PolyPublie
Polytechnique Montréal

POLYTECHNIQUE MONTRÉAL
UNIVERSITÉ D'INGÉNIERIE

Titre: Manuel de l'utilisateur du modèle ILLUDAS (Poly. 79)
Title:

Auteurs: Gilles Patry, & Gilles Marchi
Authors:

Date: 1979

Type: Rapport / Report

Référence: Patry, G., & Marchi, G. (1979). Manuel de l'utilisateur du modèle ILLUDAS (Poly. 79). (Technical Report n° EP-R-80-07). https://publications.polymtl.ca/6220/
Citation:

Document en libre accès dans PolyPublie
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: https://publications.polymtl.ca/6220/
PolyPublie URL:

Version: Version officielle de l'éditeur / Published version

Conditions d'utilisation: Tous droits réservés / All rights reserved
Terms of Use:

Document publié chez l'éditeur officiel
Document issued by the official publisher

Institution: École Polytechnique de Montréal

Numéro de rapport: EP-R-80-07
Report number:

URL officiel:
Official URL:

Mention légale:
Legal notice:

Ce fichier a été téléchargé à partir de PolyPublie, le dépôt institutionnel de Polytechnique Montréal
This file has been downloaded from PolyPublie, the institutional repository of Polytechnique Montréal

https://publications.polymtl.ca

DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL
GROUPE DE RECHERCHE SUR L'EAU EN MILIEU URBAIN

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU MODELE ILLUDAS (POLY.79)

par:

Gilles Patry et Gilles Marchi
ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL

DECEMBRE 1979

EP80-R-7
GREMU-79/4

Ecole Polytechnique de Montréal

Campus de l'Université
de Montréal
Case postale 6079
Succursale 'A'
Montréal, Québec
H3C 3A7

CA2PQ
UP 5
R80-07

Bibliothèque
Ecole Polytechnique
MONTRÉAL
COTE
CA2PQ
UP 5
R80-07
6044332

ECOLE POLYTECHNIQUE BIBLIOTHEQUE

19 FEV 1980

E C O L E P O L Y T E C H N I Q U E
DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

GROUPE DE RECHERCHE SUR L'EAU EN MILIEU URBAIN

D02

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU MODELE ILLUDAS (POLY.79)

par:

Gilles Patry, ing., professeur adjoint

Gilles Marchi, ing., candidat à la maitrise

Rapport GREMU-79/4
DECEMBRE 1979

A CONSULTER
SUR PLACE

CA2PQ
UP 5
R80-07

48-025-2916

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce document a été rendue possible grâce aux subventions du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie, A-1005 et Développement régional, RD-812, et à une subvention du Programme de formation de chercheurs et d'action concertée du ministère de l'Education du Québec, CRP-356-75. Les auteurs tiennent à remercier le personnel du Centre de calcul de l'Ecole Polytechnique de Montréal ainsi que monsieur Robert Fortin pour leurs conseils utiles et leurs remarques pertinentes.

RESUME

Le présent document offre une description d'une version modifiée du programme ILLUDAS adapté au calcul et à l'étude des réseaux d'égouts pluviaux et unitaires. Cette version du modèle diffère en plusieurs points du modèle original développé par l'Illinois State Water Survey: i) introduction d'un nouveau mode d'analyse (GRAD); ii) plus grande flexibilité dans le choix des paramètres d'infiltration; iii) possibilité d'assigner à chaque tronçon un hyétogramme particulier; iv) nouvelle présentation des résultats; v) simulation des débits de temps sec; vi) traçage des hydrogrammes simulé et observé sur traceur CALCOMP, etc. Quelques exemples montrés en annexe, illustrent le fonctionnement du programme.

ABSTRACT

This document offers a description of a modified version of the ILLUDAS model adapted to the design and analysis of storm and combined sewer systems. This version of the model differs in many ways from the original model developped by the Illinois State Water Survey: i) introduction of a new mode of analysis (GRAD); ii) greater flexibility in the selection of infiltration parameters; iii) multiple hyetograph option; iv) new and more flexible presentation of simulation results; v) dry weather flow simulation option; vi) plotting option available on CALCOMP plotter for both observed and simulated hydrographs. A few examples presented in the appendix illustrate the use of the program.

TABLE DES MATIERES

Page

REMERCIEMENTS i

RESUME ii

ABSTRACT ii

TABLE DES MATIERES iii

LISTE DES FIGURES v

LISTE DES TABLEAUX vi

1. INTRODUCTION 1

2. ASPECTS THEORIQUES DU MODELE ILLUDAS 2

2.1 Paramètres météorologiques 5
2.2 Paramètres physiques 5

2.2.1 Hydrogramme de ruissellement des surfaces imperméables 5
2.2.2 Hydrogramme de ruissellement des surfaces perméables 7
2.2.3 Importance du groupe de sol et de l'état de saturation du sol 14

2.3 Paramètres hydrauliques 14

2.3.1 Ossature du réseau 14
2.3.2 Propagation des hydrogrammes 15

3. ETUDE PRELIMINAIRE DU RESEAU DE RUISSELLEMENT 15

3.1 Ossature du réseau existant ou projeté 15
3.2 Choix des précipitations 17

3.2.1 Orages de design ou pluies de projet 17

3.2.2 Conditions antécédentes de précipitation 19

Page

4. UTILISATION DU PROGRAMME 19

4.1 Codification du réseau 19
4.2 Modes d'analyse d'un tronçon 19
4.3 Préparation des données 21

4.3.1 Paramètres de contrôle 21
4.3.2 Arrangement du train de cartes 22

4.3.2.1 Groupe I: Titre 24
4.3.2.2 Groupe II: Données de contrôle 25
4.3.2.3 Groupe III: Données de précipitation .. 28
4.3.2.4 Groupe IV: Données relatives au réseau 30
4.3.2.5 Groupe V: Données spéciales (optionnelles)..... 34

BIBLIOGRAPHIE 35

ANNEXE A: Calcul de l'hyétogramme synthétique 37

ANNEXE B: Exemples 41

ANNEXE C: Programme 58

BON DE COMMANDE 87

LISTE DES FIGURES

			Page
1	-	Composantes de l'hydrogramme de ruissellement propre au tronçon	3
2	-	Composantes du phénomène de précipitation/ ruissellement du modèle ILLUDAS	4
3	-	Calcul de l'hydrogramme des surfaces imperméables	6
4	-	Calcul de l'hydrogramme des surfaces perméables	8
5	-	Débit vs conditions antécédentes de pluie	11
6	-	Propagation de l'hydrogramme	16
7	-	Hyétogramme synthétique	18
8	-	Codification d'un réseau	20
9	-	Train de cartes	23

LISTE DES TABLEAUX

			Page
1	-	Conditions antécédentes de pluie (CAP)	10
2	-	Caractéristiques des groupes de sols se rapportant aux équations 5 et 6	13
3	-	Cartes du GROUPE I	24
4	-	Cartes du GROUPE II	25
5	-	Cartes du GROUPE III	28
6	-	Cartes du GROUPE IV	30
7	-	Cartes du GROUPE V	34

1. INTRODUCTION

Les investissements de plus en plus importants rattachés à la construction des infrastructures de collecte des eaux de ruissellement ont eu pour effet de provoquer une certaine évolution de la philosophie associée à la gestion du ruissellement en milieu urbain. En effet, jusqu'à tout récemment la gestion du ruissellement en milieu urbain visait essentiellement à minimiser les inconvénients engendrés par les précipitations, en éliminant le plus rapidement possible l'excès d'eau en surface et en l'acheminant vers les infrastructures de collecte. Cette façon d'agir a eu pour effet de générer des débits de ruissellement impressionnants, entraînant par le fait même la construction d'ouvrages relevant souvent du gigantisme. Progressivement, les ingénieurs et les municipalités réalisent la nécessité d'intervenir directement en modifiant la philosophie de base de gestion du ruissellement en milieu urbain sans pour autant entraîner des risques additionnels.

Le ralentissement des eaux de ruissellement dans le but de diminuer les impacts d'un ruissellement rapide et volumineux est de plus en plus accepté par tous ceux qui oeuvrent dans le domaine de la gestion du ruissellement en milieu urbain. Il existe toute une gamme de techniques pour retarder l'évacuation des eaux de ruissellement. Toutefois, la conception de ces infrastructures nécessite plus que la seule connaissance du débit maximal obtenu à partir de la méthode rationnelle; elle requiert la connaissance de l'hydrogramme de ruissellement, c'est-à-dire de la variation temporelle du débit de ruissellement associé à un orage particulier.

Depuis le début des années 70, toute une gamme de modèles mathématiques à l'ordinateur ont vu le jour pour la simulation du ruissellement en milieu urbain. Ces modèles ne sont cependant pas tous équivalents; certains traitent uniquement de l'aspect quantitatif des eaux de ruissellement (e.g. ILLUDAS), alors que d'autres examinent en plus l'aspect qualitatif dans le but de quantifier l'importance des charges de pollution (e.g. SWMM). Un autre groupe de modèles se consacre à la simulation continue des débits de ruissellement et des charges de pollution, étudiant alors les charges de pollution issues des trop-pleins d'orage (e.g. STORM).

Il est juste d'affirmer que plus le modèle est sophistiqué, plus il requiert de temps, d'énergie et d'argent. Il est donc souhaitable de bien examiner les objectifs de base du groupe de travail avant de s'engager à utiliser un ou plusieurs de ces modèles. En règle générale, il est reconnu que le modèle le plus simple qui répond aux besoins devrait être choisi (Brandstetter et al, 1976); il n'est pas nécessaire de recourir dans tous les cas au plus sophistiqué des modèles. Le modèle ILLUDAS offre des moyens simples et économiques à la gestion du ruissellement en milieu urbain, et ce, en fonction des nouvelles orientations qui tentent de s'implanter.

Le modèle ILLUDAS (Illinois Urban Drainage Area Simulator) est issu du modèle britannique RRL (Road Research Laboratory) décrit par Watkins (1962). Terstriep et Stall (1969), auteurs du modèle ILLUDAS, avaient dans un premier document inventorié différentes techniques de calcul du ruissellement en milieu urbain et avaient placé beaucoup d'espoir dans le modèle RRL. Après une première vérification du modèle britannique, Stall et Terstriep (1972)reconnaissaient que le modèle RRL, à cause de plusieurs éléments positifs, pouvait servir de point de départ à la mise sur pied d'un modèle plus complet. En effet, le modèle RRL ne tient compte que du ruissellement issu des surfaces imperméables, ce qui n'est pas toujours exact, particulièrement à l'occasion d'orages de forte intensité. Finalement, en 1974, l'Illinois State Water Survey publiait les résultats du travail de Stall et Terstriep (1974) qui a abouti au développement du programme ILLUDAS, et qui ne néglige plus la contribution au ruissellement des surfaces perméables.

Le modèle ILLUDAS est conçu pour permettre, soit la conception d'un nouveau réseau de ruissellement, soit la simulation du comportement d'un réseau existant soumis à des orages réels ou synthétiques. Le modèle diffère fondamentalement du modèle RRL dans la façon dont sont générés les hydrogrammes de ruissellement à chaque tronçon. Un des aspects intéressants du modèle est la façon dont il traite les surfaces imperméables. Le ruissellement issu des surfaces imperméables indirectement drainées est redistribué uniformément sur les surfaces perméables tributaires du tronçon.

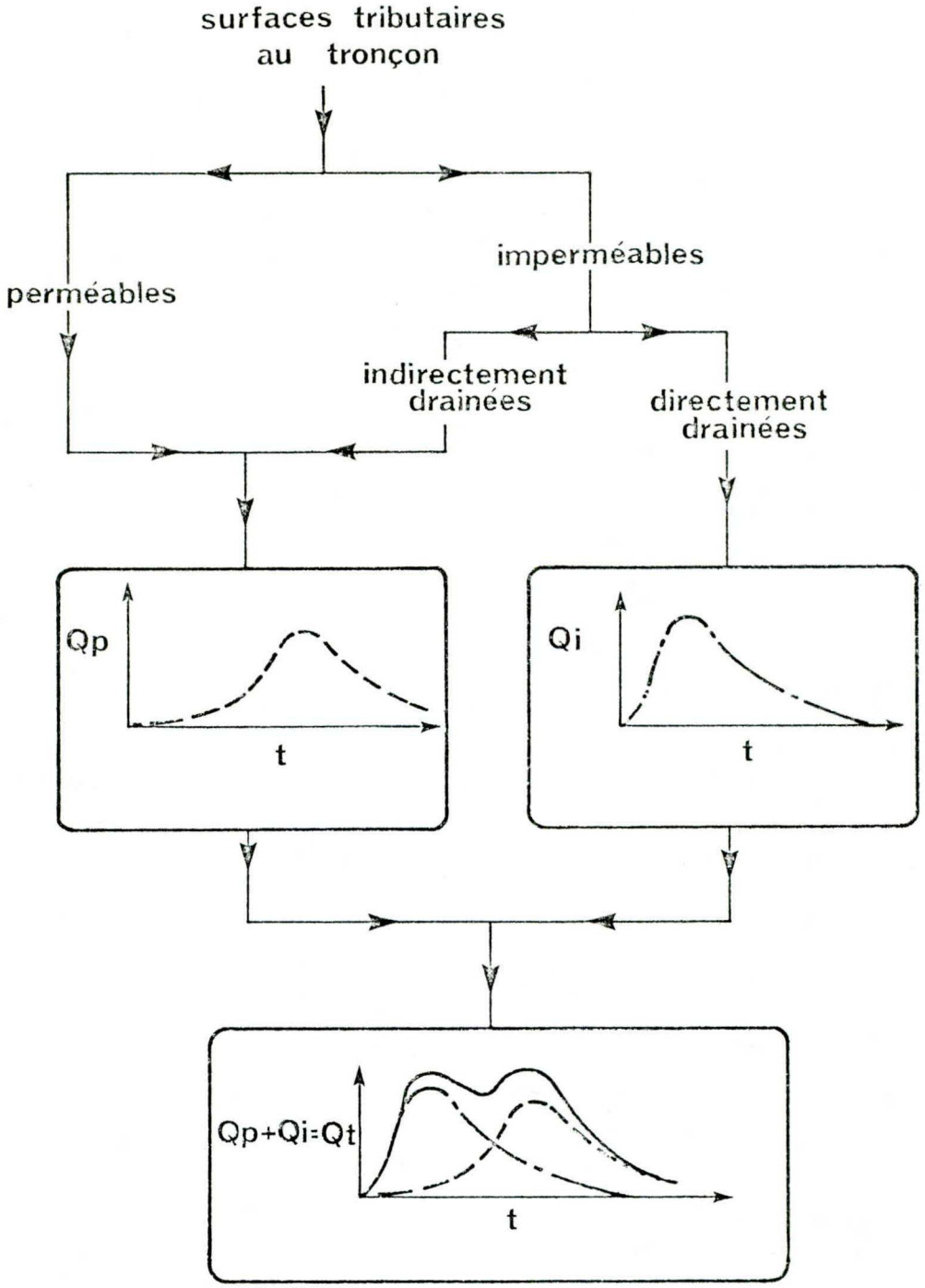
Ainsi, le modèle ILLUDAS tient compte du ruissellement issu: des surfaces imperméables directement drainées, des surfaces imperméables indirectement drainées, des surfaces perméables.

La figure 1 illustre schématiquement les composantes de l'hydrogramme de ruissellement propre à chaque tronçon d'un réseau.

2. ASPECTS THEORIQUES DU MODELE ILLUDAS

Tous les modèles mathématiques de ruissellement en milieu urbain ne sont qu'une simplification d'un phénomène naturel très complexe. Le but du modèle est de recréer, en posant certaines hypothèses, le comportement du ≪ système naturel ≫ afin de permettre l'étude subséquente d'un bassin de drainage urbain soumis à différentes conditions de précipitation, réelles ou synthétiques.

La simulation du phénomène de précipitation/ruissellement nécessite l'intervention de différents groupes de paramètres: météorologiques physiques et hydrauliques. C'est l'habileté à définir le rôle de ces divers éléments et leur interdépendance qui assure à un modèle son succès et sa fiabilité. La figure 2 offre une description des différents éléments qui interviennent dans le calcul de l'hydrogramme de ruissellement du modèle ILLUDAS.

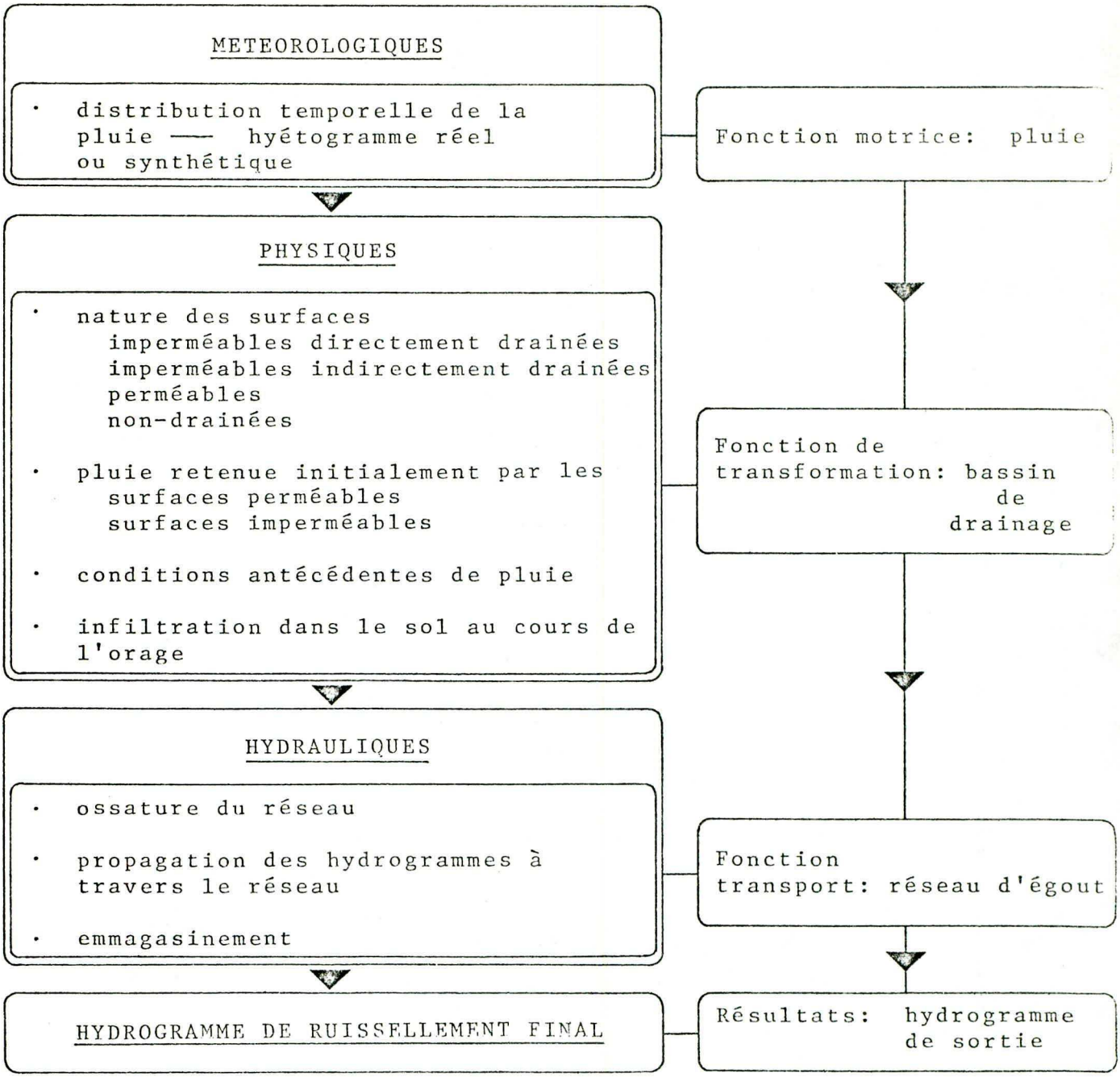


composantes de l'hydrogramme de ruissellement propre au tronçon

figure : 1

FIGURE 2

COMPOSANTES DU PHENOMENE DE
PRECIPITATION/RUISSELLEMENT
DU MODELE ILLUDAS



2.1 Paramètres météorologiques

La fonction motrice du phénomène de précipitation/ruissellement est sans aucun doute la précipitation. Le modèle offre la possibilité de simuler le ruissellement associé à des orages ou à des pluies qui présentent des variations temporelles. La hauteur de précipitation à chaque pas de temps (Δt) sert à définir les caractéristiques de l'hyétogramme [P].

Le comportement d'un réseau existant soumis à un orage réel peut donc être examiné sans difficulté. Malgré la controverse qui existe quant à leur utilisation (McPherson, 1977; Marsalek, 1977), les hyétogrammes de pluie de design ou synthétiques peuvent également être utilisés au stade de la conception du réseau ou encore pour éprouver le comportement d'un réseau existant.

2.2 Paramètres physiques

2.2.1 Hydrogramme de ruissellement des surfaces imperméables

Tel que montré à la figure 1 (Terstriep et Stall, 1974), l'hydrogramme de ruissellement issu des surfaces imperméables ne tient compte que des surfaces imperméables directement drainées. A chaque tronçon, le modèle ILLUDAS génère, s'il y a lieu, un hydrogramme associé au ruissellement des surfaces imperméables directement drainées, tel que décrit à la figure 3.

L'hyétogramme de pluie net qui est appliqué aux surfaces imperméables [P_{NI}], correspond à l'hyétogramme de pluie initial [P] soustrait du volume d'eau initialement retenu par les irrégularités des surfaces (figures 3c, d et e). Selon Terstriep et Stall (1974), ce volume d'eau initialement retenu par les surfaces imperméables correspond habituellement à environ (2mm) 0.1 po. Aucun ruissellement ne sera donc généré de ces surfaces avant que la précipitation cumulée n'ait comblé cette hauteur d'eau.

La figure 3 illustre le calcul de l'hydrogramme de ruissellement issu des surfaces imperméables directement drainées. Mathématiquement, l'hydrogramme de ruissellement au point d'entrée peut être exprimé comme suit:

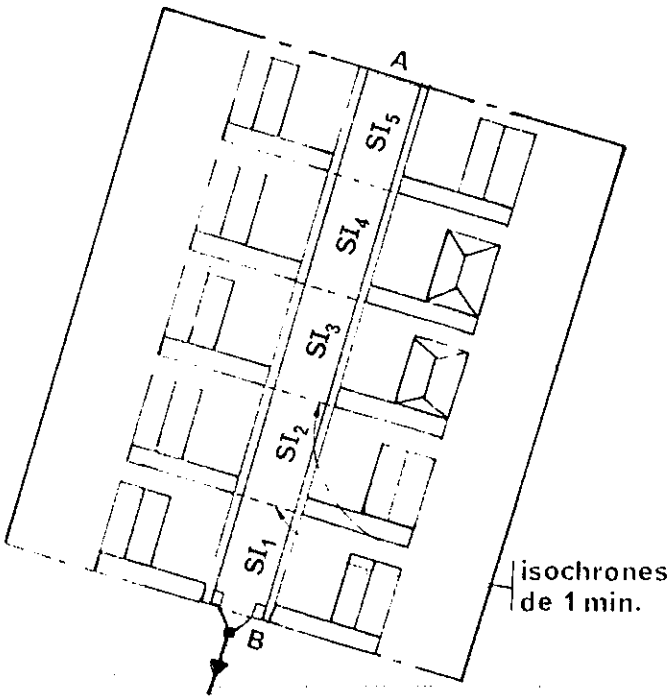
$$[Q_I] = [SI]\ [P_{NI}] \qquad (1)$$

où [SI] = matrice de contribution des surfaces imperméables de m par n éléments

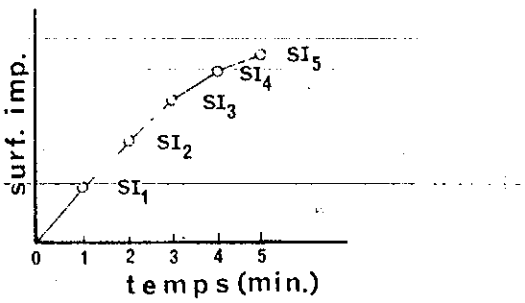
$$m = n_{SI} + n - 1$$

$$n_{SI} \quad \text{ENTIER DE} \quad \left[\frac{T_{eI}}{\Delta t} + 0.5\right]$$

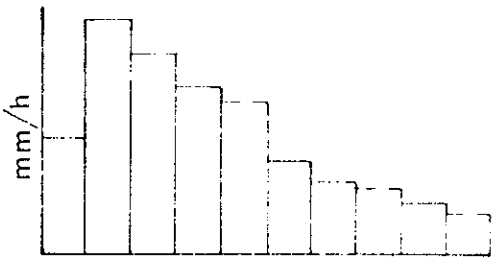
a) Sous-bassin [SI]



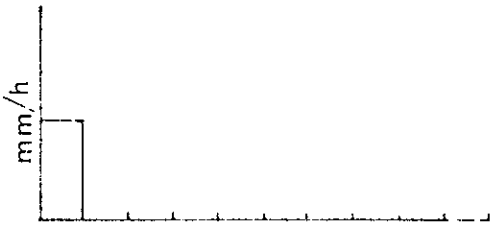
b) Surf. imp. vs temps



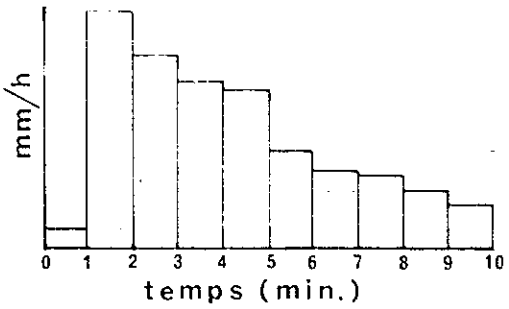
c) Hyétogramme [P]



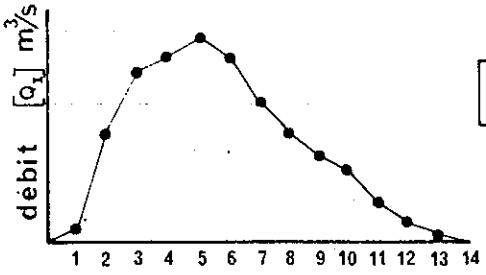
d) Pertes



e) Hyétogramme net [P_{NI}]



f) Hydrogramme



$$[Q_I] = [SI]\,[P_{NI}]$$

calcul de l'hydrogramme des surfaces imperméables

figure 3

(Terstriep & Stall, 1974)

où n = nombre d'éléments de pluie de l'hyétogramme net

T_{e1} = temps d'entrée des surfaces imperméables directement drainées

2.2.2 Hydrogramme de ruissellement des surfaces perméables

Le calcul de l'hydrogramme de ruissellement issu des surfaces perméables s'apparente à celui des surfaces imperméables (voir figure 4, Terstriep et Stall, 1974).

Dans un premier temps, les surfaces perméables susceptibles de contribuer au ruissellement doivent être identifiées et leur cheminement de drainage établi. A ce stade, il importe de souligner qu'une partie importante des surfaces perméables pourra être négligée par l'ingénieur si le terrassement ne favorise pas le drainage de ces surfaces vers la rue. En effet, dans plusieurs cas, les cours arrières des maisons se drainent vers une ligne de lot arrière commune au drainage du voisinage, pour ensuite aboutir à la rue. Le temps d'écoulement de ces surfaces est tel que leur ruissellement est bien déphasé par rapport à celui des autres surfaces. Dans bien des cas, ces superficies peuvent être considérées comme étant non drainées.

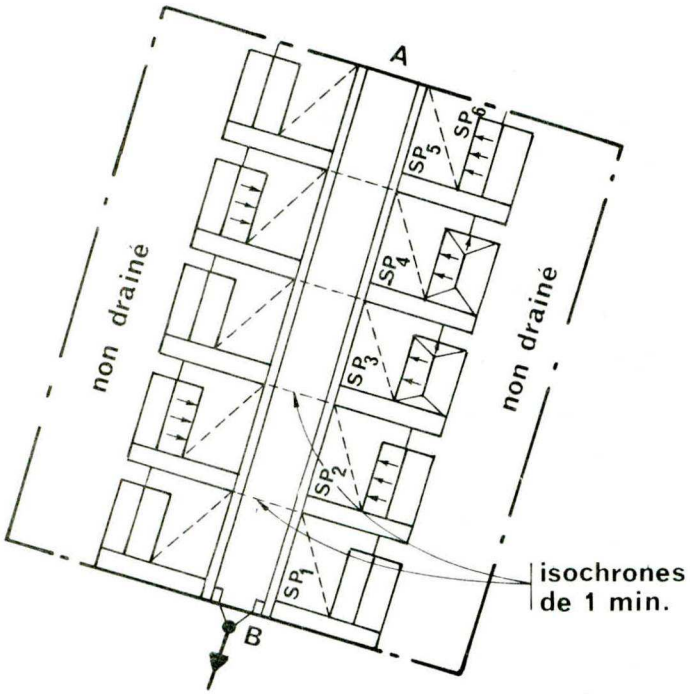
Le temps d'entrée des surfaces perméables peut être évalué par la routine prévue à cette fin au programme. Dans ce cas, le temps d'écoulement sur les surfaces perméables est alors équivalent au temps d'équilibre défini par Izzard (1946) et décrit par Terstriep et Stall (1974) comme suit:

$$t_e = 0.033\ (0.0007\ I + C)\ S^{-0.33}\ L\ q_e^{-0.67} \qquad (2)$$

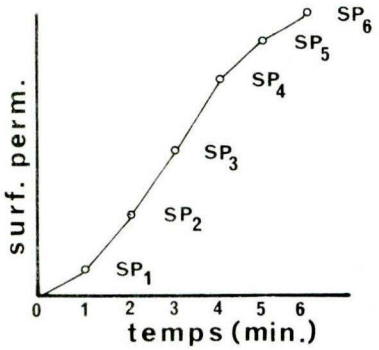
où t_e = temps d'équilibre en minutes
I = intensité de la précipitation en po/h (1 po/h)
L = longueur d'écoulement en pieds
q_e = débit de ruissellement en surface exprimé en pi^3/s par pied de largeur à l'équilibre = 0.0000231 I L
S = pente du terrain en pied/pied
C = coefficient propre à la surface, égal à 0.05 pour le gazon

A partir du temps d'entrée (T_{eP}), il est alors possible de construire la courbe de surface-temps propre aux surfaces perméables (figure 4b). Aux fins de calcul on suppose que cette relation est représentée par une droite.

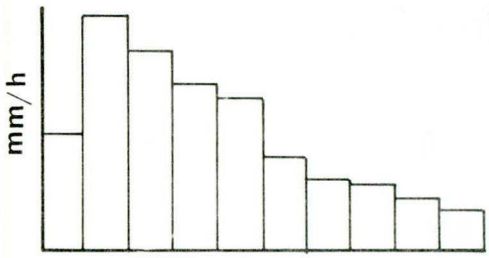
a) Sous-bassin [SP]



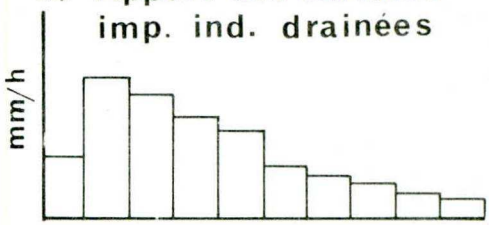
b) Surf. perm. vs temps



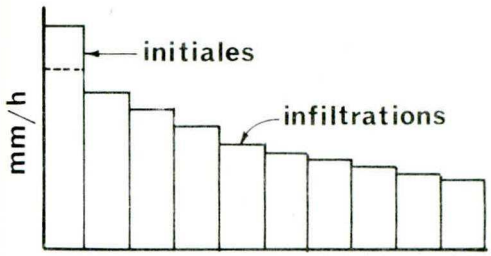
c) Hyétogramme [P]



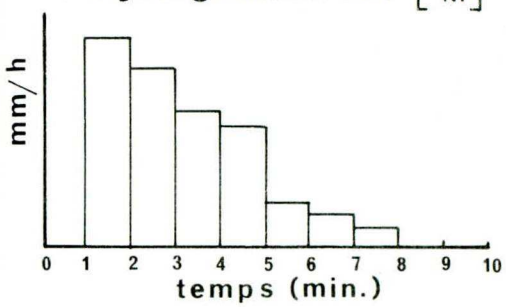
d) Apport des surfaces imp. ind. drainées



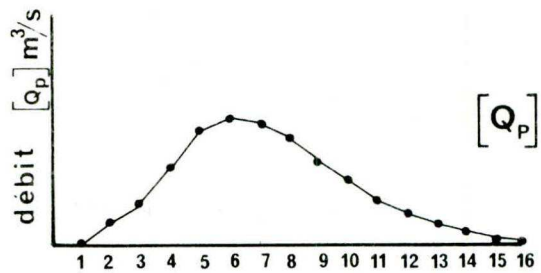
e) Pertes



f) Hyétogramme net [P_{NP}]



g) Hydrogramme



$$[Q_P] = [SP][P_{NP}]$$

calcul de l'hydrogramme des surfaces perméables

figure 4

(Terstriep & Stall, 1974)

Le calcul de l'hyétogramme de pluie qui sera appliqué aux surfaces perméables est beaucoup plus délicat que dans le cas précédent, tel que décrit ci-après.

a) Surfaces imperméables indirectement drainées

Le drainage d'une certaine partie des surfaces imperméables (SIID) sur les surfaces perméables qui contribuent au ruissellement a pour effet d'augmenter l'importance du volume d'eau qui est effectivement appliqué sur les surfaces perméables. L'hyétogramme modifié, appliqué aux surfaces perméables, correspond alors à:

$$[P_{SP}] = [\frac{SIID + SP}{SP}]^* [P] \qquad (3)$$

où $[P_{SP}]$ = hyétogramme de pluie appliqué aux surfaces perméables
$[P]$ = hyétogramme de pluie de $\ll n \gg$ éléments
SIID = surfaces imperméables indirectement drainées (sur les SP)
SP = surfaces perméables qui contribuent au ruissellement

b) Pluie retenue initialement par les surfaces perméables

Un certain volume d'eau doit par la suite servir à combler les irrégularités des surfaces perméables; ce volume est très variable d'un sous-bassin à l'autre. Toujours selon Terstriep et Stall (1974), il est habituellement convenu de supposer que ce volume est équivalent à environ 0.2 po (5mm) d'eau.

L'hyétogramme de pluie précédent $[P_{SP}]$ doit alors être modifié de façon à traduire ces pertes initiales, tel que:

$$\text{Volume d'eau retenu initialement (soit environ 5mm)} = \sum_{i=1}^{j} p_{SP_i} \qquad (4)$$

où j = nombre d'éléments de pluie nécessaires à combler le volume.

L'hyétogramme corrigé est alors représenté par $[P_{SP}']$ où les j premiers éléments sont nuls.

c) Infiltration dans le sol et conditions antécédentes de précipitation (CAP)

La complexité du calcul de l'hydrogramme de ruissellement issu des surfaces perméables est attribuable surtout au calcul des pertes par infiltration dans le sol perméable. La simulation d'événements réels nécessite que l'aspect dynamique des pertes par infiltration soit reflété dans le modèle. Théoriquement, il s'agit de calculer, à partir des caractéristiques d'absorption du sol, le volume d'emmagasinement disponible au moment de la précipitation et d'évaluer alors le rôle de ce volume dans le rythme d'absorption de la pluie dans et à travers la couche de sol superficielle.

Il est reconnu que le taux d'infiltration dans un sol est fonction du volume d'emmagasinement disponible au temps t (Holtan, 1961):

$$f(t) = a\,[S - M_f(t)]^n + f_c \qquad (5)$$

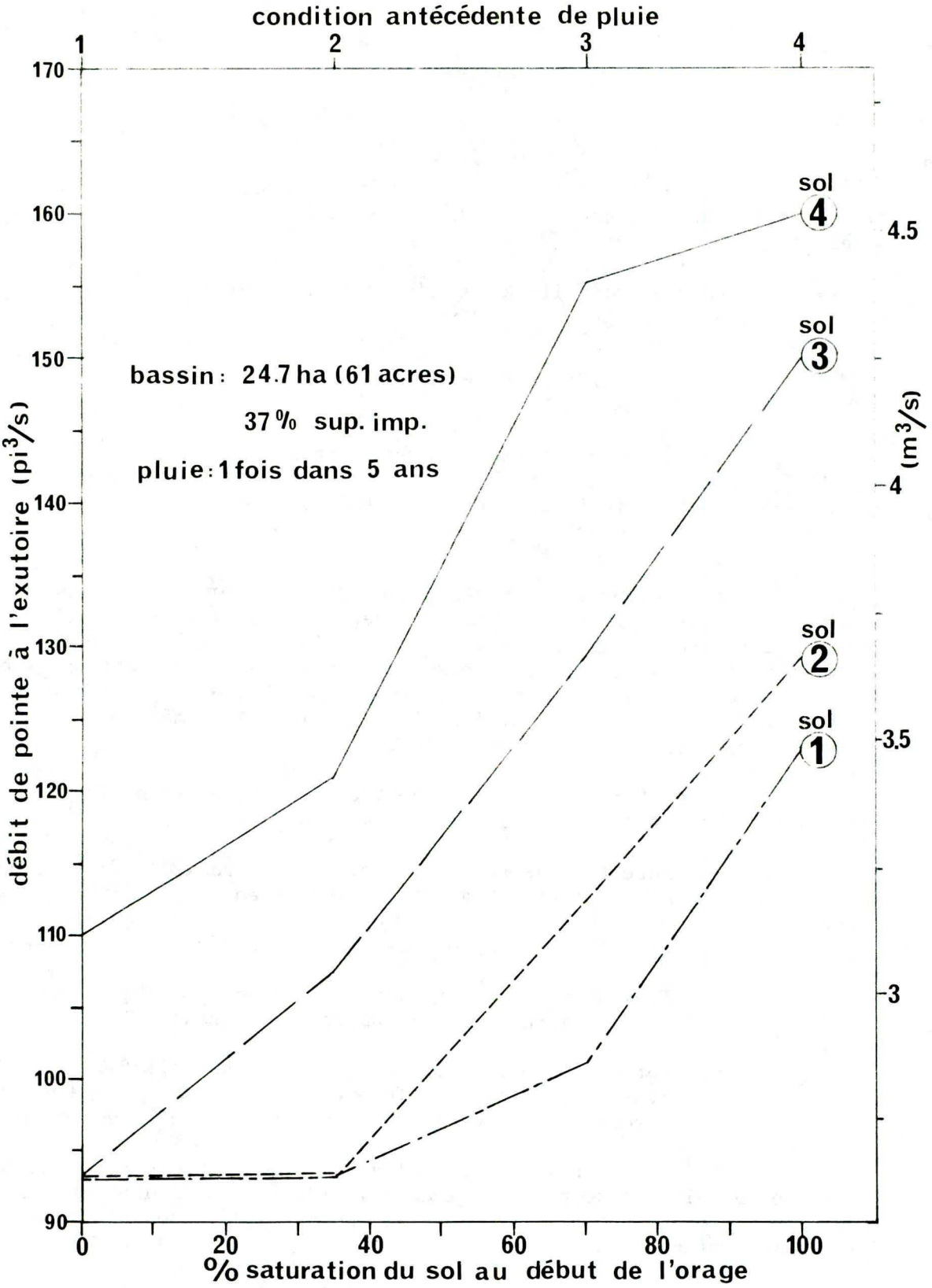
où $f(t)$ = taux d'infiltration au temps t en po/h
n = constante égale à 1.4
s = volume d'emmagasinement potentiel dans le sol en po
a = facteur propre au couvert végétal, a = 1 pour le gazon
$M_f(t)$ = masse d'eau emmagasinée dans le sol au temps t en po
f_c = taux constant d'infiltration final po/h

Il est donc possible de refléter les conditions antécédentes de précipitation à travers le paramètre $M_f(t)$ de l'équation 5. A cette fin, le US Soil Conservation Service (SCS) suggère la classification décrite au tableau 1.

TABLEAU 1

Conditions antécédentes de pluie (CAP)

Description de l'humidité du sol	Pluie totale des 5 jours précédents		Code utilisé par ILLUDAS CAP
	mm	pouces	
très sec	0	0	1
relativement sec	0 à 12	0 à 0.5	2
relativement humide	12 à 25	0.5 à 1.0	3
saturé	plus de 25	plus de 1	4



débit vs conditions antécédentes de pluie

figure 5

Cette classification, basée sur l'importance des précipitations des 5 jours précédents l'événement simulé, est utilisée dans le modèle ILLUDAS.

Le taux d'infiltration d'un sol perméable peut également être décrit par l'équation de Horton (Chow, 1964):

$$f(t) = f_c + (f_o - f_c)\, e^{-kt} \qquad (6)$$

où f_o = taux d'infiltration initial dans un sol sec en po/h (ou mm/h)
t = temps depuis le début de la pluie en h
k = constante

Etant donné, d'une part, que des conditions antécédentes de précipitation (CAP) peuvent exister et que, d'autre part, l'intensité de la précipitation peut à différents moments être inférieure à la capacité d'infiltration du sol, il est nécessaire de procéder par itérations successives à la solution de l'équation 6. La méthode Newton-Raphson permet alors de calculer le taux d'infiltration dans le sol perméable en fonction du temps, représenté par le vecteur [F].

Le US Soil Conservation Service décrit, du point de vue hydrologique, les 4 types de sols suivants (tableau no 2):

A: Potentiel de ruissellement faible, taux d'infiltration élevé (sable et gravier principalement)

B: Taux d'infiltration moyen, sol modérément bien drainé

C: Taux d'infiltration faible (présence probable d'une couche ralentissant le passage de l'eau)

D: Potentiel de ruissellement élevé, taux d'infiltration très faible (principalement des argiles avec une nappe phréatique élevée et un potentiel de gonflement élevé).

Un cinquième groupe de sol a été ajouté au tableau 2. Il s'agit du groupe de sol utilisé par défaut dans le modèle SWMM (Huber et al, 1975). Le volume d'emmagasinement disponible (S) pour les différentes CAP a toutefois été estimé par les auteurs.

L'hyétogramme de pluie net qui doit être appliqué sur les surfaces perméables est alors calculé comme suit:

$$[P_{NP}] = [P_{SP'}] - [F] \qquad (7)$$

TABLEAU 2

Caractéristiques des groupes de sols se rapportant aux équations 5 et 6

Groupe (USDA): Code ILLUDAS :	A 1	B 2	C 3	D 4	SWMM 5
f_c (mm/h)	25	12.5	6	2.5	13
(po/h)	(1.0)	(0.50)	(0.25)	(0.10)	(0.52)
f_c (mm/h)	250	200	125	75	(75)
(po/h)	(10)	(8)	(5)	(3)	(3)
volume d'eau retenu initialement en surface (mm)	5	5	5	5	
(po)	0.2	0.2	0.2	0.2	
K constante (h^{-1})	2	2	2	2	4.14
volume d'emmagasinement disponible (S) en mm (po)					
CAP 1	150 (6)	100 (4)	74 (3)	50 (2)	50 (2)
CAP 2	100 (4)	62.5 (2.5)	50 (2)	32.5 (1.3)	32.5 (1.3)
CAP 3	50 (2)	25 (1)	25 (1)	12.5 (0.5)	12.5 (0.5)
CAP 4	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

L'hydrogramme de ruissellement issu des surfaces perméables (et imperméables indirectement drainées) peut être exprimé comme suit:

$$[Q_P] = [SP]\ [P_{NP}] \qquad (8)$$

où [SP] = matrice des surfaces perméables unitaires de m' par n éléments

$m' = n_{SP} + n - 1$

n_{SP} = ENTIER DE $[\frac{Te_P}{\Delta t} + 0.5]$, représentant le nombre de sections unitaires des surfaces perméables

n = nombre de points de l'hyétogramme net appliqué aux surfaces perméables

2.2.3 Importance du groupe de sol et de l'état de saturation du sol

L'état de saturation du sol au moment de la précipitation est particulièrement important pour le calcul de l'hydrogramme de ruissellement. A titre d'exemple, la figure 5 illustre le comportement d'un bassin de drainage de quelque 24.7 ha (61 acres) comprenant 37% de superficies imperméables soumis à différentes conditions antécédentes de précipitation (Patry et Raymond, 1978).

Par exemple, pour une pluie quinquennale de type intermédiaire, l'écart pour un même sol entre les débits générés de ce bassin pour des CAP de 1 et de 4, varie de 31% (sol 1) à 61% (sol 3). Il est important de souligner que cette différence est imputable iniquement au ruissellement issu des surfaces perméables. Pour ce bassin, la sensibilité du débit de ruissellement au groupe de sol et aux conditions antécédentes de précipitation n'est donc pas négligeable pour des orages importants. Toutefois, cette différence diminue à 47% (sol 3) pour une pluie de type intermédiaire d'une fréquence d'une fois tous les 2 ans.

2.3 Paramètres hydrauliques

2.3.1 Ossature du réseau

Le programme ILLUDAS, tout comme la plupart des programmes de ruissellement en milieu urbain, nécessite que les réseaux maillés soient simplifiés en réseaux ramifiés. Les réseaux projetés sont définis par la pente et la longueur de la conduite. Pour les réseaux existants s'ajoutent le diamètre et le coefficient de rugosité de la conduite. Une même simulation peut comporter des conduites existantes et des conduites projetées.

2.3.2 Propagation des hydrogrammes

Après avoir calculé l'hydrogramme d'entrée au regard, le programme le cumule, s'il y a lieu, à l'hydrogramme de ruissellement venant des surfaces amont. L'hydrogramme combiné est alors véhiculé à travers le tronçon par une technique de propagation simple. Pour chaque tronçon, la relation entre le débit et le volume d'emmagasinement doit être établie.

Chacune des deux droites représentées à la figure 6 décrit une partie des hydrogrammes d'entrée et de sortie à un tronçon. Il est alors possible de calculer, à partir de cette figure, le débit de sortie au temps 2t:

$$Q_{2s} = Q_{1e} + Q_{2e} - Q_{1s} + (S_1 - S_2)\frac{2}{\Delta t} \qquad (10)$$

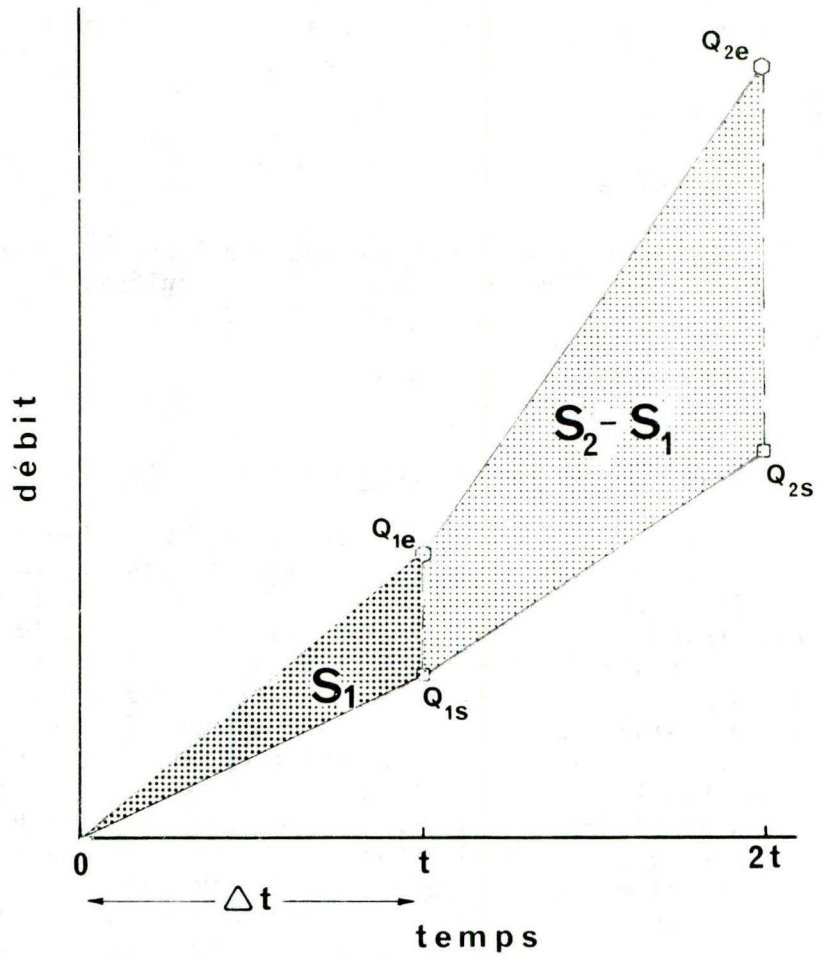
De cette façon, les ordonnées de l'hydrogramme de sortie du tronçon (hydrogramme véhiculé) peuvent être calculées.

3. ETUDE PRELIMINAIRE DU RESEAU DE RUISSELLEMENT

3.1 Ossature du réseau existant ou projeté

Dans l'étude de l'ossature du réseau on identifiera, en fonction de l'importance du bassin et des objectifs visés, les conduites qui seront simulées. Il n'est évidemment pas nécessaire de simuler d'une façon systématique toutes les conduites d'un réseau de ruissellement. Les coûts associés à la préparation des données et au temps d'ordinateur seraient dans bien des cas exhorbitants. Dans une étude sur l'effet du regroupement de bassins de drainage à l'aide du modèle ILLUDAS (Patry et Raymond, 1979), 40 sous-bassins du bassin Malvern furent progressivement réduits à 15, 5 puis 1 sous-bassin. La superficie moyenne de chaque sous-bassin passa alors de 1.44 acre/sous-bassin (0.6 ha/sous-bassin) à 57.6 acres/sous-bassin (24 ha/sous-bassin). Les simulations à l'aide d'un seul sous-bassin de 57.6 acres (24 ha) ont donné dans ce cas des résultats qui se comparaient favorablement à ceux du réseau de 40 sous/bassins, et ce, aussi bien en ce qui a trait au débit de pointe [$(O/S)_1 = 1.156$; $(O/S)_{40} = 1.115$] qu'au volume de ruissellement [$(O/S)_1 = 1.054$; $(O/S)_{40} = 1.056$].

Le bassin de drainage regroupé ne permet toutefois que la simulation de l'hydrogramme issue de l'ensemble du territoire. Si l'on s'intéresse à la conception des conduites on préfèrera alors un découpage beaucoup plus important du territoire en fonction de nos objectifs.



propagation de l'hydrogramme

figure 6

3.2 Choix des précipitations

3.2.1 Orages de design ou pluies de projet

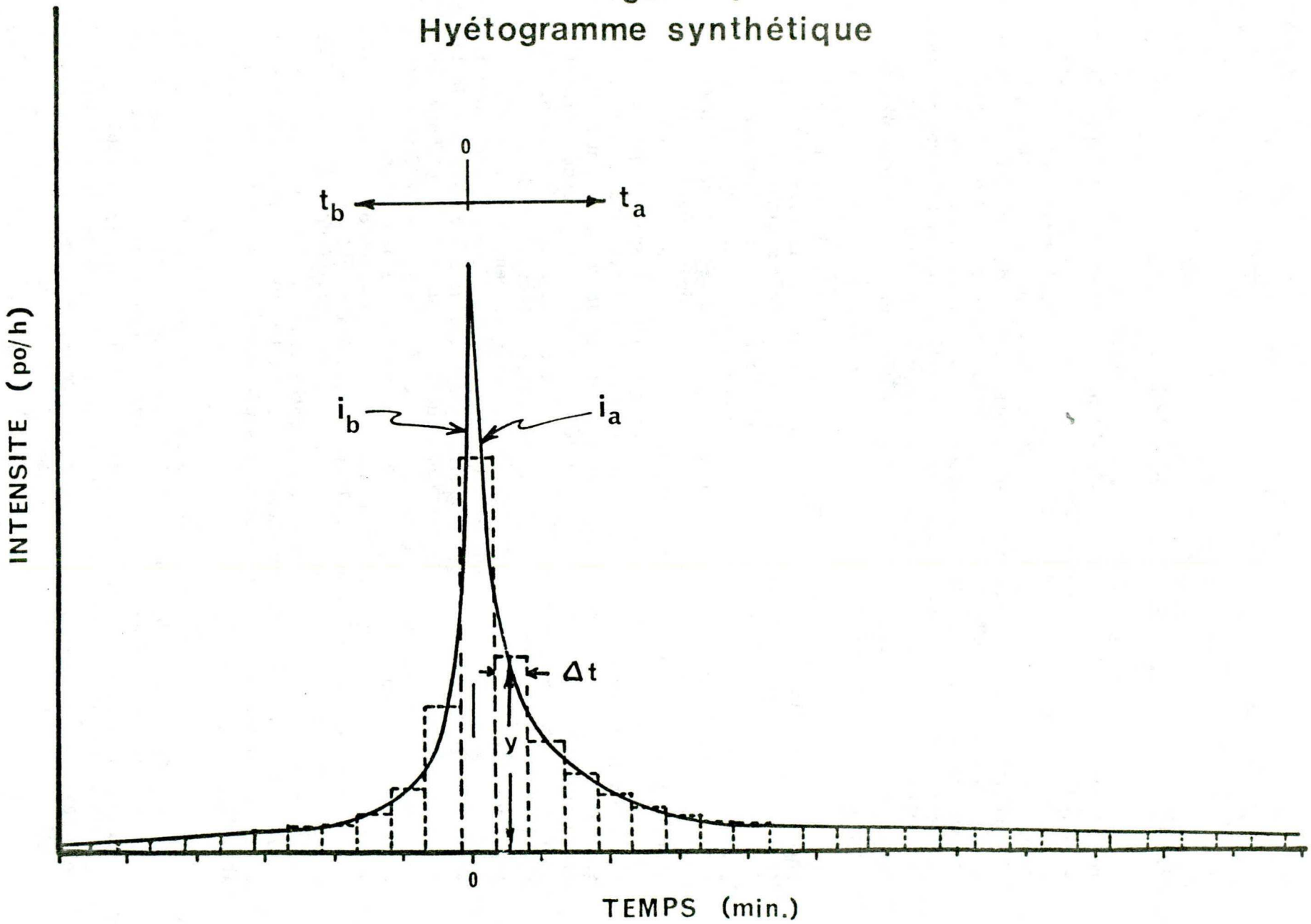
La conception des réseaux de ruissellement à l'aide des modèles d'ordinateur fait face à ce stade à l'une des plus grandes difficultés; ce sujet fait en effet l'objet de sérieuses controverses parmi les usagers des modèles. Quel hyétogramme doit-on utiliser pour le design d'un réseau de ruissellement? Un orage synthétique, calculé à partir des courbes d'intensité - durée - fréquence (I-D-F) mais dont la probabilité d'occurence correspond nullement à la fréquence chosie ou une gamme d'orages réels obtenus du répertoire de données météorologiques, mais auxquels on peut difficilement associer une fréquence? Le problème est des plus controversé et mérite que des efforts sérieux soient consacrés à l'étude de cette question afin que l'on puisse arriver à définir une politique uniforme pour l'étude et le design des réseaux.

Selon la première école de pensée, l'orage de design est obtenu en associant à la courbe I-D-F une distribution temporelle précise telle que décrite par MacLaren (1974). Les intensités maximales associées à une fréquence donnée sont alors regroupées sous un même hyétogramme de pluie, tel qu'illustré à la figure 7. La construction de l'hyétogramme est décrite à l'annexe A. La courbe d'I-D-F, calculée au départ à partir d'événements météorologiques distincts, est alors décomposée en un seul événement synthétique qui en traduit les caractéristiques. Il importe alors de définir la distribution temporelle de l'orage synthétique étant donné l'importance qu'elle revêt dans le calcul du débit et du volume de ruissellement. Le ruissellement (débit de pointe de volume) issu d'un orage ayant son intensité maximale au début (complètement avancé) sera bien différent d'un orage ayant son intensité maximale au centre (intermédiaire). Mitci (1974) a suggéré pour la région de Montréal l'utilisation d'orages de type intermédiaire ayant leur intensité maximale au centre de la durée de l'orage ($r = 0.5$). MacLaren (1974) de son côté a préféré utiliser pour la région de Winnipeg des orages synthétiques ayant leur maximum au 3/8 de la durée de l'orage. Ce choix découle habituellement de l'étude d'orages réels importants propres au territoire à l'étude. Mais quelle fréquence est alors associée à cet orage synthétique pour lequel les intensités maximales pour toutes les durées d'une fréquence choisie sont rassemblées sous un même orage dans un ordre chronologique établi? La controverse est grande (McPherson, 1977); Marsalek, 1977; Patry, 1979). Récemment Marsalek (1978) a démontré que les hyétogrammes synthétiques du type proposés par l'Illinois State Water Survey (Terstriep et Stall, 1974) avaient pour effet de générer des débits de ruissellement supérieurs aux débits historiques (simulés) de quelque 15% à 20%.

L'utilisation d'un orage de design synthétique ou d'une gamme d'orages réels dépend du problème à l'étude et des objectifs visés. Ainsi, pour le design des réseaux de ruissellement de moyenne envergure, la méthode des "orages de design ou des pluies de projet" paraît justifiable. Toutefois, la planification des infrastructures d'un réseau de ruissellement régional, dans le but de choisir les stratégies d'investissement

figure 7

Hyétogramme synthétique



optimales, doit se faire en faisant appel à des données historiques qui sont alors beaucoup plus fiables et permettant une meilleure évaluation du système.

3.2.2 Conditions antécédentes de précipitation

Aux difficultés associées au choix de la pluie de projet pour le design des réseaux s'ajoute le choix des conditions antécédentes de précipitation. Il est en effet évident d'après les résultats fournis à la figure 5 que les conditions de saturation du sol perméable au moment d'un orage jouent un rôle important dans le calcul du débit de ruissellement. Le problème se pose seulement lors du design d'un réseau puisque pour la simulation d'un événement particulier il est possible de connaître exactement les conditions antécédentes de précipitation.

Le modèle ILLUDAS permet la simulation de quatre conditions de saturation du sol perméable décrites au tableau 1. Aux fins de design il semble tout à fait justifié de supposer des conditions antécédentes de précipitation relativement faible soit [1] ou [2]. Toutefois, il n'existe pas de règle bien établie à cet effet.

4. UTILISATION DU PROGRAMME

4.1 Codification du réseau

Un exemple de codification d'un réseau est montré à la figure 8. Le premier chiffre $^{(2-2)}$ réfère au numéro de la branche. Une branche est constituée d'une suite de tronçons et se termine lorsqu'une autre branche est croisée. Le deuxième chiffre $^{(2-2)}$ réfère au numéro du tronçon de la branche. La version originale du modèle permet la simulation de contuites circulaires ou de fossés.

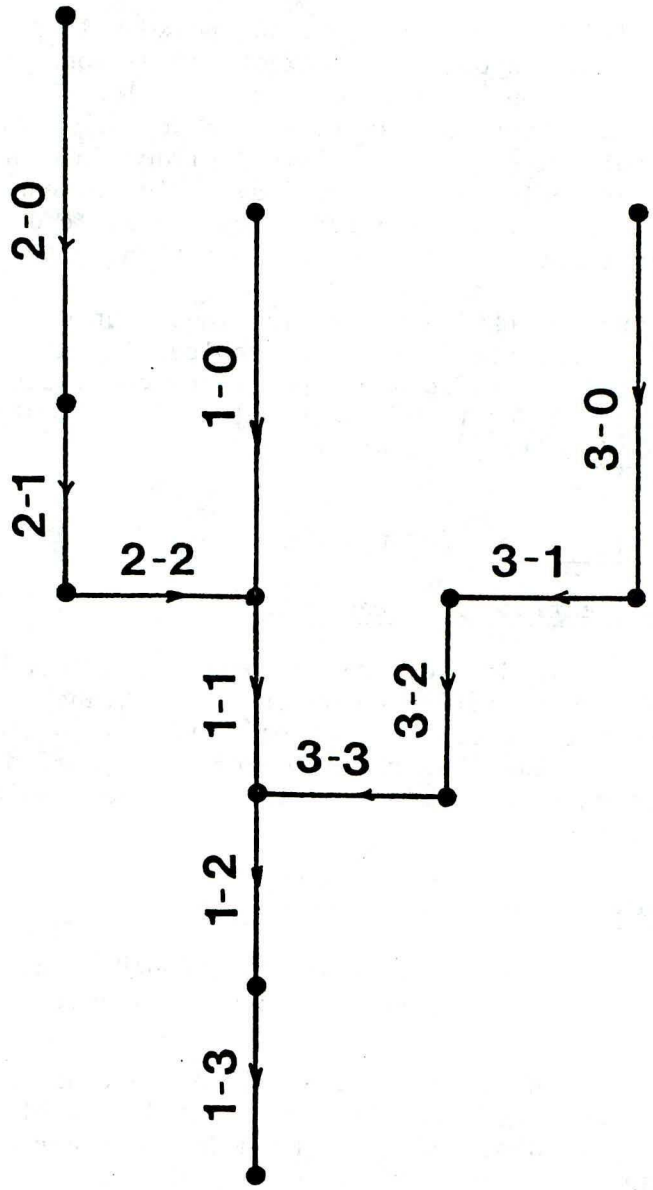
4.2 Modes d'analyse d'un tronçon

Dans cette version du modèle ILLUDAS chaque tronçon d'un réseau peut être étudié selon un des trois modes suivants:

Mode 1 - DESIGN: selon ce mode, le modèle procède au calcul du débit de ruissellement et choisi une conduite de diamètre suffisant pour véhiculer le débit généré. En mode 1 une conduite existante jugée suffisante sera conservée.

Mode 2 - EVAL: selon ce mode, le modèle simule la performance du réseau existant (conduite ou fossé). Ainsi si le débit généré est supérieur à la capacité du tronçon, tout surplus sera emmagasiné en surface pour être évacué ultérieurement au moment où le débit sera inférieur à la capacité du tronçon existant. Le volume maximal retenu et l'importance de l'emmagasinement, dans les

figure 8
codification d'un réseau



caniveaux (pouces d'eau dans les caniveaux) permet d'évaluer l'insuffisance hydraulique de chaque tronçon.

Mode 3 - GRAD: selon ce mode, le débit de ruissellement généré est véhiculé à travers le tronçon et ce, même s'il est supérieur à la capacité de la conduite existante. Le rehaussement de gradient hydraulique est alors estimé à partir du débit de pointe véhiculé. Ce mode de calcul permet d'identifier les tronçons "problèmes".

4.3 Préparation des données

4.3.1 Paramètres de contrôle

La liste des paramètres de contrôle suivants peut s'avérer fort utile pour repérer une variable rapidement. De plus, pour le nouvel utilisateur, elle constitue une référence précieuse lors de son apprentissage avec le modèle.

DESIGN: exécution en mode "DESIGN" (voir 4.2)

EVAL: exécution en mode "EVAL" (voir 4.2)

GRAD: exécution en mode "GRAD" (voir 4.2)

ITYPE: indique le genre de design utiliser par ILLUDAS pour le choix des diamètres: règle de l'art ($D_{AVAL} \geqslant D_{AMONT}$) ou design hydraulique

IROUTE: indique si le design, dans le cas d'un diamètre prévu + > que le diamètre existant se poursuit avec k diamètre existant ou prévu

ITRACE: indique si on désire faire tracer l'hydrogramme généré sur traçeuse "CALCOMP"

IDEB: indique si on désire ajouter l'hydrogramme observé en vue du tracé commandé par ITRACE ou du calcul de statistiques

HYDIM: indique si on désire l'impression des résultats propres à chaque tronçon

RAIN: indique que les pluies seront fournies par l'utilisateur

DMITCI: indique que la pluie utilisée suivra la distribution de MITCI (r = 0.5,)

HUFF: indique que les pluies seront fournies à partir de la distrition de HUFF (voir Terstriep et Stall, 1974)

IRUN: permet de spécifier un mode d'analyse particulier (DESIGN, EVAL ou GRAD) pour une conduite

QALOW: permet de limiter le débit à un tronçon

STORE: permet d'inclure un bassin de retenue à la tête d'un tronçon

HYD: indique la présence d'un hydrogramme d'apport à un tronçon

HYDIMP: indique si on désire des résultats propres à un tronçon en particulier

ICT: indique si on désire l'impression des hydrogrammes issue des SP et des SIID à chacun des tronçons

ICTP: indique si on désire l'impression des hydrogrammes issue des SP et des SIID pour un tronçon en particulier

4.3.2 Arrangement du train de cartes

Les cartes de données ont été divisées en 5 groupes:

- Titre: identification de la simulation
- Données de contrôle
- Données de précipitation
- Données relatives à chaque tronçon
- Données spéciales (optionnelles)

La figure 9 illustre l'arrangement du train

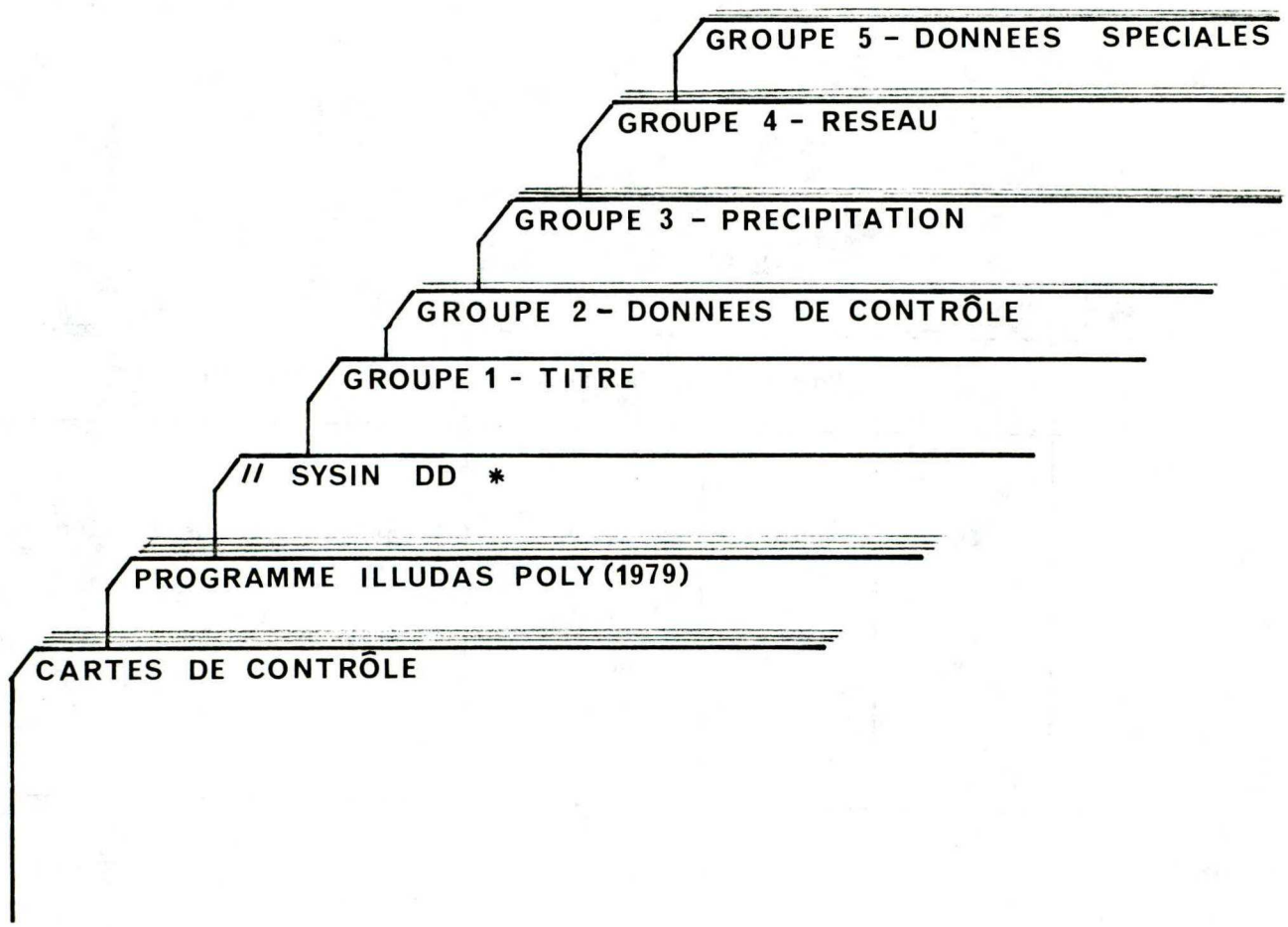


Fig. 9 ARRANGEMENT DU TRAIN DE CARTES

4.3.2.1 Groupe I: Titre

TABLEAU 3
CARTES DU GROUPE I

Cartes no	Colonnes	Format	Variable	Description
I.1	1-80	20A4	XNAME	Identification de la simulation
I.2	1-80	20A4	STORM	" "

4.3.2.2 Groupe 2: Données de contrôle

TABLEAU 4

CARTES DU GROUPE II

Cartes no	Colonnes	Format	Variable	Description
II.1	1-10	F10.0	XID	numéro de la simulation
	11-20	F10.0	DESIGN	inscrire une valeur non nulle si on désire un design
	21-30	F10.0	EVAL	inscrire une valeur non nulle si on désire une évaluation du réseau existant
	31-40	F10.0	GRAD	inscrire une valeur non nulle si on désire une évaluation du réseau existant en mode GRAD (voir sec. 4.2) conduites circulaires seulement
	41-50	F10.2	ST	heure de départ, forme (heure . minutes)
	51-55	I5	ITYPE	= 0 ; design hydraulique = 1 ; design selon les règles de l'art ($D_{AVAL} \geqslant D_{AMONT}$)
	56-60	I5	IROUTE	dans le cas d'un design où le diamètre prévu est plus grand que le diamètre existant = 0 ; utiliser diamètre prévu $\neq$ 0 ; utiliser diamètre existant
	61-65	I5	ITRACE	inscrire une valeur non nulle si on désire le tracé de l'hydrogramme sur traceur CALCOMP
	66-70	I5	IDEB	inscrire une valeur non nulle si on désire ajouter l'hydrogramme réel sur le tracé demandé par ITRACE (voir Groupe V)

Cartes no	Colonnes	Format	Variable	Description
II.1 (Suite)	71-80	F10.0	HYDIM	inscrire une valeur non nulle si on désire l'impression de tous les tronçons
II.2	1-10	F10.0	AREA	surface du bassin de drainage en acres
	11-20	F10.0	ABSTRT	hauteur d'eau retenue sur les surfaces imperméables en pouces (normalement fixée à 0.10 po)
	21.30	F10.0	DEPG	hauteur d'eau retenue sur les surfaces perméables en pouces (normalement fixée à 0.20 po)
	31-40	I10	ISOIL	groupe de sol principal du sous-bassin. Inscrire 1,2,3,4 ou 5 selon qu'il s'agisse du groupe A,B,C,D ou SWMM
	41-50	F10.0	DIMIN	diamètre de design minimal en pouces
	51-60	F10.0	RUFFN	coefficient de Manning pour le design de nouvelles conduites
	61-70	I10	JSOIL	nombre de sols auxquels des modifications doivent être apportées
	71-75	I5	ICT	inscrire une valeur non nulle si on désire l'impression des hydrogrammes de SIDD et SP pour tous les tronçons

Changement de la courbe d'infiltration (optionnelle) voir JSOIL				
Cartes no	Colonnes	Format	Variable	Description
II.3	1	I1	NSOIL	no du sol devant être modifié
	2-10	F9.0	FOCH	taux initial d'ilfiltration (po/h)
	11-20	F10.0	FOCH	taux final d'infiltration (po/h)
	21-30	F10.0	AKCH	constante K (h^{-1})
	31-40	F10.0	F1	volume d'emmagasinement disponible (s) en pouces selon les conditions antécédentes de pluie 1,2,3 ou 4
	41-50	F10.0	F2	
	51-60	F10.0	F3	
	61-70	F10.0	F4	

Note: Répéter cette carte autant de fois qu'il y a de sols à modifier (JSOIL)

N'indiquer que les valeurs à modifier, un champ blanc conservera la valeur originale correspondante.

4.3.2.3 Groupe III: Données de précipitation

TABLEAU 5
CARTES DU GROUPE III

Cartes no	Colonnes	Format	Variable	Description
III.1	1-10	F10.0	RAIN*	inscrire une valeur non nulle si on désire fournir l'hyétogramme (option 1)
	11-20	I10	NPL	nombre d'hyétogrammes qui seront fournis, maximum de 6 (6 max.) (option 1)
	21-30	F10.0	DELT	pas de temps - utiliser en min. [DELT = 5 min lorsque DMITCI ≠0] (option 1,2)
	31-40	F10.0	DMITCI*	inscrire une valeur non nulle si on désire la distribution de MITCI (voir sec.4.3.1) (option 3)
	41-50	F10.0	AMC	conditions antécédentes de précipitation (1,2,3 ou 4, voir sec. 2.2.2) (option 1,2,3)
	51-60	F10.0	TRAIN	pluie totale en pouces (option 2)
	61-70	F10.0	HUFF*	inscrire une valeur non nulle si on désire utiliser la distribution de HUFF (option 2)
	71-80	F10.0	DURA	durée totale de la précipitation en minutes (option 2)

* Seulement une de ces options peut être choisie par simulation.

Cartes no	Colonnes	Format	Variable	Description
III.2	Nécessaire seulement si RAIN $\neq 0$			
	1-10	I10	NRI	nombre d'éléments de pluie composant cet hyétogramme
	11-20	F10.0	PLUIE (1,1)	premier élément de l'hyétogramme en pouces
	21-30	F10.0	PLUIE (1,2)	deuxième élément
	31-40	F10.0	PLUIE (1,3)	troisième élément
	71-80	F10.0	PLUIE (1,7)	septième élément
III.3 (si nécessaire)	1-10	F10.0	PLUIE (1,8)	huitième élément
	61-70	F10.0	PLUIE (1,14)	quatorzième élément
III.3 + n (au besoin)	... - ...	F10.0	PLUIE (1,NRI)	dernier élément du premier hyétogramme
III.4 + n	1-10	I10	NRI	etc.

Note: Si NPL >| inscrire de la même façon les NRI éléments de chaque hyétogramme.

L'ordre d'apparition des hyétogrammes à l'intérieur du train de cartes détermine leur numérotation.

4.3.2.4 Groupe IV: Données relatives au réseau

TABLEAU 6

CARTES DU GROUPE IV

Cartes no	Colonnes	Format	Variable	Description
IV.1	1-3	F3.0	BRAN	numéro de la branche
	4-6	F3.0	REACH	numéro du tronçon
	7-9	F3.0	ENDBR	numéro de la branche terminale
	10-12	F3.0	CONBR	numéro de la branche qui se continue
	13-15	I3	IRUN	= 1,2 ou 3 selon que l'on désire un mode DESIGN, EVAL ou GRAD. Pour ce tronçon, si IRUN = 0, mode sera établi par les données de contrôle du groupe II.
	16-20	F5.0	DIST	longueur du tronçon en pieds
	21-25	F5.0	SLP	pente de la conduite en %
	26-30	F5.0	RUFF	coefficient de Manning de la conduite ou du canal. Dans le cas d'un design RUFFN, (groupe II.2) sera utilisé.
	31	I1	ISECT	= 1,2, ou 3 pour une section circulaire, rectangulaire ou trapézoïdale. Dans le cas d'un design, ne n'en inscrire: section circulaire.
	32-35	F4.0	DIAM	diamètre de la conduite existante en pouces
	36-40	F5.0	HR	hauteur de la section trapézoïdale ou rectangulaire en pieds

Cartes no	Colonnes	Format	Variable	Description
IV.1 (suite)	41-45	F5.0	WR	largeur à la base de la section trapézoïdale ou rectangulaire en pieds
	46-50	F5.0	SS	pente latérale de la section trapézoïdale en pied vertical par pied horizontal
	51-55	F5.0	QALOW	débit maximal pouvant être véhiculé dans le tronçon en pi^3/s
	56-60	F5.0	FREQR	numéro de l'hyétogramme propre à ce tronçon (1 par défaut) (utiliser si option = 1 cf carte III.1)
	61-65	F5.0	STORE	volume du bassin de retenue à l'amont du tronçon en 1000 pieds cubes
	66-68	A3	END	inscrire END pour le dernier tronçon du bassin
	69-70	I2	HYD	inscrire une valeur non nulle si un hydrogramme d'apport doit être considéré à ce tronçon
	71-75	I5	HYDIMP	inscrire une valeur non nulle si l'usager désire l'impression du tronçon (négliger si HYDIM ≠0, groupe II)
	76-80	I5	ICTP	inscrire une valeur non nulle si on désire l'impression des hydrogrammes des SIDD et SP (négliger si ICTP ≠0, groupe II)

Cartes no	Colonnes	Format	Variable	Description
IV.2	Cette carte n'est pas nécessaire dans le cas d'un noeud- i.e. lorsque ENDBR ou CONBR sont différents de zéro.			
	1-3	F3.0	CBRAN	répéter le numéro de la branche
	4-6	F3.0	CREACH	répéter le numéro du tronçon REACH
	7-15	F9.0	BA	surface totale du sous-bassin en acres
	16-20	F5.0	CPA	surface imperméable directement drainée (SIDD) en acres
	21-25	F5.0	PCPA	% du sous-bassin en SIDD
	26-30	F5.0	SPA	surface imperméable indirecte-ment drainée (SIID) en acres
	31-35	F5.0	PSPA	% du sous-bassin en SIID
	36-40	F5.0	PENT	temps d'entrée des SIDD en minutes (négliger si PL et PS sont différents de zéro)
	41-45	F5.0	PL	longueur du parcours de drainage des SIDD en pieds
	46-50	F5.0	PS	pente en % du parcours de drainage PL
	51-55	F5.0	CGA	surface perméable drainée (SP) en acres
	56-60	F5.0	PCGA	% du sous-bassin en SP
	61-65	F5.0	GENT	temps d'entrée des SP en minutes (négliger si GL et GS sont différents de zéro)
	66-70	F5.0	GL	longueur en pieds du parcours de drainage sur les surfaces perméables

Cartes no	Colonnes	Format	Variable	Description
IV.2 (suite)	71-75	F5.0	GS	pente en % du parcours de drainage GL
	76-77	I2	IGROUP	groupe de sol auquel appartient ce sous-bassin si différent de ISOIL
	Note: utiliser		CPA ou PCPA SPA ou PSPA PENT ou PL et PS CGA ou PCGA GENT ou GL et GS	
IV.3	Carte optionnelle, à utiliser seulement si HYD ≠0 groupe IV.2			
	1-10	I10	US(501)	nombre d'éléments de l'hydrogramme d'apport
	11-20	F10.0	US(1)	premier élément de l'hydrogramme d'apport
	21-30	F10.0	US(2)	deuxième élément
	71-80	F10.0	US(7)	septième élément
IV.4	1-10	F10.0	US(8)	huitième élément
	61-70	F10.0	US(14)	quatorzième élément (7 éléments par carte, nombre de cartes au besoin)
IV.4 + n	...-...	F10.0	US US(501)	dernier élément

4.3.2.5 Groupe V: Données spéciales (optionnelles)

TABLEAU 7
CARTES DU GROUPE V

Cartes no	Colonnes	Format	Variable	Description
V.1	Carte optionnelle à utiliser si IDEB ≠0 cf. Carte II.1			
	1-10	I10	K	nombre d'éléments de l'hydrogramme mesure
	11-20	F10.0	DEBR(1)	premièr élément de l'hydrogramme mesure
	21-30	F10.0	DEBR(2)	deuxième élément
	71-80	F10.0	DEBR(7)	septième élément
V.2	1-10	F10.0	DEBR(8)	huitième élément
	61-70	F10.0	DEBR(14)	quatorzième élément
	Répéter la carte (V.2) au besoin			
V.2 + n	...-...	F10.0	DEBR(K)	dernier élément

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME (1975) - "Engineering Field Manual for Conservation Practices." U.S. Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, Washington, D.C.

BRANDSTETTER, A. (1976) - "An Assessment of Mathematical Models for Storm and Combined Sewer Management." MERL, Office of Research and Development, EPA-600/2-76-175a, Cincinnati, Ohio.

BRANDSTETTER, A.; FIELD, R.; TORNO, H.C. (1976) - "Evaluation of Mathematical Models for the Simulation of Time-varying Runoff" tiré de Proceedings of the Conference on Environmental Modeling and Simulation, avril 19-22, 1976, EPA - 600/9-76-016, Cincinnati, Ohio.

CHOW, Ven Te (1964) - "Handbook of Applied Hydrology", McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, N.Y.

IZZARD, C.F. (1946) - "Hydraulics of Runoff from Developped Surfaces", Proceedings 26th Annual Meeting, Highway Research Board, 26; 129-146.

HOLTAN, H.N. (1961) - "A Concept for Infiltration Estimate in Watershed Engineering", USDA Agricultural Research Series, ARS 41-51, octobre.

HUBER, W.C.; HEANEY, J.P.; MEDINA, M.A.; PELTZ, W.A.; SHEIKH, H. et SMITH, G.F. (1975) - "Storm Water Management Model Users Manual - Version II, EPA-670/2-75-017, mars.

JAMES F. MacLAREN LTD. (1975) - "Review of Canadian Design Practice and Comparison of Urban Hydrologic Models", Canada Ontario Agreement on Great Lakes Water Quality, Research Report No. 26, octobre.

MARSALEK, J. (1977) - "Malvern Urban Test Catchment, Volume 1", Canada Ontario Agreement on Great Lakes Water Quality, Research Report No. 57.

MARSALEK, J. (1977) - "Comparison of Runoff simulations for Actual and Synthetic Storms", Storm Water Management Modeler, 3-4 novembre.

McPHERSON, M.B. (1977) - "The Design Storm Concept", Storm Water Management Modeler, 3-4 novembre.

PATRY, G. (1979) - Etude des réseaux de ruissellement à l'aide du modèle ILLUDAS. Deuxième colloque sur le drainage urbain, AQTE, 2 mars, 42 pages.

PATRY, G. et RAYMOND, L. (1978) - "Simulation du ruissellement en milieu urbain. Le modèle ILLUDAS: présentation du modèle." Eau du Québec, 11:4, 280-290.

PATRY, G. et RAYMOND, L. (1979) - "Version modifiée du modèle ILLUDAS appliquée au bassin MALVERN". Eau du Québec 12:2, 97-104.

PROCTOR & REDFREN Limited; JAMES F. MacLAREN LIMITED (1976) - "Storm Water Management Model Study, Volume 1 Final Report", Canada Ontario Agreement on Great Lakes Water Quality, Research Report No. 47, septembre.

STALL, J.B.; TERSTRIEP, M.L. (1972) - "Storm Sewer Design: An Evaluation of the RRL Method", U.S. EPA, Technology Series, EPA-R2-72-068, Washington, D.C.

TERSTRIEP, M.L.; STALL J.B. (1969) - "Urban Runoff by the Road Research Laboratory Method", ASCE Journal of Hydraulic Division, 95: HY6, 1809-1834.

TERSTRIEP, M.L.; STALL J.B. (1974) - "The Illinois Urban Drainage Area Simulator", Illinois State Water Survey, ISWS-74-BUL58, Illinois.

TORNO, H.C. (1975) - "Storm Water Management Models", tiré de Urban Runoff Quantity and Quality, Proceedings of a Research Conference, Franklin Pierce College, August 11-16, 1974, ASCE Urban Water Resources Research Council, N.Y.

WATKINS, L.H. (1962) - "The Design of Urban Sewer Systems", Transport and Road Research Technology Paper No. 55. Department of the Environment, London.

ANNEXE A

CALCUL DE L'HYETOGRAMME SYNTHETIQUE

ANNEXE A

Calcul de l'hyétogramme synthétique

L'hyétogramme synthétique est construit à partir des courbes d'intensité - durée - fréquence. Ainsi, d'une façon générale la courbe d'I-D-F peut être représentée par:

$$i_{moy} = \frac{a}{(t_d + b)^c}$$

où i_{moy} = intensité moyenne de la précipitation en po/h

t_d = durée de la précipitation en minutes

a,b,c = constantes

Si r représente le rapport entre la durée avant l'intensité maximale (t_b) et la durée totale de la précipitation (t_d), on peut alors écrire:

$$t_b = r\, t_d$$

$$t_a = (1-r)\, t_d$$

où t_b est mesuré de l'intensité maximale vers la gauche et t_a de l'intensité maximale vers la droite tel que montré à la figure 4. MacLaren (1974) démontre que l'intensité de la précipitation avant et après l'intensité maximale est donné par les expressions suivantes (voir figure 7):

$$i_b = \frac{a\left[(1-c)\,\frac{t_b}{r} + b\right]}{\left[\frac{t_b}{r} + b\right]^{1+c}}$$

et

$$i_a = \frac{a\left[(1-c)\,\frac{t_a}{1-r} + b\right]}{\left[\frac{t_a}{1-r} + b\right]^{1+c}}$$

Le calcul de l'hyétogramme est réalisé comme suit (voir figure 7):

a) choisir un pas de temps Δt approprié

b) calculer l'intensité maximale pour le pas de temps Δt:

$$i_p = \frac{a}{(\Delta t + b)^c}$$

Distribuer cette intensité maximale autour du pic de façon à respecter $r\Delta t$ avant le pic $(1-r)\,\Delta t$ après le pic.

c) les points additionnels vers la droite sont calculés à partir de l'équation suivante:

$$y\Delta t = \left[\frac{a\,t_{a2}}{\left(b + \frac{t_{a2}}{(1-r)}\right)^c}\right] - \left[\frac{a\,t_{a1}}{\left(b + \frac{t_{a1}}{(1-r)}\right)^c}\right]$$

où y = intensité de la précipitation entre les temps t_{a1} et t_{a2}

t_{a1} = temps correspondant au début du pas de temps, mesuré depuis le pic (t=0)

$t_{a2} = t_{a1} + \Delta t$ = temps correspondant à la fin du pas de

d) les points additionnels vers la gauche sont calculés comme suit:

$$y\Delta t = \left[\frac{a\ t_{b2}}{\left(b + \frac{t_{b2}}{r}\right)^c}\right] - \left[\frac{a\ t_{b1}}{\left(b + \frac{t_{b1}}{r}\right)^c}\right]$$

où t_{b1} = temps correspondant au début du pas de temps, mesuré depuis le pic

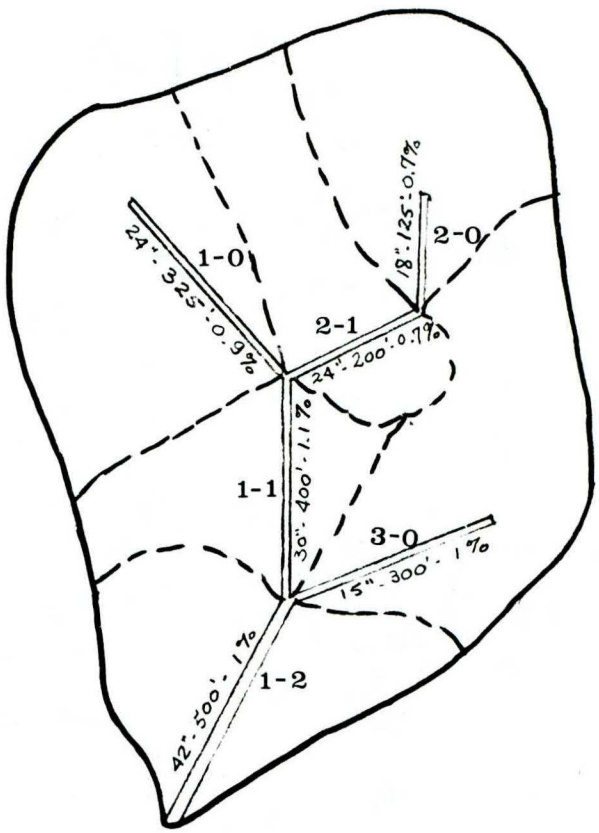
$t_{b2} = t_{b1} + \Delta t$ = temps correspondant à la fin du pas de temps

ANNEXE B

E X E M P L E S

EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE EVALUATION

```
    1                   1                   12.00                                   1
  142.9       0.02        0.184          4      12.0       0.013          1
     1          1          5.0                    1
    12       0.000       0.007       0.020      0.026      0.080      0.018      0.040
  0.020      0.010       0.007       0.004      0.000
1   0                 325 0.9 0.0131  24
1   0      29.1 19.1                        10              10              75    1
2   0                 125 0.7 0.0131  13
2   0      17.8        50.                          100  2.0        50.      75    1
2   1                 200 0.7 0.0131  24
2   1      12.4  5.0                          8              4.4             75    1
       2   1
1   1                 400 1.1 0.0131  30
1   1      30.8 20.0                          150  3.0 10.5                  75    1
3   0                 300 1.0 0.0131  15
3   0      13.6 10.0                          7              3.8             75    1
       3   1
1   2                 500 1.0 0.0131  42                                    END
1   2      39.4 14.2                          120  2.0 12.6                  200   1.5
```



EXEMPLE

ILLUDAS ** ILLINOIS STATE WATER SURVEY **
ILLUDAS REVISE POLYTECHNIQUE 6 AOUT 1979

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE EVALUATION

NUMERO DE L'ESSAI:: 1

SUPERFICIE DU BASSIN 142.9 ACRES

DELTA DE TEMPS 5.0 MINUTES

GROUPE DE SOL 4

CONDITIONS ANTECEDENTES DE PLUIE 1

PLUIE RETENUE PAR LES SURFACES IMPERMEABLES 0.02 POUCES

PLUIE RETENUE PAR LES SURFACES PERMEABLES 0.18 POUCES

COEFFICIENT DE MANNING (DESIGN) 0.013

DESIGN HYDRAULIQUE (0) ; DIA. AVAL >= DIA. AMONT (1) = 0

TYPE DE ROUTING= 0

PRECIPITATION EN POUCES

PLUIE NO.	DUREE (MIN)	PLUIE TOTALE (PO.)
1	55.0	0.23

12.00	0.0	12.05	0.007	12.10	0.020	12.15	0.026	12.20	0.080
12.25	0.018	12.30	0.040	12.35	0.020	12.40	0.010	12.45	0.007
12.50	0.004	12.55	0.0						

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE EVALUATION

TRONCON 1- 0 SCL: 4 MODE: 2 PLUIE NO. 1
****

SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES

	AU TRONCON	CUMULATIVES
IMPERMEABLES D.R.	19.10	19.10
IMPERMEABLES I.R.	0.0	0.0
PERMEABLES	10.00	10.00
NON DRAINEES	0.0	0.0
TOTALES	29.10	29.10

TEMPS D'ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES= 10.00 MINUTES

HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.80	12.15	3.78	12.20	12.15
12.25	11.23	12.30	6.65	12.35	6.68	12.40	3.44	12.45	1.95
12.50	1.26	12.55	0.46	13.00	0.0	13.05	0.0		

HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON: 24. POUCES

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.53	12.15	2.95	12.20	10.90
12.25	12.16	12.30	6.97	12.35	6.64	12.40	4.28	12.45	1.95
12.50	1.49	12.55	0.65	13.00	0.09	13.05	0.0		

B	T	LONGUEUR PI.	PENTE %	N	DIA PO.	CAPAC PCS	VITESSE PI/S	DESIGN PCS	ENTREE PCS	RETENT PI.CU.	S DEM
1.	0.	325.	0.90	0.013	24.	21.43	6.83	0.0		0.0	0
								12.15	12.1	0.0	

VOLUME ACCUMULABLE DANS LES RUES 44365.8 PI.CU.

HAUTEUR D'EAU
0.0 POUCES DANS LES RUES
0.0 POUCES DANS L'EMPRISE

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE EVALUATION

TRONCON 2- 0 SOL: 4 MODE: 2 PLUIE NO. 1
****

SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES

	AU TRONCON	CUMULATIVES
IMPERMEABLES D.R.	8.90	8.90
IMPERMEABLES I.R.	0.0	0.0
PERMEABLES	8.90	8.90
NON DRAINEES	0.00	0.00
TOTALES	17.80	17.80

TEMPS D'ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES= 2.40 MINUTES

HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.75	12.15	2.78	12.20	8.54
12.25	1.92	12.30	4.27	12.35	2.14	12.40	1.07	12.45	0.75
12.50	0.43	12.55	0.0						

HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON: 18. POUCES

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.59	12.15	2.58	12.20	8.03
12.25	3.08	12.30	3.11	12.35	3.28	12.40	0.42	12.45	1.21
12.50	0.20	12.55	0.22	13.00	0.0				

B	T	LONGUEUR PI.	PENTE %	N	DIA PO.	CAPAC PCS	VITESSE PI/S	DESIGN PCS	ENTREE PCS	RETENT PI.CU.	S DEM
2.	0.	125.	0.70	0.013	18.	8.77	4.97	0.0		0.0	0
								8.54	8.5	0.0	

VOLUME ACCUMULABLE DANS LES RUES 27137.9 PI.CU.

HAUTEUR D'EAU
0.0 POUCES DANS LES RUES
0.0 POUCES DANS L'EMPRISE

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE EVALUATION

TRONCON 2- 1 SOL: 4 MODE: 2 PLUIE NO. 1
****

SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES

	AU TRONCON	CUMULATIVES
IMPERMEABLES C.R.	8.00	16.90
IMPERMEABLES I.R.	0.0	0.0
PERMEABLES	4.40	13.30
NON DRAINEES	0.0	0.00
TOTALES	12.40	30.20

TEMPS D'ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES= 8.00 MINUTES

HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.42	12.15	1.81	12.20	5.74
12.25	3.96	12.30	3.05	12.35	2.64	12.40	1.32	12.45	0.78
12.50	0.49	12.55	0.14	13.00	0.0				

HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON: 24. POUCES

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.75	12.15	3.79	12.20	12.84
12.25	8.66	12.30	5.14	12.35	6.66	12.40	1.95	12.45	1.82
12.50	1.12	12.55	0.25	13.00	0.15	13.05	0.0		

B	T	LONGUEUR PI.	PENTE %	N	DIA PO.	CAPAC PCS	VITESSE PI/S	DESIGN PCS	ENTREE PCS	RETENT PI.CU.	S DEM
2.	1.	200.	0.70	0.013	24.	18.90	6.02	0.0		0.0	0
								13.76	5.7	0.0	

VOLUME ACCUMULABLE DANS LES RUES 18905.0 PI.CU.

HAUTEUR D'EAU
0.0 POUCES DANS LES RUES
0.0 POUCES DANS L'EMPRISE

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE EVALUATION

TRONCON 1- 1 SOL: 4 MODE: 2 PLUIE NO. 1
****

SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES

	AU TRONCON	CUMULATIVES
IMPERMEABLES D.R.	20.00	56.00
IMPERMEABLES I.R.	0.0	0.0
PERMEABLES	10.60	33.90
NON DRAINEES	-0.00	0.00
TOTALES	30.60	89.90

TEMPS D'ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES= 2.49 MINUTES

HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	1.68	12.15	6.24	12.20	19.20
12.25	4.32	12.30	9.60	12.35	4.80	12.40	2.40	12.45	1.68
12.50	0.96	12.55	0.0						

HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON: 30. POUCES

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	1.99	12.15	10.84	12.20	38.69
12.25	31.16	12.30	18.49	12.35	20.82	12.40	8.74	12.45	6.18
12.50	3.74	12.55	1.72	13.00	0.18	13.05	0.10	13.10	0.0

B	T	LONGUEUR PI.	PENTE %	N	DIA PO.	CAPAC PCS	VITESSE PI/S	DESIGN PCS	ENTREE PCS	RETENT PI.CU.	S DEM
1.	1.	400.	1.10	0.013	30.	42.96	8.76	0.0		0.0	0
								42.94	19.2	0.0	

VOLUME ACCUMULABLE DANS LES RUES 46052.7 PI.CU.

HAUTEUR D'EAU
0.0 POUCES DANS LES RUES
0.0 POUCES DANS L'EMPRISE

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE EVALUATION

TRONCON 3- 0 SOL: 4 MODE: 2 PLUIE NO. 1
****

SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES

	AU TRONCON	CUMULATIVES
IMPERMEABLES D.R.	10.00	10.00
IMPERMEABLES I.R.	0.0	0.0
PERMEABLES	3.60	3.60
NON DRAINEES	0.0	0.0
TOTALES	13.60	13.60

TEMPS D'ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES= 7.00 MINUTES

HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.60	12.15	2.47	12.20	7.75
12.25	4.29	12.30	4.05	12.35	3.09	12.40	1.54	12.45	0.94
12.50	0.58	12.55	0.14	13.00	0.0				

HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON: 15. POUCES

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.37	12.15	2.03	12.20	6.45
12.25	6.14	12.30	3.19	12.35	3.77	12.40	1.52	12.45	1.11
12.50	0.62	12.55	0.30	13.00	0.01	13.05	0.0		

B	T	LONGUEUR PI.	PENTE %	N	DIA PC.	CAPAC PCS	VITESSE PI/S	DESIGN PCS	ENTREE PCS	RETENT PI.CU.	S DEM
3.	0.	300.	1.00	0.013	15.	6.45	5.26	0.0		0.0	0
								7.75	7.7	0.0	

VOLUME ACCUMULABLE DANS LES RUES 20734.6 PI.CU.

HAUTEUR D'EAU
0.0 POUCES DANS LES RUES
0.0 POUCES DANS L'EMPRISE

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE EVALUATION

TRONCON 1- 2 SOL: 4 MODE: 2 PLUIE NO. 1
****

SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES

	AU TRONCON	CUMULATIVES
IMPERMEABLES D.R.	14.20	80.20
IMPERMEABLES I.R.	0.0	0.0
PERMEABLES	12.60	50.10
NON DRAINEES	12.60	12.60
TOTALES	39.40	142.90

TEMPS D'ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES= 2.48 MINUTES

HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	1.19	12.15	4.43	12.20	13.63
12.25	3.07	12.30	6.82	12.35	3.41	12.40	1.70	12.45	1.19
12.50	0.68	12.55	0.0						

HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON: 42. POUCES

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	2.35	12.15	13.40	12.20	52.40
12.25	47.83	12.30	26.29	12.35	29.41	12.40	14.79	12.45	8.24
12.50	6.29	12.55	2.64	13.00	0.60	13.05	0.0	13.10	0.0

B	T	LONGUEUR PI.	PENTE %	N	DIA PO.	CAPAC PCS	VITESSE PI/S	DESIGN PCS	ENTREE PCS		RETENT PI.CU.	S DEM
1.	2.	500.	1.00	0.013	42.	100.48	10.45	0.0			0.0	0
								58.77	13.6		0.0	

VOLUME ACCUMULABLE DANS LES RUES 60069.2 PI.CU.

HAUTEUR D'EAU
0.0 POUCES DANS LES RUES
0.0 POUCES DANS L'EMPRISE

VOLUME A L'EXUTOIRE= 61273.PI.CU.

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE DESIGN

```
    1          1                                  12.00                                    1
  142.9       0.02       0.184          4         12.0       0.013              1
    1          1          5.0                       1
   12        0.000      0.007      0.020      0.026      0.080      0.018      0.040
0.020        0.010      0.007      0.004      0.000
1  0             325 0.9 0.0131  24
1  0      29.1 19.1                    10              10              75    1
2  0             125 0.7 0.0131  18
2  0      17.8   50.                                100  2.0        50.    75    1
2  1             200 0.7 0.0131  24
2  1      12.4  8.0                     8                   4.4              75    1
     2  1
1  1             400 1.1 0.0131  30
1  1      30.6 20.0                                  150  3.0 10.6              75    1
3  0             300 1.0 0.0131  15
3  0      13.6 10.0                     7                   3.6              75    1
     3  1
1  2             500 1.0 0.0131  42                                          END
1  2      39.4 14.2                                  120  2.0 12.6             200  1.5
```

ILLUDAS ** ILLINOIS STATE WATER SURVEY **
ILLUDAS REVISE POLYTECHNIQUE 6 AOUT 1979

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE DESIGN

NUMERO DE L'ESSAI:: 1

SUPERFICIE DU BASSIN 142.9 ACRES

DELTA DE TEMPS 5.0 MINUTES

GROUPE DE SOL 4

CONDITIONS ANTECEDENTES DE PLUIE 1

PLUIE RETENUE PAR LES SURFACES IMPERMEABLES 0.02 POUCES

PLUIE RETENUE PAR LES SURFACES PERMEABLES 0.18 POUCES

COEFFICIENT DE MANNING (DESIGN) 0.013

DESIGN HYDRAULIQUE (0) ; DIA. AVAL >= DIA. AMONT (1) = 0

TYPE DE ROUTING= 0

PRECIPITATION EN POUCES

PLUIE NO.	DUREE (MIN)	PLUIE TOTALE (PO.)
1	55.0	0.23

12.00	0.0	12.05	0.007	12.10	0.020	12.15	0.026	12.20	0.080
12.25	0.018	12.30	0.040	12.35	0.020	12.40	0.010	12.45	0.007
12.50	0.004	12.55	0.0						

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE DESIGN

TRONCON 1- 0 SOL: 4 MODE: 1 PLUIE NO. 1
****

SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES

	AU TRONCON	CUMULATIVES
IMPERMEABLES D.R.	19.10	19.10
IMPERMEABLES I.R.	0.0	0.0
PERMEABLES	10.00	10.00
NON DRAINEES	0.0	0.0
TOTALES	29.10	29.10

TEMPS D'ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES= 10.00 MINUTES

HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.80	12.15	3.78	12.20	12.15
12.25	11.23	12.30	6.65	12.35	6.88	12.40	3.44	12.45	1.95
12.50	1.26	12.55	0.46	13.00	0.0	13.05	0.0		

HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON: 21. POUCES

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.53	12.15	2.95	12.20	10.90
12.25	12.16	12.30	6.97	12.35	6.64	12.40	4.28	12.45	1.95
12.50	1.49	12.55	0.65	13.00	0.09	13.05	0.0		

B	T	LONGUEUR PI.	PENTE %	N	DIA PO.	CAPAC PCS	VITESSE PI/S	DESIGN PCS	ENTREE PCS	RETENT PI.CU.	DE
1.	0.	325.	0.90	0.013	24.	21.43	6.83	0.0		0.0	
DIAM. NECESSAIRE=			0.90	0.013	21.	15.02	6.24	12.15	12.15	0.0	

CONDUITE EXISTANTE SUFFISANTE

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE DESIGN

TRONCON 2- 0 SOL: 4 MODE: 1 PLUIE NO. 1
****

SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES

	AU TRONCON	CUMULATIVES
IMPERMEABLES D.R.	8.90	8.90
IMPERMEABLES I.R.	0.0	0.0
PERMEABLES	8.90	8.90
NON DRAINEES	0.00	0.00
TOTALES	17.80	17.80

TEMPS D'ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES= 2.40 MINUTES

HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.75	12.15	2.73	12.20	8.54
12.25	1.92	12.30	4.27	12.35	2.14	12.40	1.07	12.45	0.75
12.50	0.43	12.55	0.0						

HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON: 18. POUCES

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.59	12.15	2.58	12.20	8.03
12.25	3.08	12.30	3.11	12.35	3.28	12.40	0.42	12.45	1.21
12.50	0.20	12.55	0.22	13.00	0.0				

B	T	LONGUEUR PI.	PENTE %	N	DIA PO.	CAPAC PCS	VITESSE PI/S	DESIGN PCS	ENTREE PCS	RETENT PI.CU.	S DEM
2.	0.	125.	0.70	0.013	18.	8.77	4.97	0.0		0.0	0
DIAM. NECESSAIRE=			0.70	0.013	18.	8.78	4.97	8.54	8.54	0.0	

CONDUITE EXISTANTE SUFFISANTE

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE DESIGN

TRONCON 2- 1 SOL: 4 MODE: 1 PLUIE NO. 1
****

SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES

	AU TRONCON	CUMULATIVES
IMPERMEABLES D.R.	8.00	16.90
IMPERMEABLES I.R.	0.0	0.0
PERMEABLES	4.40	13.30
NON DRAINEES	0.0	0.00
TOTALES	12.40	30.20

TEMPS D'ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES= 8.00 MINUTES

HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.42	12.15	1.81	12.20	5.74
12.25	3.96	12.30	3.05	12.35	2.64	12.40	1.32	12.45	0.78
12.50	0.49	12.55	0.14	13.00	0.0				

HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON: 24. POUCES

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.75	12.15	3.79	12.20	12.84
12.25	8.66	12.30	5.14	12.35	6.66	12.40	1.95	12.45	1.82
12.50	1.12	12.55	0.25	13.00	0.15	13.05	0.0		

B	T	LONGUEUR PI.	PENTE %	N	DIA PO.	CAPAC PCS	VITESSE PI/S	DESIGN PCS	ENTREE PCS	RETENT PI.CU.	S DEM
2.	1.	200.	0.70	0.013	24.	18.90	6.02	0.0		0.0	0
DIAM. NECESSAIRE=			0.70	0.013	24.	18.91	6.02	13.76	5.74	0.0	

CONDUITE EXISTANTE SUFFISANTE

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE DESIGN

TRONCON 1- 1 SOL: 4 MODE: 1 PLUIE NO. 1
****

SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES

	AU TRONCON	CUMULATIVES
IMPERMEABLES D.R.	20.00	56.00
IMPERMEABLES I.R.	0.0	0.0
PERMEABLES	10.60	33.90
NON DRAINEES	-0.00	0.00
TOTALES	30.60	89.90

TEMPS D'ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES= 2.49 MINUTES

HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	1.68	12.15	6.24	12.20	19.20
12.25	4.32	12.30	9.60	12.35	4.80	12.40	2.40	12.45	1.68
12.50	0.96	12.55	0.0						

HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON: 30. POUCES

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	1.99	12.15	10.84	12.20	38.69
12.25	31.16	12.30	18.49	12.35	20.82	12.40	8.74	12.45	6.18
12.50	3.74	12.55	1.72	13.00	0.18	13.05	0.10	13.10	0.0

B	T	LONGUEUR PI.	PENTE %	N	DIA PO.	CAPAC PCS	VITESSE PI/S	DESIGN PCS	ENTREE PCS	RETENT PI.CU.	S DEM
1.	1.	400.	1.10	0.013	30.	42.96	8.76	0.0		0.0	0
DIAM. NECESSAIRE=			1.10	0.013	30.	42.99	8.76	42.94	19.20	0.0	

CONDUITE EXISTANTE SUFFISANTE

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE DESIGN

TRONCON 3- 0 SOL: 4 MODE: 1 PLUIE NO. 1
****

SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES

	AU TRONCON	CUMULATIVES
IMPERMEABLES D.R.	10.00	10.00
IMPERMEABLES I.R.	0.0	0.0
PERMEABLES	3.60	3.60
NON DRAINEES	0.0	0.0
TOTALES	13.60	13.60

TEMPS D'ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES= 7.00 MINUTES

HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.60	12.15	2.47	12.20	7.75
12.25	4.29	12.30	4.05	12.35	3.09	12.40	1.54	12.45	0.94
12.50	0.58	12.55	0.14	13.00	0.0				

HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON: 18. POUCES

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	0.39	12.15	1.98	12.20	6.95
12.25	5.47	12.30	3.39	12.35	3.67	12.40	1.58	12.45	1.09
12.50	0.66	12.55	0.27	13.00	0.0				

B	T	LONGUEUR PI.	PENTE %	N	DIA PO.	CAPAC PCS	VITESSE PI/S	DESIGN PCS	ENTREE PCS	RETENT PI.CU.	S DEM
3.	0.	300.	1.00	0.013	15.	6.45	5.26	0.0		0.0	0
DIAM. NECESSAIRE=			1.00	0.013	18.	10.49	5.94	7.75	7.75	0.0	

MANUEL DE L'UTILISATEUR ILLUDAS POLYTECHNIQUE
EXEMPLE NO.1 UTILISANT LE MODE DESIGN

TRONCON 1- 2 SOL: 4 MODE: 1 PLUIE NO. 1
****

SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES

	AU TRONCON	CUMULATIVES
IMPERMEABLES D.R.	14.20	80.20
IMPERMEABLES I.R.	0.0	0.0
PERMEABLES	12.60	50.10
NON DRAINEES	12.60	12.60
TOTALES	39.40	142.90

TEMPS D'ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES= 2.48 MINUTES

HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	1.19	12.15	4.43	12.20	13.63
12.25	3.07	12.30	6.82	12.35	3.41	12.40	1.70	12.45	1.19
12.50	0.68	12.55	0.0						

HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON: 36. POUCES

12.00	0.0	12.05	0.0	12.10	2.36	12.15	13.37	12.20	52.77
12.25	47.45	12.30	26.14	12.35	29.58	12.40	14.67	12.45	8.32
12.50	6.27	12.55	2.65	13.00	0.57	13.05	0.0	13.10	0.0

B	T	LONGUEUR PI.	PENTE %	N	DIA PO.	CAPAC PCS	VITESSE PI/S	DESIGN PCS	ENTREE PCS	RETENT PI.CU.	S DEM
1.	2.	500.	1.00	0.013	42.	100.48	10.45	0.0		0.0	0
DIAM. NECESSAIRE=			1.00	0.013	36.	66.65	9.43	59.27	13.63	0.0	

CONDUITE EXISTANTE SUFFISANTE

VOLUME A L'EXUTOIRE= 61245.PI.CU.

ANNEXE C

P R O G R A M M E

```
C       ILLUDAS -- THE ILLINOIS URBAN DRAINAGE AREA SIMULATOR                  00000010
C                  ILLINOIS STATE WATER SURVEY                                 00000020
C                                                                              00000030
C                                                                              00000040
      DIMENSION A(100),AR(500),GAD(500),SOIL(5,7)                              00000050
      DIMENSION GASR(500),GGR(500),GR(500),PQ(10),PV(10),Q(7,505)              00000060
      DIMENSION Q2ST(2,10),RI(500),RR(500),STORM(20),XNAME(20)                 00000070
      DIMENSION TEMPS(500),HIMP(500),US(501),PLUIE(6,502),TRA(6)               00000080
      DIMENSION IPERM(50,2),DEBR(500)                                          00000090
      REAL *4 KIF                                                              00000100
      DATA MAXA/50/,PQ/.10,.20,.30,.40,.50,.60,.70,.80,.90,1.00/,PV/.16,00000110
     *.27,.35,.43,.50,.58,.65,.71,.80,1.00/,IB/1/,                            00000120
     *END/'END'/,STOP/'STOP'/,PREDI/12.0/                                      00000130
      PRINT 20                                                                 00000140
20    FORMAT('1    ILLUDAS ** ILLINOIS STATE WATER SURVEY ** ',/,              00000150
     *'     ILLUDAS REVISE POLYTECHNIQUE 6 AOUT 1979')                        00000160
      LT=5                                                                     00000170
      IW=6                                                                     00000180
      GO TO 35                                                                 00000190
30    CONTINUE                                                                 00000200
      PRINT 31                                                                 00000210
31    FORMAT('1')                                                              00000220
35    READ(LT,40,END=105)XNAME,STORM                                           00000230
40    FORMAT(20A4)                                                             00000240
      PRINT 50,XNAME,STORM                                                     00000250
50    FORMAT( ///,20A4,/,20A4,//)                                              00000260
      READ(LT,60) XID,DESIN,EVAL,GRAD,ST,ITYPE,IROUTE,ITRACE,IDEB ,HYDIM00000270
60    FORMAT(4F10.0,F10.2,4I5,F10.2)                                           00000280
      ST=INT(ST)*60.0+100.0*(ST-INT(ST))                                       00000290
      READ(LT,70) AREA,ABSTRT,DEPG,ISOIL,DIMIN,RUFFN,JSOIL,ICT                00000300
70    FORMAT(3F10.0,I10,2F10.0,I10,I5)                                         00000310
C     PRINT 7, AREA,ABSTRT,DEPG,ISOIL,DIMIN,RUFFN                              00000320
80    FORMAT(3F12.3,I10,2F12.3)                                                00000330
      CALL DSOIL(SOIL)                                                         00000340
      IF(JSOIL.EQ.0) GO TO 85                                                  00000350
      DO 83 I=1,JSOIL                                                          00000360
      READ(LT,82) NSOIL,FOCH,FCCH,AKCH,F1,F2,F3,F4                             00000370
   82 FORMAT(I1,F9.0,6F10.0)                                                   00000380
      IF(FOCH.NE.0.0) SOIL(NSOIL,1)=FOCH                                       00000390
      IF(FCCH.NE.0.0) SOIL(NSOIL,2)=FCCH                                       00000400
      IF(AKCH.NE.0.0) SOIL(NSOIL,3)=AKCH                                       00000410
      IF(F1.NE.0.0) SOIL(NSOIL,4)=F1                                           00000420
      IF(F2.NE.0.0) SOIL(NSOIL,5)=F2                                           00000430
      IF(F3.NE.0.0) SOIL(NSOIL,6)=F3                                           00000440
      IF(F4.NE.0.0) SOIL(NSOIL,7)=F4                                           00000450
   83 CONTINUE                                                                 00000460
   85 CONTINUE                                                                 00000461
      READ(LT,90) RAIN,NPL,DELT,DMITCI,AMC,TRAIN,HUFF,DURA                     00000470
90    FORMAT(F10.0,I10,6F10.0)                                                 00000480
C     PRINT 21,RAIN,XRI,DELT,HUFF,DURA,FREQ,TRAIN,AMC                          00000490
100   FORMAT(8F12.4)                                                           00000500
      IF((DESIN.NE.0.AND.EVAL.NE.0).OR.(DESIN.NE.0.AND.GRAD.NE.0).OR.(EV00000510
     *AL.NE.0.AND.GRAD.NE.0)) GO TO 110                                        00000520
      IF(DESIN.EQ.0.AND.EVAL.EQ.0.AND.GRAD.EQ.0) GO TO 150                     00000530
      IF(DESIN.NE.0) GO TO 130                                                 00000540
      IF(EVAL.NE.0) GO TO 140                                                  00000550
      IRUNB=3                                                                  00000560
      GO TO 170                                                                00000570
108   CONTINUE                                                                 00000580
      DO 95 I=1,50                                                             00000590
      IF(IPERM(I,1).EQ.0) GO TO 96                                             00000600
```

```
   95 CONTINUE                                                          00000610
   96 IDERN=I-1                                                         00000620
      IF(IDERN.EQ.0) GO TO 99                                           00000630
      PRINT 97,((IPERM(L,K),K=1,2),L=1,IDERN)                           00000640
   97 FORMAT(///,5X,'HYDROGRAMME DE SURFACE PERMEABLE GENERE POUR LES TR00000650
     *CNCONS',//,5X,(8(2I3,3X)),/)                                      00000660
   99 CONTINUE                                                          00000670
      IF(ITRACE.EQ.0.AND.IDEB.EQ.0) GO TO 30                            00000680
      DO 107 I=1,499                                                    00000690
      US(I)=Q(IB,I)                                                     00000700
107   CONTINUE                                                          00000710
      US(500)=LAST                                                      00000720
      IF(IDEB.EQ.0) GO TO 101                                           00000730
      READ(LT,102) K,(DEBR(J),J=1,K)                                    00000740
  102 FORMAT(I10,(7F10.0))                                              00000750
      DEBR(500)=K                                                       00000760
      CALL STAT(US,DEBR,DELT)                                           00000770
 101  CONTINUE                                                          00000780
      IF(ITRACE.EQ.0) GO TO 30                                          00000790
      CALL TRAKI(US,LAST,TEMPS,PLUIE,NPL,IDEB,LT,DELT,XID,DEBR)         00000800
      GO TO 30                                                          00000810
105   CONTINUE                                                          00000820
      PRINT 106                                                         00000830
106   FORMAT(' CE TRAVAIL EST TERMINE')                                 00000840
      STOP                                                              00000850
110   PRINT 120                                                         00000860
120   FORMAT(' LE DESIGN ET L''EVALUATION ONT ETE SPECIFIES.',/,'LE DES100000870
     *GN EST UTILISE',/)                                                00000880
130   IRUNB=1                                                           00000890
      GO TO 170                                                         00000900
140   IRUNB=2                                                           00000910
      GO TO 170                                                         00000920
150   PRINT 160                                                         00000930
160   FORMAT(' NI LE DESIGN, NI L''EVALUATION N''ONT ETE SPECIFIES.',/,'00000940
     * LE DESIGN EST UTILISE',/)                                        00000950
      IRUNB=1                                                           00000960
170   CONTINUE                                                          00000970
      IMC=AMC                                                           00000980
      IID=XID                                                           00000990
      IF((HUFF.GT.0.AND.RAIN.GT.0).OR.(HUFF.GT.0.AND.DMITCI.GT.0).OR.(RA00001000
     *IN.GT.0.AND.DMITCI.GT.0)) GO TO 190                               00001010
      IF(RAIN.EQ.0.AND.HUFF.EQ.0.AND.DMITCI.EQ.0) GO TO 205             00001020
      IF(RAIN.NE.0) GO TO 179                                           00001030
      IF(DMITCI.NE.0) GO TO 210                                         00001040
      CALL RHUFF(TRAIN,DURA,DELT,RR,NRI)                                00001050
      GO TO 212                                                         00001060
179   DO 185 I=1,NPL                                                   00001070
      READ(LT,180) K,(PLUIE(I,J),J=1,K)                                 00001080
180   FORMAT(I10,7(F10.0))                                              00001090
      PLUIE(I,501)=I                                                    00001100
      PLUIE(I,502)=K                                                    00001110
185   CONTINUE                                                          00001120
      DO 187 I=1,NPL                                                    00001130
      TRA(I)=0.0                                                        00001140
      J=PLUIE(I,502)                                                    00001150
      DO  187 K=1,J                                                     00001160
      TRA(I)=TRA(I)+PLUIE(I,K)                                          00001170
187   CONTINUE                                                          00001180
      IF(NPL.NE.1) GO TO 220                                            00001190
      DO 188 I=1,J                                                      00001200
      RR(I)=PLUIE(1,I)                                                  00001210
```

```
188   CONTINUE                                                          00001220
      TRAIN=TRA(1)                                                      00001230
      NRI=PLUIE(1,502)                                                  00001240
      GO TO 220                                                         00001250
190   PRINT 200                                                         00001260
200   FORMAT(' HYETOGRAMME FOURNI OU MITCI 10 ANS ? ')                  00001270
      GO TO 1950                                                        00001280
205   PRINT 206                                                         00001290
206   FORMAT(' AUCUN CAS DE PLUIE SPECIFIE. MITCI 10 ANS ASSUME',/)     00001300
210   CONTINUE                                                          00001310
      PRINT 211                                                         00001320
 211  FORMAT(' LA DISTRIBUTION DE MITCI EST UTILISEE',                  00001330
     1'UNE FOIS DANS 10 ANS, 60 MINUTES')                               00001340
C     DISTRIBUTION DE MITCI 10 ANS                                      00001350
      NPL=1                                                             00001360
      NRI=14                                                            00001370
      DURA=65                                                           00001380
      TRAIN=1.48                                                        00001390
      RR(1)=0.0                                                         00001400
      RR(2)=0.0231                                                      00001410
      RR(3)=0.031                                                       00001420
      RR(4) =0.0436                                                     00001430
      RR(5)=0.0659                                                      00001440
      RR(6)=0.1114                                                      00001450
      RR(7)=0.2287                                                      00001460
      RR(8)=0.4737                                                      00001470
      RR(9)=RR(7)                                                       00001480
      RR(10)=RR(6)                                                      00001490
      RR(11)=RR(5)                                                      00001500
      RR(12)=RR(4)                                                      00001510
      RR(13)=RR(3)                                                      00001520
      RR(14)=RR(2)                                                      00001530
      DELT=5.0                                                          00001540
      I=NPL                                                             00001550
212   CONTINUE                                                          00001560
      PLUIE(I,501)=1                                                    00001570
      PLUIE(I,502)=NRI                                                  00001580
      I=NRI                                                             00001590
      DO 215 J=1,I                                                      00001600
      PLUIE(1,J)=RR(J)                                                  00001610
215   CONTINUE                                                          00001620
  220 CONTINUE                                                          00001630
      PRINT 225,IID                                                     00001640
225   FORMAT(5X,'NUMERO DE L''ESSAI::',I5,//)                           00001650
      PRINT 230,AREA                                                    00001660
  230 FORMAT(5X,'SUPERFICIE DU BASSIN',F8.1,4X,'ACRES',/)               00001670
      PRINT 232,DELT                                                    00001680
  232 FORMAT(5X,'DELTA DE TEMPS',F8.1,4X,'MINUTES',/)                   00001690
      PRINT 234,ISOIL                                                   00001700
  234 FORMAT(5X,'GROUPE DE SOL',I5,/)                                   00001710
      PRINT 245,IMC                                                     00001720
  245 FORMAT(5X,'CONDITIONS ANTECEDENTES DE PLUIE',I5,/)                00001730
      PRINT 250,ABSTRT                                                  00001740
  250 FORMAT(5X,'PLUIE RETENUE PAR LES SURFACES IMPERMEABLES',F8.2,4X,'P00001750
     *OUCES',/)                                                         00001760
      PRINT 255,DEPG                                                    00001770
  255 FORMAT(5X,'PLUIE RETENUE PAR LES SURFACES PERMEABLES',F8.2,4X,'PO00001780
     *CES',/)                                                           00001790
      PRINT 260,RUFFN                                                   00001800
  260 FORMAT(5X,'COEFFICIENT DE MANNING (DESIGN)',F8.3,/)               00001810
      PRINT 265,ITYPE                                                   00001820
```

```
  265 FORMAT(5X,'DESIGN HYDRAULIQUE (0) ; DIA. AVAL >= DIA. AMONT (1) ='00001830
     *,I5,/)                                                            00001840
      PRINT 270,IROUTE                                                  00001850
270   FORMAT(5X,'TYPE DE ROUTING=',I5,/)                                00001860
      DO 271 I=1,500                                                    00001870
      CALL HEURE(ST,DELT,HR,I)                                          00001880
      TEMPS(I)=HR                                                       00001890
  271 CONTINUE                                                          00001900
      PRINT 272                                                         00001910
  272 FORMAT(5X,'PRECIPITATION EN POUCES')                              00001920
      DO 300 I=1,NPL                                                    00001930
      DURA=(PLUIE(I,502)-1)*DELT                                        00001940
      K=PLUIE(I,502)                                                    00001950
      PRINT 280,I,DURA,TRA(I)                                           00001960
280   FORMAT(//,10X,'PLUIE NO.',10X,'DUREE (MIN)',10X,'PLUIE TOTALE (PO.00001970
     *)',//,12X,I3,14X,F6.1,20X,F8.2,//)                                00001980
      PRINT 290,(TEMPS(J),PLUIE(I,J),J=1,K)                             00001990
290   FORMAT(5(2X,F5.2,2X,F5.3))                                        00002000
      PRINT 295                                                         00002010
295   FORMAT(//)                                                        00002020
300   CONTINUE                                                          00002030
      PRED1=DTMIN                                                       00002040
      DELTAT=DELT/60.0                                                  00002050
      NEND=0                                                            00002060
      DO 330 L=1,500                                                    00002070
      QR(L)=0.0                                                         00002080
330   CONTINUE                                                          00002090
      DO 340 N1=1,5                                                     00002100
      DO 340 N2=1,6                                                     00002110
      Q(N2,N1+500)=0.0                                                  00002120
  340 CONTINUE                                                          00002130
      ILL=0                                                             00002140
      DO 345 I=1,50                                                     00002150
      IPERM(I,1)=0                                                      00002160
  345 CONTINUE                                                          00002170
350   CONTINUE                                                          00002180
      VOL=0                                                             00002190
      OUTLET=0                                                          00002200
      SURMAX=0                                                          00002210
      SMX=0                                                             00002220
      READ(LT,360)BRAN,REACH,ENDBR,CONBR,IRUN,DIST,SLP,RUFF,ISECT,DIAM,H00002230
     *R,WR,SS,QALOW,FREQR,STORE,TEST,HYD,HYDIMP,ICTP                    00002240
360   FORMAT(4F3.0,I3,3F5.0,I1,F4.0,6F5.0,1A3,I2,I5,I5)                 00002250
366   IF(IRUN.NE.0) GO TO 370                                           00002260
      IRUN=IRUNB                                                        00002270
370   CONTINUE                                                          00002280
      IF(ENDBR.NE.0)GO TO 1790                                          00002290
      READ(LT,380)CBRAN,CREACH,BA,CPA,PCPA,SPA,PSPA,PENT,PL,PS,CGA,PCGA,00002300
     *GENT,GL,GS,IGROUP                                                 00002310
380   FORMAT(2F3.0,F9.0,F5.0,F5.0,F5.0,F5.0,4F5.C,F5.0,3F5.C,I2,3X)     00002320
C     PRINT 6, BRAN,REACH,ENDBR,CONBR,DIST,SLP,RUFF,ISECT,DIAM,HR,WR,   00002330
C    1SS,FREQR,STORE,HYD                                                00002340
390   FORMAT(7F8.3,I3,6F8.3,I3)                                         00002350
      IF(HYD) 388,388,386                                               00002360
386   READ(LT,387) I,(US(J),J=1,I)                                      00002370
387   FORMAT(I10,7(F10.2))                                              00002380
      US(501)=I                                                         00002390
388   CONTINUE                                                          00002400
C     PRINT 5, CBRAN,CREACH,BA,CPA,PCPA,SPA,PSPA,PENT,PL,PS,CGA,PCGA,   00002410
C    1GENT,GL,GS,IGROUP                                                 00002420
400   FORMAT(15F8.3,I5)                                                 00002430
```

```
      IF(IGROUP.EQ.0) IGROUP=ISOIL                                      00002440
      IF(FREQR.EQ.0) GO TO 405                                          00002450
      IPLU=FREQR                                                        00002460
      GO TO 408                                                         00002470
405   IPLU=1                                                            00002480
408   CONTINUE                                                          00002490
      IBR=BRAN                                                          00002500
      IRE=REACH                                                         00002510
      IF(HYDIM.EQ.0.AND.HYDIMP.EQ.0.AND.TEST.NE.END) GO TO 411          00002520
      PRINT 406,XNAME,STORM                                             00002530
406   FORMAT('1',//,5X,20A4,/,5X,20A4,///)                              00002540
      PRINT 410,IBR,IRE,IGROUP,IRUN,IPLU                                00002550
410   FORMAT(    5X,'TRONCON',I3,'-',I3,10X,'SOL:',I4,4X,'MODE:',I4,4X, 00002560
     *'PLUIE NO.',I4,/,5X,17('*'),//)                                   00002570
  411 CONTINUE                                                          00002580
      IF(NPL.EQ.1) GO TO 440                                            00002590
      TRAIN=TRA(IPLU)                                                   00002600
      NRI=PLUIE(IPLU,502)                                               00002610
      DO 409 J=1,NRI                                                    00002620
      RR(J)=PLUIE(IPLU,J)                                               00002630
409   CONTINUE                                                          00002640
440   CONTINUE                                                          00002650
      IF(CPA.NE.0.0)GO TO 450                                           00002660
      CPA=BA*PCPA*0.01                                                  00002670
450   IF(SPA.NE.0.0)GO TO 460                                           00002680
      SPA=BA*PSPA*0.01                                                  00002690
460   IF(CGA.NE.0.0)GO TO 470                                           00002700
      CGA=BA*PCGA*0.01                                                  00002710
470   IF(PENT+PL.EQ.0.0)GO TO 480                                       00002720
      IF(PENT.NE.0.0)GO TO 480                                          00002730
      IF(CPA.EQ.0.0)GO TO 480                                           00002740
      CALL PAVENT(PENT,PL,PS,CPA)                                       00002750
480   CONTINUE                                                          00002760
      CALL CAPAC(ISECT,DIAM,HR,WR,SS,SLP,RUFF,ECAP,EVEL,EA,PERI)        00002770
490   CONTINUE                                                          00002780
      IF(BRAN.EQ.0.0)GO TO 500                                          00002790
      IF(CPA+CGA+SPA)990,990,530                                        00002800
500   CONTINUE                                                          00002810
      IF(ENDBR.EQ.0.0)GO TO 510                                         00002820
C  LABEL 600 IS FOR A CONFLUENCE                                        00002830
      GO TO 1790                                                        00002840
510   PRINT 520                                                         00002850
520   FORMAT(' LA BRANCHE ET LA BRANCHE TERMINALE SONT NULLES',/)       00002860
      GO TO 1930                                                        00002870
530   IF(CPA)540,540,560                                                00002880
540   DO 550 N=1,500                                                    00002890
      GR(N)=0.0                                                         00002900
550   CONTINUE                                                          00002910
      GO TO 670                                                         00002920
560   CALL TIMEA(A,PENT,DELT,NAI,MAXA,CPA)                              00002930
570   CONTINUE                                                          00002940
      DO 580 N=1,NRI                                                    00002950
      RI(N)=RR(N)                                                       00002960
580   CONTINUE                                                          00002970
      CALL INTEN(RI,ABSTRT,NRI,DELTAT)                                  00002980
590   CONTINUE                                                          00002990
C                                                                       00003000
C     COMPUTE GROSS PAVED AREA HYDROGRAPH                               00003010
      NEND=NRI+NAI-1                                                    00003020
      INEND=NEND                                                        00003030
      DO 600 J=1,500                                                    00003040
```

```
600   GR(J)=0                                                          00003050
      DO 620 L=1,NRI                                                   00003060
      N=L-1                                                            00003070
      DO 610 J=1,NAI                                                   00003080
      N=N+1                                                            00003090
      DGR=RI(L)*A(J)                                                   00003100
      GR(N)=GR(N)+DGR                                                  00003110
610   CONTINUE                                                         00003120
620   CONTINUE                                                         00003130
      DO 630 I=1,NEND                                                  00003140
      HIMP(I)=GR(I)                                                    00003150
630   CONTINUE                                                         00003160
660   IF(CGA)950,950,670                                               00003170
670   CONTINUE                                                         00003180
      FO=SOIL(IGROUP,1)                                                00003190
      FC=SOIL(IGROUP,2)                                                00003200
      KIF=SOIL(IGROUP,3)                                               00003210
      FI=SOIL(IGROUP,3+IMC)                                            00003220
C     PRINT 406, NRI,IGROUP,IMC,CGA,SPA,DELTAT,DEPG,GL,GS,FI,FO,FC     00003230
730   FORMAT ( 315,9F8.3)                                              00003240
C     PRINT 407,(RR(J),J=1,NRI)                                        00003250
740   FORMAT (10F10.3)                                                 00003260
      DO 750 I=1,NRI,1                                                 00003270
      AR(I)=RR(I)*(CGA+SPA)/CGA                                        00003280
  750  CONTINUE                                                        00003290
      CALL SUPPLY (AR,DELTAT,FC,FI,FO,GASR,KIF,NRI,DEPG,NGSR,SGASR)    00003300
760   CONTINUE                                                         00003310
      IF(NGSR)950,950,770                                              00003320
770   CONTINUE                                                         00003330
C     PRINT 461, (GASR(I),I=1,NGSR,1)                                  00003340
780   FORMAT (10F10.3)                                                 00003350
C     PRINT 462, SGASR                                                 00003360
790   FORMAT (' GASR TOTAL ',F8.3 )                                    00003370
800   CONTINUE                                                         00003380
      IF(GENT+GL.EQ.0.0)GO TO 810                                      00003390
      IF(GENT.NE.0.0) GENT=GENT+PENT                                   00003400
      IF(GENT.NE.0.0)GO TO 830                                         00003410
      CALL GRENT(GENT,CGA,GL,GS,PENT)                                  00003420
      GO TO 830                                                        00003430
810   GENT=20.0                                                        00003440
      PRINT 820                                                        00003450
820   FORMAT(' TEMPS D''ENTREE DES SURFACES PERMEABLES = 20 MIN',/,' AME00003460
     *LIOREZ LA QUALITE DE VOS DONNEES',/)                             00003470
      GO TO 830                                                        00003480
830   CONTINUE                                                         00003490
      CALL TIMEA(GAD,GENT,DELT,NGAI,MAXA,CGA)                          00003500
840   CONTINUE                                                         00003510
      NGEND=NGAI+NGSR-1                                                00003520
      DO 850 J=1,500                                                   00003530
850   GGR(J)=0.0                                                       00003540
      DO 870 L=1,NGSR                                                  00003550
      N=L-1                                                            00003560
      DO 860 J=1,NGAI                                                  00003570
      N=N+1                                                            00003580
      GDGR=GASR(L)*GAD(J)                                              00003590
      GGR(N)=GGR(N)+GDGR                                               00003600
860   CONTINUE                                                         00003610
870   CONTINUE                                                         00003620
      DO 880 I=1,50                                                    00003630
      IF(IPERM(I,1).EQ.0) GO TO 890                                    00003640
  880 CONTINUE                                                         00003650
```

```
  890 IPERM(I,1)=BRAN                                                    00003660
      IPERM(I,2)=REACH                                                   00003670
  910 IF(NGEND-NEND)930,930,920                                          00003680
  920 NEND=NGEND                                                         00003690
  930 DO 940 I=1,NEND                                                    00003700
      GR(I)=GR(I)+GGR(I)                                                 00003710
  940 CONTINUE                                                           00003720
  950 CONTINUE                                                           00003730
C     PRINT 59,CPA,CGA,SPA,PENT,GENT                                     00003740
  960 FORMAT(5F10.4)                                                     00003750
      GRPK = GR(1)                                                       00003760
      DO 980 J=2,NEND                                                    00003770
      IF(GRPK-GR(J))970,980,980                                          00003780
  970 GRPK = GR(J)                                                       00003790
  980 CONTINUE                                                           00003800
      PKIN=GRPK                                                          00003810
      LAST=NEND                                                          00003820
C  TEST FOR MID BRANCH (421)  OR INITIAL (426)                           00003830
      IF(REACH.NE.0.0)GO TO 1010                                         00003840
      GO TO 1140                                                         00003850
C                                                                        00003860
C  FOR AREA =0 IN MID BRANCH                                             00003870
  990 DO 1000 J=1,500                                                    00003880
      GR(J)=0.0                                                          00003890
 1000 CONTINUE                                                           00003900
      GRPK=0.0                                                           00003910
      PKIN=0.0                                                           00003920
      IF(REACH.EQ.0) GO TO 1140                                          00003930
      GO TO 1010                                                         00003940
C                                                                        00003950
C  COMBINE PREVIOUS ROUTED HYDROGRAPH WITH NEW GROSS HYDROGRAPH          00003960
 1010 CONTINUE                                                           00003970
      DO 1020 M=1,6                                                      00003980
      IF(Q(M,501).EQ.BRAN)GO TO 1040                                     00003990
 1020 CONTINUE                                                           00004000
      PRINT 1030                                                         00004010
 1030 FORMAT( ' L''HYDROGRAMME AMONT EST INTROUVABLE, VERIFIEZ L''ORDRE  00004020
     *DE VOS DONNEES.',/)                                                00004030
      GO TO 1930                                                         00004040
 1040 IB=M                                                               00004050
      GRPK = 0                                                           00004060
      PKUS=0.0                                                           00004070
      IF(HYD.EQ.0) GO TO 1045                                            00004080
      N=US(501)                                                          00004090
      DO 1041 I=1,N                                                      00004100
      Q(IB,I)=Q(IB,I)+US(I)                                              00004110
 1041 CONTINUE                                                           00004120
 1045 CONTINUE                                                           00004130
      DO 1070 N=1,500                                                    00004140
      IF(PKUS.LT.Q(IB,N)) PKUS=Q(IB,N)                                   00004150
      GR(N)=GR(N)+Q(IB,N)                                                00004160
      IF(GRPK-GR(N))1050,1060,1060                                       00004170
 1050 GRPK=GR(N)                                                         00004180
 1060 CONTINUE                                                           00004190
 1070 CONTINUE                                                           00004200
      Q(IB,502)=Q(IB,502)+BA                                             00004210
      Q(IB,503)=Q(IB,503)+CPA                                            00004220
      Q(IB,504)=Q(IB,504)+SPA                                            00004230
      Q(IB,505)=Q(IB,505)+CGA                                            00004240
      GO TO 1201                                                         00004250
 1075 CONTINUE                                                           00004260
```

```
      IF(DIAM) 1080,1080,1090                                          00004270
1080  IF(ITYPE.EQ.1) GO TO 1085                                        00004280
      TDIAM=DIMIN                                                      00004290
      GO TO 1210                                                       00004300
1085  TDIAM=PRED1                                                      00004310
      GO TO 1210                                                       00004320
1090  IF(IRUN.EQ.1) GO TO 1100                                         00004330
      TDIAM=DIAM                                                       00004340
      GO TO 1210                                                       00004350
1100  IF(ITYPE.EQ.1) GO TO 1110                                        00004360
      TDIAM=DIMIN                                                      00004370
      GO TO 1210                                                       00004380
1110  TDIAM=PRED1                                                      00004390
      GO TO 1210                                                       00004400
1140  CONTINUE                                                         00004410
      IF(DIAM) 1150,1150,1160                                          00004420
1150  TDIAM=DIMIN                                                      00004430
      GO TO 1170                                                       00004440
1160  IF(IRUN.EQ.1) GO TO 1165                                         00004450
      TDIAM=DIAM                                                       00004460
      GO TO 1170                                                       00004470
1165  TDIAM=DIMIN                                                      00004480
1170  DO 1180 M=1,6                                                    00004490
      IF(Q(M,501).EQ.0.0)GO TO 1200                                    00004500
1180  CONTINUE                                                         00004510
      PRINT 1190                                                       00004520
1190  FORMAT(' NO BRANCHES ARE FREE')                                  00004530
      GO TO 1930                                                       00004540
1200  IB=M                                                             00004550
      IF(HYD) 12008,12008,12001                                        00004560
12001 I=US(501)                                                        00004570
      PKUS=0                                                           00004580
      DO 12003 J=1,I                                                   00004590
      GR(J)=GR(J)+US(J)                                                00004600
      IF(US(J).LT.PKUS) GO TO 12003                                    00004610
      PKUS=US(J)                                                       00004620
12003 CONTINUE                                                         00004630
      GO TO 12009                                                      00004640
12008 PKUS=0.0                                                         00004650
12009 Q(IB,501)=BRAN                                                   00004660
      Q(IB,502)=BA                                                     00004670
      Q(IB,503)=CPA                                                    00004680
      Q(IB,504)=SPA                                                    00004690
      Q(IB,505)=CGA                                                    00004700
1201  CONTINUE                                                         00004710
      IF(HYDIM.EQ.0.AND.HYDIMP.EQ.0.AND.TEST.NE.END) GO TO 12095       00004720
      PRINT 1203                                                       00004730
 1203 FORMAT(5X,'SUPERFICIES TRIBUTAIRES EN ACRES',//,33X,'AU TRONCON',T00004740
     *55,'CUMULATIVES')                                                00004750
      PRINT 1205,CPA,Q(IB,503)                                         00004760
 1205 FORMAT(5X,'IMPERMEABLES D.R.',11X,F8.2,16X,F8.2)                 00004770
      PRINT 1206,SPA,Q(IB,504)                                         00004780
 1206 FORMAT(5X,'IMPERMEABLES I.R.',11X,F8.2,16X,F8.2)                 00004790
      PRINT 1207,CGA,Q(IB,505)                                         00004800
 1207 FORMAT(5X,'PERMEABLES',18X,F8.2,16X,F8.2)                        00004810
      SND=BA-CPA-SPA-CGA                                               00004820
      SNDT=Q(IB,502)-Q(IB,503)-Q(IB,504)-Q(IB,505)                     00004830
      PRINT 1208,SND,SNDT                                              00004840
 1208 FORMAT(5X,'NON DRAINEES',16X,F8.2,16X,F8.2)                      00004850
      PRINT 1209,BA,Q(IB,502)                                          00004860
1209  FORMAT(5X,'TOTALES',21X,F8.2,16X,F8.2,//)                        00004870
```

```
12095 CONTINUE                                                          00004880
      IF(REACH.NE.0) GO TO 1075                                         00004890
      GO TO 1210                                                        00004900
C                                                                       00004910
C  FIND GROSS HYDROGRAPH PEAK                                           00004920
1210  GRPK =GR(1)                                                       00004930
      DO 1230 J=2,500                                                   00004940
      IF(GRPK-GR(J))1220,1230,1230                                      00004950
1220  GRPK=GR(J)                                                        00004960
1230  CONTINUE                                                          00004970
      PKDES=GRPK                                                        00004980
      DO 1250 I=1,2                                                     00004990
      DO 1240 J=1,10                                                    00005000
      Q2ST(I,J) = 0.0                                                   00005010
1240  CONTINUE                                                          00005020
1250  CONTINUE                                                          00005030
      IF(STORE.EQ.0.0)GO TO 1280                                        00005040
      IF(QALOW.EQ.0.0)GO TO 1310                                        00005050
1260  PRINT 1270                                                        00005060
1270  FORMAT(' RESERVE ET LIMITE SPECIFIES. RESERVE UTILISEE.',/)       00005070
      QALOW=0.0                                                         00005080
      GO TO 1310                                                        00005090
1280  IF(QALOW.EQ.0.0)GO TO 1340                                        00005100
      IF(QALOW-GRPK)1290,1340,1340                                      00005110
1290  CALL LIMITQ(GR,GRPK,LAST,QALOW,DELT,BRAN,REACH,VOL)               00005120
1300  CONTINUE                                                          00005130
      GO TO 1320                                                        00005140
1310  CALL DETEN(GR,GRPK,LAST,STORE,DELT,BRAN,REACH,VOL)                00005150
1320  CONTINUE                                                          00005160
      OUTLET=GRPK                                                       00005170
      SMX=STORE*1000.0                                                  00005180
C     PRINT 903,BRAN,REACH,SMX,GRPK,VOL                                 00005190
1330  FORMAT(F8.0,F4.0,'  FOR A',F13.0,' CU FT BASIN -- OUTLET =',      00005200
     *F7.1,' CFS ---  VOLUME = ', F12.1 )                               00005210
1340  GO TO (1350,1380,1380),IRUN                                       00005220
1350  QFB=0.0081*TDIAM*TDIAM/RUFFN*(TDIAM/48.0)**.667*(SLP/100.0)**.50  00005230
      IF(QFB-GRPK)1360,1370,1370                                        00005240
1360  TDIAM=TDIAM+3.0                                                   00005250
      IF(TDIAM.LE.30) GO TO 1350                                        00005260
      TDIAM=TDIAM+3.0                                                   00005270
      GO TO 1350                                                        00005280
1370  CONTINUE                                                          00005290
      IF(ITYPE.EQ.0) GO TO 1372                                         00005300
      DIAR=TDIAM                                                        00005310
      GO TO 1375                                                        00005320
1372  IF(TDIAM.LE.DIAM) GO TO 1374                                      00005330
      DIAR=TDIAM                                                        00005340
      GO TO 1375                                                        00005350
1374  DIAR=DIAM                                                         00005360
1375  QFB=.0081*DIAR**2/RUFFN*(DIAR/48)**.667*(SLP/100)**0.5            00005370
      CSA=3.14159*DIAR**2/576                                           00005380
      SFB=CSA*DIST                                                      00005390
      VFB=QFB/CSA                                                       00005400
      IF(VFB.LT.15) GO TO 1465                                          00005410
      SLP=SLP*0.9                                                       00005420
      GO TO 1350                                                        00005430
1380  GO TO (1450,1390,1410),ISECT                                      00005440
1390  CALL RECTAN(WR,HR,DIST,RUFF,GRPK,SLP,DELT,Q2ST)                   00005450
1400  CONTINUE                                                          00005460
      GO TO 1490                                                        00005470
1410  DEPTH = 0                                                         00005480
```

```
      SUMAX=0                                                          00005490
      CALL TRAPA (GR,SS,DIST,ROFF,GRPK,SLP,DELT,Q2ST,DEPTH)            00005500
1420  CONTINUE                                                         00005510
      GO TO 1430                                                       00005520
1430  CALL RCUTE(GR,Q2ST,Q,IB,LAST,GRPK)                               00005530
1440  CONTINUE                                                         00005540
      GO TO 1510                                                       00005550
C  COMPUTE QFB AND SFB                                                 00005560
1450  QFB=0.0081*TDIAM*TDIAM/ROFF*(TDIAM/48.0)**.667*(SLP/100.0)**.50  00005570
1460  CSA=3.1416*TDIAM*TDIAM/576.0                                     00005580
      DIAM=DIAM                                                        00005590
      SFB=CSA*DIST                                                     00005600
      VFB=QFB/CSA                                                      00005610
1465  CONTINUE                                                         00005620
C                                                                      00005630
C  STORE PROPER Q VS Q+ IS/DELT  CURVE                                 00005640
      DO 1470 J=1,10                                                   00005650
      Q2ST(1,J)=PQ(J)*QFB                                              00005660
1470  Q2ST(2,J)=Q2ST(1,J)+(2.0*PV(J)*SFB/(DELT*60.0))                  00005670
1480  CONTINUE                                                         00005680
1490  CALL RCUTCL (GR,Q2ST,Q,IB,LAST,GRPK,DELT,SUMAX,PKDES,IRUN)       00005690
1500  CONTINUE                                                         00005700
      DEPTH=0.0                                                        00005710
1510  CONTINUE                                                         00005720
      IF(HYDIM.EQ.0.AND.HYDIMP.EQ.0.AND.TEST.NE.END) GO TO 1521        00005730
      IF(PENT.EQ.0) GO TO 15125                                        00005740
      IF(ICT.EQ.0.AND.ICTP.EQ.0) GO TO 15122                           00005750
      PRINT 1511,PENT                                                  00005760
1511  FORMAT(5X,'TEMPS D''ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES=',F8.2,4X,'MI00005770
     *NUTES',//,5X,'HYDROGRAMME DES SURFACES IMPERMEABLES EN PCS',//)   00005780
      WRITE(IW,1515) (TEMPS(I),HIMP(I),I=1,INEND)                      00005790
1515  FORMAT(5(2X,F5.2,2X,F7.2))                                       00005800
      PRINT 1512                                                       00005810
1512  FORMAT(//)                                                       00005820
      GO TO 15125                                                      00005830
15122 PRINT 15123,PENT                                                 00005840
15123 FORMAT(5X,'TEMPS D''ENTREE DES SURFACES IMPERMEABLES=',F8.2,4X,'MI00005850
     *NUTES',//)                                                       00005860
15125 CONTINUE                                                         00005870
      IF(GENT.EQ.0) GO TO 1514                                         00005880
      IF(ICT.EQ.0.AND.ICTP.EQ.0) GO TO 15135                           00005890
      PRINT 1513,GENT                                                  00005900
1513  FORMAT(5X,'TEMPS D''ENTREE DES SURFACES PERMEABLES=',F8.2,4X,'MINU00005910
     *TES',//,5X,'HYDROGRAMME DES SURFACES PERMEABLES EN PCS',//)       00005920
      WRITE(IW,1515) (TEMPS(I),GGR(I),I=1,NGEND)                       00005930
      PRINT 1512                                                       00005940
      GO TO 1514                                                       00005950
15135 CONTINUE                                                         00005960
      PRINT 15136,GENT                                                 00005970
15136 FORMAT(5X,'TEMPS D''ENTREE DES SURFACES PERMEABLES=',F8.2,4X,'MINU00005980
     *TES',//)                                                         00005990
1514  CONTINUE                                                         00006000
      IF(HYD) 1518,1518,1516                                           00006010
1516  PRINT 1517                                                       00006020
1517  FORMAT(5X,'HYDROGRAMME DE DEPART',//)                            00006030
      I=US(501)                                                        00006040
      WRITE(IW,1515)  (TEMPS(J),US(J),J=1,I)                           00006050
      PRINT 1512                                                       00006060
1518  PRINT 1519,TDIAM                                                 00006070
1519  FORMAT(5X,'HYDROGRAMME VEHICULE A TRAVERS LE TRONCON:',F8.0,'    00006080
     *POUCES',//)                                                      00006090
```

```
      WRITE(IW,1515) (TEMPS(I),Q(IB,I),I=1,LAST)                        00006100
1520  FORMAT(F8.0,F4.0,F6.0,F5.2,F6.3,3F5.2,F5.0,F8.2,F6.2,             00006110
     *F10.2,9X,F12.1,F13.0,/)                                           00006120
1521  PKRH=0.0                                                          00006130
      DO 15191 I=1,LAST                                                 00006140
      IF(Q(IB,I).GT.PKRH) PKRH=Q(IB,I)                                  00006150
15191 CONTINUE                                                          00006160
1530  CONTINUE                                                          00006170
      IF(HYDIM.EQ.0.AND.HYDIMP.EQ.0.AND.TEST.NE.END) GO TO 1660         00006180
      PRINT 1512                                                        00006190
15310 FORMAT('  B   T LONGUEUR PENTE   N    DIA   CAPAC VITESSE DESIGN E00006200
     *NTREE         RETENT      STOCK')                                00006210
15311 FORMAT(11X,'PI.     %          PO.    PCS    PI/S    PCS    PCS   00006220
     *       PI.CU.    DEMANDE',/)                                     00006230
15312 FORMAT('  B  T LONGUEUR PENTE   N   HAU  LAR  V/H  DIA  CAPAC VITE00006240
     *SSE DESIGN ENTREE RETENT STOCK')                                  00006250
15313 FORMAT('           PI      %          PI.  PI.       PO.   PCS   PI/00006260
     *S     PCS    PCS PI.CU. DEMANDE')                                00006270
      IF(HR.NE.0.0) GO TO 1565                                          00006280
      PRINT 15310                                                       00006290
      PRINT 15311                                                       00006300
      SLPP=SLP                                                          00006310
      IF(IRUN.NE.1) GO TO 1535                                          00006320
      IF(EA.EQ.0.OR.PERI.EQ.0) GO TO 1535                               00006330
      SLP=((EVEL/((1.486/RUFF)*(EA/PERI)**.667))**2)*100                00006340
      QFB=0.0081*TDIAM**2/RUFFN*(TDIAM/48)**.667*(SLP/100)**0.5         00006350
      VFB=QFB/(0.005454*TDIAM**2)                                       00006360
1535  IF(QALOW.NE.0.OR.STORE.NE.0) GO TO 1537                           00006370
      IF(IRUN .EQ.1) GO TO 1539                                         00006380
      GO TO 1545                                                        00006390
1537  IF(IRUN.EQ.1) GO TO 1555                                          00006400
      GO TO 1560                                                        00006410
1539  PRINT 15392,BRAN,REACH,DIST,SLP,RUFF,DIAM,ECAP,EVEL,OUTLET,VOL,SMX00006420
15392 FORMAT(2(1X,1F3.0),F6.0,F7.2,F7.3,F5.0,F8.2,F7.2,F8.2,7X,2F12.1)  00006430
      PRINT 15393,SLPP,RUFFN,TDIAM,QFB,VFB,PKDES,PKIN,SURMAX            00006440
15393 FORMAT(4X,'DIAM.',/,' NECESSAIRE=',F9.2,F7.3,F5.0,F8.2,F7.2,F8.2,F00006450
     *7.2,2F12.1,/)                                                     00006460
      IF(DIAM.GE.TDIAM) PRINT 1540                                      00006470
1540  FORMAT(' ***CONDUITE EXISTANTE SUFFISANTE***')                    00006480
      GO TO 1670                                                        00006490
1545  PRINT 15392,BRAN,REACH,DIST,SLP,RUFF,DIAM,ECAP,EVEL,OUTLET,VOL,SMX00006500
      PBA=BA*1524.6                                                     00006510
      DISR=DIST*9                                                       00006520
      IF(PBA.GT.DISR) GO TO 1546                                        00006530
      VACC=DISR                                                         00006540
      GO TO 1547                                                        00006550
1546  VACC=PBA                                                          00006560
1547  PRINT 1548,PKDES,PKIN,SURMAX                                      00006570
1548  FORMAT(48X,F8.2,F7.1,F12.1,/)                                     00006580
      PRINT 1549,VACC                                                   00006590
1549  FORMAT(/,' VOLUME ACCUMULABLE DANS LES RUES',F12.1,' PI.CU.',/)   00006600
      PRINT 1550                                                        00006610
1550  FORMAT(' HAUTEUR D''EAU')                                         00006620
      HRU=((SURMAX/VACC)**0.5)*6                                        00006630
      IF(HRU.GT.6) HRU=6                                                00006640
      IF(HRU.LT.6) GO TO 1551                                           00006650
      VOLS=SURMAX-VACC                                                  00006660
      HEMP=VOLS/((VACC/9)*0.5)                                          00006670
      GO TO 1552                                                        00006680
1551  HEMP=0                                                            00006690
1552  PRINT 1553,HRU,HEMP                                              00006700
```

```
1553  FORMAT(1X,F8.2,'POUCES DANS LES RUES',/,1X,F8.2,'POUCES DANS L''EM00006710
     *PRISE',/)                                                        00006720
      IF(IRUN.NE.3) GO TO 1670                                         00006730
      CALL GRADI(PKUS,PKRH,DIST,GRPK,DIAM,SLP)                         00006740
      GO TO 1670                                                       00006750
1555  PRINT 1556,BRAN,REACH,DIST,SLP,RUFF,DIAM,ECAP,EVEL,PKDES,PKIN,SURM00006760
     *AX                                                              00006770
1556  FORMAT(2(1X,1F3.0),F6.0,F7.2,F7.3,F5.0,F8.2,F7.2,F8.2,F7.2,F12.1) 00006780
      PRINT1557,SLPP,RUFF,DIAM,QFB,VFB,OUTLET,VOL,SMX                  00006790
1557  FORMAT(4X,'DIAM.',/,' NECESSAIRE=',F9.2,F7.3,F5.0,F8.2,F7.2,F8.2,700006800
     *X,2F12.1,/)                                                     00006810
      GO TO 1670                                                       00006820
1560  PRINT 1556,BRAN,REACH,DIST,SLP,RUFF,DIAM,ECAP,EVEL,PKDES,PKIN,SURM00006830
     *AX                                                              00006840
      PRINT 1561,OUTLET,VOL,SMX                                        00006850
1561  FORMAT(48X,F8.2,7X,2F12.1,/)                                     00006860
      IF(IRUN.NE.3) GO TO 1670                                         00006870
      CALL GRADI(PKUS,PKRH,DIST,GRPK,DIAM,SLP)                         00006880
      GO TO 1670                                                       00006890
1565  PRINT 15312                                                      00006900
      PRINT 15313                                                      00006910
      IF(QALOW.NE.0.OR.STORE.NE.0) GO TO 1566                          00006920
      GO TO (1568,1572,1572),IRUN                                      00006930
1566  GO TO (1590,1620,1620),IRUN                                      00006940
1568  PRINT 1569,BRAN,REACH,DIST,SLP,RUFFN,HR,WR,SS,DIAM,ECAP,EVEL,OUTLE00006950
     *T,VOL,SMX                                                       00006960
1569  FORMAT(2F3.0,F7.0,F7.0,F6.3,3F5.1,F5.0,F5.1,F7.1,F5.1,9X,2F7.0)  00006970
      PRINT 1570,TDIAM, QFB,VFB,PKDES,PKIN,SURMAX                      00006980
1570  FORMAT(' DIA.NECESSAIRE=',23X,F5.0,F5.1,F7.1,F5.1,9X,F6.0,F8.0,/) 00006990
      IF(DIAM.GE.TDIAM) PRINT 1571                                     00007000
1571  FORMAT(10X,'***CONDUITE EXISTANTE SUFFISANTE***')                00007010
      GO TO 1670                                                       00007020
1572  PRINT  1569,BRAN,REACH,DIST,SLP,RUFF,HR,WR,SS,DIAM,ECAP,EVEL,OUTLE00007030
     *T,VOL,SMX                                                       00007040
1580  FORMAT(58X,F8.1,7X,F7.0,F8.0,//)                                 00007050
      GO TO 1670                                                       00007060
1590  PRINT 1600,BRAN,REACH,DIST,SLP,RUFFN,HR,WR,SS,DIAM,ECAP,EVEL,PKDES00007070
1600  FORMAT(2F3.0,F7.0,F7.2,F6.3,3F5.1,F5.0,F5.1,F7.1,F5.1,F9.1,F6.0,F800007080
     *.0)                                                             00007090
1610  FORMAT(' DIA NECESSAIRE=',23X,F5.0,F5.1,F7.1,F8.1,9X,F8.0)       00007100
      GO TO 1670                                                       00007110
1620  PRINT 1600,BRAN,REACH,DIST,SLP,RUFF,HR,WR,SS,DIAM,ECAP,EVEL,PKDES,00007120
     *PKIN,SURMAX                                                     00007130
1630  PRINT 1635,OUTLET,VOL,SMX                                        00007140
1635  FORMAT(59X,F8.2,7X,F7.1,F6.0,/)                                  00007150
      GO TO 1670                                                       00007160
1660  CONTINUE                                                         00007170
C  FIND PEAK OF DISCHARGE HYDROGRAPH                                   00007180
1670  QPK=0                                                            00007190
      DO 1690 ID=1,LAST                                                00007200
      IF(Q(IB,ID)-QPK)1690,1690,1680                                   00007210
1680  QPK=Q(IB,ID)                                                     00007220
1690  CONTINUE                                                         00007230
C                                                                      00007240
1700  PREDI=TDIAM                                                      00007250
      IRUN=IRUNB                                                       00007260
1730  CONTINUE                                                         00007270
      IF(TEST.NE.END)GO TO 350                                         00007280
C                                                                      00007290
C  PRINT DISCHARGE HYDRO                                               00007300
1740  CONTINUE                                                         00007310
```

```
C     WRITE (6,402)                                                    00007320
1750  FORMAT(//,'     PENT  TIME   ROUGHNESS   TIME INCREMENT   FREQUENC00007330
     *Y',/)                                                           00007340
C     WRITE(6,403)PENT,RUFF,DELT,FREQR                                 00007350
1760  FORMAT(8X,F5.1,7X,F5.4,9X,F5.0,10X,F5.0)                         00007360
      VOLOUT=0.0                                                       00007370
      DO 1761 M=1,LAST                                                 00007380
      VOLOUT=VOLOUT+Q(IB,M)                                            00007390
1761  CONTINUE                                                         00007400
      VOLOUT=VOLOUT*DELT*60.                                           00007410
      PRINT 1770,VOLOUT                                                00007420
1770  FORMAT(///,' VOLUME A L''EXUTOIRE=',F10.0,'PI.CU.')              00007430
      GO TO 108                                                        00007440
C  PRINT RESULTS FOR NEWLY DESIGNED REACH                              00007450
C  COMBINE ROUTED HYDROS AT A CONFLUENCE                               00007460
1790  DO 1800 M=1,6                                                    00007470
      IF(Q(M,501).EQ.CONBR)GO TO 1820                                  00007480
1800  CONTINUE                                                         00007490
      PRINT 1810                                                       00007500
1810  FORMAT(' LES DONNEES DE LA BRANCHE SE CONTINUANT SONT INTROUVABLES00007510
     *',/,' REVISEZ L''ORDRE DE VOS DONNEES.',/)                      00007520
      GO TO 1930                                                       00007530
1820  IB=M                                                             00007540
      DO 1830 M=1,6                                                    00007550
      IF(Q(M,501).EQ.ENDBR)GO TO 1850                                  00007560
1830  CONTINUE                                                         00007570
      PRINT 1840                                                       00007580
1840  FORMAT(' LES DONNEES DE LA BRANCHE SE TERMINANT SONT INTROUVABLES 00007590
     *',/,' REVISEZ L''ORDRE DE VOS DONNEES.',/)                      00007600
      GO TO 1930                                                       00007610
1850  IEND=M                                                           00007620
      DO 1860 N=1,500                                                  00007630
      Q(IB,N)=Q(IB,N)+Q(IEND,N)                                        00007640
1860  CONTINUE                                                         00007650
C     PRINT 1326                                                       00007660
1870  FORMAT(' CONFLUENCE HYDRO  ')                                    00007670
C     PRINT 1327,(Q(IB,J,)J=1,200)                                     00007680
1880  FORMAT(10F10.4)                                                  00007690
      Q(IB,502)=Q(IB,502)+Q(IEND,502)                                  00007700
      Q(IB,503)=Q(IB,503)+Q(IEND,503)                                  00007710
      Q(IB,504)=Q(IB,504)+Q(IEND,504)                                  00007720
      Q(IB,505)=Q(IB,505)+Q(IEND,505)                                  00007730
      Q(IEND,501)=0.0                                                  00007740
      GO TO 1890                                                       00007750
1890  LAST=1                                                           00007760
      DO 1910 N=1,500                                                  00007770
      IF(Q(IB,N).GT.0)GO TO 1900                                       00007780
      GO TO 1910                                                       00007790
1900  LAST = N                                                         00007800
1910  CONTINUE                                                         00007810
      IF(TEST.EQ.END) GO TO 108                                        00007820
      GO TO 350                                                        00007830
1930  PRINT 1940                                                       00007840
1940  FORMAT( ' L''HYDROGRAMME AMONT EST INTROUVABLE, VERIFIEZ L''ORDRE 00007850
     *DE VOS DONNEES.',/)                                             00007860
1950  CONTINUE                                                         00007870
      END                                                              00007880
      SUBROUTINE RECTAN (WR,VR,DIST,RUFF,GRPK,SLP,DELT,Q2ST)           00007890
C                                                                      00007900
C       FOR DISCHARGE STORAGE RELATION IN RECTANGULAR SECTION          00007910
C                                                                      00007920
```

```
      DIMENSION Q2ST(2,10)                                              00007930
C     WRITE(6,25) WR,VR,DIST,RUFF,GRPK,SLP,DELT                         00007940
10    FORMAT (7F10.4)                                                   00007950
      IH=0                                                              00007960
      IC=0                                                              00007970
      H=0                                                               00007980
      DELTA=VR/10.0                                                     00007990
20    IH=IH+1                                                           00008000
      H=H+DELTA                                                         00008010
      IC=IC+1                                                           00008020
      IF(IC.EQ.10)GO TO 40                                              00008030
      CSA = WR*H                                                        00008040
      P = WR+H+H                                                        00008050
      Q = (1.486/RUFF)*CSA*((CSA/P)**.667)*(SLP/100.0)**0.5             00008060
      S = CSA*DIST                                                      00008070
      V= Q/CSA                                                          00008080
C     WRITE(6,26)P,Q,S,V                                                00008090
30    FORMAT(4F10.3)                                                    00008100
      Q2ST(1,IH) =Q                                                     00008110
      Q2ST(2,IH) = 0+(2*S)/(DELT*60.0)                                  00008120
      GO TO 20                                                          00008130
40    Q2ST(1,IH) = Q                                                    00008140
      Q2ST(2,IH) = Q+(2*S)/(DELT*60.0)                                  00008150
C     WRITE (6,11)                                                      00008160
50    FORMAT ('     SUBROUTINE RECTAN  ')                               00008170
      DO 70 I=1,2                                                       00008180
C     WRITE (6,15)(Q2ST(I,IH),IH=1,10)                                  00008190
60    FORMAT (10F10.2)                                                  00008200
70    CONTINUE                                                          00008210
      RETURN                                                            00008220
      END                                                               00008230
      SUBROUTINE TRAPA (W,V,DIST,RUFF,GRPK,SLP,DELT,Q2ST,DEPTH)         00008240
C                                                                       00008250
C          FOR DISCHARGE STORAGE RELATION IN TRAPAZOIDAL CHANNELS       00008260
C                                                                       00008270
      DIMENSION Q2ST (2,10)                                             00008280
C     WRITE(6,25) W,V,DIST,RUFF,GRPK,SLP,DELT,DEPTH                     00008290
10    FORMAT (8F10.4)                                                   00008300
      IH = 0                                                            00008310
      H = 0                                                             00008320
20    IH=IH+1                                                           00008330
30    H=H+1.0                                                           00008340
      CSA = (W*H)+(H*H/V)                                               00008350
      P = W+((2.0*H)*(1.0+(1.0/(V*V)))**0.5)                            00008360
      Q = (1.486/RUFF) * (CSA)*((CSA/P)**0.667)*(SLP/100.0)**00.5       00008370
      VEL=Q/CSA                                                         00008380
      Q2ST(1,IH)=Q                                                      00008390
      S=CSA*DIST                                                        00008400
C     WRITE(6,26)P,Q,S,VEL                                              00008410
40    FORMAT(4F10.3)                                                    00008420
      Q2ST(2,IH)=Q+(2.0*S)/(DELT*60.0)                                  00008430
      IF(Q-GRPK)50,50,70                                                00008440
50    IF(IH.LT.10)GO TO 20                                              00008450
      IF(IH.EQ.10)GO TO 30                                              00008460
60    FORMAT(' ERREUR DANS LA SOUSROUTINE TRAPA')                       00008470
      PRINT 60                                                          00008480
70    DEPTH=H                                                           00008490
C     WRITE (6,10)                                                      00008500
80    FORMAT ('   SUBROUTINE  TRAPA  ')                                 00008510
      DO 100 I=1,2                                                      00008520
C     WRITE (6,21)(Q2ST(I,IH),IH=1,10)                                  00008530
```

```
   90     FORMAT (10F10.2)                                                  00008540
  100     CONTINUE                                                          00008550
          RETURN                                                            00008560
          END                                                               00008570
          SUBROUTINE ROUTE (GR,Q2ST,Q,IB,LAST,GRPK)                         00008580
          DIMENSION GR(500),Q2ST(2,10),Q(7,501),QTEM(500),S(500)            00008590
C                                                                           00008600
C  DETERMINE THE SIGNIFICANT LENGTH OF THE HYDROGRAPH                       00008610
   10     L=1                                                               00008620
          IC = 1                                                            00008630
C         WRITE(6,57)(GR(IG),IG = 1,100)                                    00008640
   20     FORMAT(10F10.4)                                                   00008650
          LAST=1                                                            00008660
   30     DO 50 J=L,497                                                     00008670
          IF(GR(J)-.001)60,60,40                                            00008680
   40     LAST=J+1                                                          00008690
          IC = J+1                                                          00008700
   50     CONTINUE                                                          00008710
          GO TO 90                                                          00008720
   60     DO 80 I=IC,498                                                    00008730
          IF(GR(I)-.001)80,80,70                                            00008740
   70     L=I                                                               00008750
          GO TO 30                                                          00008760
   80     CONTINUE                                                          00008770
   90     DO 100 IK=LAST,500                                                00008780
          GR(IK) = 0                                                        00008790
  100     CONTINUE                                                          00008800
C  ROUTE GROSS HYDROGRAPH GR TO Q                                           00008810
  110     CONTINUE                                                          00008820
C         WRITE(6,1307)LAST                                                 00008830
  120     FORMAT('  GROSS HYDROGRAPH  LAST = ',I5)                          00008840
C         WRITE(6,1308)(GR(J),J=1,100)                                      00008850
  130     FORMAT(10F10.4)                                                   00008860
          TEST = 0.1*GRPK                                                   00008870
          QTEM(1)=GR(1)                                                     00008880
          DO 290 M=1,498                                                    00008890
          IF(QTEM(M)-Q2ST(2,1))140,160,180                                  00008900
  140     POR=QTEM(M)/Q2ST(2,1)                                             00008910
          IF(POR.GT.0.01)GO TO 150                                          00008920
          POR=0.0                                                           00008930
  150     Q(IB,M)=Q2ST(1,1)*POR                                             00008940
          S(M)=POR*Q2ST(2,1)-Q(IB,M)                                        00008950
          GO TO 240                                                         00008960
  160     J=1                                                               00008970
  170     Q(IB,M)=Q2ST(1,J)                                                 00008980
          S(M)=Q2ST(2,J)-Q2ST(1,J)                                          00008990
          GO TO 240                                                         00009000
  180     DO 190 J=2,10                                                     00009010
          IF(QTEM(M)-Q2ST(2,J))220,170,190                                  00009020
  190     CONTINUE                                                          00009030
  200     CONTINUE                                                          00009040
          Q2ST(2,10)=QTEM(M)                                                00009050
          Q(IB,M)=GRPK                                                      00009060
          PRINT 210                                                         00009070
  210     FORMAT(' LA GEOMETRIE DE LA SECTION REND LE MAXIMUM "ROUTE" EGAL A00009080
         *U MAXIMUM AMONT')                                                 00009090
          S(M)=QTEM(M)-GRPK                                                 00009100
          GO TO 240                                                         00009110
  220     POR=(QTEM(M)-Q2ST(2,J-1))/(Q2ST(2,J)-Q2ST(2,J-1))                 00009120
          Q(IB,M)=Q2ST(1,J-1)+POR*(Q2ST(1,J)-Q2ST(1,J-1))                   00009130
          IF(Q(IB,M).GT.0.0001)GO TO 230                                    00009140
```

```
      Q(IB,M)=0.0                                                          00009150
      GO TO 240                                                            00009160
240   IF(M-LAST)250,250,250                                                00009170
250   IF(M.GT.498)GO TO 260                                                00009180
      IF(Q(IB,M)-.01)260,260,280                                           00009190
260   NO = M                                                               00009200
      GO TO 300                                                            00009210
C     WRITE (6,700) M,GR(M),GR(M+1),Q(IB,M),S(M)                           00009220
270   FORMAT(I10,4F20.8)                                                   00009230
280   QTEM(M+1)=GR(M+1)+GR(M)-Q(IB,M)+S(M)                                 00009240
290   CONTINUE                                                             00009250
      NO = 499                                                             00009260
230   S(M)=(Q2ST(2,J-1)+PCR*(Q2ST(2,J)-Q2ST(2,J-1)))-Q(IB,M)               00009270
      IF(S(M).GT.0.0001)GO TO 240                                          00009280
      S(M)=0.0                                                             00009290
300   LAST = NO                                                            00009300
      IF(LAST-500)320,320,310                                              00009310
310   LAST = 500                                                           00009320
320   CONTINUE                                                             00009330
      DO 330 N=NO,500                                                      00009340
      Q(IB,N)=0.                                                           00009350
330   CONTINUE                                                             00009360
C     WRITE (6,1324)LAST                                                   00009370
340   FORMAT(' ROUTED HYDROGRAPH  LAST =  ',I5)                            00009380
C     WRITE(6,1325)(Q(IB,J),J=1,LAST)                                      00009390
350   FORMAT(10F10.4)                                                      00009400
      RETURN                                                               00009410
      END                                                                  00009420
      SUBROUTINE SUPPLY (AR,DELTAT,FC,FI,FO,GASR,K,NRI,DEPG,NGSR,SGASR)    00009430
      DIMENSION GASR(500),AR(500)                                          00009440
      REAL*4 K,IS                                                          00009450
C     PRINT 105, DELTAT,FC,FI,FO,K,NRI,DEPG                                00009460
10    FORMAT( 5F12.4,I10,F12.4 )                                           00009470
C     PRINT 4,(AR(I),I=1,NRI)                                              00009480
20    FORMAT (5F20.4)                                                      00009490
      SGASR=0.0                                                            00009500
      F1=FI                                                                00009510
      MK=1                                                                 00009520
      AS=DEPG                                                              00009530
      IS=0                                                                 00009540
      DO 150 I=1,NRI,1                                                     00009550
      IF(MK)60,60,30                                                       00009560
30    T=0.0                                                                00009570
      TT=0.0                                                               00009580
40    CONTINUE                                                             00009590
      F=FC*T+((1.-EXP(-K*T))*(FO-FC))/K                                    00009600
      F=F-F1                                                               00009610
      FP=FC+((FO-FC)*(K*EXP(-K*T)))/K                                      00009620
      T=T-F/FP                                                             00009630
      IF(ABS(TT-T).LT.0.001)GO TO 50                                       00009640
      TT=T                                                                 00009650
      GO TO 40                                                             00009660
50    CONTINUE                                                             00009670
60    TN=T+DELTAT                                                          00009680
      FN=FC*TN+((1.-EXP(-K*TN))*(FO-FC))/K                                 00009690
      FINC=FN-F1                                                           00009700
      RINC=AR(I)                                                           00009710
      DRUN=RINC-FINC                                                       00009720
C     PRINT 5,FO,FC,F1,T,TN,FN,AS,DRUN                                     00009730
70    FORMAT (8F12.4)                                                      00009740
      IF(DRUN)80,110,120                                                   00009750
```

```
 80     IS=DEPG-AS                                                      00009760
        IF(ABS(DRUN)-IS)100,90,90                                       00009770
 90     IS=0                                                            00009780
        AS=DEPG                                                         00009790
        GASR(I)=0.0                                                     00009800
        F1=F1+RINC+IS                                                   00009810
        MK=1                                                            00009820
        GO TO 150                                                       00009830
100     IS=IS+DRUN                                                      00009840
        AS=DEPG-IS                                                      00009850
        GASR(I)=0.0                                                     00009860
        F1=FN                                                           00009870
        T=TN                                                            00009880
        MK=-1                                                           00009890
        GO TO 150                                                       00009900
110     F1=FN                                                           00009910
        T=TN                                                            00009920
        MK=-1                                                           00009930
        GASR(I)=0.0                                                     00009940
        GO TO 150                                                       00009950
120     F1=FN                                                           00009960
        T=TN                                                            00009970
        MK=-1                                                           00009980
        IF(DRUN-AS)140,130,130                                          00009990
130     GASR(I)=DRUN-AS                                                 00010000
        AS=0.0                                                          00010010
        GO TO 150                                                       00010020
140     AS=AS-DRUN                                                      00010030
        GASR(I)=0.0                                                     00010040
        GO TO 150                                                       00010050
150     CONTINUE                                                        00010060
        J=NRI+1                                                         00010070
        DO 160 I=J,500,1                                                00010080
        GASR(I)=0.0                                                     00010090
160     CONTINUE                                                        00010100
        NGSR=0                                                          00010110
        DO 180 J=1,NRI                                                  00010120
        IF(GASR(J).LT.0.001)GO TO 170                                   00010130
        NGSR=J                                                          00010140
        SGASR=SGASR+GASR(J)                                             00010150
        GASR(J)=GASR(J)/DELTAT                                          00010160
        GO TO 180                                                       00010170
170     GASR(J)=0.0                                                     00010180
180     CONTINUE                                                        00010190
C       PRINT 102                                                       00010200
190     FORMAT( ' GRASSED AREA SUPPLY RATE IN INCHES PER HOUR')         00010210
C       PRINT 103,(GASR(I),I=1,NRI)                                     00010220
200     FORMAT (10F10.4)                                                00010230
210     RETURN                                                          00010240
        END                                                             00010250
        SUBROUTINE TIMEA (A,ENT,DELT,NAI,MAXA,CA)                       00010260
        DIMENSION A(50)                                                 00010270
C                                                                       00010280
C  COMPUTE AND STORE TIME AREA CURVE                                    00010290
10      AAS=ENT/DELT                                                    00010300
        TAAS=AAS+1.0                                                    00010310
        NAI=TAAS                                                        00010320
        IF(NAI.EQ.1)GO TO 40                                            00010330
        ASUM=0                                                          00010340
        NIX=NAI-1                                                       00010350
        DO 20 N=1,NIX                                                   00010360
```

```
      A(N)=CA/AAS                                                       00010370
20    ASUM=ASUM+A(N)                                                    00010380
      A(NAI)=CA-ASUM                                                    00010390
      NAX=NAI+1                                                         00010400
      DO 30 N=NAX,MAXA                                                  00010410
30    A(N)=0                                                            00010420
      GO TO 60                                                          00010430
40    A(1)=CA                                                           00010440
      DO 50 N=2,MAXA                                                    00010450
50    A(N)=0                                                            00010460
60    CONTINUE                                                          00010470
C     PRINT 70                                                          00010480
70    FORMAT (' TIME AREA')                                             00010490
C     PRINT 80,(A(N),N=1,NAI)                                           00010500
80    FORMAT(10F10.4)                                                   00010510
      RETURN                                                            00010520
      END                                                               00010530
      SUBROUTINE GRENT (GENT,GA,GLENG,GSLP,ENT)                         00010540
      DATA AVSP/1.0/,C/0.050/                                           00010550
C        DETERMINE GRASSED AREA ENTRY TIME BY IZZARD EQUATIONS          00010560
      QEQ=AVSP * GLENG / 43200.                                         00010570
      CK=(0.0007* AVSP + C)/(GSLP/100.0) ** 0.333                       00010580
      DET =CK * GLENG * QEQ ** 0.4                                      00010590
      GGENT = DET/(30.0 * QEQ)                                          00010600
      GENT = GGENT + ENT                                                00010610
      RETURN                                                            00010620
      END                                                               00010630
      SUBROUTINE ROUTCL(GR,Q2ST,Q,IB,LAST,GRPK,DELT,SURMAX,PKDES,IRUN)  00010640
      DIMENSION GR(500),Q2ST(2,10),Q(7,501),QTEM(500),S(500)            00010650
C                                                                       00010660
C  DETERMINE THE SIGNIFICANT LENGTH OF THE HYDROGRAPH                   00010670
10    L=1                                                               00010680
      IC = 1                                                            00010690
C     WRITE(6,57)(GR(IG),IG = 1,100)                                    00010700
20    FORMAT(10F10.4)                                                   00010710
      LAST=1                                                            00010720
30    DO 50 J=L,497                                                     00010730
      IF(GR(J)-.001)60,60,40                                            00010740
40    LAST=J+1                                                          00010750
      IC = J+1                                                          00010760
50    CONTINUE                                                          00010770
      GO TO 90                                                          00010780
60    DO 80 I=IC,498                                                    00010790
      IF(GR(I)-.001)80,80,70                                            00010800
70    L=I                                                               00010810
      GO TO 30                                                          00010820
80    CONTINUE                                                          00010830
90    DO 100 IK=LAST,500                                                00010840
      GR(IK) = 0                                                        00010850
100   CONTINUE                                                          00010860
C  ROUTE GROSS HYDROGRAPH GR TO Q                                       00010870
110   CONTINUE                                                          00010880
C     WRITE(6,1307)LAST                                                 00010890
120   FORMAT('  GROSS HYDROGRAPH  LAST = ',I5)                          00010900
C     WRITE(6,1308)(GR(J),J=1,100)                                      00010910
130   FORMAT(10F10.4)                                                   00010920
      IF(IRUN.EQ.3) GO TO 135                                           00010930
      QFB=Q2ST(1,10)                                                    00010940
      GO TO 137                                                         00010950
135   QFB=PKDES                                                         00010960
137   SURCH=0.0                                                         00010970
```

```
      SURMAX=0.0                                                        00010980
      QTEM(1)=GR(1)                                                     00010990
      S(1)=0.0                                                          00011000
      DO 380 M=1,498                                                    00011010
      IF(M.EQ.1) GO TO 190                                              00011020
      GRIN=(GR(M)+GR(M-1))/2.0                                          00011030
140   IF(GRIN-QFB)150,170,160                                           00011040
150   IF(SURCH.LT.0.01)GO TO 180                                        00011050
      GRIN=GRIN + SURCH/(DELT*60)                                       00011060
      SURCH=0.0                                                         00011070
      GO TO 140                                                         00011080
160   SURCH=SURCH+(GRIN-QFB)*DELT*60.0                                  00011090
      IF(SURMAX.GT.SURCH)GO TO 170                                      00011100
      SURMAX=SURCH                                                      00011110
170   CONTINUE                                                          00011120
      QTEM(M)=2.0*QFB+S(M-1)-Q(IB,M-1)                                  00011130
      GO TO 190                                                         00011140
180   SURCH=0.0                                                         00011150
      QTEM(M)=GRIN*2.0+S(M-1)-Q(IB,M-1)                                 00011160
190   EXCESS=QTEM(M)-Q2ST(2,10)                                         00011170
      IF(IRUN.EQ.3) EXCESS=0.0                                          00011180
      IF(EXCESS)220,220,200                                             00011190
200   SURCH=SURCH+EXCESS*DELT*60.0                                      00011200
      QTEM(M)=Q2ST(2,10)                                                00011210
C     WRITE(6,240) EXCESS                                               00011220
210   FORMAT ('       EXCESS = ', F15.5 )                               00011230
220   IF(QTEM(M)-Q2ST(2,1))230,250,270                                  00011240
230   POR=QTEM(M)/Q2ST(2,1)                                             00011250
      IF(POR.GT.0.01)GO TO 240                                          00011260
      POR=0.0                                                           00011270
240   Q(IB,M)=Q2ST(1,1)*POR                                             00011280
      S(M)=POR*Q2ST(2,1)-Q(IB,M)                                        00011290
      GO TO 330                                                         00011300
250   J=1                                                               00011310
260   Q(IB,M)=Q2ST(1,J)                                                 00011320
265   S(M)=Q2ST(2,J)-Q2ST(1,J)                                          00011330
      GO TO 330                                                         00011340
270   DO 280 J=2,10                                                     00011350
      IF(QTEM(M)-Q2ST(2,J))310,260,280                                  00011360
280   CONTINUE                                                          00011370
290   CONTINUE                                                          00011380
      IF(IRUN.NE.3) PRINT 300                                           00011390
300   FORMAT(' QFB DEPASSE DANS LA SOUSROUTINE ROUTCL')                 00011400
      J=10                                                              00011410
      IF(IRUN.NE.3) GO TO 260                                           00011420
      Q(IB,M)=GR(M)                                                     00011430
      GO TO 265                                                         00011440
310   POR=(QTEM(M)-Q2ST(2,J-1))/(Q2ST(2,J)-Q2ST(2,J-1))                 00011450
      Q(IB,M)=Q2ST(1,J-1)+POR*(Q2ST(1,J)-Q2ST(1,J-1))                   00011460
      IF(Q(IB,M).GT.0.0001)GO TO 320                                    00011470
      Q(IB,M)=0.0                                                       00011480
320   S(M)=(Q2ST(2,J-1)+POR*(Q2ST(2,J)-Q2ST(2,J-1)))-Q(IB,M)            00011490
      IF(S(M).GT.0.0001)GO TO 330                                       00011500
      S(M)=0.0                                                          00011510
      GO TO 330                                                         00011520
330   IF(M-LAST)370,340,340                                             00011530
340   IF(M.GT.498)GO TO 350                                             00011540
      IF(Q(IB,M)-.01)350,350,370                                        00011550
350   NO = M                                                            00011560
      GO TO 390                                                         00011570
C     WRITE (6,700) M,GR(M),GR(M+1),Q(IB,M),S(M)                        00011580
```

```
360   FORMAT(I10,4F20.8)                                                00011590
370   CONTINUE                                                          00011600
380   CONTINUE                                                          00011610
      NC = 499                                                          00011620
390   LAST = NC                                                         00011630
      IF(LAST-500)410,410,400                                           00011640
400   LAST = 500                                                        00011650
410   CONTINUE                                                          00011660
      DO 420 N=NC,500                                                   00011670
      Q(IB,N)=0.                                                        00011680
420   CONTINUE                                                          00011690
C     PRINT 1324,LAST                                                   00011700
430   FORMAT(' ROUTED HYDROGRAPH FROM ROUTCL LAST= ',I5)                00011710
C     PRINT 1325,(Q(IB,J),J=1,LAST)                                     00011720
440   FORMAT(10F10.4)                                                   00011730
      RETURN                                                            00011740
      END                                                               00011750
      SUBROUTINE INTEN (RI,ABSTRT,NRI,DELTAT)                           00011760
      DIMENSION RI(500)                                                 00011770
      SUB=0.0                                                           00011780
      DO 10 J=1,NRI                                                     00011790
      SUB=SUB+RI(J)                                                     00011800
      IF(ABSTRT-SUB)20,20,10                                            00011810
10    RI(J)=0.0                                                         00011820
      PRINT 15                                                          00011830
15    FORMAT(' RETENTION PLUS GRANDE QUE LA PLUIE DANS LA SOUSROUTINE IN00011840
     *TEN')                                                             00011850
      GO TO 60                                                          00011860
20    CONTINUE                                                          00011870
      RI(J)=SUB-ABSTRT                                                  00011880
40    DO 50 K=1,NRI                                                     00011890
      RI(K)=RI(K)/DELTAT                                                00011900
50    CONTINUE                                                          00011910
60    CONTINUE                                                          00011920
C     PRINT 70,(RI(J),J=1,NRI)                                          00011930
70    FORMAT('  INTEN',10F10.3)                                         00011940
      RETURN                                                            00011950
      END                                                               00011960
      SUBROUTINE CAPAC(ISECT,DIAM,H,W,SS,SLP,RUFF,ECAP,EVEL,EA,P)       00011970
C                                                                       00011980
C  SUBROUTINE TO COMPUTE CAPACITY OF EXISTING SECTIONS                  00011990
C                                                                       00012000
      IF(ISECT.NE.0)GO TO 10                                            00012010
      ISECT=1                                                           00012020
10    GO TO (20,40,50),ISECT                                            00012030
20    IF(DIAM.EQ.0)GO TO 30                                             00012040
      EA=0.00545*DIAM*DIAM                                              00012050
      P=0.2618*DIAM                                                     00012060
      GO TO 60                                                          00012070
30    ECAP=0                                                            00012080
      EVEL=0                                                            00012090
      EA=0                                                              00012100
      GO TO 70                                                          00012110
40    EA=H*W                                                            00012120
      P=H+H+W+W                                                         00012130
      GO TO 60                                                          00012140
50    EA=(W*H)+(H*H/SS)                                                 00012150
      P=W+((2.0*H)*(1.0+(1.0/(SS*SS)))**0.5)                            00012160
60    EVEL=(1.486/RUFF)*(EA/P)**0.667*(SLP/100.0)**0.50                 00012170
      ECAP=EVEL*EA                                                      00012180
70    RETURN                                                            00012190
```

```
      END                                                                00012200
      SUBROUTINE DETEN(GR,GRPK,LAST,STORE,DELT,BRAN,REACH,VOL)           00012210
      DIMENSION GR(500),QT(500)                                          00012220
      DTMAX=STORE*1000.0                                                 00012230
      DELTS=DELT*60.0                                                    00012240
C     PRINT 200,GRPK                                                     00012250
10    FORMAT(' GRPK IN TO DETEN= ',F10.4)                                00012260
      QOUT=0.0                                                           00012270
      QINC=GRPK/50.0                                                     00012280
20    J=0                                                                00012290
      VOLMAX=0                                                           00012300
      MIKE=LAST                                                          00012310
      DO 30 K=1,500                                                      00012320
      QT(K)=0                                                            00012330
30    CONTINUE                                                           00012340
      VOL=0                                                              00012350
      QOUT=QOUT+QINC                                                     00012360
      IF(QOUT)100,100,40                                                 00012370
40    J=J+1                                                              00012380
      AVAIL=GR(J)+VOL/DELTS                                              00012390
      DIFF=AVAIL-QOUT                                                    00012400
      IF(DIFF)50,50,60                                                   00012410
50    QT(J)=AVAIL                                                        00012420
      VOL=0                                                              00012430
      GO TO 80                                                           00012440
60    QT(J)=QOUT                                                         00012450
      VOL=DIFF*DELTS                                                     00012460
      IF(VOLMAX.GT.VOL)GO TO 70                                          00012470
      VOLMAX=VOL                                                         00012480
70    IF(VOL.GT.DTMAX)GO TO 20                                           00012490
80    CONTINUE                                                           00012500
C     PRINT 300,J,QOUT,AVAIL,DIFF,GR(J),QT(J),VOL,VOLMAX,DTMAX           00012510
90    FORMAT (I5,8F12.3)                                                 00012520
      IF(J.LT.LAST)GO TO 40                                              00012530
      IF(VOL.LT.5.0)GO TO 120                                            00012540
      MIKE=MIKE+1                                                        00012550
      IF(MIKE.GT.499)GO TO 120                                           00012560
      GR(MIKE)=0.0                                                       00012570
      GO TO 40                                                           00012580
100   PRINT 110                                                          00012590
110   FORMAT(' AUCUNE SOLUTION DANS LA SOUSROUTINE DETEN')               00012600
120   GRPK=QOUT                                                          00012610
      VOL=VOLMAX                                                         00012620
      LAST=MIKE                                                          00012630
      DO 130 K=1,LAST                                                    00012640
      GR(K)=QT(K)                                                        00012650
130   CONTINUE                                                           00012660
C     PRINT 201,GRPK                                                     00012670
140   FORMAT (' GRPK OUT OF DETEN=', F 10.4)                             00012680
      RETURN                                                             00012690
      END                                                                00012700
      SUBROUTINE PAVENT (PENT,PL,PS,CPA)                                 00012710
C     PRINT 6,PENT,PL,PS,CPA                                             00012720
10    FORMAT(4F12.4)                                                     00012730
      Q=CPA/4.0                                                          00012740
      XN=0.017                                                           00012750
      S=PS/100.0                                                         00012760
      R=0.2                                                              00012770
      V=(1.486/XN)*R**0.67*S**0.5                                        00012780
      PENT=PL/V/60.0+2.0                                                 00012790
      RETURN                                                             00012800
```

```
      END                                                                   00012810
      SUBROUTINE LIMITQ (GR,GRPK,LAST,QALOW,DELT,BRAN,REACH,VOL)            00012820
      DIMENSION GR(500),QT(500)                                             00012830
      DELTS=DELT*60.0                                                       00012840
C     PRINT 200,(GR(J),J=1,LAST)                                            00012850
10    FORMAT(' GR INTO LIMITQ ',10F8.1)                                     00012860
      QOUT=QALOW                                                            00012870
      J=0                                                                   00012880
      VOLMAX=0                                                              00012890
      MIKE=LAST                                                             00012900
      DO 20 K=1,500                                                         00012910
      QT(K)=0.0                                                             00012920
20    CONTINUE                                                              00012930
      VOL=0.0                                                               00012940
30    J=J+1                                                                 00012950
      AVAIL=GR(J)+VOL/DELTS                                                 00012960
      DIFF=AVAIL-QOUT                                                       00012970
      IF(DIFF)40,40,50                                                      00012980
40    QT(J)=AVAIL                                                           00012990
      VOL=0                                                                 00013000
      GO TO 60                                                              00013010
50    QT(J)=QOUT                                                            00013020
      VOL=DIFF*DELTS                                                        00013030
      IF(VOLMAX.GT.VOL)GO TO 60                                             00013040
      VOLMAX=VOL                                                            00013050
60    CONTINUE                                                              00013060
      IF(J.LT.LAST)GO TO 30                                                 00013070
      IF(VOL.LT.5.0)GO TO 70                                                00013080
      MIKE=MIKE+1                                                           00013090
      IF(MIKE.GT.499)GO TO 70                                               00013100
      GR(MIKE)=0.0                                                          00013110
      GO TO 30                                                              00013120
70    GRPK=QOUT                                                             00013130
      VOL=VOLMAX                                                            00013140
      LAST=MIKE                                                             00013150
      DO 80 K=1,LAST                                                        00013160
      GR(K)=QT(K)                                                           00013170
80    CONTINUE                                                              00013180
C     PRINT 201,(GR(J),J=1,LAST)                                            00013190
90    FORMAT(' GR OUT OF LIMITQ ',10F8.1)                                   00013200
      RETURN                                                                00013210
      END                                                                   00013220
      SUBROUTINE RHUFF(TRAIN,DURA,DELT,RR,NRI)                              00013230
      REAL*4 RR(500),PCTT(17),PCTR(17),SR(500)                              00013240
      INTEGER XRI                                                           00013250
      X=-4.                                                                 00013260
      DO 10 I=1,11                                                          00013270
      X=X+4                                                                 00013280
      PCTT(I)=X                                                             00013290
10    CONTINUE                                                              00013300
      DO 20 I=12,17                                                         00013310
      PCTT(I)=PCTT(I-1)+10.                                                 00013320
20    CONTINUE                                                              00013330
      PCTR(1)=0                                                             00013340
      PCTR(2)=9.6                                                           00013350
      PCTR(3)=21.0                                                          00013360
      PCTR(4)=32.7                                                          00013370
      PCTR(5)=43.                                                           00013380
      PCTR(6)=51.2                                                          00013390
      PCTR(7)=58.3                                                          00013400
      PCTR(8)=63.1                                                          00013410
```

```
      PCTR(9)=67.2                                                          00013420
      PCTR(10)=70.6                                                         00013430
      PCTR(11)=73.5                                                         00013440
      PCTR(12)=79.5                                                         00013450
      PCTR(13)=84.2                                                         00013460
      PCTR(14)=88.5                                                         00013470
      PCTR(15)=92.5                                                         00013480
      PCTR(16)=96.3                                                         00013490
      PCTR(17)=100.                                                         00013500
      XRI=DURA/DELT+1.1                                                     00013510
      SR(1)=0                                                               00013520
      X=0                                                                   00013530
      DO 60 I=2,XRI                                                         00013540
      X=X+DELT                                                              00013550
      PX=(X/DURA)*100.                                                      00013560
      DO 30 J=1,17                                                          00013570
      IF(PX-PCTT(J))40,50,30                                                00013580
30    CONTINUE                                                              00013590
      GO TO 60                                                              00013600
40    SR(I)=(PCTR(J-1)+(PCTR(J)-PCTR(J-1))/(PCTT(J)                         00013610
     *-PCTT(J-1))*(PX-PCTT(J-1)))*TRAIN*.01                                 00013620
      GO TO 60                                                              00013630
50    SR(I)=PCTR(J)*TRAIN*.01                                               00013640
60    CONTINUE                                                              00013650
      JJ=XRI                                                                00013660
      NRI=JJ                                                                00013670
      RR(1)=0.0                                                             00013680
      DO 70 J=2,JJ                                                          00013690
      RR(J)=SR(J)-SR(J-1)                                                   00013700
70    CONTINUE                                                              00013710
C     PRINT 9,(RR(J),J=1,JJ)                                                00013720
80    FORMAT (F12.4)                                                        00013730
      RETURN                                                                00013740
      END                                                                   00013750
      SUBROUTINE GRADI(PKUS,PKRH,DIST,GRPK,DIAM,SLP)                        00013760
      PRINT 10                                                              00013770
10    FORMAT(5X,'CALCUL DU GRADIENT HYDRAULIQUE',/,5X,30('-'),/)            00013780
      IF(PKUS.GE.PKRH) GO TO 30                                             00013790
      IF(DIST.GE.375) GO TO 20                                              00013800
      PKUS=GRPK                                                             00013810
      GO TO 30                                                              00013820
20    PKUS=PKUS+(PKRH-PKUS)*(1./(DIST/250+0.5))                             00013830
30    PRINT 40                                                              00013840
40    FORMAT(5X,'AMONT:')                                                   00013850
      V=PKUS/((3.14159*DIAM**2)/576)                                        00013860
      S=((448.8*PKUS**2)/(DIAM**5.3334))*100                                00013870
      PRINT 50,PKUS,V,S                                                     00013880
50    FORMAT(25X,'Q=',F8.1,' PCS',/,25X,'V=',F8.1,' PI/S',/,25X,'S=',F8.00013890
     *1,' PI/1COPI',//)                                                     00013900
      PRINT 55                                                              00013910
55    FORMAT(5X,'AVAL:')                                                    00013920
      V=PKRH/((3.14159*DIAM**2)/576)                                        00013930
      S=((448.8*PKRH**2)/(DIAM**5.3334))*100                                00013940
      PRINT 50,PKRH,V,S                                                     00013950
60    IF(ABS(PKUS-PKRH).GE. 0.1) GO TO 70                                   00013960
      B=PKUS                                                                00013970
      A=0                                                                   00013980
      GO TO 110                                                             00013990
70    A=(PKUS-PKRH)/DIST                                                    00014000
      B=PKRH                                                                00014010
      PRINT 80,A,B                                                          00014020
```

```
 80     FORMAT(/,10X,'DEBIT: Q(L)=',F8.3,' * L + ',F8.3,/)                    00014030
        K=0.047203*(DIAM**2.6667)                                             00014040
        C=-(PKRH**3-PKUS**3)/(3*(K**2)*A)                                     00014050
        PRINT 90,C                                                            00014060
 90     FORMAT(/,10X,'DELTA DU GRADIENT=',F8.1,' PI.',/)                      00014070
 95     DELRA=(DIST/100)*SLP                                                  00014080
        PRINT 100,DELRA                                                       00014090
100     FORMAT(/,10X,'DELTA DES RADIERS=',F8.1,' PI.',/)                      00014100
        PKUS=0.0                                                              00014110
        PKRH=0.0                                                              00014120
        A=0.0                                                                 00014130
        B=0.0                                                                 00014140
        GO TO 140                                                             00014150
110     PRINT 120,B                                                           00014160
120     FORMAT(/,10X,'DEBIT CONSTANT=',F8.1,' PCS',/)                         00014170
        K=0.047203*(DIAM**2.6667)                                             00014180
        DELGRA=B**2/K**2*DIST                                                 00014190
130     FORMAT(/,10X,'DELTA DU GRADIENT=',F8.1,' PI.',/)                      00014200
        PRINT 130,DELGRA                                                      00014210
        GO TO 95                                                              00014220
140     RETURN                                                                00014230
        END                                                                   00014240
        SUBROUTINE HEURE(ST,DELT,HR,I)                                        00014250
        I3=INT(((I-1)*DELT+ST)/60.0)                                          00014260
        I4=INT(((I-1)*DELT+ST)-60.0*I3+0.5)                                   00014270
        IF(I4.EQ.60) GO TO 10                                                 00014280
        HR=I3+I4/100.0                                                        00014290
        GO TO 20                                                              00014300
   10   HR=I3+1                                                               00014310
20      IF(HR.LT.24) GO TO 30                                                 00014320
        HR=HR-24                                                              00014321
        GO TO 20                                                              00014322
   30   CONTINUE                                                              00014323
        RETURN                                                                00014330
        END                                                                   00014340
        SUBROUTINE STAT (DSIM,DREL,DELT)                                      00014350
        DIMENSION DREL(500),DSIM(500)                                         00014360
        DELTX=DELT*60.0                                                       00014370
        PRINT 10                                                              00014380
   10   FORMAT('1')                                                           00014390
        VOLSSD=0.0                                                            00014400
        VREL=0.0                                                              00014410
        VOLSIM=0.0                                                            00014420
        DBASE=DREL(1)                                                         00014430
        PRINT 30,DBASE                                                        00014440
   30   FORMAT(//,5X,'DEBIT DE BASE= ',F8.2,' PCS')                           00014450
        DRELM=DREL(1)                                                         00014460
        DSIMM=DSIM(1)                                                         00014470
        K=DREL(500)                                                           00014480
        L=DSIM(500)                                                           00014490
        LAST=MIN0(K,L)                                                        00014500
        DO 50 I=2,LAST                                                        00014510
        VOLSSD=VOLSSD+(DSIM(I)+DSIM(I-1))*DELTX/2.0                           00014520
        VREL=VREL+(DREL(I)+DREL(I-1))*DELTX/2.0                               00014530
        IF(DSIM(I).GT.DSIMM) DSIMM=DSIM(I)                                    00014540
        IF(DREL(I).GT.DRELM) DRELM=DREL(I)                                    00014550
   50   CONTINUE                                                              00014560
        VOLSIM=VOLSSD+(LAST-1)*DBASE*DELTX                                    00014570
        PRINT 60,VOLSSD                                                       00014580
   60   FORMAT(//,5X,'VOLUME DE RUISSELLEMENT SIMULE=',F12.0,' PI CU',        00014590
     *,/,5X,'(SANS DEBIT DE BASE)',///)                                       00014600
```

```
      PRINT 70,VOLSIM                                                   00014610
   70 FORMAT(5X,'VOLUME DE RUISSELLEMENT SIMULE=',F12.0,' PI CU',/,5X,'(00014620
     *AVEC DEBIT DE BASE)',///)                                         00014630
      PRINT 80,VREL                                                     00014640
   80 FORMAT(5X,'VOLUME DE RUISSELLEMENT MESURE=',F12.0,' PI CU',///)   00014650
      IPASSE=0                                                          00014660
      PRINT 90                                                          00014670
   90 FORMAT(//,20X,'COEFFICIENTS STATISTIQUES',/,20X,25('*'),//,10X,'SA00014680
     *NS DEBIT DE BASE',//)                                             00014690
  100 CONTINUE                                                          00014700
      CC=0.0                                                            00014710
      D=0.0                                                             00014720
      C=0.0                                                             00014730
      D2=0.0                                                            00014740
      C2=0.0                                                            00014750
      CMCE2=0.0                                                         00014760
      DO 110 I=1,LAST                                                   00014770
      CC=CC+DREL(I)*DSIM(I)                                             00014780
      D=D+DREL(I)                                                       00014790
      C=C+DSIM(I)                                                       00014800
      D2=D2+DREL(I)**2.0                                                00014810
      C2=C2+DSIM(I)**2.0                                                00014820
      CMCE2=CMCE2+(ABS(DREL(I)-DSIM(I)))**2.0                           00014830
  110 CONTINUE                                                          00014840
      R1=LAST*CC-D*C                                                    00014850
      R2=((LAST*D2-D**2)*(LAST*C2-C**2))**0.5                           00014860
      R=R1/R2                                                           00014870
      RS=(2*CC-C2)/D2                                                   00014880
      AISE=CMCE2**0.5*100.0/C                                           00014890
      PRINT 120,R,RS,AISE                                               00014900
  120 FORMAT(20X,'R=',F7.3,//,20X,'RS=',F7.3,//,20X,'ISE=',F6.2,'%')    00014910
      IF(IPASSE.EQ.1) GO TO 150                                         00014920
      IPASSE=1                                                          00014930
      DO 130 I=1,LAST                                                   00014940
      DSIM(I)=DSIM(I)+DBASE                                             00014950
  130 CONTINUE                                                          00014960
      PRINT 140                                                         00014970
  140 FORMAT(//,10X,'AVEC DEBIT DE BASE',///)                           00014980
      GO TO 100                                                         00014990
  150 CONTINUE                                                          00015000
      PEAK1=DRELM/DSIMM                                                 00015010
      PEAK2=DRELM/(DSIMM+DBASE)                                         00015020
      VOL1=VREL/VOLSSD                                                  00015030
      VOL2=VREL/VOLSIM                                                  00015040
      DSIMDB=DSIMM+DBASE                                                00015050
      PRINT 160                                                         00015060
  160 FORMAT(///,5X,'RESUME',/,5X,6('*'),///)                           00015070
      PRINT 170,DSIMM,DSIMDB,DRELM                                      00015080
  170 FORMAT(10X,'DEBIT MAXIMUM',//,15X,'SIMULATION (SANS DB)=',F8.2,' P00015090
     *CS',/,15X,'SIMULATION (AVEC DB)=',F8.2,' PCS',/,15X,'MESURE=',F8.200015100
     *,' PCS',///)                                                      00015110
      PRINT 180,PEAK1,PEAK2,VOL1,VOL2                                   00015120
  180 FORMAT(10X,'RAPPORTS',/,10X,8('*'),//,15X,' Q MES / Q SIM = ',F8.400015130
     *,//,15X,' Q MES / ( Q SIM + DB )=',F8.4,//,15X,' VOL MES / VOL SI00015140
     *M=',F8.4,//,15X,' VOL MES / (VOL SIM + VOL DB )=',F8.4)           00015150
      RETURN                                                            00015160
       END                                                              00015170
      SUBROUTINE DSOIL(A)                                               00015180
      DIMENSION A(5,7)                                                  00015190
      DO 10 I=1,4                                                       00015200
      A(I,3)=2.0                                                        00015210
```

```
      A(I,4)=0.0                                                        00015220
   10 CONTINUE                                                          00015230
      A(1,1)=10.0                                                       00015240
      A(1,2)=1.0                                                        00015250
      A(1,5)=2.0                                                        00015260
      A(1,6)=4.0                                                        00015270
      A(1,7)=6.0                                                        00015280
      A(2,1)=8.0                                                        00015290
      A(2,2)=0.5                                                        00015300
      A(2,5)=1.5                                                        00015310
      A(2,6)=3.0                                                        00015320
      A(2,7)=4.0                                                        00015330
      A(3,1)=5.0                                                        00015340
      A(3,2)=0.25                                                       00015350
      A(3,5)=1.0                                                        00015360
      A(3,6)=2.0                                                        00015370
      A(3,7)=3.0                                                        00015380
      A(4,1)=3.0                                                        00015390
      A(4,2)=0.1                                                        00015400
      A(4,5)=0.7                                                        00015410
      A(4,6)=1.5                                                        00015420
      A(4,7)=2.0                                                        00015430
      A(5,1)=3.0                                                        00015440
      A(5,2)=0.52                                                       00015450
      A(5,3)=4.14                                                       00015460
      A(5,4)=0.0                                                        00015470
      A(5,5)=0.7                                                        00015480
      A(5,6)=1.5                                                        00015490
      A(5,7)=2.0                                                        00015500
      RETURN                                                            00015510
      END                                                               00015520
      SUBROUTINE TRAK1 (Q,LAST,TEMPS,PLUIE,NPL,IDEB,LT,DELT,FIG,DEBR)   00015530
      DIMENSION Q(500),TEMPS(500),PLUIE(6,502),DEBR(500),HTEM(507),     00015540
     *A1(2),B1(3)                                                       00015550
      DATA A1/'TEMP','S   '/,B1/'DEBI','T EN',' PCS'/                   00015560
      DO 5 I=1,500                                                      00015570
      HTEM(I)=INT(TEMPS(I))+(TEMPS(I)-INT(TEMPS(I)))/0.6                00015580
5     CONTINUE                                                          00015590
      CALL PLOTS (0,0,14)                                               00015600
      CALL PLOT (8.5,-11.,-3)                                           00015610
      CALL RECT(0.,0.,11.,8.5,0.,3)                                     00015620
      CALL PLOT (1.,2.,-3)                                              00015630
      CALL SYMBOL (3.,-1.5,.1,'FIGURE NO:',0.0,10)                      00015640
      CALL NUMBER (4.2,-1.5,.1,FIG,0.0,0)                               00015650
      IF(IDEB.EQ.0) GO TO 50                                            00015660
      Q(500)=LAST                                                       00015670
      K=DEBR(500)                                                       00015680
      IF(K.GT.LAST) LAST=K                                              00015690
      IF(K.GT.LAST) GO TO 40                                            00015700
      DO 30 I=K,LAST                                                    00015710
      DEBR(I)=0.0                                                       00015720
30    CONTINUE                                                          00015730
40    CONTINUE                                                          00015740
      CALL SCALE(DEBR,5.,LAST,1)                                        00015750
      CALL SCALE(Q,5.,LAST,1)                                           00015760
      L1=LAST+1                                                         00015770
      L2=LAST+2                                                         00015780
      Q(L2)=AMAX1(Q(L2),DEBR(L2))                                       00015790
      Q(L1)=AMIN1(Q(L1),DEBR(L1))                                       00015800
42    CONTINUE                                                          00015810
      DO 44 I=2,LAST                                                    00015820
```

```
      DIFF=HTEM(I)-HTEM(I-1)                                          00015830
      IF(DIFF.GT.0) GO TO 44                                          00015840
      L=I                                                             00015850
      DO 43 J=L,LAST                                                  00015860
      HTEM(J)=HTEM(J)+24.0                                            00015870
   43 CONTINUE                                                        00015880
   44 CONTINUE                                                        00015890
      DELM=((LAST-1)*DELT)/6                                          00015900
      DELR=INT((DELM/5)+0.999)*5                                      00015910
      ST=60.*HTEM(1)                                                  00015920
      HTEM(L1)=HTEM(1)                                                00015930
      HTEM(L2)=DELR/60                                                00015940
      DO 45 I=1,7                                                     00015950
      CALL HEURE (ST,DELR,HR,I)                                       00015960
      HTEM(500+I)=HR                                                  00015970
45    CONTINUE                                                        00015980
C     TRACE DE L'AXE TEMPS EN HEURES                                  00015990
      DO 47 I=1,7                                                     00016000
      A=I-1                                                           00016010
      CALL PLOT (A,0.05,3)                                            00016020
      CALL PLOT (A,-0.05,2)                                           00016030
      CALL NUMBER ((A-.15),-.25,.10,HTEM(500+I),0.0,2)                00016040
47    CONTINUE                                                        00016050
      CALL SYMBOL (4.,-.5,.15,A1,0.0,5)                               00016060
      CALL PLOT (6.,0.,3)                                             00016070
      CALL PLOT (0.,0.,2)                                             00016080
      IF(IDEB.EQ.0) GO TO 55                                          00016090
      CALL AXIS (0.0,0.0,B1,12,5.0,90.0,Q(L1),Q(L2))                  00016100
      DEBR(L1)=Q(L1)                                                  00016110
      DEBR(L2)=Q(L2)                                                  00016120
      CALL LINE (HTEM,DEBR,LAST,1,5,0)                                00016130
      CALL DASHL (HTEM,Q,LAST,1)                                      00016140
      GO TO 60                                                        00016150
50    L1=LAST+1                                                       00016160
      L2=LAST+2                                                       00016170
      GO TO 42                                                        00016180
55    CALL SCALE (Q,5.0,LAST,1)                                       00016190
      CALL AXIS (0.0,0.0,B1,12,5.0,90.0,Q(L1),Q(L2))                  00016200
      CALL DASHL (HTEM,Q,LAST,1)                                      00016210
60    IF (NPL.EQ.1) GO TO 120                                         00016220
      A=0                                                             00016230
      DO 70 I=1,NPL                                                   00016240
      IF (PLUIE(I,502).GT.A) A=PLUIE(I,502)                           00016250
70    CONTINUE                                                        00016260
      DO 90 I=1,NPL                                                   00016270
      IF (PLUIE(I,502).EQ.A) GO TO 90                                 00016280
      M=A                                                             00016290
      L=PLUIE(I,502)+1                                                00016300
      DO 80 J=L,M                                                     00016310
      PLUIE(I,J)=0.0                                                  00016320
80    CONTINUE                                                        00016330
90    CONTINUE                                                        00016340
      DO 110 I=1,M                                                    00016350
      DEBR(I)=0.0                                                     00016360
      DO 100 J=1,NPL                                                  00016370
      DEBR(I)=DEBR(I)+PLUIE(J,I)                                      00016380
100   CONTINUE                                                        00016390
      DEBR(I)=DEBR(I)*60/(DELT*NPL)                                   00016400
110   CONTINUE                                                        00016410
      GO TO 140                                                       00016420
120   CONTINUE                                                        00016430
```

```
      M=PLUIE(1,502)                                                          00016440
      DO 130 I=1,M                                                            00016450
      DEBR(I)=PLUIE(1,I)*60/DELT                                              00016460
130   CONTINUE                                                                00016470
140   CONTINUE                                                                00016480
      CALL SCALE (DEBR,2.,M,1)                                                00016490
      CALL PLOT (0.,8.,-3)                                                    00016500
      DO 145 I=1,7                                                            00016510
      A=I-1                                                                   00016520
      CALL PLOT (A,-.05,3)                                                    00016530
      CALL PLOT (A,.05,2)                                                     00016540
      CALL NUMBER ((A-.15),.25,.10,HTEM(500+I),0.0,2)                         00016550
145   CONTINUE                                                                00016560
      CALL SYMBOL (4.,.5,.15,'TEMPS',0.0,5)                                   00016570
      CALL PLOT (6.,0.,3)                                                     00016580
      CALL PLOT (0.,0.,2)                                                     00016590
      CALL AXIS (0.,0.,'PLUIE PO/HRE',-12,2.0,270.0,DEBR(M+1),DEBR(M+2))      00016600
      DEL=DELT/DELR                                                           00016610
      A=0.                                                                    00016620
      DO 150 I=1,M                                                            00016630
      B=(A-DEBR(I))/DEBR(M+2)                                                 00016640
      CALL PLOT (0,B,-2)                                                      00016650
      CALL PLOT (DEL,0,-2)                                                    00016660
      A=DEBR(I)                                                               00016670
150   CONTINUE                                                                00016680
      B=DEBR(M)/DEBR(M+2)                                                     00016690
      CALL PLOT (0,B,-2)                                                      00016700
      CALL PLOTS (0.,0.,999)                                                  00016710
      PRINT 200                                                               00016720
200   FORMAT('1',//////////)                                                  00016730
      PRINT 210                                                               00016740
210   FORMAT(28X,34('*'))                                                     00016750
      PRINT 220                                                               00016760
220   FORMAT(28X,'*',32X,'*')                                                 00016770
      PRINT 220                                                               00016780
      PRINT 230                                                               00016790
230   FORMAT(28X,'*',10X,'UN GRAPHIQUE',10X,'*')                              00016800
      PRINT 220                                                               00016810
      PRINT 240                                                               00016820
240   FORMAT(28X,'*',8X,'VOUS ATTEND A LA',8X,'*')                            00016830
      PRINT 220                                                               00016840
      PRINT 250                                                               00016850
250   FORMAT(28X,'*',11X,'RECEPTION.',11X,'*')                                00016860
      PRINT 220                                                               00016870
      PRINT 260                                                               00016880
260   FORMAT(28X,'*',21X,'MERCI',6X,'*')                                      00016890
      PRINT 220                                                               00016900
      PRINT 220                                                               00016910
      PRINT 210                                                               00016920
      RETURN                                                                  00016930
      END                                                                     00016940
```

GROUPE DE RECHERCHE SUR L'EAU EN MILIEU URBAIN

BON DE COMMANDE

PROGRAMME D'ORDINATEUR

Je désire recevoir une copie des programmes d'ordinateur suivants:

NO GREMU	DESCRIPTION	RUBAN*	CARTES**
_____	ILLUDAS POLY (1979)	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

* Indiquer les caractéristiques d'écriture du ruban

** Les programmes de plus de 2000 cartes sont disponibles sur ruban seulement à moins d'entente préalable.

IDENTIFIER LES CARACTERISTIQUES DU RUBAN:

VOLSER = _____
PISTES = 9
DENSITE= 1600 BPI
LABELS = NL
DCB = (RECFM = FB, LRECL = 80, BLKSIZE = 800)

Le coût unitaire des programmes est de $30.00 et couvre le matériel, le temps d'ordinateur ainsi que les frais de poste et de manutention.

Ci-joint mon chèque au montant de $_____ fait à l'ordre de:
ECOLE POLYTECHNIQUE DE MONTREAL (GREMU)

NOM: _____

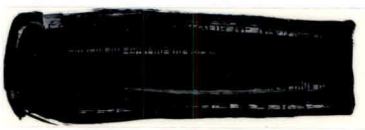
ORGANISATION: _____

ADRESSE: _____

VILLE: _____ PROVINCE: _____ CODE POSTAL: _____

RETOURNER A: Groupe de recherche sur l'eau en milieu urbain
Ecole Polytechnique de Montréal
Département de Génie Civil
Case Postale 6079, Succursale "A"
Montréal (Québec) H3C 3A7

Attention de: Gilles Patry



6044332

A CONSULTER
SUR PLACE

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL
3 9334 00289095 0