$$

$$R = 0,93$$

$$\sigma = 5,6$$

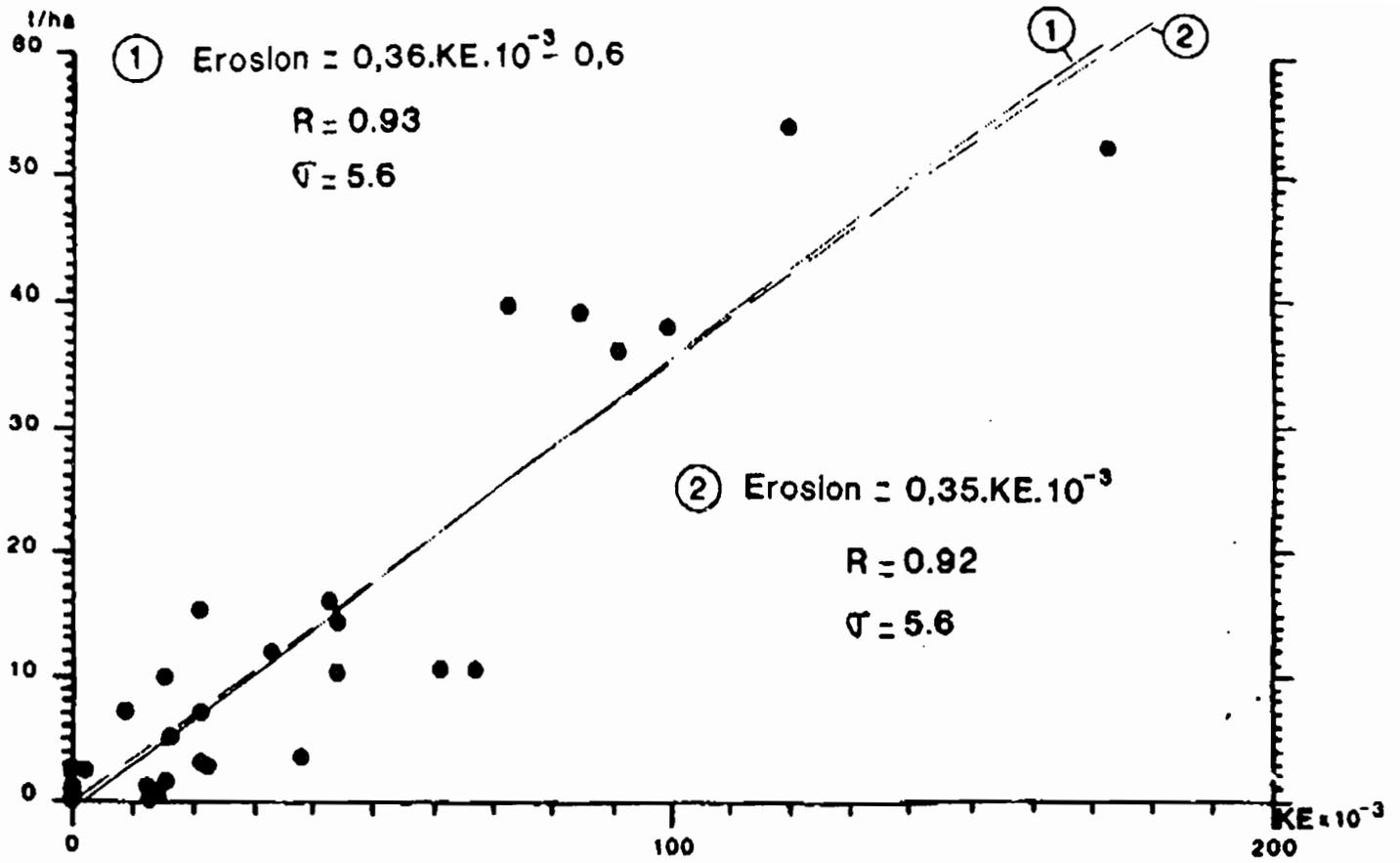


Fig.56 - Corrélation entre KE et les mesures d'érosion : relation épisode par épisode.

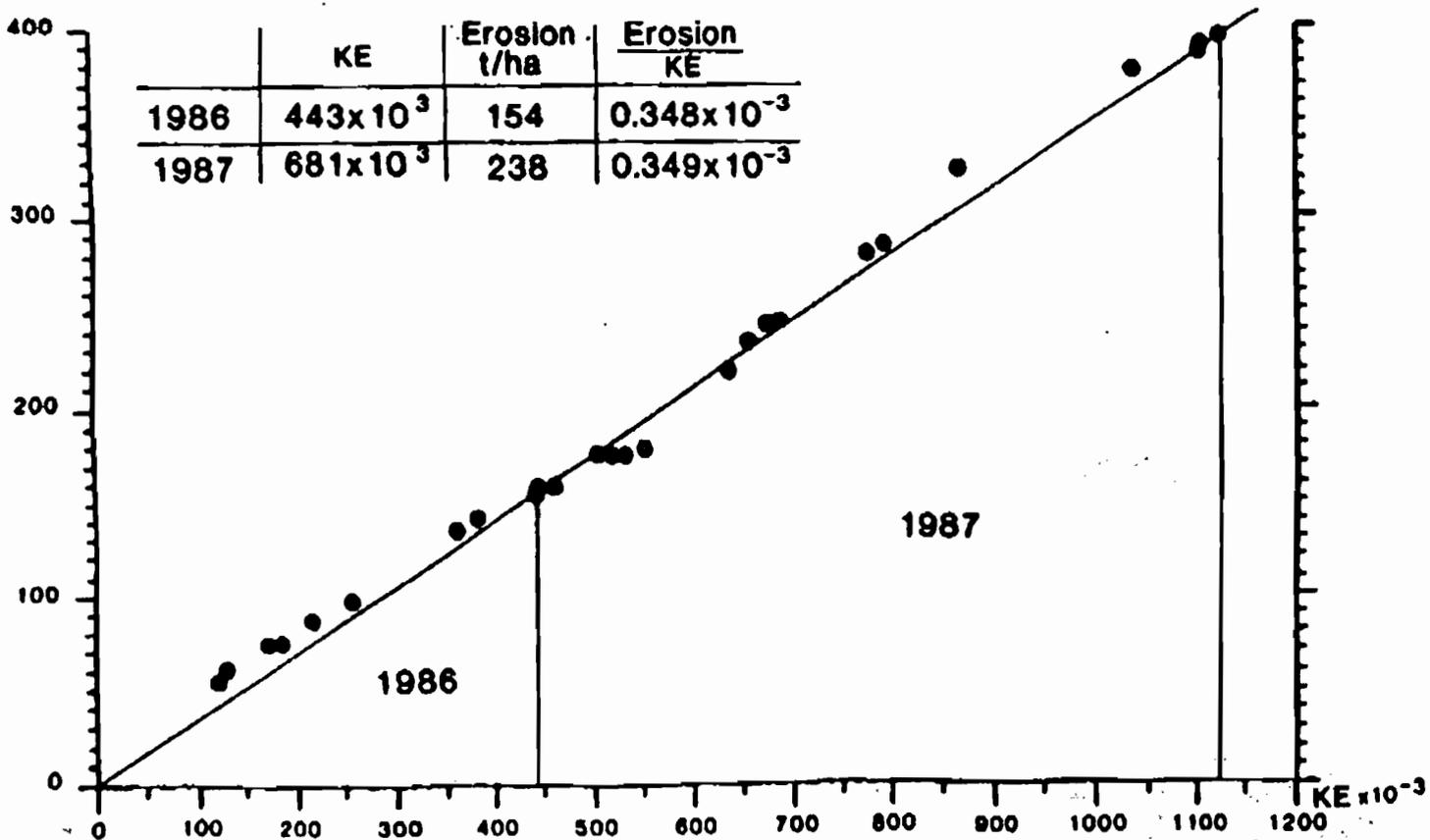


Fig.57 - relation en valeurs cumulées, entre KE et les mesures d'érosion: Comparaison des valeurs annuelles.

Dans cette équation, la valeur - 0,9 correspond à un artifice de calcul lié à la méthode d'analyse. Cette équation n'est pas satisfaisante car lorsque KE est nul, la valeur calculée est négative.

Le calcul de l'équation de la droite optimale passant par l'origine, par la méthode des moindres carrés donne le résultat suivant :

$$\begin{aligned} 2. \text{ Erosion (t/ha)} &= 0.35 \cdot \text{KE} \cdot 10^{-3} \\ R &= 0,92 \\ \sigma &= 5,6 \end{aligned}$$

b) L'équation 2 permet d'estimer l'érosion spécifique globale à l'échelle d'un cycle hydrologique complet. En effet, pour les années 1986 et 1987, le rapport entre l'érosion spécifique annuelle totale et la valeur du KE annuel est bien égal à :

$$0,35 \cdot 10^{-3} \quad (\text{fig. 57})$$

En conclusion, les résultats obtenus par le suivi des installations de mesures hydroclimatiques et d'érosion sur le bassin versant expérimental de St Génis ont permis d'établir des bilans précis d'érosion sur des zones de "badlands" situées dans les Terres-Noires du Callovo-Oxfordien à pente forte. Les taux d'érosion annuels y seraient de l'ordre de 200 t/ha/an. La mise au point d'un paramètre original KE représentatif de l'érosivité des averses, a permis de modéliser les relations existant entre les pluies et la quantité d'érosion. A l'échelle des épisodes isolés comme à l'échelle d'une année complète, la relation affine liant l'érosion au paramètre KE resterait identique :

$$\text{Erosion (t/ha)} = 0.35 \cdot \text{KE} \cdot 10^{-3} \quad (\text{KE en t/km}^2)$$

en unités S.I. :

$$\text{Erosion (kg/m}^2) = 3.57 \cdot \text{KE} \cdot 10^{-3} \quad (\text{KE en Joules/m}^2)$$

Dans cette approche, les tonnages exportés sont si importants qu'ils ne paraissent représentatifs que du type de ravines contrôlées, à très fortes pentes, lesquelles ne constituent qu'une partie du paysage de roubines dénudées des bassins sur terres noires qui ont fait l'objet des bilans aux exutoires. On signalera toutefois plus loin une coïncidence avec l'étude de Draix sur une ravine de même type à très forte pente.

3.3. Mesures sur le bassin du SAIGNON (La MOTTE du CAIRE)

Sur le bassin du Saignon, les actuels dépôts de matériau fin sur la plage de sédimentation que constitue la surface de comblement de l'ancienne retenue enlèvent toute signification aux mesures effectuées à l'exutoire et ne peuvent être évaluées correctement par nivellement d'une année à l'autre (vaste plage de dépôt et tassement du sédiment).

Des estimations faites par COMBES (1981) pour le R.T.M. de Digne ont été reprises après corrections de superficie du bassin. Le calcul des volumes de comblement de la retenue et l'estimation des chasses dans les 5 premières années de vie du barrage (l'atterrissement de ce dernier ayant été total en 18 ans) conduit à un total de 175 500 m³, ce qui peut être ramené à une moyenne annuelle d'apports de 9 750 m³. La superficie réelle du bassin est de 470 hectares dont 40 % de ravines entièrement dénudées ou faiblement végétalisées. L'aire de production de sédiments représente alors 188 hectares. L'ablation annuelle serait donc de 5,2 mm soit une dégradation spécifique de 67,6 T ha⁻¹ an⁻¹ pour une hauteur interannuelle de précipitations de 790 mm. Le bassin est suffisamment éloigné de la vallée du BUECH pour que cette différence puisse être attribuée à la nature pétrographique des marnes noires.

4. CONCLUSIONS

Une certaine cohérence apparaît dans les résultats obtenus sur divers sites des Terres Noires des Alpes du Sud. Ceux-ci ont été réunis dans le tableau n° 7 et comparés à ceux du CEMAGREF obtenus sur les bassins de Draix près de Digne.

	Vallée du Buëch		Moyenne Durance	Draix-Digne Cemagref	
	Savournon	St Genis	Saignon	Roubine	Laval
Pluviosité	920	850	790	(900)	
Erosion E mm.an ⁻¹ interannuelle D = 0,117 P + 4,6 (ORSTOM) D t.ha ⁻¹ .an ⁻¹	8,7 113	8,1 105	7,5 97	8,5 110	
Moy. P 85-88 mm	940	854		845	(900)
Profils E (mm) Versants (Orstom D (t/ha)	6,3 81,9	6,7 87	-	-	-
Bilan E Exutoire D (ORSTOM) (CEMAGREF 1985-87)	8,5 111	-	-	-	11,5 149
Ravines E (BRGM 86-87) (CEMAGREF 85-87) D		16,0 208		13,4 174	
EXUT. 18 ans E 1962-1980 R.T.M. D			5,2 67,6		

Tableau 7 - Erosion des ravines des Terres Noires

- E : Lamé érodée verticale en mm.an⁻¹
D : Dégradation spécifique en T.ha⁻¹.an⁻¹

Une convergence peut être remarquée au niveau des ravines BRGM et CEMAGREF ; elle indique que le facteur pente, ici très forte, doit être pris en compte au niveau de très petites unités. Au-delà de différences pétrographiques des marnes du Saignon, une sous-estimation est possible lors des dernières années de remplissage de la retenue : le niveau dépassait déjà celui de

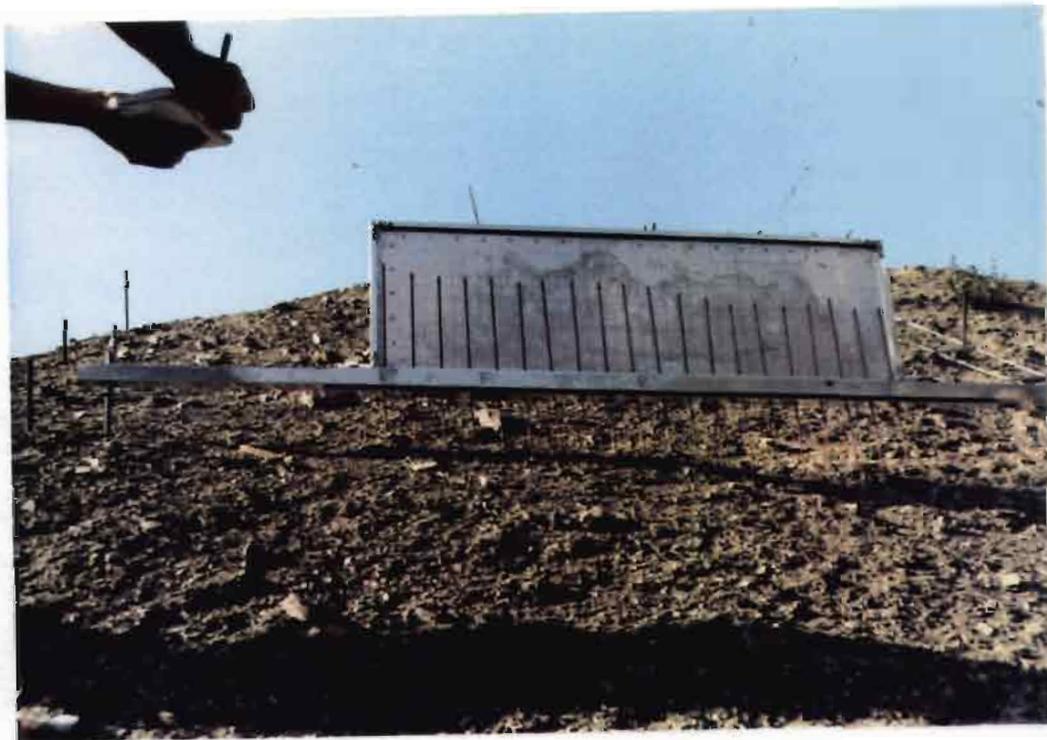
l'évacuateur et une grande partie des fines n'a pas été piégée. Enfin pour le bassin du Laval, le passage au volume total exporté a été obtenu par un coefficient multiplicateur de 3 qui peut être surestimé.

Il semble donc que les valeurs que nous avons obtenues pour Savournon et St Genis autour d'une ablation annuelle de l'ordre de 8 mm et d'une dégradation spécifique annuelle de 100 t.ha⁻¹, correspondent bien à l'érosion-type des marnes noires du Callovo-Oxfordien des Alpes du Sud.

Les résultats comparables de Savournon et St Genis montrent que l'érodibilité des marnes ne tient pas à la seule teneur en calcaire de celles-ci mais aussi au pourcentage d'argiles gonflantes au sein de la fraction argileuse.

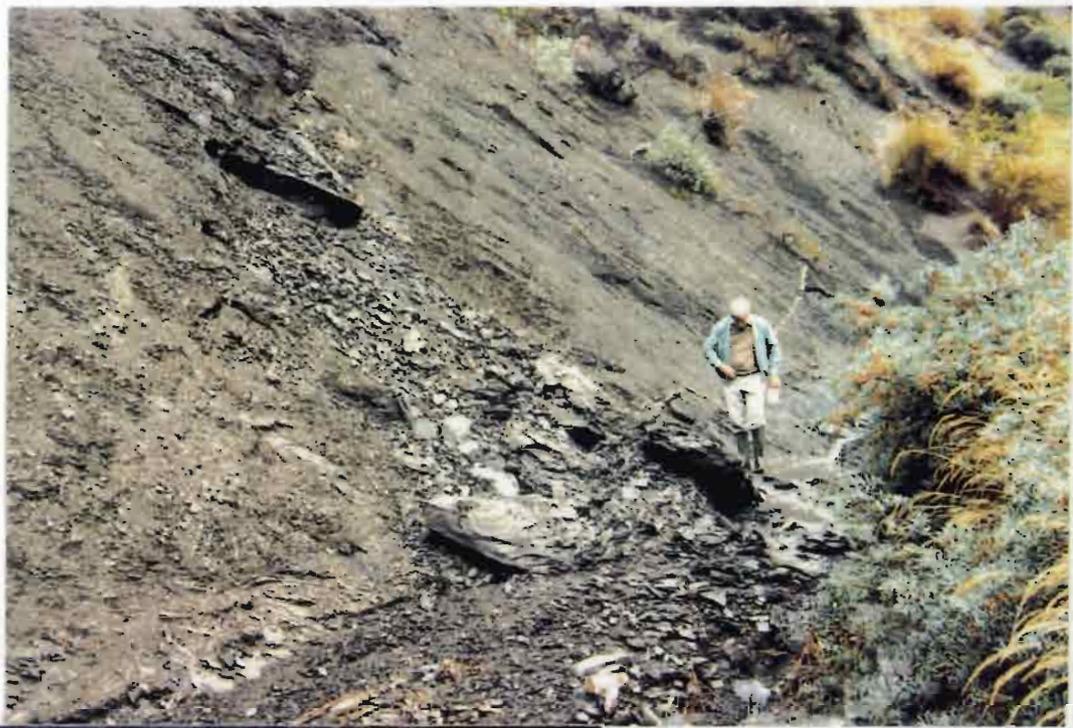
Cette érodibilité formidable des marnes jurassiques des Alpes du Sud est nettement plus élevée que celle des marnes noires du Lias de la région de Montpellier (Combe de Mortiers : Olivry 1986, Sigha 1986) où l'on a mesuré une dégradation spécifique de 30 à 40 t.ha⁻¹ an⁻¹. Elle est encore peu de chose par rapport à celle de certains petits bassins sur cendres volcaniques où l'on a mesuré des valeurs de plus de 1 000 t.ha⁻¹ an⁻¹ (Chinen T. *et al.*, 1986).

La comparaison des bilans d'érosion aux exutoires et sur microprofils sur versants paraît valider une méthodologie nouvelle et originale d'un suivi de l'érosion des versants facile à mettre en oeuvre. Le développement de telles mesures et leur traitement statistique doit permettre une approche plus complète au niveau des processus amont de l'érodibilité des marnes (composition minéralogique, altérites) et de l'érodibilité des ravines (effet de pente, de forme, effets saisonniers).



Deux exemples de mesure des microprofils sur versants

VUES DE L'AMONT DU BASSIN
DE SAVOURNON



STATION DE SAVOURNON II



3ème Partie

DONNEES de BASE

1984 - 1988

Jacques HOORELBECK

Chapitre I

EQUIPEMENT DES BASSINS

. L'EQUIPEMENT DES BASSINS ET LES METHODES DE MESURES

Dans le cadre de l'étude menée par l'ORSTOM et le BRGM, les bassins ont été équipés d'un certain nombre d'appareils, tels ceux d'enregistrement digital fabriqués par la société ELSYDE d'après une conception de J. COLOMBANI et de J.M. FRITSCH, la règle conçue par J.C. OLIVRY et J. HOORELBECK qui permet la réalisation de profils topographiques, ou encore dernièrement, le simulateur de pluie (A. BERNARD).

L'équipement des bassins-versants en appareils d'enregistrement digital correspond à une phase de tests pour ce matériel français nouveau et sert de vitrine extérieure pour le savoir-faire et la technologie française.

A. INVENTAIRE DU MATERIEL

1 - Les équipements fixes :

a) Le bassin-versant de SAVOURNON 1 (cf. carte).

Il comporte une station de mesures hydrométriques achevée en janvier 1985, équipée :

- . d'une échelle limnimétrique,
- . d'un limnigraphe CHLOE,
- . d'une passerelle de jaugeage fabriquée avec des éléments métalliques entièrement démontables qui enjambe le torrent juste en aval de la station,
- . d'un système de prélèvement par siphonnage des échantillons d'eau installé sur le bajoyer gauche de la passerelle,
- . d'un piège à sédiment d'une hauteur de 1,20 m constitué par des grilles métalliques de 0,40 m de hauteur et de 2 m de longueur superposables. Ce piège barrait le torrent en aval de la station. Il a été remplacé par un déversoir triangulaire équipé d'un système de prélèvements de matières en suspension par siphonnage. Ceux-ci sont réalisés respectivement à 0,10, 0,20, 0,30 et 0,40 m de la base du V du déversoir. Celui-ci se situe à 0,90 m au-dessus du lit initial.

Le 1er juin 1985, à la suite d'un orage d'une violence exceptionnelle, une lave torrentielle a comblé le piège et la station de mesures. Les dépôts atteignant 0,70 m à l'échelle limnimétrique, la station est devenue inutilisable.

En conséquence, le limnigraphe fut démonté et ré-installé en aval à la hauteur du piège.

de deux pluviographes OEDIPE : le n° 10.04 implanté à la cote 830 et le n° 10.08 situé au-dessus de la cote 900. Mais ce dernier fut détérioré et jamais remis en service.

b) Le bassin-versant de SAVOURNON 2

Outre les équipements du premier bassin qu'il englobe, il compte :

- un seuil épais en béton avec seuil jaugeur de moyennes eaux,
- un piège à sédiments.

Le piège à sédiments est situé à environ 30 m en aval du barrage en béton ; il est composé de 5 grilles boulonnées amovibles d'une hauteur de 0,50 m.

Au printemps 1987, un OEDIPE équipé d'une balise d'émission ARGOS a été mis en service. Cet appareil est situé approximativement au centre du grand bassin (SAVOURNON 1 et SAVOURNON 2).

Un autre OEDIPE est en place depuis 1986 à SAVOURNON 2.

c) Le bassin-versant de ST-GENIS (cf. carte).

Il comporte une station située aux environs de la cote 600, équipée d'une passerelle de mesures identique à celle de SAVOURNON 1 et du limnigraphe CHLOE n° 10.06.

2 pluviographes OEDIPE : le n° 10.10 est installé aux environs de la cote 615 et le n° 10.09 aux environs de la cote 670. Ce dernier fut déposé dans le deuxième semestre de 1986 afin d'être équipé d'une balise METEOSAT. Après modification, il fut réimplanté en dehors du bassin dans le périmètre du BRGM.

1 piège à sédiments, identique à celui de SAVOURNON 1, remplacé lui aussi par un déversoir triangulaire. Le limnigraphe est implanté à la hauteur de ce déversoir.

d) Le bassin-versant de MISON (cf. carte).

- . Il compte une station dont l'équipement est identique à celui des deux autres bassins avec, en plus, un petit canal en béton destiné à faciliter la mesure des faibles débits.
- . 2 pluviographes installés sur les pentes du bassin-versant n° 10.03 à la cote 665 et le n° 10.07 à la cote 685.
- . 1 piège à sédiments constitué par 3 grilles métalliques de 0,40 m de hauteur.

e) Les repères de nivellement

Tous les bassins sont équipés de piquets enfoncés à la masse de part et d'autre du torrent sur une section plus ou moins longue, limitée à l'aval, soit par un piège à sédiments comme à MISON et SAVOURNON 2, soit par un déversoir triangulaire comme à SAVOURNON 1 et ST-GENIS. Ils permettent, lorsque l'on tend un décamètre d'une rive à l'autre, la réalisation des profils en travers.

Des bornes de nivellement rendent possible le remplacement des piquets disparus lors de l'évolution des rives.

2 - Les équipements mobiles :

a) "La règle topographique"

Elle est formée d'une règle en duralumin de 2 m de long posée sur deux tiges filetées métalliques solidement ancrées à la périphérie de la parcelle à mesurer. Des écrous et contre-écrous vissés sur ces tiges permettent de placer la règle à l'horizontale afin de lui conserver le même niveau d'une observation à l'autre.

Les mesures s'effectuent grâce au coulissement de tiges dans des trous percés tous les 5 cm dans la règle.

Cette méthode présente l'avantage de laisser intacte la parcelle à mesurer, préservée du piétinement des opérateurs et de l'enfoncement de corps étrangers dans le sol.

b) Le simulateur de pluies

C'est un appareil qui reproduit sur une surface réduite une averse dont les paramètres physiques sont les plus proches de ceux observés dans la nature : quantité, intensité, énergie cinétique des gouttes de pluie, répartition de la lame d'eau précipitée au sol (photo 13, p. 59).

Le mini-simulateur de pluies de 2^e génération, mis au point par M. A. BERNARD, est constitué de quatre parties principales :

- . Le dispositif d'aspersion qui se fixe sur un support à 3,60 m de la surface du sol (des bâches accrochées sur un bâti en forme de tour pyramidale le soustraient à l'action du vent).
- . Le récepteur de pluies correspondant à un cadre métallique de 1 m de côté est enfoncé dans le sol. Il est équipé d'un collecteur frontal qui recueille les eaux de ruissellement vers une cuve calibrée. L'adaptation d'un fond sur le cadre permet de l'utiliser en pluviomètre, dès lors que le ruissellement est égal à 100 %.
- . Le système de mesure de la lame d'eau écoulée, qui est constitué d'un limnigraphe de laboratoire placé au-dessus d'une cuve dans laquelle se déverse l'eau de ruissellement.
- . L'équipement complet pour les mesures neutroniques de l'humidité du sol. L'usage du limnigraphe de type laboratoire à transmission de variation des niveaux par tiges rigides et flotteur, reste actuellement la solution la plus satisfaisante.

B. DESCRIPTION DES APPAREILS DE MESURE

1 - La mesure de la pluviométrie :

La centrale d'enregistrement pluviométrique OEDIPE est un système dont la fonction consiste à enregistrer les mouvements d'un pluviomètre à augets basculeurs de chez PRECIS-MECANIQUE.

A chaque basculement, un contact à mercure déclenche l'enregistrement de la date initialisée lors de la mise en marche.

Ces enregistrements se font sur une cartouche-mémoire EPROM capable d'emmagasiner jusqu'à 16 384 basculements, soit pour un pluviomètre équipé d'un cône de réception de 400 mm à raison de 0,5 mm de précipitation par basculement, l'enregistrement d'une hauteur de pluie de plus de 8 m.

Cette cartouche est réutilisable après effacement aux rayons UV.

OEDIPE est alimenté par une tension continue comprise entre 11,5 et 15 volts et sa consommation d'énergie n'est que de 3 mA (400 mA lors des basculements).

2 - Les mesures hydrologiques :

Le CHLOE est une centrale autonome d'enregistrement d'informations limnimétriques à laquelle se connecte une sonde SPI.

L'enregistrement se fait sur les mêmes cartouches que celles utilisées pour le système OEDIPE. Le temps d'échantillonnage de mesures ainsi que le seuil de variation des hauteurs d'eau déclenchant l'enregistrement sont sélectionnés par une roue codeuse.

La hauteur d'eau est mesurée par un capteur de pression (SPI) délivrant un signal électrique en fonction de la pression hydrostatique par rapport à la pression atmosphérique.

Un capteur de températures est fixé sur le boîtier métallique du capteur de pression.

CHLOE est équipé d'un clavier et d'un affichage à cristaux liquides permettant l'initialisation de la base temps, la relecture de la cartouche-mémoire et la visualisation des mesures du capteur.

3 - Le prélèvement des matières solides :

Ces préleveurs utilisent le principe du siphon. Ils sont constitués par des tubes recourbés à branches inégales dont la plus petite est disposée de façon à recueillir l'eau du cours d'eau.

La plus grande pénètre dans un flacon en plastique fixé en contrebas de la prise d'eau.

Un second tube de petit diamètre, dont l'orifice est fixé à la hauteur du coude du siphon laisse entrer l'air dans le flacon.

Le rôle de ce second tube est double :

- d'une part il permet à l'air contenu dans le flacon de s'échapper lorsque le siphon est amorcé,
- d'autre part; il stoppe l'écoulement lorsque la bouteille est pleine.

L'eau montant dans le petit tube finit par atteindre le niveau de l'eau du siphon, les pressions s'équilibrant, l'écoulement cesse.

C. LES METHODES ET LEURS LIMITES

La dégradation spécifique correspond à la quantité de matériaux perdue par une unité de surface pendant une durée donnée et ramenée à l'unité de surface. Elle s'exprime en poids par unité de surface et par unité de temps. Trois méthodes ont été utilisées pour l'évaluer :

1. Les pièges à sédiments :

Cette méthode tente de mesurer le charriage de fond. Il s'agit de construire un barrage à un endroit intéressant du torrent et de calculer ensuite le volume de sédiments grossiers que celui-ci aura piégé. Les trois bassins-versants ont été équipés à cet effet de barrages constitués par des grilles.

Avant leur mise en place on effectue, grâce aux piquets implantés de part et d'autre du torrent, sur une section plus ou moins longue en amont du barrage, un relevé du fond du lit à l'aide d'un décimètre tendu d'une rive à l'autre et fixé aux piquets.

Ces relevés réalisés, on les trace sur une feuille de papier millimétré et l'on obtient ainsi des profils topographiques du fond du lit

On calcule ensuite la surface de ces profils à l'aide d'un planimètre. En plaçant en abscisse la distance entre les piquets et, en ordonnée, la valeur de la surface de chaque profil topographique au piquet correspondant, on obtient une courbe représentant le volume vide existant entre le lit du torrent et le décimètre. Ces mesures effectuées, on place les grilles sur le barrage et l'on attend qu'il se remplisse. Ce remplissage demande un laps de temps variable, lié à la durée et à l'intensité des précipitations.

Une fois les grilles remplies, on effectue une nouvelle série de mesures et l'on obtient une seconde courbe de volume. La comparaison des deux volumes obtenus permet de calculer le volume stocké par le piège pendant un épisode pluviométrique donné.

Ⓕ . La méthode des prélèvements dans les cours d'eau :

Il s'agit de prélever les matières en suspension dans l'eau à l'aide d'un bocal. Le brassage étant permanent dans ces torrents, nous n'avons pas du à faire de distinction entre les différentes parties de la section mouillée (fond, bords, centre, surface). Le prélèvement peut donc se faire n'importe où dans la tranche d'eau, la charge solide étant en permanence homogénéisée.

Ⓖ . La méthode de la règle "topographique" :

Cette méthode tente de mesurer sur le versant le départ des matériaux solides à l'aide de profils témoins.

Cette parcelle correspond à quelques mètres carrés de versant équipés de tiges filetées, enfoncées de force dans le substratum, de part et d'autre de la parcelle. La règle est aménagée pour ne mesurer que la partie centrale située entre deux piquets. Ceci permet d'éviter de prendre en compte la perturbation créée par l'enfoncement des piquets. Le terrain mesuré n'est donc soumis qu'aux éléments climatiques.

Avant et après chaque épisode pluviométrique, on réalise à l'aide de la règle des profils topographiques de la parcelle. La comparaison de ces profils permet d'appréhender le départ des matériaux solides. L'idéal serait de pouvoir effectuer ces relevés dans des conditions hydriques du sol toujours semblables.

Cette méthode a l'avantage de permettre un suivi des profils témoins sur des versants différents du point de vue des pentes, des orientations, du pendage des couches, de la structure.

ORSTOM ELSYDE

systeme CHLOÉ

Centrale hydrologique limnimétrique

Le Système CHLOÉ est une centrale autonome d'enregistrement d'informations limnimétriques à laquelle se connecte une sonde immergée SPI. L'enregistrement est réalisé sur une cartouche mémoire statique non volatile (EPROM) de grande capacité. Le temps d'échantillonnage des mesures ainsi que le seuil de variation de la hauteur d'eau déclenchant l'enregistrement sont sélectionnés par roues codeuses. La sonde SPI communique sa profondeur d'immersion et la température des liquides. Dans sa version plus élaborée, elle intègre automatiquement les variations de densité et communique la masse volumique. CHLOÉ est équipée d'un clavier et d'un affichage LCD permettant l'initialisation de la base de temps, la relecture de la cartouche mémoire et la visualisation des mesures capteurs. En option, CHLOÉ réalise la collecte d'un capteur supplémentaire (ex : conductivité) et la télétransmission satellite (ARGOS).



La centrale CHLOÉ reconditionnée dans une armoire métallique étanche (600 × 400 × 250 mm). Sur le dessus de l'armoire est implantée l'antenne ARGOS.

Présentation de l'enregistreur

Coffret plastique étanche alimenté en 12 V continu. Deux versions sont disponibles :

• Type A

Caractéristiques :

- Base de temps initialisable.
- Visualisation cristaux liquides.
- Affichage des mesures capteurs.
- Décalage du 0 de la sonde SPI.
- Commande formatage de la cartouche.
- Temps d'échantillonnage des mesures réglable.
- Seuil d'enregistrement de la hauteur d'eau réglable.

• Type B

Caractéristiques :

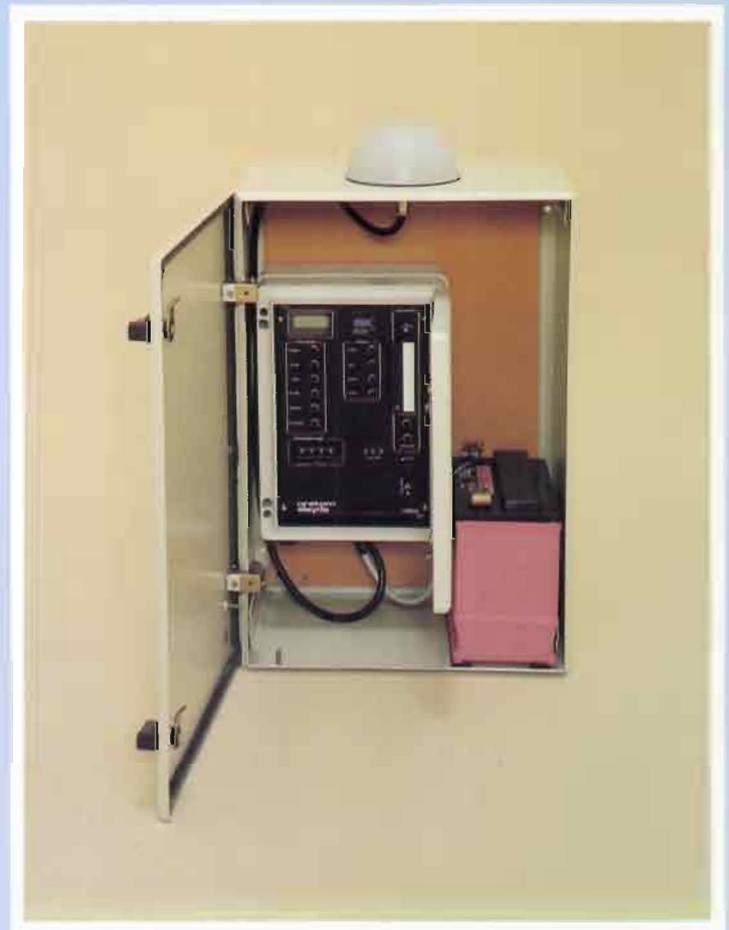
- Connexion d'une sonde SPI uniquement.
- Base de temps initialisée à 0 à la mise en marche.
- Sélection du temps d'échantillonnage (1', 5', 15', 30' ou 60').
- Enregistrement (date - hauteur d'eau) si le niveau évolue.

Enregistrement

- Cartouche EPROM effaçable aux UV et réutilisable.
- Capacité : 64 K octets.
- Dimensions : 115 × 115 × 20.
- Boîtier aluminium hermétique.

Caractéristiques techniques

- Température : $-10 + 70^{\circ}$ C.
- Humidité relative : $\leq 100\%$.
- Tension d'alimentation : 11,5 V à 15 V continu.
- Consommation type A
 - 17 mA en veille
 - 400 mA pendant l'enregistrement (1 seconde).
- Consommation type B
 - 3 mA en veille
 - 400 mA pendant l'enregistrement (1 seconde).
- Dimensions : 350 × 250 × 150 mm.
- Poids : environ 5 kg.



Sonde immergée S P I

La sonde piézo résistive contient un micro-processeur qui effectue les traitements de mise à l'échelle et de compensation en température des mesures d'une manière indépendante de la centrale d'acquisition.

La sonde SPI fournit la hauteur d'eau, la densité, la température en vraie grandeur par une liaison de type informatique.

Transmission série synchrone isolée opto électroniquement.

• VERSION I

- Mesure des niveaux et température des liquides de densité stable ($d = 1$ en standard).
- Etendue des mesures : 10 mètres (en standard).
- Température : 0 à 50° C.
- Précision :
 - hauteur 0,1% pleine échelle
 - température 1/10° C.
- Vitesse de poursuite des niveaux : 0,5 cm/s mini.
- Temps de mesure : 7 sec.

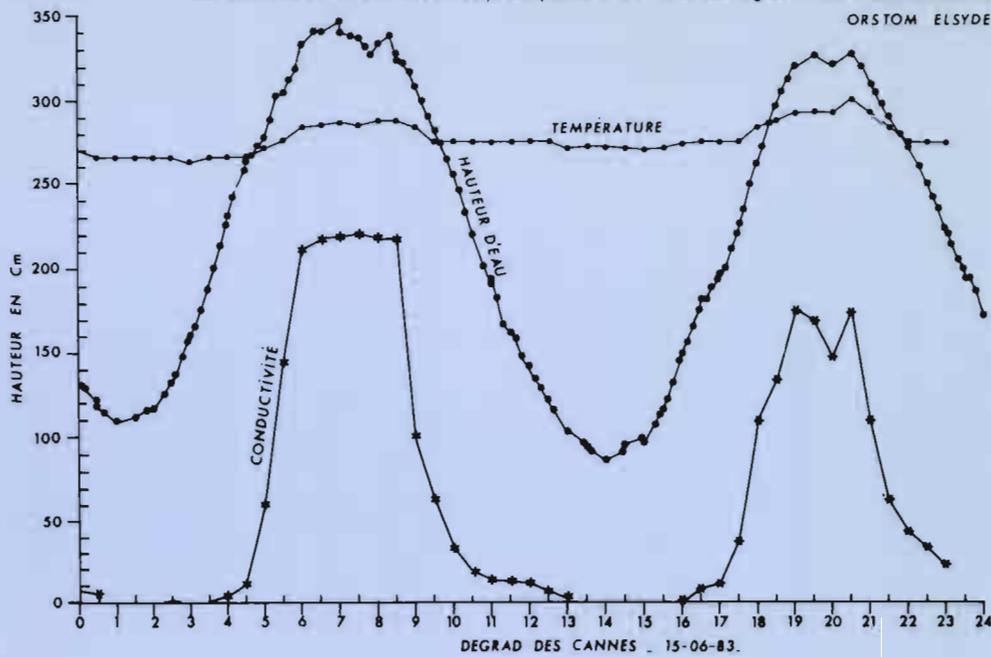
- Consommation : 13 à 17 mA.
- Tension d'alimentation 11,5 à 15 V.
- Dimensions \varnothing 70 long 300 mm.
- Réalisation PVC.
- Masse : 3 kg.
- Liaison : câble blindé 12 m (jusqu'à 1,5 km sur demande).

VERSION II

- Mesure des niveaux et température des liquides homogènes de densité variable.
- 2 capteurs permettent de s'affranchir de la masse volumique dans le calcul de la profondeur d'immersion.
- Précision hauteur : 0,2 à 1% pleine échelle suivant la taille de la sonde (50 cm à 1 cm).
- Temps de mesure : 10 s.
- Masse : 3,5 kg.
- Réalisation PVC, \varnothing 70 mm.

Autres caractéristiques identiques à la sonde SPI-I.





Dépouillement automatique d'une cartouche par micro-ordinateur.

STATION No 1 S.P.I. No 1
 LIEU D'INSTALLATION : PORT DE CAYENNE
 Mise en route le 1 6 83 a 17 h 23
 ENREGISTREMENT SUPPLEMENTAIRE TOUTES LES 10 MINUTES
 POUR UNE VARIATION DE 5 Cm. DE HAUTEUR D'EAU
 CARTOUCHE ELSYDE CE64 No 00001 EXPLOITEE LE 20 8 83

COMMENTAIRES

SONDE SPI 2 CAPTEURS
 CALCUL AUTOMATIQUE DE LA MASSE VOLUMIQUE
 MESURE DE LA CONDUCTIVITE en centaines de μ S
 TELETRANSMISSION SATELLITE ARGOS

1	6	83	17	30	EAU =190	Cond.=089	Tempo = 29.3
			17	33	191		
			17	45	196		
			18	0	EAU =198	Cond.=089	Tempo = 29.3
			18	25	204		
			18	30	EAU =209	Cond.=102	Tempo = 29.3
			18	35	211		
			18	43	218		
			19	0	EAU =227	Cond.=148	Tempo = 29.3
			19	3	230		
			19	13	240		
			19	25	249		
			19	30	EAU =258	Cond.=153	Tempo = 29.3
			19	33	256		
			19	53	263		
			20	0	EAU =275	Cond.=177	Tempo = 29.3
			20	3	268		
			20	13	275		
			20	30	EAU =275	Cond.=216	Tempo = 29.3
			20	53	269		
			21	0	EAU =265	Cond.=214	Tempo = 29.3
			21	30	EAU =270	Cond.=234	Tempo = 29.3
			21	33	276		
			22	0	EAU =275	Cond.=294	Tempo = 30.2
			22	3	271		
			22	23	266		
			22	30	EAU =265	Cond.=294	Tempo = 30.2
			22	33	261		
			23	0	EAU =254	Cond.=128	Tempo = 29.3
			23	3	252		
			23	23	245		
			23	30	EAU =240	Cond.=125	Tempo = 29.3
			23	33	258		
2	6	83	0	0	EAU =254	Cond.=085	Tempo = 28.4
			0	3	230		
			0	23	223		
			0	30	EAU =224	Cond.=054	Tempo = 28.4
			0	53	214		
			1	0	EAU =212	Cond.=006	Tempo = 28.2
			1	3	209		
			1	23	198		
			1	30	EAU =198	Cond.=033	Tempo = 28.4
			1	43	190		
			2	0	EAU =184	Cond.=027	Tempo = 28.4
			2	3	182		
			2	13	177		
			2	30	EAU =168	Cond.=027	Tempo = 28
			2	33	169		
			3	53	164		
			3	0	EAU =152	Cond.=027	Tempo = 28
			3	30	EAU =162	Cond.=023	Tempo = 27.7

Exemple de listing obtenu par relecture d'une cartouche.

ORSTOM ELSYDE

systeme OEDIPE

Organe d'enregistrement digital d'information pluviométrique

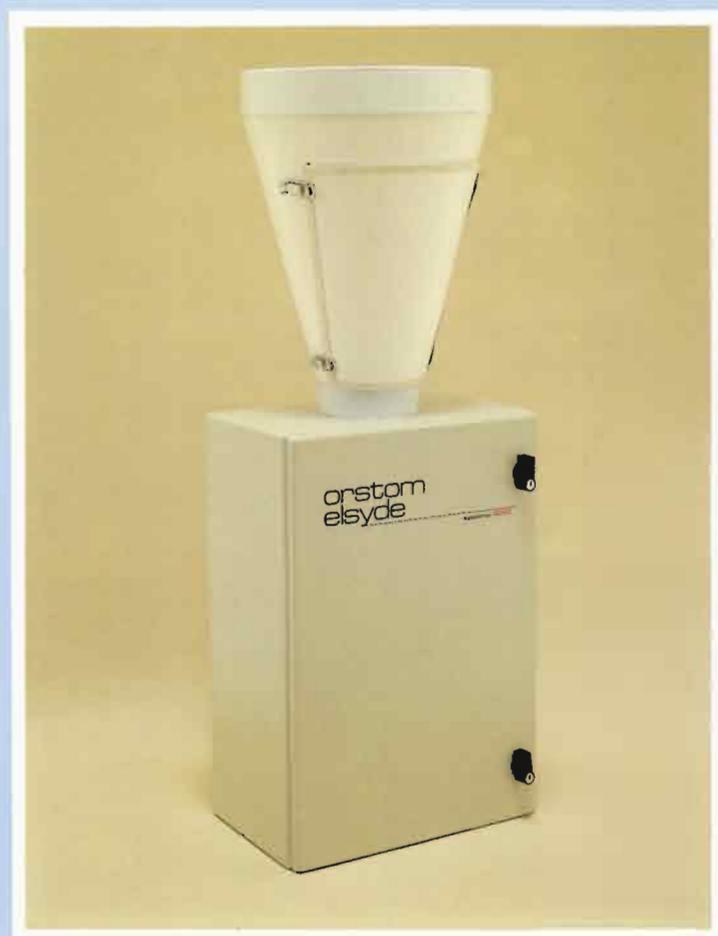
OEDIPE est un système autonome dont la fonction consiste à mémoriser l'histogramme des basculements d'un pluviomètre à augets.

L'enregistrement est réalisé sur une cartouche mémoire statique non volatile (EPROM) de grande capacité permettant la saisie de 16 384 basculements datés à la seconde près. La très faible consommation garantit un fonctionnement sur batterie pendant plus de 8 mois.

Un terminal de poche visualise sur le terrain le cumul total, le taux de remplissage de la cartouche et vérifie la tension batterie.

En laboratoire, le module relecteur LCM assure le transfert des enregistrements sur tout ordinateur le dépouillement est automatique et instantané. Un effaceur UV permet la ré-utilisation des cartouches plus de 200 fois.

La télétransmission est assurée en option par une carte émettrice ARGOS implantée dans le coffret de l'enregistreur.



Le système OEDIPE reconditionné dans une armoire métallique étanche (600 x 400 x 250 mm), supportant un pluviomètre à augets basculeur à contact mercure «Préci Mécanique».

Présentation de l'enregistreur

- Coffret étanche plastique alimenté en 12 volts continus.
Raccordements par bornes et douilles.

Utilisation

- Mise en marche automatique dès l'insertion de la cartouche.
- Test de vacuité et formatage balisé par une LED témoin.
- Chaque basculement de l'auget déclenche l'enregistrement de la date initialisée à 0 lors de la mise en service.

Enregistrement

- Cartouche EPROM effaçable aux UV et réutilisable.
- Capacité 64 K octets représentant 16384 basculements de l'auget.
- Boîtier aluminium hermétique.
- Dimensions : 115 × 115 × 20 mm.

Caractéristiques techniques de l'enregistreur

- Température - 10 à + 70° C.
- Humidité relative ≤ 100%.
- Tension d'alimentation 11,5 à 15 V continus.
- Courant consommé sous 12 volts
 - 3 mA en veille
 - 400 mA pendant le basculement.
- Dimensions : 350 × 250 × 150 mm.
- Poids : 5 kg.



MODULE DE LECTURE

- Directement connectable à tout système informatique.
- Liaison série RS 232 C.
- Fonction test vérifiant l'effacement correct des cartouches.
- Transfert des données en code ASCII.
- Alimentation 220 V \sim .
- Consommation 30 W.
- Coffret aluminium aux normes 3 U.
- Dimensions 138 × 124 × 106 mm.
- Poids : environ 1,5 kg.

MODULE EFFACEUR

- Système effaceur par U.V.
- Durée d'effacement d'une cartouche : 30 minutes.
- Minuteur automatique.
- Alimentation 220 V \sim .
- Consommation : 15 W.
- Coffret aluminium avec normes 3 U.
- Dimensions : 138 × 124 × 106mm.
- Poids : environ 1 kg.

TERMINAL DE POCHE

- Se connecte sur l'enregistreur OEDIPE et communique sur un afficheur LCD :
 - numéro de l'enregistreur
 - cumul total des basculements
 - durée d'enregistrement
 - durée au dernier basculement
 - nombre d'octets écrits dans la cartouche CE 64
 - état de la tension batterie par rapport à 11,8 volts.
- Boîtier plastique hermétique.
- Alimentation par le système enregistreur.
- Dimensions : 200 × 130 × 50.
- Poids : environ 0,8 kg.

Exemple de listing de dépouillement.

STATION No 3

LIEU D'INSTALLATION : CHARTRES

Mise en route le 19 02 84 a 06 h 00

ENREGISTREMENT DE HH MM SS POUR CHAQUE BASCULEMENT
CORRESPONDANT A 0.2 mm DE PRECIPITATION

CARTOUCHE ELSYDE CE64 No 00005 EXPLOITEE LE 27 02 84

COMMENTAIRES

STATION TEST
PLUVIOMETRE 0.2 mm
CUMUL DES PRECIPITATIONS POUR CHAQUE HEURE
CUMUL DES PRECIPITATIONS PAR JOUR
TELETRANSMISSION SATELLITE ARGOS

22 02 84 * RELEVÉ DES PRECIPITATIONS

DATE	* HEURE Cumul	(mm)	* HH MM SS	Mesure (mm)*	
22 02 84	07 00 00	0.0			
	08 00 00	0.0			
	09 00 00	0.0			
	10 00 00	0.0			
	11 00 00	0.0			
	12 00 00	0.0			
	13 00 00	0.0			
	14 00 00	0.0			
	15 00 00	0.0			
				15 02 14	0.2
				15 08 12	0.2
				15 18 21	0.2
		16 00 00	0.6		
		17 00 00			
		18 00 00			
			18 15 10	0.2	
			18 20 19	0.2	
			18 26 43	0.2	
			18 45 07	0.2	
	19 00 00	0.8			
	20 00 00	0.0			
	21 00 00	0.0			
	22 00 00	0.0			
	23 00 00	0.0			
23 02 84	00 00 00	0.0			
			00 05 46	0.2	
	01 00 00	0.2			
			01 55 56	0.2	
	02 00 00	0.2			
			02 48 21	0.2	
	03 00 00	0.2			
			03 58 26	0.2	
	04 00 00	0.2			
			04 49 46	0.2	
05 00 00	0.2				
		05 31 19	0.2		
06 00 00	0.2				
PRECIPITATIONS TOTALES du 22 02 84		2.6 mm.	(6 h TU / 6 h TU)		

Chapitre II

ETUDE DES PRECIPITATIONS

INTRODUCTION

Principaux évènements pluviométriques.

Les évènements considérés sont ceux dont la hauteur d'eau tombée est égale à 10 mm. Parmi ces évènements, on distinguera :

- * Ceux dont la hauteur d'eau est comprise entre 10 et 15 mm avec une intensité maximale en 5 minutes supérieure ou égale à 20 mm/h. Ils correspondent à des pluies peu abondantes mais d'intensité importante.
- * Ceux dont la hauteur d'eau est supérieure ou égale à 15 mm avec une intensité maximale en 5 minutes > 15 mm/h. Le seuil d'intensité choisi est moins important mais les précipitations sont plus abondantes.
- * Ceux dont la hauteur d'eau est supérieure ou égale à 25 mm avec une intensité maximale en 5 minutes comprise entre 10 mm/h et 15 mm/h. Ces évènements correspondent à des pluies peu intenses mais de longue durée.

1) FONCTIONNEMENT DES PLUVIOGRAPHES

Sur 80 cartouches mémoires enregistrées durant les 4 années d'utilisation des pluviographes OEDIPE, plus d'une quinzaine d'entre elles, inutilisables, ont provoquées des interruptions dans la collecte des données pluviométriques. Les causes de ces interruptions sont diverses :

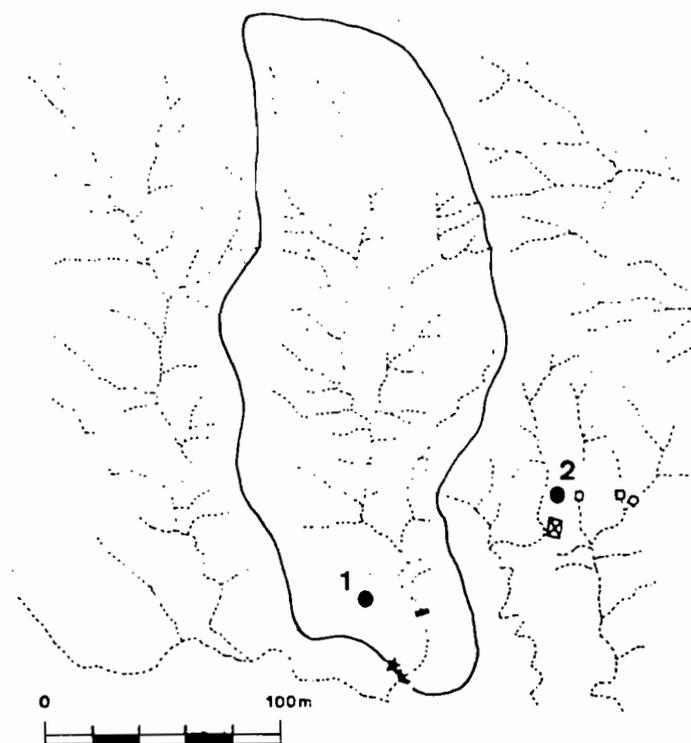
- * Cinq enregistrements ont été perdus à la suite d'actes de vandalisme.
- * Un enregistrement a été perdu à cause d'un mauvais fonctionnement de la partie mécanique du pluviographe.
- * Cinq enregistrements ont été détruits par le terminal de terrain.
- * Trois enregistrements ont été interrompus par décharge prématurée de la batterie.
- * Un enregistrement a été perdu à cause d'une panne électronique du pluviographe.
- * Les interruptions de courtes durées ont été provoquées dans la plupart des cas par des mauvais contacts de connecteurs.

2) Chronologie des enregistrements.

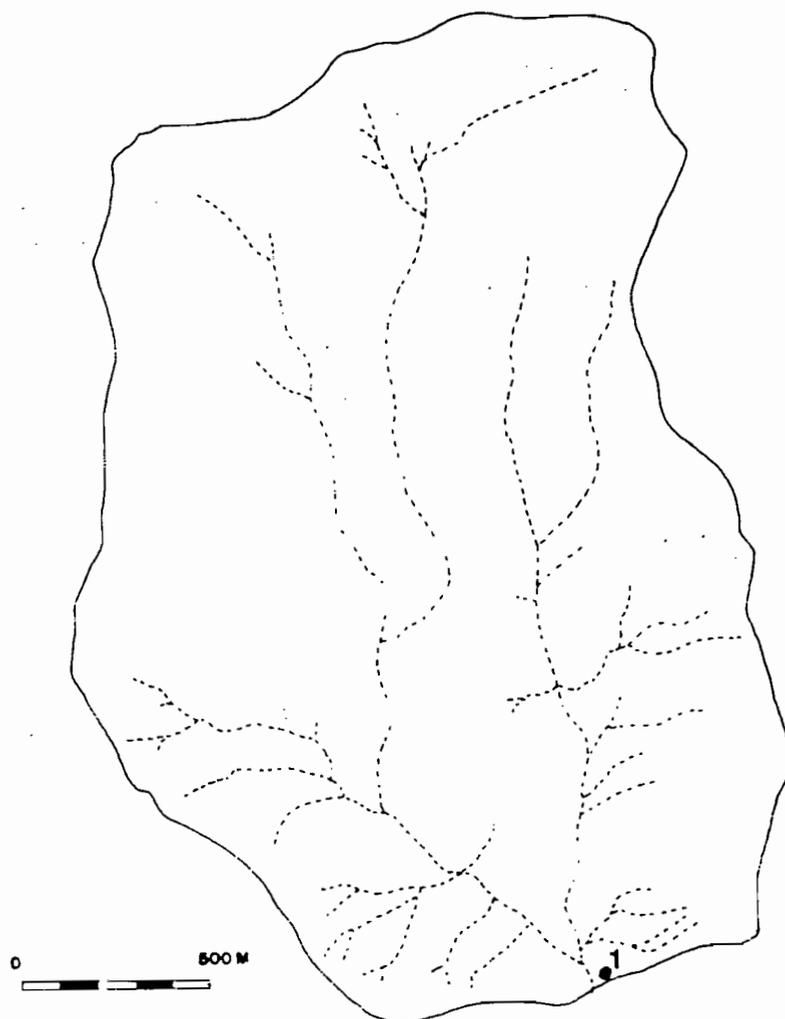
La dénomination des enregistrements tient compte: du nom du bassin (SAVO), de la chronologie d'installation du poste pluviométrique (SAVO01), et de l'ordre chronologique d'installation de la cartouche mémoire (SA VO0101).

Les numéros d'averses, indiqués pour chaque enregistrement, correspondent à ceux des inventaires.

ST GENIS

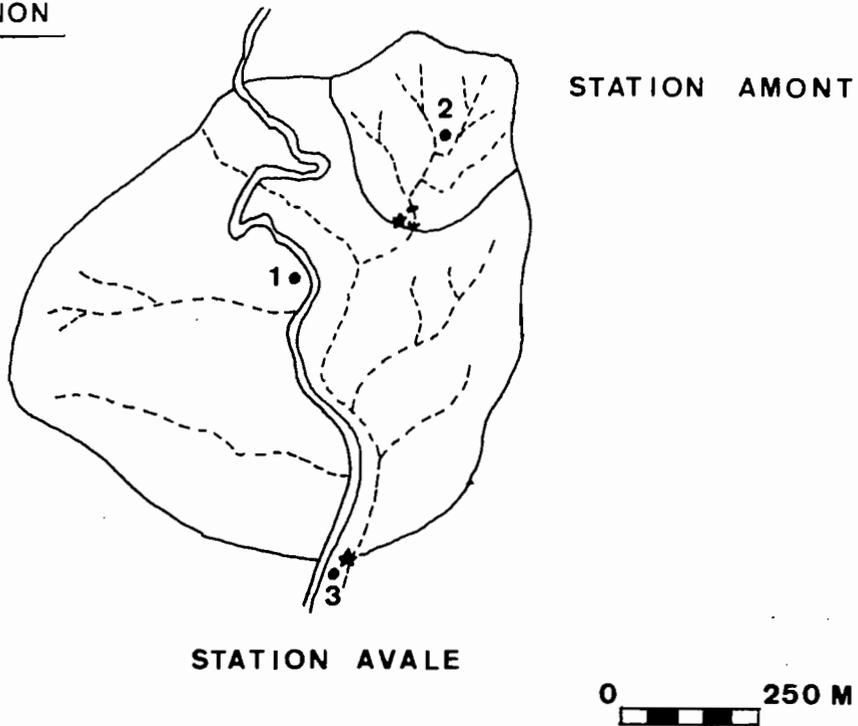


SEIGNON

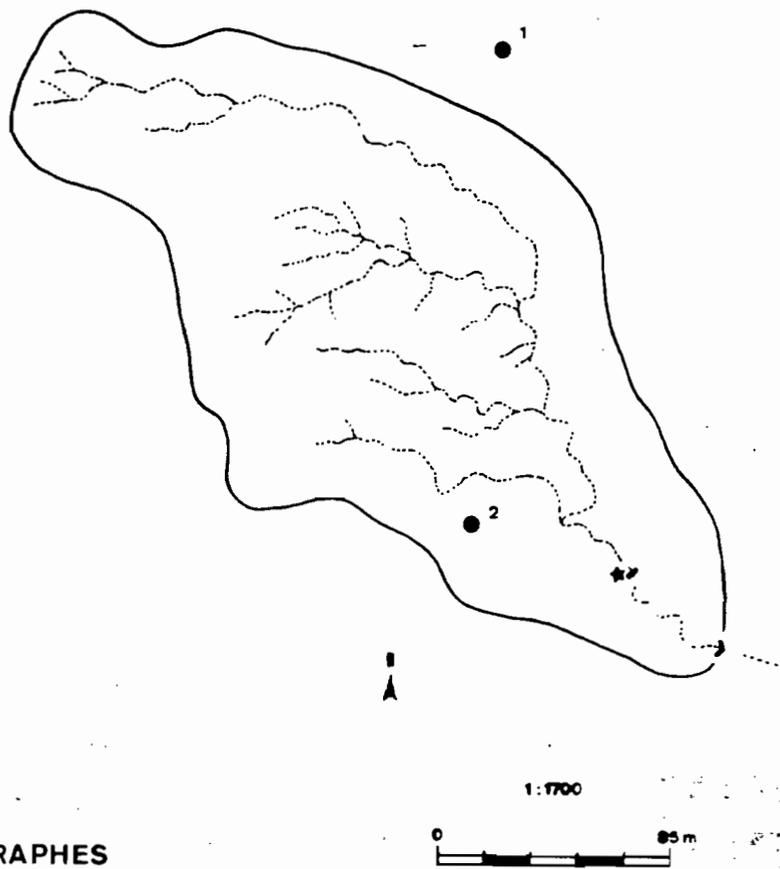


LOCALISATION DES PLUVIOGRAPHES

SAVOURNON



MISON



2.1. BASSIN de SAVOURNON.

a) Périodes d'enregistrement des pluviographes

SAVO01 (Pluviographe n° 1004) – 4350516501 –

SAVO0101 pose le 20/09/84, dépose le 24/09/84 (pas de cartouche de rechange pour remplacer la cartouche d'essai)

Averses n° 1 à 7.

SAVO0102 pose le 21/03/85, dépose le 23/07/85 (le fonctionnement de l'appareil a été interrompu par le terminal de terrain à partir du 3/06)

Averses n° 8 à 97.

SAVO0103 pose le 23/07/85, dépose le 18/12/85.

Averses n° 98 à 131.

SAVO0104 pose le 18/12/85, dépose le 26/03/86.

Arrêt de l'appareil le 23/04.

Averses n° 132 à 223.

SAVO0105 pose le 26/03/86, dépose le 28/08/86.(la cartouche est inutilisable, l'appareil a été détérioré par des vandales)

SAVO0106 pose le 28/08/86, dépose le 24/09/86.

Averses n° 224 à 238.

SAVO0107 pose le 30/09/86, dépose le 5/03/87.

Averses n° 239 à 326.

SAVO0108 pose le 5/03/87, dépose le 3/07/87. (arrêt de fonctionnement de l'Oedipe le 5-4. La batterie est hors service)

Averses n° 327 à 342.

SAVO0109 pose le 3/07/87, dépose le 16/10/87.

Averses n° 343 à 417.

SAVO0110 pose le 16/10/87, dépose le 7/04/88.

Averses n° 418 à 557.

SAVO0111 pose le 7/04/88, dépose le 17/05/88.

Averses n° 558 à 602.

SAVO02 (Pluviographe n° 1010.) – 4350516502 –

SAVO0201 pose le 22/09/86, dépose le 30/09/86.

Averses n° 1 à 9.

SAVO0202 pose le 2/10/86, dépose le 2/11/86.

Averses n° 10 à 28.(l'OEDIPE est en révision jusqu'au 5).

SAVO0203 pose le 5/11/86, dépose le 23/11/86.
Averses n° 29 à 48.

SAVO0204 pose le 25/11/86, dépose le 10/02/87.
Averses n° 49 à 104.

SAVO0205 pose le 10/02/87, dépose le 20/03/87.(appareil détérioré par des vandales, pas d'enregistrement)

SAVO0206 pose le 20/03/87, dépose le 18/05/87.
Averses n° 105 à 155.

SAVO0207 pose le 4/09/87, dépose le 27/09/87.
Averses n° 156 à 167.

SAVO0208 pose le 30/09/87, dépose le 15/10/87.
Averses n° 168 à 191.

SAVO0209 pose le 15/10/87, dépose le 8/02/88.
Averses n° 192 à 297.(arrêt des enregistrements le 1/02/88).

SAVO0210 pose le 8/02/88, dépose le 9/04/88.
Averses n° 298 à 335.

SAVO03 (Pluviographe n° 1085) – 4350516502 –

SAVO0301 pose le 6/05/87, dépose le 27/08/87.
Averses n° 1 à 65.

SAVO0302 pose le 27/08/87, dépose le 12/10/87.
Averses n° 66 à 92.

SAVO0303 pose le 12/10/87, dépose le 17/12/87.
Averses n° 93 à 158.

SAVO0304 pose le 17/12/87, dépose le 14/04/88. (L'appareil n'a pas fonctionné, pas d'enregistrement)

2.2. BASSIN DE ST. GENIS.

a) Périodes d'enregistrement des pluviographes

STGE01 (Pluviographe n° 1010.) – 4350514301 –

STGE0101 pose le 4/09/84, dépose le 17/05/85.
Averses n° 1 à 148.

STGE0102 pose le 22/05/85, dépose le 27/06/85.
Averses n° 149 à 171.

STGE0103 pose le 27/06/85, dépose le 6/08/85.
Averses n° 172 à 179.

STGE0104 pose le 6/08/85, dépose le 9/12/85.
Averses n° 180 à 213.

STGE0105 pose le 9/12/85
(l'appareil a été déposé au mois de Mai pour être équipé d'une balise Météosat, mais les enregistrements ont été perturbés par le terminal de terrain et la cartouche est inexploitable).

STGE02 (Pluviographe n° 1009). – 4350514302 –

STGE0201 pose le 4/09/84, dépose le 3/05/85.
Averses n° 1 à 173.

STGE0202 pose le 14/05/85, dépose le 27/06/85.
Averses n° 174 à 203.

STGE0203 pose le 27/06/85, dépose le 17/12/85.
Averses n° 204 à 250.

STGE0204 pose le 17/12/85, dépose le 7/07/86.
(l'enregistrement a été détérioré par le terminal de terrain)

STGE0205 pose le 7/07/86, dépose le 15/09/86.
Averses n° 251 à 263.

STGE0206 pose le 15/09/86, dépose le 2/10/86.
Averses n° 264 à 281.

STGE0207 pose le 2/10/86, dépose le 10/02/87.
Averses n° 282 à 364.

STGE0208 pose le 10/02/87, dépose le 19/05/87.(Mauvais fonctionnement de l'appareil, les augets se bloquent).
Averses n° 365 à 371.

(Appareil n° 1009 en panne, est remplacé par le n° 992)

STGE0209 pose le 1/10/87, dépose le 17/10/87.(l'enregistrement des dates est incorrecte)
Averses n° 372 à 392.

STGE0210 (appareil en essai. Mauvais fonctionnement).

(Le pluviographe n° 992 est remplacé par le n° 1001)

STGE0211 pose le 2/11/87, dépose le 14/12/87.
Averses n° 393 à 437.

Le pluviographe n° 1001 ne fonctionne plus, il est remplacé par le n° 992.

STGE0212 pose le 14/12/87, dépose le 12/02/88.(arrêt de l'enregistrement le 25/01/88 à 12 h 20'.(l'enregistrement des dates est incorrecte)
Averses n° 438 à 484.

STGE03 (Pluviographe n° 1) – 4350514303 –

STGE0301 pose le 23/07/86, dépose le 11/08/86.
Averses n° 1 à 5.

STGE0302 pose le 18/09/86, dépose le 3/12/86.
Averses n° 6 0 56.

STGE0303 pose le 3/12/86, dépose le 10/02/87.
Averses n° 57 à 111.

STGE0304 pose le 10/02/87, dépose le 24/06/87.
Averses n° 112 à 207.

STGE0305 pose le 24/06/87, dépose le 9/08/87.
Averses n° 207 à 236.

STGE0306 pose le 9/08/87, dépose le 1/10/87.
Cartouche impossible à dépouiller.

STGE0307 pose le 1/10/87, dépose 17/10/87.
L'appareil ne fonctionne plus.

STGE0308 pose le 18/03/88, dépose le 19/04/88.
Averses 400 à 427.

STGE0309 pose le 19/04/88, dépose le 15/06/88 (cartouche impossible à dépouiller)

STGE0310 pose le 15/06/88, dépose le 6/07/88.

2.3. BASSIN de MISON

a) Période d'enregistrement des pluviographes

MISO01 (Pluviographe n° 1007) – 4350412301 –

MISO0101 pose le 23/08/84, dépose le 29/10/84.
Averses n° 1 à 34.

MISO0102 pose le 29/10/84, dépose le 12/03/85.
Averses n° 35 à 120.

MISO0103 pose le 12/03/85, dépose le 26/07/85.
(enregistrement détérioré par le terminal de terrain)

MISO0104 pose le 26/07/85, dépose le 3/04-86.
Averses n° 121 à 246.

MISO0105 pose le 3/04/86, dépose le 7/08/86.
Averses n° 247 à 324.

MISO0106 pose le 7/08/86, dépose le 17/02/87.
Averses n° 325 0 438.

MISO0107 pose le 17/02/87, dépose le 20/08/87. Enregistrement défectueux à partir d'Avril.

MISO0108 pose le 20/08/87, dépose le 14/04/88.

MISO0110 pose le 14/04/88, dépose le 12/07/88.

MISO02 (Pluviographe n° 1003) - 4350412302 -

MISO0201 pose le 24/08/84, dépose le 26/10/84.
Averses n° 1 à 37.

MISO0202 pose le 29/10/84, dépose le 12/03/85. Enregistrement stoppé par le terminal de terrain.

MISO0203 pose le 29/07/85, dépose le 11/04/86.
Averses n° 38 à 204.

MISO0204 pose le 28/04/86, dépose le 3/09/86.
Averses n° 205 à 249.

MISO0205 pose le 3/09/86, dépose le 11/03/87. (arret le 17/02)
Averses n° 250 à 346.

MISO0206 pose le 11/03/87, dépose le 9/08/87.
Averses n° 347 à

Du 9/08/ au 7/10 l'appareil est en révision.

MISO0207 pose le 7/10/87, dépose le 22/04/88.

MISO0208 pose le 22/04/88, dépose le 12/05/88.(pas d'enregistrement, le connecteur est détérioré)

24. BASSIN du SAIGNON

a) Période d'enregistrement des pluviographe

SAIG01 (Pluviographe n° 1002) - 4350413401 -

SAIG0101 pose le 5/02/85, dépose le 28/05/85.
averses n° 1 à 108.

(Pluviographe n° 1011.Equipé d'un émetteur ARGOS)

SAIG0102 pose le 28/05/85, dépose le 6/08/85.
Averses n° 109 à 151.

SAIG0103 pose le 6/08/85, dépose le 15/10/85 (appareil détérioré).

SAIG0104 pose le 15/10/85, dépose le 18/12/85.
Averses n° 152 à 194.

SAIG0105 pose le 18/12/85, dépose le 14/03/86 (arrêt de l'enregistrement le 17/01/86 l'appareil a été détérioré par des vandales).
averses n° 195 à 232.

(Pluviographe n° 1002)

SAIG0106 pose le 14/03/86, dépose le 4/07/86.
Averses n° 233 à 341.

SAIG0107 pose le 4/07/86, dépose 4/08/86. Appareil détérioré, cartouche inutilisable.

SAIG0108 pose le 4/08/86, dépose le 15/09/86.
Averses n° 342 à 386.

SAIG0109 pose le 6/10/86, dépose le 17/02/87.
Averses n° 387 à 532.

SAIG0110 pose le 17/02/87, dépose le 28/07/87.
Batterie H.S. le 15/07.
Averses n° 533 à 649.

SAIG0111 pose le 28/07/87, dépose le 2/10/87.
Averses n° 650 à 699.

SAIG0112 pose le 2/10/87, dépose le 22/10/87.
Averses n° 700 à 727.

SAIG0113 pose le 2/11/87, dépose le 10/02/88.

3 BASSIN DE SAVOURNON

Chronologie des averses

SAVO01

– Le 23.09.84 : une pluie légère de 14 mm tombe en 3h30' avec une intensité maximale élémentaire de 11,6 mm/h pendant 155 secondes et une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 10,9 mm/h.

– Le 22.03.85 : la hauteur des précipitations enregistrée est de 12 mm en 8h10'. L'intensité maximale élémentaire est de 4,9 mm/h pendant 364 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 4,9 mm/h.

– Le 6.05.85 : le pluviographe enregistre 17 mm de précipitations en 7h20' avec une intensité de 7,8 mm/h pendant 230 secondes et une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 6,8 mm/h.

– Le 7.05.85 et le 8.05.85 : une pluie légère de 28 mm tombe en 16 h avec une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 4,5 mm/h.

– Le 10.05.85 et le 11.05.85 : la hauteur des précipitations enregistrées entre le 10 et le 11 est de 21,5 mm de pluie en 11h 16'(de 20h57'le 10 à 8h13'le 11).

– Le 12.05.85 : il tombe sur le bassin 12,5 mm de pluie légère en 3h22'.

– Le 13.05.85 : il tombe 31 mm de pluie légère en 7h24'.
Le hétérogramme est homogène sur toute la durée de l'averse.

– Le 24.05.85 : une pluie intense de 27,5 mm tombe sur le bassin en 3h37'.
L'intensité maximale élémentaire de cette averse qui débute à 20h13'est de 90 mm/h pendant 20 secondes, son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 50 mm/h.

La hauteur des précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 15 mm/h est de 17,5 mm soit plus de 60 % de la hauteur totale.

Le hétérogramme présente deux pointes d'intensité en début d'averse: de 90 mm/h pendant 20 secondes et de 60 mm/h pendant 60 secondes.

– Le 1.06.85 : un violent orage s'abat sur le bassin à partir de 16 heures. Il tombe 48,5 mm d'eau en 1 heure.

L'intensité maximale élémentaire de cet orage est de 225 mm/h pendant 8 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 145,1 mm/h.

Les précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 15 mm/h atteignent une hauteur de 45,5 mm soit quasiment la totalité de l'averse et celles qui tombent avec une intensité supérieure à 50 mm/h une hauteur de 35,5 mm, soit 70% de la hauteur totale de l'averse.

- Le 5.08.85 et le 6.08.85 : une averse orageuse s'abat sur le bassin. Les précipitations atteignent une hauteur de 42,5 mm en 9 heures. Cette averse se décompose en trois corps distincts:

- le premier : une pluie violente débute à 20h16' avec une pointe d'intensité de 30 mm/h et dure jusqu'à 20h21'.
- le second : une averse d'orage reprend à partir de 21h16' et dure environ 2 heures, elle présente deux pics d'intensité dont, le plus important a une intensité maximale élémentaire de 85,7 mm/h pendant 21 secondes.
- le troisième : après une courte accalmie une pluie légère reprend vers 23h40' et dure jusqu'à 5h25' le 6.

- Le 25.08.85 : une pluie légère débute à 9h53' elle dure 7h28'.
Son intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 11,5 mm/h.

- Le 12.11.85 : les précipitations atteignent une hauteur de 29,5 mm en 14 h.
Leur intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 6 mm/h. Le hyétogramme ne présente aucun pic d'intensité.

- Le 8.12.85 et le 9.12.85 : il tombe une pluie légère - 13,5 mm en 6h40' -.
L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 4,5 mm/h.

- Le 9.12.85 et le 10.12.85 : une pluie légère débute le 9 à 11h28'.
Elle dure 15h44'. La hauteur de cette averse est de 17 mm et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 2,9 mm/h.

- Le 23.12.85 : il tombe 10 mm de pluie légère en 8h30'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes ne dépasse pas 3 mm/h.

- Le 25.12.85 : une pluie intense mais de faible hauteur d'eau (15 mm) débute à 20h et se termine à 22h16'.
Son intensité maximale élémentaire est de 51,4 mm/h pendant 35 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 25,3 mm/h.

La pluie qui tombe avec une intensité supérieure à 10 mm/h atteint une hauteur de 10 mm soit près de 70% de l'averse totale.

Le hyétogramme présente trois pics en tout début d'averse :

- 45 mm/h en 40 secondes.
- 51,4 mm/h en 35 secondes.
- et 26 mm/h en 75 secondes.

Puis un peu plus tard, un autre pic de 28 mm/h en 64 secondes.

- Le 24.1.86 : une pluie légère de 27,5 mm de hauteur d'eau dure 4h46'. Son intensité maximale élémentaire est de 16,7 mm/h pendant 108 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 16,3 mm/h.

La pluie qui tombent avec une intensité supérieure à 10 mm/h atteint une hauteur de 10 mm soit 40% de l'a verse totale.

Le hyétogramme présente plusieurs pics d'intensité regroupés formant un dôme.

- Le 17.2.86 : une pluie légère - 23 mm en 8h38' - tombe sur le bassin à partir de 7h11'. Son intensité maximale élémentaire est de 6,8 mm/h pendant 265 secondes

- Le 23.2.86 : il tombe 16 mm de pluie en 9h57'. L'intensité maximale élémentaire enregistrée est de 6,7 mm/h pendant 270 secondes.

- SAVO01 - SAVO02

- Le 24.9.86 : trois averses sont observées dans la même journée.

Pour la première qui débute à 1h56'on enregistre :

- à SAVO01 12 mm de précipitations tombés en 2h42'et une intensité maximale élémentaire de 13,5 mm/h pendant 133 secondes.

- à SAVO02 14,5 mm pour la même durée avec une intensité maximale élémentaire de 11,5 mm/h pendant 156 secondes.

Au cours de la deuxième averse qui débute à 8h12'il tombe:

- au pluviographe SAVO01 11,5 mm de précipitations en 2h44'.

- " " SAVO02 9,5 mm de précipitations en 3h04'.

La troisième averse débute à 11h59' il tombe au cours de celle - ci :

- 31 mm d'eau en 6h38' à SAVO01 avec une intensité maximale élémentaire de 27,3 mm/h pendant 66 secondes.

- 38 mm d'eau en 9h38' à SAVO02 avec une intensité maximale élémentaire de 17,8 mm/h pendant 101 secondes.

- Le 14.10.86 et le 15.10.86 :

SAVO01 : la hauteur des précipitations atteint 11,5 mm en 3h58' avec une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 6,6 mm/h. Le hyétogramme est homogène sur la durée de l'averse.

SAVO02 : la hauteur des précipitations atteint 10,5 mm en 4h06'.

- Le 23.10.86 :

SAVO01 : au cours de cette averse qui débute à 1h28' il tombe 15 mm d'eau en 7h19'. L'intensité maximale élémentaire est de 27,7 mm/h pendant 65 secondes. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 16,6 mm/h.

SAVO02 : on enregistre à ce poste une hauteur des précipitations de 16,5 mm en 7h53. L'averse débute plus tôt dans la nuit à 0h51'.

Son intensité maximale élémentaire, plus importante, est de 35,3 mm/h pendant 51 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 25,6 mm/h.

Les deux hyétogrammes présentent une pointe d'intensité en fin d'averse.

- Le 14.11.86 :

SAVO01 : une pluie légère débute à 2h10'. Elle dure 17h54' au cours desquelles la hauteur des précipitations atteint 54 mm. Son intensité maximale élémentaire est de 10,8 mm/h pendant 166 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 9,9 mm/h

SAVO02 : cette averse est également enregistrée au pluviographe n° 1008. Elle débute plus tôt : à 1h46' et dure 18h25'. Il tombe 65,5 mm d'eau soit 11,5 mm de plus qu'à SAVO01 en 30 minutes de plus. Durant cette averse l'intensité maximale élémentaire est de 13,3 mm/h pendant 135 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 11,2 mm/h. Le hyétogramme est homogène sur la durée de l'averse.

- Le 8.12.86 et le 9.12.86 :

SAVO01 : la hauteur des précipitations enregistrées est de 10,5 mm en 9h11'.

SAVO02 : on enregistre deux averses:

- la première, d'une hauteur de 12 mm, débute le 8 à 16h12'. Elle dure 8h50'. Son intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 3,3 mm/h.

- la deuxième débute le 9 à 9h47', elle dure 7h23, sa hauteur est de 10 mm, son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 3,6 mm/h.

- Le 26.12.86 :

SAVO01 : il tombe 10 mm de pluie en 2h47'.

SAVO02 : pas d'enregistrement.

- Le 14.01.87 :

SAVO01 : 17,5 mm de précipitation sont enregistrés en 9h03'.

SAVO02 : pas d'enregistrement.

- Le 3.02.87 :

SAVO01 : il tombe 13,5 mm de précipitation en 6h02'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 6,1 mm/h.

SAVO02 : on enregistre 13 mm de pluie en 6h. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 5,5 mm/h.

- Le 22.03.87 :

SAVO01 : la hauteur des précipitations atteint 11 mm en 3h20' avec une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 5,1 mm/h.

SAVO02 : la hauteur des précipitations est de 11,5 mm en 3h38'.

- Le 2.04.87 - le 3.04.87 - le 4.04.87 :

SAVO02 : deux pluies légères sont enregistrées:

- la première débute le 2 avril à 23h23'. - Il tombe 33 mm de pluie en 3h29' -.

L'intensité maximale élémentaire de cette averse est de 14,5 mm/h pendant 124 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 13,8 mm/h. Le hyétogramme est homogène. La presque totalité de cette averse est tombée avec une intensité inférieure à 10 mm/h.

- la deuxième peut être considérée comme une très forte pluie . Elle débute le 3 avril à 17h34' et dure 15h22' durant lesquelles on enregistre une hauteur des précipitations de 70,5 mm. Son intensité maximale élémentaire est de 38,5 mm/h pendant 47 secondes et son intensité maximale en 5 minutes de 35,1 mm/h.

Les précipitations qui atteignent une intensité supérieure à 5 mm/h sont de 47 mm soit plus de 60 % de l'a verse totale.

Le hyétogramme présente un pic d'intensité de 38 mm/h pendant 47 secondes en fin d'averse.

SAVO01 : on observe également deux averses à ce poste.

- la première : correspond à celle observée à SAVO02. Elle débute le 3 à 0h54'et dure 10h59' durant lesquelles il tombe 26 mm de pluie. Les intensités sont inférieures à celles de SAVO02: L'intensité maximale élémentaire est de 6,3 mm/h pendant 287 secondes et l'intensité pour une durée de 5 minutes de 6,1 mm/h.

- la deuxième débute le 3 avril à 17h50' sa hauteur de pluie est inférieure de 13,5 mm à celle de SAVO02 (57 mm pour 70 mm à SAVO02) pour une durée sensiblement égale: 15h28'. Son intensité maximale élémentaire est de 20 mm/h pendant 90 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 16,4 mm/h.

Les précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 5 mm/h atteignent une hauteur de 25 mm soit 40 % de l'averse totale. Le hyétogramme présente plusieurs pics d'intensité, parmi lesquels on retrouve celui observé à SAVO02 en fin d'averse.

- Le 5-4-87 :

SAVO01 : pas d'enregistrement.

SAVO02 : on enregistre une pluie forte 10,5 mm en 2h27'.

L'intensité maximale élémentaire de cette averse est de 62 mm/h.

Les précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 20 mm/h atteignent 6 mm, soit près de 60 % de l'averse. Le hyétogramme présente un pic d'intensité de 62,1 mm/h durant 29 secondes en milieu d'averse.

- Le 9-04-87 :

SAVO01 : pas d'enregistrement.

SAVO02 : l'averse débute à 7h53' au cours de celle-ci, il tombe 20,5 mm de précipitations en 8h24'. Les intensités sont relativement faibles: l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 8,1 mm/h.

Le hyétogramme est homogène sur toute la durée de l'averse.

- Le 3-05-87 :

SAVO01 : Pas d'enregistrement

SAVO02 : il tombe 11 mm d'eau en 2h50' avec un pic d'intensité de 20,9 mm/h pendant 86 secondes en début d'averse.

SAVO01 - SAVO02 - SAVO03

- Le 17-05-87 :

SAVO03 : on observe, à ce poste, une hauteur des précipitations de 32 mm en 16h 43'29. Les intensités de cette averse sont très faibles. L'intensité maximale élémentaire est de 7,5 mm/h pendant 239 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 7,2 mm/h.

- Le 8-06-87 :

SAVO03 : il tombe 10,5 mm de pluie en 3h37'55 ; L'intensité maximale élémentaire est de 18,2 mm/h pendant 99 secondes et l'intensité en 5 minutes de 16,5 mm/h.

- Le 15-06-87 :

SAVO03 : on enregistre à ce poste une forte pluie -14 mm en 1h38'36 - son intensité maximale élémentaire est de 69,2 mm/h pendant 26 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 39 mm/h.

- Le 26-06-87 :

SAVO03 : la hauteur de cette averse est de 16,5 mm, tombés en 5h49'. Son intensité maximale élémentaire de 19,4 mm/h pendant 93 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 12,5 mm/h.

- Le 30-06-87 :

SAVO03 : Au cours de cet orage la hauteur des précipitations atteint 14,5 mm en 0h53'13. L'intensité maximale élémentaire est de 112,5 mm/h pendant 16 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 78,4 mm/h.

- Le 16.07.87 :

SAVO03 : il tombe 12,5 mm de pluie en 2h19'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 13,5 mm/h.

- Le 18.07.87 :

SAVO03 : une petite pluie de 11 mm tombe en 2h49'.

- Le 23.08.87 :

SAVO03 : une pluie d'orage très violente s'abat sur le bassin. Il tombe 34 mm d'eau en 2h45'.

Le hyétogramme présente trois pointes d'intensité dont la plus importante est de 150 mm/h durant 12 secondes.

L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 80 mm/h.

- Le 24.08.87 :

SAVO01 : un nouvel orage s'abat sur le bassin. La hauteur des précipitations atteint 22 mm en 3h23'. Cet orage présente deux pics d'intensité importants:

- le premier de 100 mm/h pendant 18 secondes.

- le second de 85 mm/h pendant 21 secondes.

L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 44 mm/h.

SAVO03 : la hauteur de précipitation enregistrée à ce poste est sensiblement la même que celle enregistrée à SAVO01 - 21,5 mm - mais la durée de l'averse est moins longue - 2h50' - .

On retrouve les deux pointes d'intensité mais moins importantes qu'à SAVO01

- la première 78,3 mm/h pendant 23 secondes.

- la deuxième 74 mm/h pendant 24 secondes.

- Le 27.08.87 :

SAVO01 : une petite averse de 10,5 mm tombe en 2h11'.

Son intensité est de 14.1 mm/h pendant 128 secondes, et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 13.4 mm/h.

SAVO03 : on enregistre à ce poste une hauteur de précipitation presque deux fois plus importante qu'à SAVO01 -24 mm- et une durée d'averse nettement plus longue - 7h24' -.

L'intensité maximale élémentaire est de 15,3 mm/h pendant 118 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 14 mm/h.

- Le 23.09.87 :

SAVO01 : une pluie orageuse mais de faible hauteur d'eau -10,5 mm en 0h38' - est enregistrée.

Elle présente deux pointes d'intensité importantes, la première de 94,7 mm/h pendant 19 secondes, la seconde de 31 mm/h pendant 58 secondes. Son intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 66,3 mm/h.

SAVO02 : les précipitations enregistrées à ce pluviographe atteignent une hauteur de 13,0 mm. en 0h38.'

SAVO03 : les précipitations enregistrées à ce poste ont une hauteur sensiblement égale à celle de SAVO02 -12,5 mm-. On retrouve les deux pointes d'intensité enregistrées à SAVO01 mais ici elles sont plus importantes. La première a une intensité de 120 mm/h pendant 15 secondes la deuxième de 40,9 mm/h pendant 44 secondes. Il tombe 10 mm de pluie entre 15h 0'54 et 15h14'29, soit en 13 minutes 35 secondes.

- Le 26.09.87 :

SAVO01 : un orage violent s'abat sur le bassin -il tombe 17 mm d'eau en 2h 04'-. Sa pointe d'intensité la plus forte atteint 163,6 mm/h pendant 11 secondes. Son intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 86,8 mm/h.

SAVO02 : la hauteur des précipitations est nettement plus faible -12 mm-.

SAVO03 : la hauteur de la pluie est la même qu'à SAVO01 -17 mm- pour un temps d'averse légèrement plus long - 2h12' -.

L'intensité maximale élémentaire est de 150 mm/h pendant 12 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 86,4 mm/h.

- Le 5.10.87 :

SAVO01 : il tombe sur le bassin une pluie légère mais réparties sur une durée de 9h55'les précipitations finissent par atteindre 40 mm . L'intensité est assez faible 11,9 mm/ maximale pour une durée de 5 minutes.

SAVO02 : les précipitations atteignent une hauteur de 38,5 mm en 9h47'.

SAVO03 : la hauteur de la pluie reçue à ce poste est sensiblement la même qu'aux deux autres pluviographes -39 mm- mais la durée de l'averse est plus longue - 10h48' -.

- Le 6.10.87 :

SAVO01 : une pluie d'orage de 21 mm d'eau tombe en 2h43. La période intense de l'averse dure de 8h54' à 9h22' soit 29 minutes.

L'intensité maximale élémentaire est de 120 mm/h pendant 15 secondes.

L'intensité maximale dépasse 42 mm/h pendant 10 minutes.

Quatre heures plus tard il tombe une seconde averse de moindre importance - 16,5 mm en 2h59' -.

SAVO03 : on retrouve ici la pluie d'orage observée aux autres postes. Les précipitations atteignent 19 mm de hauteur en 2h47'48. On observe deux pointes d'intensité ; la première atteint 69,2 mm/h pendant 26 secondes, la deuxième 85,7 mm/h pendant 21 secondes. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 60 mm/h.

La seconde averse débute à 15h57', sa hauteur de précipitation est presque identique à la première - 18 mm en 3h02' - mais ses pointes d'intensité sont moins fortes. Son intensité maximale élémentaire est de 39,1 mm/h pendant et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 24,3 mm/h.

- Le 10.10.87 :

SAVO01 : la hauteur des précipitations n'est pas négligeable - 33,5 mm - mais elle est répartie sur la durée de l'averse (6h 0'). En conséquence l'intensité maximale élémentaire n'est que de 28,6 mm/h pendant 63 secondes.

- Le 11.10.87 :

SAVO01 : une pluie légère tombe sur le bassin - 12 mm - en 4h 1'.

On enregistre le même jour une seconde averse légère - 22,5 mm en 7h45' - son intensité maximale élémentaire est faible - 8,8 mm/h pendant 205 secondes -.

SAVO03 : on enregistre à cette station 10,5 mm de précipitations en 7h46'. L'intensité maximale est de 13,5 mm/h pendant 133 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 11,4 mm/h.

- Le 28.10.87 :

SAVO01 : une averse assez intense - 20 mm de précipitations - dure 2h43'. Son intensité maximale élémentaire est de 69,2 mm/h pendant 26 secondes. Durant 20 minutes, l'intensité dépasse les 30 mm/h.

SAVO03 : on enregistre à cette station 18 mm de précipitations en 4h43'. Cette averse débute par une pluie légère qui dure de 14h21' à 16h26'. La quasi totalité de l'averse tombe en 1h13' - 16h26' à 17h39' -.

Le tracé graphique montre deux pointes d'intensité l'une de 51,4 mm/h l'autre de 60 mm/h. L'intensité maximale élémentaire est de 60 mm/h pendant 30 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 33 mm/h.

- Le 29.10.87 :

SAVO01 : une averse de 21 mm tombe en 2h41'. Elle présente deux pics d'intensité en début de pluie. Son intensité maximale élémentaire est de 64,3 mm/h pendant 28 secondes, et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 40,5 mm/h.

SAVO03 : l'averse observée à SAVO01 se retrouve à ce poste -18,5 mm en 2h47'58- elle présente également deux pics d'intensité. Son intensité maximale élémentaire est de 51,4 mm/h pendant 35 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 31,4' mm/h.

- Du 9.11.87 au 25.12.87 : quelques pluies légères tombent sur le bassin.

SAVO01 :

- le 9.11 - 20,5 mm en 7h25'. L'intensité maximale élémentaire est de 5,3 mm/h pendant 339 secondes.

- le 4.12 - 15,5 mm en 11h 1'. L'intensité maximale élémentaire est de 5,9 mm/h pendant 304 secondes.

- le 5.12 - 13 mm en 5h18'. L'intensité maximale élémentaire est de 7,4 mm/h pendant 243 secondes.

- le 14.12 - 12 mm en 5h56'. L'intensité maximale élémentaire est de 5 mm/h pendant 362 secondes.

- le 14.12 - 12,5 mm en 5h12'. L'intensité maximale élémentaire est de 5,8 mm/h pendant 310 secondes.

SAVO02 :

- le 9.11. - 19 mm en 7h53'.

- le 4.12 - 17 mm en 12h44'.

- le 5.12 - 12 mm en 5h36'.

- le 14.12 - on observe deux averses:

- la première débute à 4h36' et dure 5h23' durant lesquelles il tombe 10,5 mm de pluie.

- La seconde débute à 12h4' et dure 5h36' durant lesquelles il tombe 12,5 mm de pluie.

SAVO03 :

- le 9.11 - 20 mm en 7h29'.

- le 4.12 - 14,5 mm en 10h45'.

- le 5.12 - 12,5 mm en 6h46'.

- le 14.12 - on enregistre deux averses légères:

- au cours de la première il tombe 12,5 mm de précipitations en 6h46'.
- au cours de la deuxième il tombe 12,5 mm en 5h17'.

- Le 25.12.87 :

SAVO01 : on enregistre une pluie légère - 23,5 mm en 8h41'.

Son intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 12,7 mm/h.

SAVO02 : on enregistre à ce poste une averse de 22 mm en 8h52'.

STATION : SAVO 01

Précipitations journalières en mm
Année 1985

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	/	/	/			48,5					13,5	
2	/	/	/		0,5	2,5	/					0,5
3	/	/	/		8,5	/	/					
4	/	/	/		4,0	/	/				8,5	
5	/	/	/	12,0	0,5	/	/	42,5			10,0	
6	/	/	/	5,0	23,5	/	/	0,5		1,5	2,5	
7	/	/	/		34,0	/	/			0,5		
8	/	/	/	6,5		/	/					14,0
9	/	/	/	1,0		/	/					17,0
10	/	/	/	0,5	24,5	/	/					1,0
11	/	/	/	6	9,0	/	/					
12	/	/	/	1	15,0	/	/				29,5	
13	/	/	/		32,0	/	/				0,5	
14	/	/	/		0,5	/	/				3,5	
15	/	/	/	0,5	5,5	/	/				0,5	
16	/	/	/			/	/		0,5		0,5	
17	/	/	/		1,5	/	/					
18	/	/	/		2,0	/	/					
19	/	/	/			/	/				0,5	
20	/	/	/		13,5	/	/					
21	/	/	1,0			/	/					
22	/	/	14,0			/	/					
23	/	/	1,5	1,5		/	/					10,5
24	/	/			27,5	/	/					3,5
25	/	/	10,5	1,5		/	/	38,5			0,5	19,0
26	/	/		2,0		/	/				2,0	
27	/	/	3			/	/				0,5	
28	/	/		0,5	7,5	/	/					
29	/	/				/	/					13,0
30	/	/			0,5	/	2,0					7,0
31	/	/				/	/					
TOTAL	/	/	30,0	38,0	210,0	51,0	2,0	81,5	0,5	2,0	72,5	85,5



Pas de données

STATION : SAVO 01

Précipitations journalières en mm

Année 1986

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	1		3	/	/	/	/	/			0,5	
2	2	0,5	0,5	/	/	/	/	/			1,5	
3	5	1		/	/	/	/	/				
4	0,5			/	/	/	/	/				
5	0,5			/	/	/	/	/				
6	0,5			/	/	/	/	/				
7				/	/	/	/	/				1
8				/	/	/	/	/				14,5
9	1	1		/	/	/	/	/	1			9,5
10				/	/	/	/	/	0,5			
11	0,5			/	/	/	/	/				0,5
12	0,5			/	/	/	/	/				
13			0,5	/	/	/	/	/		2	2	
14	10	9,5		/	/	/	/	/		11,5	54,5	1
15		2		/	/	/	/	/		0,5		0,5
16	0,5			/	/	/	/	/		0,5		1,5
17		28		/	/	/	/	/	13,5			1,5
18		10,5		/	/	/	/	/	5	0,5		8,5
19		8	0,5	/	/	/	/	/	1,5	1		4,5
20				/	/	/	/	/	0,5	1,5	2,5	0,5
21			0,5	/	/	/	/	/			6	1,5
22				/	/	/	/	/			3,5	
23	0,5	16,5		/	/	/	/	/		15	7,5	
24	27,5	2	5	/	/	/	/	/	54,5			
25				/	/	/	/	/		7		
26				/	/	/	/	/				16,5
27				/	/	/	/	/				
28		2,5		/	/	/	/	/				
29	0,5			/	/	/	/	/				
30	5,5			/	/	/	/	/				
31	5			/	/	/	/	/				
TOTAL	61	81,5	10,0	/	/	/	/	/	76,5	39,5	78	61,5

STATION : SAVO 01

Précipitations journalières en mm
Année 1987

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1					/	/	/		4,5			
2	0,5				/	/	/			4		
3	0,5	15		83	/	/			0,5	0,5	0,5	
4		3		6	/	/	1			1,5		21,5
5				8,5	/	/	7,5		2,5	45		18
6				/	/	/	3,5	0,5		38,5		3
7		0,5		/	/	/	3,5					
8				/	/	/				4,5		
9				/	/	/		8		0,5	20,5	
10	0,5	6,5		/	/	/				34,5	10	0,5
11		27,5		/	/	/				38,5		
12		5	8	/	/	/					0,5	
13	0,5	0,5	0,5	/	/	/					9	0,5
14	20		5	/	/	/				1,5		25
15			1	/	/	/	5,5			8,5		0,5
16				/	/	/	14				2	2,5
17	2,5			/	/	/	8			4,5		
18	0,5			/	/	/	11,5					
19				/	/	/	0,5					0,5
20				/	/	/						
21	0,5	0,5		/	/	/						
22			11	/	/	/					1,0	
23				/	/	/	10,5	37,5	10,5	2	1,0	
24				/	/	/	0,5	31	3,5	12	4,5	
25			4,5	/	/	/					1,0	23,5
26			2	/	/	/			21,5		3	1
27	2,5			/	/	/		10,5	6,5			
28	0,5		5,5	/	/	/		0,5		24,5		0,5
29				/	/	/				24		
30				/	/	/			0,5			
31				/	/	/				0,5		0,5
TOTAL	28,5	58,5	37,5	97,5	/	/	66	88	50	245	53	97,5

STATION : SAVO 01

Précipitations journalières en mm
Année 1988

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	1,5	8,5		2								
2												
3	2,5	0,5			5,0							
4		7	2									
5		4	5,5	1,5								
6	4	12,5	1	3,5								
7		12	1	8,0	1,5							
8		8,0			16,0							
9		6,5		2,0	0,5							
10					0,5							
11					9,0							
12		9		16,0	7,0							
13	2,5			0,5								
14	38,5				3,0							
15	0,5				0,5							
16			28,5	4,5	60,5							
17												
18			5									
19				20,0								
20	11			1,5								
21	3											
22												
23	4			3,5								
24	2,5			1,5								
25	12,5			9,5								
26			2	18,5								
27	1		1	1,5								
28	1											
29	16			13,5								
30			28,5									
31												
TOTAL	100,5	68	74,5	107,5								

STATION : SAVO 02

Précipitations journalières en mm
Année 1986

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5	
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1,5	
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		0,5
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5		1
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/		0,5	12,5
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5		16,0
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
11	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
12	/	/	/	/	/	/	/	/	/		0,5	0,5
13	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1,5	3	
14	/	/	/	/	/	/	/	/	/	10,5	67	1,5
15	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5		
16	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5		1,5
17	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		3
18	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		10
19	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1,5		5
20	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1,5	2	1,5
21	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	2,5	1
22	/	/	/	/	/	/	/	/	2,5		6	0,5
23	/	/	/	/	/	/	/	/	/	16,5	5,5	
24	/	/	/	/	/	/	/	/	60,5			
25	/	/	/	/	/	/	/	/	1,5	7		
26	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5			
27	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
28	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5			12
29	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		0,5
30	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
31	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/		
TOTAL	/	/	/	/	/	/	/	/	65,5	40,5	89	67

STATION : SAVO 02

Précipitations journalières en mm
Année 1987

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1		0,5				/	/	/			0,5	
2	0,5			33		/	/	/		4		
3	0,5	19		70,5	16	/	/	/			0,5	
4		3,5		7	2,5	/	/	/		1,5		21
5				16		/	/	/	1,5	44	0,5	16,5
6		0,5		0,5		/	/	/		34		3
7				5		/	/	/		0,5		0,5
8				12,5		/	/	/		4	0,5	
9				28,5		/	/	/			19	
10	0,5	5,5				/	/	/		39	9	0,5
11				1,5		/	/	/	0,5	39		
12					4	/	/	/				
13					2	/	/	/		0,5	10	0,5
14						/	/	/		1		23,5
15					5,5	/	/	/		1,5		0,5
16					0,5	/	/	/			1,5	2,5
17					31	/	/	/		0,5	0,5	
18					4,5	/	/	/				
19	0,5					/	/	/				0,5
20				1,5		/	/	/			0,5	
21						/	/	/				
22	0,5		12			/	/	/			1,5	0,5
23						/	/	/	13	2	0,5	
24						/	/	/	3	11	4,5	0,5
25			4			/	/	/				22
26			2			/	/	/	15,5		5,5	1,5
27	2,5					/	/	/	5			
28			7			/	/	/		21,5		0,5
29	0,5					/	/	/		20,5	0,5	
30						/	/	/		0,5		
31						/	/	/		0,5		1
TOTAL	5,5	29	25	176	66	/	/	/	38,5	225,5	55	95

STATION : SAVO 03

Précipitations journalières en mm
Année 1987

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	/	/	/	/	/				6			
2	/	/	/	/	/		16,5		0,5	3,5		
3	/	/	/	/	/		0,5			1	0,5	
4	/	/	/	/	/	13,5	0,5			1		20,5
5	/	/	/	/	/		3		2	44		17
6	/	/	/	/	/		1			37		3
7	/	/	/	/	/	0,5	2,5	0,5		0,5		
8	/	/	/	/	/	12,5				4		
9	/	/	/	/	/			8,5			20	
10	/	/	/	/	/					36,5	10	0,5
11	/	/	/	/	/					40		
12	/	/	/	/	3					0,5		
13	/	/	/	/	2,5						9,5	0,5
14	/	/	/	/						1		25
15	/	/	/	/	5,5	19	5,5			9		0,5
16	/	/	/	/			13,5				1,5	2,5
17	/	/	/	/	34		7,5			4		/
18	/	/	/	/	8		12,5					/
19	/	/	/	/	4	8,5						/
20	/	/	/	/	0,5	4					0,5	/
21	/	/	/	/								/
22	/	/	/	/							1,5	/
23	/	/	/	/			9,5	38,5	12,5	2	0,5	/
24	/	/	/	/			0,5	30	3	11	5,5	/
25	/	/	/	/							3	/
26	/	/	/	/		16,5			20,5		2	/
27	/	/	/	/				24	6			/
28	/	/	/	/						21,5		/
29	/	/	/	/						21,5		/
30	/	/	/	/		14,5						/
31	/	/	/	/						0,5		/
TOTAL	/	/	/	/	57,5	89	73	101,5	50,5	238,5	54,5	54,5

Evénements pluviométriques dont la hauteur d'eau enregistrée

est \geq 10 mm

BASSIN DE SAVOURNON

Date	SAVO01		SAVO02	
	Hauteur (mm)	Durée (hms)	Hauteur (mm)	Durée (hms)
23/09/84	14,0	3h31'50		
22/03/85	12,0	8h10'23		
6/05/85	17,0	7h23'07		
7/05/85	28,0	16h01'29		
8/05/85				
10/05/85	21,5	11h16'36		
11/05/85				
12/05/85	12,5	3h22'47		
13/05/85	31,0	7h24'23		
24/05/85	27,5	3h37'17		
1/06/85	48,5	1h01'37		
5/08/85	42,5	9h08'52		
6/08/85				
25/08/85	27,0	7h28'06		
12/11/85	29,5	13h58'21		
8/12/85	13,5	6h39'29		
9/12/85	17,0	15h44'54		
10/12/85				
23/12/85	10,0	8h30'22		
25/12/85	15,0	2h16'26		
24/01/86	27,5	4h46'51		
17/02/86	23,0	8h38'59		
23/02/86	16,0	9h57'58		
24/09/86	12,0	2h42'06	14,5	2h42'26
	11,5	2h44'37	9,5	3h04'32
	31,0	6h38'35	38,0	9h36'40
14/10/86	11,5	3h58'10	10,5	4h06'17
15/10/86				
23/10/86	15,0	7h19'03	16,5	7h53'07
5/11/86	-	-	18,5	
14/11/86	54,0	17h54'32	65,5	18h52'21
8/12/86	10,5	9h11'05	12,0	8h30'05
9/12/86	-	-	10,0	7h23'42
26/12/86	10,0	2h47'18	-	-
14/01/87	17,5	9h03'15	-	-
3/02/87	13,5	6h02'28	13,0	6h00'52
4/02/87				
22/03/87	11,0	3h20'02	11,0	3h38'21
2/04/87	26,0	10h59'40	33,0	12h29'04
3/04/87				
4/04/87	57,0	15h28'15	70,5	15h22'04
5/04/87	*	*	10,5	2h27'38
9/04/87	*	*	20,5	8h24'28
3/05/87	*	*	11,0	2h50'54
17/05/87				

Date	SAVO01		SAVO02	
	Hauteur (mm)	Durée (hms)	Hauteur (mm)	Durée (hms)
8/06/87				
15/06/87				
26/06/87				
30/06/87				
2/07/87				
16/07/87	12,5	2h39'59		
18/07/87	11,0	2h49'43		
23/08/87	34,0	2h45'30		
24/08/87	22,0	3h23'01		
27/08/87	10,5	2h11'31		
23/09/87	10,5	0h28'46	13,0	0h47'33
26/09/87				
5/10/87	40,0	9h55'23	28,5	9h47'42
6/10/87	21,0	2h43'19	19,0	2h07'21
	16,5	2h59'02	15,0	3h01'07
10/10/87	33,5	6h00'29	37,5	6h09'50
11/10/87	12,0	4h01'17	12,5	3h57'38
	22,5	7h45'44	21,5	7h36'17
24/10/87	11,5	7h17'18	10,0	7h10'23
28/10/87	20,0	2h43'41	17,5	2h52'34
29/10/87	21,0	2h42'09	19,0	7h35'14
9/11/87	20,5	7h25'48	19,0	7h35'14
4/12/87	15,5	11h01'06	17,0	12h44'54
5/12/87	13,0	5h18'22	12,0	5h36'22
14/12/87	12,0	5h56'53	10,5	5h23'07
	12,5	5h19'32	12,5	5h36'11
25/12/87	23,5	9h41'01	22,0	8h52'01

HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : SAVD0102

Averse n° 73

Début le 13/ 5/1985 à 9h32'17
Fin le 13/ 5/1985 à 16h56'40

P seuil = 31 mm
Durée : 7h 24' 23

Intensités élémentaires

HMS basc	int	HMS basc	int												
mm/h		mm/h													
9h32'17	1.2	9h56'21	1.2	10h20'25	2.6	10h31'46	3.6	10h40' 1	2.9	10h50'22	2.4	11h 2'50	2.1	11h16'53	2.4
11h29'14	2.7	11h40'11	3.3	11h49'17	3.8	11h57'10	4.7	12h 3'29	4.7	12h 9'53	5.5	12h15'21	4.7	12h21'45	4.4
12h28'32	4.0	12h36' 2	5.2	12h41'48	5.9	12h46'54	5.6	12h52'13	5.7	12h57'29	3.9	13h 5' 8	4.9	13h11'19	5.6
13h16'30	6.9	13h20'51	4.8	13h27' 8	6.6	13h31'41	5.6	13h37' 4	6.5	13h41'39	6.0	13h46'40	5.9	13h51'45	3.8
13h59'43	4.8	14h 5'58	5.3	14h11'39	6.4	14h16'20	5.9	14h21'23	5.8	14h26'32	7.8	14h30'22	11.4	14h33' 0	11.0
14h35'44	9.8	14h38'47	8.7	14h42'15	7.5	14h46'16	6.6	14h50'49	6.8	14h55'14	5.8	15h 0'22	6.6	15h 4'53	4.7
15h11'17	5.7	15h16'34	6.7	15h21' 1	5.4	15h26'35	5.9	15h31'38	6.4	15h36'20	6.8	15h40'43	4.7	15h47' 7	4.7
15h54'28	5.0	16h 0'29	5.1	16h 6'22	6.3	16h11' 8	4.5	16h17'45	2.8	16h28'27	1.1	16h56'40			

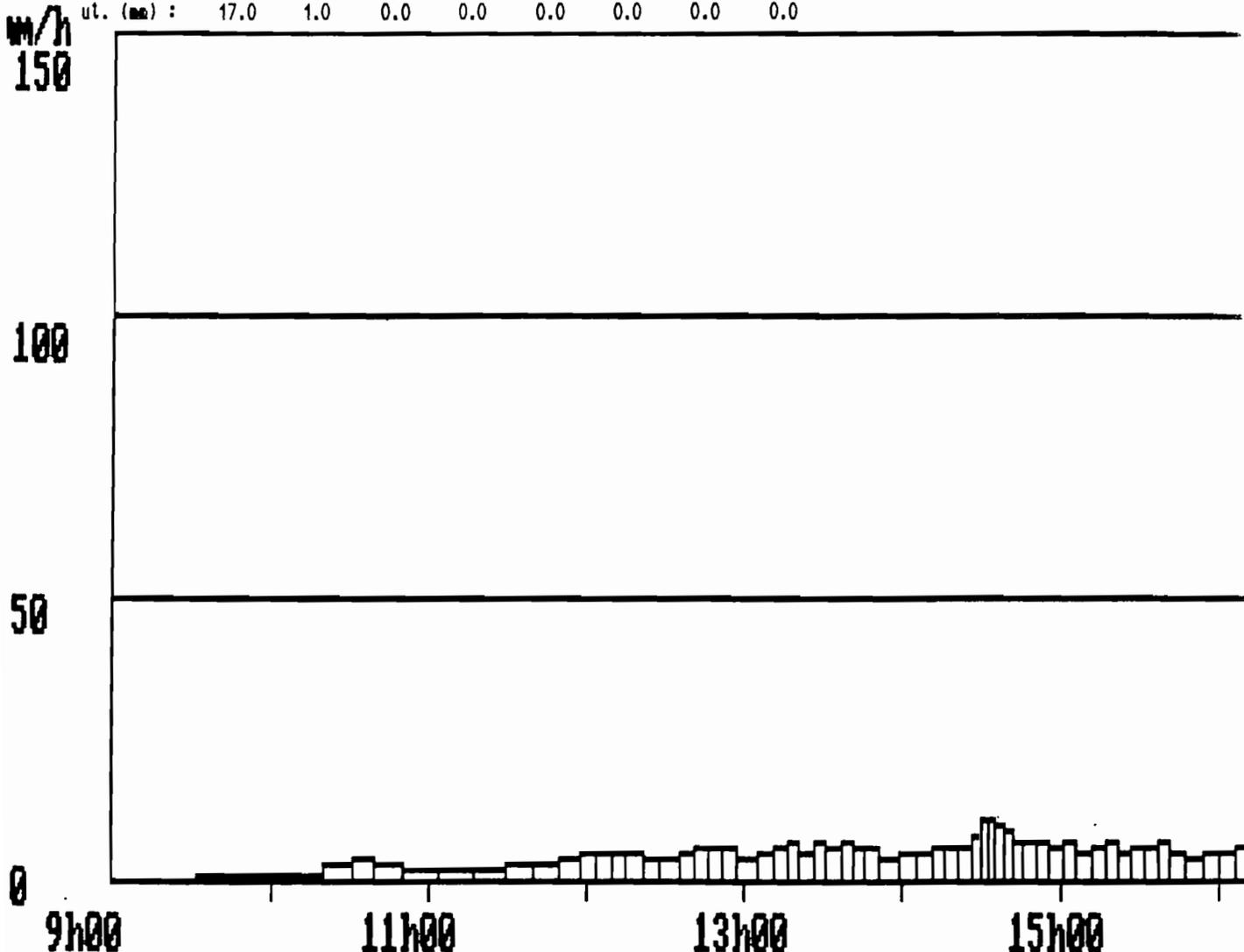
Intensité maximale élémentaire : 11.4mm/h pendant 158 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	11.4	11.4	11.2	10.2	9.6	9.1	8.3	7.1

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
ut. (mm) :	17.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : SAV00102

Averse n° 90

Début le 24/ 5/1985 à 20h13'21
 Fin le 24/ 5/1985 à 23h50'38

P seuil = 27.5 mm
 Durée : 3h 37' 17

Intensités élémentaires

HMS	basc	int															
		mm/h															
20h13'21		30.5	20h14'20		30.5	20h15'19		28.1	20h16'23		32.1	20h17'19		35.3	20h18'10		69.2
20h18'36		66.7	20h19'3		90.0	20h19'23		81.8	20h19'45		51.4	20h20'20		42.9	20h21'2		29.5
20h22'3		35.3	20h22'54		36.7	20h23'43		25.0	20h24'55		37.5	20h25'43		43.9	20h26'24		16.2
20h28'15		7.1	20h32'28		13.0	20h34'46		16.7	20h36'34		60.0	20h37'4		46.2	20h37'43		20.2
20h41'56		64.3	20h42'24		33.3	20h43'18		32.7	20h44'13		43.9	20h44'54		66.7	20h45'21		64.3
20h46'55		52.9	20h47'29		20.9	20h48'55		15.9	20h50'48		9.6	20h53'56		8.9	20h57'19		4.6
21h3'54		5.4	21h9'26		9.1	21h12'43		12.4	21h15'8		9.7	21h18'14		7.3	21h22'20		4.3
21h29'15		2.9	21h39'37		3.7	21h47'48		2.3	22h1'6		1.5	22h21'9		1.7	22h38'53		4.4
22h45'44		6.1	22h50'37		1.5	23h10'26		0.7	23h50'38								

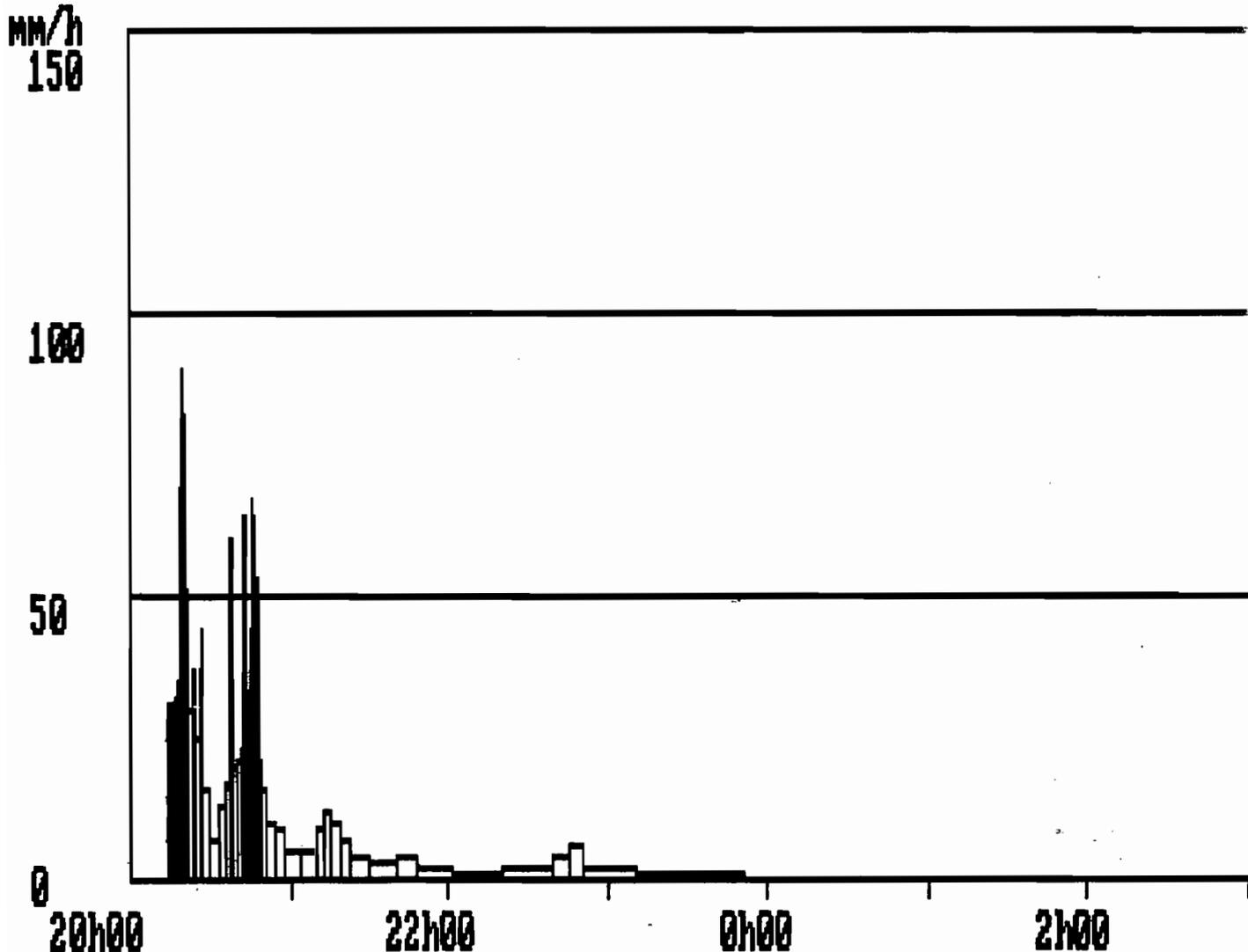
Intensité maximale élémentaire : 90.0mm/h pendant 20 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	90.0	80.0	50.0	41.9	32.9	27.8	30.8	20.6

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	22.5	18.5	17.5	16.0	14.0	12.5	8.0	6.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : SAV00102

Averse n° 95

Début le 1/ 6/1985 à 16h 0'31
 Fin le 1/ 6/1985 à 17h 2' 8

P seau = 48.5 mm
 Durée : 1h 1' 37

Intensités élémentaires

HMS	int	HMS	int	HMS	int	HMS	int	HMS	int	HMS	int	HMS	int	HMS	int	17
basc	mm/h	basc	mm/h	basc	mm/h	basc	mm/h	basc	mm/h	basc	mm/h	basc	mm/h	basc	mm/h	RF
16h 0'31	31.6	16h 1'28	31.6	16h 2'25	25.4	16h 3'36	5.6	16h 8'55	13.2	16h11'11	10.9	16h13'56	19.6	16h15'28	62	
16h15'57	42.9	16h16'39	14.5	16h18'43	20.2	16h20'12	18.4	16h21'50	15.9	16h23'43	21.4	16h25' 7	47.4	16h25'45	40	
16h26'30	29.0	16h27'32	20.2	16h29' 1	66.7	16h29'28	113	16h29'44	138	16h29'57	150	16h30' 9	225	16h30'17	1	
16h30'28	164	16h30'39	106	16h30'56	120	16h31'11	150	16h31'23	164	16h31'34	120	16h31'49	129	16h32' 3	1	
16h32'15	150	16h32'27	138	16h32'40	129	16h32'54	120	16h33' 9	164	16h33'20	164	16h33'31	138	16h33'44	2	
16h33'53	164	16h34' 4	150	16h34'16	138	16h34'29	150	16h34'41	120	16h34'56	106	16h35'13	106	16h35'30	94	
16h35'49	100.0	16h36' 7	81.8	16h36'29	120	16h36'44	150	16h36'56	164	16h37' 7	129	16h37'21	129	16h37'35	90	
16h37'55	113	16h38'11	138	16h38'24	180	16h38'34	138	16h38'47	164	16h38'58	164	16h39' 9	138	16h39'22	1	
16h39'37	100.0	16h39'55	113	16h40'11	150	16h40'23	164	16h40'34	164	16h40'45	138	16h40'58	138	16h41'11	1	
16h41'25	138	16h41'38	113	16h41'54	120	16h42' 9	75.0	16h42'33	62.1	16h43' 2	64.3	16h43'30	64.3	16h43'58	72	
16h44'23	85.7	16h44'44	52.9	16h45'18	45.0	16h45'58	58.1	16h46'29	62.1	16h46'58	48.6	16h47'35	72.0	16h48' 0	50	
16h48'36	52.9	16h49'10	52.9	16h49'44	48.6	16h50'21	40.0	16h51' 6	25.0	16h52'18	14.8	16h54'20	24.0	16h55'35	42	
16h56'17	5.1	17h 2' 8														

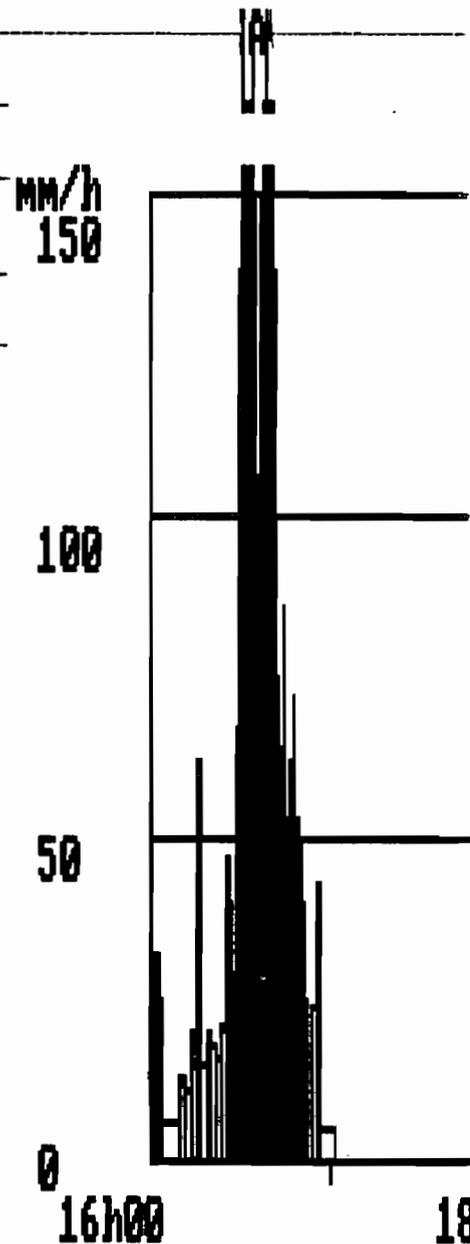
Intensité maximale élémentaire : 225.0mm/h pendant 8 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	225.0	160.9	145.1	133.3	122.4	106.0	80.8	47.4

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	48.5	47.5	45.5	44.0	42.0	40.5	39.5	35.5



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : SAV00106

Averse n° 238

Début le 24/ 9/1986 à 11h59'11
 Fin le 24/ 9/1986 à 18h37'46

P seuil = 31 mm
 Durée : 6h 38' 35

Intensités élémentaires

HMS	bas	int	HMS	bas	int	HMS	bas	int	HMS	bas	int	HMS	bas	int	HMS	bas	int
		mm/h			mm/h			mm/h			mm/h			mm/h			mm/h
11h59'11	0.9	12h33' 7	0.9	13h 7' 3	6.0	13h12' 4	10.8	13h14'51	12.2	13h17'19	9.4	13h20'31	7.5	13h24'31	5.2		
13h30'20	4.4	13h37' 7	11.0	13h39'50	5.9	13h44'54	10.2	13h47'51	8.0	13h51'37	8.2	13h55'16	9.8	13h58'20	11.5		
14h 0'57	4.2	14h 8' 4	8.0	14h11'49	4.1	14h19' 5	16.7	14h20'53	22.0	14h22'15	27.3	14h23'21	11.3	14h26' 0	1.6		
14h45' 4	2.1	14h59'10	1.9	15h15' 8	10.8	15h17'54	5.2	15h23'38	2.7	15h34'44	3.3	15h43'52	2.0	15h58'47	9.4		
16h 1'58	0.8	16h40'12	7.0	16h44'29	1.7	17h 2' 5	6.0	17h 7' 4	5.1	17h12'58	6.0	17h17'57	5.5	17h23'26	6.8		
17h27'52	5.1	17h33'48	6.6	17h38'21	8.1	17h42' 2	6.9	17h46'22	5.7	17h51'40	8.3	17h55'16	9.9	17h58'17	11.3		
18h 0'57	9.1	18h 4'15	11.7	18h 6'49	15.9	18h 8'42	19.1	18h10'16	19.1	18h11'50	15.9	18h13'43	9.4	18h16'55	8.7		
18h20'21	9.9	18h23'23	9.9	18h26'25	14.2	18h28'32	10.6	18h31'22	9.6	18h34'30	9.2	18h37'46					

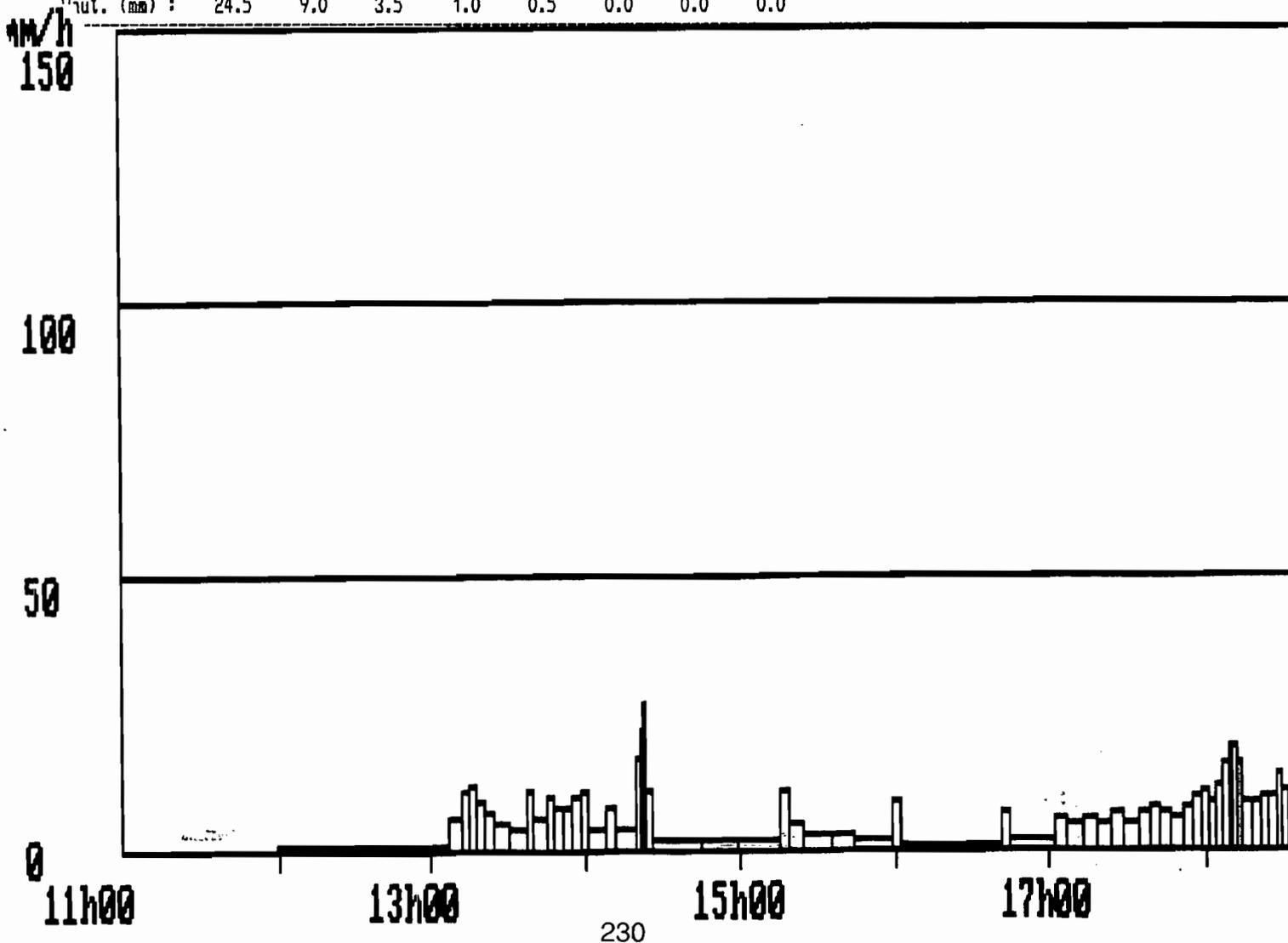
Intensité maximale élémentaire : 27.3mm/h pendant 66 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	27.3	27.3	18.6	15.5	13.7	12.7	11.9	9.9

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Int. (mm) :	24.5	9.0	3.5	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : SAV00301

Averse n° 22

Début le 15/ 6/1987 à 5h54' 4

P seuil = 14 mm

Fin le 15/ 6/1987 à 7h32'40

Durée : 1h 38' 36

Intensités élémentaires

HMS	basc	int	HMS	basc	int	HMS	basc	int	HMS	basc	int	HMS	basc	int	HMS	basc	int	
		mm/h			mm/h			mm/h			mm/h			mm/h			mm/h	
5h54'	4	3.4	6h 2'50	3.4	6h11'36	5.9	6h16'41	19.6	6h18'13	29.0	6h19'15	24.0	6h20'30	22.8	6h21'49	40.0	6h22'33	36.0
6h22'33		36.0	6h23'23	32.7	6h24'18	66.7	6h24'45	69.2	6h25'11	30.0	6h26'11	31.6	6h27' 8	7.0	6h31'26	11.9	6h33'57	4.6
6h33'57		4.6	6h40'28	6.2	6h45'20	7.8	6h49'12	10.0	6h52'12	11.3	6h54'51	5.6	7h 0'10	4.2	7h 7'21	7.0	7h11'37	7.1
7h11'37		7.1	7h15'51	5.6	7h21'13	6.2	7h26' 4	4.5	7h32'40									

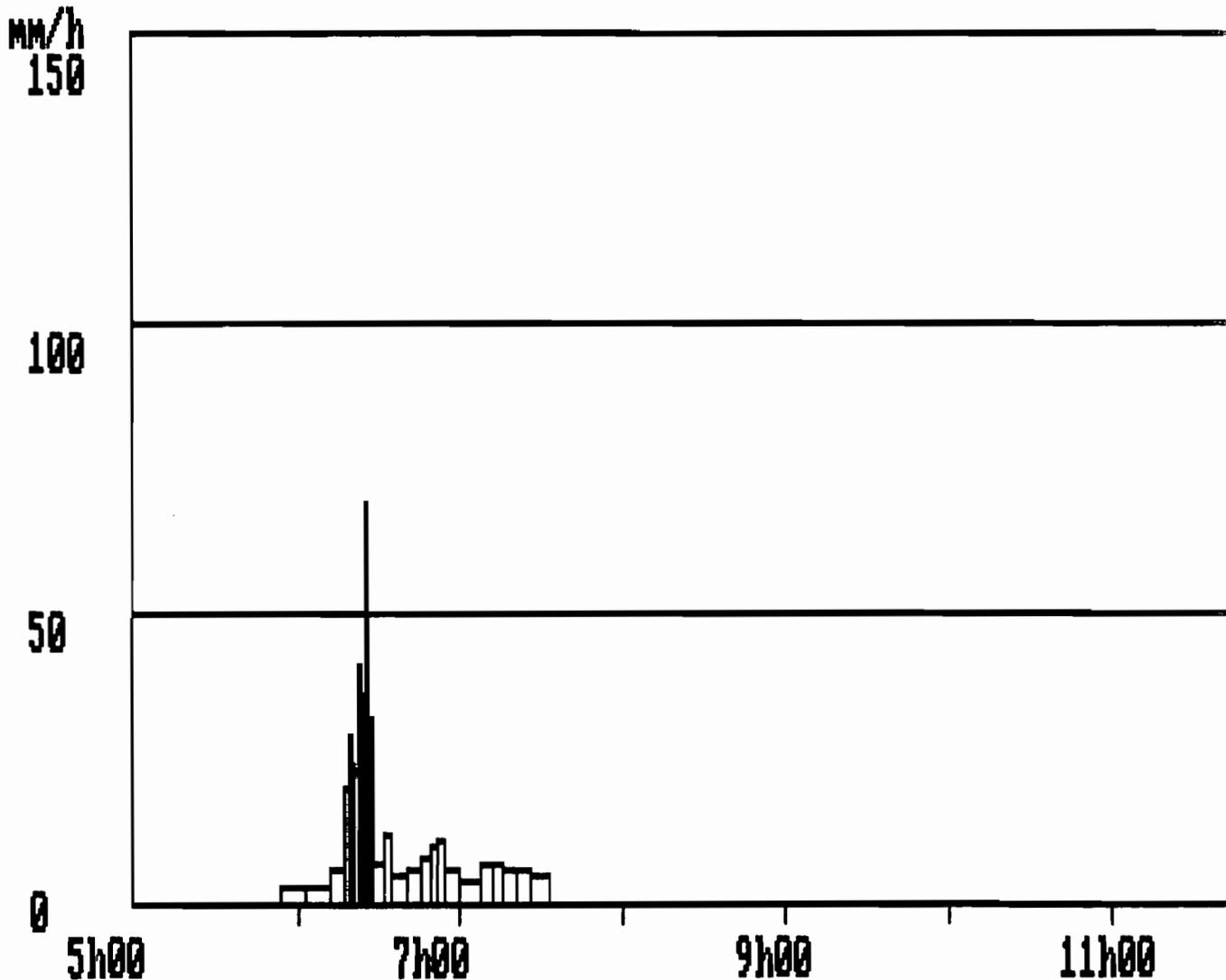
Intensité maximale élémentaire : 69.2mm/h pendant 26 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	69.2	63.8	39.4	32.1	24.1	20.3	15.3	11.1

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	11.5	7.0	5.5	5.0	4.0	3.5	1.5	1.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : SAV00301

Averse n° 32

Début le 30/ 6/1987 à 19h20' 2
Fin le 30/ 6/1987 à 20h13'15

P seuil = 14.5 mm
Durée : 0h 53' 13

Intensités élémentaires

HMS base	int	HMS base	int	HMS base	int	HMS base	int	HMS base	int	HMS base	int	HMS base	int	HMS base	int
	mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h
19h20' 2	10.8	19h22'49	10.8	19h25'36	22.5	19h26'56	25.4	19h28' 7	52.9	19h28'41	78.3	19h29' 4	113	19h29'20	72.
19h29'45	100.0	19h30' 3	90.0	19h30'23	94.7	19h30'42	85.7	19h31' 3	100.0	19h31'21	94.7	19h31'40	90.0	19h32' 0	62.
19h32'29	54.5	19h33' 2	46.2	19h33'41	11.6	19h36'16	3.4	19h45' 3	48.6	19h45'40	51.4	19h46'15	51.4	19h46'50	13.
19h49' 5	6.5	19h53'42	14.1	19h55'50	18.2	19h57'29	14.5	19h59'33	2.2	20h13'15					

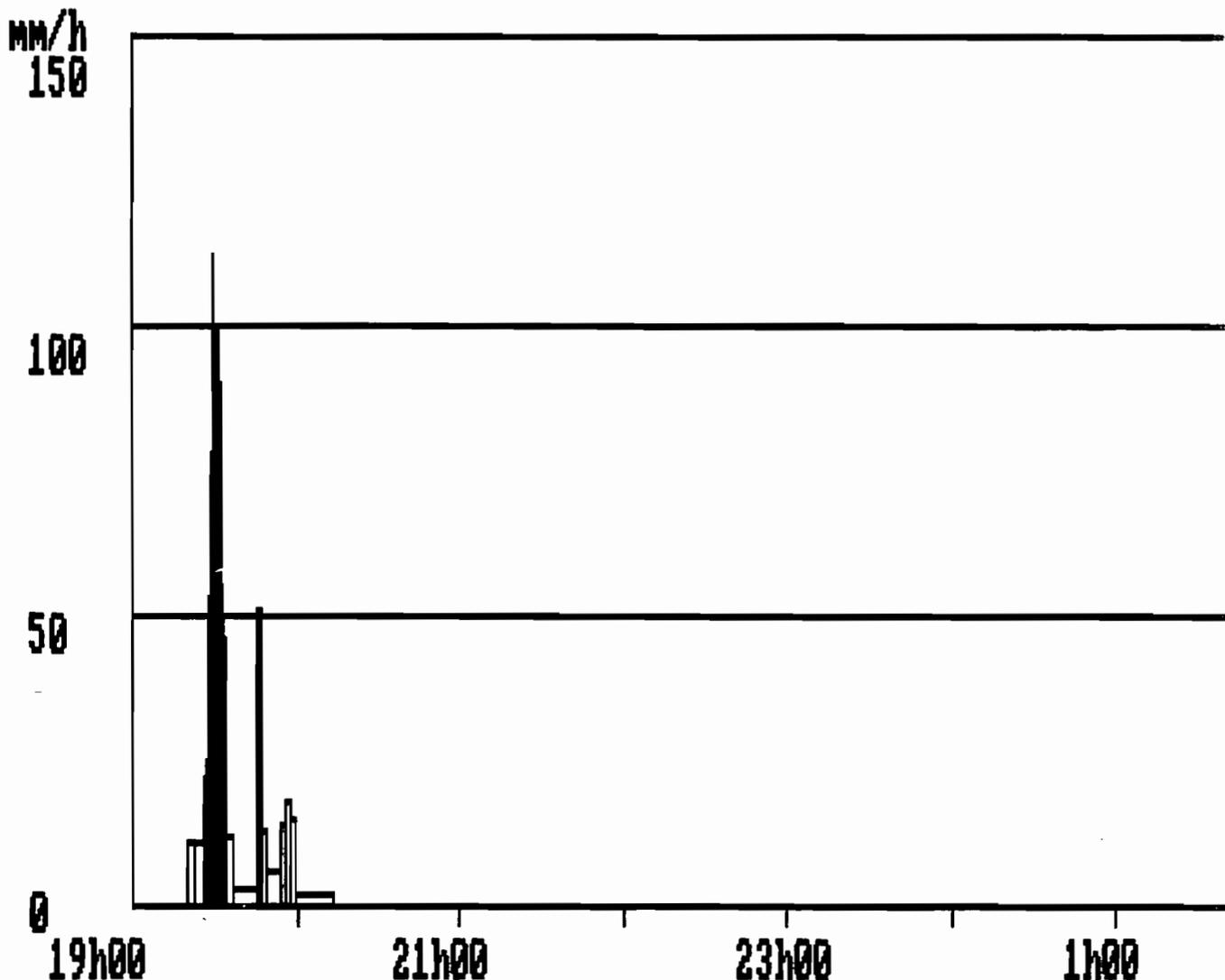
Intensité maximale élémentaire : 112.5mm/h pendant 16 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	112.5	94.3	78.4	50.1	37.1	30.1	23.8	0.0

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	13.5	13.0	10.0	9.5	9.0	8.5	8.5	7.5



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : SAV00301

Averse n° 33

Début le 2/ 7/1987 à 17h28'34

P seuil = 13 mm

Fin le 2/ 7/1987 à 18h20'53

Durée : 0h 52' 19

Intensités élémentaires

HMS	bas	int	HMS	bas	int	HMS	bas	int	HMS	bas	int	HMS	bas	int	HMS	bas	int
		mm/h			mm/h			mm/h			mm/h			mm/h			mm/h
17h28'34	40.9	17h29'18	40.9	17h30' 2	25.0	17h31'14	20.0	17h32'44	13.8	17h34'54	10.6	17h37'44	7.9	17h41'33	11.2		
17h44'14	12.0	17h46'44	7.7	17h50'38	6.8	17h55' 1	18.0	17h56'41	16.1	17h58'33	16.2	18h 0'24	20.2	18h 1'53	24.0		
18h 3' 8	24.7	18h 4'21	20.0	18h 5'51	22.5	18h 7'11	24.3	18h 8'25	26.5	18h 9'33	36.7	18h10'22	31.0	18h11'20	19.4		
18h12'53	10.3	18h15'47	5.9	18h20'53													

Intensité maximale élémentaire : 40.9mm/h pendant 44 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	40.9	40.9	27.8	25.1	22.7	20.3	16.5	0.0

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	13.0	11.0	8.5	6.5	3.0	2.0	1.0	0.0

MM/h
150

100

50

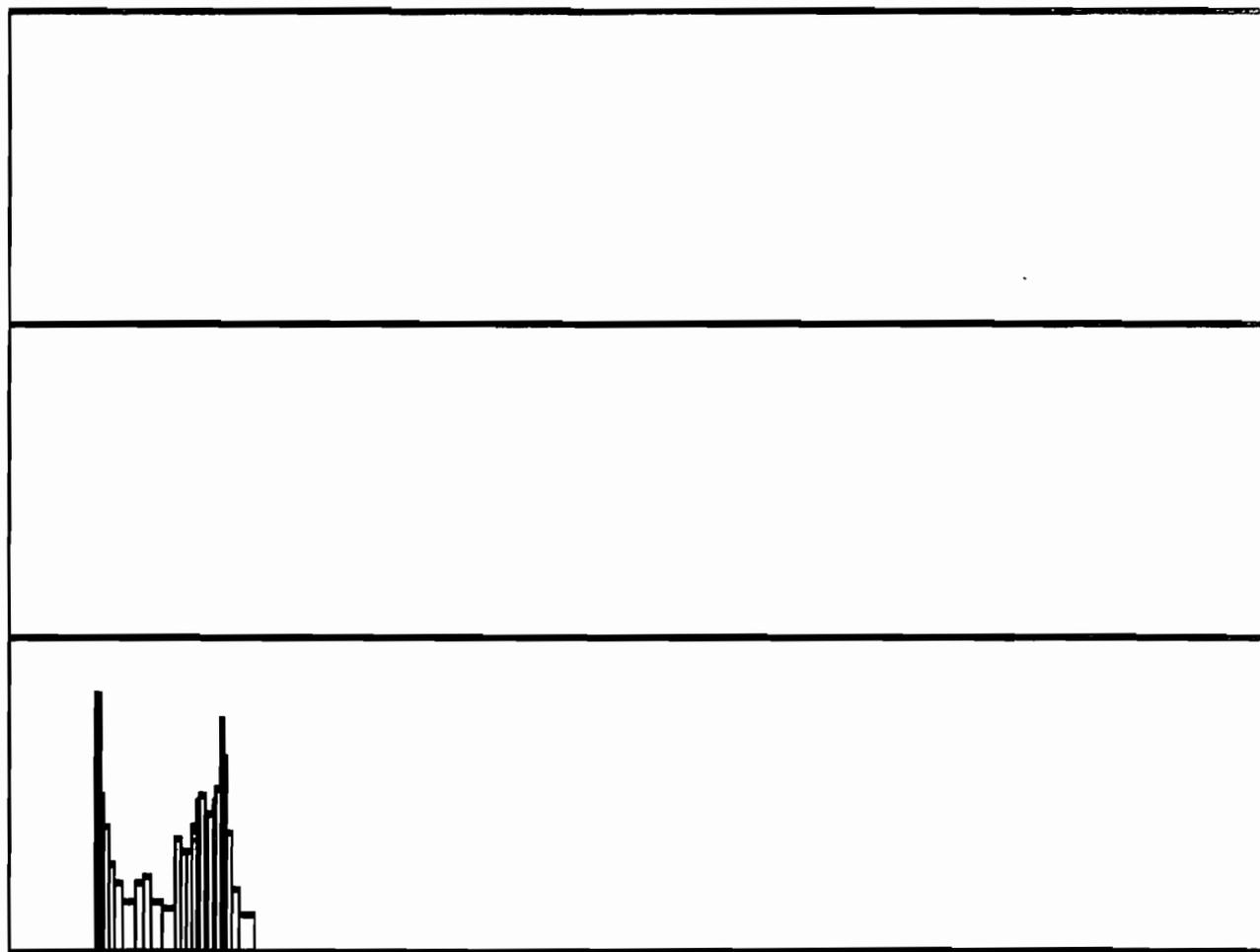
0

17h00

19h00

21h00

23h00



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : SAV00301

Averse n° 60

Début le 23/ 8/1987 à 19h12'25

P seuil = 35 mm

Fin le 23/ 8/1987 à 22h 8'19

Durée : 2h 55' 54

Intensités élémentaires

HMS	bas	int															
		mm/h															
19h12'25		5.9	19h17'31		5.9	19h22'37		4.4	19h29'27		1.8	19h46' 2		5.0	19h52' 2		27.7
19h54'11		33.3	19h55' 5		11.5	19h57'42		46.2	19h58'21		60.0	19h58'51		58.1	19h59'22		58.1
19h59'53		66.7	20h 0'20		78.3	20h 1' 6		94.7	20h 1'25		113	20h 1'41		90.0	20h 2' 1		75.0
20h 2'25		113	20h 2'41		138	20h 2'54		138	20h 3' 7		129	20h 3'21		85.7	20h 3'42		41.9
20h 4'25		58.1	20h 4'56		43.9	20h 5'37		35.3	20h 6'28		33.3	20h 7'22		47.4	20h 8' 0		46.2
20h 8'39		41.9	20h 9'22		27.7	20h10'27		34.0	20h11'20		35.3	20h12'11		27.7	20h13'16		33.3
20h14'10		38.3	20h14'57		39.1	20h15'43		41.9	20h16'26		37.5	20h17'14		6.5	20h21'53		21.2
20h23'18		2.3	20h36'29		3.2	20h45'55		9.4	20h49' 6		12.8	20h51'27		19.1	20h53' 1		18.0
20h54'41		26.9	20h56'55		20.9	20h58'21		22.5	20h59'41		29.0	21h 0'43		50.0	21h 1'19		40.0
21h 2' 4		31.6	21h 3' 1		39.1	21h 3'47		42.9	21h 4'29		62.1	21h 4'58		81.8	21h 5'20		60.0
21h 5'50		30.5	21h 6'49		31.0	21h 7'47		22.0	21h 9' 9		7.5	21h13' 9		2.5	21h25'18		0.7

Intensité maximale élémentaire : 138.5mm/h pendant 13 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	138.5	125.0	85.8	64.6	54.4	49.8	39.0	22.0

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	32.0	29.0	28.0	27.0	25.0	22.0	15.5	11.0

mm/h
150

100

50

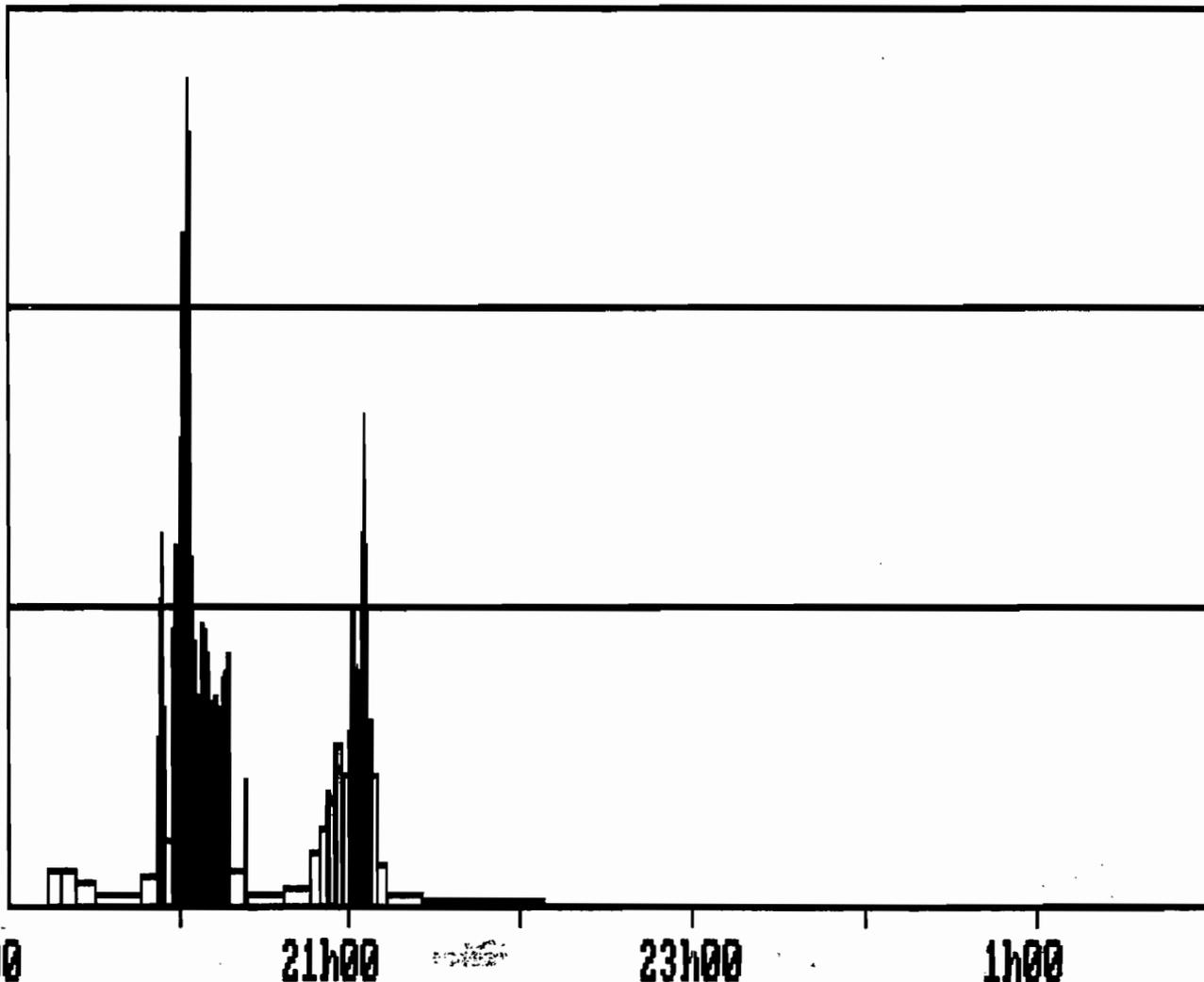
0

19h00

21h00

23h00

1h00



HYETOGAPME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : SAV00109

Averse n° 374

Début le 24/ 8/1987 à 7h 3'47

P seuil = 22 mm

Fin le 24/ 8/1987 à 10h26'48

Durée : 3h 23' 1

Intensités élémentaires

HMS	basc	int	HMS	basc	int	HMS	basc	int	HMS	basc	int	HMS	basc	int	HMS	basc	int
		mm/h			mm/h			mm/h			mm/h			mm/h			mm/h
7h 3'47	6.7	7h 8'15	6.7	7h12'43	7.2	7h16'52	4.8	7h23' 5	7.8	7h26'57	40.0	7h27'42	50.0	7h28'18	100.		
7h28'36	56.3	7h29' 8	54.5	7h29'41	34.0	7h30'34	32.1	7h31'30	33.3	7h32'24	40.9	7h33' 8	7.1	7h37'22	16.		
7h39'14	24.3	7h40'28	30.0	7h41'28	30.5	7h42'27	13.5	7h44'40	66.7	7h45' 7	85.7	7h45'28	51.4	7h46' 3	43.		
7h46'44	11.5	7h49'20	5.8	7h54'30	6.4	7h59'13	26.1	8h 0'22	28.6	8h 1'25	17.6	8h 3' 7	9.6	8h 6'14	6.		
8h11'13	1.4	8h33' 6	1.4	8h54'23	17.8	8h56' 4	12.4	8h58'29	20.5	8h59'57	24.0	9h 1'12	15.0	9h 3'12	21.		
9h 4'35	1.1	9h31'18	23.1	9h32'36	6.4	9h37'17	0.6	10h26'48									

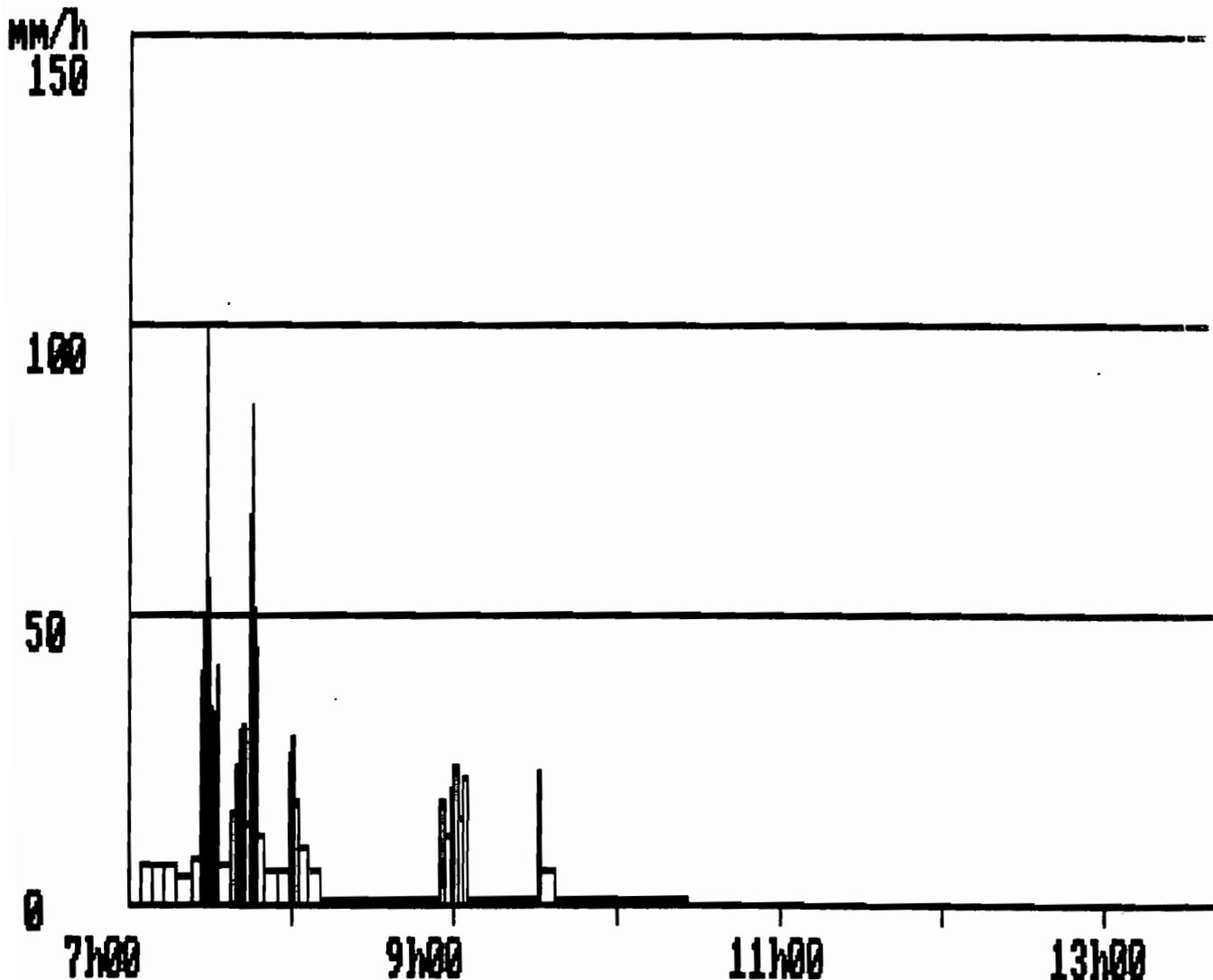
Intensité maximale élémentaire : 100.0mm/h pendant 18 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	100.0	68.3	44.4	30.0	26.7	28.6	21.6	15.2

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	19.5	14.5	13.0	11.0	8.5	7.5	5.0	3.5



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : SAV00109

Averse n° 386

Début le 26/ 9/1987 à 10h57' 1

P seau = 17 mm

Fin le 26/ 9/1987 à 13h 1'20

Durée : 2h. 4' 19

Intensités élémentaires

HMS basc	int														
	mm/h														
10h57' 1	2.0	11h11'47	2.0	11h26'33	24.0	11h27'48	30.0	11h28'48	7.2	11h32'58	5.9	11h38' 2	1.4	11h59'13	9.3
12h 2'20	42.9	12h 3' 2	31.0	12h 4' 0	41.9	12h 4'43	64.3	12h 5'11	48.6	12h 5'48	62.1	12h 6'17	94.7	12h 6'36	94.7
12h 6'55	78.3	12h 7'18	129	12h 7'32	85.7	12h 7'53	150	12h 8' 5	113	12h 8'21	164	12h 8'32	129	12h 8'46	164
12h 8'57	69.2	12h 9'23	39.1	12h10' 9	9.7	12h13'14	14.2	12h15'21	2.9	12h25'49	15.5	12h27'45	5.7	12h33' 0	10.1
12h35'59	4.7	12h42'24	1.6	13h 1'20											

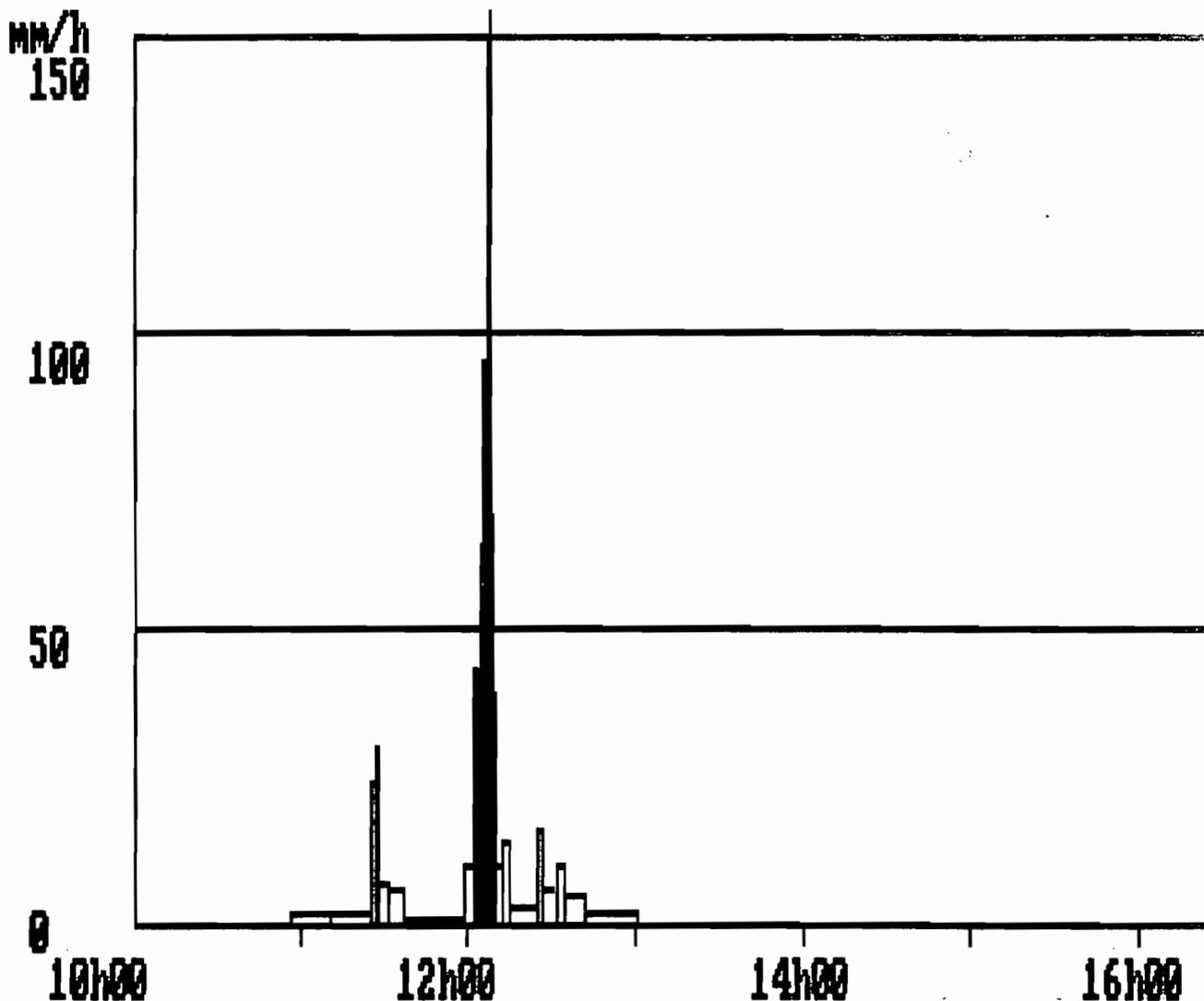
Intensité maximale élémentaire : 163.6mm/h pendant 11 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	163.6	140.0	86.8	56.1	41.3	31.8	23.1	13.5

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	14.0	11.5	10.5	10.0	9.5	9.5	8.0	6.5



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : SAV00109

Averse n° 400

Début le 6/10/1987 à 7h56' 5

P seuil = 21 mm

Fin le 6/10/1987 à 10h39'24

Durée : 2h 43' 19

Intensités élémentaires

HMS basc	int														
	mm/h														
7h56' 5	2.3	8h 9'20	2.3	8h22'35	1.8	8h39'22	4.1	8h46'46	3.7	8h54'58	23.1	8h56'16	48.6	8h56'53	56.3
8h57'25	18.8	8h59' 1	20.7	9h 0'28	41.9	9h 1'11	27.7	9h 2'16	19.8	9h 3'47	11.9	9h 6'18	25.4	9h 7'29	34.0
9h 8'22	58.1	9h 8'53	64.3	9h 9'21	78.3	9h 9'44	85.7	9h10' 5	78.3	9h10'28	94.7	9h10'47	120	9h11' 2	52.9
9h11'36	37.5	9h12'24	48.6	9h13' 1	85.7	9h13'22	78.3	9h13'45	90.0	9h14' 5	62.1	9h14'34	75.0	9h14'58	48.6
9h15'35	66.7	9h16' 2	42.9	9h16'44	56.3	9h17'16	56.3	9h17'48	51.4	9h18'23	12.1	9h20'52	9.2	9h24' 8	2.9
9h34'36	1.1	10h 2'48	0.8	10h39'24											

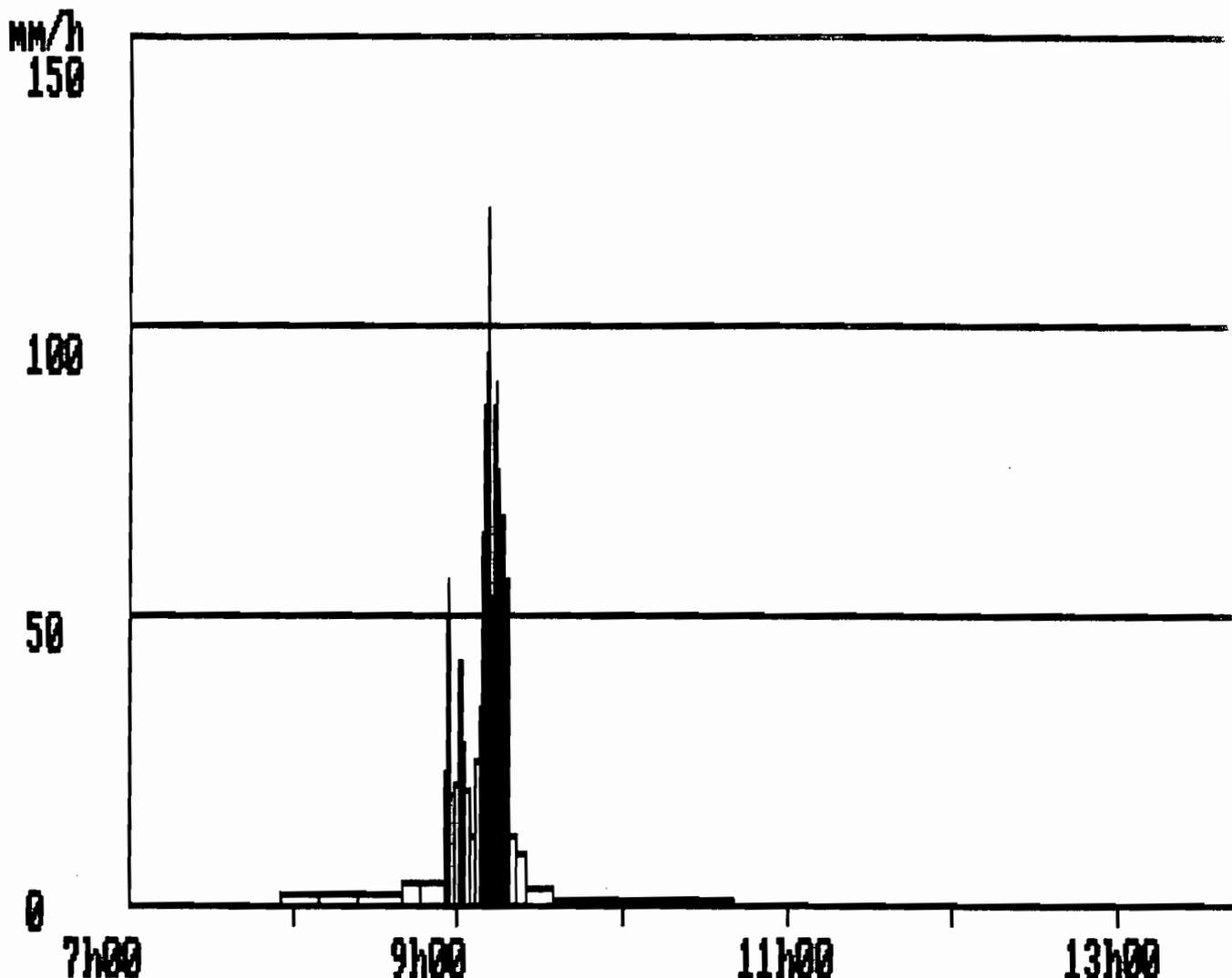
Intensité maximale élémentaire : 120.0mm/h pendant 15 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	120.0	94.3	69.4	62.9	48.5	42.6	34.1	18.6

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	17.0	16.5	15.5	14.5	13.5	12.5	11.5	9.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE DEDIPE

Fichier : SAV00109

Averse n° 401

Début le 6/10/1987 à 14h59'20
Fin le 6/10/1987 à 17h58'22

P seuil = 16.5 mm
Durée : 2h 59' 2

Intensités élémentaires

HMS basc	int														
	mm/h														
14h59'20	6.8	15h 3'46	6.8	15h 8'12	7.9	15h11'59	18.6	15h13'36	31.0	15h14'34	20.2	15h16' 3	15.3	15h18' 1	9.5
15h21'11	9.5	15h24'21	8.9	15h27'43	20.0	15h29'13	21.2	15h30'38	29.0	15h31'40	7.2	15h35'51	11.8	15h38'24	4.6
15h44'56	18.2	15h46'35	4.2	15h53'39	2.6	16h 5'16	1.1	16h33'32	1.8	16h50'25	2.1	17h 4'58	8.0	17h 8'44	26.1
17h 9'53	34.6	17h10'45	5.1	17h16'39	5.8	17h21'52	3.6	17h30' 8	6.9	17h34'28	6.7	17h38'56	5.8	17h44' 9	4.0
17h51'34	4.4	17h58'22													

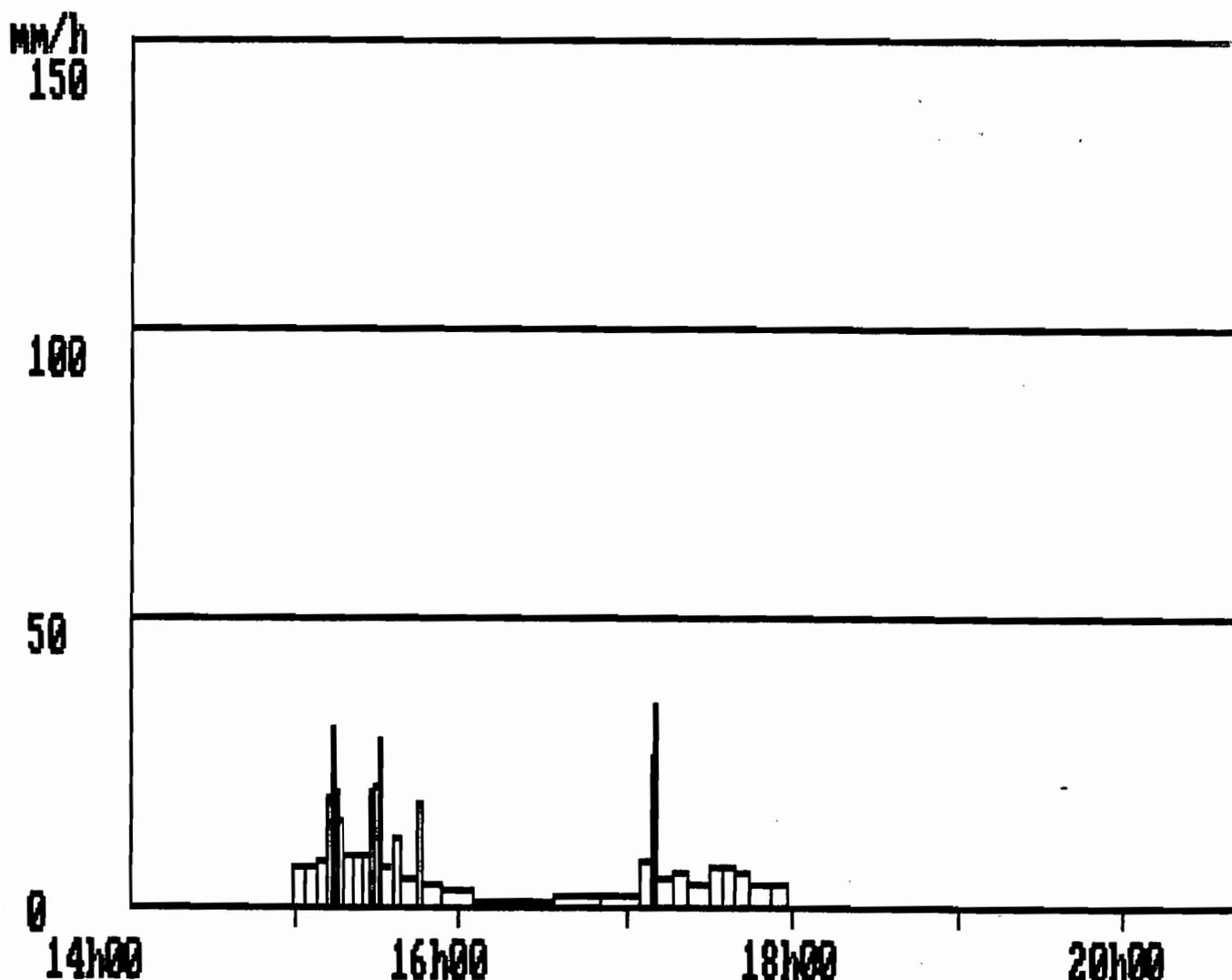
Intensité maximale élémentaire : 34.6mm/h pendant 52 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	34.6	33.5	20.2	15.6	13.4	15.1	12.9	8.8

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	12.0	5.5	5.0	3.5	2.0	1.0	0.0	0.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : SAV00109

Averse n° 406

Début le 10/10/1987 à 12h28'10

P seau = 33.5 mm

Fin le 10/10/1987 à 18h28'39

Durée : 6h 0' 29

Intensités élémentaires

HMS	bas	int															
		mm/h															
12h28'10		1.4	12h49'16		1.4	13h10'22		3.7	13h18'33		3.9	13h26'11		5.0	13h32' 8		5.7
13h48'35		7.4	13h52'37		6.4	13h57'18		6.5	14h 1'54		6.2	14h 6'44		6.1	14h11'37		6.3
14h27'10		4.3	14h34'10		5.3	14h39'47		3.3	14h48'50		3.4	14h57'40		2.2	15h11'11		4.3
15h40'36		3.7	15h48'41		7.2	15h52'52		8.9	15h56'15		7.6	16h 0'13		8.8	16h 3'38		9.3
16h12'58		11.7	16h15'32		12.2	16h17'59		11.3	16h20'38		11.7	16h23'12		9.4	16h26'24		6.5
16h38'39		7.4	16h42'42		4.7	16h49' 5		6.7	16h53'34		8.0	16h57'18		7.9	17h 1' 6		9.0
17h10' 6		16.1	17h11'58		10.8	17h14'44		12.3	17h17'10		12.6	17h19'33		28.6	17h20'36		27.3
17h25' 9		11.5	17h27'45		8.5	17h31'16		10.5	17h34' 7		2.1	17h48'21		6.3	17h53' 6		3.6
18h15'15		9.9	18h18'16		3.7	18h26'26		13.5	18h28'39								

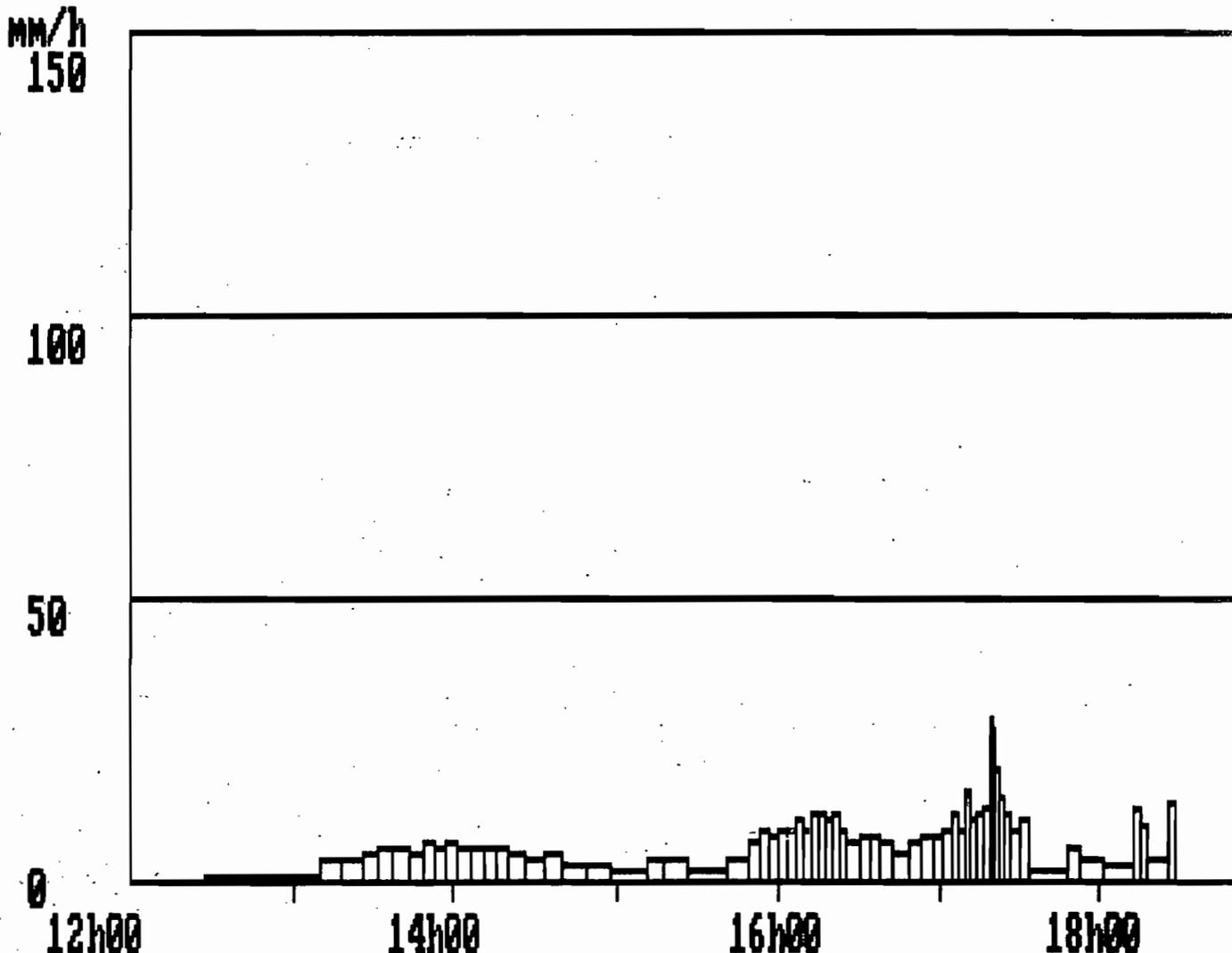
Intensité maximale élémentaire : 28.6mm/h pendant 63 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	28.6	28.6	21.5	17.5	15.9	14.6	13.1	10.1

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	24.5	9.0	2.5	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE DEDIPE

Fichier : SAV00110

Averse n° 426

Début le 28/10/1987 à 16h 6'56
 Fin le 28/10/1987 à 18h50'37

P seuil = 20 mm
 Durée : 2h 43' 41

Intensités élémentaires

HMS basc	int														
	mm/h														
16h 6'56	9.8	16h 9'59	9.8	16h13' 2	21.7	16h14'25	22.5	16h15'45	52.9	16h16'19	47.4	16h16'57	69.2	16h17'23	56.3
16h17'55	54.5	16h18'28	64.3	16h18'56	66.7	16h19'23	64.3	16h19'51	60.0	16h20'21	26.5	16h21'29	23.1	16h22'47	23.1
16h24' 5	56.3	16h24'37	56.3	16h25' 9	66.7	16h25'36	43.9	16h26'17	48.6	16h26'54	23.7	16h28'10	15.7	16h30' 5	9.2
16h33'21	18.0	16h35' 1	10.6	16h37'51	10.8	16h40'37	7.4	16h44'39	12.6	16h47' 2	8.1	16h50'44	3.8	16h58'34	5.6
17h 3'55	7.0	17h 8'11	7.6	17h12' 8	11.0	17h14'52	6.4	17h19'32	3.2	17h28'47	2.2	17h42'44	0.8	18h21' 1	1.0
18h50'37															

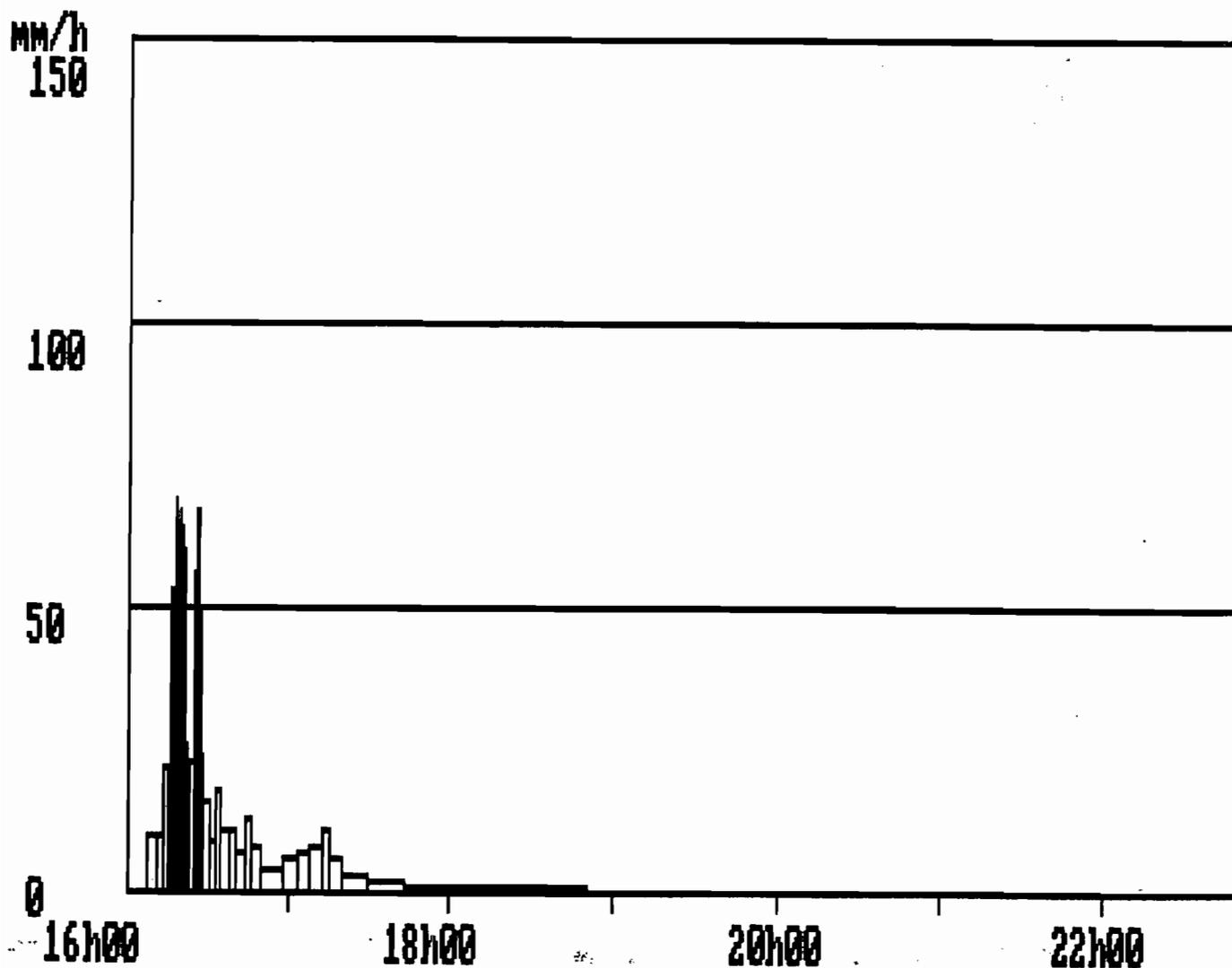
Intensité maximale élémentaire : 69.2mm/h pendant 26 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	69.2	65.4	55.8	45.3	39.8	33.0	25.8	16.3

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	17.5	13.0	11.0	10.0	7.5	7.0	7.0	5.5



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : SAVD0110

Averse n° 427

Début le 29/10/1987 à 4h 9' 1
 Fin le 29/10/1987 à 6h51' 9

P seuil = 21 mm
 Durée : 2h 42' 8

Intensités élémentaires

HMS basc	int														
	mm/h														
4h 9' 1	38.3	4h 9'48	38.3	4h10'35	20.9	4h12' 1	17.0	4h13'47	20.7	4h15'14	22.0	4h16'36	11.3	4h19'15	26.9
4h20'22	39.1	4h21' 8	64.3	4h21'36	56.3	4h22' 8	33.3	4h23' 2	36.7	4h23'51	43.9	4h24'32	25.4	4h25'43	9.0
4h29' 3	12.0	4h31'33	9.8	4h34'36	13.5	4h36'49	13.0	4h39' 7	9.0	4h42'26	10.3	4h45'20	12.0	4h47'50	8.5
4h51'23	7.9	4h55'10	3.1	5h 4'54	6.3	5h 9'40	13.0	5h11'58	8.7	5h15'26	3.7	5h23'34	2.0	5h38'56	4.3
5h45'59	7.6	5h49'57	5.8	5h55' 6	4.9	6h 1'14	7.2	6h 5'24	4.7	6h11'47	4.8	6h18' 1	6.2	6h22'51	2.3
6h35'58	6.2	6h40'50	2.9	6h51' 9											

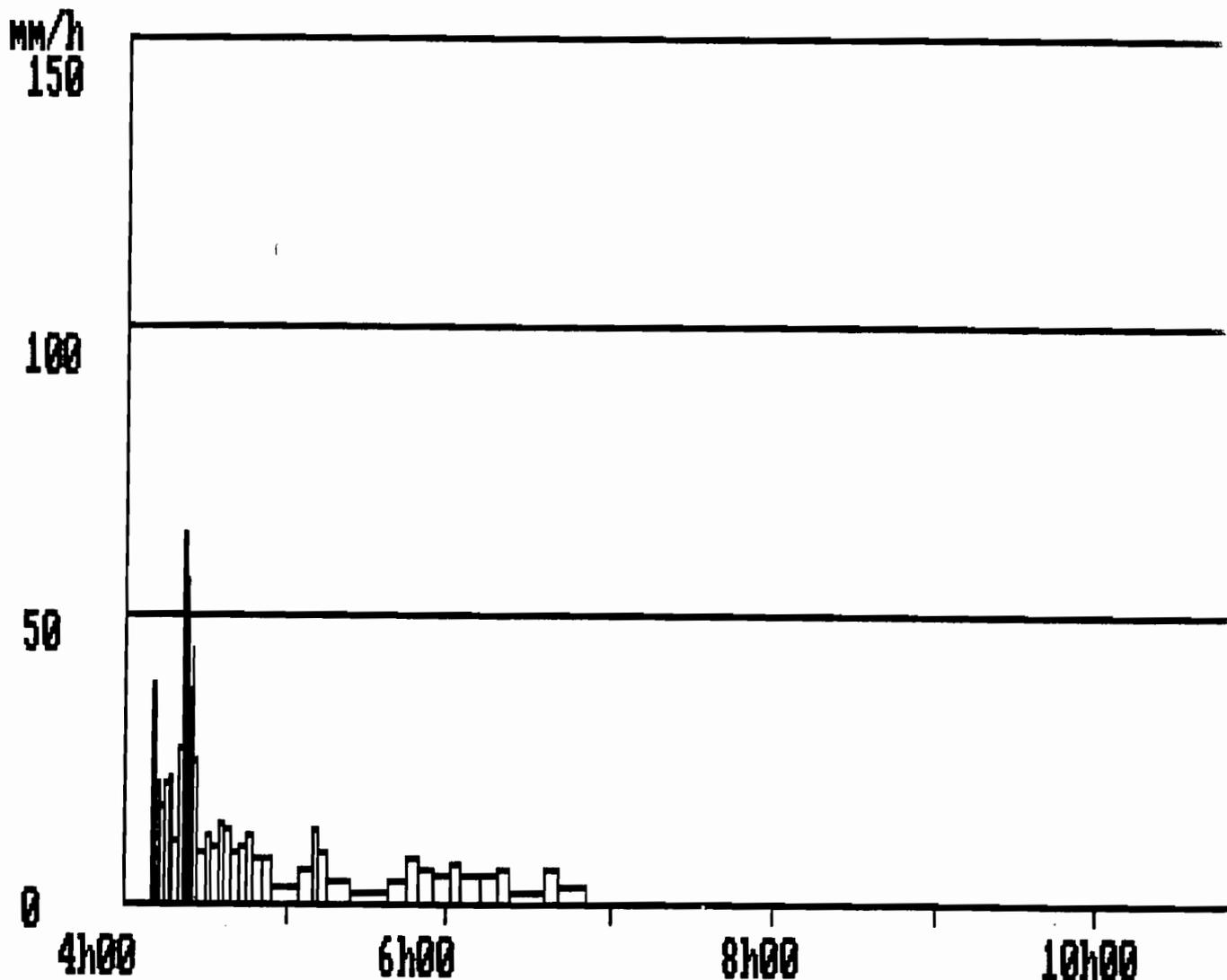
Intensité maximale élémentaire : 64.3mm/h pendant 28 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	64.3	60.0	40.5	28.9	26.7	23.9	19.9	13.1

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	16.5	10.5	7.0	6.5	5.0	4.0	1.5	1.0



4 BASSIN DE ST. GENIS

Chronologie des averses

- STGE01 - STGE02

- Le 23 - 9 - 84 :

STGE01 : l'averse débute à 5h13' et dure 2h54'. La totalité des précipitations atteint une hauteur de 16 mm. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 12,4 mm/h. La pluie qui tombe avec une intensité supérieure à 5 mm/h représente une hauteur de 13,5 mm soit plus de 80 % de l'averse. La presque totalité de l'averse tombe avec une intensité inférieure à 15 mm/h.

STGE02 : l'averse débute à 5h18' et dure 2h51. La hauteur des précipitations atteint 16 mm. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est pratiquement la même que celle observée à STGE01 - 12,7 mm/h-. Le hyétogramme présente deux pointes d'intensité qui s'individualisent du reste de l'averse, en début et à la fin de celle-ci.

- Le 1 - 10 - 84 :

STGE01 : une pluie forte débute à 18h28'. Sa hauteur d'eau atteint 13 mm en 3h 10'. Son intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 18,6 mm/h. Le hyétogramme présente une pointe d'intensité de 34,6 mm/h pendant 52 secondes.

STGE02 : à ce poste la hauteur des précipitations est la même qu'à STGE01 (13 mm) pour une durée sensiblement égale - 3h03' -.

Le hyétogramme présente une pointe d'intensité de 22,5 mm/h pendant 80 secondes, positionnée de la même façon que celle de STGE01.

- Le 3 - 10 - 84 :

STGE01 : une pluie forte débute à 2h54' - 39,5 mm de précipitations en 8h08' -. Son intensité maximale élémentaire est de 15,4 mm/h pendant 117 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 13,2 mm/h.

La hauteur de pluie qui tombe avec une intensité supérieure à 5 mm/h est de 29 mm soit plus de 70 % de l'averse totale.

Le hyétogramme est homogène sur toute la durée de l'averse. Les intensités ne dépassent pas 20 mm/h.

STGE02 : la hauteur des précipitations atteint 40,5 mm en 6h58'. L'intensité maximale élémentaire est de 13,4 mm/h pendant 134 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 12,3 mm/h.

La hauteur des précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 5 mm/h est de 31,5 mm soit plus de 75 % de l'averse.

- Le 4.10.84 :

STGE01 : l'averse débute à 13h13' et dure 5h35', sa hauteur d'eau est de 27 mm. Ses intensités sont importantes: 30,5 mm/h pendant 59 secondes pour l'intensité maximale élémentaire et 25,5 mm/h pour l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes.

La hauteur des précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 5 mm/h est de 16,5 mm soit 60 % de l'averse. La hauteur des précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 10 mm/h est de 10 mm soit un peu moins de 40 % de l'averse.

Le hyétogramme présente plusieurs pointes d'intensité que l'on peut regrouper en 3 groupes.

- le premier groupe au milieu de l'averse, correspond à des intensités de 19,8 mm/h durant 91 secondes et de 17,8 mm/h durant 101 secondes.

- le deuxième groupe, vers la fin de l'averse, correspond à des intensités:

- de 28,1 mm/h pendant 64 secondes.
- de 27,7 mm/h pendant 65 secondes.
- de 30,5 mm/h pendant 59 secondes.

- le troisième groupe, en fin d'averse, correspond à des intensités de:

- 10,2 mm/h pendant 177 secondes.
- 11,2 mm/h pendant 161 secondes.
- 12,2 mm/h pendant 147 secondes.
- 4,9 mm/h pendant 121 secondes.

STGE02 : la hauteur des précipitations est inférieure à celle de STGE01 de 4,5 mm – 22,5 mm à STGE02 pour 27 mm à STGE01 – la durée de l'averse est sensiblement égale – 5h40' –. L'intensité maximale élémentaire est de 28,6 mm/h pendant 63 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 24,3 mm/h.

Les précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 10 mm/h atteignent une hauteur de 9 mm soit 40 % de l'averse totale. Le hyétogramme présente les mêmes pointes d'intensité qu'à STGE01.

- Le 26.10.84 :

STGE01 : on enregistre 17 mm de précipitations en 5h25'. L'averse débute à 7h 52'. Son intensité maximale élémentaire est de 19,8 mm/h pendant 91 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 18,6 mm/h. La pluie qui tombe avec une intensité supérieure à 10 mm/h atteint une hauteur de 6,5 mm soit près de 40 % de l'averse totale. La totalité de l'averse tombe avec une intensité inférieure à 20 mm/h.

STGE02 : la hauteur des précipitations est de 18 mm en 3h09'. L'intensité maximale élémentaire est de 29 mm/h pendant 62 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 22,1 mm/h.

- Le 3.11.84 :

STGE01 : une pluie légère débute à 7h43'. La hauteur des précipitations atteint 11 mm en 4h47'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 4,7 mm/h.

STGE02 : il tombe 14 mm de pluie en 4h45'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 6,5 mm/h.

- Le 6.11.84 :

STGE01 : l'averse débute à 0h50'. Il tombe 34 mm de pluie forte en 7h37'. L'intensité maximale élémentaire est de 27,5 mm/h pendant 70 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 15,5 mm/h.

La hauteur de pluie qui tombe avec une intensité supérieure à 5 mm/h est de 20,5 mm soit près de 60 % de l'averse totale. Le hyétogramme présente une pointe d'intensité de 25,7 mm/h pendant 70 secondes.

STGE02 : à ce poste la hauteur des précipitations est plus importante - 41 mm en 7h53' - les intensités également. L'intensité maximale élémentaire est de 52,9 mm/h pendant 34 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 24,2 mm/h.

La hauteur d'eau qui tombe avec une intensité supérieure à 5 mm/h est de 28 mm soit près de 70 % de l'averse totale. Le hyétogramme présente une pointe d'intensité qui se situe approximativement au même endroit que celle observée à STGE01. Elle correspond à une intensité de 52,9 mm/h pendant 34 secondes.

- Le 14.11.84 et le 15.11.84 :

STGE01 : 2 pluies légères sont enregistrées.

- la première débute à 12h55'. Sa hauteur atteint 14 mm en 7h20'. Son intensité maximale pour une durée de 5 minutes est faible: 4,2 mm/h.

- la hauteur des précipitations de la deuxième est de 9 mm.

STGE02 : deux pluies légères sont également enregistrées.

- la première atteint une hauteur de 16 mm en 7h08' avec une intensité maximale en 5 minutes de 5,2 mm/h.

- la deuxième une hauteur de 12,5 mm en 7h46' avec une intensité maximale en 5 minutes de 4 mm/h.

- Le 1.12.84 et le 2.12.84 :

STGE01 : l'averse débute à 17h48'. Il tombe 25,5 mm de précipitations en 6h47'. L'intensité maximale élémentaire est de 12,9 mm/h pendant 140 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 12,3 mm/h. La totalité de l'averse tombe avec une intensité inférieure à 15 mm/h.

STGE02 : la hauteur des précipitations est de 30 mm soit 4,5 mm de plus qu'à STGE01 pour une durée sensiblement égale - 6h45' -.

L'intensité maximale élémentaire est plus importante: 20,9 mm/h pendant 96 secondes. La totalité de l'averse est tombée avec une intensité inférieure à 25 mm/h.

- Le 21.01.85 :

STGE01 : l'averse débute à 7h14. Sa hauteur d'eau atteint 10 mm en 7h08'. Son intensité maximale pour une durée de 5 minutes est faible : 3,1 mm/h.

STGE02 : il tombe 12.5 mm de pluie en 7h20'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 4,1 mm/h.

- Le 26.01.85 :

STGE01 : l'averse débute à 4h17'. La hauteur des précipitations est de 15 mm en 8h23'et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 4,1 mm/h.

STGE02 : les précipitations atteignent une hauteur de 17 mm en 8h47'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 5 mm/h.

- Le 13.02.85 :

STGE01 : on enregistre une pluie légère de 13,5 mm. Cette pluie débute à 11h37'et dure 6h50'. Son intensité maximale élémentaire est élevée: 100 mm/h pendant 18 secondes et son intensité pour une durée de 5 minutes de 14,1 mm/h.

Le hyétogramme présente deux pointes d'intensité en milieu d'averse, avant 15h00 :

- une de 100 mm/h pendant 18 secondes.
- une autre de 24,7 mm/h pendant 73 secondes.

STGE02 : on enregistre une pluie légère de 12 mm en 3h52'. Les intensités sont faibles. L'intensité maximale élémentaire est de 5 mm/h pendant 360 secondes. Le hyétogramme ne présente pas de pointes d'intensité.

- Le 1.03.85 et le 2.03.85 :

STGE01 : une pluie légère débute à 21h17', sa hauteur atteint 16,5 mm en 8h30'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 5 mm/h. La totalité de l'averse est tombée avec une intensité inférieure à 5 mm/h.

STGE02 : l'averse débute à 21h26'. Il tombe 21 mm de pluie en 8h45'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 6,2 mm/h.

- Le 4.03.85 et le 5.03.85 :

STGE01 : une pluie légère débute le 5 mars à 10h39'.Sa hauteur d'eau atteint 13 mm en 8h 22'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est faible -5,8 mm/h-.

STGE02 : on enregistre deux averses:

- la première le 4 mars à 21h50', il tombe 17 mm de pluie en 7h11'. L'intensité maximale élémentaire est de 9,5 mm/h pendant 189 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 8,1 mm/h. Cette averse n'a pas été enregistrée à STGE01.

- la deuxième : le 5 mars à 11h09', il tombe 18 mm de pluie en 9h59'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 7,4 mm/h.

- Le 6.03.85 :

STGE01 : l'averse débute à 11h19' et dure jusqu'à 14h52'. IL tombe 6,5 mm de pluie.

STGE02 : une pluie légère est enregistrée -10 mm en 4h45'-. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est faible - 3,2 mm/h -.

- Le 25 et le 26.03.85 :

STGE01 : pas d'enregistrement.

STGE02 : l'averse débute le 25 à 23h35. Elle dure 2h23' durant lesquelles il tombe 10,5 mm de pluie. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 13,3 mm/h.

- Le 24.05.85 :

STGE01 : un orage débute à 20h57', il tombe 23,5 mm d'eau en 2h36'. Les intensités de cet orage sont importantes. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 75,8 mm/h et l'intensité maximale pour une durée de 20 minutes de 38,5 mm/h.

Les précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 15 mm/h atteignent une hauteur de 14 mm, soit près de 60 % de l'averse, et celles qui tombent avec une intensité supérieure à 50 mm/h, 8,5 mm soit près de 40 % de l'averse totale.

Le hyétogramme présente plusieurs pointes d'intensité regroupées en début d'averse:

- un premier groupe de pointes d'intensité de 50 à 60 mm/h, pendant une trentaine de secondes.
- un second groupe de 70 à 90 mm/h, pendant plus de 20 secondes.
- deux pointes d'intensité de 100 mm/h, pendant 18 secondes.
- et un pic de 164 mm/h pendant 11 secondes.

STGE02 : l'orage débute un peu plus tôt à 20h50'. Les précipitations atteignent une hauteur de 23 mm en 2h 14'. L'intensité maximale élémentaire est de 112,5 mm/h pendant 16 secondes (au lieu de 163,6 mm/h pendant 11 secondes à STGE01). La hauteur d'eau qui tombe avec une intensité supérieure à 50 mm/h est de 7 mm soit 30 % de l'averse totale. Le hyétogramme présente la même allure que celui de STGE01 mais les pointes d'intensités sont plus faibles.

- Le 28.05.85 :

STGE01 : une forte pluie débute à 12h26'. Il tombe 12,5 mm d'eau en 3h02' avec une intensité maximale élémentaire de 56,3 mm/h pendant 32 secondes et une intensité maximale en 5 minutes de 41,1 mm/h.

Le hyétogramme présente deux pointes d'intensité: 40 mm/h pendant 45 secondes et 56,3 mm/h pendant 32 secondes en fin d'averse.

STGE02 : l'averse débute à 14h25'. La hauteur des précipitations est sensiblement la même qu'à STGE01 -10 mm- pour une durée beaucoup plus courte -1h 15'-. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 32,7 mm/h. Le hyétogramme présente également deux pointes d'intensité mais elles sont placées l'une au début l'autre en fin d'averse. Ce hyétogramme semble coïncider avec la deuxième moitié du

hyétogramme de STGE01.

- Le 1.06.85 :

STGE01 : on enregistre un violent orage qui débute à 16h43' et dure 41 minutes au cours desquelles il tombe 32 mm d'eau avec une intensité maximale élémentaire de 180 mm/h pendant 10 secondes et une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 112 mm/h. La totalité de l'averse est tombée avec une intensité supérieure à 5 mm/h et la hauteur des précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 50 mm/h est de 20,5 mm soit 64 % de l'averse totale.

Le hyétogramme présente deux groupes de pics:

- le premier de 70 à 80 mm/h pendant à peu près 20 secondes en tout début d'averse.
- le second de 150 à 180 mm/h pendant à peu près 10 secondes pour chaque pic.

STGE02 : la pluie d'orage débute à 16h47'. La hauteur des précipitations est de 35 mm en 0h 45' avec une intensité maximale élémentaire de 200 mm/h pendant 9 secondes et une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 115,6mm/h.

La hauteur d'eau qui tombe avec une intensité supérieure à 50 mm/h est de 24,5 mm soit 70 % de l'averse. Le hyétogramme présente également deux groupes de pics mais avec une intensité supérieure à ceux de STGE01.

- Le 5.08.85 et le 6.08.85 :

STGE01 : cette violente averse d'orage débute le 5 août à 19h49'. Les précipitations atteignent une hauteur de 45,5 mm en 10h28'. L'intensité maximale élémentaire est de 94,7 mm/h pendant 19 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 48,2 mm/h.

La hauteur de pluie qui tombe avec une intensité supérieure à 5 mm/h est de 28,5 mm soit plus de 60 % de l'averse et la hauteur qui tombent avec une intensité supérieure à 20 mm/h de 14 mm soit 30 % de l'averse totale.

Le hyétogramme présente 5 pointes d'intensité:

- 2 pointes entre 22 et 23 heures: la première correspond à une intensité de 94,7 mm/h pendant 19 secondes et la deuxième à une intensité de 56,3 mm/h pendant 32 secondes.
- 3 pointes en un peu moins de 4 heures à plus de 6 heures du matin. La première correspond à une intensité de 31,6 mm/h pendant 57 secondes. La deuxième à une intensité de 60 mm/h pendant 30 secondes, et la troisième à une intensité de 20,5 mm/h pendant 88 secondes.

STGE02 : l'averse débute à 20h48'. IL tombe 43,5 mm de pluie en 9h 28'. L'intensité maximale élémentaire est de 105,9 mm/h pendant 17 secondes. La pluie qui tombe avec une intensité supérieure à 20 mm/h atteint une hauteur de 14,5 mm soit plus de 30 % de l'averse. Le hyétogramme présente les 5 pointes d'intensité observées aux mêmes heures à STGE01.

- Le 25.08.85 :

STGE01 : deux averses sont enregistrées :

- la première débute à 5h26', il tombe 11 mm de pluie en 0h28' avec une intensité maximale élémentaire importante 138,5 mm/h pendant 13 secondes et une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 73,1 mm/h. La hauteur des précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 30 mm/h est de 8 mm soit plus de 70 % de l'averse totale et la hauteur qui tombe avec une intensité supérieure à 50 mm/h de 6 mm soit plus de la moitié de l'averse.

Le hyétogramme présente un pic d'intensité de 138,5 mm/h pendant 13 secondes en fin d'averse.

- la deuxième débute à 9h38', il tombe 31 mm de pluie en 7h36'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 11,8 mm/h.

La presque totalité de l'averse est tombée avec une intensité inférieure à 20 mm/h.

Le hyétogramme présente une petite pointe d'intensité de 20,2 mm/h pendant 89 secondes en tout début d'averse.

STGE02 : deux averses sont également enregistrées.

- la première débute à 6h43', il tombe 10,5 mm de pluie en 0h16'. L'intensité maximale élémentaire est la même que celle enregistrée à STGE01 - 138,5 mm/h pendant 13 secondes -. La hauteur d'eau qui tombe avec une intensité supérieure à 50 mm/h est de 6 mm soit la même hauteur qu'à STGE01. Le hyétogramme présente aussi deux pointes d'intensité en fin d'averse.

- Le 5.11.85 et le 6.11.85 :

STGE01 : l'averse débute à 19h35', sa hauteur atteint 11 mm en 3h35' avec une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 7,7 mm/h.

Le hyétogramme est homogène sur la durée de l'averse. La totalité de l'averse tombe avec une intensité supérieure à 10 mm/h.

STGE02 : la hauteur des précipitations est de 11,5 mm en 4h01'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 6,6 mm/h.

Le hyétogramme présente la même allure que celui de STGE01.

- Le 12.11.85 et le 13.11.85 :

STGE01 : l'averse débute à 12h56', sa hauteur d'eau atteint 30,5 mm en 12 heures. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est faible : 6,6 mm/h.

STGE02 : la hauteur des précipitations est de 31,5 mm en 13h14'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 7 mm/h.

STGE02 - STGE03 :

- Le 11.08.86 :

STGE01 : l'averse débute à 16h32'. Il tombe 12 mm de pluie en 0h32' avec des intensités fortes. L'intensité maximale élémentaire est de 138,5 mm/h pendant 13 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 73,4 mm/h.

Les précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 50 mm/h atteignent une hauteur de 7,5 mm soit plus de 60 % de l'averse totale. Le hyétogramme présente deux pointes d'intensité :

- une, en début d'averse, de 138,5 mm/h pendant 13 secondes .
- l'autre, en fin d'averse, de 81,8 mm/h pendant 22 secondes.

STGE02 : l'averse débute à 16h28' et dure 36 minutes durant lesquelles il tombe 13 mm de pluie violente. L'intensité maximale élémentaire est de 128,6 mm/h pendant 14 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 65,7 mm/h. Le hyétogramme présente la même allure que celui de STGE01.

- Le 28. 8.86 :

STGE03 : pas d'enregistrement.

STGE02 : l'averse débute à 14h37' Il tombe 20,5 mm de pluie en 3h54'.

L'intensité maximale élémentaire est de 12 mm/h pendant 150 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 15 mm/h.

- Le 24. 9.86 :

STGE03 : deux averses sont enregistrées :

- la première débute à 1h38'. Il tombe 14 mm de pluie en 2h38'. L'intensité maximale élémentaire est de 20,5 mm/h pendant 88 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 15,5 mm/h.

Les précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 5 mm/h atteignent une hauteur de 11,5 mm soit plus de 80 % de l'averse totale. La presque totalité de l'averse tombe avec une intensité inférieure à 20 mm/h.

Le hyétogramme présente deux dômes d'intensité: l'un en début d'averse l'autre en fin d'averse.

- la deuxième débute à 12h09'. Il tombe 45,5 mm de pluie en 8h43' avec une intensité maximale élémentaire de 31 mm/h pendant 58 secondes et une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 23,1 mm/h. Les précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 10 mm/h atteignent de 17 mm de hauteur, soit près de 40 % de l'averse totale. Le hyétogramme est irrégulier avec des pointes d'intensité regroupées, séparées par des périodes où l'intensité est très faible.

STGE02 : on enregistre également deux averses:

- la première débute à 1h38' et dure 2h 37' durant lesquelles il tombe 14 mm de pluie. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est plus faible qu'à STGE03 - 12,3 mm/h -. Le hyétogramme présente la même allure que celui de STGE03.

- la deuxième débute à 11h49' il tombe 45,5 mm d'eau en 11h 33'. Les intensités sont sensiblement les mêmes que celles calculées pour STGE03 - intensité maximale élémentaire : 29,5 mm/h pendant 61 secondes au lieu de 31 mm/h pendant 58 secondes à STGE03 et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 24,4 mm/h au lieu de 23,1 mm/h.

Le hyétogramme présente la même allure que celui de STGE03, les pointes d'intensité sont localisées aux mêmes heures.

- Le 14.10.86 et le 15.10.86 :

STGE03 : une averse légère débute à 21h 57' et dure 4h 13' durant lesquelles il tombe 10 mm de pluie. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 6,3 mm/h.

STGE02 : il tombe 10 mm de pluie. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 6,9 mm/h.

- Le 22.10.86 et le 23.10.86 :

STGE02 : l'averse débute le 22 octobre à 5h 24' et dure 5h 10' sa hauteur d'eau est de 14 mm, son intensité maximale élémentaire de 42,9 mm/h pendant 42 secondes et son intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 21,3 mm/h.

Le hyétogramme présente une pointe d'intensité de 42,9 mm/h pendant 42 secondes vers les 2 heures du matin.

STGE03 : l'averse débute le 23 octobre à 1h 17'. Il tombe 14 mm de pluie en 6h 34'. Le hyétogramme présente la même allure que celui de STGE02, mais décalé dans le temps. Une pointe d'intensité de 50 mm/h pendant 36 secondes se détache de l'ensemble vers 7 heures du matin.

- Le 13.11.86 et le 14.11.86 :

STGE02 : une averse légère débute le 13 novembre à 17h 19', il tombe 64 mm de pluie en 21h 10'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 12,3 mm/h. La totalité de l'averse est tombée avec une intensité inférieure à 15 mm/h.

STGE03 : l'averse débute le 14 novembre à 2h 20'. Il tombe 56 mm de pluie en 17h 41'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 11 mm/h.

- Le 14. 1.87 :

STGE02 : une pluie légère débute à 6h 39'. Il tombe 22 mm d'eau en 5h 32'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 10,1 mm/h.

STGE03 : il tombe 8 mm de pluie entre 12h 18' et 16h 15'.

- Le 3. 2.87 et le 4. 2.87 :

STGE02 : l'averse débute le 3 février à 17h 22', il tombe 14,5 mm de pluie en 6h 40' avec une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 5,5 mm/h.

STGE03 : l'averse débute le 3 février à 21h 54' il tombe 15 mm d'eau en 7h 33' avec une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 6,1 mm/h.

STGE02 - appareil détérioré. Plus d'enregistrement -

- Le 11. 2.87 et le 12. 2.87 :

STGE03 : il tombe 14 mm de pluie légère en 10h 36'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est faible 2,3 mm/h.

- Le 22. 3.87 :

STGE03 : on enregistre une pluie légère de 10.5 mm en 3h 32'. L'intensité maximale pour une durée de minutes est de 6,7 mm/h.

- Le 3. 4. et le 4. 4.87 :

STGE03 : on enregistre deux averses:

- la première débute le 3 avril à 0h47'et dure 10h17'. Il tombe 23 mm de pluie légère avec une intensité maximale en 5 minutes de 8,6 mm/h.

- la deuxième débute à 18 heures elle dure 14h31'. Il tombe 51,5 mm de pluie forte. L'intensité maximale élémentaire est de 18,2 mm/h pendant 99 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 13,2 mm/h.

- Le 5. 4.87 :

STGE03 : il tombe 11 mm de pluie en 7h 0' avec une intensité maximale en 5 minutes de 10,6 mm/h.

- Le 9. 4.87 :

STGE03 : on enregistre 14 mm de pluie légère en 9h38'. L'intensité maximale pour une durée de 5 minutes est de 5,6 mm/h.

- Le 17. 5 et le 18. 5.87 :

STGE01 : l'averse débute à 21h38', il tombe 21 d'eau en 7h46' avec une intensité maximale élémentaire de 12,9 mm/h pendant 140 secondes et une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 7,9 mm/h.

STGE03 : l'averse débute à 13h48'. Il tombe 29,5 mm de pluie en 15h14' avec une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 8,7 mm/h.

- Le 15. 6.87 :

STGE03 : on enregistre une pluie forte -15 mm en 1h39 -avec une intensité maximale élémentaire de 78,3 mm/h pendant 23 secondes et une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 37,6 mm/h. Les précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 15 mm/h atteignent une hauteur de 7,5 mm soit la moitié de l'averse totale.

- Le 26. 6.87 :

STGE03 : on enregistre une forte pluie - 18,5 mm en 5h37' - avec une intensité maximale élémentaire de 69,2 mm/h pendant 26 secondes et une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 27,5 mm/h. Le hyétogramme présente trois pointes d'intensité:

- une de 19,4 mm/h pendant 93 secondes
- une deuxième de 69,2 mm/h pendant 26 secondes
- une dernière de 35,3 mm/h pendant 51 secondes.

- Le 2. 7.87 :

STGE03 : une averse orageuse débute à 17h27'. Il tombe 20,5 mm de pluie en 1h14' avec des intensités très fortes: l'intensité maximale élémentaire est de 112,5 mm/h pendant 26 secondes et l'intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 64,3 mm/h. Les précipitations qui tombent avec une intensité supérieure à 50 mm/h atteignent une hauteur de 8,5 mm soit plus de 40 % de l'averse.

Le hyétogramme présente plusieurs pointes d'intensité :

- une de 34,6 mm/h pendant 52 secondes.
- une de 112,5 mm/h durant 16 secondes.
- plusieurs pointes de 100 mm/h pendant chacune une quinzaine de secondes.
- une pointe de 56,3 mm/h pendant 32 secondes.

- Le 5. 7.87 :

STGE03 : on enregistre une forte pluie - 10,5 mm en 1h32' - avec une intensité maximale élémentaire de 85,7 mm/h pendant 21 secondes et une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 35,7 mm/h. Le hyétogramme présente deux pointes d'intensité:

- 85,7 mm/h pendant 21 secondes
- 54,5 mm/h pendant 33 secondes.

- Le 16. 7.87 :

STGE03 : il tombe 13,5 mm de pluie en 3h47' avec une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 23,3 mm/h. La hauteur d'eau qui tombe avec une intensité supérieure à 5 mm/h est de 9 mm soit plus de 60 % de l'averse. Le hyétogramme présente plusieurs pics regroupés à 20h 20' - de 35 mm/h à peu près, durant chacun une cinquantaine de secondes - et un pic isolé à 23h 40' - de 22,5 mm/h durant 20 secondes - .

- Le 17. 7.87 :

STGE03 :il tombe 11 mm de pluie en 1h48' avec une intensité maximale pour une durée de 5 minutes de 18,8 mm/h. Le hyétogramme présente plusieurs pointes d'intensité inférieures à 25 mm/h.

- Du 2.10.au 14.12.87 :

STGE03 : le pluviographe enregistre 9 averses dont les hauteurs sont comprises entre 11,5 mm – pour une durée de 23h50' – et 41 mm – pour une durée de 13h15' – mais les dates enregistrées sont aléatoires. Il n'est donc pas possible de situer ces averses dans le temps.

STATION : ST GE O1

Précipitations journalières en mm
Année 1984

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1										13,5		30,5
2											0,5	
3										41	11	0,5
4										28		
5									10,5	4	0,5	
6											35,5	
7											1	0,5
8												
9									1			0,5
10									0,5			
11												
12												
13												8
14											24,5	0,5
15									2,5		1	2
16										0,5	8,5	2,5
17											1	
18									9,5			5,5
19										19		0,5
20												
21												0,5
22									7,5			
23									21,5			
24									0,5		0,5	
25												
26									2	17	1,5	
27												0,5
28										0,5		
29									2			
30									0,5		1,5	
31												
TOTAL									58	113,5	87	52



Pas de données

STATION : ST GE O1

Précipitations journalières en mm
Année 1985

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1			19,0	/	/	32					7,5	
2			0,5	/	/	0,5						
3				/	/	0,5						
4				/	/	2	5,5				4	0,5
5			25,0	/	/			45,5			12,5	
6		0,5	7,0	/	/					2	3	
7			5,0	/	/							
8		0,5	/	/	2,0							9
9		4,5	/	/								4,5
10			/	/							0,5	/
11			/	/	2,0							/
12		4	/	/							38	/
13		15	/	/	6,5						0,5	/
14		1,5	/	/		9						/
15		0,5	/	/			1					/
16			/	/		1,5						/
17			/	/	2,0							/
18	5		/	/			0,5					/
19	4		/	/		12,5	0,5				1	/
20			/	/						0,5		/
21	11,5		/	/								/
22	6,5		/	/		10,5						/
23	3		/	/		0,5		4,5			0,5	/
24			/	/	23,5							/
25			/	/				45			0,5	/
26	16		/	/					3		1,5	/
27			/	/					0,5			/
28			/	/	17,5							/
29			/	/	0,5							/
30			/	/			2				0,5	/
31			/	/								/
TOTAL	46	26,5	(56,5)	/	53,5	69	9,5	95	3,5	2,5	70	14

STATION : ST GE O2

Précipitations journalières en mm
Année 1984

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	14		35,5
2	/	/	/	/	/	/	/	/	/			0,5
3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	42,5	14,5	
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/	23		
5	/	/	/	/	/	/	/	/	8,5	4,5		0,5
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/		42,5	
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/		1	0,5
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/			0,5
10	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5			
11	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
12	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
13	/	/	/	/	/	/	/	/	/			11
14	/	/	/	/	/	/	/	/	/		30,5	
15	/	/	/	/	/	/	/	/	1,5			1,5
16	/	/	/	/	/	/	/	/	/		8	4
17	/	/	/	/	/	/	/	/	/		2,5	0,5
18	/	/	/	/	/	/	/	/	9,5			7
19	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5		
20	/	/	/	/	/	/	/	/	/	8,5		
21	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5		0,5
22	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5			
23	/	/	/	/	/	/	/	/	29			
24	/	/	/	/	/	/	/	/	1			
25	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
26	/	/	/	/	/	/	/	/	2	18	2,5	
27	/	/	/	/	/	/	/	/	/			0,5
28	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
29	/	/	/	/	/	/	/	/	2,5			
30	/	/	/	/	/	/	/	/	/		2	
31	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
TOTAL	/	/	/	/	/	/	/	/	55	111,5	103,5	62,5

STATION : ST GE O2

Précipitations journalières en mm
Année 1985

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1			27			35					7,5	0,5
2			0,5									
3						1						
4			18,5			2	4,5				4	0,5
5			23	11			0,5	44			12,5	
6		0,5	13	4,5				0,5		2	3	
7			9,5									
8		0,5	0,5	5,5								
9		5		0,5								8
10		0,5		0,5							0,5	14
11				1								1,5
12		4	4,5	8,5							38,5	
13		13,5										
14		1,5				9				1		
15		1,5		0,5	3		1					
16		1,5	1		2	1,5						
17					1							0,5
18	2,5	0,5			1,5							
19	9				0,5	12,5	0,5				1	
20					13							
21	14,5		5									
22	7,5		10	1,5		11						
23			0,5	0,5				5,5				
24	4,5				23							
25			0,5	0,5	0,5			44		0,5	0,5	
26	17,5		10,5	2,5					3		1	
27	0,5		1,5						0,5			
28		0,5	0,5	0,5	15,5							
29												
30							2					
31												
TOTAL	56	29,5	126	37,5	60	72	8,5	94	3,5	2,5	68,5	25

STATION : ST GE O2

Précipitations journalières en mm
Année 1986

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	/	/	/	/	/	/	/					
2	/	/	/	/	/	/	/	2,5			0,5	
3	/	/	/	/	/	/	/					
4	/	/	/	/	/	/	/					
5	/	/	/	/	/	/	/					0,5
6	/	/	/	/	/	/	/			0,5		
7	/	/	/	/	/	/	/					
8	/	/	/	/	/	/	/				0,5	6
9	/	/	/	/	/	/	/			0,5		11,5
10	/	/	/	/	/	/	/					
11	/	/	/	/	/	/	/	21,5			0,5	0,5
12	/	/	/	/	/	/	/	0,5				
13	/	/	/	/	/	/	/			1,5	64	0,5
14	/	/	/	/	/	/	/			10,5	1,5	1
15	/	/	/	/	/	/	/			0,5		
16	/	/	/	/	/	/	/		0,5	1	0,5	1
17	/	/	/	/	/	/	/		8,5			0,5
18	/	/	/	/	/	/	/	7,5	4			10,5
19	/	/	/	/	/	/	/	0,5	4	1,5		8,5
20	/	/	/	/	/	/	/			1	1,5	0,5
21	/	/	/	/	/	/	/				2,5	1
22	/	/	/	/	/	/	/				6,5	
23	/	/	/	/	/	/	/	2,5	0,5	4,5	4	
24	/	/	/	/	/	/	/		68			
25	/	/	/	/	/	/	/		3,5	9		
26	/	/	/	/	/	/	/	22,5				18,5
27	/	/	/	/	/	/	9	1				
28	/	/	/	/	/	/	0,5					
29	/	/	/	/	/	/	/			0,5		
30	/	/	/	/	/	/	/				0,5	
31	/	/	/	/	/	/	/					
TOTAL							9,5	58,5	89	41	82,5	60,5

STATION : ST GE O2

Précipitations journalières en mm
Année 1987

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1			/	/		/	/	/	/	/		2,0
2			/	/		/	/	/	/	5	1,0	1,5
3		19	/	/		/	/	/	/		1,0	
4		4,5	/	/		/	/	/	/	26	0,5	
5			/	/		/	/	/	/	25,5		
6			/	/		/	/	/	/	25	0,5	
7			/	/		/	/	/	/	2,5		
8			/	/		/	/	/	/		0,5	
9			/	/		/	/	/	/		31,0	
10	9	/	/	/		/	/	/	/		1,0	
11		/	/	/		/	/	/	/		12	
12		/	/	/		/	/	/	/			0,5
13		/	/	/		/	/	/	/			4,5
14	22	/	/	/		/	/	1	/	41,5		8,5
15		/	/	/		/	/	/	/			
16		/	/	/		/	/	/	/			
17	5	/	/	/	21,0	/	/	/	/			
18		/	/	/	7,0	/	/	/	/			
19		/	/	/	2,5	/	/	/	/			
20		/	/	/		/	/	/	/			
21	0,5	/	/	/		/	/	/	/			
22		/	/	/		/	/	/	/		1,0	
23		/	/	/		/	/	/	/		7,0	
24		/	/	/		/	/	/	/		0,5	
25		/	/	/		/	/	/	/		6,5	
26		/	/	/		/	/	/	/			
27		/	/	/		/	/	/	/			
28		/	/	/		/	/	/	/		1	
29		/	/	/		/	/	/	/			
30		/	/	/		/	/	/	/			
31		/	/	/		/	/	/	/			
TOTAL	36,5	23,5	/	/	30,5	/	/	/	/	125,5	(63,5)	(14)

* résultats douteux en fin d'année

STATION : ST GE O3

Précipitations journalières en mm
Année 1986

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5		
2	/	/	/	/	/	/	/	2	/		0,5	0,5
3	/	/	/	/	/	/	/	0,5	/			0,5
4	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
5	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
6	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
7	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5		
8	/	/	/	/	/	/	/	/	/			7
9	/	/	/	/	/	/	/	/	/		0,5	11,5
10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5		
11	/	/	/	/	/	/	/	12	/			
12	/	/	/	/	/	/	/	/	/			0,5
13	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1,5	5	
14	/	/	/	/	/	/	/	/	/	10	57	1
15	/	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5	0,5	
16	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1		1,5
17	/	/	/	/	/	/	/	/	/			1
18	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5			10
19	/	/	/	/	/	/	/	/	2,5	1,5	0,5	7,5
20	/	/	/	/	/	/	/	/		0,5	1,5	0,5
21	/	/	/	/	/	/	/	/			2,5	1
22	/	/	/	/	/	/	/	/			6,5	
23	/	/	/	/	/	/	/	/		14	3,5	
24	/	/	/	/	/	/	/	/	68			
25	/	/	/	/	/	/	/	/	3,5	8,5		
26	/	/	/	/	/	/	/	/		0,5		14,5
27	/	/	/	/	/	/	9	/	/			1
28	/	/	/	/	/	/	/	/	1,5			
29	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
30	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5			
31	/	/	/	/	/	/	/	/	/			
TOTAL	/	/	/	/	/	/	9	14,5	76,5	39,5	78	58

STATION : ST GE O3

Précipitations journalières en mm
Année 1987

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct	Nov.	Déc.
1												
2	0,5		1				23					
3		20,5		75	10		0,5					
4		4		2,5	0,5	13	2					
5				11			11					
6								0,5				
7		0,5		1		1	6					
8				8,5		10,5						
9				17,5				7,5				
10	8	4										
11	3,5	32,5	0,5									
12		5,5	9		2,5							
13												
14	9		4,5									
15			0,5		4	21,5	4					
16		0,5	0,5				15					
17	3,5				33		12,5					
18					7		7,5					
19					3,5	8						
20					0,5	2,5						
21		2	0,5									
22	0,5		11				0,5					
23							8,5					
24							0,5					
25			3									
26		0,5	2		0,5	18,5						
27	1		0,5									
28	0,5	4,5	4,5	0,5								
29			0,5									
30							4					
31	0,5											
TOTAL	27	74,5	38	116	61,5	75	95	8				

Evénements pluviométriques dont la hauteur d'eau enregistrée

est ≥ 10 mm

BASSIN DE St GENIS

Date	St GE01		St GE02	
	Hauteur (mm)	Durée (hms)	Hauteur (mm)	Durée (hms)
23/09/84	16,0	2h554'17	16,0	2h51'44
1/10/84	13,0	3h10'56	13,0	3h03'07
3/10/84	39,5	8h08'49	40,5	6h58'27
4/10/84	27,0	5h35'34	22,5	5h40'03
26/10/84	17,0	2h25'41	18,0	3h09'28
2/11/84	38,5	0h07'51	-	-
3/11/84	11,0	4h47'44	14,0	4h45'24
6/11/84	34,5	7h37'22	41,0	7h53'08
14/11/84	14,0	7h37'22	16,0	7h08'11
	9,0		12,5	7h46459
1/12/84	25,5	6h47'31	30,0	6h45'20
2/12/84				
21/01/85	10,0	7h18'46	12,5	7h20'15
26/01/85	15,0	8h23'15	17,0	8h47'06
13/02/85	13,5	6h50'15	12,0	3h52'30
1/03/85	16,5	8h30'51	21,0	8h45'08
2/03/85				
4/03/85	-	-	17,0	7h11'27
5/03/85	13,0	8h22'42	18,0	9h59'24
6/03/85	-	-	10,0	4h45'47
26/03:85	-	-	10,5	2h23'52
24/05/85	23,5	2h36'50	23,0	2h14'15
28/05/85	12,5	3h02'21	10,0	1h05'55
1/06/85	32,0	0h41'49	35,0	0h45'21
5/08/85	45,5	10h28'02	43,5	9h28'45
6/08/85				
25/08/85	11,0	0h28'07	10,5	0h16'04
	31,0	7h36'42	30,0	7h44'04
5/11/85	11,0	3h35'50	11,5	4h01'53
6/11/85				
12/11/85	30,5	12h04'47	31,5	13h14'51
13/11/85				
StGE03				

11/08/86	12,0	0h32'25	13,0	0h36'49
26/08/86	*	*	20,5	3h54'43
24/09/86	14,0	2h38'33	14,0	2h36'56
	45,5	8h43'47	45,5	9h33'31
14/10/86	10,0	4h13'56	10,0	3h12'55
15/10/86				
22/10/86	14,0	6h34'16	14,0	5h10'05
23/10/86				
13/11/86	56,0	17h41'32	64,0	21h10'05

ST GE03			ST GE02	
Date	Hauteur (mm)	Durée (hms)	Hauteur (mm)	Durée (hms)
14/11/86				
14/01/87	-	-	22,0	5h31'54
3/02/87	15,0	7h33'55	14,5	6h39'38
4/02/87				
11/02/87	14,0	10h36'06	-	-
12/02/87				
22/03/87	10,5	3h32'44	-	-
3/04/87	23,0	10h17'03	-	-
4/04/87	51,5	14h31'14	-	-
5/04/87	11,0	7h03'46	-	-
9/04/87	14,0	9h39'23	-	-
17/05/87	29,5	15h14'06	21,0	7h46'18
18/05/87				
15/06/87	15,0	1h39'23		
26/06/87	18,5	5h37'14		
2/07/87	20,5	1h04'05		
5/07/87	10,5	1h31'49		
16/07/87	13,5	3h46'46		
17/07/87	11,0	1h48'35		

HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : STGE0201

Averse n° 29

Début le 4/10/1984 à 13h22'29

P seau = 22.5 mm

Fin le 4/10/1984 à 19h 2'32

Durée : 5h 40' 3

Intensités élémentaires

HMS base	int														
mm/h	mm/h														
13h22'29	1.9	13h38'19	1.9	13h54' 9	2.5	14h 5'55	2.1	14h20' 6	1.3	14h42'33	1.7	15h 0'22	1.7	15h18'30	2.6
15h29'51	1.7	15h47' 7	12.2	15h49'34	12.9	15h51'53	18.4	15h53'31	18.8	15h55' 7	5.7	16h 0'25	3.9	16h 8' 3	10.6
16h10'53	4.3	16h17'48	2.5	16h29'34	4.3	16h36'34	4.5	16h43'11	3.1	16h52'58	2.8	17h 3'49	10.5	17h 6'41	13.0
17h 8'59	12.7	17h11'21	26.1	17h12'30	27.3	17h13'36	28.6	17h14'39	19.1	17h16'13	9.6	17h19'20	10.8	17h22' 6	11.3
17h24'46	6.0	17h29'47	10.5	17h32'39	5.8	17h37'49	6.4	17h42'30	2.5	17h54'36	3.1	18h 4'10	8.3	18h 7'47	9.5
18h10'57	12.6	18h13'20	11.7	18h15'54	14.6	18h17'57	1.8	18h34'16	1.1	19h 2'32					

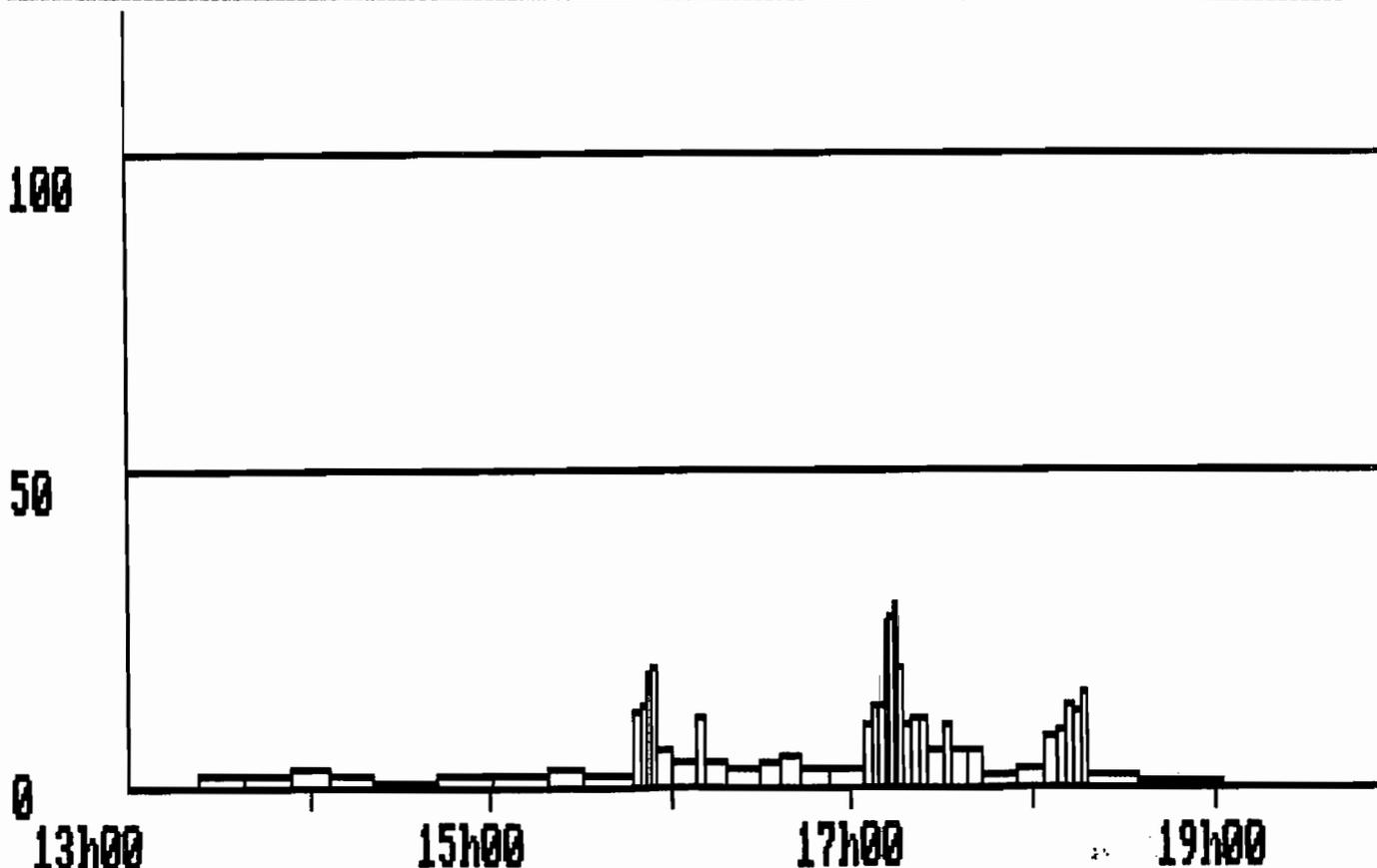
Intensité maximale élémentaire : 28.6mm/h pendant 63 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60	
Int. (mm/h) :		28.6	28.6	24.3	18.5	15.6	14.5	12.1	8.1

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	12.5	9.0	3.0	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : STGE0201

Averse n° 36

Début le 26/10/1984 à 7h59'35

P seuil = 18 mm

Fin le 26/10/1984 à 11h 9' 3

Durée : 3h 9' 28

Intensités élémentaires

HMS	bas	int	HMS	bas	int	HMS	bas	int	HMS	bas	int	HMS	bas	int	HMS	bas	int
		mm/h			mm/h			mm/h			mm/h			mm/h			mm/h
7h59'35		6.1	8h 4'28		6.1	8h 9'21		6.6	8h13'52		11.4	8h16'30		12.1	8h18'59		11.7
8h26'12		29.0	8h27'14		26.9	8h28'21		17.6	8h30' 3		15.3	8h32' 1		19.4	8h33'34		13.1
8h40'14		10.1	8h43'13		12.2	8h45'40		11.0	8h48'24		8.9	8h51'46		9.4	8h54'58		8.1
9h 8'17		4.1	9h15'40		7.1	9h19'52		7.3	9h23'58		7.3	9h28' 3		7.7	9h31'56		3.6
9h52'44		3.4	10h 1'36		3.9	10h 9'19		2.6	10h20'43		0.6	11h 9' 3					

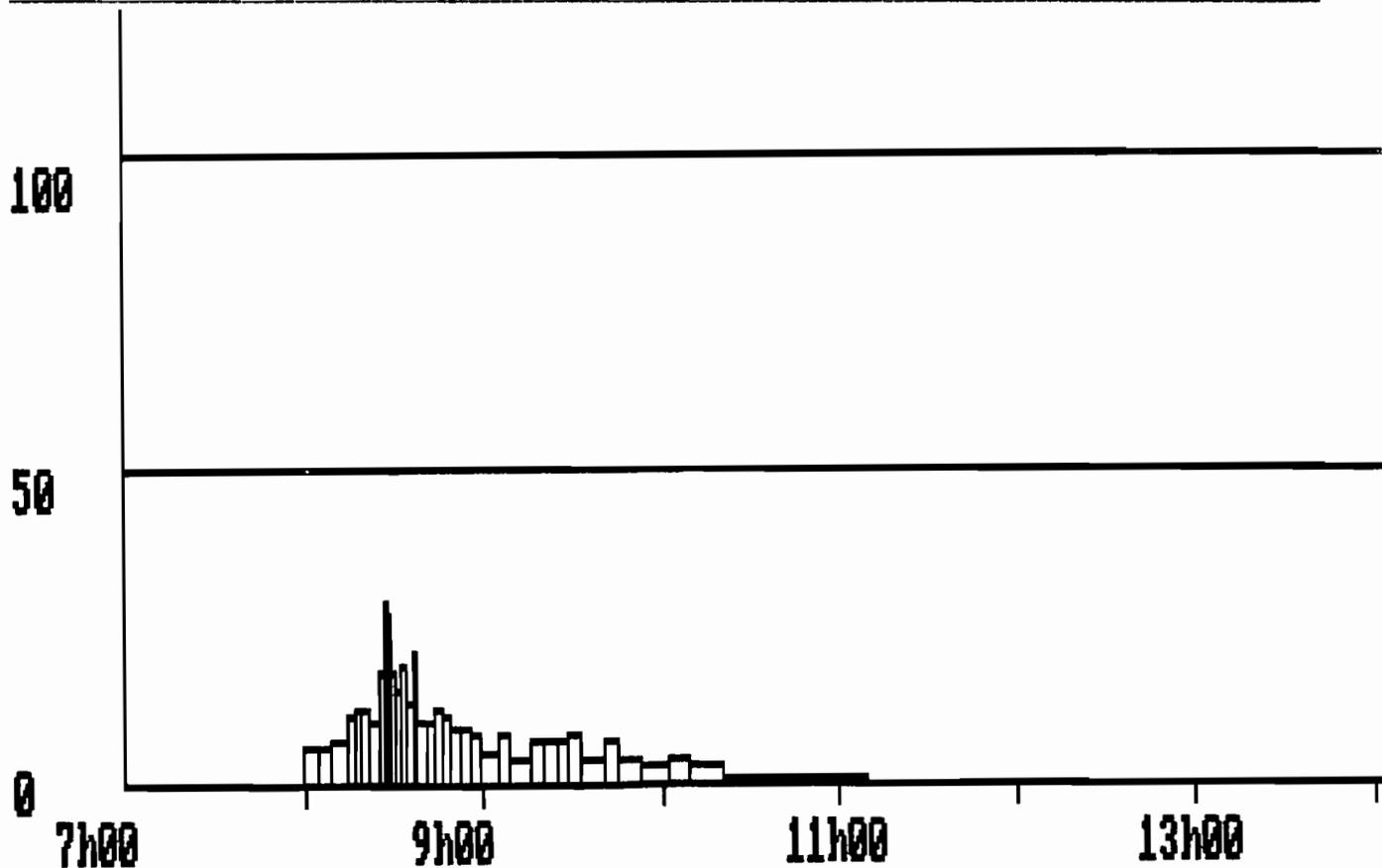
Intensité maximale élémentaire : 29.0mm/h pendant 62 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	29.0	29.0	22.1	19.0	17.5	16.0	14.3	11.1

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	14.5	8.0	3.5	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : STGE0201

Averse n° 26

Début le 3/10/1984 à 3h36'45

P seau = 40.5 mm

Fin le 3/10/1984 à 10h35'13

Durée : 6h 58' 28

Intensités élémentaires

HMS base	int														
mm/h															
3h36'45	2.5	3h48'36	2.5	4h 0'27	2.5	4h12'15	2.9	4h22'44	2.2	4h36'38	1.6	4h55'16	4.5	5h 1'54	3.9
5h 9'32	5.6	5h14'53	6.8	5h19'18	7.1	5h23'33	4.2	5h30'45	6.0	5h35'47	8.0	5h39'31	6.7	5h44' 0	4.8
5h50'14	6.1	5h55' 8	6.0	6h 0' 6	6.8	6h 4'29	5.6	6h 9'52	9.6	6h13' 0	5.5	6h18'30	7.1	6h22'44	7.8
6h26'34	6.8	6h30'58	6.6	6h35'31	7.8	6h39'23	6.5	6h44' 2	7.0	6h48'18	8.3	6h51'54	9.4	6h55' 5	10.5
6h57'57	8.3	7h 1'35	7.1	7h 5'50	5.3	7h11'28	6.1	7h16'24	4.2	7h23'35	5.3	7h29'12	4.2	7h36'16	6.3
7h41' 3	6.6	7h45'37	10.6	7h48'27	6.9	7h52'48	13.2	7h55' 4	7.6	7h59' 2	6.9	8h 3'21	10.9	8h 6' 6	10.8
8h 8'53	8.0	8h12'37	4.3	8h19'33	3.0	8h29'29	2.1	8h43'28	3.4	8h52'11	4.6	8h58'45	5.5	9h 4'12	9.7
9h 7'18	6.9	9h11'37	9.5	9h14'46	7.8	9h18'38	12.5	9h21' 2	9.9	9h24' 3	11.4	9h26'41	11.5	9h29'17	9.7
9h32'23	13.4	9h34'37	10.8	9h37'24	12.6	9h39'47	12.2	9h42'15	9.0	9h45'36	6.5	9h50'15	8.1	9h53'56	7.1
9h58'10	8.2	10h 1'50	9.3	10h 5' 3	11.0	10h 7'46	9.5	10h10'55	12.9	10h13'15	6.9	10h17'34	7.1	10h21'47	6.5
10h26'25	3.4	10h35'13													

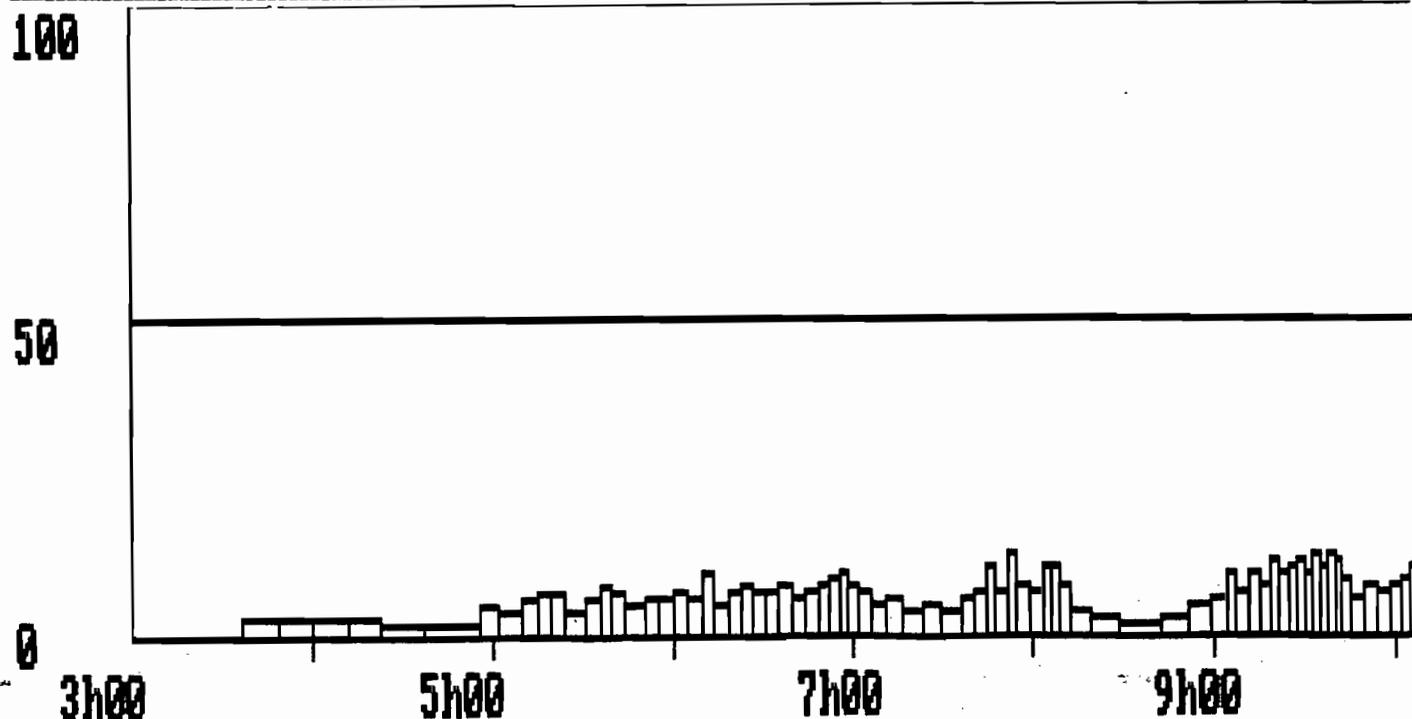
Intensité maximale élémentaire : 13.4mm/h pendant 134 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	13.4	13.4	12.3	12.1	11.6	11.4	10.8	9.7

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	31.5	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : STGE0202

Averse n° 190

Début le 28/ 5/1985 à 14h25'18
 Fin le 28/ 5/1985 à 15h31'13

P seuil = 10 mm
 Durée : 1h 5' 55

Intensités élémentaires

HMS basc	int														
mm/h	mm/h														
14h25'18	8.3	14h28'55	8.3	14h32'32	27.3	14h33'38	17.8	14h35'19	27.3	14h36'25	22.2	14h37'46	2.9	14h48' 0	1.6
15h 6'47	10.7	15h 9'36	18.0	15h11'16	29.5	15h12'17	27.3	15h13'23	29.0	15h14'25	43.9	15h15' 6	35.3	15h15'57	34.0
15h16'50	16.1	15h18'42	5.2	15h24'31	6.4	15h29'11	14.8	15h31'13							

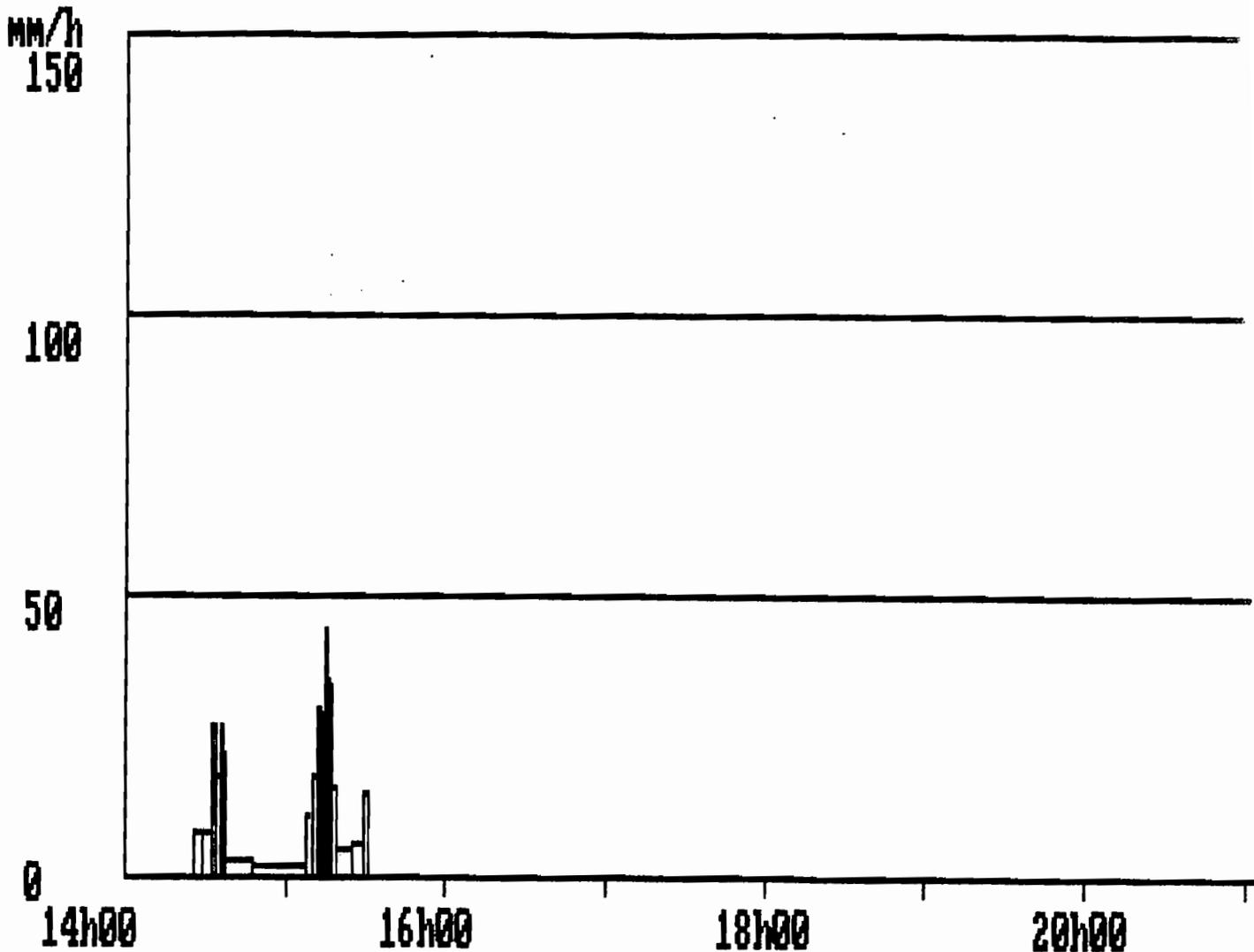
Intensité maximale élémentaire : 43.9mm/h pendant 41 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	43.9	39.2	32.7	25.0	18.3	15.2	11.4	9.0

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	9.0	7.0	6.0	4.5	4.0	1.5	0.5	0.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE DEDIPE

Fichier : STGE0202

Averse n° 192

Début le 1/ 6/1985 à 16h47' 7
Fin le 1/ 6/1985 à 17h32'28

P seau = 35 mm
Durée : 0h 45' 21

Intensités élémentaires

HMS basc	int	HMS basc	int	HMS basc	int	HMS basc	int	HMS basc	int	HMS basc	int	HMS basc	int	HMS basc	int
	mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h
16h47' 7	81.8	16h47'29	81.8	16h47'51	51.4	16h48'26	26.5	16h49'34	72.0	16h49'59	90.0	16h50'19	90.0	16h50'39	94.7
16h50'58	66.7	16h51'25	54.5	16h51'58	39.1	16h52'44	54.5	16h53'17	48.6	16h53'54	35.3	16h54'45	36.7	16h55'34	48.6
16h56'11	85.7	16h56'32	22.2	16h57'53	37.5	16h58'41	51.4	16h59'16	94.7	16h59'35	90.0	16h59'55	78.3	17h 0'18	42.9
17h 1' 0	21.4	17h 2'24	19.6	17h 3'56	11.8	17h 6'29	18.0	17h 8' 9	42.9	17h 8'51	78.3	17h 9'14	47.4	17h 9'52	90.0
17h10'12	81.8	17h10'34	129	17h10'48	120	17h11' 3	129	17h11'17	113	17h11'33	138	17h11'46	164	17h11'57	150
17h12' 9	106	17h12'26	138	17h12'39	150	17h12'51	200	17h13' 0	180	17h13'10	180	17h13'20	150	17h13'32	100.0
17h13'50	78.3	17h14'13	62.1	17h14'42	64.3	17h15'10	51.4	17h15'45	113	17h16' 1	164	17h16'12	120	17h16'27	150
17h16'39	64.3	17h17' 7	100.0	17h17'25	60.0	17h17'55	52.9	17h18'29	21.7	17h19'52	78.3	17h20'15	90.0	17h20'35	22.2
17h21'56	75.0	17h22'20	12.7	17h24'42	14.5	17h26'46	22.0	17h28' 8	60.0	17h28'38	7.8	17h32'28			

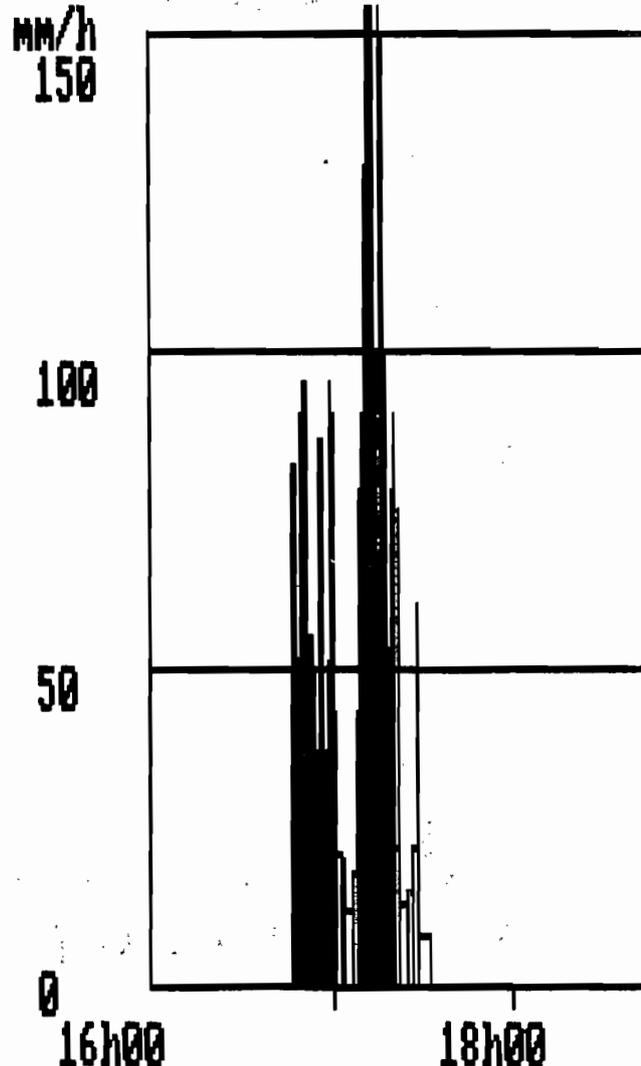
Intensité maximale élémentaire : 200.0mm/h pendant 9 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	200.0	166.2	115.6	94.6	75.0	61.9	57.2	0.0

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	35.0	34.5	33.0	32.0	29.5	29.0	27.0	24.5



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : STGE0203

Averse n° 215

Début le 25/ 8/1985 à 6h43'26
 Fin le 25/ 8/1985 à 6h59'30

P seuil = 10.5 mm
 Durée : 0h 16' 4

Intensités élémentaires

HMS	basc	int															
		mm/h															
6h43'26		14.9	6h45'27		14.9	6h47'28		14.2	6h49'35		66.7	6h50' 2		21.2	6h51'27		47.4
6h53'41		46.2	6h54'20		66.7	6h54'47		81.8	6h55' 9		85.7	6h55'30		138	6h55'43		129
6h56'28		66.7	6h56'55		94.7	6h57'14		69.2	6h57'40		66.7	6h58' 7		21.7	6h59'30		

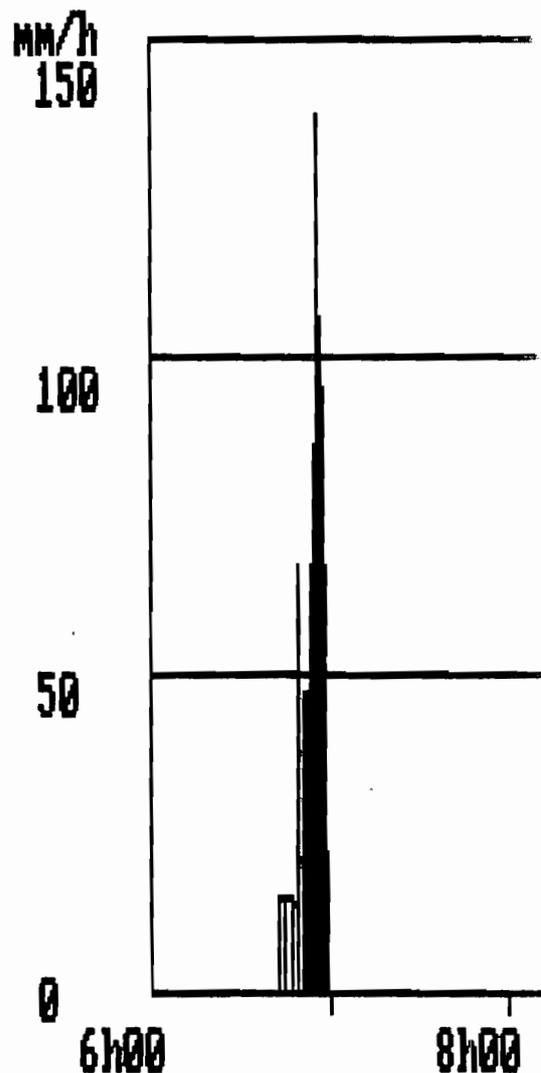
Intensité maximale élémentaire : 138.5mm/h pendant 13 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	138.5	122.9	77.4	53.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	10.5	10.5	9.0	9.0	8.0	8.0	7.5	6.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE DEDIPE

Fichier : STGE0205

Averse n° 254

Début le 11/ 8/1986 à 16h28'32
Fin le 11/ 8/1986 à 17h 5'21

P seau = 13 mm
Durée : 0h 36' 49

Intensités élémentaires

HMS basc	int	HMS basc	int	HMS basc	int	HMS basc	int	HMS basc	int	HMS basc	int	HMS basc	int	HMS basc	int
	mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h
16h28'32	50.0	16h29' 8	50.0	16h29'44	66.7	16h30'11	51.4	16h30'46	51.4	16h31'21	75.0	16h31'45	100.0	16h32' 3	85.7
16h32'24	100.0	16h32'42	129	16h32'56	58.1	16h33'27	41.9	16h34'10	38.3	16h34'57	15.4	16h36'54	6.9	16h41'14	6.1
16h46' 7	4.4	16h52'58	7.1	16h57'10	56.3	16h57'42	60.0	16h58'12	64.3	16h58'40	90.0	16h59' 0	64.3	16h59'28	17.1
17h 1'13	20.0	17h 2'43	11.4	17h 5'21											

Intensité maximale élémentaire : 128.6mm/h pendant 14 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	128.6	101.7	65.7	37.5	27.2	21.7	21.4	0.0

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	12.5	11.0	10.5	9.5	9.0	9.0	8.5	8.0

MM/h
150

100

50

0

16h00

18h00



5 - BASSIN DE MISON

Chronologie des averses

MISO01

- Le 23.08.83 : un violent orage débute à 20h9'. Il dure 2h46' pendant lesquelles il tombe 39 mm de pluie. L'intensité maximale élémentaire est très forte: 225 mm/h durant 8 secondes. L'intensité maximale en 5 minutes atteint 132 mm/h. La hauteur d'eau qui tombe avec une intensité supérieure à 50 mm/h est de 16,5 mm soit plus de 40 % de l'averse.

Le hyétogramme présente plusieurs pointes d'intensité de 164 mm/h pendant 11 secondes en plus du pic de 225 mm/h.

- Le 24.08.84 : on enregistre une averse de 10 mm en 1h57', avec une intensité maximale en 5 minutes de 31,8 mm/h. Le hyétogramme présente quatre pointes d'intensité; 20,2 mm/h pendant 89 secondes, 51,4 mm/h pendant 35 secondes, 62,5 mm/h pendant 29 secondes et en fin d'averse 51,4 mm/h pendant 35 secondes.

MISO01 - MISO02

- Le 23.09.84 :

MISO01 : cette averse de 16 mm débute à 5h31', elle dure 2h53'. avec une intensité maximale en 5 minutes de 19,4 mm/h.

Le hyétogramme présente une pointe d'intensité de 27,7 mm/h pendant 65 secondes.

MISO02 : une petite pluie - 16 mm d'eau en 2h51' - débute à 5h29'. Son intensité moyenne est de 6 mm/h.

- Le 1.10.84 :

MISO01 : l'averse débute à 17h18'. Il tombe 17 mm de pluie en 4h15'. L'intensité maximale en 5 minutes est de 53,8 mm/h. Le hyétogramme présente une pointe d'intensité de 81,8 mm/h pendant 22 secondes et plusieurs pointes de 50 à 60 mm/h pendant une trentaine de secondes.

MISO02 : l'averse présente les mêmes caractéristiques qu'à MISO01 - début de l'averse 17h13', hauteur d'eau 17,5 mm, durée 4h27' - .

- Le 3.10.84 :

MISO01 : l'averse débute à 3h56'. Il tombe 41 mm de pluie en 7h3' avec une intensité maximale en 5 minutes de 13,7 mm/h. La hauteur des précipitations tombées avec une intensité supérieure à 5 mm/h est de 35,5 mm soit près de 90% des précipitations totales.

MISO02 : l'averse enregistrée à ce pluviographe est sensiblement égale à celle de MISO01 : début des précipitations à 3h30', hauteur d'eau 42 mm, durée 7h9'.

- Le 4.10.84 :

MISO01 : une forte pluie - 30 mm d'eau en 6h11' avec une intensité maximale en 5 minutes de 32,9 mm/h, débute à 12h42. Le hyétogramme présente 4 pointes d'intensité dont la plus importante est de 56,3 mm/h pendant 32 secondes.

MISO02 : l'averse débute à 12h36' . Il tombe 30,5 mm de pluie en 6h31'.
H 61 960 960 1 Le 26.10.84 :

MISO01 : a partir de 8h3',le pluviographe enregistre 15 mm de précipitations en 2h10'avec une intensité maximale en 5 minutes de 23,6 mm/h.
Le hyétogramme présente plusieurs pointes regroupées en milieu d'averse dont la plus importante est de 28,6 mm/h pendant 63 secondes.

MISO02 : l'averse débute plus tôt qu'à MISO01 - 7h32'-. Il tombe 16 mm de pluie en 2h32'.

- Le 3.11.84 : (le pluviographe 02 est hors service)

MISO01 : 12 mm de précipitations sont enregistrées en 4h53'avec une intensité maximale en 5 minutes de 4,7 mm/h.

- Le 6.11.84 : une pluie assez forte débute à 0h43'. La hauteur des précipitations atteint 32 mm en 7h32'.

L'intensité maximale élémentaire est de 17,5 mm/h pendant 103 secondes et l'intensité maximale en 5 minutes de 13 mm/h.

- Du 14 au 15.11.84 : une pluie légère débute le 14 à 13h6'. Il tombe 28 mm de pluie en 15h36'. L'intensité maximale en 5 minutes est faible : 5,6 mm/h.

- Du 1 au 2.12.84 : l'averse débute le 1er à 17h43' et dure 7h37'. Il tombe 22 mm de pluie avec une intensité maximale en 5 minutes de 10,6 mm/h.

- Le 21.01.85 : une pluie légère - 15,5 mm en 8h45'- débute à 13h30' . L'intensité maximale en 5 minutes est très faible 3,6 mm/h.

- Le 26.01.84 : une pluie légère débute à 4h14'-il tombe 22,5 mm d'eau en 8h32'. L'intensité maximale en 5 minutes est de 6,6 mm/h.

- Du 1 au 2.03.85 : une pluie légère, de 22,5 mm de hauteur d'eau, débute le 1 er mars à 19h58'. Son intensité maximale en 5 minutes est de 5,8 mm/h.

- Du 4 au 5.3.85 : on enregistre deux averses :

- le 4 mars à 20h49', il tombe au cours de cette première averse 21,5 mm de pluie en 7h13' avec une intensité maximale en 5 minutes de 7,4 mm/h.

- le 5 mars à 8h7', il tombe au cours de cette seconde averse 19,5 mm de pluie en 15h18'. L'intensité maximale en 5 minutes est de 4,2 mm/h.

- Le 6.03.85 : il tombe 14 mm de pluie en 6h17' avec une intensité maximale en 5 minutes de 3,7 mm/h.

- Le 3.03.85 : il tombe 12,5 mm de pluie en 12h14' avec une intensité maximale en 5 minutes de 3,3 mm/h.

MISO01 - MISO02

- Du 5 au 6.08.85 :

MISO01 : un violent orage débute le 5 août à 19h48'et dure 9h54'. La hauteur des précipitations est de 49 mm et l'intensité maximale en 5 minutes de 123 mm/h.

La hauteur d'eau qui tombe avec une intensité supérieure à 50 mm/ est de 16 mm soit plus de 30 % de l'averse. Le hyétogramme présente plusieurs pointes d'intensité regroupées, dont la plus

importante est de 225 mm/h pendant 8 secondes en début d'averse et deux pointes de moins de 50 mm/h en fin d'averse.

MISO02 : l'orage débute à 19h50'. Il tombe 52,5 mm d'eau en 10h16'.

- Le 25.08.85 :

MISO01 : l'averse débute à 9h9'. Il tombe 33,5 mm de pluie en 8h13' avec une intensité en 5 minutes de 19,6 mm/h. Le hyétogramme présente plusieurs pointes d'intensité inférieures à 25 mm/h.

MISO02 : l'averse débute à 9h31'. Il tombe 34 mm de pluie en 7h53'.

- Du 12 au 13.11.85 :

MISO01 : une pluie légère débute à 12h43'. Il tombe 29 mm d'eau en 12h27' avec une intensité maximale en 5 minutes de 7,2 mm/h.

MISO02 : l'averse débute à 12h42'. Il tombe 29 mm de pluie en 12h33'.

- Du 8 au 9.12.85 :

MISO01 : une pluie légère débute à 20h11'. La hauteur des précipitations est de 16mm en 8h13' avec une intensité maximale en 5 minutes de 4,3 mm/h.

MISO02 : la pluie débute à 19h56'. La hauteur des précipitations est de 16 mm en 8h22'.

- Le 23.12.85 :

MISO01 : on enregistre une pluie légère -12,5 mm de précipitations en 5h16' avec une intensité maximale en 5 minutes de 5,7 mm/h.

MISO02 : on enregistre 11,5 mm de précipitations en 5h11'

- Le 9.1.86 :

MISO01 : il semble que l'averse n'est pas atteint cette partie du bassin.
Pas d'enregistrement.

MISO02 : l'averse débute à 11h14'. On enregistre 10,5 mm de précipitations en 5h27'.

- Du 23 au 24.01.86 :

MISO01 : l'averse débute le 23 à 23h30'. Il tombe 14 mm de pluie en 7h22' avec une intensité maximale en 5 minutes de 7,2 mm/h.

MISO02 : l'averse débute le 24 à 0h13'. Les précipitations atteignent 15 mm en 7h8'.

- Le 31.01.86 :

MISO01 : la hauteur des précipitations est de 10 mm en 5h41' avec une intensité maximale en 5 minutes de 5,1 mm/h.

MISO02 : pas de pluie sur cette partie du bassin.

- Le 17.02.86 :

MISO01 : l'averse débute à 4h8'. La hauteur des précipitations enregistrée est de 21,5 mm en 11h18' avec une intensité maximale en 5 minutes de 9 mm/h.

MISO02 : l'averse débute à 4h17'. La hauteur des précipitations enregistrée est de 20 mm en 10h58'.

- Le 23.02.86 :

MISO01 : il tombe une pluie légère - 14 mm en 7h11' avec une intensité maximale en 5 minutes de 3,7 mm/h.

MISO02 : il tombe 14 mm de pluie en 7h14'.

- Le 3.4.86 :

MISO01 : on enregistre 10,5 mm de précipitations en 5h22' avec une intensité maximale en 5 minutes de 6,8 mm/h.

MISO02 : pas d'averse enregistrée.

- Le 7.04.86 :

MISO01 : on enregistre deux averses :

- La première à 2h40'. Il tombe 11,5 mm de pluie en 3h58' avec une intensité maximale en 5 minutes de 7,6 mm/h.

- La deuxième à 15h48'. Il tombe 14,5 mm de pluie en 5h54' avec une intensité maximale en 5 minutes de 6 mm/h.

MISO02 : on enregistre également deux averses :

- La première à 3h52': 10,5 mm de précipitations en 2h46'.

- La deuxième à 14h46': 15,5 mm de précipitations en 7h28'.

- Le 8.04.86 :

MISO01 : au cours de cette averse, qui débute à 15 heures, il tombe 17,5 mm de pluie en 7h45' avec une intensité maximale en 5 minutes de 18,5 mm/h.

Le hyétogramme présente une pointe d'intensité de 24,3 mm/h pendant 74 secondes en début d'averse.

MISO02 : l'averse débute à 15h17'. Il tombe 19 mm de pluie en 7h14'.

- Le 22.04.86 :

MISO01 : on enregistre une petite pluie de 17 mm 9h18' avec une intensité maximale en 5 minutes de 4,7 mm/h.

MISO02 : pas d'enregistrement.

- Le 2.05.86 :

MISO01 : l'averse débute à 14h9'. La hauteur des précipitations est de 15,5 mm en 3h29' avec une intensité en 5 minutes de 12,4 mm/h. Le hyétogramme présente trois pointes d'intensité dont la plus importante est de 20,7 mm/h pendant 87 secondes.

MISO02 : l'averse débute à 14h10'. Les précipitations atteignent 15 mm en 3h28'.

- Le 18.08.86 :

MISO01 : un violent orage débute à 15h39'. On enregistre 12,5 mm de précipitations en 0h39' avec une intensité maximale en 5 minutes importante : 86,1 mm/h. La hauteur d'eau qui tombe avec une intensité supérieure à 50 mm/h est de 7,5 mm soit 60 % de l'averse totale. Le hiétogramme présente une pointe d'intensité de 138,5 mm/h pendant 13 secondes.

MISO02 : pas d'enregistrement.

- Le 26.08.86 :

MISO01 : au cours de cette averse qui débute à 14h41', il tombe 24,5 mm d'eau en 4h17' avec une intensité maximale en 5 minutes de 10,8 mm/h. Le hyétogramme est homogène sur la durée de l'averse et ne présente pas d'intensité supérieure à 15 mm/h.

MISO02 : l'averse débute à 14h56'. Il tombe 23 mm de pluie en 4h27'.

- Le 24.9.86 :

MISO01 : on enregistre deux averses dans la journée.

- La première à 1h36'. Il tombe 11,5 mm de pluie en 2h55' avec une intensité maximale en 5 minutes de 12,4 mm/h.

- La seconde à 11h59'. Il tombe 39,5 mm de pluie en 10h37' avec une intensité maximale en 5 minutes de 41 mm/h . 30 % de l'averse tombe avec une intensité supérieure à 10 mm/h. Le hyétogramme présente une pointe d'intensité de 105,9 mm/ pendant 17 secondes en début d'averse.

MISO02 : on enregistre également deux averses :

- au cours de la première qui débute à 1h38' il tombe 12 mm de pluie en 2h55'.

- la deuxième débute à 11h43', il tombe 37,5 mm de pluie en 10h40'.

- Le 14.11.86 :

MISO01 : une pluie relativement légère débute à 1h22'. Il tombe 54,5 mm d'eau en 18h45' avec une intensité maximale en 5 minutes de 8,7 mm/h.

MISO02 : l'averse débute 2h38'. Les précipitations sont de 50 mm en 17h35'.

- Du 8 au 9.12.86 :

MISO01 : on enregistre deux averses :

- La première débute le 8 à 19h48'. Il tombe 10,5 mm de pluie en 8h9' avec une intensité maximale en 5 minutes de 4,7 mm/h.

- La deuxième débute le 9 à 9h24'. Il tombe 11,5 mm de pluie en 9h40' avec une intensité maximale en 5 minutes de 4 mm/h.

MISO02 : deux averses sont également enregistrées :

- La première le 8 à 20h9'. Il tombe 10,5 mm de pluie en 8 heures.

- La deuxième le 9 à 9h36'. Il tombe 11,5 mm de pluie 9h14'.

- Le 14.01.87 :

MISO01 : pas d'enregistrement.

MISO02 : une averse débute à 5h58'. Il tombe 18 mm de pluie en 10h36'.

- Du 3 au 4.02.87 :

MISO01 : l'averse débute le 3 à 21h39'. La hauteur des précipitations enregistrée est de 15 mm en 6 heures avec une intensité maximale en 5 minutes de 7,8 mm/h.

MISO02 : l'averse débute le 3 à 22h19'. Il tombe 14,5 mm de pluie en 5h45'.

- Du 11 au 12.02.87 :

MISO01 : une pluie légère débute le 11 à 17h24' et dure 9h46'.

La hauteur des précipitations est de 14,5 mm. L'intensité maximale en 5 minutes n'est que de 2,5 mm/h.

MISO02 : l'averse débute le 11 à 17h47'. Il tombe 13 mm de pluie en 9h40'.

MISO02 (plus de données pour MISO01).

- Le 4.04.87 : on enregistre une averse de 12 mm en 4h31' avec une intensité maximale en 5 minutes de 6,2 mm/h.

- Du 3 au 4.04.87 : l'averse débute le 3 à 18h14'. la hauteur des précipitations est de 37 mm en 13 heures avec des intensités peu importantes - intensité maximale élémentaire: 9,7 mm/h pendant 185 secondes. Intensité maximale en 5 minutes : 8,1 mm/h.

Le hyétogramme est homogène sur toute la durée de l'averse.

- Le 5.04.87 : une petite averse de 10 mm est enregistrée en 6h30' avec une intensité maximale en 5 minutes de 6,7 mm/h.

- Du 17 au 18.05.87 : l'averse débute le 17 mai à 14h14'. Il tombe 27 mm de pluie en 14h21' avec une intensité maximale en 5 minutes de 9,1 mm/h.

- Le 15.06.87 : un violent orage - 21,5 mm en 1h31' - débute à 5h9'. Son intensité maximale en 5 minutes est de 68,2 mm/h. La hauteur des précipitations qui tombe avec une intensité supérieure à 15 mm/h est de 16 mm soit plus de 70 % de l'averse totale. La hauteur des précipitations qui tombe avec une intensité supérieure à 50 mm/h est de 8,5 mm soit près de 40 % de l'averse. Le hyétogramme présente plusieurs pointes d'intensité regroupées dont la plus importante est de 112,5 mm/h pendant 16 secondes.

- Le 26.06.87 : les précipitations atteignent 10,5 mm de hauteur en 4h22' avec une intensité maximale en 5 minutes de 7,4 mm/h.

- Le 2.07.87 : l'orage débute à 18h18'. La hauteur des précipitations atteint 20,5 mm en 3h14' avec des intensités fortes : l'intensité maximale élémentaire est de 128,4 mm/h pendant 14 secondes et l'intensité maximale en 5 minutes de 92,8 mm/h. La hauteur de précipitations qui tombe avec une intensité supérieure à 50 mm/h est de 11 mm soit plus de la moitié de l'averse. Le hyétogramme présente plusieurs pointes d'intensité supérieures à 70 mm/h regroupées en tout début d'averse.

- Le 4.07.87 : une pluie forte de 17 mm dure 3h42'. Son intensité maximale élémentaire est de 52,9 mm/h pendant 34 secondes et son intensité maximale en 5 minutes de 31,3 mm/h.

- Du 16 au 17.07.87 : l'averse débute le 16 à 21h37'. Il tombe 19,5 mm de pluie en 2h38' avec une intensité maximale élémentaire de 54,5 mm/h pendant 33 secondes et une intensité maximale en 5 minutes de 38,2 mm/h. La hauteur d'eau qui tombe avec une intensité supérieure à 10 mm/h est de 11,5 mm soit près de 60 % de l'averse totale.

- Le 18.07.87 : il tombe 11 mm de pluie en 3h22' avec une intensité maximale élémentaire de 13,4 mm/h.

- Le 23.08.87 : un orage débute à 17h35', il dure 2h2' et sa hauteur de précipitations atteint 16,5 mm. Son intensité maximale élémentaire atteint 128,6 mm/h pendant 14 secondes, Son intensité maximale en 5 minutes 58,2 mm/h

- Le 24.08.87 : une pluie forte de 16 mm débute à 6h14' et dure 2h26. Son intensité maximale élémentaire est de 56,3 mm/h pendant 32 secondes et son intensité maximale en 5 minutes de 43,7 mm/h. Les pointes d'intensité sont regroupées en milieu d'averse.

- Le 27.08.87 : une pluie de 19 mm débute à 2h9'. Elle dure 5h32'. Son intensité maximale en 5 minutes est de 20,2 mm/h.

- Le 26.09.87 : une pluie violente de faible hauteur d'eau : 11,5 mm - mais de forte intensité - 49,9 mm/h pendant 5 minutes débute à 10h8'. Elle dure 1h31'.

- Le 5.10.87 : une averse de hauteur important : 33,5 mm - mais de faible intensité -, 12,2 mm/h d'intensité maximale en 5 minutes - débute à 2h39' et dure 8h6'.

- Le 6.10.87 : une pluie d'orage débute à 7h1'. Elle dure 3h49'. Son intensité maximale élémentaire est de 75 mm/h pendant 24 secondes et son intensité en 5 minutes de 54,3 mm/h. La hauteur d'eau tombée avec une intensité supérieure à 20 mm/h est de 5 mm soit près de 45 % de la hauteur totale de l'averse.

MISO01 – MISO02 :

- Le 10.10.87 :

MISO01 : une pluie assez forte – 36,5 mm en 6h6' – débute à 11h22'. Son intensité maximale en 5 minutes est de 12 mm/h.

MISO02 : il tombe 29,5 mm de pluie en 5h6'.

- Le 11.10.87 :

MISO01 : on enregistre deux averses :

- La première de 13 mm débute à 3h39'. Elle dure 4h4'. Son intensité maximale en 5 minutes est de 16,2 mm/h.

- La deuxième de 18 mm débute à 9h5'. Elle dure 7h8'. Son intensité maximale en 5 minutes est faible – 7,3 mm/h.

MISO02 : on enregistre également deux averses :

- La première de 11,5 mm dure 4 heures.

- La seconde de 16 mm dure 6h54'.

- Le 28.10.87 :

MISO01 : une pluie forte – 13 mm de hauteur en 2h5'. Intensité maximale élémentaire 69,2 mm/h pendant 29 secondes et intensité maximale en 5 minutes 30,5 mm/h – débute à 16h5'.

MISO02 : la pluie débute à 17h53'. Il tombe 13,5 mm d'eau en 2h19'.

- Le 29.10.87 :

MISO01 : l'averse débute à 3h36'. Elle dure 3h8'. Sa hauteur d'eau est de 15 mm, son intensité maximale en, 5 minutes de 24,9 mm/h.

MISO02 : l'averse débute à 3h19'. Elle dure 3h31. Sa hauteur d'eau est de 12,5 mm.

- Du 9 au 10.11.87 :

MISO01 : l'averse débute à 15h33'. Elle dure 14h52'. La hauteur des précipitations est de 28 mm.

MISO02 : l'averse débute à 15h15' . Elle dure 14h34'. La hauteur des précipitations est de 26 mm.

- Du 4. au 5.12.87 :

MISO01 : une petite pluie de 17 mm débute le 4 décembre à 19h5'. Elle dure 8h40'. Son intensité maximale élémentaire ne dépasse pas 7,3 mm/h.

MISO02 : début de la pluie - 19h4' - hauteur des précipitations - 15 mm - durée 8h7'.

- Le 5.12.87 :

MISO01 : une pluie légère - 13 mm en 5h33' - débute à 13h40'. Son intensité maximale en 5 minutes est de 6 mm/h.

MISO02 : il tombe 12,5 mm de pluie en 6h20'.

- Le 25.12.87 :

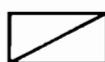
MISO01 : une pluie légère débute à 17h37'. Elle dure 6h44'. Sa hauteur d'eau est de 14,5 mm, son intensité maximale élémentaire de 10,4 mm/h.

MISO02 : la pluie débute à 17h11'. Elle dure 6h3'. La hauteur des précipitations est de 13 mm.

STATION : MISO 01

Précipitations journalières en mm
Année 1984

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	/	/	/	/	/	/	/	/		20		25
2	/	/	/	/	/	/	/	/		0,5		
3	/	/	/	/	/	/	/	/		42	12	
4	/	/	/	/	/	/	/	/		30,5		
5	/	/	/	/	/	/	/	/	10,5	2,5		
6	/	/	/	/	/	/	/	/			33	
7	/	/	/	/	/	/	/	/			1	
8	/	/	/	/	/	/	/	/				
9	/	/	/	/	/	/	/	/				
10	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5			
11	/	/	/	/	/	/	/	/				
12	/	/	/	/	/	/	/	/				
13	/	/	/	/	/	/	/	/				8,5
14	/	/	/	/	/	/	/	/			28,5	
15	/	/	/	/	/	/	/	/	1			5,5
16	/	/	/	/	/	/	/	/			11	0,5
17	/	/	/	/	/	/	/	/			1	
18	/	/	/	/	/	/	/	/	8		0,5	8
19	/	/	/	/	/	/	/	/		1,5		
20	/	/	/	/	/	/	/	/		6,5		
21	/	/	/	/	/	/	/	/				
22	/	/	/	/	/	/	/	/	1			
23	/	/	/	/	/	/	/	42	29,5			
24	/	/	/	/	/	/	/	10	0,5			
25	/	/	/	/	/	/	/	/				
26	/	/	/	/	/	/	/	/	1	15	1,5	
27	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5			0,5
28	/	/	/	/	/	/	/	5,5				
29	/	/	/	/	/	/	/	/	2			
30	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5		1,5	
31	/	/	/	/	/	/	/	/				
TOTAL	/	/	/	/	/	/	/	57,5	55	118,5	90	48



Pas de données

STATION : MISO 01

Précipitations journalières en mm
Année 1985

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1			26,5	/	/	/	/				10,5	
2			0,5	/	/	/	/					
3				/	/	/	/					0,5
4			22,5	/	/	/	/				5	
5			22,5	/	/	/	/	50		0,5		
6			14,5	/	/	/	/			1		
7			15,5	/	/	/	/					0,5
8		0,5		/	/	/	/			0,5		16
9		4,5		/	/	/	/					13,5
10				/	/	/	/				0,5	3
11				/	/	/	/					
12		4,5	8,5	/	/	/	/				33	
13		9		/	/	/	/					
14		0,5		/	/	/	/					
15		0,5		/	/	/	/		1			
16				/	/	/	/					
17	0,5			/	/	/	/					
18		1,5		/	/	/	/					
19	6,5			/	/	/	/				2	
20				/	/	/	/		0,5			
21	18,5			/	/	/	/				1,5	
22	8			/	/	/	/			0,5		
23	3,5			/	/	/	/					17,5
24	0,5			/	/	/	/					4,5
25				/	/	/	/	40		7	0,5	8
26	24,5			/	/	/	/				0,5	
27				/	/	/	/					0,5
28		0,5		/	/	/	/				0,5	16,5
29				/	/	/	/					4,5
30				/	/	/	5					
31				/	/	/						
TOTAL	62	21,5	110,5	/	/	/	5	90	1,5	2,5	54	85

STATION : MISO 01

Précipitations journalières en mm
Année 1986

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	0,5	3,5	5,5		1							
2		9			21,5			0,5			0,5	
3		5,5		14			4					
4				0,5			0,5			0,5		
5					2							
6				8	1		4,5					
7				34,5	0,5							
8				28	1							14
9									1			13
10												
11								10,5				
12							0,5					
13				0,5						2,5	4,5	
14	1	9								8	56	1
15		1,5		3	0,5	0,5					0,5	
16				6,5		2,5				0,5		0,5
17		27,5		12		0,5			4			0,5
18		13		0,5		3,5		12,5	3			7,5
19		8	0,5			0,5				2		4,5
20						2				1	1	0,5
21			0,5		4	0,5					2,5	1
22				18,5							4,5	
23	17	15			7			6,5		10	2,5	
24	4		5,5						54			
25	1								0,5	7,5		
26	0,5				7			26,5	0,5			8,5
27					1		0,5	1				0,5
28		1,5	0,5				0,5		6			
29												
30	0,5		3									
31	10,5		0,5									
TOTAL	34	93,5	16	126	46,5	10	10,5	57,5	69	32	72	51,5

STATION : MISO 01

Précipitations journalières en mm
Année 1987

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1			/	/	/	/	/	/				
2	1		/	/	/	/	/	/		3		
3		20,5	/	/	/	/	/	/		0,5	0,5	
4		3,5	/	/	/	/	/	/	1,5	2		25,5
5			/	/	/	/	/	/	1	41,5		20,5
6			/	/	/	/	/	/		18		4,5
7			/	/	/	/	/	/				
8			/	/	/	/	/	/		6,5		0,5
9			/	/	/	/	/	/			28	
10	0,5	3,5	/	/	/	/	/	/		37,5		
11		29	/	/	/	/	/	/		35		
12		5	/	/	/	/	/	/				1
13			/	/	/	/	/	/				1
14	1,5		/	/	/	/	/	/		0,5		16,5
15			/	/	/	/	/	/		5		0,5
16			/	/	/	/	/	/				1
17	2,5	0,5	/	/	/	/	/	/		3		0,5
18	0,5		/	/	/	/	/	/				
19	0,5		/	/	/	/	/	/				
20	0,5		/	/	/	/	/	/			0,5	
21	0,5		/	/	/	/	/	/		1		
22			/	/	/	/	/	/			0,5	
23			/	/	/	/	/	19	5	2		
24			/	/	/	/	/	24,5	1,5	8,5	6,5	0,5
25	0,5		/	/	/	/	/				4	14,5
26			/	/	/	/	/		17		3,5	
27	0,5		/	/	/	/	/	21,5	1			
28			/	/	/	/	/			17		0,5
29	0,5		/	/	/	/	/			17,5		
30			/	/	/	/	/					
31			/	/	/	/	/			0,5		1
TOTAL	9	62	/	/	/	/	/		27	199	43,5	88

STATION : MISO 02

Précipitations journalières en mm
Année 1984

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	/	/	/	/	/	/	/	/		20	/	/
2	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
3	/	/	/	/	/	/	/	/		43	/	/
4	/	/	/	/	/	/	/	/		30,5	/	/
5	/	/	/	/	/	/	/	/	10,5	3	/	/
6	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
7	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
8	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
9	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
10	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5		/	/
11	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
12	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
13	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
14	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
15	/	/	/	/	/	/	/	/	1		/	/
16	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
17	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
18	/	/	/	/	/	/	/	/	8		/	/
19	/	/	/	/	/	/	/	/		2	/	/
20	/	/	/	/	/	/	/	/		6,5	/	/
21	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
22	/	/	/	/	/	/	/	/	7		/	/
23	/	/	/	/	/	/	/	/	24,5		/	/
24	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
25	/	/	/	/	/	/	/	/	0,5		/	/
26	/	/	/	/	/	/	/	/	1,5	16,5	/	/
27	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
28	/	/	/	/	/	/	/	6			/	/
29	/	/	/	/	/	/	/		2		/	/
30	/	/	/	/	/	/	/		1		/	/
31	/	/	/	/	/	/	/				/	/
TOTAL	/	/	/	/	/	/	/	6	56,5	121,5	/	/

STATION : MISO 02

Précipitations journalières en mm
Année 1985

	Janv.	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	/	/	/	/	/	/	/				/	
2	/	/	/	/	/	/	/				/	
3	/	/	/	/	/	/	/				/	
4	/	/	/	/	/	/	/				/	0,5
5	/	/	/	/	/	/	/	53		0,5	/	2
6	/	/	/	/	/	/	/			1	/	
7	/	/	/	/	/	/	/				/	
8	/	/	/	/	/	/	/			0,5	/	16
9	/	/	/	/	/	/	/				/	13
10	/	/	/	/	/	/	/				/	3,5
11	/	/	/	/	/	/	/				/	
12	/	/	/	/	/	/	/				/	
13	/	/	/	/	/	/	/				/	
14	/	/	/	/	/	/	/				/	
15	/	/	/	/	/	/	/		1		/	
16	/	/	/	/	/	/	/				/	
17	/	/	/	/	/	/	/				/	
18	/	/	/	/	/	/	/				/	
19	/	/	/	/	/	/	/				/	
20	/	/	/	/	/	/	/		0,5		/	
21	/	/	/	/	/	/	/				/	
22	/	/	/	/	/	/	/				/	
23	/	/	/	/	/	/	/				/	16,5
24	/	/	/	/	/	/	/				/	4,5
25	/	/	/	/	/	/	/	40,5			/	7
26	/	/	/	/	/	/	/				/	0,5
27	/	/	/	/	/	/	/				/	
28	/	/	/	/	/	/	/				/	15,5
29	/	/	/	/	/	/	/				/	5
30	/	/	/	/	/	/	5,5				/	
31	/	/	/	/	/	/	/				/	
TOTAL							5,5	93,5	1,5	2		82

STATION : MISO 02

Précipitations journalières en mm
Année 1986

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1	/	/	/	/								
2	/	/	/	/	21,5						0,5	
3	/	/	/	/			5,5					
4	/	/	/	/			0,5					
5	/	/	/	/	2							
6	/	/	/	/	1,5		4					
7	/	/	/	/								
8	/	/	/	/	1,5							14
9	/	/	/	/					1			13
10	/	/	/	/								
11	/	/	/	/				10,5				
12	/	/	/	/			3					
13	/	/	/	/						2	4,5	
14	/	/	/	/						8	51,5	1
15	/	/	/	/	0,5	0,5						
16	/	/	/	/		2				0,5		0,5
17	/	/	/	/		0,5			3,5			
18	/	/	/	/		4		0,5	2,5			7
19	/	/	/	/						1		4,5
20	/	/	/	/		2,5				1,5	1	0,5
21	/	/	/	/	4	0,5					2	0,5
22	/	/	/	/							4,5	0,5
23	/	/	/	/	7			6		9,5	2,5	
24	/	/	/	/					52,5			
25	/	/	/	/					0,5	7,5		
26	/	/	/	/	7			25				2
27	/	/	/	/	1		0,5	1				2,5
28	/	/	/	/					6			
29	/	/	/	/								
30	/	/	/	/								
31	/	/	/	/								
TOTAL	/	/	/	/	46	10	13,5	43	66	30	66,5	46

STATION : MISO 02

Précipitations journalières en mm
Année 1987

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1			/						/	/		
2	1		/				20,5		/	/		
3		20	/	53,5	12				/	/		
4		3	/	7,5		12	17		/	/		23,5
5		0,5	/	10			0,5		/	/		18,0
6			/					3	/	/		4,5
7			/	0,5		1	4,5		/	/		
8			/	11		7,5	0,5		/	/	6,0	
9			/	16				3,5	/	/	26	
10		3	/						/	/	30,5	
11	0,5	26	/						/	/	31,5	0,5
12		4	7		2				/	/		1,0
13		0,5			0,5				/	/	5,5	0,5
14	18		8						/	/		16,0
15			1,5		1	27	3		/	/	4,5	
16					0,5		24,5		/	/	1,0	1,0
17	0,5	/			30,5		12		/	/	4,0	
18		/			40,5		11,5		/	/		
19	0,5	/			5	8,5	0,5		/	/		
20		/			0,5	1			/	/		
21		/	0,5						/	/	0,5	
22	0,5	/	12						/	/	0,5	
23		/					1		/	/	2,0	0,5
24		/					0,5		/	/	8,0	6,5
25		/	3,5						/	/	3,0	13,5
26		/	1			10,5			/	/	3,5	0,5
27	0,5	/							/	/		
28		/	4,5						/	/	16,5	
29		/							/	/	14,5	
30		/					4,5		/	/	0,5	
31		/							/	/	0,5	1,0
TOTAL	21,5	57	38	98,5	56,5	67,5	100,5			119	46,5	80,5

Evénements pluviométriques dont la hauteur d'eau enregistrée

est \geq 10 mm

BASSIN DE MISON

Date	MISO01		MISO02	
	Hauteur (mm)	Durée HMS)	Hauteur (mm)	Durée HMS)
23/08/84	39,0	2h46'40		
24/08/84	10,0	1h57'01	—	—
23/09/84	16,0	2h53'40	16,0	2h51'32
01/10/84	17,0	4h15'10	17,5	4h27'11
3/10/84	41,0	7h03'08	42,0	7h09'02
4/10/84	30,0	6h11'22	30,5	6h31'30
26/10/84	15,0	2h10'57	16,0	2h32'37
3/11/84	12,0	4H53'30		
6/11/84	32,0	7h32'46		
14/11/84	28,0	15h36'06		
15/11/84				
1/12/84	22,0	7h37'33		
2/12/84				
21/01/85	15,5	8h45'16		
26/01/85	22,5	8h32'57		
1/03/85	22,5	9h37'38		
2/03/85				
4/03/85	21,5	7h33'16		
5/03/85	19,5	15h18'15		
6/03/85	14,0	6h17'34		
7/03/85	12,5	10h14'34		
2/05/86	15,5	3h29'23	15,0	3h28'09
18/08/86	12,5	0h39'10		
26/08/86	24,5	4h17'15	23,0	4h27'09
24/09/86	11,5	2h55'04	12,0	2h55'09
24/09/86	39,5	10h37'10	37,5	10h40'25
14/11/86	54,5	18h45'21	50,0	17h35'37
8/12/86	10,5	8h09'21	10,5	8h03'12
9/12/86	11,5	9h39'51	11,5	9h14'25
14/01/87			18,0	10h35'41
3/02/87	15,0	6h05'51	14,5	5h45'28
4/02/87				
11/02/87	14,5	9h46'39	13,0	9h39'59
12/02/87				
22/03/88			12,0	4h31'42
3/04/87			37,0	12h59'37
4/04/87				
5/04/87			10,0	6h30'52
17/05/87			27,0	14h21'20
18/05/87				
15/06/87			21,5	1h29'59
26/06/87			10,5	4h22'
2/07/87			20,5	3h13'55
4/07/87			17,0	3h42'24
16/07/87			19,5	2h37'48

Date	MISO01		MISO02		99
	Hauteur (mm)	Durée (hms)	Hauteur (mm)	Durée (hms)	
17/07/87					
18/07/87			11,0	3h22'13	
23/08/87	16,5	2h02'43			
24/08/87	16,0	2h26'25			
27/08/87	19,0	5h32'47			
26/09/87	11,5	1h31'52			
5/10/87	33,5	8h06'14			
6/10/87	13,5	3h49'45			
10/10/87	36,5	6h06'24	29,5	5h06'45	
11/10/87	13,0	4h03'55	11,5	4h00'34	
11/10/87	18,0	7h08'32	16,0	6h54'14	
28/10/87	13,0	2h05'25	13,5	2h19'00	
29/10/87	15,0	3h08'01	12,5	2h31'57	
9/11/87	28,0	14h52'15	26,0	14h28'30	
4/12/87	17,0	8h40'34	15,0	8h07'03	
5/12/87	13,0	5h33'48	12,5	6h20'04	
25/12/87	14,5	6h44'16	13,0	6h21'03	

HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE DEDIPE

Fichier : MIS00101

Averse n° 1

Début le 23/ 8/1984 à 20h 9'32
Fin le 23/ 8/1984 à 22h56'12

P seau = 39 mm
Durée : 2h 46' 40

Intensités élémentaires

HMS base	int	HMS base	int	HMS base	int	HMS base	int	HMS base	int	HMS base	int	HMS base	int	HMS base	int
	mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h		mm/h
20h 9'32	1.7	20h26'52	1.7	20h44'12	4.7	20h50'38	52.9	20h51'12	33.3	20h52' 6	43.9	20h52'47	32.1	20h53'43	47.4
20h54'21	72.0	20h54'46	120	20h55' 1	150	20h55'13	129	20h55'27	138	20h55'40	120	20h55'55	164	20h56' 6	120
20h56'21	120	20h56'36	120	20h56'51	106	20h57' 8	129	20h57'22	225	20h57'30	164	20h57'41	164	20h57'52	180
20h58' 2	150	20h58'14	150	20h58'26	129	20h58'40	164	20h58'51	120	20h59' 6	100.0	20h59'24	81.8	20h59'46	100.0
21h 0' 4	138	21h 0'17	75.0	21h 0'41	100.0	21h 0'59	85.7	21h 1'20	66.7	21h 1'47	54.5	21h 2'20	62.1	21h 2'49	51.4
21h 3'24	43.9	21h 4' 5	35.3	21h 4'56	29.0	21h 5'58	25.0	21h 7'10	11.9	21h 9'41	15.4	21h11'38	13.6	21h13'50	12.9
21h16' 9	12.9	21h18'29	18.4	21h20' 7	16.7	21h21'55	10.5	21h24'46	13.7	21h26'57	32.1	21h27'53	5.8	21h33' 4	1.6
21h51'15	7.6	21h55'11	10.8	21h57'58	10.3	22h 0'52	13.4	22h 3' 6	15.0	22h 5' 6	14.2	22h 7'13	16.4	22h 9' 3	2.9
22h19'14	10.1	22h22'12	23.4	22h23'29	15.4	22h25'26	1.0	22h56'12							

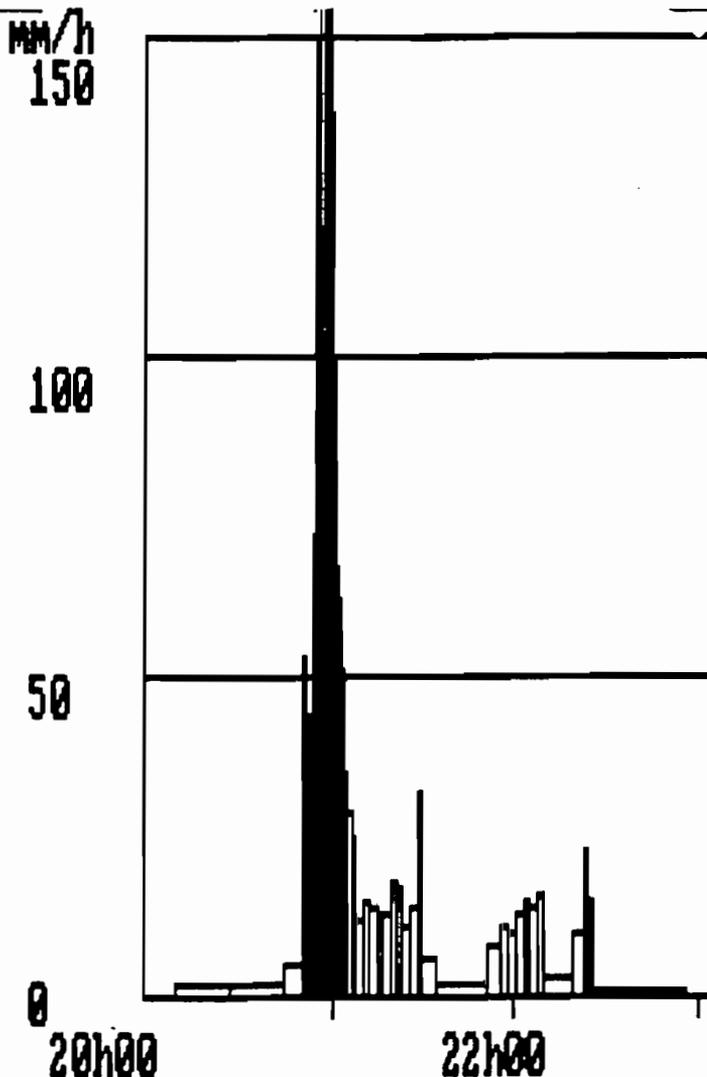
Intensité maximale élémentaire : 225.0mm/h pendant 8 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	225.0	167.1	132.0	100.3	78.8	63.2	47.1	26.8

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	31.0	30.0	24.5	21.5	21.0	20.0	18.0	16.5



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00101

Averse n° 3

Début le 24/ 8/1984 à 12h57' 9

P seuil = 10 mm

Fin le 24/ 8/1984 à 14h54'10

Durée : 1h 57' 1

Intensités élémentaires

HMS	base	int															
		mm/h															
12h57'		1.2	13h22'		1.2	13h47'		20.2	13h48'		17.5	13h50'		14.8	13h52'		2.1
14h 9'		51.4	14h10'		28.6	14h11'		17.6	14h13'		62.1	14h13'		37.5	14h14'		9.1
14h51'		32.1	14h52'		51.4	14h52'		51.4	14h53'		30.5	14h54'					

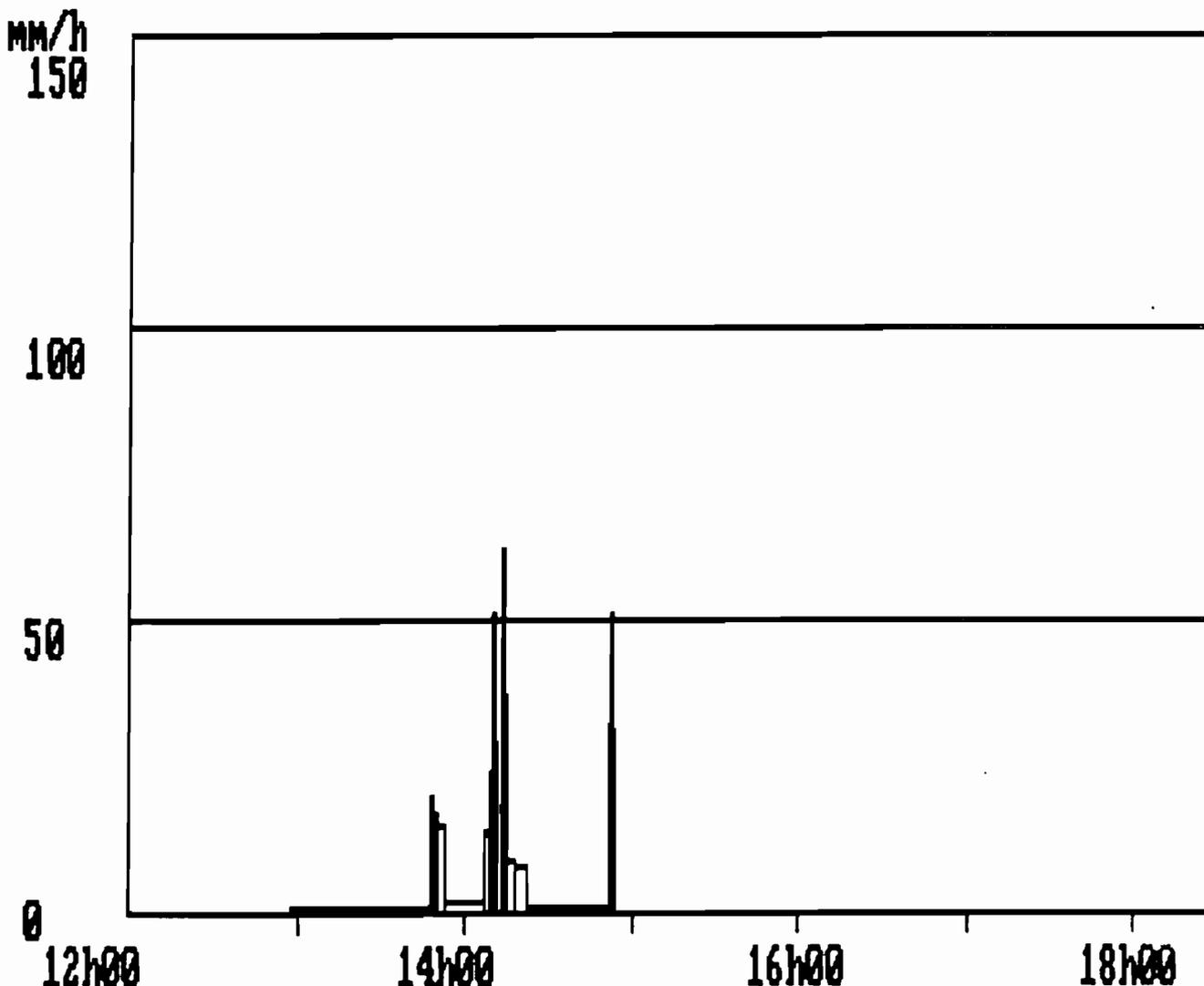
Intensité maximale élémentaire : 62.1mm/h pendant 29 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	62.1	51.4	31.8	22.2	18.0	14.0	11.6	7.0

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.5	2.0	2.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00101

Averse n° 16

Début le 23/ 9/1984 à 5h31'46
 Fin le 23/ 9/1984 à 8h25'26

P seau = 16 mm
 Durée : 2h 53' 40

Intensités élémentaires

HMS	basc	int															
		mm/h															
5h31'46		7.8	5h35'36		7.8	5h39'26		8.5	5h42'58		5.0	5h48'55		8.7	5h52'23		9.6
6h 2'34		8.0	6h 6'19		8.7	6h 9'47		8.8	6h13'12		10.2	6h16' 8		9.8	6h19'11		10.3
6h27'33		11.0	6h30'16		9.7	6h33'21		9.3	6h36'35		7.3	6h40'43		6.2	6h45'33		8.4
6h52'53		15.3	6h54'51		27.7	6h55'56		14.6	6h57'59		11.5	7h 0'35		5.2	7h 6'23		0.6
8h25'26																	

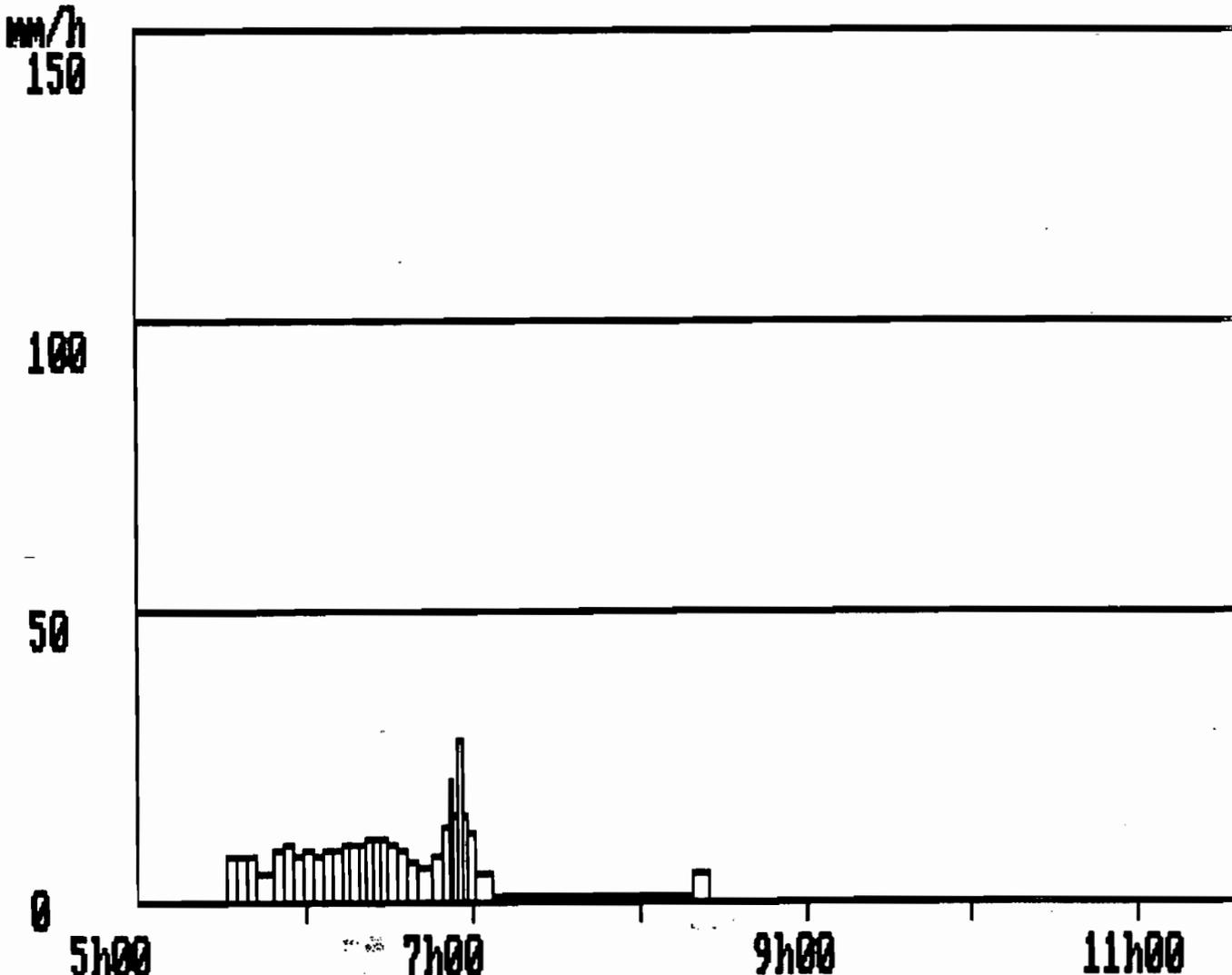
Intensité maximale élémentaire : 27.7mm/h pendant 65 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	27.7	27.7	19.4	16.1	14.0	12.0	10.9	10.3

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	14.5	5.5	1.5	1.0	0.5	0.0	0.0	0.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00101

Averse n° 26

Début le 1/10/1984 à 17h18'33
 Fin le 1/10/1984 à 21h33'43

P seuil = 17 mm
 Durée : 4h 15' 10

Intensités élémentaires

HMS	basc	int															
		mm/h															
17h18'33		0.7	17h58'34		0.7	18h38'35		3.6	18h46'58		4.0	18h54'24		5.7	18h59'40		6.4
19h23'43		5.1	19h29'37		4.7	19h36'33		8.5	19h39'34		20.7	19h41'1		45.0	19h41'41		38.3
19h43'52		56.3	19h44'24		52.9	19h44'58		66.7	19h45'25		45.0	19h46'5		81.8	19h46'27		52.9
19h48'17		12.2	19h50'45		8.9	19h54'7		6.4	19h58'50		6.2	20h3'39		9.2	20h6'55		1.1
21h16'46		2.8	21h27'20		4.7	21h33'43											1.3

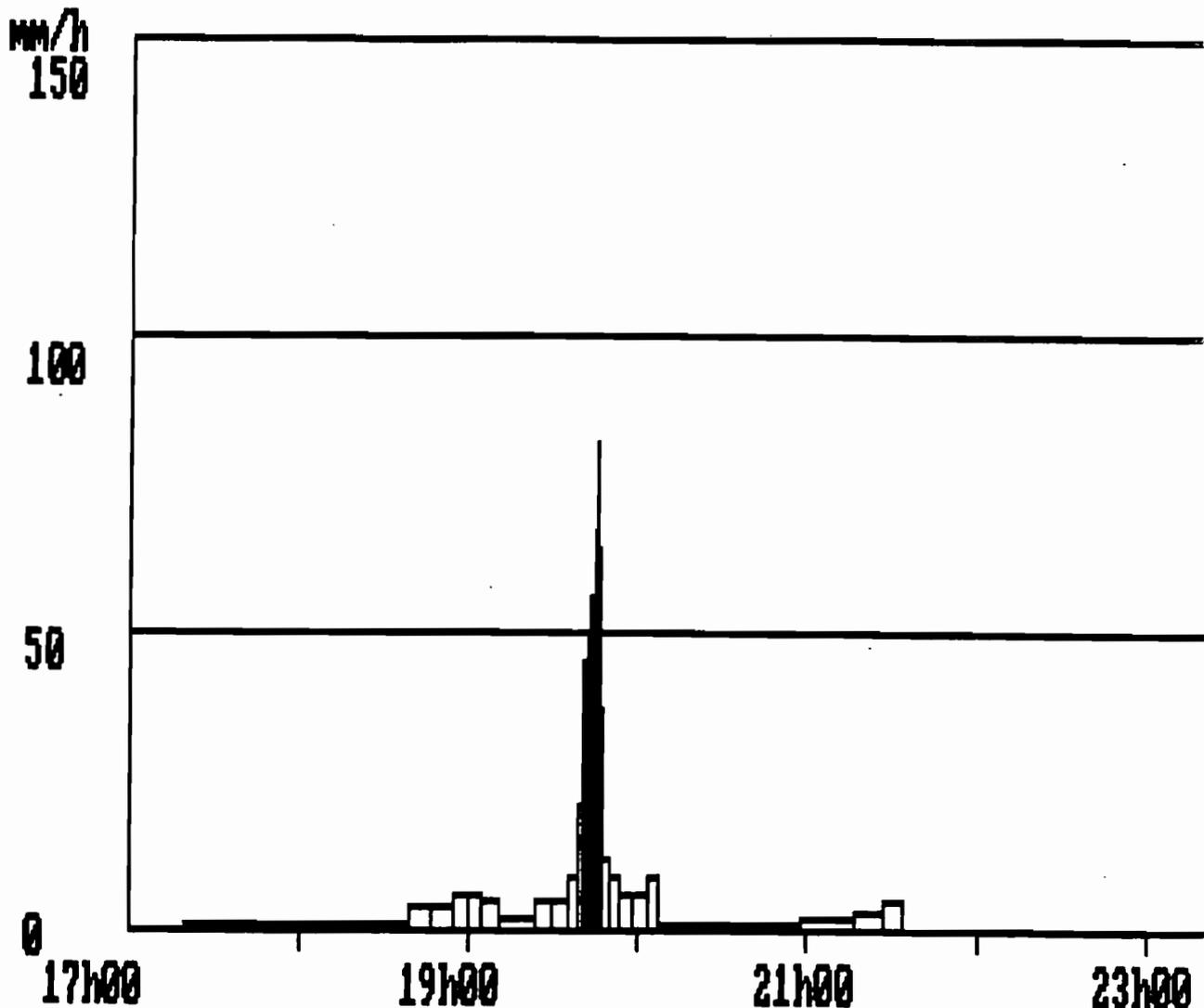
Intensité maximale élémentaire : 81.8mm/h pendant 22 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	81.8	63.0	53.8	40.1	30.3	24.5	18.8	11.3

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	11.5	7.0	6.5	6.5	6.0	6.0	4.5	3.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00101

Averse n° 28

Début le 3/10/1984 à 3h46' 6
Fin le 3/10/1984 à 10h49'14

P seuil = 41 mm
Durée : 7h 3' 8

Intensités élémentaires

HMS	bas	int															
		mm/h															
3h46' 6		5.8	3h51'19		5.8	3h56'32		2.8	4h 7'17		1.8	4h23'38		2.6	4h35'18		1.4
5h15'21		4.1	5h22'35		5.4	5h28' 8		5.4	5h33'42		9.9	5h36'44		9.7	5h39'50		9.4
5h51'29		7.8	5h55'20		8.2	5h58'59		6.4	6h 3'39		8.0	6h 7'25		9.9	6h10'27		7.6
6h23'24		8.1	6h27' 7		8.6	6h30'37		6.0	6h35'36		6.6	6h40' 7		6.8	6h44'33		11.9
6h54'38		8.9	6h58' 0		9.2	7h 1'16		9.6	7h 4'23		6.2	7h 9'15		9.0	7h12'36		12.4
7h20'37		15.1	7h22'36		12.7	7h24'58		8.2	7h28'37		9.0	7h31'58		9.0	7h35'17		7.0
7h46'52		7.1	7h51' 5		10.9	7h53'50		7.3	7h57'57		5.7	8h 3'11		7.1	8h 7'25		11.8
8h38'20		3.1	8h47'55		3.0	8h57'46		5.1	9h 3'40		8.5	9h 7'12		5.8	9h12'24		6.8
9h26'53		6.3	9h31'39		7.3	9h35'47		8.0	9h39'32		14.4	9h41'37		12.1	9h44' 6		10.3
9h53'35		6.5	9h58'12		11.5	10h 0'48		8.4	10h 4'23		8.0	10h 8' 7		7.9	10h11'56		4.8
10h27'57		5.7	10h33'15		1.9	10h49'14											

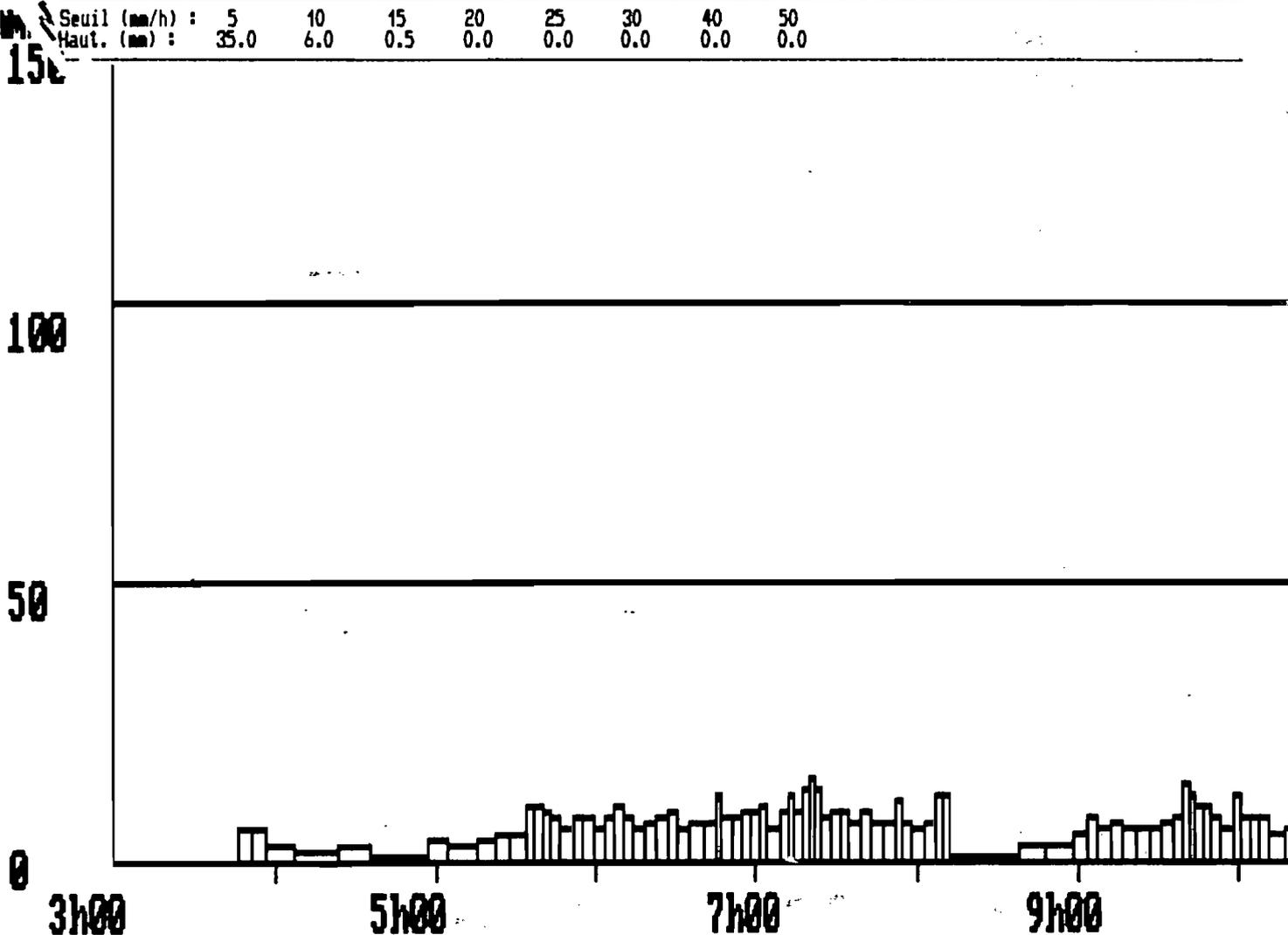
Intensité maximale élémentaire : 15.1mm/h pendant 119 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	15.1	15.1	13.7	12.1	11.6	10.8	9.9	9.2

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	35.0	6.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00101

Averse n° 30

Début le 4/10/1984 à 12h47'53

P seuil = 30 mm

Fin le 4/10/1984 à 18h59'15

Durée : 6h 11' 22

Intensités élémentaires

HMS	bas	int															
		mm/h															
12h47'53		1.0	13h17'15		1.0	13h46'37		1.5	14h 6'12		1.9	14h22' 3		1.5	14h41'42		1.5
15h22'15		3.9	15h30' 1		2.0	15h44'55		9.2	15h48'11		18.9	15h49'46		30.5	15h50'45		19.1
15h57'41		5.8	16h 2'53		10.9	16h 5'38		6.0	16h10'40		3.1	16h20'24		5.6	16h25'44		4.9
16h39'22		6.9	16h43'44		10.7	16h46'32		7.3	16h50'38		5.9	16h55'41		2.2	17h 9'26		6.6
17h16'32		43.9	17h17'13		56.3	17h17'45		33.3	17h18'39		26.9	17h19'46		22.8	17h21' 5		14.1
17h30'28		8.9	17h33'50		20.5	17h35'18		14.4	17h37'23		12.7	17h39'45		1.8	17h56' 6		2.7
18h18'12		5.1	18h24' 6		25.4	18h25'17		22.8	18h26'36		13.1	18h28'53		16.2	18h30'44		7.8
18h37' 5		24.7	18h38'18		14.1	18h40'26		7.6	18h44'23		2.0	18h59'15					

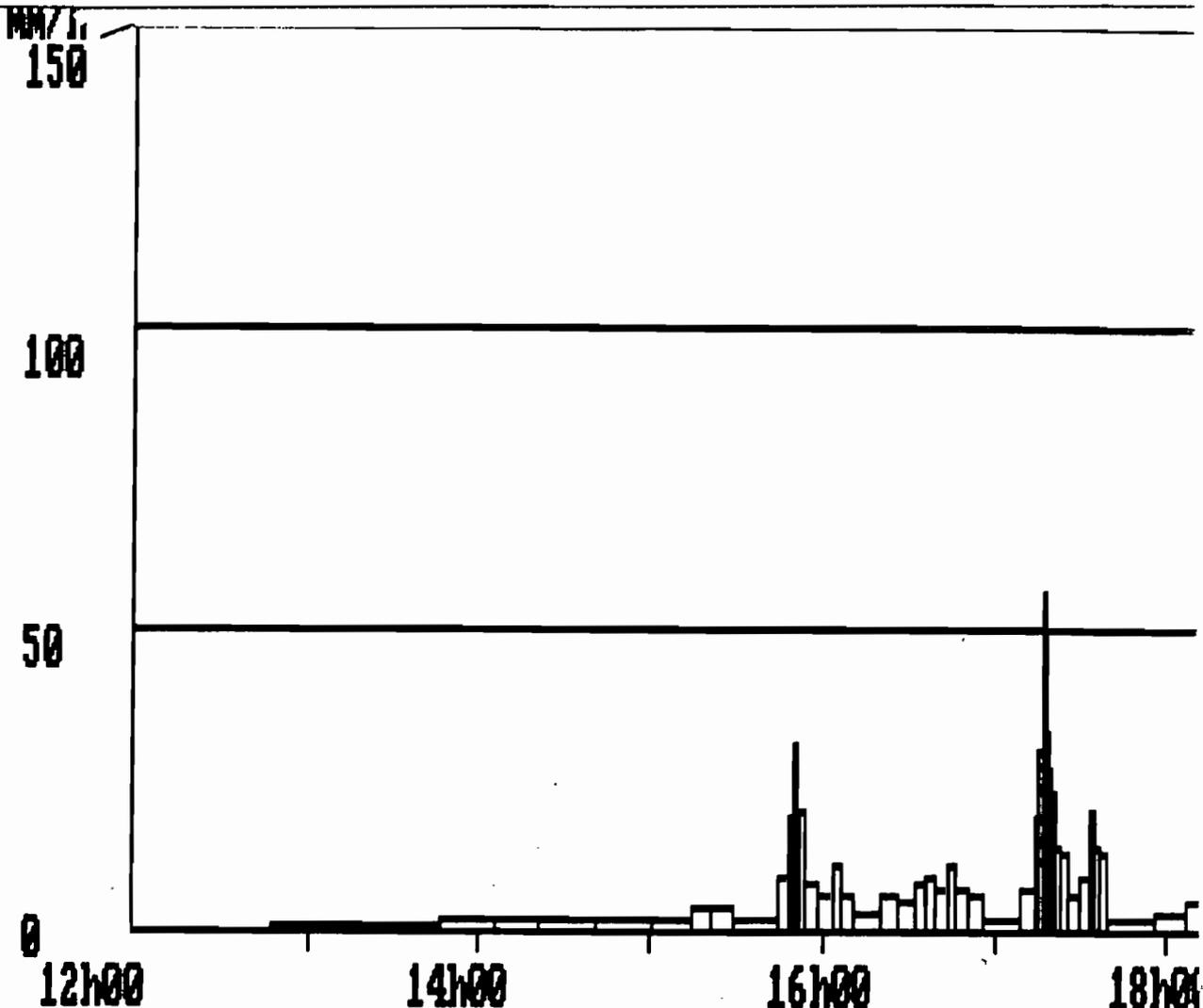
Intensité maximale élémentaire : 56.3mm/h pendant 32 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	56.3	50.5	32.9	24.5	19.5	16.7	14.9	10.0

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	22.0	13.0	9.0	6.5	4.0	2.5	1.0	0.5



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00106

Averse n° 328

Début le 18/ 8/1986 à 15h39'32
 Fin le 18/ 8/1986 à 16h18'42

P seuil = 12.5 mm
 Durée : 0h 39' 10

Intensités élémentaires

HMS	basc	int															
		mm/h															
15h39'32		8.2	15h43'12		8.2	15h46'52		1.7	16h 4'22		31.0	16h 5'20		38.3	16h 6' 7		50.0
16h 7'55		51.4	16h 8'30		81.8	16h 8'52		90.0	16h 9'12		106	16h 9'29		120	16h 9'44		138
16h10'36		81.8	16h10'58		85.7	16h11'19		106	16h11'36		106	16h11'53		129	16h12' 7		46.2
16h16' 1		11.2	16h18'42														

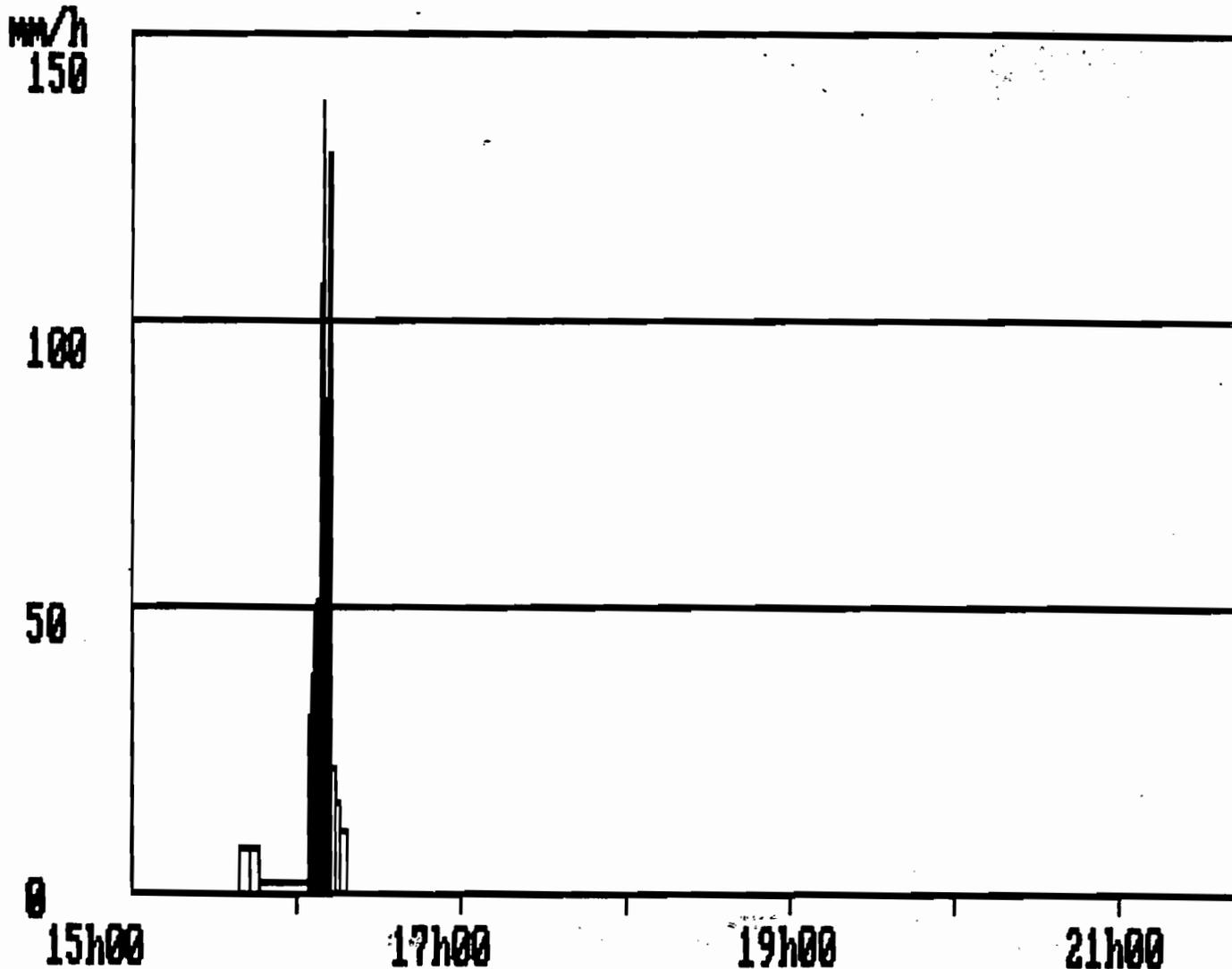
Intensité maximale élémentaire : 138.5mm/h pendant 13 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	138.5	116.5	86.1	60.0	42.4	32.2	22.2	0.0

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	12.0	11.0	10.5	10.0	9.5	9.5	8.5	7.5



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE DEDIPE

Fichier : MIS00106

Averse n° 331

Début le 26/ 8/1986 à 14h41'44
 Fin le 26/ 8/1986 à 18h58'59

P seuil = 24.5 mm
 Durée : 4h 17' 15

Intensités élémentaires

HMS basc	int														
	mm/h														
14h41'44	3.8	14h49'32	3.8	14h57'20	5.4	15h 2'56	6.2	15h 7'45	5.9	15h12'50	8.3	15h16'28	8.9	15h19'50	10.0
15h22'40	7.6	15h26'37	7.3	15h30'45	4.3	15h37'48	5.7	15h43' 2	7.7	15h46'56	3.9	15h54'33	5.7	15h59'48	2.1
16h14'26	5.4	16h20' 2	3.8	16h27'50	8.1	16h31'33	4.0	16h39' 7	4.3	16h46'10	4.3	16h53' 4	3.9	17h 0'49	4.4
17h 7'42	5.8	17h12'53	5.2	17h18'38	5.2	17h24'23	6.5	17h29' 2	6.4	17h33'43	4.9	17h39'47	5.5	17h45'17	4.5
17h51'59	6.7	17h56'26	6.8	18h 0'49	7.1	18h 5' 1	7.2	18h 9'11	11.3	18h11'50	10.5	18h14'42	8.8	18h18' 7	10.9
18h20'52	9.5	18h24' 1	8.8	18h27'25	7.6	18h31'21	9.9	18h34'22	7.6	18h38'19	6.8	18h42'43	4.9	18h48'51	8.0
18h52'37	4.7	18h58'59													

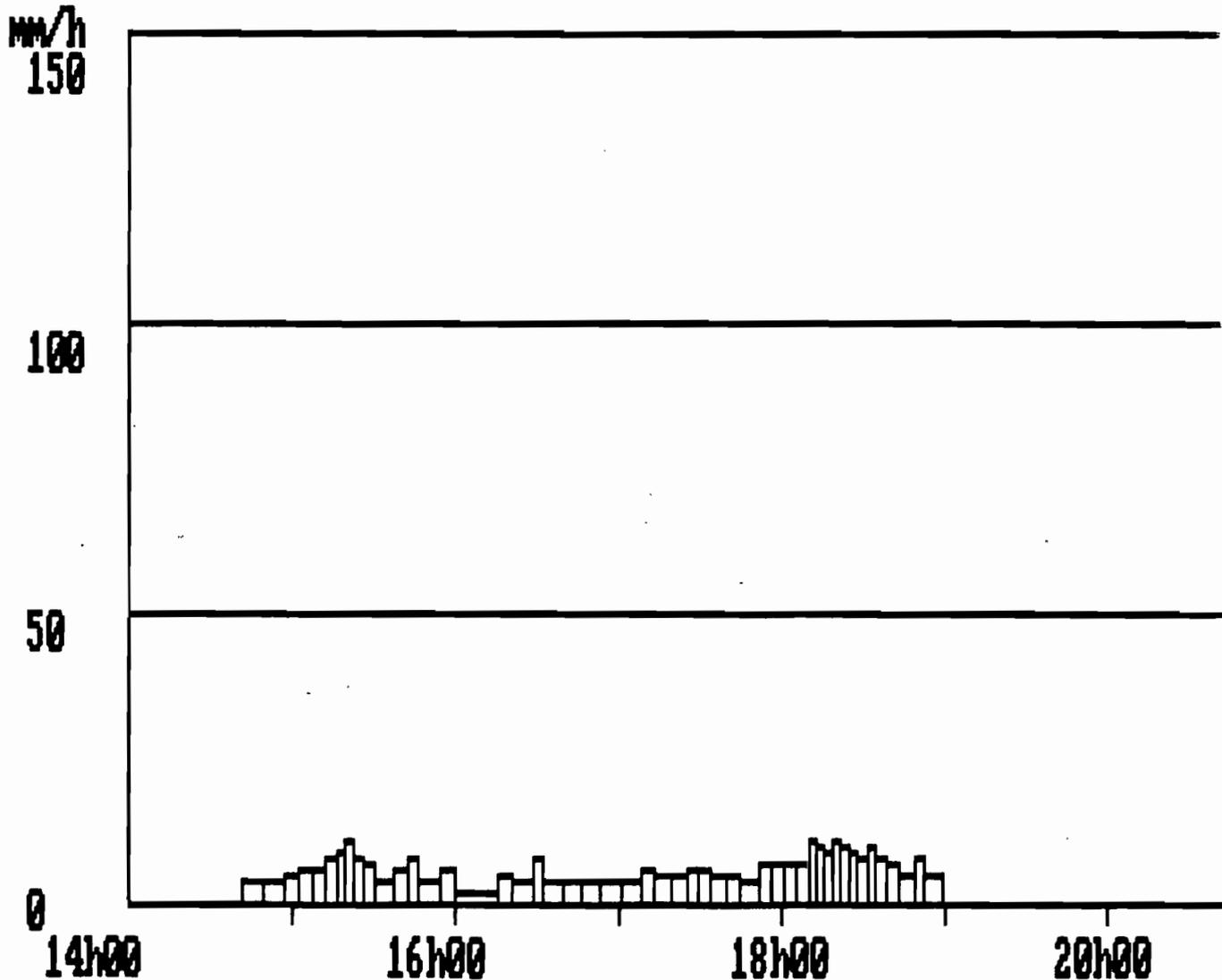
Intensité maximale élémentaire : 11.3mm/h pendant 159 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	11.3	11.3	10.8	10.1	10.1	9.6	9.2	7.9

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	17.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00206

Averse n° 412

Début le 15/ 6/1987 à 5h 9' 9
 Fin le 15/ 6/1987 à 6h39' 8

P seuil = 21.5 mm
 Durée : 1h 29' 59

Intensités élémentaires

HMS	basc	int															
		mm/h															
5h 9' 9		1.9	5h25' 2		1.9	5h40'55		32.1	5h41'51		56.3	5h42'23		78.3	5h42'46		90.0
5h43'54		51.4	5h44'29		54.5	5h45' 2		58.1	5h45'33		66.7	5h46' 0		113	5h46'16		56.3
5h47'41		75.0	5h48' 5		94.7	5h48'24		72.0	5h48'49		66.7	5h49'16		25.4	5h50'27		19.4
5h55'24		36.0	5h56'14		29.5	5h57'15		24.7	5h58'28		8.6	6h 1'57		14.3	6h 4' 3		10.5
6h10'30		11.7	6h13' 4		17.0	6h14'50		20.9	6h16'16		26.9	6h17'23		26.9	6h18'30		19.8
6h23'51		9.1	6h27' 8		7.3	6h31'13		3.8	6h39' 8						6h20' 1		18.8
															6h21'37		13.4

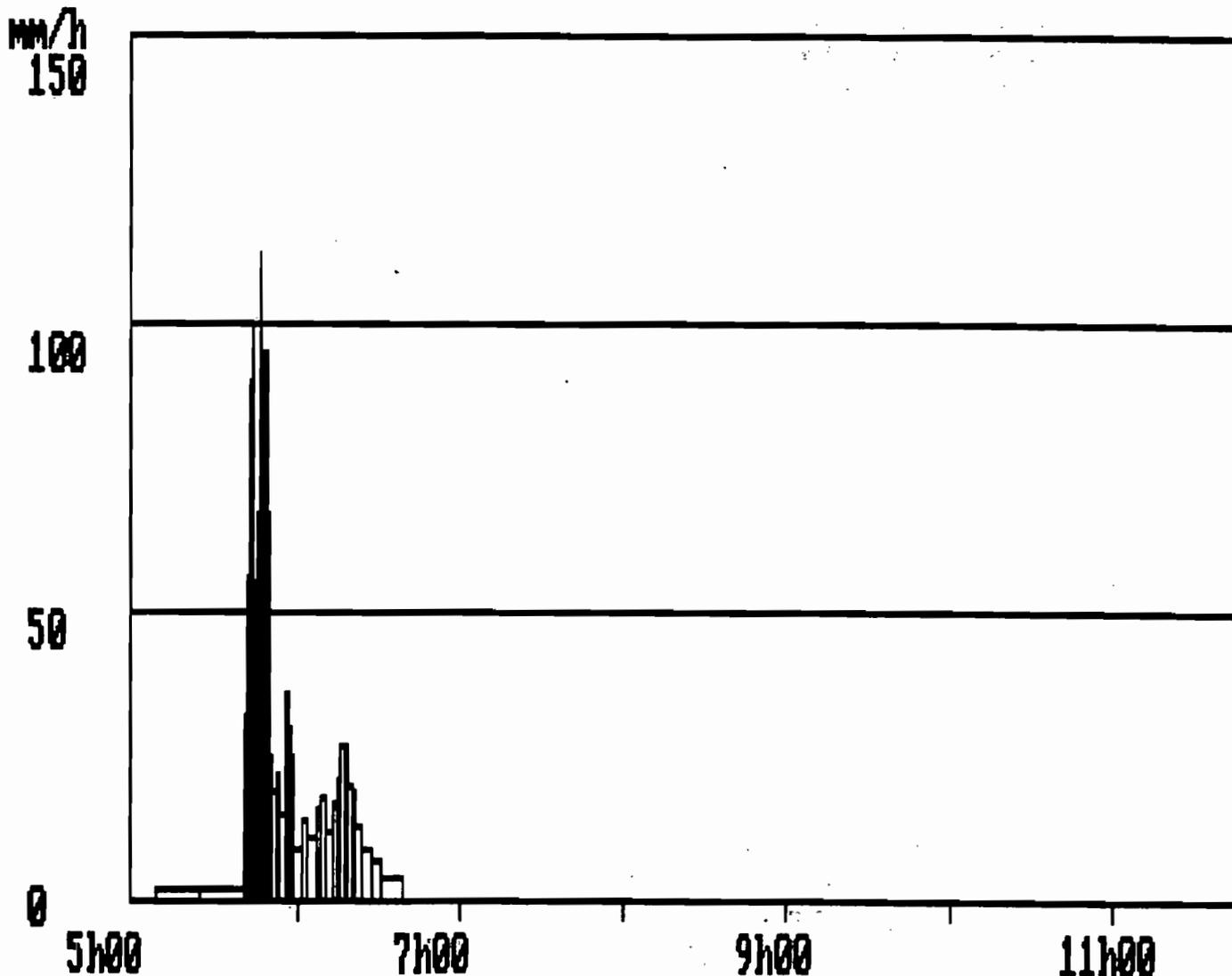
Intensité maximale élémentaire : 112.5mm/h pendant 16 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	112.5	88.7	68.2	57.1	45.3	37.7	30.0	20.3

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	20.0	18.5	16.0	13.0	11.5	9.5	8.5	8.5



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00206

Averse n° 423

Début le 2/ 7/1987 à 18h17'58

P seuil = 20.5 mm

Fin le 2/ 7/1987 à 21h31'53

Durée : 3h 13' 55

Intensités élémentaires

HMS	basc	int	HMS	basc	int	HMS	basc	int	HMS	basc	int	HMS	basc	int	HMS	basc	int
		mm/h			mm/h			mm/h			mm/h			mm/h			mm/h
18h17'58	29.0	18h19' 0	29.0	18h20' 2	23.1	18h21'20	56.3	18h21'52	78.3	18h22'15	78.3	18h22'38	62.1	18h23' 7	78.3		
18h23'30	106	18h23'47	100.0	18h24' 5	100.0	18h24'23	100.0	18h24'41	106	18h24'58	100.0	18h25'16	129	18h25'30	129		
18h25'44	120	18h25'59	106	18h26'16	85.7	18h26'37	54.5	18h27'10	36.7	18h27'59	52.9	18h28'33	69.2	18h28'59	81.8		
18h29'21	41.9	18h30' 4	40.9	18h30'48	75.0	18h31'12	60.0	18h31'42	41.9	18h32'25	22.5	18h33'45	17.0	18h35'31	1.0		
19h 4' 6	2.4	19h16'32	1.6	19h35' 7	2.2	19h48'53	2.2	20h 2'15	2.9	20h12'33	2.0	20h27'28	1.1	20h55'53	2.0		
21h11'11	1.4	21h31'53															

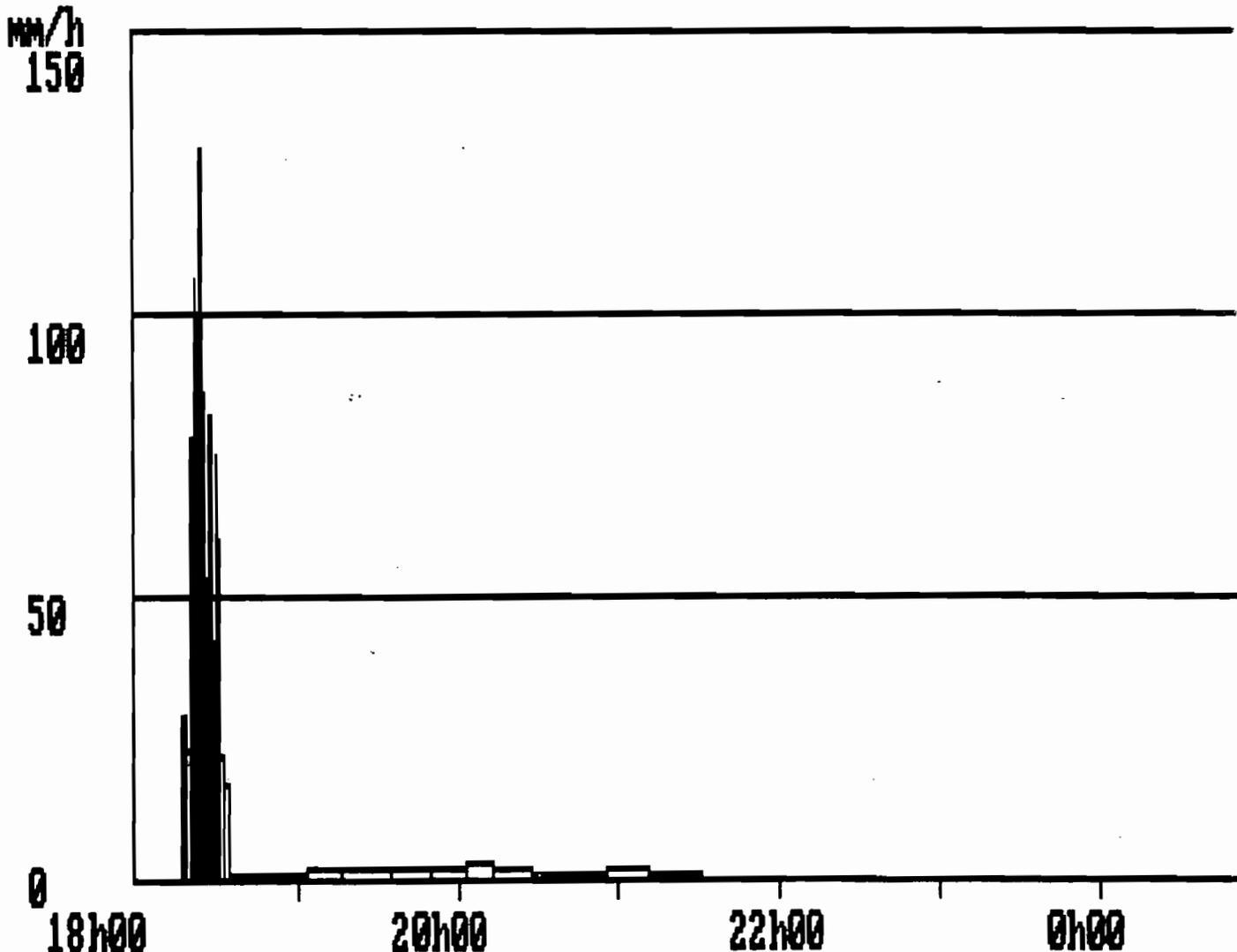
Intensité maximale élémentaire : 128.6mm/h pendant 14 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	128.6	120.0	92.8	72.9	58.5	43.7	29.5	15.6

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	15.5	15.5	15.5	15.0	14.0	13.0	12.5	11.0



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00108

Averse n° 458

Dbut le 26/ 9/1987 10h 8'28
Fin le 26/ 9/1987 11h40'20

P seuil = 11.5 mm.
Dure : 1h 31' 52

Intensités lmentaires

HMS	basc	int															
		mm/h															
10h 8'28		15.7	10h10'23		15.7	10h12'18		12.4	10h14'43		2.9	10h24'59		15.1	10h26'58		39.1
10h31' 7		21.7	10h32'30		33.3	10h33'24		58.1	10h33'55		56.3	10h34'27		72.0	10h34'52		78.3
10h36'31		26.1	10h37'40		11.5	10h40'17		25.4	10h41'28		7.8	10h45'18		2.6	10h56'49		0.7
																	10.7
																	14.6
																	41.9
																	10.7

Intensité maximale lmentaire : 78.3mm/h pendant 23 secondes

Intensités maximales pour une dure donne

Dure (mm) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60	
Int. (mm/h) :		78.3	71.3	46.9	33.7	28.5	23.8	17.4	9.7

Hauteurs tombes avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	10.0	9.5	7.5	6.0	5.0	4.0	3.0	2.5

mm/h
150

100

50

0

10h00

12h00

14h00

16h00

HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00108

Averse n° 479

Dbut le 10/10/1987 11h22'58
 Fin le 10/10/1987 17h29'22

P seau = 36.5 mm
 Dure : 6h 6' 24

Intensits lmentaires

HMS basc	int														
mm/h															
11h22'58	1.8	11h39'35	1.8	11h56'12	3.8	12h 4' 2	4.0	12h11'27	4.7	12h17'49	5.0	12h23'50	7.1	12h28' 3	7.0
12h32'21	7.7	12h36'15	7.4	12h40'19	7.9	12h44' 8	8.2	12h47'47	8.9	12h51'10	8.9	12h54'32	8.2	12h58'12	9.0
13h 1'33	10.7	13h 4'22	9.2	13h 7'38	9.2	13h10'53	10.3	13h13'48	8.8	13h17'13	8.8	13h20'38	7.9	13h24'27	10.5
13h27'18	11.4	13h29'56	10.2	13h32'53	10.5	13h35'44	7.6	13h39'42	7.9	13h43'29	6.6	13h48' 3	6.0	13h53' 5	5.0
13h59' 6	6.4	14h 3'46	4.1	14h11' 7	5.1	14h16'57	5.1	14h22'47	4.0	14h30'21	1.8	14h47'21	3.2	14h56'36	8.3
15h 0'13	7.8	15h 4' 4	7.8	15h 7'54	10.3	15h10'48	10.8	15h13'35	13.5	15h15'48	9.3	15h19' 2	12.9	15h21'21	10.4
15h24'14	10.7	15h27' 3	8.3	15h30'41	12.9	15h33' 1	8.0	15h36'45	9.1	15h40' 3	12.9	15h42'23	8.2	15h46' 3	6.1
15h50'56	6.0	15h55'58	6.8	16h 0'22	8.2	16h 4' 2	9.8	16h 7' 6	9.0	16h10'25	7.7	16h14'18	6.0	16h19'16	3.7
16h27'28	4.9	16h33'33	7.9	16h37'20	9.8	16h40'23	12.0	16h42'53	4.5	16h49'33	2.2	17h 3' 4	2.4	17h15'49	3.7
17h23'51	5.4	17h29'22													

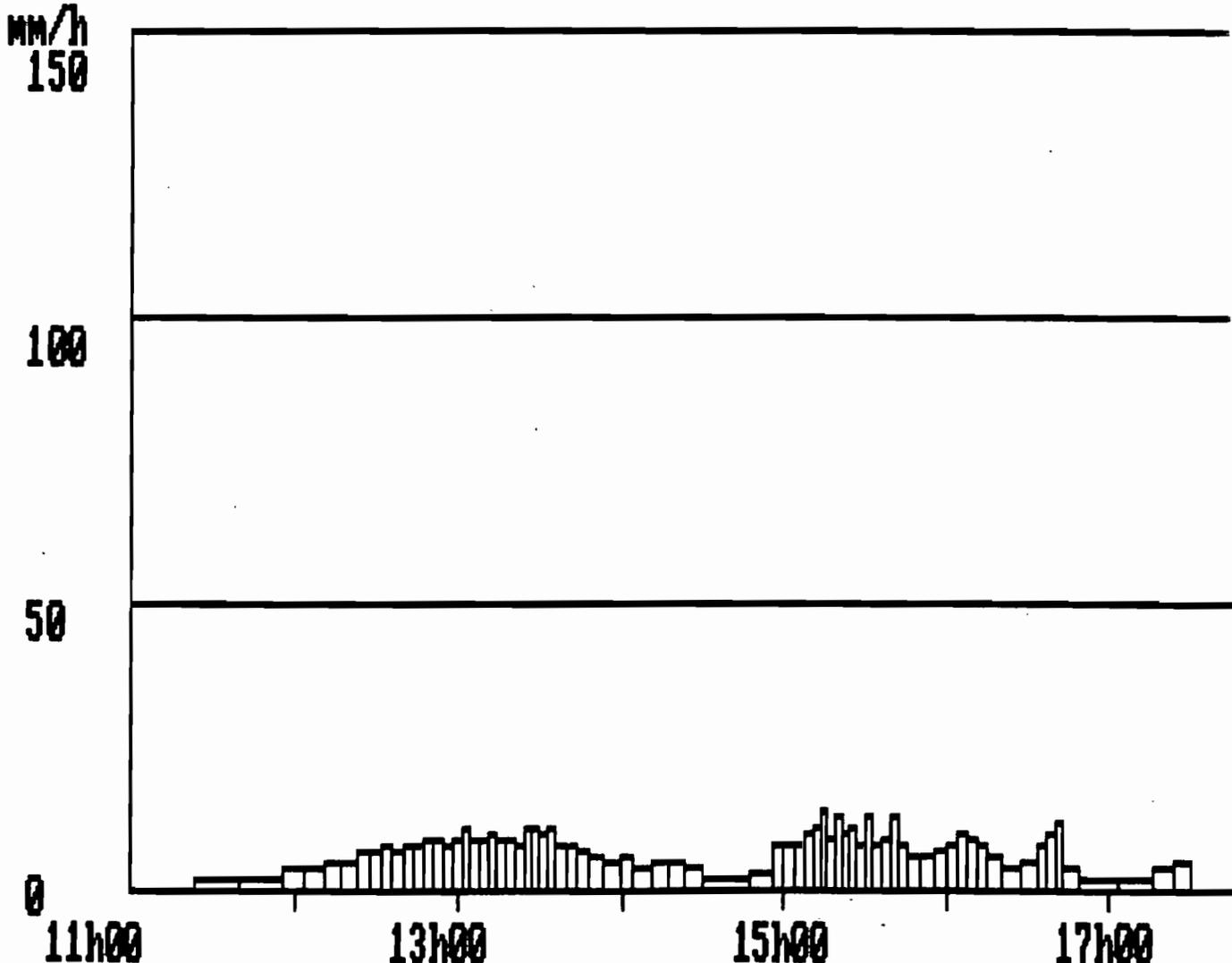
Intensit maximale lmentaire : 13.5mm/h pendant 133 secondes

Intensits maximales pour une dure donne

Dure (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	13.5	13.5	12.0	11.4	11.1	10.8	10.4	9.1

Hauteurs tombes avec une intensit suprieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	28.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



HYETOGAPME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00104

Averse n° 124

Début le 5/ 8/1985 à 19h48'42
 Fin le 6/ 8/1985 à 5h43'20

P seau = 49 mm
 Durée : 9h 54' 38

Intensités élémentaires

HMS basc	int														
	mm/h														
19h48'42	1.3	20h11'37	1.3	20h34'32	2.8	20h45'19	0.6	21h37'12	14.5	21h39'16	31.0	21h40'14	35.3	21h41' 5	39.1
21h41'51	56.3	21h42'23	52.9	21h42'57	72.0	21h43'22	90.0	21h43'42	75.0	21h44' 6	78.3	21h44'29	113	21h44'45	129
21h44'59	150	21h45'11	138	21h45'24	150	21h45'36	138	21h45'49	85.7	21h46'10	48.6	21h46'47	106	21h47' 4	100.0
21h47'22	129	21h47'36	106	21h47'53	225	21h48' 1	150	21h48'13	138	21h48'26	164	21h48'37	129	21h48'51	120
21h49' 6	164	21h49'17	200	21h49'26	164	21h49'37	66.7	21h50' 4	81.8	21h50'26	120	21h50'41	64.3	21h51' 9	85.7
21h51'30	69.2	21h51'56	37.5	21h52'44	16.7	21h54'32	12.7	21h56'54	12.7	21h59'16	4.2	22h 6'20	10.4	22h 9'13	5.2
22h14'56	3.5	22h23'25	7.6	22h27'23	10.2	22h30'19	6.1	22h35'12	3.7	22h43'16	22.8	22h44'35	26.1	22h45'44	14.3
22h47'50	9.1	22h51' 7	10.1	22h54' 6	13.2	22h56'22	7.9	23h 0'10	6.2	23h 5' 1	5.7	23h10'16	1.8	23h26'58	4.3
23h33'57	6.0	23h38'55	4.9	23h45' 6	6.9	23h49'27	6.7	23h53'54	5.3	23h59'36	4.5	0h 6'16	4.5	0h12'54	7.6
0h16'51	7.1	0h21' 5	3.7	0h29'14	1.9	0h44'47	1.8	1h 1'41	2.4	1h14' 3	3.3	1h23' 8	2.5	1h34'58	0.8
2h11'17	1.9	2h27'26	2.6	2h39' 1	1.7	2h56'15	0.8	3h32'15	0.7	4h16' 2	2.2	4h29'52	0.8	5h 6'33	5.0
5h12'36	30.0	5h13'36	31.0	5h14'34	26.9	5h15'41	13.6	5h17'53	4.2	5h24'57	4.3	5h31'51	19.4	5h33'24	14.0
5h35'33	10.4	5h38'26	6.1	5h43'20											

Intensité maximale élémentaire : 225.0mm/h pendant 8 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	225.0	153.5	123.0	98.5	75.5	60.0	42.0	24.0

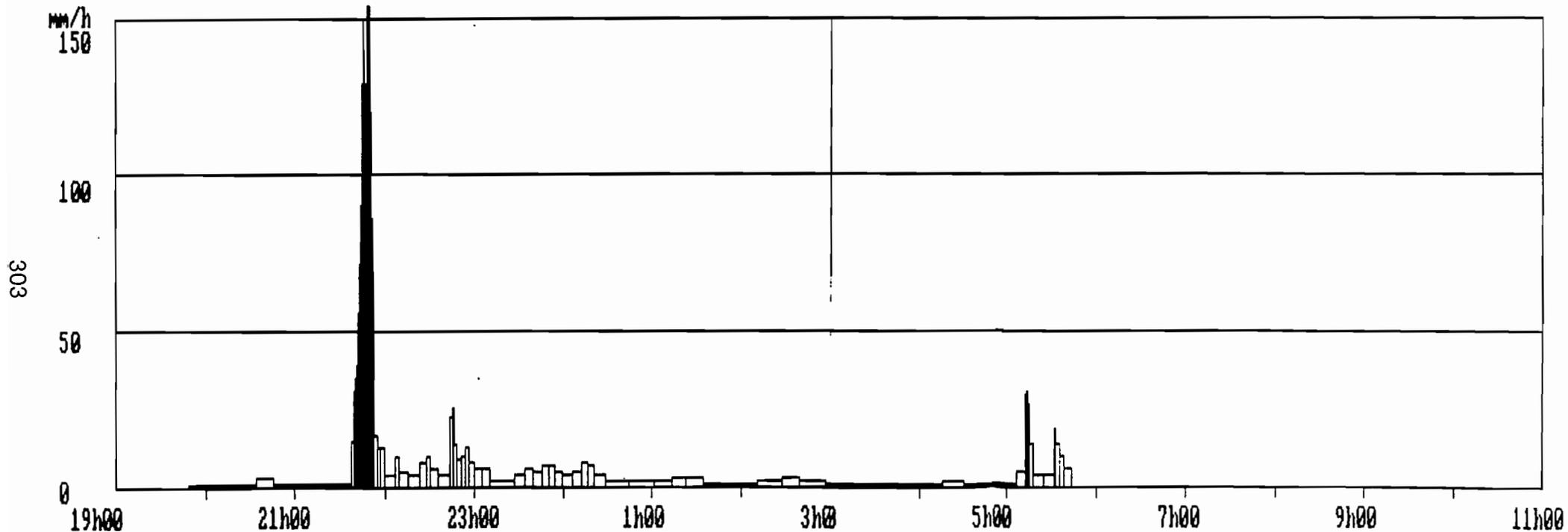
Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	34.5	27.5	22.0	21.0	20.5	19.5	16.5	16.0

FICHER : MIS00104 AVERSE N0: 124

DEBUT D' AVERSE LE 5/ 8/1985 A 19h48 : MIS00104 AVERSE N0: 124
P seu = 49.0 mm Page 1

DEBUT D' AVERSE LE 5/ 8/1985 A 19h48' 42
P seu = 49.0 mm Page 2



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00106

Averse n° 344

Début le 24/ 9/1986 à 11h59' 2

P seau = 39.5 mm

Fin le 24/ 9/1986 à 22h36' 12

Durée : 10h 37' 10

Intensités élémentaires

HMS basc	int														
	mm/h														
11h59' 2	3.0	12h 9'11	3.0	12h19'20	1.5	12h39'50	0.8	13h15'42	20.5	13h17'10	10.3	13h20' 5	1.3	13h43'49	1.6
14h 2' 4	16.1	14h 3'56	21.7	14h 5'19	11.9	14h 7'50	13.8	14h10' 0	3.4	14h18'53	12.6	14h21'16	58.1	14h21'47	106
14h22' 4	106	14h22'21	94.7	14h22'40	58.1	14h23'11	26.9	14h24'18	13.3	14h26'33	4.1	14h33'56	1.6	14h52'47	0.6
15h40'44	1.5	16h 1' 7	2.9	16h11'30	4.3	16h18'25	10.3	16h21'19	5.6	16h26'42	2.9	16h37' 4	3.1	16h46'36	4.3
16h53'32	4.2	17h 0'44	6.2	17h 5'33	6.4	17h10'15	7.6	17h14'12	4.6	17h20'41	9.8	17h23'45	10.8	17h26'31	9.7
17h29'37	6.5	17h34'15	10.2	17h37'12	9.7	17h40'17	7.9	17h44' 4	8.9	17h47'26	9.6	17h50'33	9.0	17h53'54	9.0
17h57'13	10.2	18h 0' 9	11.2	18h 2'50	7.1	18h 7' 4	7.5	18h11' 4	6.1	18h16' 1	9.0	18h19'20	6.4	18h24' 3	6.6
18h28'34	6.5	18h33'10	8.1	18h36'51	8.8	18h40'15	10.3	18h43' 9	8.8	18h46'34	8.8	18h49'58	9.6	18h53' 6	9.5
18h56'15	13.5	18h58'28	13.2	19h 0'44	8.1	19h 4'26	5.2	19h10'11	4.7	19h16'32	4.4	19h23'20	2.1	19h37'54	0.6
20h26'24	1.6	20h45'19	2.3	20h58'23	1.2	21h23'15	1.0	21h53'56	1.7	22h11'40	4.2	22h18'53	1.7	22h36'12	

Intensité maximale élémentaire : 105.9mm/h pendant 17 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	105.9	96.8	41.0	24.8	18.0	16.1	13.3	8.6

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

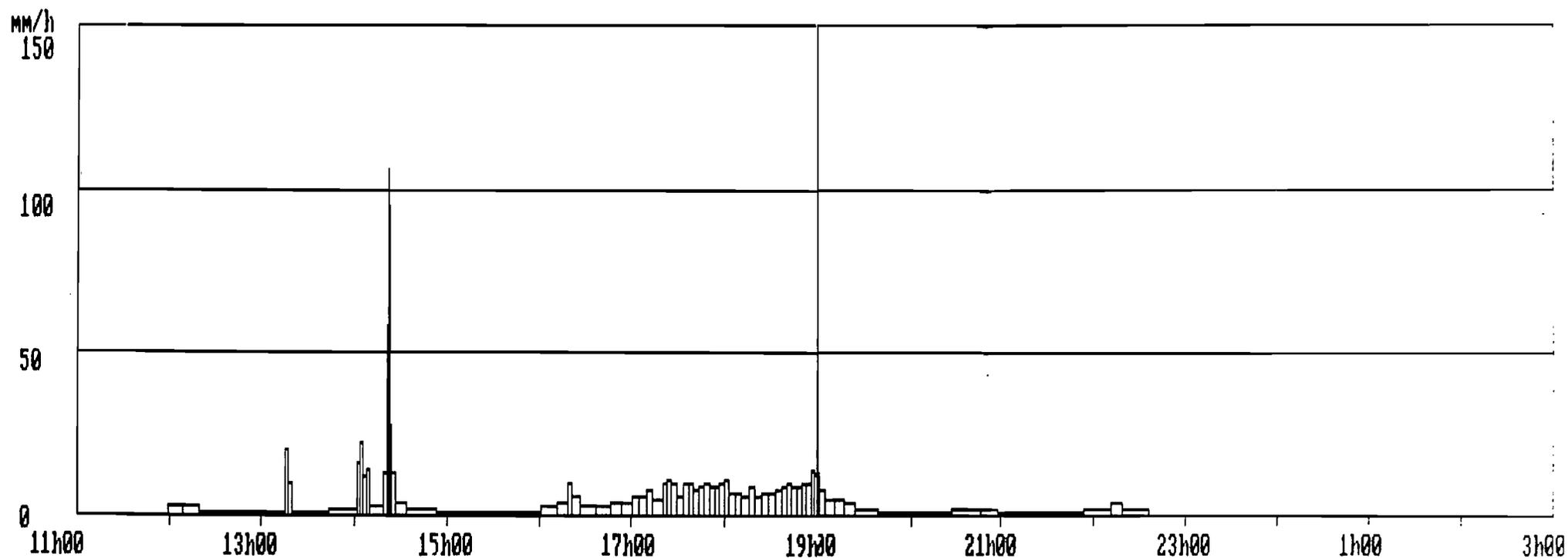
Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mn) :	25.0	11.0	4.5	4.0	3.0	2.5	2.5	2.5

FICHER : MIS00106 AVERSE N°: 344

DEBUT D' AVERSE LE 24/ 9/1986 A 11h59' : MIS00106 AVERSE N°: 344
P seu = 39.5 mm Page 1

DEBUT D' AVERSE LE 24/ 9/1986 A 11h59'
P seu = 39.5 mm Page 2

305



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE DEDIPE

Fichier : MIS00206

Averse n° 424

Début le 4/ 7/1987 à 17h 0'27
Fin le 4/ 7/1987 à 20h42'51

P seau = 17 mm
Durée : 3h 42' 24

Intensités élémentaires

HMS basc	int														
mm/h	mm/h														
17h 0'27	15.7	17h 2'22	15.7	17h 4'17	41.9	17h 5' 0	52.9	17h 5'34	34.0	17h 6'27	31.0	17h 7'25	20.7	17h 8'52	19.1
17h10'26	14.4	17h12'31	15.1	17h14'30	12.3	17h16'56	11.7	17h19'30	5.8	17h24'39	5.5	17h30' 7	5.1	17h35'58	2.8
17h46'44	2.2	18h 0' 8	7.1	18h 4'23	4.4	18h11'12	2.2	18h24'43	6.8	18h29' 8	6.9	18h33'27	1.4	18h54'44	14.4
18h56'49	8.0	19h 0'34	9.7	19h 3'40	4.3	19h10'38	1.0	19h40'36	2.7	19h51'33	2.3	20h 4'37	2.7	20h15'44	3.4
20h24'33	2.8	20h35'23	4.0	20h42'51											

Intensité maximale élémentaire : 52.9mm/h pendant 34 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Durée (mm) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	52.9	48.1	31.3	23.8	20.5	15.8	12.4	7.9

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	10.5	6.5	4.5	2.5	2.0	2.0	1.0	0.5

MM/h
150

100

50

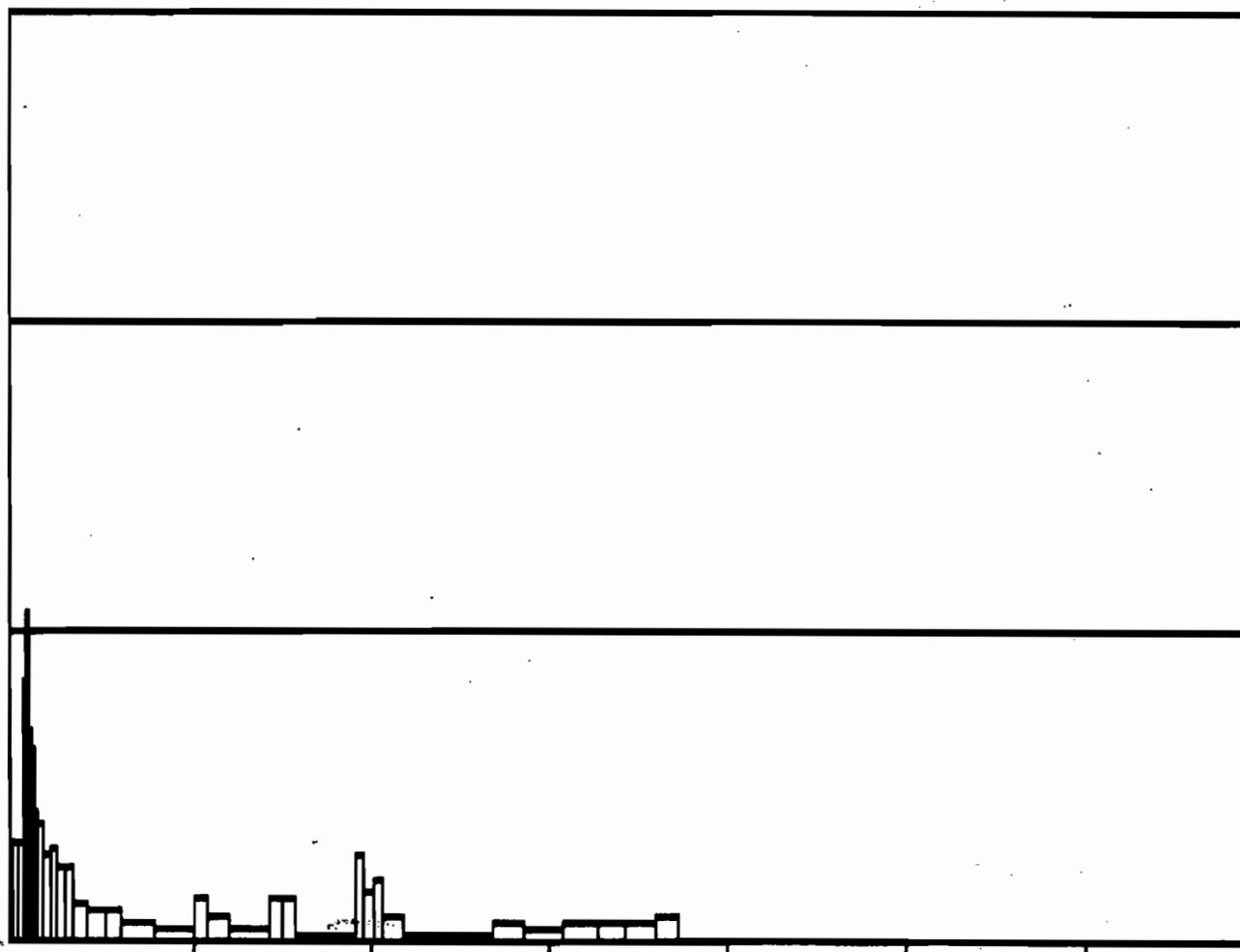
0
17h00

19h00

306

21h00

23h00



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHIER TYPE OEDIPE

Fichier : MIS00108

Averse n° 440

Dbut le 23/ 8/1987 17h35'56
 Fin le 23/ 8/1987 19h38'39

P seuil = 16.5 mm
 Dure : 2h 2' 43

Intensités instantanées

HMS	bas	int															
		mm/h															
17h35'56		30.5	17h36'55		30.5	17h37'54		69.2	17h38'20		69.2	17h38'46		113	17h39' 2		129
17h39'54		58.1	17h40'25		36.7	17h41'14		17.6	17h42'56		14.9	17h44'57		23.7	17h46'13		19.4
17h58'42		8.2	18h 2'21		10.8	18h 5' 8		11.8	18h 7'41		1.6	18h26'58		1.1	18h54'54		18.4
19h20'22		11.9	19h22'53		10.4	19h25'46		24.3	19h27' 0		7.1	19h31'13		25.0	19h32'25		34.0
19h35'34		9.7	19h38'39														

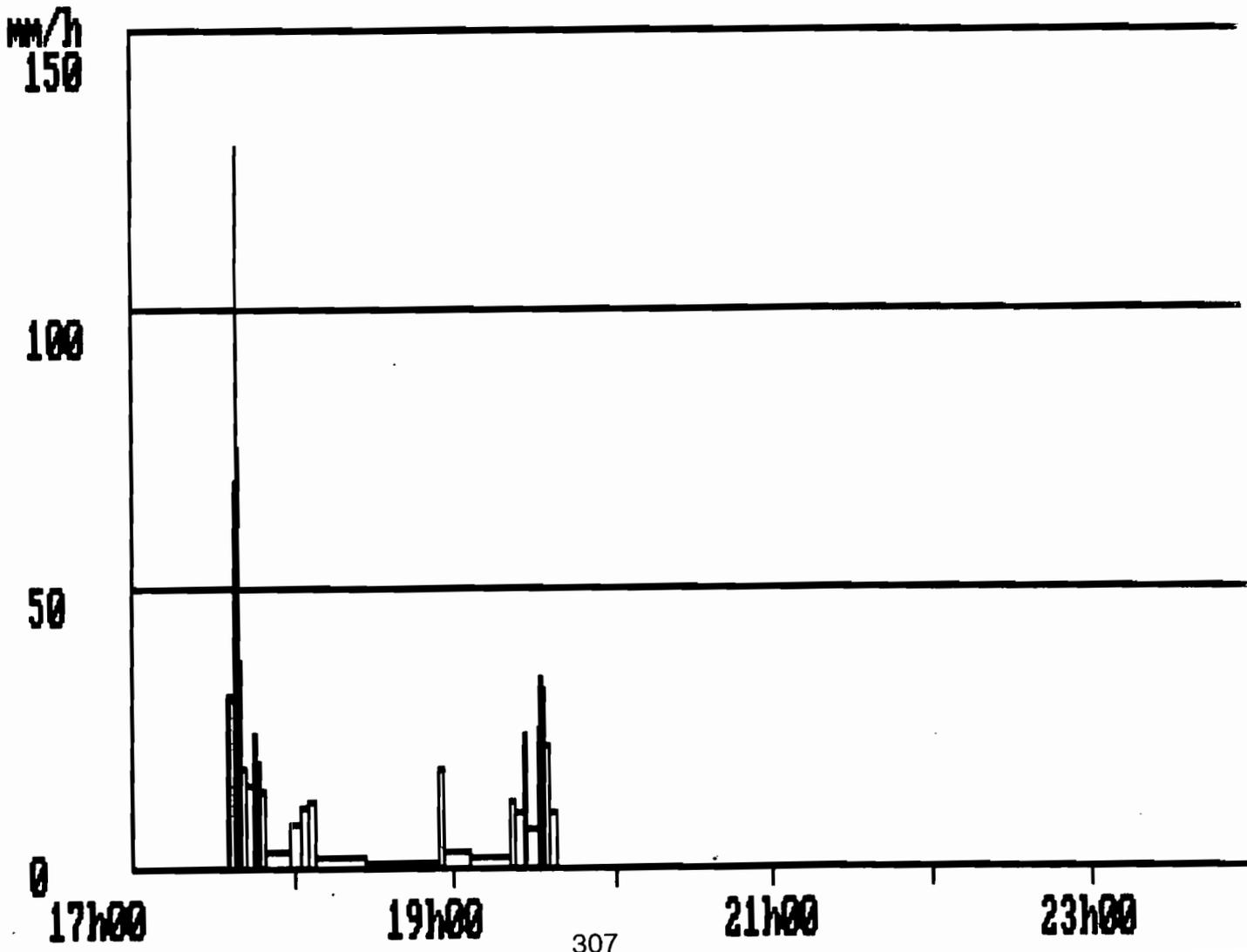
Intensité maximale instantanée : 128.6mm/h pendant 14 secondes

Intensités maximales pour une durée donnée

Dure (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	128.6	108.5	58.2	38.1	26.5	20.7	17.2	9.2

Hauteurs tombées avec une intensité supérieure aux seuils suivants :

Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	14.0	12.5	9.5	8.0	6.5	6.0	3.5	3.5



HYETOGRAMME DES AVERSES D'UN FICHER TYPE OEDIPE

Fichier : MISD0108

Averse n° 443

Dbut le 24/ 8/1987 6h14'45
 Fin le 24/ 8/1987 8h41'10

P seau = 16 mm
 Dure : 2h 26' 25

Intensits lmentaires

HMS basc	int														
	mm/h														
6h14'45	3.4	6h23'35	3.4	6h32'25	2.8	6h42'57	5.4	6h48'30	10.9	6h51'15	25.0	6h52'27	22.2	6h53'48	34.6
6h54'40	29.5	6h55'41	32.7	6h56'36	56.3	6h57' 8	52.9	6h57'42	56.3	6h58'14	42.9	6h58'56	39.1	6h59'42	39.1
7h 0'28	34.6	7h 1'20	20.9	7h 2'46	37.5	7h 3'34	27.7	7h 4'39	31.0	7h 5'37	22.2	7h 6'58	9.7	7h10' 4	9.2
7h13'20	5.4	7h18'56	4.3	7h25'53	4.4	7h32'38	1.7	7h49'58	7.1	7h54'11	1.1	8h22'41	8.3	8h26'19	2.0
8h41'10															

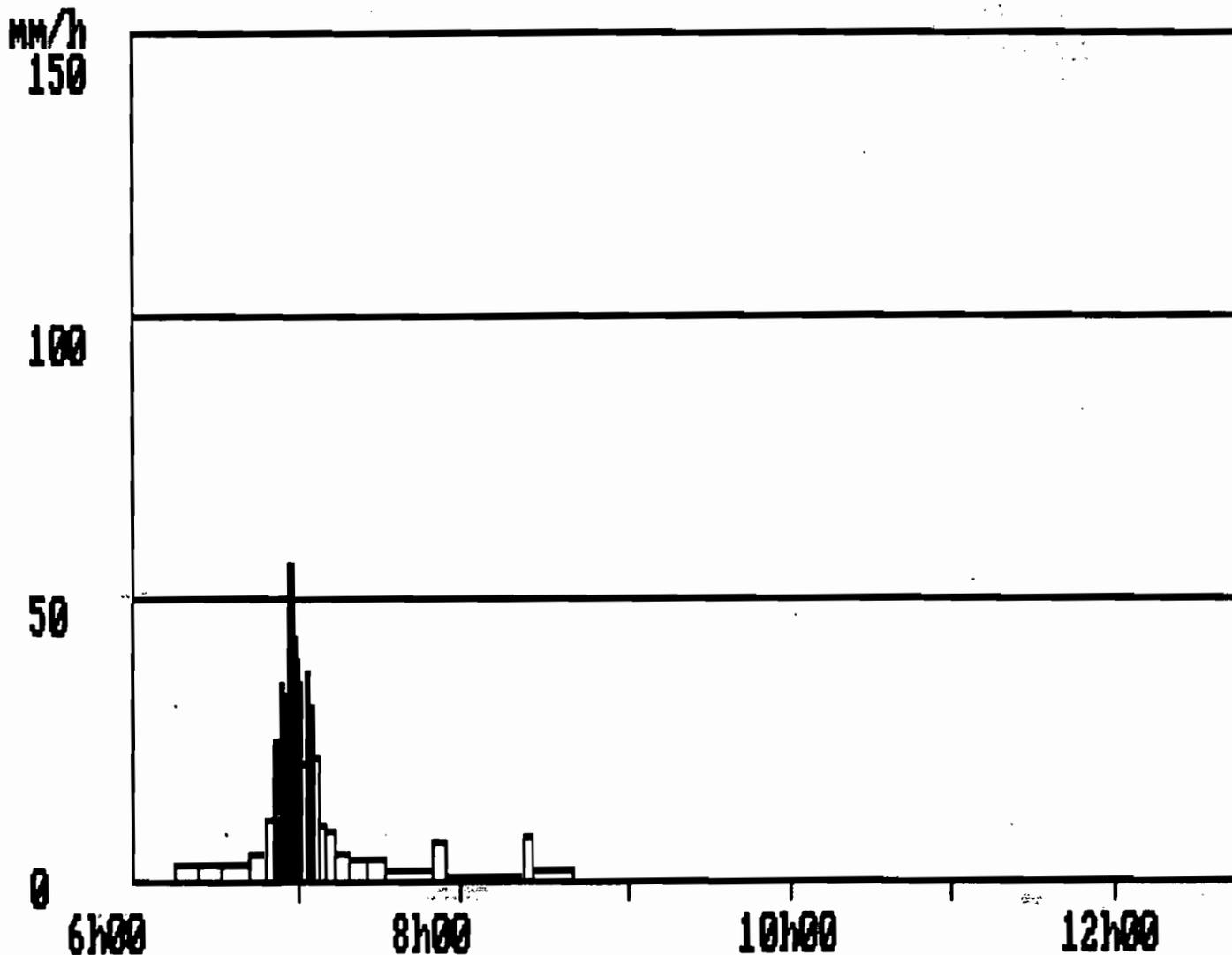
Intensit maximale lmentaire : 56.3mm/h pendant 32 secondes

Intensits maximales pour une dure donne

Dure (mn) :	inst.	1	5	10	15	20	30	60
Int. (mm/h) :	56.3	54.7	43.7	36.5	32.8	27.6	20.9	12.5

Hauteurs tombes avec une intensit suprieure aux seuils suivants :

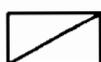
Seuil (mm/h) :	5	10	15	20	25	30	40	50
Haut. (mm) :	12.0	9.0	8.5	8.5	7.0	5.5	2.0	1.5



STATION : SAIG 01

Précipitations journalières en mm
Année 1985

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1						4,5						
2						8						0,5
3											1,5	0,5
4					18,5	1,5	14				5,5	0,5
5				6	0,5	2,5		33			15	
6				4,5	17		1,5	1			1,5	
7				0,5	18,5	0,5					0,5	0,5
8		1		4	2	0,5						4,5
9		7		5							0,5	7,5
10				0,5	15							3,5
11		2		7	4,5		0,5					0,5
12		6		0,5	14,5		0,5				1	
13		12,5			31							
14		7				10,5					0,5	0,5
15		1,5	0,5		1		1				0,5	
16			1		6	2,5					0,5	
17			0,5		1		0,5					
18					5							
19					0,5	15,5	1			0,5	0,5	
20					6,5	0,5					0,5	
21			3								1	
22			6	0,5	1,5	9						
23			0,5	0,5		1					0,5	13
24					0,5	0,5						3,5
25			8	2			3				2	11,5
26			0,5	4	0,5						0,5	0,5
27			3,5	0,5	2,5							1
28					3							8,5
29					1,5						0,5	8,5
30			1		0,5		4,5				0,5	
31							0,5					
TOTAL		37	24,5	35,5	151,5	57	27			0,5	33	65



Pas de données

STATION : SAIG 01

Précipitations journalières en mm
Année 1986

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1		/	/					/	0,5	/	0,5	
2	0,5	/	/		5,5			/		/	0,5	0,5
3	4	/	/	16,5	0,5		3	/		/		0,5
4	0,5	/	/		0,5		/			/	0,5	
5		/	/	0,5	12		/			/		
6	2	/	/	5	1,5		/					0,5
7		/	/	16,5			/			0,5		0,5
8		/	/	15,5	4		/				0,5	5
9	0,5	/	/	3,5			/		1	0,5	0,5	8,5
10	0,5	/	/				/		0,5		0,5	
11	4,5	/	/				/	5,5				0,5
12	0,5	/	/		0,5		/			1	0,5	0,5
13		/	/				/	0,5		2,5		0,5
14	7,5	/	/				/			4,5	28	
15		/	/	3,5		2	/		/		0,5	0,5
16		/	/	14	0,5	2	/		/	1	0,5	1,5
17	/	/	/	20			/		/			0,5
18	/	/	/			4,5	/	16	/	0,5	0,5	4
19	/	/	0,5			2,5	/		/	1,5	0,5	8,5
20	/	/	/	1,5		1,5	/		/	0,5	2	
21	/	/	/		7	0,5	/		/		4	0,5
22	/	/	/	9,5			/		/		2	
23	/	/	/	4,5	6,5		/	7	/	12	3,5	
24	/	/	5	1			/		/		0,5	
25	/	/	/	30,5	1		/		/	9,5	0,5	
26	/	/	/	2	4		/	2,5	/			0,5
27	/	/	/		2		/	4	/	0,5		4,5
28	/	/	1	2			/	3	/		0,5	
29	/	/	0,5		0,5		/	2	/	0,5		
30	/	/	3				/	5	/			0,5
31	/	/	0,5				/	2	/	0,5		
TOTAL	20,5	/	10,5	146	46	13	3	47,5	2	35,5	46,5	38

STATION : SAIG 01

Précipitations journalières en mm
Année 1987

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1		0,5							2		/	0,5
2	1,5		1	5			6		0,5	3	/	
3	0,5	3		9	17				7	0,5	0,5	0,5
4		1,5		20		11	32			2,5	0,5	26,5
5	0,5	0,5		16			0,5		0,5	7,5	1,5	13
6		1,5		0,5		0,5	8,5	3,5	5,5	4	0,5	7,5
7		2		2		2	0,5			1	0,5	0,5
8		3		26		9,5	1		0,5	3,5	0,5	0,5
9		6	0,5	28		0,5		5,5		0,5	17	0,5
10	6	17		0,5	0,5			0,5			1,5	0,5
11		4,5								0,5	0,5	
12		4,5	7				1,5		0,5		0,5	0,5
13		1	0,5		1,5					0,5	9	0,5
14	6,5	0,5	6							0,5		16
15			5,5		6	26,5	3				0,5	0,5
16					0,5		/			0,5	1	2
17	0,5	1			29,5	0,5	/			0,5	0,5	0,5
18					6		/				0,5	0,5
19	0,5				2,5	7,5	/					0,5
20		1,5		1,5		3	/				0,5	0,5
21	0,5	2				0,5	/			0,5		0,5
22		2,5	11,5				/				1	0,5
23		1	0,5				/	1	7	/		0,5
24	0,5	0,5			0,5		/	3,5	2,5	/	3	0,5
25	0,5		5			0,5	/		0,5	/	1	15
26	0,5		1			19	/		26,5	/	3	1
27	3				0,5		/	3,5	4,5	/	0,5	0,5
28	0,5	5	11,5					3		/		1
29	3					0,5		0,5	0,5	/	2	
30	0,5						2	0,5		/	0,5	0,5
31							0,5	0,5		/		
TOTAL	25	59	50	108,5	64,5	81,5	55,5	22	58	25,5	46,5	91,5

Evénements pluviométriques dont la hauteur d'eau enregistrée

est \geq 10 mm

BASSIN DU SAIGNON

Date	Hauteur (mm)	Durée (HMS)
4/05/85	10,0	7h16'32
6/05/85	13,0	6h19'48
7/05/85	10,5	10h13'08
8/05/85		
10/05/85	10,0	5H18'52
11/05/85		
12/05/85	14,5	6h23'01
13/05/85	29,5	8h52'06
14/06/85	10,0	3h51'15
19/06/85	11,0	4h16'18
4/07/85	14,0	2h01'07
5/08/85	32,0	9H30'54
6/08/95		
5/11/85	12,5	5h30'55
6/11/85		
23/12/85	11,0	4h34'21
3/04/86	14,0	6h29'03
25 et 26	20,0	8h03'16
/04/86	10,0	5h35'05
5/05/86	10,0	4h17'59
18/08/86	16,0	0h28'29
23/10/86	11,5	5h27'12
14/11/86	18,0	7h14'53
10/02/87	16,5	11h01'21
11/02/87		
22/03/87	11,5	3h48'08
28/03/87	10,5	5h18'
4/04/87	10,5	2h03'03
5/04/87	15,5	6h37'31
8/04/87	20,5	9h07'59
9/04/87	23,0	7h52'13
3/05/87	11,5	3h16'54
17/05/87	22,0	8h17'57
18/05/87		
15/06/87	23,0	2h29'09
26/06/87	18,5	7h45'45
4/07/87	31,5	16h46'44
5/07/87		
26/09/87	24,5	5h07'27

Hauteurs mensuelles de précipitations en mm

Stations	Alt.	1984				T
		Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
La Motte du Caire	690 m	61,3	110,4	57,5	60,1	289,3
Mison la Silve	560 m	43,7	141,5	105,6	43,0	333,8
Rourebeau	595 m	62,0	114,9	79,1	36,7	292,7

Stations	Alt.	1985												T
		Janv	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
Veynes	815 m	73,6	41,2	137,9	55,1	173,2	52,3	14,7	86,5	0,0	3,4	75,2	65,8	778,9
Mison la Silve	560 m	92,1	25,3	111,0	39,1	139,8	47,5	13,6	79,5	0,0	6,3	57,2	94,5	705,9
La Motte du Caire	690 m	100,0	23,7	76,9	29,7	139,9	44,9	35,3	81,5	1,4	10,8	68,4	61,3	673,8
Rourebeau	595 m	81,0	17,3	120,4	32,2	154,4	43,7	13,7	90,5	2,0	6,3	77,6	80,8	719,9
Serres	672 m	68,1	29,8	150,3	48,0	197,1	69,2	20,9	82,1	0,0	3,8	74,3	76,7	820,3

Stations	Alt.	1986												T
		Janv	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
Veynes	815 m	125,7	71,5	21,8	223,6	56,8	14,2	20,7	78,1	116,4	42,8	91	79,7	942,3
Laragne	570 m	115	81	10,2	178	61	20	11	60	74	32	82	59	783,2
Mison la Silve	560 m	138,1	101,8	12,4	176,5	49,0	15,2	5,8	55,7	82,1	36,0	97,5	53,7	823,8
La Motte du Caire	690 m	102,5	75,3	20,4	160,8	56,7	12,4	73,2	56,8	83,1	34,4	48,8	35,1	759,5
Rourebeau	595 m	108,9	80,7	16,5	169,5	37,4	8,1	37,5	56,0	73,1	32,5	68,2	54,5	742,9
Serres	672 m	128,8	81,0	8,4	222,2	50,5	77,3	41,5	69,5	83,0	43,3	65,5	68,7	939,7

Stations	Alt.	1987												T
		Janv	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	
Veynes	815 m	40,1	70,7	49,4	146,1	80	81,4	106,9	101	56	229,8	61	62,3	1084,7
Serres	672 m	33,8	61,9	51,6	114,6	72,5	57,2	86,8	97,9	39,9	229,4	59,2	89	993,8
Laragne	570 m	47,0	68,0	55,0	111,0	62,0	68,0	91,0	62,0	28,0	178	47	90	907
Mison la Silve	560 m	56,2	81,3	33,4	129,2	52,5	77,7	98,0	76,7	36,1	212,9	59	114	1027
Rourebeau	595 m	43,2	71,3	46,7	104,8	54,2	75,5	111,1	83,2	37,0	193			
La Motte du Caire	690 m	42,2	58,1	50,8	110,7	64,1	87,0	129,9	73,5	36,1	199,7	46,4	73,4	971,9

Hauteurs mensuelles de précipitations en mm

Stations		Année 1984											
		JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
MISO 01	N : nombre de jours de pluie									11	8	9	6
	H : hauteur de pluie (mm)									55	118,5	90	48
MISO 02	N									10	(7)		
	H									56,5	(121,5)		
ST. GEO 1	N									(11)	8	12	12
	H									(58)	113,5	87	52
ST. GEO 2	N									(9)	8	8	12
	H									(55)	111,5	103,5	62,5
	N												
	H												
	N												
	H												
	N												
	H												

315



Pas de données



Données incomplètes (+ de 5 jours)

(): données incomplètes (- de 5 jours)

Hauteurs mensuelles de précipitations en mm

Stations		Année 1985											
		JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
MISO 01	N : nombre de jours de pluie	7	8						2	2	4	9	11
	H : hauteur de pluie (mm)	62	21,5						90	1-5	2-5	54	85
MISO 02	N								2	2	3	10	10
	H								93,5	1,5	2		82
ST. GEO 1	N	6	7	(5)	0	(7)	9	5	3	2	2	12	
	H	46	26,5	(56,5)		(53,5)	69	9,5	95	3,5	2,5	70	
ST. GEO 2	N	7	11	16	13	9	7	5	4	2	2	9	
	H	56	29,5	126	37,5	60	72	8,5	94	3,5	2,5	68,5	
SAVO 01	N				12	18			3	1	2	13	9
	H				38	210			81,5	0,5	2	72,5	85,5
SAIG 01	N		(7)		13	22	13	10				18	16
	H		(37)	24,5	35,5	151,5	57	27				33	65
	N												
	H												
	N												
	H												

Hauteurs mensuelles de précipitations en mm

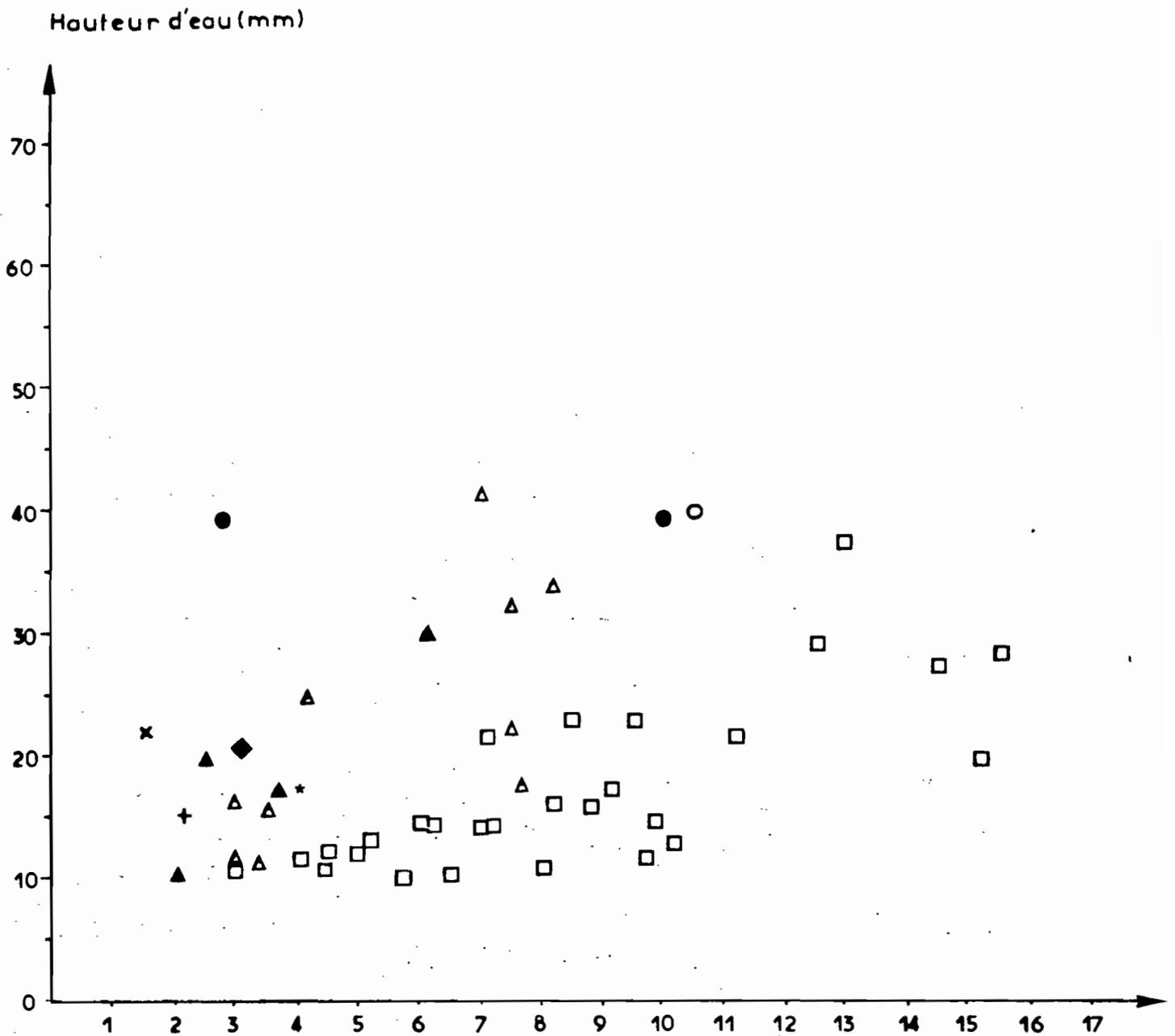
Stations		Année 1986											
		JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
MISO 01	N	7	10	7	11	11	7	6	6	7	8	8	11
	H	34	93,5	16	126	46,5	10	10,5	57,5	69	32	72	51,5
MISO 02	N	15	10	8		9	6	5	5	6	7	7	11
	H					46	10	13,5	43	66	30	66,5	46
ST. GEO 3	N										11	10	14
	H										39,5	78	58
ST. GEO 2	N								8	7	11	11	13
	H								58,5	89	41	82,5	60,5
SAVO 01	N	16	11	(6)						(7)	9	8	13
	H	61	81,5	(10)						(76,5)	39,5	78	61,5
SAVO 02	N										(10)	10	15
	H										(40,5)	89	67
SAIG 01	N				16	14	6		(10)		(14)	19	18
	H				146	46	13		(47,5)		(35,5)	46,5	38
	N												
	H												

() : manque 6 jours de données

Hauteurs mensuelles de précipitations en mm

Stations		Année 1987											
		JANV.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.
MISO 01	N : nombre de jours de pluie	11								6	17	7	14
	H : hauteur de pluie (mm)	9								27	199	43,5	88
MISO 02	N	7			6	9	7	13				8	12
	H	21,5			98,5	56,5	67,5	100,5				46,5	80,5
ST. GEO 3	N	9	10	13	7	9	7	13					
	H	27	74,5	38	116	61,5	75	95					
ST. GEO 2	N	4				3			6			(13)	(5)
	H	36,5				38,5			125,5			(63,5)	(114)
SAVO 01	N	10	8	8				(11)	6	8	17	11	13
	H	28,5	58,5	37,5				(66)	88	50	245	53	97,5
SAVO 02	N	7	5	4	10	8				(6)	18	15	16
	H	5,5	29	25	17,6	66				(38,5)	225,5	55	95
SAVO 03	N						8	12	5	7	18	11	
	H						89	73	101,5	50,5	238,5	54,5	
SAIG 01	N	15	20	11	10	10	13		10	13		23	27
	H	25	59	50	108,5	64,5	81,5		22	58		46,5	91,5

Bassin versant de Mison



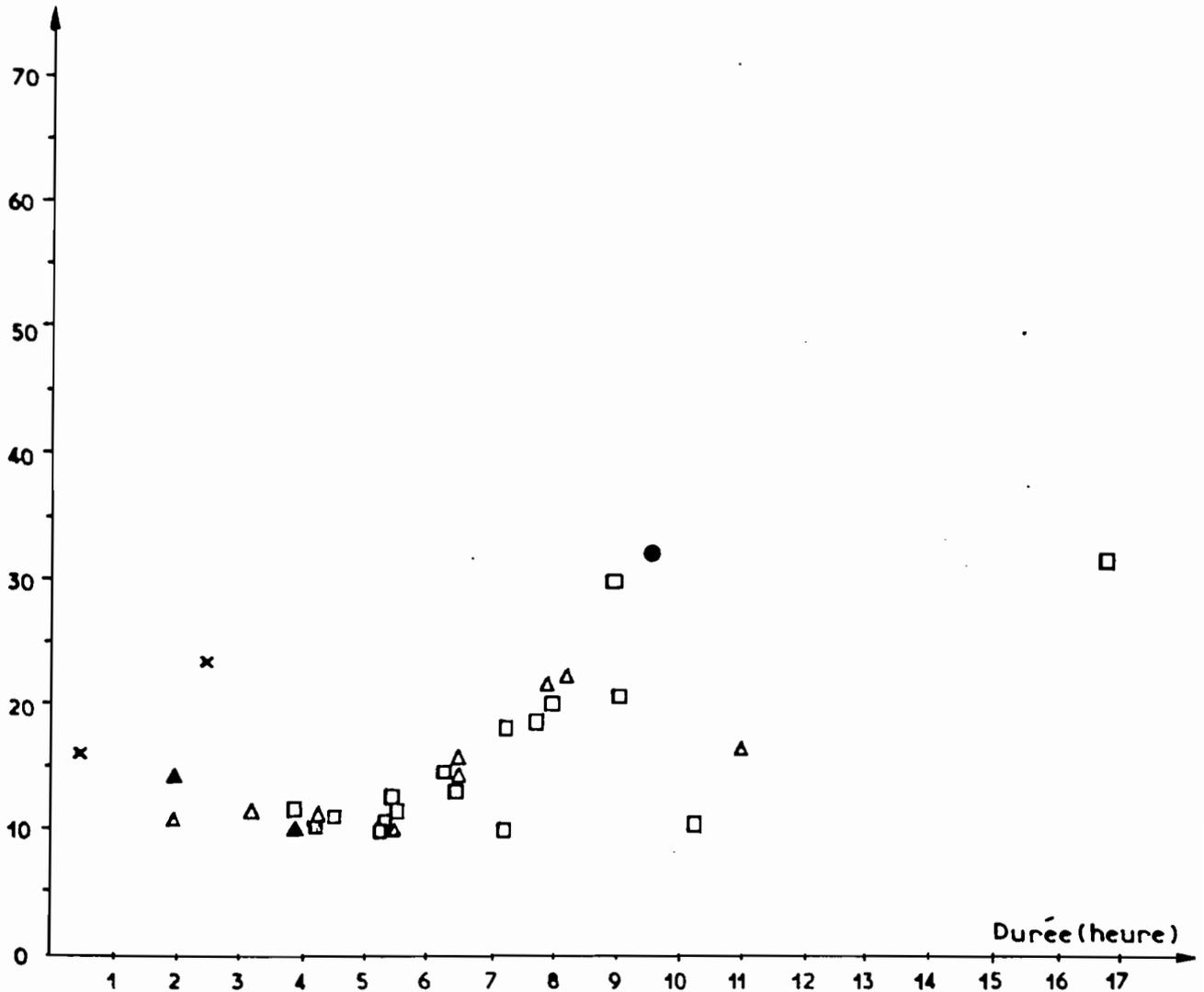
Intensité maximale en 5 minutes I_{max} . (mm/h)

- $I_{max} > 100 \text{ mm/h}$
- ◆ $90 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 100 \text{ mm/h}$
- x $60 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 70 \text{ mm/h}$
- * $50 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 60 \text{ mm/h}$
- $40 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 50 \text{ mm/h}$
- ▲ $30 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 40 \text{ mm/h}$
- + $20 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 30 \text{ mm/h}$
- △ $10 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 20 \text{ mm/h}$
- $I_{max} \leq 10 \text{ mm/h}$

CARACTERISTIQUES DES AVERSES

Bassin versant du Seignon

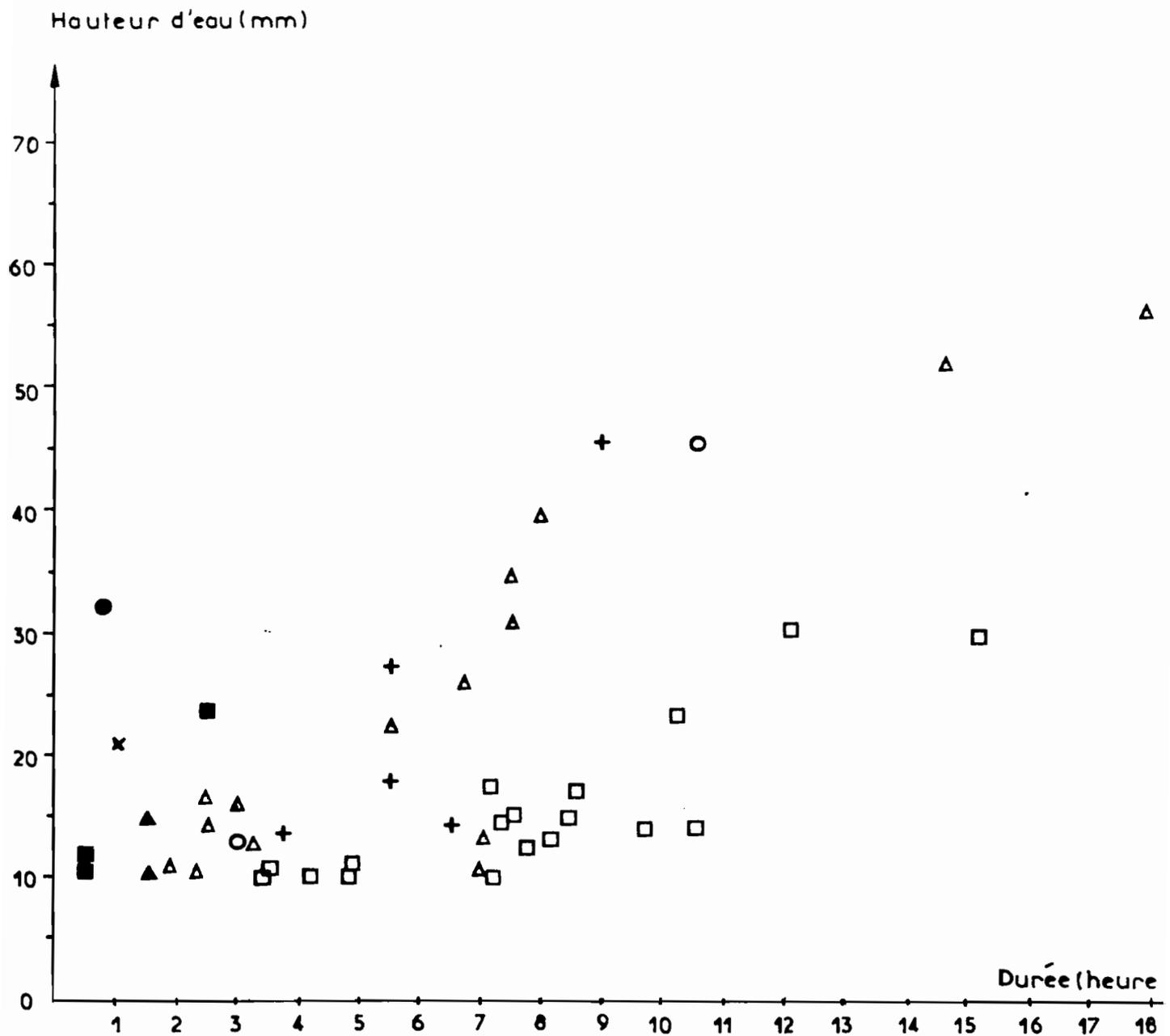
Hauteur d'eau (mm)



Intensité maximale en 5 minutes I_{max} . (mm/h)

- | | |
|---|--|
| ● $I_{max} > 100 \text{ mm/h}$ | ▲ $30 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 40 \text{ mm/h}$ |
| ◆ $90 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 100 \text{ mm/h}$ | + $20 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 30 \text{ mm/h}$ |
| × $60 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 70 \text{ mm/h}$ | △ $10 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 20 \text{ mm/h}$ |
| * $50 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 60 \text{ mm/h}$ | □ $I_{max} \leq 10 \text{ mm/h}$ |
| ○ $40 \text{ mm/h} < I_{max} \leq 50 \text{ mm/h}$ | |

Bassin versant de Saint-G enis



Intensité maximale en 5 minutes I_{max} (mm/h)

● $I_{max} > 100$ mm/h

■ 70 mm/h $< I_{max} \leq 80$ mm/h

x 60 mm/h $< I_{max} \leq 70$ mm/h

○ 40 mm/h $< I_{max} \leq 50$ mm/h

▲ 30 mm/h $< I_{max} \leq 40$ mm/h

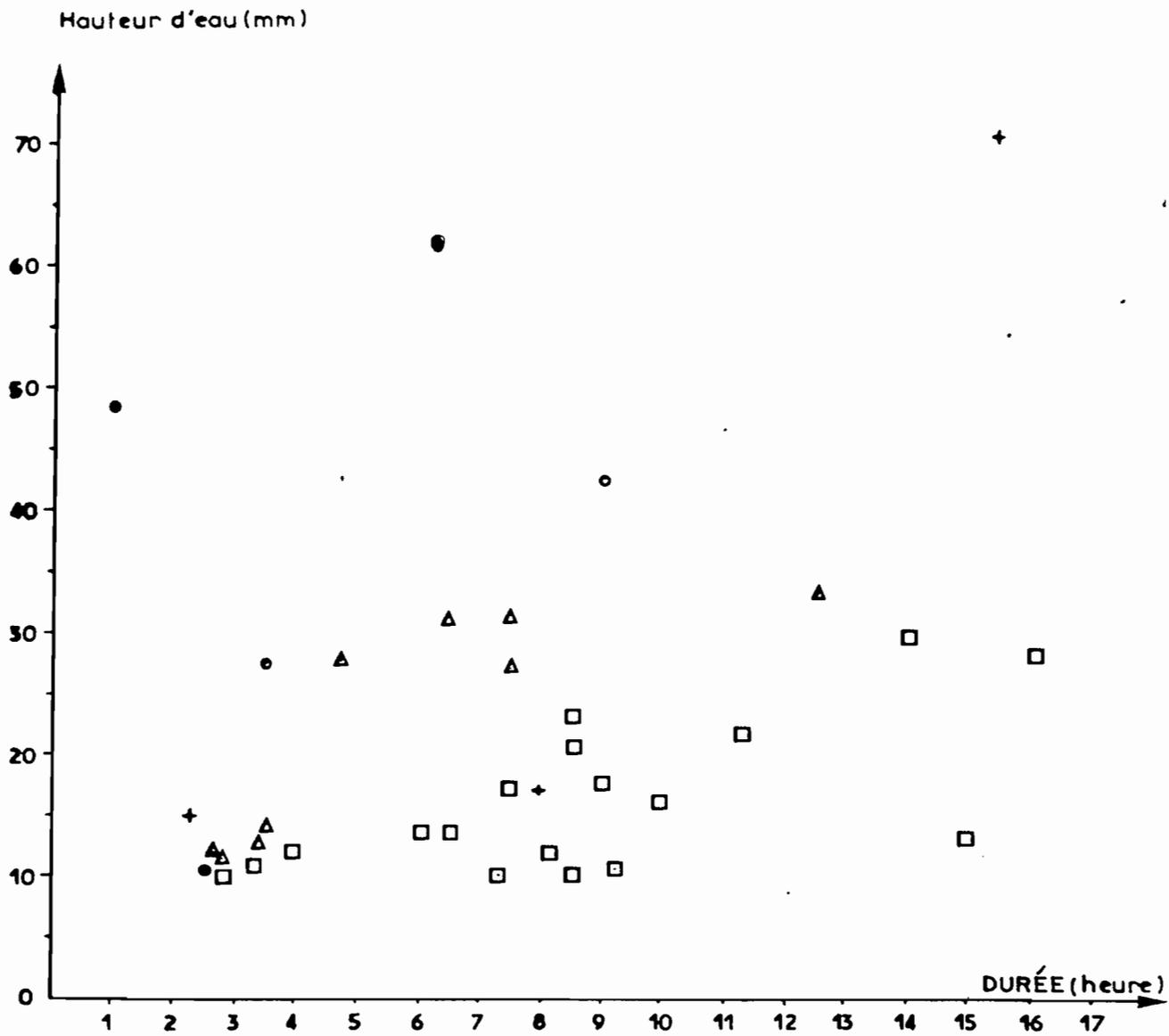
+ 20 mm/h $< I_{max} \leq 30$ mm/h

△ 10 mm/h $< I_{max} \leq 20$ mm/h

□ $I_{max} \leq 10$ mm/h

CARACTERISTIQUES DES AVERSES

Bassin versant de Savournon



Intensité maximale en 5 minutes I_{max} (mm/h)

● $I_{max} > 100$ mm/h

■ 70 mm/h $< I_{max} \leq 80$ mm/h

x 60 mm/h $< I_{max} \leq 70$ mm/h

○ 40 mm/h $< I_{max} \leq 50$ mm/h

▲ 30 mm/h $< I_{max} \leq 40$ mm/h

+ 20 mm/h $< I_{max} \leq 30$ mm/h

△ 10 mm/h $< I_{max} \leq 20$ mm/h

□ $I_{max} \leq 10$ mm/h

Chapitre III

AUTRES DONNEES DE BASE

1. HYDROMETRIE

2. MICROPROFILS TOPOGRAPHIQUES

1 - L'HYDROMETRIE

A) Les données hydrométriques proviennent :

- d'une part, des enregistrements des limnigraphes installés sur les bassins versants.
- d'autre part, de lecture directe des hauteurs d'eau sur les échelles limnimétriques.

On donne ci-après quelques exemples de dépouillement de cartouches de limnigraphes CHLOE.

STATION : 4350516500-1 NON IDENTIFIEE
RIVIERE :

PAYS :
BASSIN : SAVOIR *à 0.6 f. de l. = 100*

MOIS	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE
COTES EN CM : CODE ORIGINE MAXIMUM DANS LE MOIS: (MINI: 0 CM) LE 28 AOUT A 12H04; MAXI: 23 CM () LE 28 AOUT A 12H02															
SEPT	4	08H57	93	5	06H25	91	5	12H57	93	6	08H21	91	6	13H37	93
SEPT	7	02H00	93	7	17H27	95	8	01H03	93	8	06H09	91	8	14H39	93
SEPT	10	05H27	89	10	14H49	91	11	04H19	89	11	17H30	91	12	08H25	89
SEPT	14	03H13	89	14	17H30	91	15	04H39	89	15	14H33	91	16	04H29	89
SEPT	17	07H00	89	18	09H03	87	18	14H27	89	19	06H49	87	19	13H51	89
SEPT	20	00H19	89	20	07H19	87	20	14H57	89	21	03H05	87	21	18H55	89
SEPT	23	07H27	85	23	13H47	87	24	10H09	89	24	12H41	87	24	13H33	89
SEPT	24	14H04	93	24	14H11	91	24	14H21	93	24	17H47	95	24	18H03	97
SEPT	24	18H11	87	24	19H01	99	24	19H29	101	24	19H30	101	24	20H30	101
SEPT	24	20H30	101	24	21H00	101	24	21H30	101	24	22H00	101	24	22H30	102
SEPT	24	23H30	101	25	00H00	101	25	00H30	101	25	01H00	101	25	01H30	101
SEPT	25	02H00	101	25	03H00	101	25	03H30	101	25	04H00	101	25	04H30	101
SEPT	25	05H30	101	25	06H00	101	25	06H30	101	25	07H00	101	25	07H30	101
SEPT	25	08H30	101	25	09H00	101	25	09H30	101	25	10H00	101	25	10H30	101
SEPT	25	11H30	101	25	12H00	101	25	12H30	101	25	13H00	101	25	13H30	101
SEPT	25	14H30	101	25	15H00	101	25	15H30	101	25	16H00	101	25	16H30	101
SEPT	25	17H30	101	25	18H00	101	25	18H30	101	25	19H00	101	25	19H30	101
SEPT	26	00H43	99	26	11H51	97	26	22H03	95	27	06H55	93	27	23H03	91
SEPT	29	05H07	87	30	05H51	85	30	15H01	87	30	15H02	**LAC			
SEPT	31	24H00	**LAC												

MOIS JOUR HEURE COTE JOUR HEURE COTE

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C= RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE
 ANNEE INCOMPLETE MINIMUM INSTANTANE : 0 CM () LE 28 AOUT A 12H04
 MAXIMUM INSTANTANE : 103 CM () LE 24 SEPT A 20H41

STATION : 4350516500-1 NON IDENTIFIEE
RIVIERE :

PAYS :
BASSIN : SAVOIR *à 0.6 f. de l. = 100*

MOIS	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE
COTES EN CM : CODE ORIGINE MAXIMUM DANS LE MOIS: (MINI: 99 CM) LE 23 OCTO A 06H54; MAXI: 103 CM () LE 23 OCTO A 06H58															
OCTO	6	11H34	**LAC	6	11H35	**LAC	6	12H00	100	6	12H30	101	6	13H00	101
OCTO	6	17H30	101	7	10H00	101	7	11H30	101	7	12H30	101	7	13H30	101
OCTO	7	16H09	101	7	17H30	101	8	12H30	101	8	13H00	101	9	12H30	101
OCTO	11	11H30	101	11	12H30	101	12	11H30	101	12	12H30	101	13	11H00	101
OCTO	15	00H00	101	15	00H30	101	15	01H00	101	15	01H30	101	15	01H58	102
OCTO	15	02H30	102	15	03H00	102	15	03H30	101	15	04H00	101	15	04H30	101
OCTO	15	05H30	101	15	06H00	101	15	06H30	101	15	07H00	101	15	12H00	101
OCTO	17	12H30	101	18	12H30	101	20	12H30	101	21	12H30	101	22	12H30	101
OCTO	23	04H00	101	23	04H30	101	23	05H00	101	23	05H30	101	23	06H00	101
OCTO	23	06H30	102	23	06H54	99	23	06H58	103	23	07H00	102	23	07H02	101
OCTO	23	07H22	101	23	07H30	101	23	08H00	102	23	08H30	101	23	09H00	101
OCTO	23	10H00	101	23	10H30	101	23	11H00	101	23	11H30	101	23	12H00	102
OCTO	23	13H00	101	23	13H30	101	23	14H00	101	23	14H30	101	23	15H00	101
OCTO	23	16H00	101	24	10H34	99	24	11H22	101	24	12H30	101	24	13H00	101
OCTO	24	14H30	101	24	15H00	101	25	12H30	101	25	13H00	101	25	14H00	101
OCTO	25	18H00	101	25	18H30	101	25	19H00	101	25	19H30	102	25	20H00	101
OCTO	25	21H00	101	25	21H30	101	26	11H30	101	26	12H30	101	26	13H30	101
OCTO	27	10H44	99	27	11H32	101	27	12H00	101	27	12H30	101	27	13H30	101
OCTO	28	11H30	101	28	12H00	101	28	12H30	101	28	13H00	101	28	13H30	101
OCTO	28	14H30	101	28	15H00	101	28	15H30	101	28	16H00	101	28	16H30	101
OCTO	29	12H00	101	29	15H00	101	30	11H00	101	30	11H30	101	30	12H30	101
OCTO	30	13H30	101	30	14H00	101	30	14H30	101	30	15H00	101	30	15H30	101
OCTO	30	16H30	101	30	17H00	101	31	10H44	99	31	11H24	101	31	11H30	101
OCTO	31	13H00	101	31	15H00	101									

NOVE COTES EN CM : CODE ORIGINE MAXIMUM DANS LE MOIS: (MINI: 99 CM) LE 3 NOVE A 10H40; MAXI: 101 CM () LE 1 NOVE A 12H30

NOVE 1 12H30 101 1 16H00 101 2 10H30 101 2 12H00 101 2 12H30 101 2 13H00 101
 NOVE 2 13H30 101 3 10H40 99 3 12H04 101 3 12H30 101 4 10H38 99 4 11H52 101
 NOVE 4 12H30 101 5 10H30 100 5 10H31 **LAC
 DECE 31 24H00 **LAC

MOIS JOUR HEURE COTE JOUR HEURE COTE

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C= RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE
 ANNEE INCOMPLETE MINIMUM INSTANTANE : 99 CM () LE 23 OCTO A 06H54
 MAXIMUM INSTANTANE : 103 CM () LE 23 OCTO A 06H58

STATION : 4350516500-2 NON IDENTIFIEE
RIVIERE :

PAYS :
BASSIN : SAVOIRNON 2

Table with 12 columns: MOIS, JOUR HEURE, COTE, JOUR HEURE, COTE. Rows include data for months AVRI, MAI, JUIN, JUIL, AOUT, SEPT, OCT, NOV, DEC.

MOIS JOUR HEURE COTE
CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C= RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE
ANNÉE INCOMPLETE
MINIMUM INSTANTANE : 0 CM () LE 9 AVRI A 16H51
MAXIMUM INSTANTANE : 45 CM () LE 4 AVRI A 08H59

STATION : 4350516500-2 NON IDENTIFIEE
RIVIERE :

PAYS :
BASSIN : SAVOIRNON 2

Table with 12 columns: MOIS, JOUR HEURE, COTE, JOUR HEURE, COTE. Rows include data for months JANV, SEPT, and DECE.

MOIS JOUR HEURE COTE
CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C= RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE
ANNÉE INCOMPLETE
MINIMUM INSTANTANE : 0 CM () LE 18 SEPT A 12H45
MAXIMUM INSTANTANE : 37 CM () LE 26 SEPT A 12H17

STATION : 4350516500-2 NON IDENTIFIEE
RIVIERE :

PAYS :
BASSIN :

MOIS	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE
AVR	4	11H	40	4	11H23	38	4	11H35	40	4	11H41	38	4	11H43	38
AVR	4	11H	38	4	11H59	35	4	12H07	37	4	12H13	33	4	12H19	31
AVR	4	12H	33	4	12H45	35	4	13H43	37	4	13H49	35	4	13H59	37
AVR	4	14H	37	4	14H23	34	4	14H25	37	4	14H27	35	4	14H31	33
AVR	4	15H	33	4	15H33	35	4	17H21	37	4	17H55	35	4	21H13	33
AVR	5	00H	33	5	00H17	31	5	02H39	29	5	05H35	27	5	14H41	29
AVR	5	12H	29	5	19H21	31	5	19H27	33	5	19H29	35	5	19H33	33
AVR	5	19H	29	5	19H41	25	5	19H47	27	5	19H51	29	5	20H01	32
AVR	5	20H	32	5	20H11	34	5	20H15	32	5	20H17	34	5	20H23	32
AVR	5	20H	32	5	23H27	29	5	23H31	31	5	23H55	29	6	00H07	31
AVR	6	00H	29	6	00H39	29	6	00H45	32	6	00H47	30	6	01H37	33
AVR	6	02H	31	6	02H45	31	6	03H25	33	6	03H29	31	6	03H43	33
AVR	6	03H	33	6	07H21	31	6	08H53	33	6	10H07	31	6	15H23	29
AVR	7	01H	29	8	01H01	27	8	05H17	29	8	05H31	27	8	08H27	30
AVR	8	09H	30	8	09H09	33	8	09H15	31	8	09H41	29	8	11H57	27
AVR	8	15H	23	8	23H19	21	9	06H05	23	9	06H43	21	9	08H51	23
AVR	9	10H	24	9	10H13	22	9	10H15	20	9	10H19	18	9	10H21	16
AVR	9	10H	11	9	10H29	9	9	10H33	14	9	10H39	11	9	10H43	13
AVR	9	10H	12	9	10H59	10	9	11H00	12	9	11H03	14	9	11H11	12
AVR	9	11H	16	9	11H30	14	9	11H49	12	9	11H51	14	9	11H55	11
AVR	9	12H	15	9	12H25	11	9	12H31	13	9	12H35	11	9	12H39	9
AVR	9	12H	5	9	12H47	1	9	16H49	4	9	16H51	0	9	16H53	6
AVR	9	17H	2	9	17H07	4	9	17H13	7	9	17H15	5	9	17H21	0
AVR	9	17H	4	9	17H39	6	9	17H51	1	9	17H53	3	9	17H55	0
AVR	11	02H	0	11	09H29	2	13	12H56	4	14	10H14	2	27	11H00	2
AVR	21	24H	**LAC										27	11H01	**LAC

MOIS	JOUR	HEURE	COTE												
------	------	-------	------	------	-------	------	------	-------	------	------	-------	------	------	-------	------

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C= RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE
 ANNEE INCOMPLETE
 MINIMUM INSTANTANE : 0 CM () LE 9 AVRIL A 16H51
 MAXIMUM INSTANTANE : 45 CM () LE 4 AVRIL A 08H59

STATION : 4350516500-2 NON IDENTIFIEE
RIVIERE :

PAYS :
BASSIN :

MOIS	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE	JOUR	HEURE	COTE
JANV	1	00H00	**LAC												
SEPT	4	10H13	**LAC	4	10H14	**LAC	4	10H15	18	4	13H43	16	4	17H37	18
SEPT	5	13H31	14	5	17H47	16	5	18H21	18	6	11H43	16	6	12H29	14
SEPT	6	13H35	10	6	18H51	12	6	19H25	14	6	20H03	16	6	21H05	18
SEPT	7	12H51	14	7	13H25	12	7	14H01	10	7	19H37	12	7	20H09	14
SEPT	7	22H49	18	8	10H57	16	8	11H41	14	8	12H07	12	8	12H47	10
SEPT	8	21H09	14	8	21H55	16	8	23H30	18	9	12H09	16	9	13H03	14
SEPT	9	14H11	10	9	20H47	12	9	21H29	14	9	22H35	16	10	01H59	18
SEPT	10	12H23	14	10	12H59	12	10	13H37	10	10	21H41	12	10	22H35	14
SEPT	11	04H53	18	11	11H13	16	11	11H55	14	11	12H29	12	11	13H05	10
SEPT	11	21H51	10	11	22H30	12	11	23H25	14	12	00H39	16	12	11H55	14
SEPT	12	13H09	10	12	19H35	8	12	22H27	10	12	23H17	12	13	00H43	14
SEPT	13	11H30	14	13	12H07	12	13	12H47	10	13	19H21	8	13	23H05	10
SEPT	14	01H57	14	14	04H29	16	14	11H09	14	14	11H45	12	14	12H25	10
SEPT	15	00H03	10	15	01H25	12	15	03H19	14	15	06H41	16	15	10H51	14
SEPT	15	12H09	10	15	20H05	8	16	02H00	10	16	03H39	12	16	05H51	14
SEPT	16	11H31	10	16	19H45	8	17	03H09	10	17	05H15	12	17	08H05	14
SEPT	17	11H21	10	17	12H07	8	18	05H09	10	18	07H29	12	18	11H00	10
SEPT	18	12H45	0	19	07H27	2	19	11H03	0	20	07H21	2	20	11H17	0
SEPT	21	11H31	0	23	14H07	6	23	14H09	11	23	14H17	15	23	14H21	13
SEPT	23	14H31	17	23	14H35	15	23	14H43	13	23	15H01	11	23	15H57	9
SEPT	23	18H51	1	23	18H53	3	24	22H37	5	24	16H51	3	24	18H31	1
SEPT	24	20H33	5	25	12H13	3	25	12H43	1	26	01H09	3	26	09H03	5
SEPT	26	12H11	10	26	12H15	19	26	12H17	37	26	12H19	31	26	12H21	33
SEPT	26	12H25	25	26	12H27	23	26	12H29	17	26	12H30	12	26	12H33	7
SEPT	26	12H39	8	26	12H53	6	26	13H11	4	26	13H23	0	30	11H30	0
DECE	31	24H00	**LAC										30	11H31	**LAC

MOIS	JOUR	HEURE	COTE												
------	------	-------	------	------	-------	------	------	-------	------	------	-------	------	------	-------	------

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C= RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE
 ANNEE INCOMPLETE
 MINIMUM INSTANTANE : 0 CM () LE 18 SEPT A 12H45

STATION : 4350516500-2 NON IDENTIFIEE
 RIVIERE :

PAYS :
 BASSIN : SAVOIRRON 2

MOIS	JOUR	HEURE	COTE															
DECE	7	11H00	118	7	11H30	118	7	12H00	118	7	12H30	118	7	13H00	118	7	13H30	118
DECE	7	14H00	119	7	14H30	119	7	15H00	119	7	15H30	119	7	16H00	118	7	16H30	118
DECE	7	17H00	118	7	17H30	118	7	18H00	118	7	18H30	118	7	19H00	118	7	19H30	118
DECE	7	20H00	118	7	20H30	118	7	21H00	118	7	21H30	118	7	22H00	118	7	22H30	118
DECE	7	23H00	118	7	23H30	118	8	00H00	118	8	00H30	118	8	01H00	118	8	01H30	118
DECE	8	02H00	118	8	02H30	118	8	03H00	118	8	03H30	118	8	04H00	118	8	04H30	118
DECE	8	05H00	118	8	05H30	118	8	06H00	118	8	06H30	118	8	07H00	118	8	07H30	118
DECE	8	08H00	118	8	08H30	118	8	09H00	118	8	09H30	118	8	10H00	118	8	10H30	118
DECE	8	11H00	118	8	11H30	118	8	12H00	118	8	12H30	118	8	13H00	118	8	13H30	118
DECE	8	14H00	118	8	14H30	119	8	15H00	119	8	15H30	119	8	16H00	119	8	16H30	119
DECE	8	17H00	119	8	17H30	119	8	18H00	120	8	18H30	120	8	19H00	119	8	19H30	119
DECE	8	20H00	119	8	20H30	119	8	21H00	120	8	21H30	120	8	22H00	120	8	22H30	120
DECE	8	23H00	120	8	23H30	120	8	23H47	121	9	00H00	121	9	00H30	121	9	01H00	121
DECE	9	01H30	120	9	02H00	121	9	02H30	121	9	03H00	121	9	03H30	121	9	04H00	122
DECE	9	04H30	122	9	05H00	122	9	05H30	122	9	06H00	122	9	06H30	121	9	07H00	121
DECE	9	07H30	121	9	08H00	121	9	08H30	121	9	09H00	121	9	09H30	121	9	10H00	121
DECE	9	10H30	121	9	11H00	121	9	11H30	121	9	12H00	122	9	12H30	122	9	13H00	122
DECE	9	13H30	122	9	13H33	123	9	14H00	123	9	14H30	123	9	15H00	124	9	15H11	125
DECE	9	15H30	125	9	16H00	126	9	16H30	126	9	17H00	126	9	17H30	125	9	18H00	126
DECE	9	18H30	126	9	19H00	125	9	19H30	125	9	20H00	125	9	20H30	125	9	21H00	124
DECE	9	21H30	124	9	22H00	124	9	22H30	124	9	23H00	124	9	23H30	124	9	23H31	123
DECE	10	00H00	124	10	00H30	123	10	01H00	123	10	01H30	123	10	02H00	123	10	02H30	123
DECE	10	03H00	123	10	03H30	123	10	04H00	123	10	04H30	123	10	05H00	123	10	05H30	123
DECE	10	06H00	122	10	06H30	122	10	07H00	122	10	07H30	122	10	08H00	122	10	08H30	122
DECE	10	09H00	122	10	09H30	122	10	10H00	122	10	10H30	122	10	11H00	122	10	11H30	122
DECE	10	12H00	122	10	12H30	122	10	13H00	122	10	13H30	122	10	14H00	122	10	14H30	122
DECE	10	15H00	122	10	15H30	122	10	16H00	122	10	16H30	122	10	17H00	122	10	17H30	122
DECE	10	18H00	122	10	18H30	122	10	19H00	122	10	19H30	122	10	20H00	122	10	20H30	122
DECE	10	21H00	122	10	21H30	122	10	22H00	122	10	22H03	121	10	22H30	122	10	23H00	121
DECE	10	23H30	121	11	00H00	121	11	00H30	121	11	01H00	121	11	01H30	121	11	02H00	121
DECE	11	02H30	121	11	03H00	121	11	03H30	121	11	04H00	121	11	04H30	121	11	05H00	121
DECE	11	05H30	121	11	06H00	121	11	06H30	121	11	07H00	121	11	07H30	121	11	08H00	121
DECE	11	08H30	121	11	09H00	121	11	09H30	121	11	10H00	121	11	10H30	121	11	11H00	121
DECE	11	11H30	121	11	12H00	121	11	12H30	121	11	13H00	121	11	13H30	121	11	14H00	121
DECE	11	14H30	121	11	15H00	121	11	15H30	121	11	16H00	121	11	16H30	121	11	17H00	121
DECE	11	17H30	121	11	18H00	121	11	18H30	121	11	19H00	121	11	19H30	121	11	20H00	121
DECE	11	20H30	121	11	21H00	121	11	21H30	121	11	22H00	121	11	22H30	121	11	23H00	121
DECE	11	23H30	121	12	00H00	121	12	00H30	121	12	01H00	121	12	01H30	120	12	02H00	120
DECE	12	02H30	120	12	03H00	120	12	03H30	120	12	04H00	120	12	04H30	120	12	05H00	120
DECE	12	05H30	120	12	06H00	120	12	06H30	120	12	07H00	120	12	07H30	120	12	08H00	120
DECE	12	08H30	120	12	09H00	120	12	09H30	120	12	10H00	120	12	10H30	120	12	11H00	120
DECE	12	11H30	120	12	12H00	121	12	12H30	121	12	13H00	121	12	13H30	121	12	14H00	121
DECE	12	14H30	121	12	15H00	121	12	15H30	121	12	16H00	121	12	16H30	121	12	17H00	121
DECE	12	17H30	120	12	18H00	120	12	18H30	120	12	19H00	120	12	19H30	120	12	20H00	120
DECE	12	20H30	120	12	21H00	120	12	21H30	120	12	22H00	120	12	22H30	120	12	23H00	120
DECE	12	23H30	120	13	00H00	120	13	00H30	120	13	01H00	120	13	01H30	120	13	02H00	120
DECE	13	02H30	120	13	03H00	120	13	03H30	120	13	04H00	120	13	04H30	120	13	05H00	120
DECE	13	05H30	120	13	06H00	120	13	06H30	120	13	07H00	120	13	07H30	120	13	08H00	120
DECE	13	08H30	120	13	09H00	120	13	09H30	120	13	10H00	120	13	10H30	120	13	11H00	120
DECE	13	11H30	120	13	12H00	120	13	12H30	120	13	13H00	120	13	13H30	120	13	14H00	120
DECE	13	14H30	120	13	15H00	120	13	15H30	120	13	16H00	120	13	16H30	120	13	17H00	120
DECE	13	17H30	120	13	18H00	120	13	18H30	120	13	19H00	120	13	19H30	120	13	20H00	120
DECE	13	20H30	120	13	21H00	120	13	21H30	120	13	22H00	120	13	22H30	120	13	23H00	120
DECE	13	23H30	120	14	00H00	120	14	00H30	120	14	01H00	120	14	01H30	120	14	02H00	120
DECE	14	02H30	120	14	03H00	120	14	03H30	120	14	04H00	120	14	04H30	120	14	05H00	120
DECE	14	05H30	120	14	06H00	120	14	06H30	120	14	07H00	120	14	07H30	120	14	08H00	120
DECE	14	08H30	120	14	09H00	120	14	09H30	120	14	10H00	120	14	10H30	120	14	11H00	120
DECE	14	11H30	120	14	12H00	120	14	12H30	120	14	13H00	120	14	13H30	120	14	14H00	120
DECE	14	14H30	120	14	15H00	120	14	15H30	120	14	16H00	120	14	16H30	120	14	17H00	120
DECE	14	17H30	120	14	18H00	120	14	18H30	120	14	19H00	120	14	19H30	120	14	20H00	120
DECE	14	20H30	120	14	21H00	120	14	21H30	120	14	22H00	120	14	22H30	120	14	23H00	120
DECE	14	23H30	120	15	00H00	120	15	00H30	120	15	01H00	120	15	01H30	120	15	02H00	120
DECE	15	02H30	120	15	03H00	120	15	03H30	120	15	04H00	120	15	04H30	120	15	05H00	120
DECE	15	05H30	120	15	06H00	120	15	06H30	120	15	07H00	120	15	07H30	120	15	08H00	120
DECE	15	08H30	120	15	09H00	120	15	09H30	120	15	10H00	120	15	10H25	119	15	10H30	120
DECE	15	11H00	120	15	11H30	120	15	12H00	120	15	12H30	120	15	13H00	120	15	13H30	120
DECE	15	14H00	120	15	14H30	120	15	15H00	120	15	15H30	120	15	16H00	120	15	16H30	120
DECE	15	17H00	120	15	17H30	120	15	18H00	120	15	18H30	120	15	19H00	120	15	19H30	120
DECE	15	20H00	120	15	20H30	120	15	21H00	120	15	21H30	120	15	22H00	120	15	22H30	120
DECE	15	23H00	120	15	23H30	120	16	00H00	120	16	00H30	120	16	01H00	120	16	01H30	120
DECE	16	02H00	120	16	02H30	120	16	03H00	120	16	03H30	120	16	04H00	120	16	04H30	120
DECE	16	05H00	120	16	05H30	120	16	06H00	120	16	06H30	120	16	07H00	120	16	07H30	120
DECE	16	08H00	120	16	08H30	120	16	09H00	120	16	09H30	120	16	10H00	120	16	10H30	120
DECE	16	11H00	120	16	11H30	120	16	12H00	120	16	12H30	120	16	13H00	120	16	13H30	120
DECE	16	14H00	120	16														

STATION : 4350413400-1 NON IDENTIFIEE

PAYS :

RIVIERE :

BASSIN : SEIGNON

 MOIS JOUR HEURE COTE

JANV 1 00H00 **LAC

JUIL COTES EN CM ;CODE ORIGINE MAXIMUM DANS LE MOIS: ;MINI: 0 CM() LE 26 JUIL A 12H57;MAXI: 3 CM() LE 31 JUIL A 02-
 JUIL 26 09H30 **LAC 26 09H31 **LAC 26 10H00 1 26 12H57 0 26 20H27 1 27 00H57 2
 JUIL 27 09H57 1 27 13H27 0 27 19H57 1 28 01H00 2 28 09H57 1 28 12H57 0
 JUIL 28 19H57 1 29 01H27 2 29 09H57 1 29 13H27 0 29 18H57 1 30 01H57 2
 JUIL 30 09H27 1 30 21H27 2 31 03H27 3 31 09H27 2 31 11H27 1 31 14H30 0
 JUIL 31 19H27 1 31 22H27 2

AOUT COTES EN CM ;CODE ORIGINE MAXIMUM DANS LE MOIS: ;MINI: 0 CM() LE 1 AOUT A 14H27;MAXI: 33 CM() LE 5 AOUT A 23-
 AOUT 1 02H27 3 1 09H27 2 1 11H27 1 1 14H27 0 1 16H57 1 1 18H30 0
 AOUT 1 19H00 1 1 22H57 2 2 02H57 3 2 09H27 2 2 11H27 1 2 13H57 0
 AOUT 2 19H57 1 3 00H00 2 3 10H27 1 3 13H57 0 3 19H57 1 4 03H57 2
 AOUT 4 09H27 1 4 13H57 0 4 19H27 1 4 23H57 2 5 06H57 3 5 07H27 2
 AOUT 5 10H27 1 5 12H30 0 5 15H27 1 5 16H27 0 5 17H27 1 5 22H57 4
 AOUT 5 23H00 6 5 23H27 33 5 23H30 30 5 23H57 13 6 00H00 12 6 00H27 9
 AOUT 6 00H57 8 6 01H57 9 6 02H27 7 6 02H30 6 6 04H27 7 6 05H57 6
 AOUT 6 06H57 5 6 07H27 6 6 08H57 5 6 09H27 4 6 10H27 3 6 11H57 2
 AOUT 6 13H27 1 6 16H30 0 6 17H00 1 6 20H27 2 7 00H27 3 7 09H57 2
 AOUT 7 12H27 1 7 16H27 0 7 16H30 1 7 17H00 0 7 18H57 1 7 21H27 2
 AOUT 8 00H00 3 8 10H00 2 8 11H57 1 8 13H57 0 8 19H57 1 8 23H30 2
 AOUT 9 04H57 3 9 08H57 2 9 10H57 1 9 12H27 0 9 20H27 1 10 00H30 2
 AOUT 10 09H57 1 10 11H57 0 10 20H27 1 11 01H27 2 11 09H27 1 11 11H57 0
 AOUT 11 20H57 1 12 02H57 2 12 09H27 1 12 11H27 0 12 21H27 1 13 02H27 2
 AOUT 13 09H57 1 13 11H27 0 13 21H27 1 14 03H27 2 14 09H27 1 14 11H27 0
 AOUT 14 21H57 1 15 03H57 2 15 09H27 1 15 11H27 0 15 21H27 1 16 06H27 2
 AOUT 16 08H57 1 16 11H27 0 16 21H57 1 16 22H00 0 16 22H30 1 17 05H27 2
 AOUT 17 06H27 1 17 06H57 2 17 08H57 1 17 11H27 0 17 20H57 1 18 01H27 2
 AOUT 18 09H57 1 18 11H57 0 18 12H00 1 18 12H30 0 18 20H30 1 19 01H27 2
 AOUT 19 09H57 1 19 11H57 0 19 21H27 1 20 04H57 2 20 09H27 1 20 12H27 0
 AOUT 20 20H57 1 21 02H57 2 21 09H27 1 21 11H57 0 21 21H27 1 22 06H57 2
 AOUT 22 07H57 1 22 11H27 0 22 20H57 1 23 06H57 2 23 08H27 1 23 11H30 0
 AOUT 23 20H57 1 24 06H57 2 24 08H27 1 24 11H57 0 24 21H27 1 25 02H27 2
 AOUT 25 02H57 1 25 10H57 2 25 13H27 3 25 13H30 2 25 14H00 3 25 14H27 4
 AOUT 25 14H57 5 25 15H00 6 25 16H57 7 25 17H27 8 25 17H57 6 25 18H27 5
 AOUT 25 19H57 4 25 20H27 3 26 09H57 2 26 10H00 3 26 10H30 2 26 12H57 1
 AOUT 26 19H57 2 26 22H00 3 27 10H27 2 27 10H30 3 27 10H57 0 28 03H00 1
 AOUT 28 09H30 0 29 05H57 1 29 06H57 0 29 07H27 1 29 08H30 0

SEPT COTES EN CM ;CODE ORIGINE MAXIMUM DANS LE MOIS: ;MINI: 0 CM() LE 5 SEPT A 07H57;MAXI: 1 CM() LE 5 SEPT A 06H-
 SEPT 5 06H57 1 5 07H57 0 5 08H00 1 5 08H30 0 7 07H57 1 7 08H00 0
 SEPT 8 06H57 1 8 07H57 0 11 12H00 0 11 12H00 **LAC
 DECE 31 24H00 **LAC

 MOIS JOUR HEURE COTE

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C= RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE

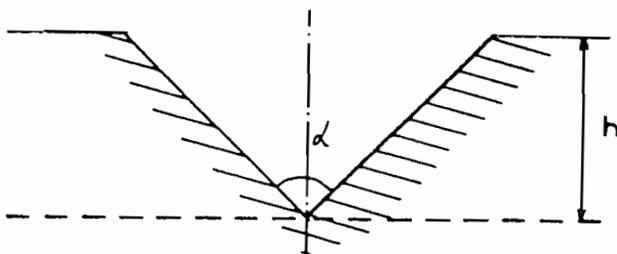
ANNEE INCOMPLETE

MINIMUM INSTANTANE : 0 CM() LE 26 JUIL A 12H57

MAXIMUM INSTANTANE : 33 CM() LE 5 AOUT A 23H27

Stations de Savournon 1 et de St Genis

Les stations de Savournon 1 et de St. Genis sont équipées de déversoirs triangulaires.



L'angle d'échancrure α des déversoirs en place sur les bassins-versants étant de 90° , le débit des déversoirs triangulaires est donné, dans ce cas, par la formule suivante :

$$Q = 1,40 h^{5/2}$$

Etablissement de la courbe de tarage de la station de Savournon 2.

La station se compose d'un barrage comprenant, en son centre, un canal de un mètre de large équipé d'une échelle limnimétrique.

Le tracé de la courbe d'étalonnage $Q = f(H)$ à la station considérée se fait à partir des mesures de débit. A une valeur de débit correspond une hauteur d'eau à l'échelle.

a) Etalonnage de la station : mesure des débits à partir des vitesses

Le débit est égal au produit de la vitesse V du fluide par la surface S de la section traversée.

$$Q (\text{m}^3/\text{s}) = V (\text{m}/\text{s}) \times S (\text{m}^2)$$

Pour connaître le débit du cours d'eau, on doit mesurer la vitesse en différents points de la section, de façon à définir au mieux une vitesse moyenne dans cette section . La mesure des vitesses a été effectuée :

* avec un moulinet Neyrflux, de formule moyenne d'étalonnage:

$$0,1 \text{ m/s} \leq V \text{ m/s} = 0,2261 n + 0,015 \leq 5 \text{ m/s}$$

n étant le nombre de tours de l'hélice par seconde.

L'exploration du champ des vitesses a été faite point par point, le moulinet étant placé face au courant en différents points de la section (en abscisse et en profondeur).

Sur un graphe, on trace les paraboles des vitesses, c'est à dire les vitesses mesurées en fonction de la profondeur. L'intégration donne le débit élémentaire exprimé en m^2/s . Une deuxième intégration de tous les débits élémentaires suivant la largeur donne le débit total (cf. annexe).

* avec des flotteurs

La vitesse est mesurée dans ce cas en surface, elle correspond à la vitesse maximale du fluide . On estime la valeur moyenne de la vitesse dans la section par l'application d'un coefficient 0,9 aux mesures de surface.

b) Tarage de la station : établissement d'une relation entre les débits et les hauteurs d'eau .

Les débits mesurés et les hauteurs d'eau correspondantes sont consignés dans le tableau ci-dessous .

Date	Hauteurs à l'échelle en m	Débit m ³ /s	Observations
05/10/87	0,1	0,026	
24/09/86	0,135	0,015	
09/04/88	0,14	0,009	
25/04/88 05/10/87 06/10/87	0,15 0,15 0,15	0,022 0,038 0,038	Mesure aux flotteurs
12/04/88 25/04/88	0,16 0,16	0,052 0,033	Mesure aux flotteurs
25/04/88 28/04/88	0,165 0,165	0,051 0,031 0,018	Mesure aux flotteurs Accumulation de matériaux à l'aval
25/04/88	0,175	0,067	Mesure aux flotteurs
29/04/88	0,18	0,078	
29/04/88	0,185	0,098	
05/10/87	0,20	0,117	
06/07/87	0,25	0,135	
05/10/87	0,28	0,138	
16/05/88	0,7	1,29	Mesure aux flotteurs
16/05/88	0,75	1,49	Idem
16/05/88	0,8	1,70	Idem
16/05/88	0,85	1,41	Idem
16/05/88	0,9	1,84	Idem
16/05/88	0,95	1,73	Idem
16/05/88	1,00	1,8	Idem
16/05/88	1,28	7,23	Idem

b.1. Tracé de la courbe de tarage $Q = f(H)$ (cf. fig.41)

La courbe de tarage a été tracée de façon à répartir équitablement les points de mesures de part et d'autre de son tracé, tout en sachant que l'abscisse H de chaque point est connue avec une précision beaucoup plus importante que l'ordonnée Q . D'autres mesures de débit (en particulier pour les forts débits) semblent nécessaires pour préciser le tracé de cette courbe.

b.2. Analyse de la dispersion des points

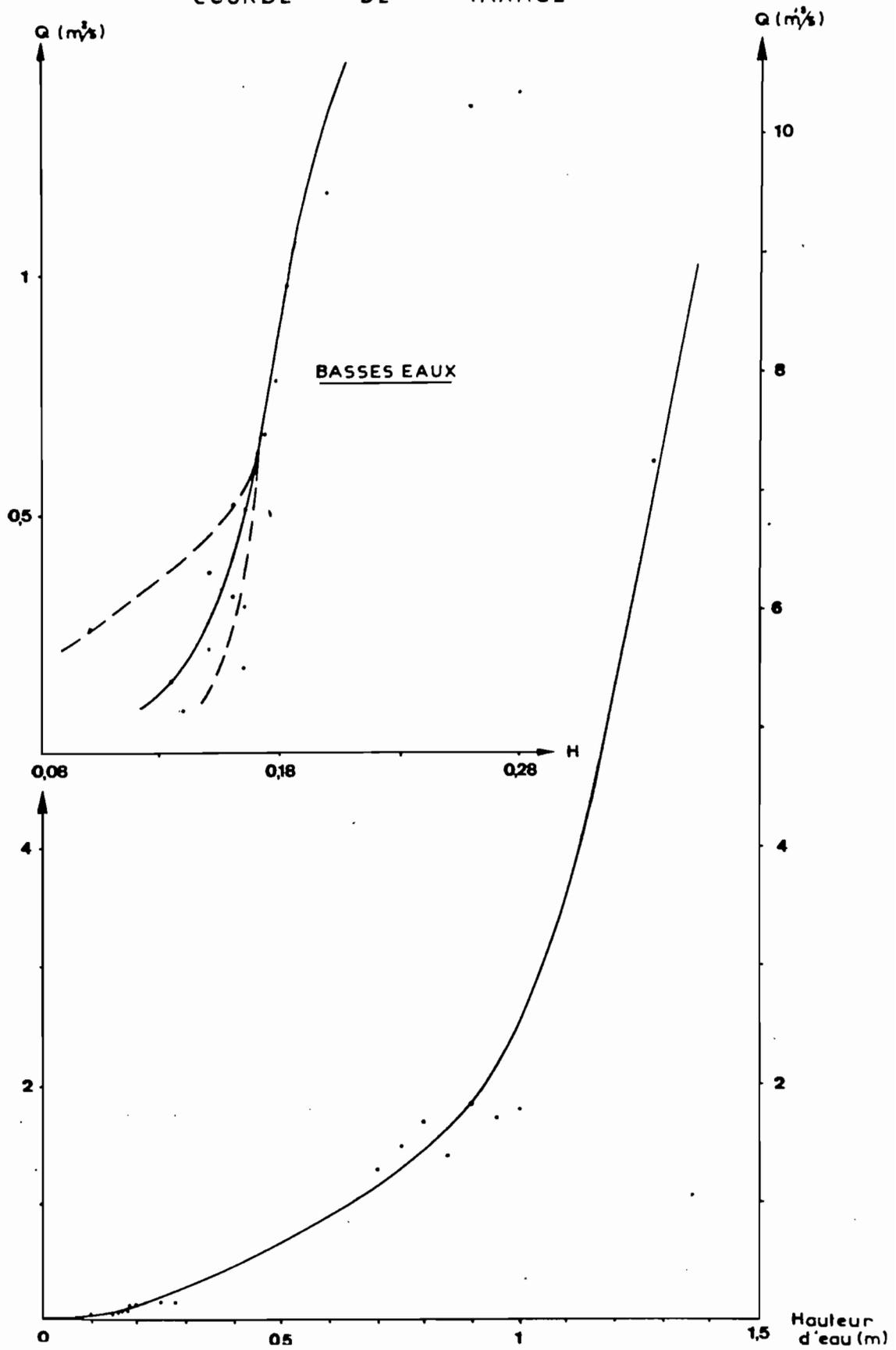
La dispersion des points s'explique d'abord par l'imprécision des mesures effectuées au "flotteur" mais également par une instabilité géométrique de la section de contrôle.

Pour les hautes-eaux (crue du 16/05/88), la déformation du lit a été brutale. Les hauteurs d'eau diminuent plus vite que les débits ce qui correspond à un creusement à l'aval.

Pour les basses-eaux :

- dans la partie inférieure de la courbe, les points de mesures sont dispersés en éventail ce qui correspond à une faible instabilité de la section.
- dans la partie supérieure, les hauteurs d'eau augmentent plus vite que les débits, il y a eu remblaiement de la section.

COURBE DE TARAGE



273

b.3. Barème de tarage :

H (m)	Q (m3/s)	H (m)	Q (m3/s)	H (m)	Q (m3/s)
0,110	0,0040	0,190	0,111	0,50	0,640
0,115	0,0055	0,195	0,123	0,55	0,740
0,120	0,0075	0,200	0,135	0,60	0,840
0,125	0,0095	0,21	0,140	0,65	0,960
0,130	0,0120	0,22	0,152	0,70	1,120
0,135	0,0145	0,23	0,160	0,75	1,240
0,140	0,0180	0,24	0,180	0,80	1,400
0,145	0,0220	0,25	0,200	0,85	1,600
0,150	0,0280	0,26	0,220	0,90	1,840
0,155	0,0330	0,27	0,240	0,95	2,160
0,160	0,0430	0,28	0,260	1,00	2,540
0,165	0,0540	0,29	0,270	1,10	3,720
0,170	0,0600	0,30	0,280	1,20	5,400
0,175	0,0730	0,35	0,360	1,30	7,600
0,180	0,0850	0,40	0,460	1,40	9,680
0,185	0,0990	0,45	0,560		

2 – MICROPROFILS TOPOGRAPHIQUES

Mesure de l'érosion des versants

Mesures topographiques

La variation topographique des versants soumis à l'érosion peut être déterminée par des mesures topographiques au théodolite ainsi que par l'utilisation de réseaux de "pointes repères" installés sur des parcelles témoins de quelques mètres carrés.

Cette dernière méthode a été utilisée par J.C. OLIVRY et J. HOORELBECK en 1984 et P. DESHONS en 1985 sur les Bassins Versants de la région PACA. Les parcelles témoins (de une à deux mètres carrés) ont été matérialisées sur différents versants choisis en fonction de leur exposition et de leur pente.

Le réseau de "pointes repères" est généralement placé en tête d'interfluve sans ruissellement amont ou à une distance donnée de la crête.

Le principe de la méthode est de suivre, par des mesures régulières, l'évolution de la distance entre la surface du sol et un repère fixe. Les pointes repères de 25 cm sont enfoncées dans le sol sur environ 20 cm.

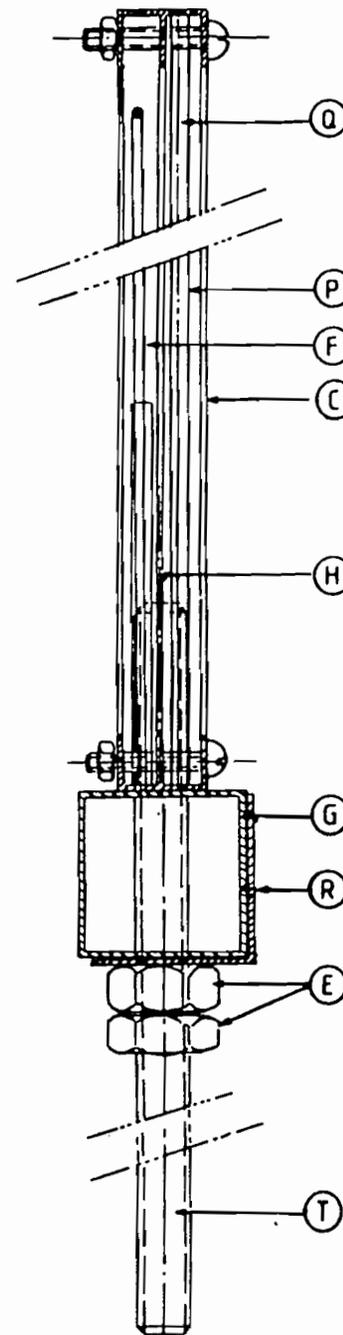
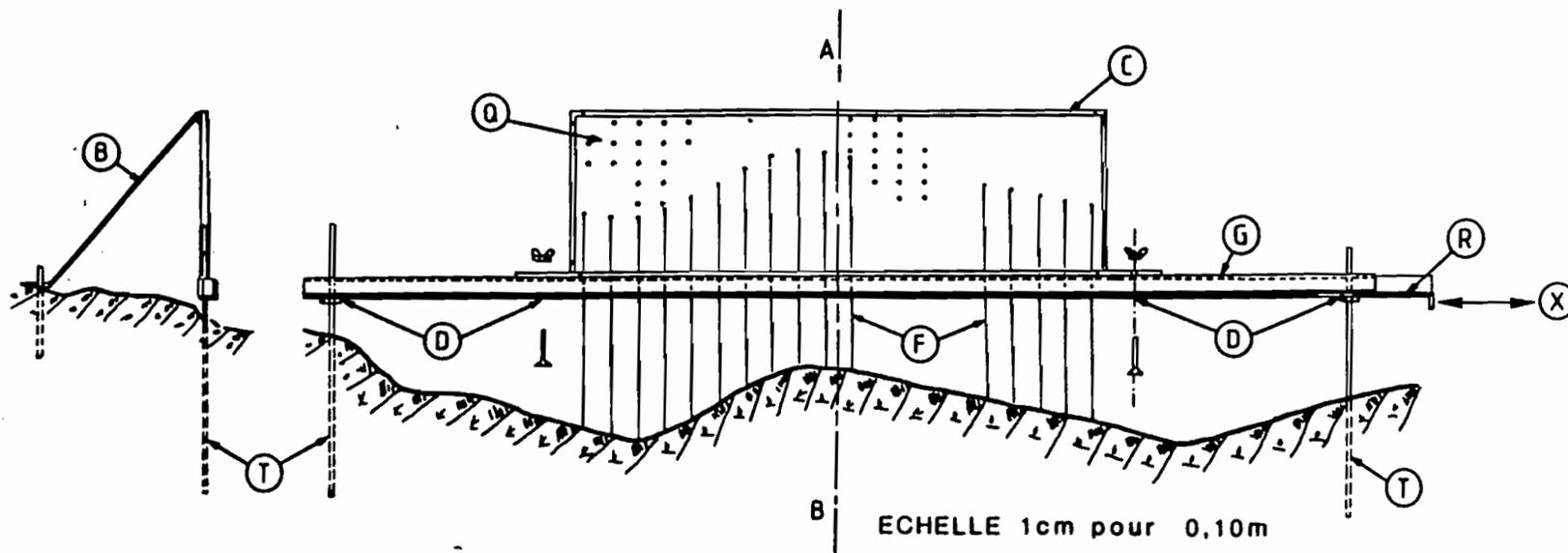
Le niveau du sol est matérialisé sur les pointes, soit par de la peinture, soit par une rondelle coulissante glissée sur la partie émergente de la tige et venant se poser sur le sol.

Une règle gabarit, posée sur la tête de deux pointes, permet de mesurer la distance règle/surface du sol tous les 10 centimètres.

Connaissant la différence entre deux séries de mesures effectuées à deux dates distinctes et la longueur et largeur de la parcelle, on peut déterminer plus ou moins précisément le volume de sédiments emportés. Mais l'implantation des pointes modifie l'état naturel du sol.

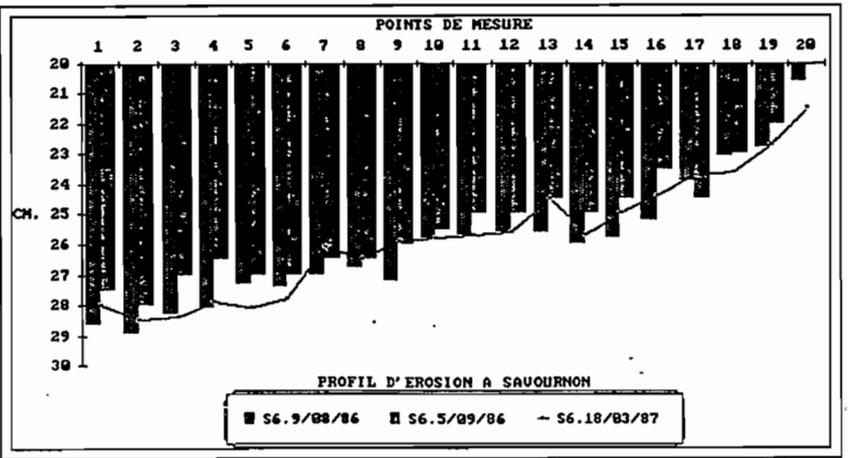
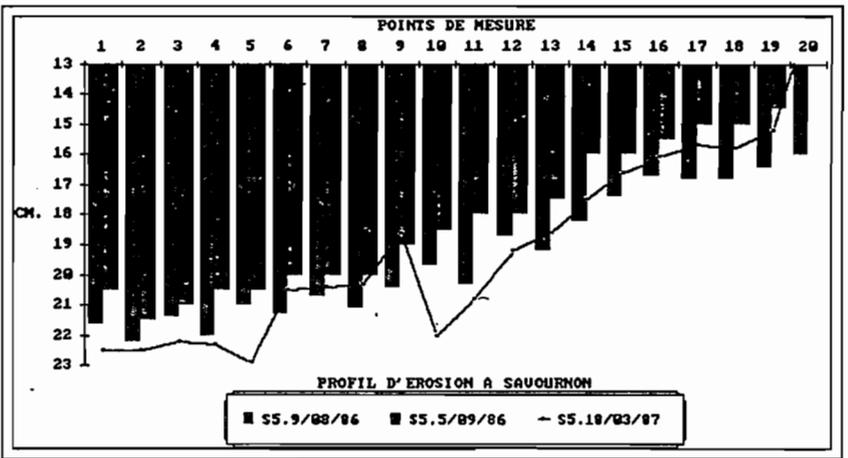
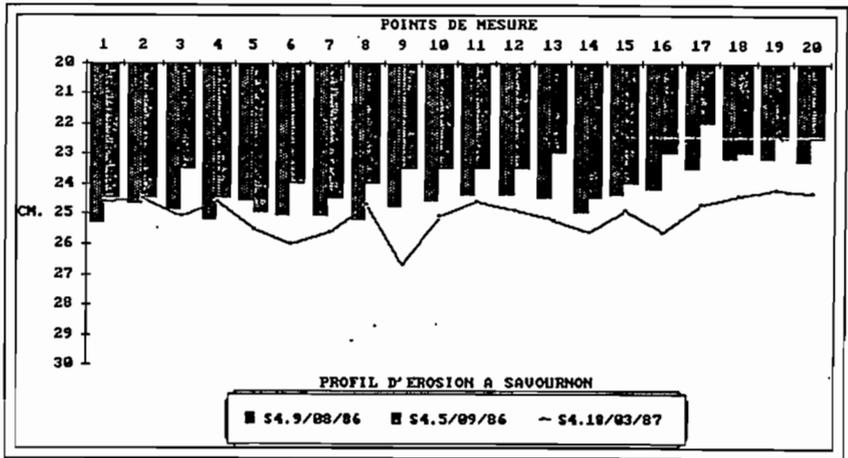
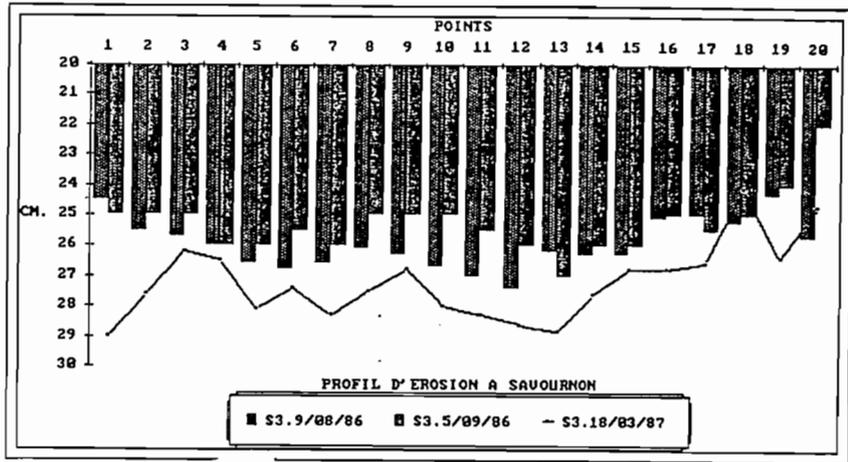
Un autre système a été mis au point par OLIVRY J.C. et HOORELBECK J.. Il s'agit d'un instrument constitué d'une lame support d'environ 2 m de long, sur laquelle viennent coulisser perpendiculairement de fines tiges métalliques. Ces tiges mobiles évoluent devant un cadran gradué fixé sur le support. La règle est posée sur des repères implantés à la périphérie de la parcelle qui reste parfaitement dans son état naturel. Les tiges viennent épouser la topographie du terrain (cf. Fig. 19 et 20). A partir de photographies de l'ensemble, on peut lire la position de chaque tige par rapport aux graduations du cadran.

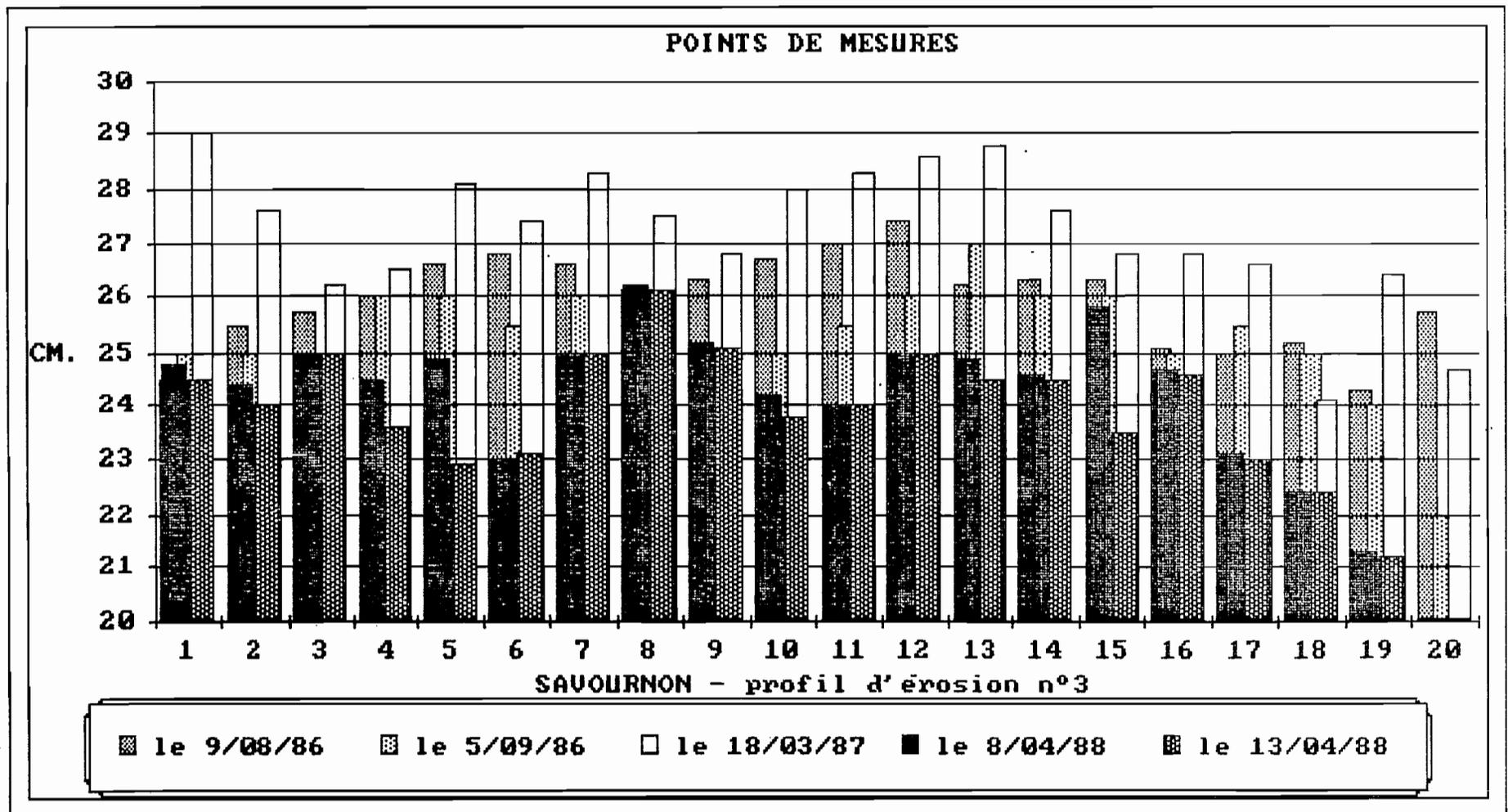
FIG.19 APPAREIL DE MESURE DE LA MICROTOPOGRAPHIE DES VERSANTS

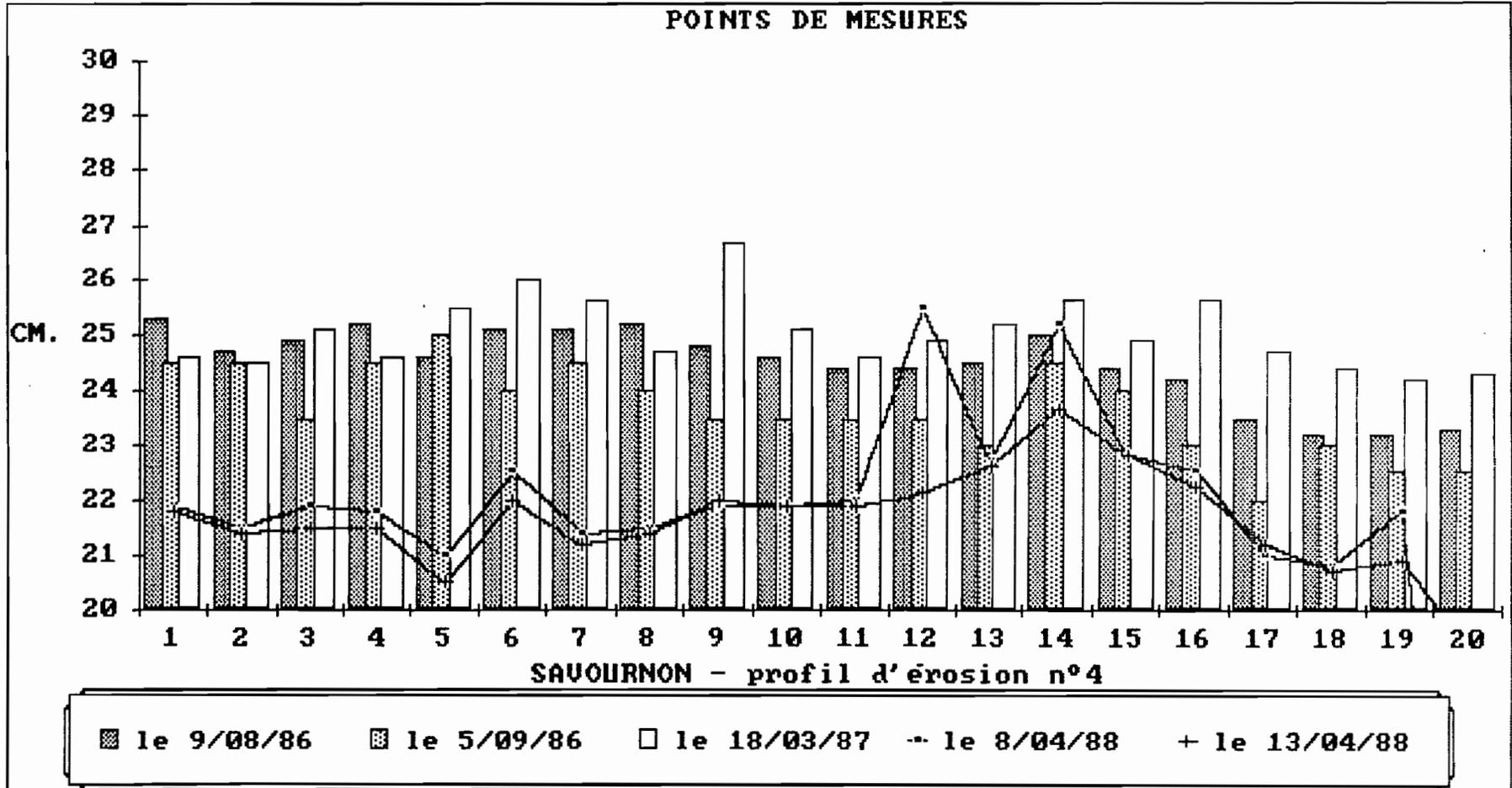


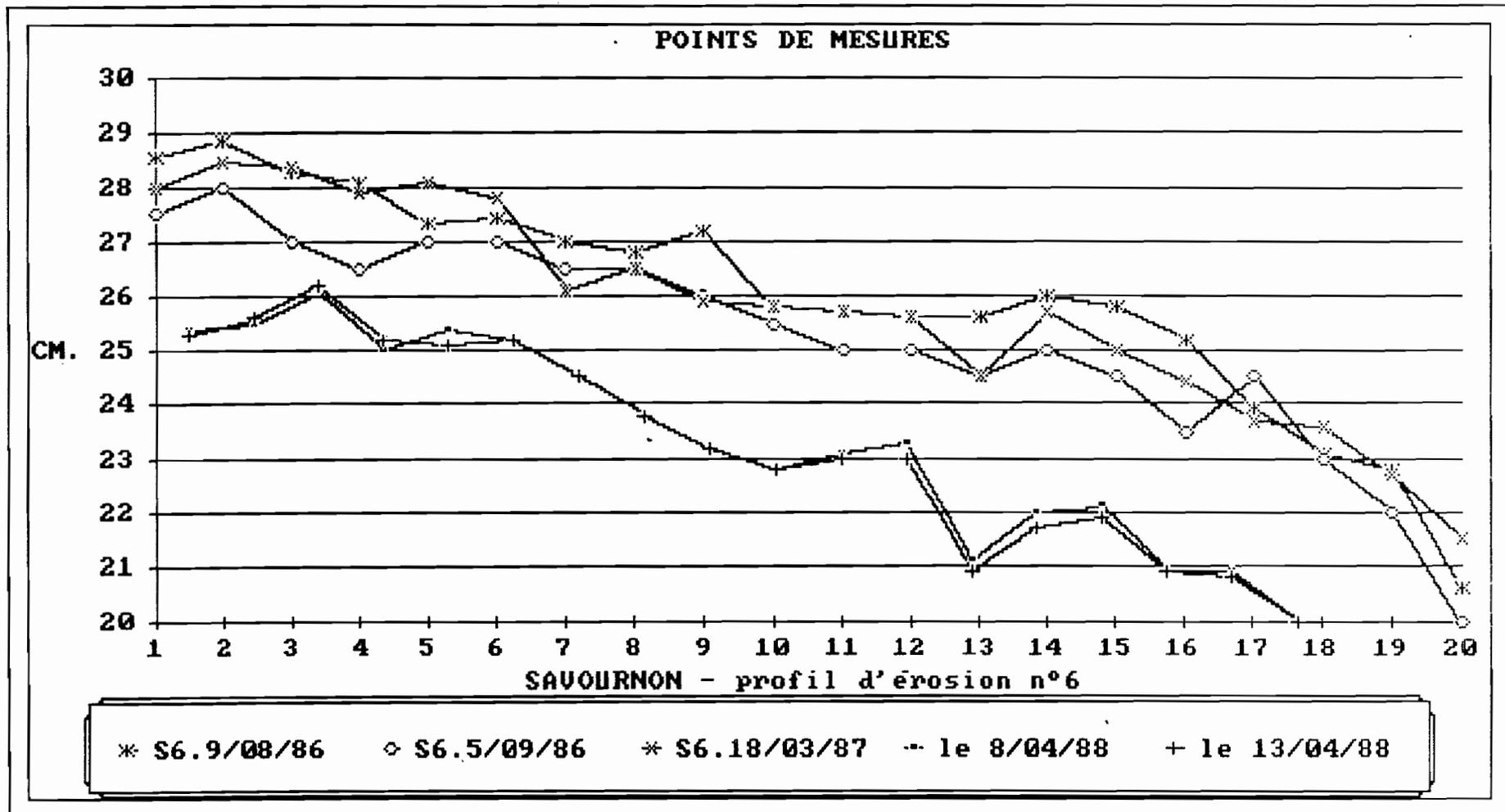
-LEGENDE-

- B. BEQUILLE POUR POSITIONNER VERTICALEMENT LE CADRE (C) PROFILÉ ALU EN L
- C. CADRE PORTE GRAPHIQUE (Q) PROFILÉ ALU 6061.
- D. TROUS SUR L'EQUERRE (G) PERÇAGE FORME OUVE POUR VA ET VIENT DE (G)
- E. ECROUS FIXES POUR MAINTENIR LA REGLE (R) DANS LA MEME POSITION ET A L'HORIZONTALE.
- F. TIGES LAITON 2.5.5^{mm} POUR SUIVRE LA VARIATION DU PROFIL.
- G. REGLE PORTE CADRE (C) PROFILÉ ALU CARRE DE 30x30. L. 2m
- H. GUIDE POUR TIGES (F) TUBE EN PLASTIC RIGIDE
- P. PLAQUES DE PLASTIC RIGIDE POUR MAINTENIR LE DIAGRAMME (Q)
- Q. DIAGRAMME GRADUÉ.
- R. REGLE COULISSANTE AUX POINTS (D) PERMETTANT LA LIBERATION DES TIGES (F) QUI DESSINENT LE PROFIL
- T. TIGES FILETÉES DE 6 mm. PORTANT (E) LES REGLES (G) ET (R) ET LE SYSTEME DE MESURE







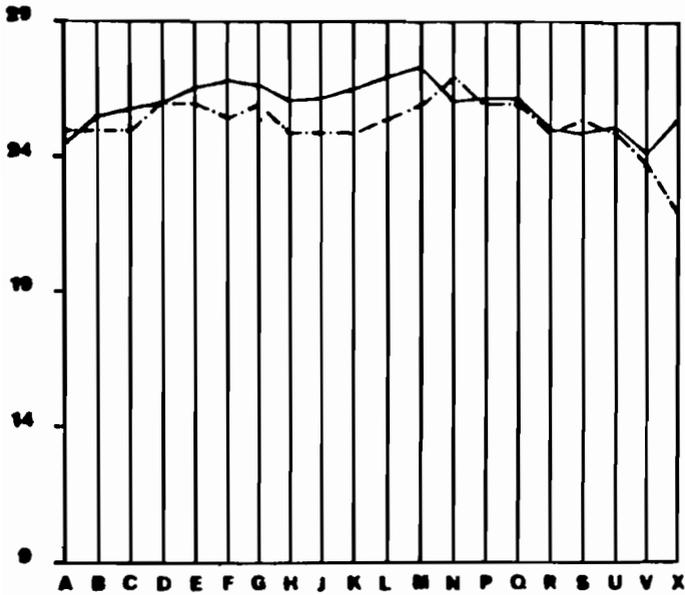


Profils d'érosion Savournon 1

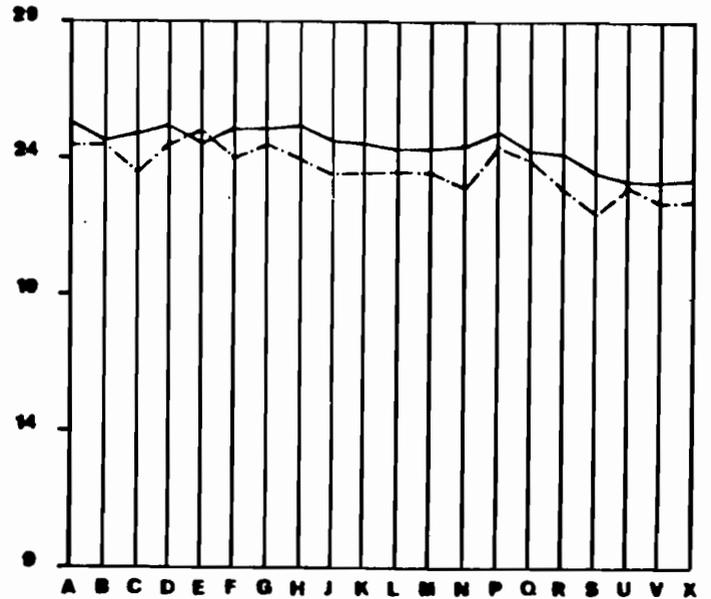
— 9/08/1986

- - - 4/09/1986

S3



S4



S5



S6

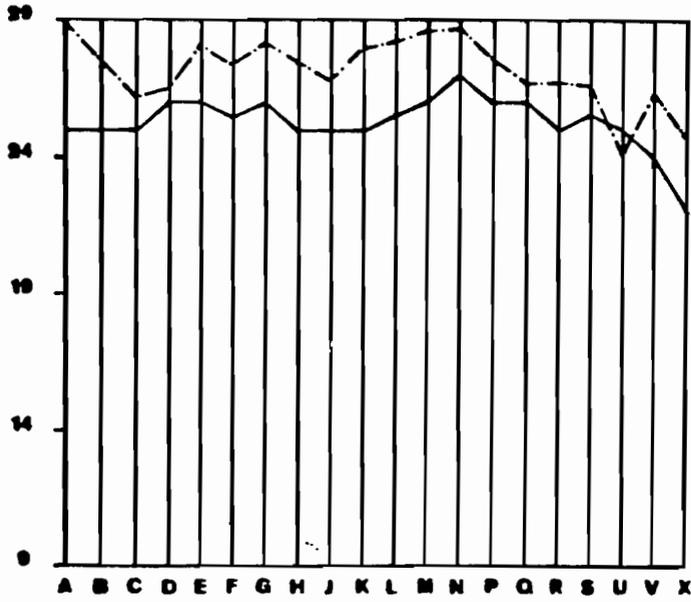


Profils d'érosion Savournon 1

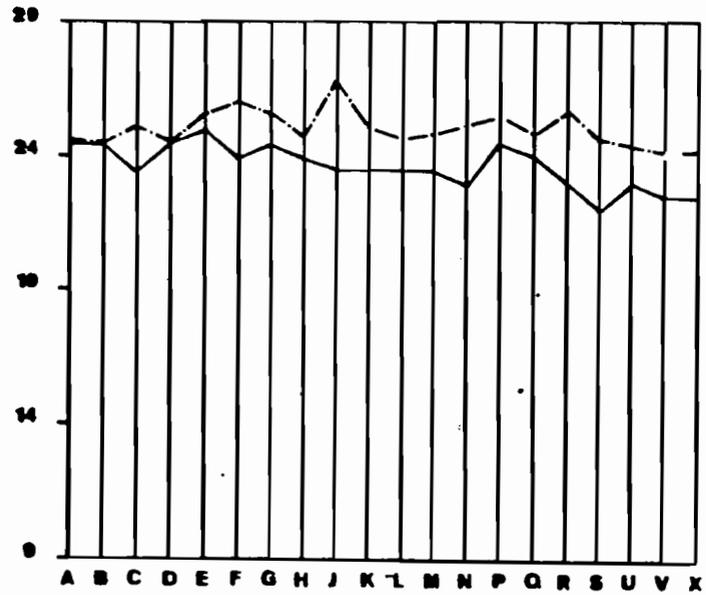
— 4/09/1986

--- 18/03/1987

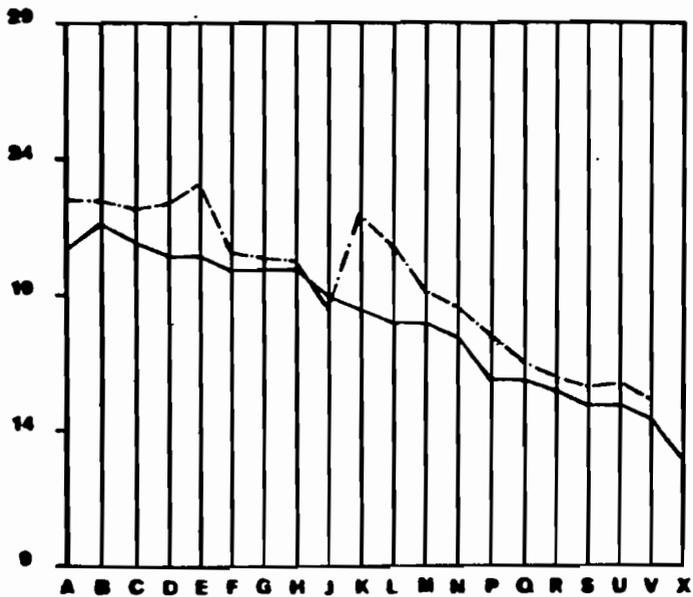
S3



S4



S5



S6



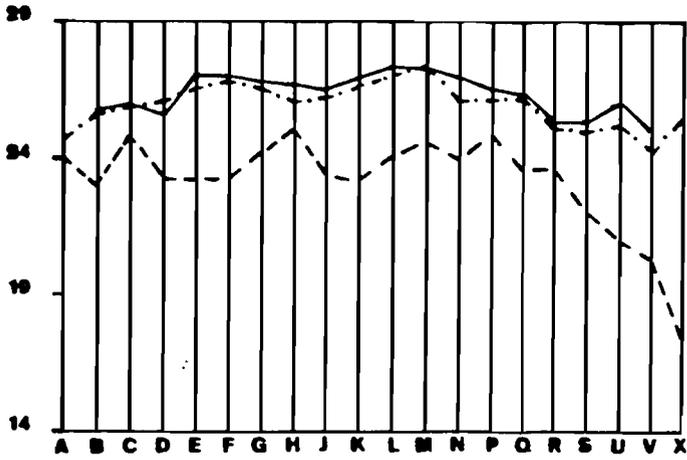
Profils d'érosion Savournon 1

— 27/08/1985

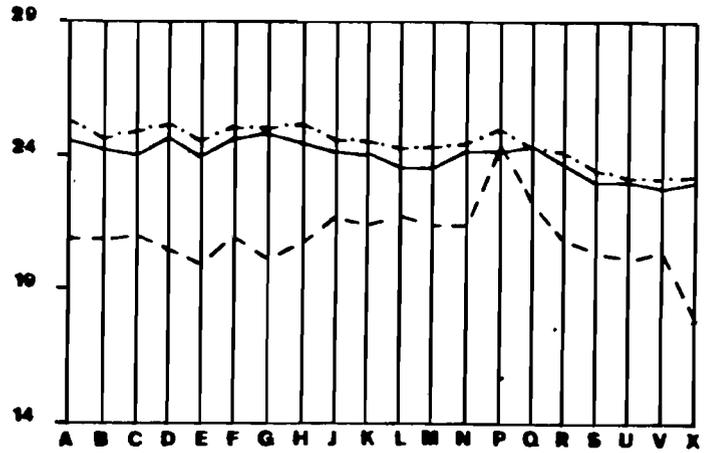
- - 9/08/1986

- - 17/05/1988

S3



S4



S5



S6



hauteur des tiges (cm)

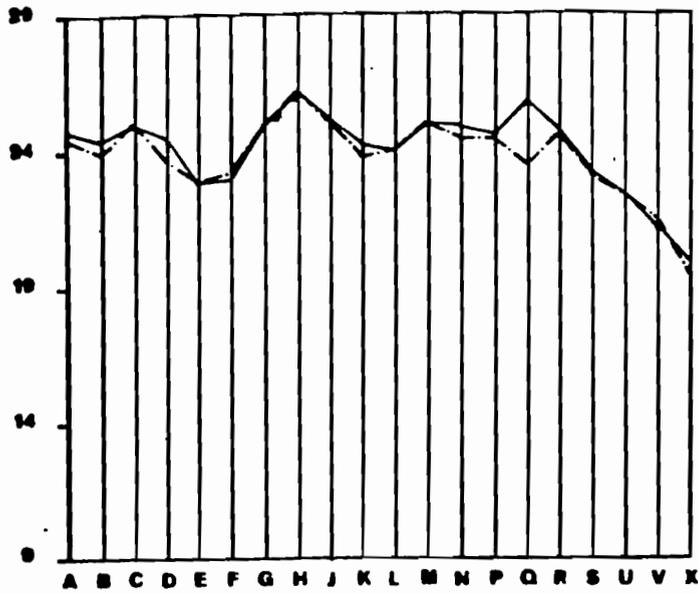


Profils d'érosion Savournon 1

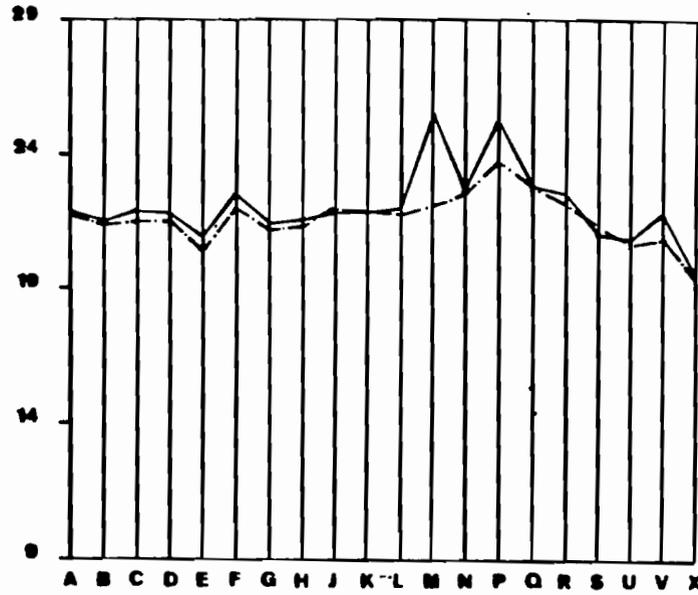
— 8/04/88

- - - 13/04/88

S3



S4



S5



S6

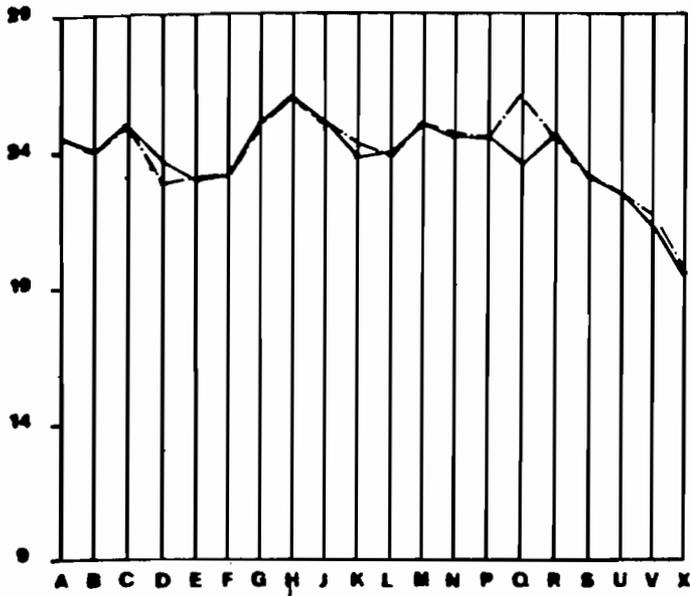


Profils d'érosion Savournon1

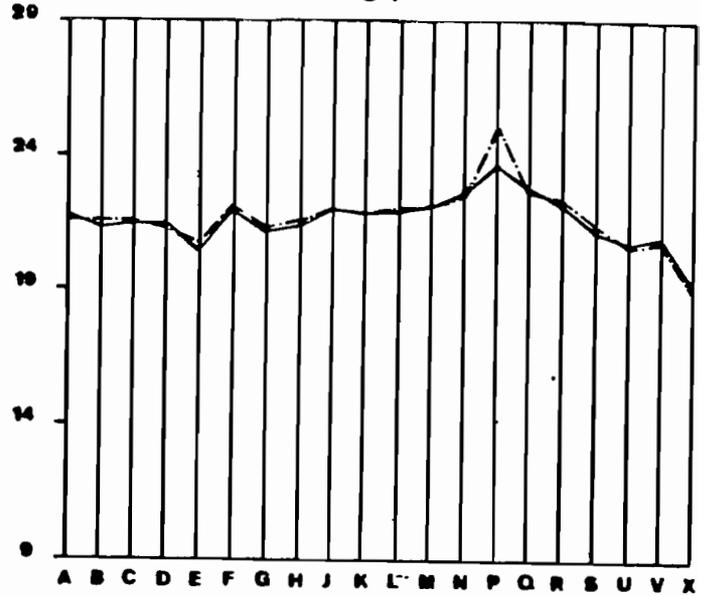
— 13/04/88

- - - 25/04/88

S3



S4



S5



S6

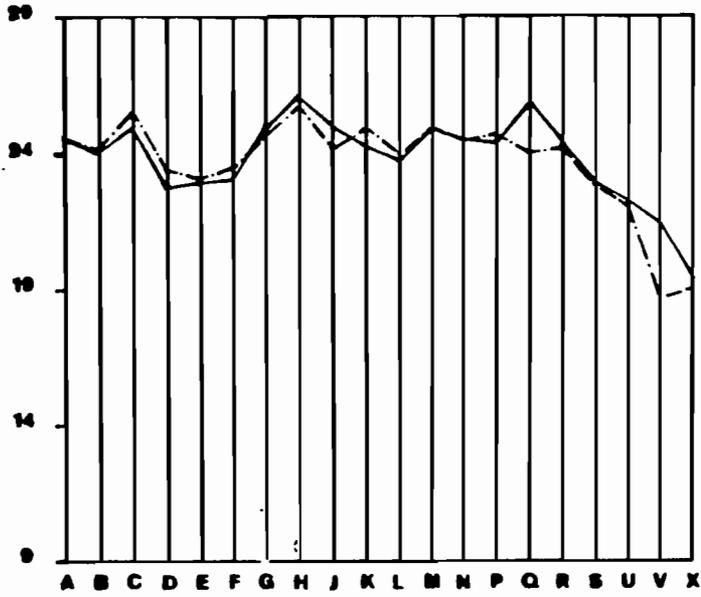


Profils d'érosion Savournon 1

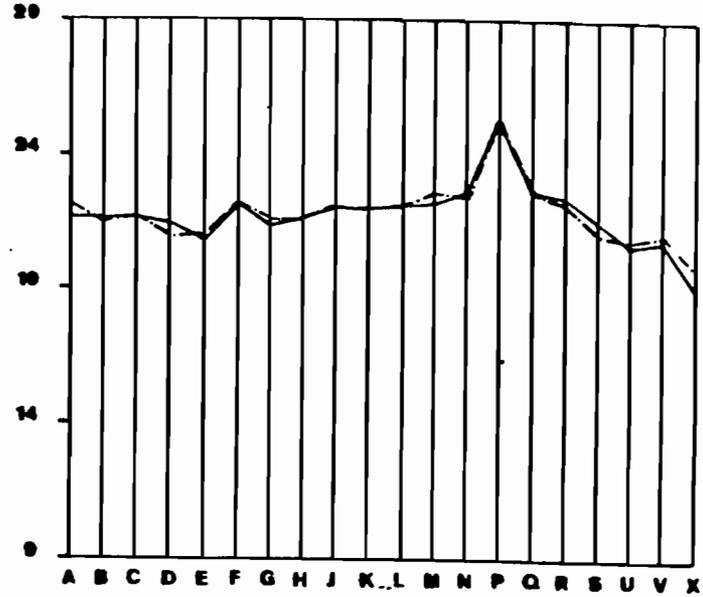
— 25/04/88

- - - 12/05/88

S3



S4



S5



S6



FIG Profils d'érosion Savournon 1

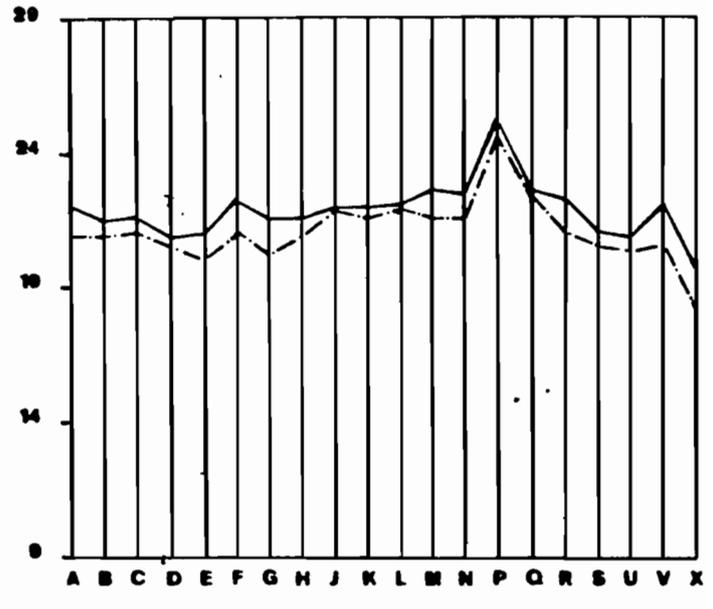
— 12/05/88

- - - 17/05/88

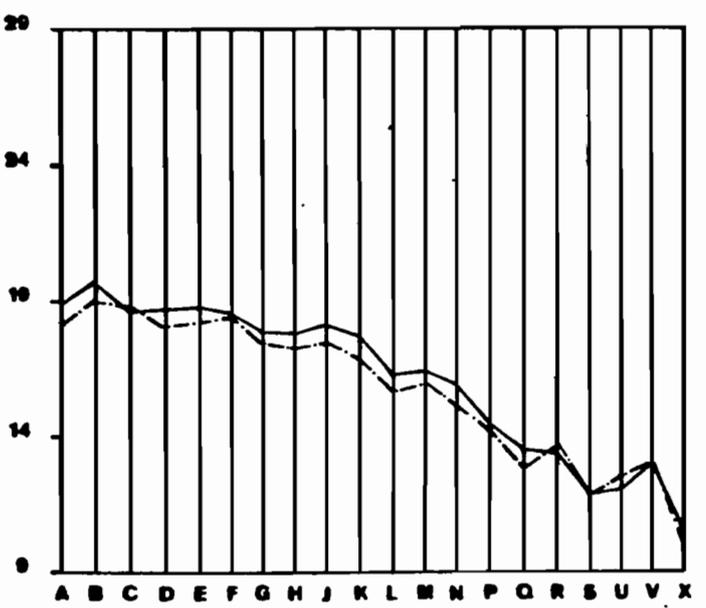
S3



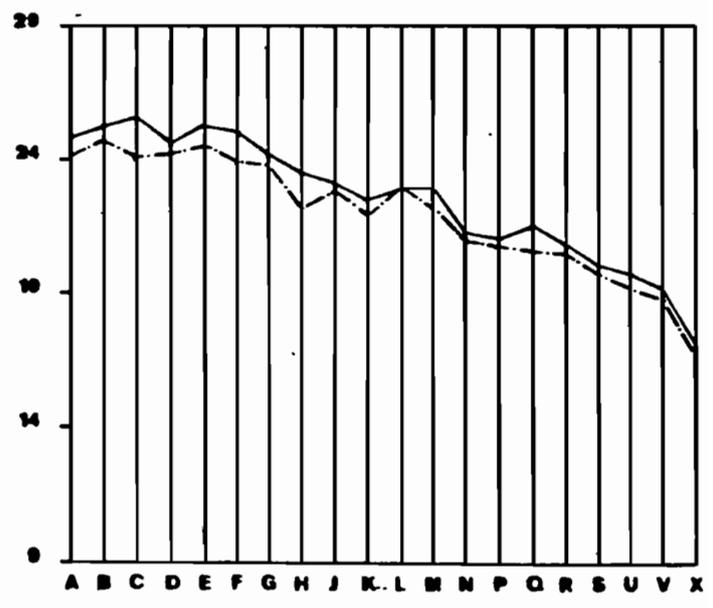
S4



S5



S6



PRINCIPALE AVERSE LE 16/05 DE 60 mm

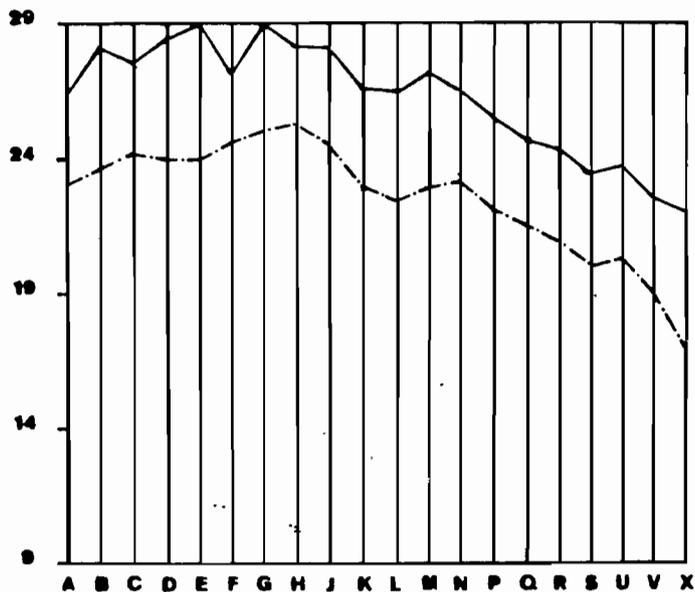
7

FIG Profils d'érosion S^t Génis

— 27/08/65

- - 20/05/66

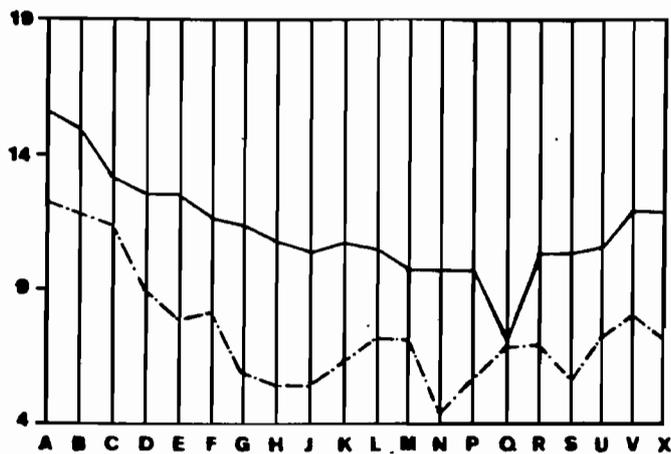
2.9



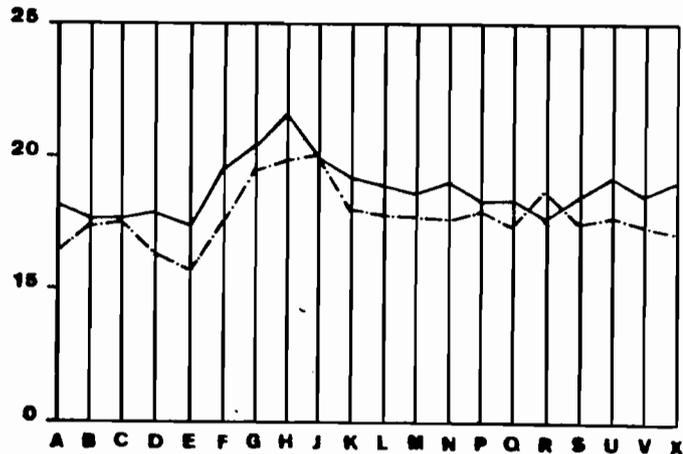
2.10



2.7



2.8

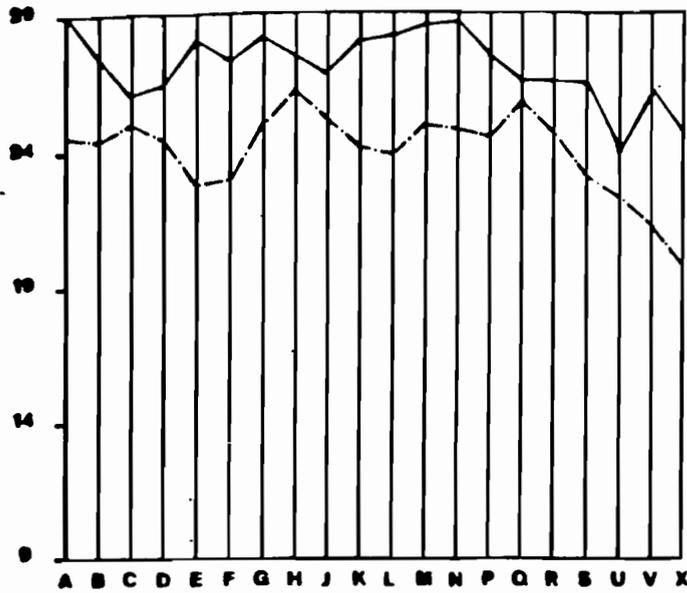


Profils d'érosion Savournon 1

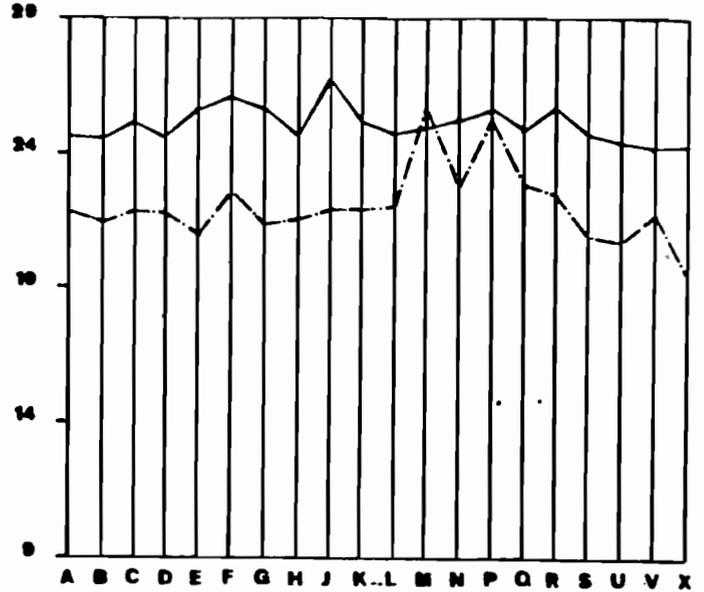
— 16/03/87

- - - 8/04/88

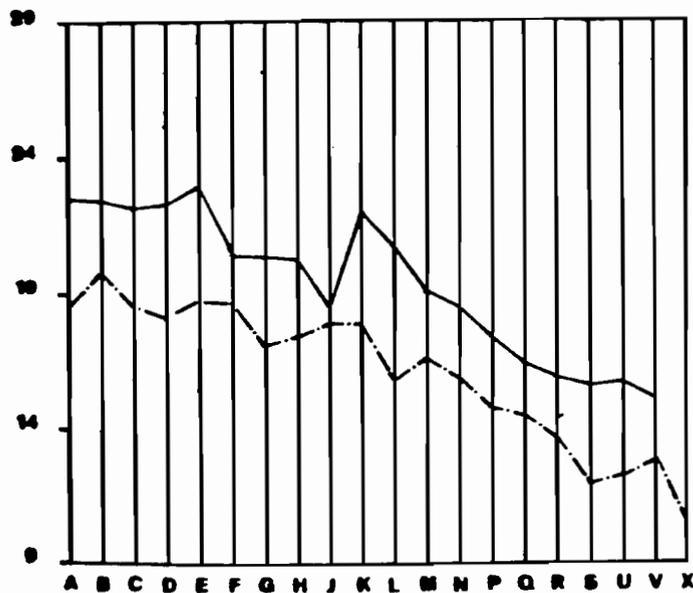
S3



S4



S5



S6

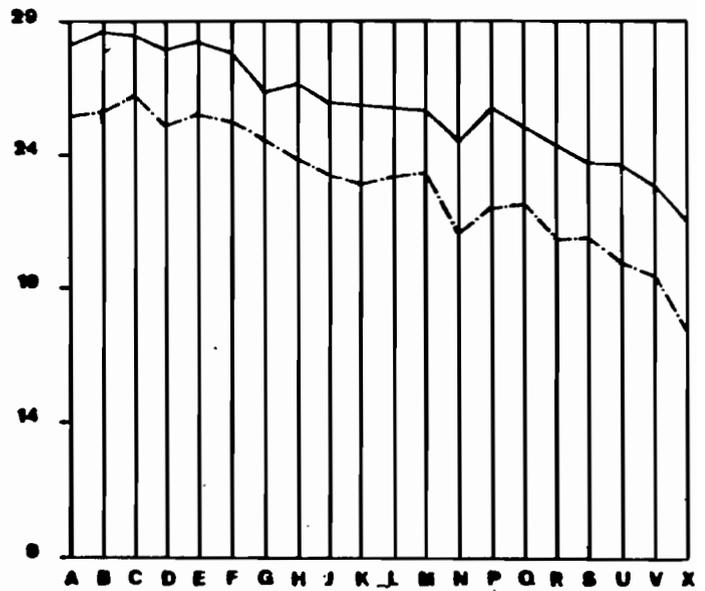
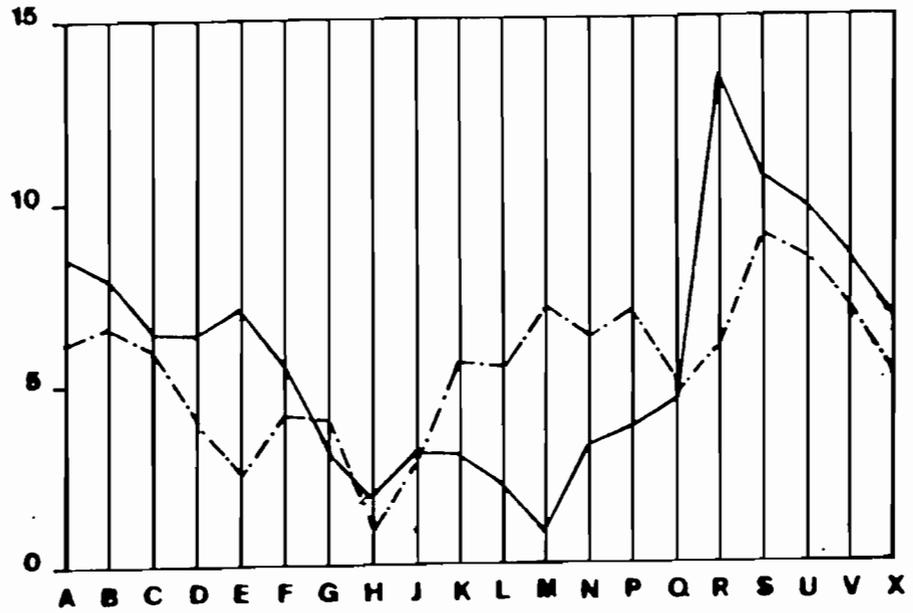


FIG 2 - Profils d'érosion S' Génis -

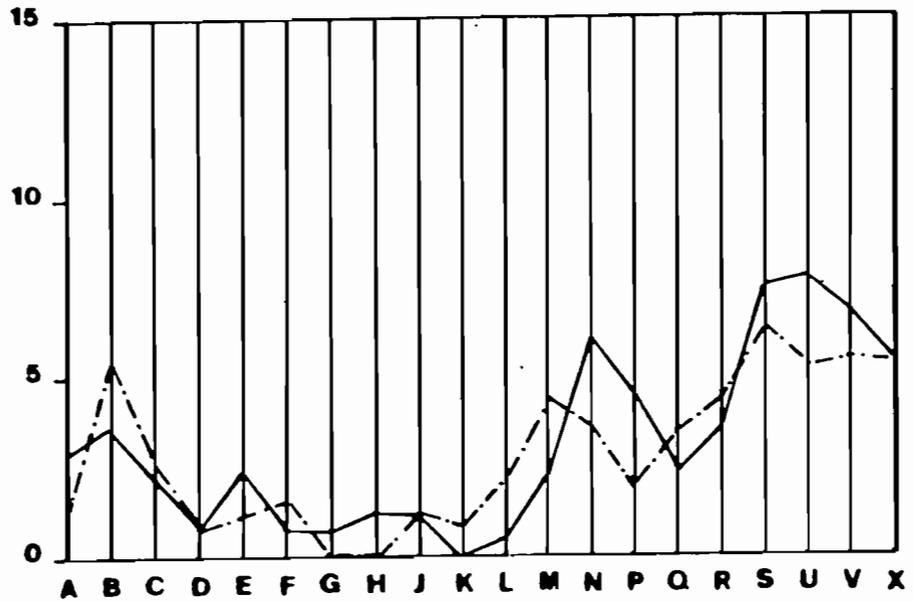
— 23/11/87

- - - 20/05/88

HAUT



BAS



hauteur des tiges (cm)



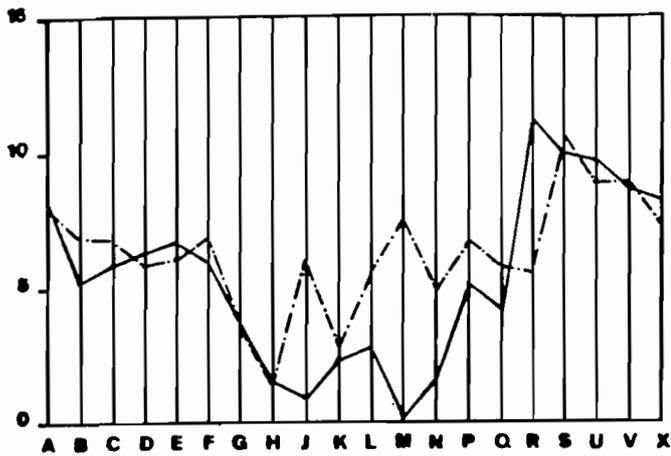
Points de mesure

Profils d'érosion S^t Génis

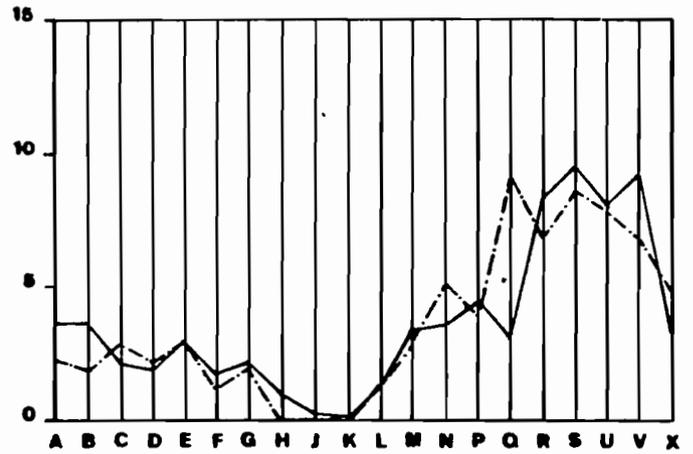
— 26/02/88

- - - 31/03/88

HAUT



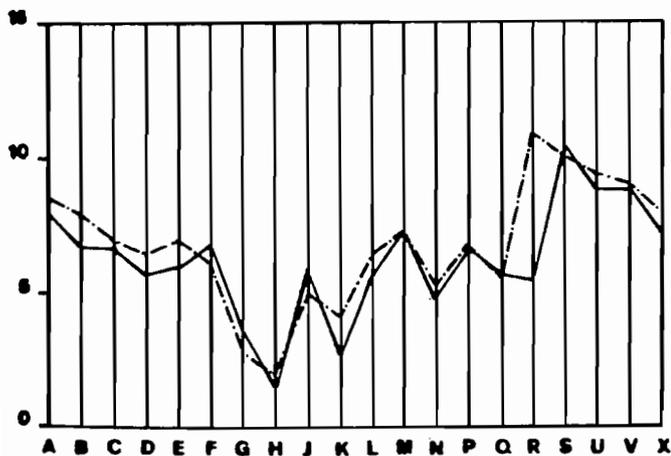
BAS



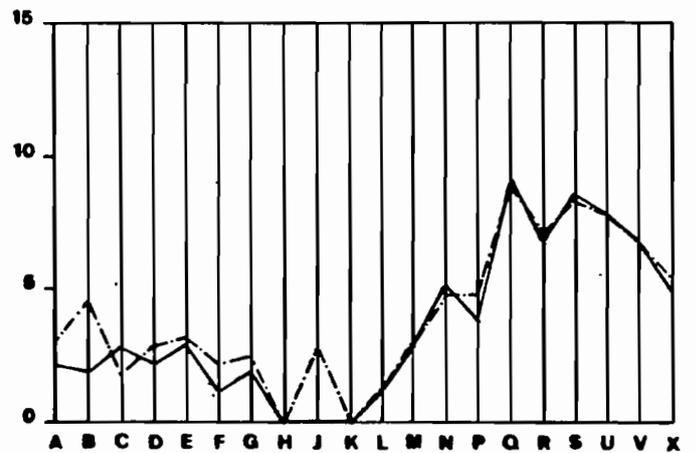
— 31/03/88

- - - 8/04/88

HAUT



BAS

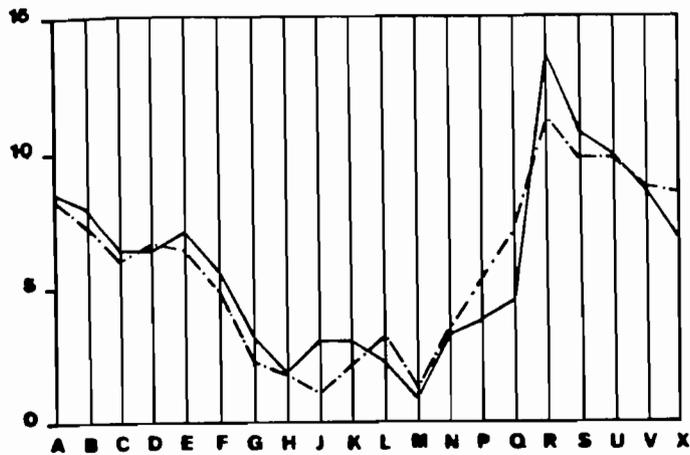


Profils d'érosion S^t-Génis

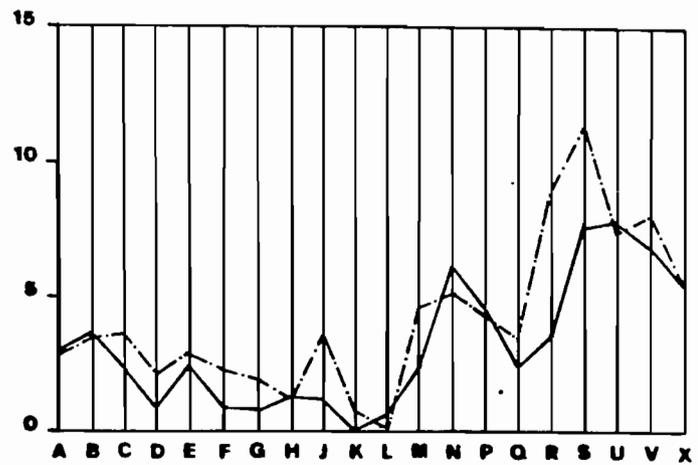
— 23/11/87

- - - 28/01/88

HAUT



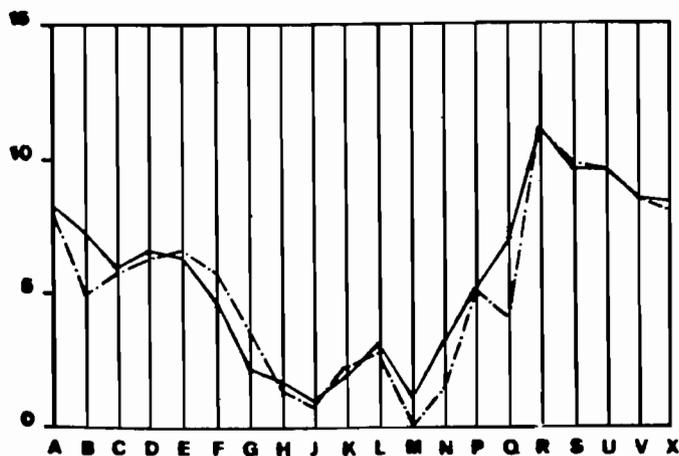
BAS



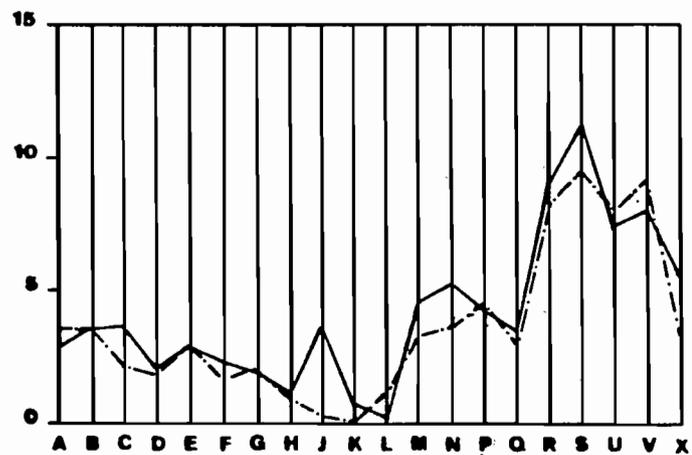
— 28/01/88

- - - 26/02/88

HAUT



BAS



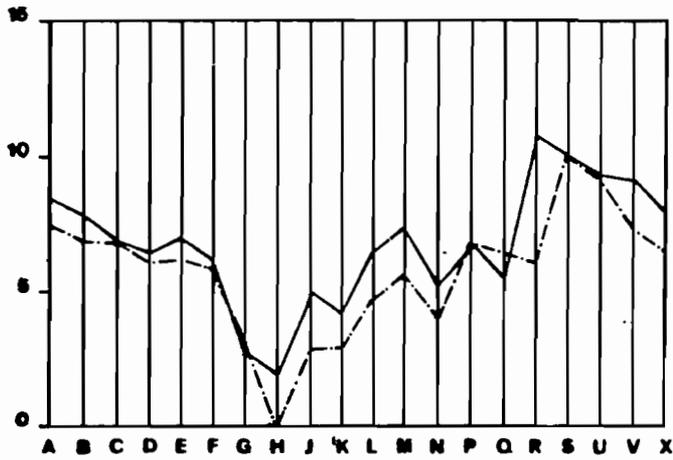
192

_ Profils d'érosion S^t Génis _

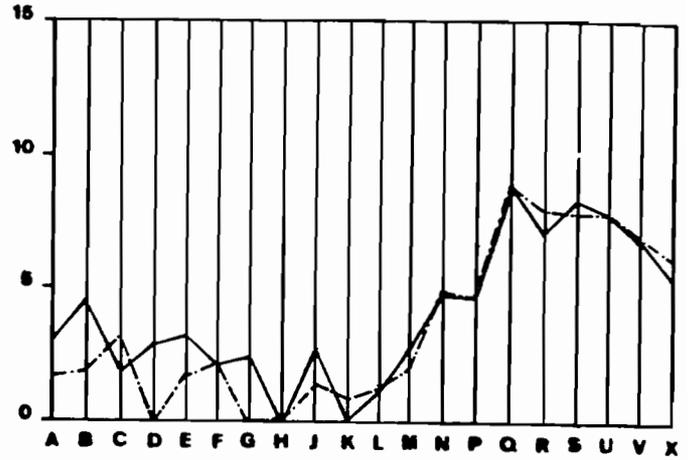
— 8/04/88

- - - 13/04/88

HAUT



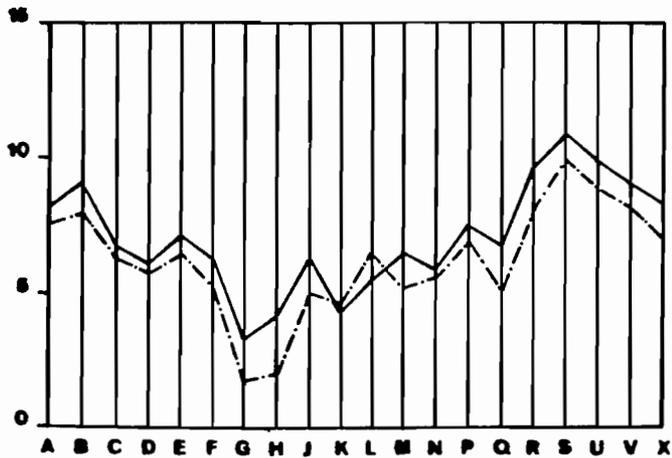
BAS



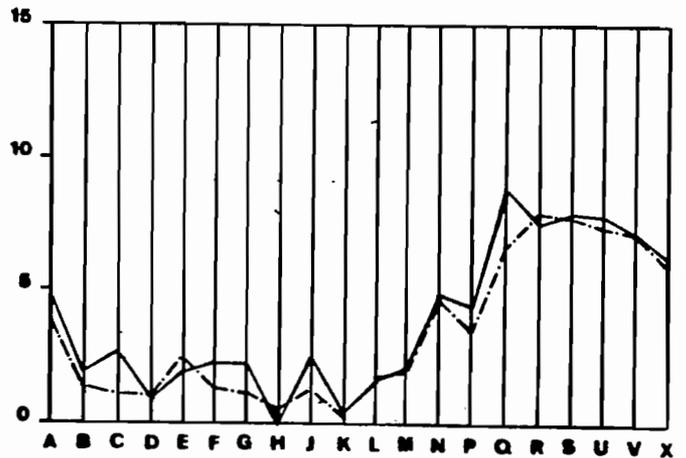
— 21/04/88

- - - 15/05/88

HAUT



BAS



Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE

ALDEGHERI M. (1979)

"Mesure des débits à partir des vitesses". Manuel d'Hydrométrie - Tome IV - ORSTOM, 313 pages.

ARTRU P. (1972)

"Les Terres Noires du Bassin rhodanien (Bajocien Supérieur à Oxfordien moyen). Stratigraphie, sédimentologie, géochimie". Thèse, Docteur ès-Sciences Naturelles, Université Claude Bernard de Lyon, 173 pages.

BIROT P. (1981)

"Les processus d'érosion à la surface des continents". Masson, 605 pages.

BLANCHART R. (1945)

"Les Alpes Occidentales". Tome V, Thèse, Arthaud. Université de Grenoble.

BRGM (1986)

"Bassins représentatifs et expérimentaux en France métropolitaine. Informations sur quelques actions de recherche du BRGM en hydrologie, sédimentologie et télétransmission de données". Réunion d'Aix-en-Provence.

BUFALO M. (1987)

Géologie et géochimie du bassin versant représentatif expérimental (BVRE) de St Génis (Hautes-Alpes). Rapport BRGM n° 87 SGN 030 MAR, janv. 1987.

BUFALO M. (1987)

Interprétation des analyses géochimiques et hydrochimiques du bassin versant représentatif expérimental (BVRE) de St Génis (Hautes Alpes). Note SGN/MAR 87.01, janv. 1987.

BUFALO M., ELLEUCH F. (1987)

Simulation de pluies. Application à l'étude des processus d'altération et d'érosion des terres agricoles du Lauragais (Haute-Garonne). Rapport BRGM n° 87 SGN 613 MAR, sept. 1987.

BUFALO M., OLIVEROS C., QUELENNEC R.E. (1987)

Groupe d'étude BRGM-ORSTOM. Etude des processus d'érosion sur le BVRE de St Génis (Hautes-Alpes). Journées S.H.F., Lyon, déc. 1987.

BUFALO M. (1988)

Bassins versants représentatifs de St Génis et Savournon (Hautes-Alpes). Synthèse des principaux résultats. Rapport BRGM n° 88 SGN 266 GEO, mars 1988.

BUFALO M., OLIVEROS C., QUELENNEC R.E. (1988)

Etude des processus d'érosion sur le BVRE de St Génis (Hautes-Alpes). In 12ème réunion des sciences de la Terre, CNRS-INSU, avril 1988. Groupe d'étude BRGM-ORSTOM. Etude des processus d'érosion sur le BVRE de St Génis (Hautes-Alpes). Journées S.H.F., Lyon, déc. 1987.

CHINEN T., KADOMURA H. (1986)

Post-éruption sediment budget of a small catchment on Mt Usu. - Hokkaido. Z. Geomorph. N.F. Suppl. Bd 60. pp. 217-232 - Berlin.

COLOMBANI J. (1985)

"Transferts de matières solides dans le cycle de l'eau - Mesures et évaluations". Cours de DEA, 38 pages.

COMBES F. (1981)

Le barrage du Saignon. Un exemple de sédimentation in Seminaire national Propriété Corse : La gestion régionale des sédiments. pp. 101-104. Doc. BRGM n° 30.

DELHUMEAU M., 1985

Note sur la pédologie du bassin du Saignon. ORSTOM - Montpellier. 7 pages.

DERRUAU M. (1974)

"Précis de géomorphologie". 6è edit. - Masson et Cie, 453 pages.

DESCROIX L. (1985)

"Contribution à l'étude de la dynamique dans les Baronnies Orientales et dans les pays du Buëch Moyen : problèmes d'aménagement". Thèse de Doctorat 3è cycle, Université de Lyon II, 260 pages.

DESHONS P. (1985)

"Bassins versants expérimentaux en Haute-Provence"

- Problèmes d'érosion

- Cadre climatologique

Groupe d'étude BRGM/ORSTOM, 87 pages.

DESHONS P., QUELENNEC R.E., ROUIRE J. (1985)

"Bassins versants expérimentaux en région provençale. Cadre général et équipements de mesure et de télétransmission de données". Bureau de recherches géologiques et minières, 51 pages.

ESOURROU G. (1981)

"Climat et environnement. Les facteurs locaux du climat". Masson.

ELHAJJ Abdelilah (1987)

"Hydrologie - Erosion. BV PACA". Rapport de stage 1986-87 - ORSTOM. Institut National Polytechnique de Grenoble E.N.S. d'Hydraulique, 100 pages.

FANTHOU T., MARQUET A. (1987)

"Erosion des Terres Noires des Pays du Buëch et de la Moyenne Durance. Etudes géomorphologiques des bassins de Savournon, St-Génis et Mison". Mémoire de Maîtrise - Paris V.

GABERT J. (1967)

Morraines, terrasses et glacis de versants du bassin de Laragne". RGA, t. LVII, pp. 521-548.

GRANIER J.P. (1983)

"La mesure in situ du débit solide des cours d'eau". Mémoire E.S.G.T., Ecole Supérieure des Géomètres et Topographes, 115 pages.

GUÏTER J.

"Les Hautes-Alpes, hier, aujourd'hui, demain".

HOORELBECK J. (1986-87)

"Pesée et mesure des matières en suspension".

"Mesures de l'érosion sur une pente de B.V.R.E."

JACCON G. (1986)

"Tracé de la courbe de tarage et calcul des débits". Manuel d'Hydrométrie - Tome V - ORSTOM, 225 pages.

MASSEPORT J. (1958)

"Le Diois, les Baronnies et leur avant-pays rhodanien : Etude morphologique". Thèse, Université de Grenoble.

MASSEPORT J. (1964)

"Considérations sur les glacis d'érosion nord-méditerranéens". RCA, t. LII, n° 1, Grenoble.

- MASSON J.M. (1971)**
 "L'érosion des sols par l'eau en climat méditerranéen. Méthodes expérimentales pour l'étude des quantités érodées à l'échelle d'un champ". Thèse Docteur-Ingénieur, USTL, 213 pages.
- MEUNIER J., MURA R. (1987)**
 "Hydraulique de montagne". Cours de DEA.
- MEYBECK M. (1985)**
 Variabilité dans le temps de la composition chimique des rivières et de leur transport en solution et en suspension. Revue fr. sci. de l'eau, 4.
- MEYZENQ C. (1984)**
 "Hautes-Alpes, Ubaye, Haut-Drac, Préalpes drômoises : pays de transition entre Alpes du nord et Alpes du sud". Thèse, Institut de géographie alpine. Ophrys, Grenoble - Gap.
- NICOLLET G. (1987)**
 "La suspension", 18 pages.
 "Le système fluvial et le transport solide. 66 pages. Cours Ecole Nationale des Ponts & Chaussées.
- OLIVRY J.C., HOORELBECK J. (1985)**
 Mesures et évaluation de l'érosion et des transports solides sur bassins versants des Terres Noires de la région PACA. Compte rendu des travaux réalisés en 1984. (Infrastructures et équipements), 12 pages.
- OLIVRY J.C., HOORELBECK (1986)**
 Mesures et évaluation de l'érosion et des transports solides sur bassins versants des Terres Noires de la région PACA. Compte rendu des travaux réalisés en 1985. Groupe d'Etudes BRGM-ORSTOM. Montpellier, 12 pages.
- OLIVRY J.C. (1986)**
 Réflexions sur la mesure et l'estimation des bilans d'exportation de matières solides en zones sensibles à l'érosion. L'expérience des premiers travaux sur les bassins des marnes noires du Pic St Loup (Montpellier) et des Alpes du Sud (B.V. PACA. Colloque BVRE SFSH-CNFGG - Aix-en-Provence.
- OLIVRY J.C., HOORELBECK (1988)**
 Erosion des Terres Noires de la vallée du Buëch (Alpes du Sud). Bassins sur roubines de Savournon. Groupe d'Etudes BRGM-ORSTOM. Montpellier, 20 pages.
- OZENDA P.**
 "Végétation des Alpes sud-occidentales. Notice de la carte de la végétation de la France, feuilles de Gap, Digne, Marseille et Nice". CNRS - 1981.
- OZENDA P.**
 "La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen". Masson, 1981.
- PEYRONNET J. (1988)**
 Caractérisation de l'érosion dans les Alpes du Sud (région PACA). Mémoire de DEA. ORSTOM-ULTL. Montpellier, 73 pages + annexes.
- QUELENNEC R.E. (1987)**
 Etude préliminaire de la production de sédiments par les ravines dans les bad-lands du BVRE de St Genis (Hautes Alpes). Groupe d'Etudes BRGM/ORSTOM - Marseille. 28 p.
- QUELENNEC R.E. (1987)**
 Groupe d'Etudes BRGM/ORSTOM. Etude préliminaire de la production de sédiments par les ravines dans les bad-lands du BVRE de St Génis (Hautes-Alpes). Rapport BRGM n° 87 SGN 114 MAR, fév. 1987.

ROCHE M. (1967)

"Hydrologie de surface". Gauthiers, 430 pages.

ROOSE E. (1981)

"Dynamique actuelle de sols ferralitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale. Etude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matière sous végétation naturelle ou cultivée". Travaux et documents de l'ORSTOM, 569 pages.

SABIR M. (1986)

"Ressources en eau et aménagement. L'érosion hydrique et sa quantification". Mémoire de DEA. Université de Paris XI. 171 pages.

SIGHA NKAMDJOU (1986)

"Contribution au calcul de bilans d'érosion sur petits bassins représentatifs. Les bassins du Pic St Loup. Mémoire de DEA - USTL - Montpellier. 109 p.

TRICART J. (1955)

"Accumulation glaciaire, fluvioglaciaire et périglaciaire. Exemple de la Durance. Essai de corrélation du quaternaire durancien. BU de France, CNRS.

TRICART J. (1977)

"Géomorphologie-dynamique générale". Précis de Géomorphologie - Tome 2.

TRON L. (1982)

"Etude hydrogéologique du bassin versant du Moyen Buëch, de Serres à Laragnes, Hautes-Alpes". Thèse de Doctorat de 3ème cycle - USMG.

VEYRET P. (1945)

"Les pays de la moyenne Durance alpestre". Thèse, Grenoble, Arthaud.

VIVIAN H. (1976)

"Averses extensives et crues concomitantes dans l'arc alpin : étude hydrométéorologique". Tome 1 - Thèse USMG.

WISCHMEIER W.H. (1978)

Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. Supersedes agriculture handbook, n° 282, déc.

REVUES ET COMPTE-RENDUS DE RECHERCHE

Compte-rendu de recherche n° 1 en érosion de hydraulique torrentielle :

"Bassins versants expérimentaux de Draix" Septembre 1987.
CEMAGREF de Grenoble et Aix. ONF - RTM, 128 pages.

Compte-rendu des journées de travail du groupe d'étude sur les bassins versants en région méditerranéenne :

"Etude de l'érosion dans quelques bassins versants du Nord-Constantinois". Poitiers 1986.

Compte-rendu de réunion du groupe SHF Transports solides - sous-groupe érosion :

"Le bassin versant expérimental du torrent de l'Eglise". VIVIAN H., 5 pages.

"Erosion des Terres Noires sur petits bassins de la moyenne Durance et des pays du Buëch".
OLIVRY J.C. - (Projet PACA - Groupe BRGM-ORSTOM), 2 pages.

"Note sur la caractérisation de l'érodabilité".
MARIE R., Octobre 1986, 6 pages.

Compte-rendu des travaux et observations 1985-1986 :

Projet Erosion Bassins Versants PACA.
HOORELBECK J., 29 pages.

Revue de Géographie du Maroc - n° 6 - 1964 :

"Remarques sur quelques facteurs de l'érosion des sols".
BEAUDET G., MARTIN J., MAURER G., pages 65-71.

Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest :

"Hommage à Pierre BIROT - La mobilité de paysages méditerranéens".
Toulouse 1984 - Travaux II, 387 pages.

Recherches Géographiques à Strasbourg n° 19-21 :

"Contraintes et déplacement de matière sur versant, mesure d'un mécanisme : le Creep,
premiers résultats.
MERCIER J.L., GEISSERT E., pages 231-240.

Actes de la Table Ronde :

"Géomorphologie et dynamique des bassins-versants élémentaires en région méditerranéenne" : l'érosion des bassins des marnes noires du Pic St Loup (Montpellier) et des Alpes du Sud (BV PACA). J.C. OLIVRY.
CIEH. Poitiers 1987, pages 107-115.

XXVème Congrès International de Géographie :

"Les Alpes".
Paris 1984, pages 31-39.

Communications aux XIXèmes Journées de l'Hydraulique organisées par la Société Hydro-technique de France :

"L'augmentation du ruissellement après défrichement mécanisé de la forêt amazonienne.
Les bassins-versants ECEREX en Guyane Française".
FRITSCH J.M. - Paris - Septembre 1986, 10 pages.

"Estimation du risque érosif lié à l'extension des terres agricoles sur le Causse Méjan (Sud du Massif Central - France)"
COSAND ~~z~~ C., MUXART T. Paris - Septembre 1986.

Service R.T.M. Digne :

"Le barrage du Seignon - Un exemple de sédimentation"
COMBES F., pages 101-104.

Service d'application des radioéléments - Proposition technique :

"Mesure en continu du débit solide en suspension en régime torrentiel dans un bassin versant expérimental" CAILLOT, OLIVRY J.C.

Commission of the European Communities :

"Soil erosion", 1982.

Guide géologique régional :

"Alpes du Dauphiné"
DEBELMAS J. - Masson 1983.

Cartes topographiques :

Laragne - Montéglin 1/25 000è
Laragne - Montéglin 1/50 000è

Cartes géologiques :

Le Buis 1/80 000è
Digne 1/80 000è

TABLE DES MATIERES

Introduction

1ère partie : GEOMORPHOLOGIE, GEOLOGIE ET GEOCHIMIE DES BASSINS ETUDIES

Chapitre I ETUDES GEOMORPHOLOGIQUES DES BASSINS DE SAVOURNON I, ST- GENIS ET MISON, par T. FANTHOU, A. MARQUET

I. INTRODUCTION

II. SITUATION GEOGRAPHIQUE DES BASSINS-VERSANTS

- A. LOCALISATION
- B. UNE TOPOGRAPHIE AEREE
- C. UN CLIMAT RELATIVEMENT AGRESSIF

- 1. L'influence méditerranéenne
- 2. L'influence montagnarde

D. LE CONTEXTE BIOGEOGRAPHIQUE

- 1. L'étage collinéen
 - a - La fruticée
 - b - La lande à Genêt cendré
 - c - La Pelouse à Fétuque

- 2. L'étage montagnard

III. L'ENVIRONNEMENT GEOMORPHOLOGIQUE

A. ANALYSE STRUCTURALE

- 1. Contexte stratigraphique : les "terres noires"
 - a - Le membre inférieur
 - b - Les plaquettes du niveau-repère médian
 - c - Le membre supérieur
- 2. Contexte lithologique
- 3. Contexte structural

B. ANALYSE MORPHOLOGIQUE

1. Un relief inversé
2. Une particularité régionale : la concavité parabolique des versants
3. Processus morphogéniques actuels
 - a - L'omniprésence des bad-lands
 - b - Constance et discrétion des mouvements de solifluxion
 - c - La solifluxion en terrassettes
 - d - Les mouvements de masse

C. DYNAMIQUE ACTUELLE DES BAD-LANDS

1. L'altération des terres noires
 - a - Caractéristiques géochimiques
 - b - Le manteau d'altération
2. Les processus d'érosion
 - a - La météorisation
 - b - Les processus de transport

IV. SYNTHÈSE CARTOGRAPHIQUE

A. LES METHODES

1. Les échelles
2. Les thèmes
 - a - Les pentes
 - b - Formes du terrain et végétation

B. LES RESULTATS

C. COMPARAISON DES BASSINS-VERSANTS

1. Les conditions stationnelles
2. Les dimensions et formes
3. Les pentes
4. La géomorphologie
5. La végétation

V. CONCLUSION

1. Problèmes posés par l'érosion des marnes noires
2. Utilité des études menées sur les bassins-versants
3. Un problème difficilement soluble

Chapitre II **GEOLOGIE ET GEOCHIMIE DES TERRES NOIRES DES BASSINS DE ST-GENIS ET SAVOURNON I (par M. BUFALO)**

1. Géologie des Terres Noires de la Région de Lagne
2. Caractéristiques géologiques des bassins de St-Génis et de Savournon
 - 2.1. Contexte géologique du bassin de St-Génis
 - 2.1.1. Lithologie
 - 2.1.2. Structure
 - 2.1.3. Relations entre les structures géologiques et les directions de ravinement
 - 2.2. Contexte géologique du bassin de Savournon I
3. Minéralogie et géochimie des Terres Noires et produits d'altération
 - 3.1. Généralités sur la composition minéralogique des Terres Noires
 - 3.2. Description de la couche altérée superficielle
 - 3.3. Géochimie des marnes du callovien des BVRE de St-Génis et Savournon
 - 3.3.1. Géochimie des marnes du callovien inférieur et moyen de St-Génis
 - 3.3.2. Géochimie des marnes du callovien supérieur de Savournon.
4. Hydrochimie des eaux de ruissellement météorique sur les marnes du callovien des BVRE de St-Génis et Savournon
 - 4.1. Hydrochimie des eaux de ruissellement
 - 4.2. Origine des éléments dissous

Chapitre III **DESCRIPTION SOMMAIRE DU MILIEU PHYSIQUE DES BASSINS DU SAIGNON ET DE SAVOURNON II. TRAVAUX COMPLEMENTAIRES EN GEOCHIMIE (par J.C. OLIVRY).**

1. Le bassin du Saignon
 - 1.1. Généralités
 - 1.2. Reconnaissance pédologique (d'après M. DELHUMEAU)
2. Le bassin de Savournon II
3. Travaux complémentaires en géochimie
 - 3.1. Radioactivité des marnes noires
 - 3.2. Evaluation de la profondeur du manteau d'altération à l'aide du pénétromètre superficiel sur le bassin de St Génis (d'après N. ROSSET et T. FANTHOU)
 - 3.2.1. Description de l'appareil
 - 3.2.2. Méthode d'utilisation
 - 3.2.3. Les mesures effectuées
 - 3.3. L'étude de l'action des alternances gel/dégel en laboratoire de géomorphologie (d'après L. DESCROIX)
 - 3.3.1. Présentation du protocole d'étude
 - 3.3.2. Résultats du traitement des blocs en armoire climatique

2ème partie : BILANS ET APPROCHE QUANTITATIVE DU CALCUL DE L'ÉROSION SUR LES TERRES NOIRES DES ALPES DU SUD (par J.C. OLIVRY, J. HOORELBECK et M. BUFALO)

INTRODUCTION

1. Généralités

- 1.1. Situation géographique et géologie
- 1.2. Contexte climatique
- 1.3. Caractéristiques des bassins et équipements

2. Événements pluviométriques et exportation de matière à l'exutoire des bassins de Savournon

- 2.1. Les mesures à Savournon
- 2.2. Précipitation et écoulement
- 2.3. Suspensions et charriage
- 2.4. Exportation de matière et processus d'érosion
- 2.5. Bilans annuels des transports solides. Comparaison entre Savournon I et Savournon II. Dégradation spécifique des Terres Noires.

3. Autres mesures d'érosion des Terres Noires

- 3.1. Mesures de l'ablation sur les versants de Savournon et comparaison avec les bilans d'érosion aux exutoires
- 3.2. Mesures à St Génis
- 3.3. Mesures sur le bassin du Saignon (La Motte du Caire)

4. Conclusions

3ème partie : DONNEES DE BASE

Chapitre I L'EQUIPEMENT DES BASSINS ET LES METHODES DE MESURE

- A. INVENTAIRE DU MATERIEL
 - 1. Les équipements fixes
 - 2. Les équipements mobiles
- B. DESCRIPTION DES APPAREILS DE MESURE
 - 1. La mesure de la pluviométrie
 - 2. Les mesures hydrologiques
 - 3. Le prélèvement des matières solides
- C. LES METHODES ET LEURS LIMITES
 - 1. Les pièges à sédiments
 - 2. La méthode des prélèvements dans les cours d'eau
 - 3. La méthode de la "règle topographique"
- D. NOTICE DES APPAREILS ELSYDE

Chapitre II ETUDE DES PRECIPITATIONS (par J. HOORELBECK et J. PEYRONNET)

INTRODUCTION

- 1. Fonctionnement des pluviographes
- 2. Chronologie des enregistrements
 - 2.1. Bassin de Savournon
 - 2.2. Bassin de St Génis
 - 2.3. Bassin de Mison
 - 2.4. Bassin du Saignon
- 3. Bassin de Savournon (chronique)
 - 3.1. Description des averses
 - 3.2. Tableaux annuels
 - 3.3. Evénements dont P supérieur à 10 mm
 - 3.4. Hyétogrammes d'averses représentatives
- 4. Bassin de St Génis (chronique)
 - id.
- 5. Bassin de Mison (chronique)
 - id.

6. Bassin du Saignon (chronique)

id.

7. Tableaux récapitulatifs

7.1. Stations météorologiques

7.2. Bassins étudiés (tableaux et figures)

Chapitre III AUTRES DONNEES DE BASE

1. Hydrométrie

A. Données hydrométriques

Exemples de dépouillement des cotes instantanées

B. Le tarage des stations

2. Microprofils topographiques

Bibliographie