



l'Institut français de recherche scientifique
pour le développement en coopération

INSTITUT DES SCIENCES DE L'INGENIEUR DE MONTPELLIER

DEPARTEMENT INFORMATIQUE ET GESTION

Centre
de
Montpellier

RAPPORT DE STAGE

MODELE DE CALCUL DES CRUES DE FREQUENCE DECENNALE DANS LE SAHEL AFRICAIN



Nicolas PIANCASTELLI
(3^{ème} Année)

Maîtres de stage : J.F. NOUVELOT
J. CRUETTE

Mars-Juin 1993

Laboratoire d'Hydrologie

Département DEC

REMERCIEMENTS

Le stage a été réalisé dans le cadre de la troisième année de l'ISIM (Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier), département Informatique et Gestion.

Ce stage a eu lieu au laboratoire d'hydrologie du centre ORSTOM de Montpellier (Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération), du 1^{er} Mars au 30 Juin 1993.

Je tiens à remercier toutes les personnes (membres de l'ORSTOM) qui de près ou de loin m'ont aidé à la réalisation de ce stage et plus particulièrement :

- Mr Jean-François NOUVELOT, mon tuteur, Directeur de Recherche à l'ORSTOM, pour ses explications et sa disponibilité,

- Mr Jacques CRUETTE, Directeur de Recherche à l'ORSTOM, pour ses conseils.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
PARTIE 1 : CONTEXTE DU STAGE	4
I - L'ORSTOM	4
II - La mission du stage	7
III - L'environnement de travail	8
PARTIE 2 : CONCEPT DU TRIOLET	9
I - Le contexte général	9
II - Les options informatiques	10
III - Le dictionnaire (ou glossaire)	11
IV - Les triolets	13
V - Les codes	14
VI - La liste structurée du modèle (LIDY.prg)	15
VII - La liste des simplets (LISS.prg)	16
PARTIE 3 : NUMERISATION DE CARTES	18
I - La numérisation des pluies décennales au Sahel	18
II - L'utilisation de SURFER	18
PARTIE 4 : MODELE	22
CONCLUSION	55
BIBLIOGRAPHIE	57
ANNEXES (listing)	58

INTRODUCTION

Dès les années 60, un certain nombre de synthèses conduisant à des recommandations pour la prédétermination des crues décennales en Afrique de l'Ouest ont été réalisées par l'ORSTOM. La première de ces publications est une note pratique, publiée en 1965, par C. Auvray et J. Rodier, à la demande du Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH). Cette méthode, mise au point à partir de 65 bassins versants de superficie inférieure à 120 km², s'applique en théorie à toute l'Afrique de l'Ouest, entre 150 et 1600 mm de hauteur de précipitations annuelles. La zone sahélienne n'est représentée que par une trentaine de bassins, et les abaques proposés sont peu sûrs pour les superficies inférieures à 5 km².

Depuis 1965, le volume de données et d'observations s'est notablement accru malgré une réduction sensible des recherches sur bassins représentatifs à partir du début des années 70. Ainsi, une analyse de plus en plus fine des phénomènes hydrologiques a permis de mieux appréhender les mécanismes qui régissent l'écoulement superficiel.

Compte tenu de ces acquis, ORSTOM et CIEH ont constaté conjointement, dès 1983, qu'il convenait de réviser les paramètres caractéristiques des crues et les estimations des événements de fréquence décennale des bassins représentatifs étudiés, afin de disposer de bases plus rigoureuses pour la transposition des résultats à des bassins non observés.

Ce travail de révision, basé sur une méthodologie rigoureuse et homogène, a été réalisé de 1984 à 1986 pour les bassins de la zone sahélienne couvrant moins de 10 km². Depuis 1988, J. Rodier a étendu cette révision aux bassins couvrant plus de 10 km² (jusqu'à 2500 km² en théorie) en appliquant les mêmes principes.

PARTIE 1 :

CONTEXTE DU STAGE

I - L'ORSTOM

I - 1 QUELQUES CHIFFRES

Budget : 1 milliard de FF. soit 180 millions de \$

Effectifs : 2500 agents dont 1500 chercheurs, ingénieurs et techniciens

Dispositif : 40 implantations réparties dans une trentaine de pays

I - 2 UN DEMI-SIECLE D'HISTOIRE

Hier

L'acte de naissance officiel de l'office est la loi du 11 octobre 1943. Il est né du Centre National de Recherche Scientifique (C.N.R.S.). Il fonctionna à ses débuts sous la forme d'un modeste service de secrétariat d'Etat à la Marine et aux colonies.

Son rôle était d'orienter, de coordonner et de contrôler les recherches scientifiques aux colonies. Un des points de départ de l'activité de l'office fut un certain nombre de dossiers de subventions du C.N.R.S. portant sur des sujets coloniaux.

Grâce à une expansion géographique importante, l'ORSTOM a pu revendiquer le rôle privilégié de porte-parole de la recherche tropicale. L'office a développé, dans ses centres outre-mer, et avec ses partenaires des programmes de recherche à long terme qui sont devenus dans certaines disciplines des références internationales.

Aujourd'hui

L'ORSTOM, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, dispose de centres, missions ou antennes dans une quarantaine de pays du monde tropical.

L'ORSTOM a pour mission de conduire des recherches qui contribuent au développement des régions de la zone intertropicale par l'étude des milieux physiques, biologiques et humains de ces pays. Ces recherches sont conduites en fonction des choix technologiques et scientifiques définis en accord avec des partenaires français et étrangers.

Les programmes de recherche sont conduits par des équipes relevant d'Unités de Recherche regroupées en cinq départements correspondant à cinq champs d'activités :

- Terre, Océan, Atmosphère
- Eaux Continentales
- Milieux et Activités Agricole
- Santé
- Société, Urbanisation, Développement

L'interdisciplinarité thématique et méthodologique est la voie privilégiée de la recherche à l'ORSTOM.

I - 3 LE CENTRE DE MONTPELLIER

La construction du centre de Montpellier a été décidée en 1983. Sa vocation est de se consacrer à la mise en valeur des ressources naturelles pour le développement des productions alimentaires tropicales. Cette valorisation des ressources naturelles passe évidemment par leur évaluation et par la connaissance des mécanismes de leur évolution et des conditions de leur exploitation.

Les rôles d'accueil, de formation et de soutien logistique aux programmes développés hors de France, sont organisés autour de deux grands domaines scientifiques et une plate-forme technique qui sont :

- Sciences de la vie (biologie végétale et santé humaine),
- Sciences de l'environnement (climatologie, hydrologie, eau, ressources en sol, exploitation des milieux),
- Laboratoires d'hydrologie, d'analyses biochimiques, insectarium, atelier d'informatique et de traitement d'images.

Laboratoire d'hydrologie

Axe Scientifique :

Hydrologie de surface en zone intertropicale.

Objectifs :

- La description des régimes hydroclimatiques à l'échelle des grands ensembles géographiques,
- L'étude des mécanismes mis en oeuvre dans le cycle de l'eau (précipitations, évaporation, ruissellement et infiltration).

Programmes :

Quatre unités de recherche, dont la plupart des activités se développent à l'étranger, sont représentées au laboratoire d'hydrologie. Leurs recherches sont respectivement orientées dans les secteurs suivants :

- relations Continent-Atmosphère-Séries climatiques,
- géodynamique de l'hydrosphère continentale,
- processus de transformation, fonctionnement et transfert sol-eau-plante-atmosphère,
- étude et gestion des ressources en eau.

Le laboratoire est chargé d'apporter un appui logistique, informatique et documentaire à la réalisation de ses programmes de recherche.

En outre, il assume les fonctions suivantes :

- constituer et gérer une banque de données hydrologiques et pluviométriques, principalement d'Afrique de l'Ouest,
- développer une informatique performante (traitements statistiques, représentation cartographique, modélisation),
- effectuer des recherches en technologies hydrologiques. En particulier une chaîne complète de télétransmission de données hydrologiques par satellite (systèmes ARGOS et METEOSAT) est réalisée en collaboration avec les sociétés ELSYDE et CEIS-ESPACE.

II - LA MISSION DU STAGE

La mission de ce stage a été d'informatiser la méthode ORSTOM de J. Rodier sur le calcul des crues décennales au Sahel, grâce au concept du triolet développé par J. Cruette.

La démarche suivie peut se résumer en trois points :

- reprendre et améliorer les programmes de J. Cruette développés sur Macintosh pour qu'ils puissent tourner sur PC avec un SGBD FOXPRO2,

- numériser les cartes du CIEH sur les pluies décennales au Sahel, afin de pouvoir obtenir des cartes isotopiques grâce au logiciel SURFER,

- développer la méthode ORSTOM sous FOXPRO2.

III - L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

Durant mon stage, j'ai eu l'occasion de manipuler différents matériels.

Tout d'abord, d'un point de vue ordinateur, j'ai disposé :

- d'un micro ordinateur 80486 DX2 50 (ACT) pour la programmation et pour le rapport.

De plus, j'avais à ma disposition :

- une table à numériser,
- une imprimante HP DESKJET 550C,
- un logiciel SGBD FOXPRO2,
- un logiciel pour tracer des cartes isotopiques SURFER.

PARTIE 2 :

CONCEPT DU TRIOLET

Ce rapport décrit une méthode informatique de conservation du savoir basée sur le postulat qu'il est possible de s'exprimer par des phrases simples composées d'un nom, d'un verbe et d'un complément. Cet ensemble de trois éléments, appelé TRIOLET, est la plus petite unité d'un ensemble qui peut devenir très grand que l'on appellera BANQUE DE SAVOIR.

La banque de savoir permet à chaque participant d'apporter sa propre contribution en utilisant son vocabulaire dans sa propre langue de travail.

Cette méthode offre la possibilité d'organiser le savoir, plusieurs structures sont identifiées auxquelles sont associées des procédures particulières.

La banque de savoir se compose de deux fichiers aux fonctions parfaitement distinctes. Le fichier des triolets (SIMP.dbf) ne contient que des codes : il est par nature totalement indépendant de la langue de travail des utilisateurs. Les procédures utilisées dans la construction du modèle n'utilisent que ce fichier de triolets. Le code des triolets sera ensuite converti en texte à l'aide du dictionnaire ou glossaire (GLOSS.dbf). Si la banque dispose de plusieurs dictionnaires dans certaines langues le résultat du traitement pourra être exprimé dans une langue choisie par l'utilisateur. Inversement, lors de la création des triolets, quelque soit le dictionnaire utilisé on obtiendra le même résultat dans le fichier des triolets sous forme de codes.

I - LE CONTEXTE GENERAL

Un modèle de calcul est une forme de conservation, de représentation et d'utilisation d'un savoir qui exploite au mieux toute l'expérience acquise par les nombreuses personnes qui ont travaillé sur un domaine pendant longtemps. Le modèle de calcul des crues décennales au Sahel est réalisé sous la forme de triolets placés dans un ensemble beaucoup plus large que l'on appelle banque de savoir. Cette option

présente des contraintes spécifiques mais elle offre des ouvertures qui devraient être appréciées par les utilisateurs.

L'utilisateur dispose d'un outil qui lui permet d'obtenir sur n'importe quel point d'eau du Sahel une estimation des valeurs caractéristiques des crues décennales pour des bassins versants de moins de 1500 km². Il dispose surtout d'une méthode qui lui permet, au besoin, de corriger et de faire évoluer le modèle, ou même d'en construire un autre. Le modèle proposé n'est pas une boîte noire dans la mesure où les étapes sont visibles et où les représentations disponibles permettent d'en suivre le déroulement complet à chaque utilisation.

Le modèle est un exemple d'utilisation de l'une des huit structures disponibles dans la banque de savoir : la structure dynamique. Elle se compose de triolets construits avec des verbes actifs qui réalisent plusieurs actions élémentaires logiques et arithmétiques. L'ensemble du modèle est, de fait un programme informatique, les triolets actifs sont des outils de programmation.

Les modèles de calcul de la banque de savoir présentent deux démarches complémentaires qui se fertilisent mutuellement.

- La construction des triolets est la démarche de conservation. Elle formalise un savoir à un moment donné. Elle gère parallèlement un dictionnaire et un fichier de triolets.

- La mise en oeuvre des modèles de calcul permet d'obtenir des résultats utilisables dans la mesure où, d'une part les triolets sont correctement construits et, d'autre part, les réponses aux questions sont correctement introduites par l'utilisateur. Chaque échec dans l'utilisation d'un modèle permet, après analyse de la situation, soit d'améliorer le modèle, soit de corriger les réponses introduites. Dans cet esprit, les contrôles réalisés par le modèle et les commentaires correspondants sont très importants.

Comme dans le cas d'autres structures, le modèle peut être construit et utilisé dans plusieurs langues de travail. Il prend peu de place et peut facilement être exploité sur un micro-ordinateur portable (mise en oeuvre sur le terrain).

II - LES OPTIONS INFORMATIQUES

Les triolets sont bien adaptés à la mise en oeuvre de toute la partie logique du modèle et ils constituent un outil simple et efficace pour réaliser des calculs, relativement simples dans ce type d'application. Le programme utilise

systématiquement les caractères alphanumériques ASCII pour coder toutes les constantes et variables quelle que soit leur nature : locution, nombre, date, expression,...

Pour la mise au point des programmes il était commode de n'utiliser que des caractères ASCII identifiables sur écran ou sur papier. Le programme effectue donc tous les codages avec les codes ASCII compris entre 33 et 217, il utilise 185 valeurs.

Les triolets sont décomposés en simplets, ces simplets offrent une grande souplesse et une large ouverture. Le fichier des simplets correspondant a donc un nombre variable d'enregistrements, il est lui aussi dynamique.

III - LE DICTIONNAIRE

Le dictionnaire contient toutes les informations permettant de construire et de décoder les triolets : les locutions nominales, les locutions verbales, Il est contenu dans un fichier qui se compose de quatre champs.

- Le premier champ contient le code du chapitre (les verbes sont placés dans des chapitres).

- Le deuxième champ contient le code de la locution concernée, ce code se compose de quatre caractères, il est construit par le programme qui gère le dictionnaire COGL (CONstruction du GLOSSaire), et peut donc prendre 1 171 350 625 valeurs.

- Le champ principal contient le "maître mot", c'est le mot le plus discriminant pour que les utilisateurs puissent sélectionner facilement celui qu'ils souhaitent utiliser lors de la création d'un triolet.

- Le dernier champ contient l'auxiliaire de la locution.

Les verbes :

Tous les triolets utilisés par le modèle sont construits avec des verbes actifs placés dans 8 chapitres. Le créateur du modèle est totalement libre pour la formulation

du verbe lors de la création d'un verbe actif. Il est également libre de le corriger s'il le souhaite. Il doit ensuite obligatoirement placer le nouveau verbe dans l'un des dix chapitres qui contiennent les verbes actifs.

1 - Verbes déclaratifs (V)

Les verbes de ce chapitre font apparaître sur l'écran un commentaire construit à partir des trois premiers simplets du triolet, ils mettent ensuite le programme en attente.

2 - Verbes interrogatifs (V?)

Le triolet construit avec ce verbe est présenté dans le mode interrogatif à l'écran. L'utilisateur répond par oui ou par non. Le modèle est ensuite orienté vers le triolet dont la nature de l'enchaînement correspond à la réponse.

3 - Verbes numériques (VN)

Le triolet demande l'introduction d'un nombre, le nombre introduit n'est accepté que s'il est compris dans un intervalle défini au moment de la création du triolet (code ASCII 36 et 37)

4 - Verbes alphabétiques (VT)

Le triolet demande à l'utilisateur l'introduction d'un texte qui sera affiché sur l'écran mais qui ne sera pas conservé.

5 - Verbes coefficient (VC)

Le triolet attribue une valeur à un coefficient correctif placé en nom de droite. Cette valeur sera activée si le triolet est utilisé lors de l'exécution du modèle.

6 - Verbes arithmétiques (VA)

Les paramètres du triolet contiennent les séquences de calcul d'un monôme. Le résultat attribué au nom de droite du triolet est conservé dans un paramètre particulier (code ASCII 214 et 215).

7 - Verbes conditionnels (VS)

Le triolet effectue la comparaison entre deux nombres dont l'un au moins est une variable quantifiée au préalable. L'opérateur peut être égal (=), plus grand que (>) ou plus petit que (<). Le résultat de la comparaison, positif ou négatif, oriente la suite du déroulement du modèle.

8 - Verbes procéduraux (VR)

Le triolet contient tous les paramètres permettant de déclencher un sous-programme particulier. Le nom du programme à exécuter se trouve dans les simplets de code ASCII 36 et 37, le résultat du programme se trouve lui dans les simplets de code ASCII 214 et 215.

IV - LES TRIOLETS

Chaque triolet est constitué au minimum de trois simplets pour le nom de gauche, le verbe et le nom de droite. Il ne doit pas exister deux (ou plus) triolets "semblables" c'est à dire contenant exactement les mêmes trois premiers simplets.

Selon le verbe utilisé, des simplets contenant des paramètres ou des séquences de calcul peuvent être créés. Ces opérations sont pilotées par les sous-programmes de création et correction rattachés à chaque verbe.

La structure dynamique du modèle est construite en enchaînant chaque triolet à un ou plusieurs triolets en amont et à un ou plusieurs triolets en aval. Ces enchaînements sont positifs (ou obligatoires) ou négatifs. Les enchaînements négatifs ne peuvent être construits que si les triolets amonts utilisent des verbes interrogatifs ou conditionnels.

La recherche d'un triolet est réalisée à partir de son nom de droite d'où l'obligation à n'utiliser qu'une seule fois une locution nominale en nom de droite.

La création et la correction des triolets sont des opérations simples. Elles se font généralement de façon conversationnelle grâce au programme COSI (COstruction des Simplets), après avoir introduit dans le dictionnaire toutes les locutions verbales et nominales nécessaires.

Le programme COSI (COstruction des Simplets) pilote les étapes suivantes :

- le dernier triolet traité apparaît en clair sur l'écran

- si l'utilisateur veut changer le nom de gauche, il introduit les premières lettres du nom qu'il veut utiliser ; la liste, dans l'ordre alphabétique, des noms commençant par les lettres introduites lui est présentée sur l'écran et il sélectionne alors celui qui est recherché.

- la même opération peut être réalisée pour le verbe et le nom de droite

- le triolet sélectionné apparaît à l'écran, l'utilisateur choisit ensuite de l'effacer ou de le corriger si le triolet existe déjà ou de le créer

- pour la création ou la correction d'un triolet, le programme demande à l'utilisateur d'introduire les informations à attribuer aux paramètres associés aux verbes

- l'utilisateur enchaîne ensuite ce triolet à un ou plusieurs triquets existants

V - LES CODES

La structure adoptée, appelée simplet, ne comporte que trois champs :

- le code du triolet

- le sous-code

- le champ élémentaire

Le premier code du dictionnaire se compose de trois caractères blanc et d'un caractère ! (code ASCII 33), les codes suivants sont créés par incréments successives d'une unité. Le premier code des triquets se compose de trois caractères blanc et d'un caractère ! (code ASCII 33), les codes suivants sont créés par incréments successives d'une unité.

Le code du triolet est construit par programme à la création de chaque nouveau triolet. Le sous-code précise la nature de l'information contenue dans le champ élémentaire : nom de gauche, ou verbe, ou nom de droite, ou paramètre, ou enchaînement.

Tous ces codes sont constitués par des chaînes de caractères, ce qui permet de disposer d'un très grand nombre de codes en utilisant les 185 caractères existants identifiables sur écran ou sur papier (codes ASCII compris entre 33 et 217).

Les codes du dictionnaire et des triolets sont composés de 4 caractères ce qui offre actuellement 1 171 350 625 codes différents. Les sous-codes n'utilisent qu'un caractère et offrent donc actuellement 185 possibilités, dans ces conditions un triolet peut donc avoir jusqu'à 180 paramètres (185 moins 3 sous-codes pour le nom de gauche, verbe et nom de droite et 2 sous-codes pour les enchaînements positifs et négatifs).

Les simplets se composent dans ces conditions de 9 caractères : 4 pour le code du triolet, 1 pour le sous-code et quatre pour le champ élémentaire qui contient soit le code d'une locution du dictionnaire soit un paramètre numérique.

Les nombres, après conversion dans une numérotation de base 185, se présentent sous la forme d'une chaîne de caractères de longueur variable, éventuellement précédée d'un signe moins.

VI - LA LISTE STRUCTUREE DU MODELE **(LIDY.prg)**

Cette liste structurée utilise la présentation générale par couches des triolets. Le premier triolet, placé sur la première couche, utilise un verbe alphabétique. Il n'accepte qu'un enchaînement obligatoire avec le triolet en aval.

Le deuxième triolet est donc seul sur la deuxième couche. Il est précédé d'un signe +. Il utilise le même type de verbe et a un enchaînement également obligatoire avec le troisième (+).

Le troisième triolet utilise un verbe interrogatif. La quatrième couche contient donc deux triolets : un pour l'enchaînement négatif, précédé d'un signe - (quatrième couche et quatrième ligne), et un pour l'enchaînement positif, précédé du signe + (sixième ligne).

Cette liste dite "dynamique" est une représentation complète de la logique utilisée par le modèle. Elle contient non seulement la liste de toutes les opérations réalisables par le modèle mais aussi la logique formalisée par les enchaînements.

Chaque triolet, pour faire partie d'un modèle doit avoir au moins un enchaînement avec un triolet en amont, mais certains triolets peuvent être en aval de

plusieurs triolets. Ceci explique que plusieurs triolets apparaissent plusieurs fois sur la liste alors qu'ils sont uniques dans le fichier.

Le triolet "le bassin traité est-il un bassin réduit ayant une superficie totale inférieure à 80 km²" apparaît plusieurs fois, sa présence est repérée sur la première couche par le caractère 0. L'enchaînement se fait sur le triolet repéré par les caractères 0> .

Cette liste est un document de travail indispensable pour le contrôle des enchaînements, toute modification sur les enchaînements peut en modifier sensiblement l'aspect.

VII - LA LISTE DES SIMPLETS (LISS.prg)

Cette liste structurée présente les différents triolets existants dans le modèle, cette liste est indexée sur le code du triolet.

Elle comporte le code du triolet, le sous code qui précise la nature de l'information contenue dans le simplet et le champ élémentaire (ou GVD) qui correspond au code de la locution dans le dictionnaire ou a un paramètre particulier.

Le champ élémentaire contient aussi les enchaînements avec les autres triolets en aval (positif ou négatif).

Vous trouverez ci-après la liste des programmes avec la fonction correspondant :

- **MODE.prg** : ce programme permet d'exécuter le modèle
- **COSI.prg** : ce programme permet la construction des simplets
- **COGL.prg** : ce programme permet la construction du glossaire
- **LIDY.prg** : ce programme permet d'afficher et d'imprimer la liste dynamique
- **LIGL.prg** : ce programme permet d'afficher et d'imprimer le glossaire
- **LISS.prg** : ce programme permet d'afficher et d'imprimer la liste des simplets
- **ECN.prg** : ce programme permet le codage d'un nombre dans une base 185

- **DCN.prg** : ce programme permet le décodage d'un nombre dans une base 185
- **INL.prg** : ce programme permet l'incrémentation des lignes de l'écran
- **SNO.prg** : ce programme permet la saisie d'un nombre
- **SIC1.prg** : ce programme permet l'incrémentation des codes à 1 caractère
- **SIC4.prg** : ce programme permet l'incrémentation des codes à 4 caractères
- **DYNAMIQ.prg** : ce programme permet d'accéder à toutes les fonctions du modèle, c'est le menu principal

Fichiers :

- **GLOSS.dbf** : ce fichier comporte les différentes locutions du glossaire
- **SIMP.dbf** : ce fichier comporte les codes des triolets

Procédures utilisées en plus dans la méthode ORSTOM :

- **KR10.dbf** : cette procédure calcul le coefficient de ruissellement KR10
- **QT10.dbf** : cette procédure calcul le débit total de crue QT10
- **TB.dbf** : cette procédure calcul le temps de base TB
- **TM.dbf** : cette procédure calcul le temps de montée TM

PARTIE 3 :

NUMERISATION DE CARTES

I - LA NUMERISATION DES PLUIES DECENNALES AU SAHEL

Pour l'exécution du modèle nous avons besoin de la valeur des pluies décennales et annuelles dans le Sahel africain en un point donné.

Pour cela nous avons à notre disposition la carte du CIEH, contenant les isohyètes des pluies décennales au Sahel. Cette carte prenant en compte le relief, nous n'avons pas utilisé des stations pluviométriques.

J'ai donc du numériser ces isohyètes, ce qui m'a fourni un fichier contenant trois colonnes : longitude, latitude, valeur de la pluie.

Cette démarche n'a pas été effectuée pour les pluies annuelles car nous avons à notre disposition un fichier de stations contenant lui aussi trois colonnes : longitude de la station, latitude de la station, valeur de la pluie pour cette station.

II - L'utilisation de SURFER

SURFER permet la transformation des données en cartes isotopiques et interpole entre les isolignes.

Après plusieurs essais, la méthode d'interpolation choisit a été le krigeage.

Le but de l'interpolation par krigeage est d'estimer de la meilleure façon possible la valeur de la variable aléatoire en un point t_0 non mesuré, à l'aide d'une série d'observations $t_1 \dots t_n$ en différents points de l'espace.

Malgré son nom peu engageant, l'interpolateur de krigeage est un simple interpolateur linéaire, sans biais et optimal.

- **Linéaire** : la valeur interpolée est une combinaison linéaire des valeurs mesurées.
- **Sans biais** : en espérance, la valeur interpolée est égale à la vraie valeur.
- **Optimal** : l'interpolateur est optimal en ce sens qu'il minimise la variance d'estimation de la valeur interpolée.

Intérêts :

Le krigeage permet :

- de tenir compte de la structure statistique du champ de données ;
- de procéder à une estimation optimale, c'est à dire possédant une variance d'estimation minimum ;
- d'éviter une erreur systématique : la surestimation de la moyenne sur une surface ou dans un volume à partir de la moyenne des échantillons prélevés. Cette propriété est surtout intéressante dans le domaine minier, pour mettre en évidence les gisements réellement rentables à l'exploitation.

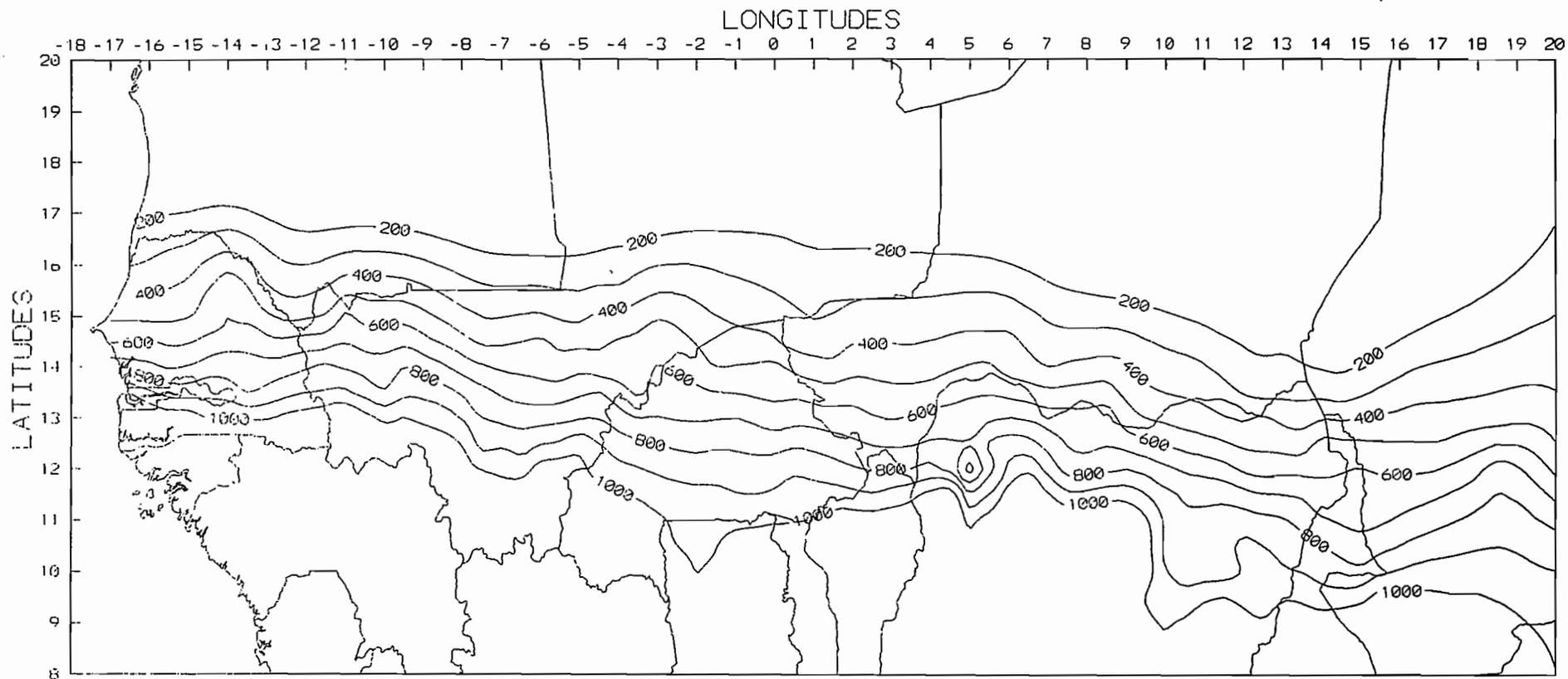
Inconvénients :

Les inconvénients concernant sa mise en application :

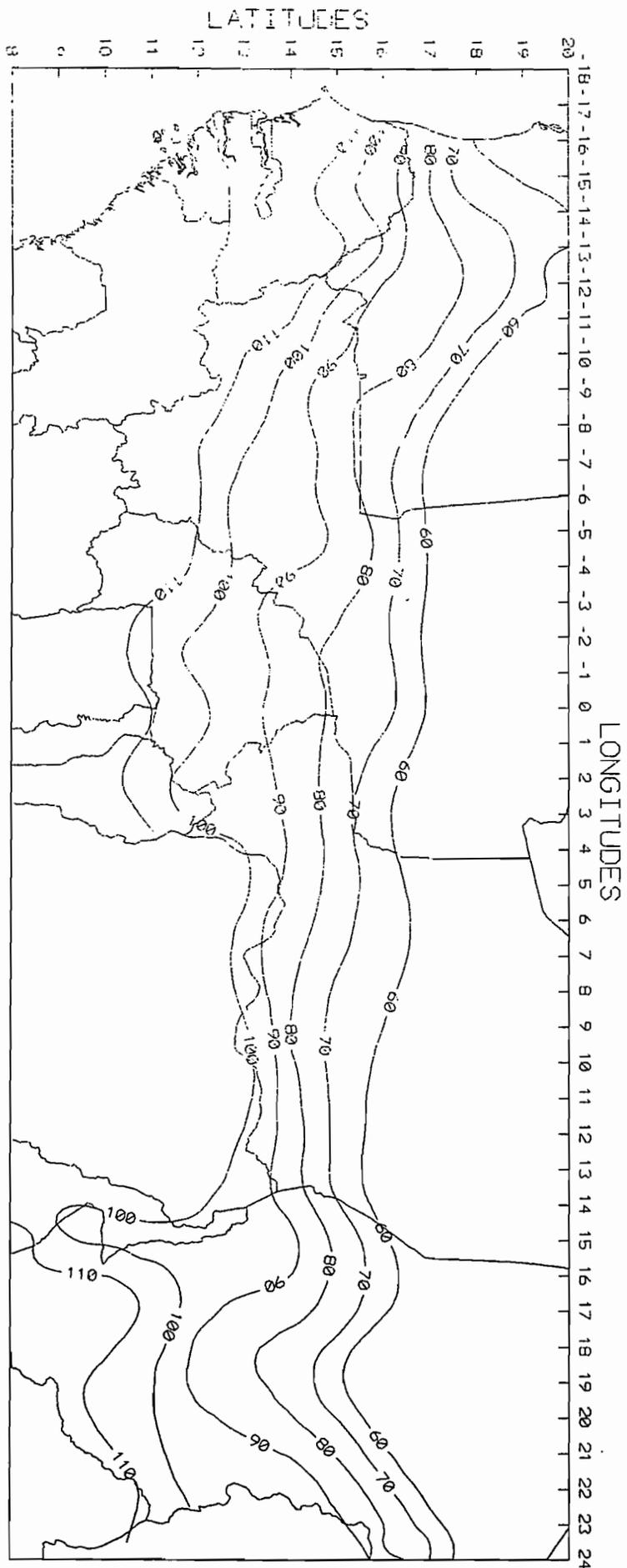
- les hypothèses strictes devant être vérifiées ;
- lourdeur de mise en oeuvre ;
- temps d'exécution longs, en particulier quand on calcule des variances d'estimation, ou des moyennes surfaciques.

Vous trouverez dans les pages suivantes les cartes isotopiques de la pluie annuelle et décennale dans le Sahel Africain.

PLUIES ANNUELLES AU SAHEL 1951-1989



PLUIES DECENNALES AU SAHEL



PARTIE 4 :

MODELE

CHECK-LIST

1 - CLASSIFICATION SELON LE TYPE D' AVERSE DOMINANT

1a LE BASSIN EST SITUE DANS LA BANDE DE 10-20 km QUI BORDE L'OCEAN.

Les hyétogrammes de pluie décennale à considérer sont beaucoup plus longs et plus complexes qu'à l'intérieur. (Pp10 de l'ordre de 200 mm).

1b LE BASSIN EST SITUE A L'INTERIEUR DES TERRES.

Voir les deux classifications suivantes.

2 - CLASSIFICATION SELON LA SUPERFICIE

2a LA SUPERFICIE EST INFERIEURE A 10 km².

Utiliser la méthode Orstom révisée en employant les diagrammes spécifiques à cette gamme de superficie en particulier les faisceaux de droites pour déterminer Tm et Tb.

Inutile de découper l'averse en tranches unitaires, le travail a déjà été fait pour la détermination de Tb et a.

2b LA SUPERFICIE EST COMPRISE ENTRE 10 ET 60 km².

Utiliser la méthode Orstom révisée 1992 en utilisant pour Kr70 et Kr100 les formules :

$$K_r = \frac{a}{b+S} + c$$

et pour Tb les courbes de raccordement entre les droites citées en 2a et les courbes

$$T_b = a \cdot S^{0,35} + b$$

citées plus loin.

Si l'indice de pente Ig est inférieur ou égal à 10, Tm et Tb sont ceux de l'hydrogramme unitaire donc définis par :

$$T_m = a_1 \cdot S^{0,35} + b_1$$

$$T_b = a_2 \cdot S^{0,35} + b_2$$

2c LA SUPERFICIE EST COMPRISE ENTRE 60 ET 120 km².

Utiliser la méthode Orstom révisée avec :

$$K_r = \frac{a}{b + S} + c$$

$$\text{et } T_b = a_2 \cdot S^{0,35} + b_2$$

sauf si l'indice de pente I_g est supérieur à 15 auquel cas, on utilisera pour T_b les courbes de raccordement citées plus haut.

2d LA SUPERFICIE EST COMPRISE ENTRE 120 ET 350 km².

On peut souvent utiliser la méthode Orstom révisée avec :

$$K_r = \frac{a}{b + S} + c$$

$$\text{et } T_b = a_2 \cdot S^{0,35} + b_2$$

en considérant tout le bassin si $I_g > 4$, ou la moitié ou le tiers aval du bassin si $I_g < 4$, surtout lorsque la forme du bassin est très allongée ; dans ce cas on peut être amené à employer cet artifice pour $I_g > 4$ en particulier lorsqu'il y a dégradation hydrographique modérée. Cet exercice exige un minimum d'expérience en hydrologie.

On peut également utiliser les régressions CIEH donnant directement Q_{10} mais ces régressions sont valables surtout pour des bassins ni trop imperméables ni trop perméables et peu de dégradation hydrographique. Sinon, il faut apporter des corrections presque aussi délicates à effectuer que les opérations de la méthode précédente.

2e LA SUPERFICIE DU BASSIN EST COMPRISE ENTRE 350 ET 1 500 km².

On peut encore utiliser la méthode Orstom révisée, mais il faudra l'appliquer au tiers ou au quart aval du bassin en examinant de très près les problèmes de dégradation hydrographique, ce qui exige une sérieuse expérience en hydrologie. Confronter, dans ce cas, les résultats avec ceux de la méthode des régressions.

Exception : lorsque seule l'extrémité amont ruisselle très bien, alors le problème est très difficile car tout dépend du degré de dégradation hydrographique.

Etre très vigilant dans le cas d'un tributaire aval ruisselant très bien, c'est lui qui donnera le débit de pointe de la crue décennale, même si sa surface n'est que 10-20% du bassin total.

On peut employer également les régressions CIEH donnant Q_{10} avec les mêmes précautions que plus haut.

3 - CLASSIFICATION SELON CERTAINES CARACTERISTIQUES DU BASSIN

3a LA DEGRADATION HYDROGRAPHIQUE EST NULLE OU TRES FAIBLE.

Suivre une des méthodes proposées en 2, sous réserve de ce qui suit.

3a1 La forme et le réseau hydrographique du bassin présentent certaines singularités.

3a1a Le bassin est constitué de deux parties : amont et aval raccordées par un goulet d'étranglement.

Il faudra calculer séparément les hydrogrammes de crues des deux bassins partiels avec un décalage fonction de la distance de leur centre de gravité et de la pente du lit.

A titre indicatif, on trouve les résultats suivants :

S = surface du BV

V = vitesse de propagation

Q = débit

I = pente du lit

Au Mali, pour un lit très encombré par la végétation :

S = 30.4 km²

V = 0.6 m/s

Q = 200 m³/s

i = 3.5 m/km

Au Tchad, pour un lit beaucoup moins encombré :

S = 12.3 km²

V = 1.5 m/s

Q = 8.5 m³/s

i = 4 m/km

En Mauritanie :

S = 148 km²

V = 1.5 m/s

Q = 150 m³/s

i = 2.3 m/km

3a1b Sans en arriver au cas extrême 3a1a, le réseau hydrographique montre deux ou plusieurs ensembles de cours d'eau laissant présager un décalage significatif de leurs apports (bassins allongés avec cours d'eau d'importances inégales).

Si on suit la méthode Orstom, il sera bon de prendre $\alpha < 2.6$ (voir 3a1c).

Pour d'autres méthodologies, le débit maximal obtenu sera à réduire de Y% et le temps de base à majorer de Z%.

Y et Z ont été estimés à 30% maximum sur des bassins observés.

3a1c *Le réseau hydrographique est en arêtes de poisson avec tous les tributaires d'un seul côté.*

Le coefficient α est à réduire. A titre indicatif :
 $\alpha = 1.9$ avec une structure en arêtes de poisson absolument unilatérales, soit une réduction du débit maximum de 25%.
 $\alpha = 2.4$ avec même disposition à peine marquée, soit une réduction du débit maximum de 8%.

3a1d *Le réseau au contraire présente un caractère très radial.*

Le temps de base est à réduire de 30 à 55% (Djajibine 55%, Ibo Hamane 40%) suivant que l'éventail est simplement esquissé ou parfait. Si on n'emploie pas la méthode Orstom, majorer le débit maximal de 40 à 120%.

Ceci suppose que tous les tributaires ont la même longueur. Si un tributaire important est nettement plus long, c'est lui qui définit le temps de base. Celui-ci peut rester normal mais le coefficient α est à majorer de 20 à 23% (exemple : Kaouara, réduit $\alpha = 3$ au lieu de 2.6).

3a1e *Sans présenter les caractéristiques extrêmes du 3a1a, le bassin a une forme allongée (indice de compacité $I_{comp} > 1.30$).*

Si on suit la méthode Orstom, réduire de Y% le débit maximum obtenu pour des conditions moyennes. A titre indicatif :

Y = 30% pour $I_{comp} = 1.42$

Y = 40% pour $I_{comp} = 1.54$

Y = 50% pour $I_{comp} = 1.92$.

3a1f *Le réseau présente une zone marécageuse à l'aval ou à l'amont du bassin.*

Voir 3a2a ou 3a2b ou 3a2c.

3a2 La forme et le réseau hydrographique ne présentent aucune des singularités plus haut.

Suivre une des méthodologies proposées en 2, sous réserve de ce qui suit.

3a2a *Le bassin présente une rupture de pente très forte dans sa partie aval avec formation d'une plaine d'inondation ou même une mare temporaire.*

T_m et T_b doivent être majorés de X% suivant l'importance de la zone à faible pente. Pour d'autres méthodologies, le débit maximal obtenu pour un cas sans rupture de pente est à réduire de Y%.

A titre indicatif :

pour un bassin de 2.36 km², avec formation d'un marécage temporaire couvrant 5% de la superficie, X serait de l'ordre de 50% et Y de 30%.

3a2b *La partie plate très perméable du bassin imperméable, sans trace de drainage, est à l'amont.*

Voir 3a3a.

3a2c *La partie plate du bassin, imperméable et assez bien ou bien drainée, est à l'amont.*

Pas de changement par rapport aux méthodologies habituelles.

3a2d *La partie plate du bassin, imperméable et mal drainée, est à l'amont.*

Voir 3b.

3a3 La lithologie du bassin présente certaines particularités.

3a3a *Le bassin comporte une zone perméable à l'amont du tributaire principal ou des tributaires secondaires (sables éoliens, amas de blocs cristallins, de grès ou de schistes, cuirasse ferrugineuse démantelée).*

Eliminer la superficie de ces zones de la surface S et faire tous les calculs sur la surface S' réduite. En toute rigueur, ceci est valable pour le calcul des crues et non pour le calcul de la lame écoulée annuelle.

3a2b *Le bassin est couvert de blocs (forte rugosité) et cependant, il y a un certain ruissellement repérable par ses traces au sol.*

Les valeurs de Tm et Tb doivent être majorées de X%. A titre indicatif :
X = 85% pour un bassin versant de 1.05 km² couvert de roches décomposées en boule.

3a4 La couverture végétale ou les ouvrages de conservation des sols sont en proportions non négligeables.

3a4a *Zones cultivées dépassant plus de 20% de la superficie.*

Kr est en général plus faible pour cette zone que sur sol nu, sauf si la mise en culture se fait sur des sols propices à la formation de pellicules (valable uniquement pour le Sahel). En zone plus humide, la mise en culture augmente généralement Kr, sauf si de bonnes mesures de conservation du sol sont prises, ce qui est rare.

3a4b *Abords du lit à l'aval couverts d'une végétation arbustive dense.*

Tant que cette végétation persiste, le débit maximum des crues pourrait être divisé par deux, mais ce type de végétation a si peu de chances de se maintenir, qu'il vaut mieux faire comme si elle n'existait pas pour le calcul des fortes crues.

3a4c *Mesures de conservation des sols bien réalisées sur le terrain.*

Les débits calculés par les processus habituels sont beaucoup trop forts, tout au moins pour la fréquence décennale. Pour des fréquences plus faibles, cela n'est pas évident, les aménagements étant susceptibles de céder.

3a5 Présence d'ouvrages hydrauliques.

3a5a *Ecoulement perturbé par un ouvrage quelconque : le cas le plus courant est celui d'une piste recoupant le bassin.*

Vérifier si sous la piste il existe une buse ou un pont par lequel pourrait passer le débit maximum (L'emploi de méthodes de calculs hydrauliques peut être utile). La piste risque d'être emportée, ce qui renforcerait le débit maximum naturel, ou, au contraire, elle peut arrêter l'écoulement en toutes circonstances.

3b LE BASSIN EST L'OBJET DE DEGRADATION HYDROGRAPHIQUE

3b1 Le bassin de moins de 50 à 80 km² est fortement dégradé à l'amont, pas de trace d'écoulement issu de cette zone. Partie aval S' non dégradée.

Procéder comme en 3a3a sur S', mais il serait bon de majorer les chiffres de 10 à 20% pour tenir compte d'apports éventuels amont. Cette réduction de S à S' est risquée si la surface de cette zone dégradée est relativement importante.

3b2 Sur un bassin assez dégradé, un ou plusieurs bassins tributaires à l'extrémité aval ne le sont pas.

Faire le calcul uniquement sur ce ou ces bassins aval avec une légère majoration ; se méfier des fréquences inférieures à la fréquence décennale.

3b3 La dégradation est limitée à une certaine portion des lits majeurs.

Réduire les valeurs trouvées par les méthodes habituelles de X% suivant la longueur relative des lits majeurs dégradés. A titre indicatif : sur un bassin de 87 km² avec un lit majeur très encombré par la végétation, X est de l'ordre du 70%.

3b4 Bassin fortement dégradé.

D'après l'infiltrabilité des sols, les pentes et l'allure du réseau hydrographique sur photo aérienne, essayer de reconstituer qualitativement ce que pourrait être l'écoulement sur tout le bassin ; quant à passer au quantitatif, c'est très risqué, même pour un hydrologue confirmé.

METHODE ORSTOM

1. QUELQUES DEFINITIONS

- *Averse*

Episode pluvieux continu pouvant présenter une (averse simple) ou plusieurs pointes d'intensité (averse complexe).

- *Averse unitaire*

Averse simple couvrant l'ensemble d'un bassin, d'intensité suffisante pour entraîner un ruissellement généralisé, et de durée suffisamment courte pour que la réaction impulsionnelle du bassin (hydrogramme unitaire) présente une durée constante, quelle que soit son intensité et le volume de ruissellement résultant.

- *Hyétogramme*

Représentation de l'intensité de la pluie en fonction du temps.

- *Intensité d'une pluie*

Hauteur de pluie tombée durant l'unité de temps. Elle est communément exprimée en mm/h.

- *Pluie journalière*

Hauteur de précipitations tombées en vingt-quatre heures. Elle correspond à une ou plusieurs averses.

- *Pluie utile P_u*

Partie d'une averse susceptible de donner lieu à du ruissellement. Elle est définie comme la partie d'un événement pluvieux ayant dépassé un certain seuil d'intensité, fonction des caractéristiques du bassin.

- *Indice d'humidité du sol de Kolher*

Indice tenant compte des précipitations antérieures, défini par la formule :

$$IK_n = (IK_{n-1} + P_{n-1}) \cdot e^{-a \cdot t}$$

où,

IK_n valeur de l'indice avant la pluie P_n ;

IK_{n-1} valeur de l'indice avant la pluie P_{n-1} ;

a coefficient compris entre 0 et 1;

t temps, en jours, séparant la fin de la pluie P_{n-1} du début de la pluie P_n

- *Coefficient d'abattement d'une pluie K*

Coefficient de réduction qui permet de passer, pour une fréquence donnée (fréquence décennale par exemple), d'une hauteur de pluie ponctuelle à une hauteur moyenne calculée sur une certaine surface, située dans une zone pluviométriquement homogène.

- *Crue*

Période de hautes eaux consécutive à une averse.

- *Hydrogramme de crue*

Graphique de variation du débit en fonction du temps durant une crue.

- *Hydrogramme unitaire*

Hydrogramme provoqué par une averse unitaire. Il s'agit d'un opérateur fonctionnel caractéristique de la réaction d'un bassin en théorie homogène. En pratique, on admet qu'une averse est unitaire si elle est suffisamment bien répartie sur le bassin et que sa durée ne dépasse pas la moitié du temps de montée de la crue.

- *Ruissellement*

Partie de l'écoulement qui parvient à l'exutoire d'un bassin sans avoir pénétré dans le sol. On emploie parfois le terme de ruissellement superficiel, ou ruissellement rapide, par opposition à l'écoulement retardé.

- *Écoulement retardé*

Écoulement qui parvient, avec un certain retard, à l'exutoire d'un bassin par suite d'un ralentissement ou d'un stockage temporaire, soit en surface notamment par la végétation ou le micro-relief, soit dans les couches superficielles du sol.

- *Écoulement de base*

Partie de l'écoulement due à la restitution des nappes souterraines. En région sahélienne cet écoulement est souvent insignifiant, voire nul.

- *Coefficient de ruissellement K_r*

Pour un événement pluie-débit déterminé, c'est le rapport du volume de ruissellement rapide V_r au volume précipité V_p , avec $V_p = P_b \cdot S$ (où P_b est la pluie moyenne sur le bassin de surface S). Il est généralement exprimé en pourcentage.

- *Temps de montée t_m*

Temps qui s'écoule entre le début du ruissellement et le maximum de la crue. Il correspond à la branche ascendante de l'hydrogramme.

- *Temps de base t_b*

Temps compris entre le début et la fin du ruissellement rapide.

- *Débit de pointe Q_{max}*

Débit maximal instantané. Fréquemment, les méthodes d'estimation des caractéristiques de crues ne permettent d'évaluer que le débit maximal ruisselé Q_{xr} . Toutefois, pour des événements suffisamment rares, celui-ci est toujours bien supérieur au débit correspondant à de l'écoulement retardé. En zone sahélienne, ce dernier ne représente qu'une faible fraction du débit maximum ruisselé (souvent entre 3 et 6%). Les zones à végétation dense, sols profonds et nappes phréatiques bien alimentées peuvent présenter, au contraire, des débits importants, correspondant à de l'écoulement retardé et à des apports souterrains.

- *Débit moyen de crue*

Débit défini par le rapport entre le volume ruisselé et le temps de base :

$$Q_m = (P_b \cdot K_r \cdot S) / T_b$$

- *Coefficient de pointe a*

Rapport du débit maximum ruisselé Q_{xr} au débit moyen Q_m :

$$a = Q_{xr} / Q_m$$

Plus a est grand, plus la pointe de crue est aiguë.

- *Indice de compacité*

Appelé également coefficient de forme, il correspond au rapport du périmètre du bassin à celui d'un cercle de même surface :

$$C = 0,282 \cdot P \cdot S^{-1/2}$$

où,

P est le périmètre stylisé du bassin, en km;

S est la surface du bassin, en km².

- *Rectangle équivalent*

C'est un rectangle qui a même superficie, même indice de compacité et même distribution hypsométrique que le bassin versant. Sa longueur est donnée par l'expression :

$$L = S^{1/2} \cdot (C / 1,128) \cdot [1 + (1 - (1,128 / C)^2)^{1/2}]$$

où,

L est exprimée en km;

C est l'indice de compacité, sans dimension;

S est la surface du bassin versant exprimée en km².

- *Indice global de pente*

Indice caractérisant le relief d'un bassin. Il est défini par la formule :

$$I_g = D / L$$

où,

D représente la dénivelée, exprimée en mètres, séparant les altitudes ayant approximativement 5% et 95% de la surface du bassin au-dessus d'elles;

L est la longueur du rectangle équivalent, exprimée en km;

I_g est exprimé en m/km.

- *Infiltrabilité*

Aptitude d'un terrain à se laisser traverser par l'eau. Ce terme, essentiellement qualitatif, est utilisé de préférence à celui de *perméabilité* souvent employé à la place de *coefficient de perméabilité*.

- *Dégradation hydrographique*

Dans les régions à faible pente, la vitesse de l'eau dans le réseau hydrographique, et particulièrement dans le cours principal, peut ne pas être suffisante pour entretenir un tracé net du lit dont la forme se dégrade d'amont en aval pour aboutir à un cheminement parfois difficile à identifier. L'aridité du climat amplifie le phénomène, ce qui explique que dans les zones désertiques ou subdésertiques la dégradation hydrographique commence à se manifester dès que les pentes longitudinales descendent en dessous de 1 à 2%.

- *Aspect du réseau hydrographique*

Répartition générale des différents cours d'eau d'un bassin. Si on considère que l'aspect le plus courant est celui d'un réseau *dendritique*, bien hiérarchisé, de forme arborescente, les cas extrêmes opposés correspondent :

- . d'une part, au réseau en *arête de poisson*, caractérisé par un thalweg principal occupant une position centrale avec des affluents d'importance secondaire sur les deux rives.
- . d'autre part, au réseau *radial* formé d'un thalweg principal issu de la convergence, dans son bief aval, de formateurs d'importance similaire, les points de confluence étant répartis sur les deux rives.

2. BUT ET FONDEMENT DE LA METHODE

La plupart des projets d'aménagement hydraulique nécessitent la définition d'une crue dite "crue de projet". En zones sahéliennes et tropicales sèches, compte-tenu des mesures et observations réalisées et de la taille relativement modeste des bassins concernés, les hydrologues de l'ORSTOM ont depuis de nombreuses années proposé de prendre pour référence les caractéristiques d'une crue dite "décennale". Si en fonction des risques encourus (humains, économiques, etc.), le concepteur d'un aménagement désire accroître sa marge de sécurité, ces caractéristiques pourront être majorées en les affectant d'un coefficient multiplicateur.

La *crue décennale* peut être définie comme étant la crue provoquée par une pluie décennale (hauteur de précipitation égale ou dépassée en moyenne une fois par décennie), toutes les autres conditions étant celles observées le plus fréquemment lors de fortes averses (saturation du sol, état de la végétation, forme et répartition spatiale de la pluie). En *région sahélienne*, ces conditions correspondent très souvent à celles rencontrées en début de saison des pluies, sauf dans le cas où le taux de saturation des sols joue un rôle primordial. En *région tropicale sèche*, cette influence de l'humidité du sol est nette, et souvent très forte, sur une grande majorité des bassins. Elle représente, parfois même, le facteur explicatif principal du ruissellement. Pour cette zone, J. Rodier considère que la crue décennale est provoquée par une pluie, également de fréquence décennale, survenant après une succession d'averses notables, en fin d'une saison des pluies légèrement excédentaire, le total annuel pouvant être éventuellement déficitaire.

Il s'agit donc d'une crue probablement fictive, simple indicateur statistique dont les principales caractéristiques devraient être observées en moyenne une année sur dix (20 fois en deux siècles par exemple). Le débit de pointe décennal pourra ainsi être dépassé lors d'une crue observée moins d'un an après la réalisation de l'ouvrage et même plusieurs fois en dix ans. Il pourra, au contraire, ne pas être atteint durant plusieurs décennies.

Bien que dans de nombreux cas l'aménageur s'intéresse essentiellement au débit maximum, la méthode proposée permet d'estimer également le volume ruisselé ainsi que les temps de montée et de base, paramètres indispensables à la conception de certains aménagements : retenues, réservoirs, contrôle de zones d'expansion, etc..

L'approche proposée, résolument déterministe, est celle d'un modèle global "pluie-débit" fondé sur la théorie de l'hydrogramme unitaire. On considère que le bassin versant constitue une entité homogène, tant en ce qui

concerne les apports pluviométriques que ses caractéristiques physiques. Les nombreuses études hydrologiques effectuées en régions sahéliennes et tropicales sèches ont permis de dégager les principaux facteurs explicatifs des crues : la hauteur et la forme de l'averse génératrice, la superficie du bassin versant, l'infiltrabilité du sol et le relief.

En zone sahélienne, la transposition des résultats à des bassins non observés est favorisée par certaines caractéristiques particulières :

- Les fortes averses correspondent à des orages convectifs ou à des lignes de grains qui surviennent au cours d'une saison bien déterminée. Elles présentent, de plus, des hyétogrammes de forme caractéristique (sauf près du littoral atlantique) et leur hauteur pluviométrique peut, sans erreur importante, être assimilée à la précipitation journalière.
- Le ruissellement superficiel forme l'essentiel de l'écoulement.
- La couverture végétale n'est pas très dense et les superficies mises en culture restent relativement peu étendues.
- Les types de sols ne sont pas très nombreux, avec des paysages présentant une certaine homogénéité sur des étendues significatives.

Le débit de pointe correspondant au ruissellement superficiel de la crue décennale peut être défini par la relation :

$$Q_{10} = K \cdot P_{10} \cdot Kr_{10} \cdot a_{10} \cdot S / Tb_{10}$$

avec,

- K le coefficient d'abattement ;
- P_{10} la hauteur de pluie journalière décennale ;
- Kr_{10} le coefficient de ruissellement ;
- a_{10} le coefficient de pointe ;
- S la surface du bassin versant ;
- Tb_{10} le temps de base.

Ces différents paramètres sont déterminés à l'aide d'abaques ou de formules. Seul a_{10} peut dans de nombreux cas être assimilé à une constante.

Aux erreurs d'estimation, dues à l'imprécision de certains facteurs explicatifs retenus, peuvent s'ajouter des erreurs induites par des particularités locales ou la non prise en considération de facteurs généralement secondaires qui, dans certains cas, peuvent prendre des valeurs extrêmes. Pour en tenir compte, des indications correctives ont été regroupées dans un questionnaire ou "check-list".

3. LIMITES ET CONTRAINTES D'APPLICATION

La zone géographique couverte s'étend de Dakar au Sénégal jusqu'à la frontière du Soudan, entre les isohyètes annuelles 150 - 200 mm au Nord et 1.200 mm au Sud, la limite des régimes sahélien et tropical se situant aux alentours de 800 - 850 mm de hauteur de précipitations annuelles. Elle englobe donc la zone de régime subdésertique. Il faut toutefois écarter la frange littorale, de 10 à 20 km de large, qui borde l'Atlantique. La hauteur et la durée des fortes pluies y sont beaucoup plus élevées qu'à l'intérieur des terres (plus du double pour l'averse décennale) et la distribution dans le temps des intensités, plus complexe.

La méthode s'applique à des bassins dont la superficie se situe entre quelques dizaines d'hectares et plus de 1.500 km², en distinguant néanmoins les bassins, sur lesquels la crue décennale n'est généralement pas unitaires, des autres bassins. De plus, pour une meilleure précision, les deux grandes régions climatiques : sahélienne et tropicale sèche, ont été traitées séparément. Par ailleurs, les bassins sahéliens dont la superficie est inférieure à 10 km² ont été étudiés indépendamment pour la mise au point de la méthode qui a ensuite été appliquée à l'ensemble des autres bassins. Pour les bassins dont la superficie est supérieure à 120 km², et surtout pour ceux dépassant 350 km², seule a été prise en considération, pour l'estimation des caractéristiques de crue, la partie aval du bassin topographique susceptible de générer un écoulement à l'exutoire. L'aire couverte par cette surface active est liée à la pente, à la forme et à l'infiltrabilité du bassin, ainsi qu'au degré de dégradation du réseau hydrographique. Les relations proposées se réfèrent, néanmoins, à l'ensemble de la surface des bassins.

4. PRINCIPALES ETAPES A SUIVRE

1. Déterminer les caractéristiques physiques du bassin : surface, indice global de pente (périmètre, indice de compacité, longueur du rectangle équivalent), infiltrabilité, aspect du réseau hydrographique (y compris les phénomènes de dégradation), pourcentage de zones cultivées, présence d'ouvrages hydrauliques.
2. Consulter la "check-list" et modifier si nécessaire les caractéristiques physiques (prise en compte d'un bassin réduit par exemple).
3. Estimer la hauteur de l'averse ponctuelle de fréquence décennale P_{10} .
4. Calculer la hauteur de précipitation moyenne sur le bassin de fréquence décennale Pm_{10} en multipliant la hauteur ponctuelle par le coefficient d'abattement K .
5. Dédire des points 1. et 2. les caractéristiques suivantes :
 - . le coefficient de ruissellement Kr_{10} ;
 - . le temps de base Tb_{10} ;
 - . le débit moyen de ruissellement Qmr_{10} durant le temps Tb_{10} ;
 - . le coefficient de pointe a_{10}
 - . le débit de pointe dû au ruissellement $Qmaxr_{10} = a_{10} \cdot Qmr_{10}$.
6. Calculer le débit maximal total $Qmax_{10}$, en ajoutant à Qmr_{10} le débit d'écoulement retardé $Qret_{10}$:
$$Qmax_{10} = Qmr_{10} + Qret_{10}$$
7. Estimer le volume total de crue :
$$Vc_{10} = (Qmr_{10} + Qret_{10}) \cdot Tb_{10}$$
8. Préciser la forme de l'hydrogramme décennale en déterminant également le temps de montée Tm_{10} .

5. DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES DU BASSIN

La détermination des caractéristiques du bassin consiste à calculer, ou évaluer, les paramètres explicatifs, indispensables à la mise en oeuvre de la méthode proposée.

5.1. PARAMETRES PHYSIQUES

Certaines caractéristiques physiques peuvent être calculées, sans grandes difficultés, avec une précision satisfaisante. D'autres, au contraire, ne peuvent faire l'objet que d'estimations essentiellement qualitatives qui demandent une bonne connaissance du milieu à étudier et une certaine expérience.

5.1.1. CARACTERISTIQUES MORPHOMETRIQUES

- * La *superficie* du bassin, exprimée en km², peut être déterminée avec une précision acceptable, excepté en zone très plate. Dans ce cas, la délimitation de la ligne de partage des eaux est parfois très imprécise et seule une bonne connaissance du terrain peut permettre de lever certaines incertitudes.
- * L'*indice de compacité* ($C = 0,282 \cdot P \cdot S^{-1/2}$) qui intervient dans le calcul de l'indice de pente ne peut être calculé avec suffisamment de précision, que si le périmètre P est mesuré sur un contour de bassin très simplifié. Pour cela, il est nécessaire de supprimer toutes les sinuosités qui ne correspondent pas à la tête d'un thalweg actif. Pour vérifier que la stylisation du périmètre est suffisante, on contrôlera que la longueur du rectangle équivalent L n'est pas sensiblement supérieure à la longueur du plus long cours d'eau, depuis son origine jusqu'à l'exutoire.
- * Puisque dans une région de géomorphologie homogène, la pente diminue de l'amont vers l'aval, l'*indice global de pente* $I_g = D / L$ (voir paragraphe 1) diminue lorsque S augmente. Néanmoins, la longueur du rectangle équivalent étant généralement proche de celle du plus long cours d'eau, I_g reste voisin de la pente longitudinale. Si les pentes transversales sont peu différentes de I_g (différence de moins de 20%), ce dernier représente assez bien la pente du bassin. Dans le cas contraire, on calcule un indice de pente global corrigé $I_{g_{COR}}$ défini par la formule :

$$I_{g_{COR}} = [(n - 1) \cdot I_g + IT] / n$$

où,

n varie de 2 à 5 suivant la longueur du cours d'eau principal. Il est d'autant plus fort que le cours d'eau est long. On prendra $n = 2$ pour un cours d'eau ne dépassant pas quelques kilomètres et $n = 5$ pour un cours d'eau ayant une longueur sensiblement supérieure à 50 km.

IT est déterminé en faisant la moyenne de quatre à six pentes transversales calculées en prenant la ligne de plus grande pente des versants.

5.1.2. INFILTRABILITE DES SOLS

L'estimation de l'*infiltrabilité* globale représente le point le plus délicat de la méthode proposée, car un bassin, même de dimensions modestes, ne présente jamais des conditions édaphiques homogènes.

Les travaux de nombreux chercheurs de l'ORSTOM, hydrologues et pédologues, ont montré que pour une hauteur pluviométrique annuelle inférieure à 800 mm, l'hydrodynamique superficielle est peu ou pas conditionnée par les organisations pédologiques internes. Les éléments déterminants sont les caractères d'état de surface qui intègrent le couvert végétal, la surface du sol et les organisations pédologiques superficielles ayant subi des transformations sous l'effet des facteurs météorologiques, fauniques ou anthropiques. Des essais effectués au simulateur de pluie ont montré que sur des argiles, des regs, et même sur certains sables alluviaux, pouvait se former une pellicule très imperméable, parfois appelée pellicule de battance. En zone tropicale sèche, les

phénomènes sont plus complexes puisque l'infiltration dépend à la fois des états de surface, y compris le couvert végétal qui peut jouer un rôle important, et des organisations pédologiques internes, principalement par l'intermédiaire des propriétés des horizons humifères.

La classification qualitative adoptée par J. Rodier comprend cinq classes (l'indice placé entre parenthèses correspond à l'ancienne nomenclature utilisée par Auvray et Rodier) :

- . **TI (P1) : bassin rigoureusement imperméable**, sans irrégularités, n'existant pas à l'état naturel (aire en béton non fissuré).
- . **I (P2) : bassin imperméable**. Pas moins de 85 à 90 % de la surface sont constitués par des sols imperméables : roche très saine et sans trop de rugosité, regs (plaines d'argiles et de cailloux très vite saturées), glacis (surfaces planes à faible pente aux sols les plus divers, mais à forte propension à engendrer des formations pelliculaires), colluvions argileuses, argiles pouvant parfois présenter des fentes de retrait telles que celles rencontrées fréquemment dans les bas-fonds (vertisols par exemple). Les sols argilo-sableux, sablo-argileux, voire sableux peuvent également être classés dans cette catégorie, s'ils sont recouverts d'une pellicule superficielle et stable.

Un bassin naturel **particulièrement imperméable PI** se situerait à la frontière des classes I et TI.

- . **RI (P3) : bassin relativement imperméable**. Mélange en proportions à peu près égales de sols imperméables (I) et de sols perméables (voir ci-après). Si au contraire, le bassin est relativement homogène, il peut être constitué de sols imperméables avec une couverture végétale non négligeable qui gêne la formation de pellicules imperméables, de sols à recouvrement gravillonnaire continu d'épaisseur notable, de certaines arènes granitiques, et enfin de sols avec formations pelliculaires fragiles.
- . **P (P4) : bassin perméable**, constitué d'éboulis rocheux avec produits de décomposition assez perméables, de cuirasses ferrugineuses très disloquées, d'affleurements rocheux tectonisés et diaclasés avec des pentes non négligeables, de sols sableux sans pellicule imperméable ou avec un couvert végétal significatif, de sables grossiers.
- . **TP : bassin très perméable**, formé d'affleurements rocheux très diaclasés et disloqués avec de faibles pentes, de dunes et d'arènes épaisses, de carapaces latéritiques excessivement fissurées.

Un bassin peut éventuellement être classé à la limite de deux catégories, par exemple I / RI.

S'appuyant sur de nombreuses mesures effectuées au minisimulateur de pluie, A. Casenave et C. Valentin proposent, dans leur publication intitulée "Les états de surface de la zone sahélienne", une équation qui permet, pour chaque état de surface recensé, de calculer la lame ruisselée correspondant à une pluie utile et un indice d'humidité du sol déterminés. Cet indice est de type Kolher, avec $a = 0,5$ (voir paragraphe 1.). Sont fournis également les coefficients d'infiltration (compléments à 1 des coefficients de ruissellement utile) correspondant à des indices d'humidité égaux à 0 (sol sec) et à 20 (sol très humide), et une hauteur de précipitation utile au sol de 50 mm.

Partant de ces résultats et de l'hypothèse que pour une averse donnée, la lame ruisselée, observée à l'exutoire d'un bassin, est égale à la somme des lames ruisselées, correspondant aux différents états de surface, pondérées par le pourcentage de superficie occupée par chacun d'entre eux, J. Rodier a tenté de quantifier les classes d'infiltrabilité. Pour chacune de ces classes, il donne les hauteurs de lame ruisselée correspondant à un indice d'humidité du sol de 5 mm, une pluie utile moyenne au sol de 50 mm ou une pluie ponctuelle de 70 mm mesurée dans un pluviomètre "Association" situé à 1,5 m au-dessus du sol. Dans ce dernier cas, la pluie moyenne et donc la lame ruisselée diminuent avec la surface du bassin (phénomène de l'abattement des pluies). L'auteur donne les valeurs de la lame ruisselée correspondant à 1; 5 et 20 km². Les résultats obtenus s'appliquent à des bassins à faibles pentes (celles des parcelles ayant servi aux mesures, c'est-à-dire aux environs de 7 m/km), présentant un réseau hydrographique pas ou peu dégradé, situés au centre du Sahel et pas trop abrités (rapport pluie au sol/pluie au pluviomètre "Association" voisin de 1,4). Si au contraire, la hauteur pluviométrique de référence est la pluie utile moyenne au sol de 50 mm, le bassin devrait avoir une position d'autant plus méridionale que sa surface est importante. Dans ce cas, en effet, lorsque la surface du bassin augmente, la pluie moyenne ne peut se maintenir constante que si la pluie ponctuelle augmente également. Néanmoins, l'intervalle de définition de chaque classe est suffisamment large pour qu'en première approximation les valeurs proposées puissent être utilisées dans un contexte physico-climatique légèrement différent de celui défini par J. Rodier (pentes inférieures ou supérieures à 7 m/km, par exemple). De cette manière, le processus de détermination de la classe d'infiltrabilité pourrait être, pour le Sahel, le suivant :

- Cartographie des états de surface du bassin n .

Ce travail relativement lourd résultera de relevés de terrain et de l'emploi de la télédétection.

- Calcul, pour chacun des états de surface :

- . de la superficie totale S_n couverte;
- . de la lame ruisselée Lr_n à l'aide des formules de Casenave et Valentin de la forme :

$$Lr_n = A \cdot Pu + B \cdot IK + C \cdot Pu \cdot IK + D$$

en prenant une pluie utile au sol Pu de 50 mm et un indice d'humidité du sol IK de 5 mm.

(les coefficients A, B, C et D relatifs aux différents états de surface susceptibles d'être rencontrés sont donnés en annexe).

- Calcul de la lame ruisselée sur le bassin :

$$Lr = R_n [(S_n / S) \cdot Lr_n]$$

où, S est la surface totale du bassin.

- Rattachement de Lr à l'une des classes d'infiltrabilité proposées par J. Rodier (tableau 5.1.2.1.).

Tableau 5.1.2.1.

Détermination des classes d'infiltrabilité

Infiltrabilité	Lame ruisselée pour $P_u = 50$ mm
PI (P1 / P2)	26 ? <
I (P2)	24 - 26
RI (P3)	12 - 18
P (P4)	6 - 9
TP (P5)	1 - 5

5.1.3. ASPECT DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE

L'indice de compacité qui ne prend en compte que la forme du contour du bassin ne permet pas de quantifier d'une manière satisfaisante l'aspect du réseau hydrographique. Un bassin dont le réseau hydrographique a la forme d'un éventail très ouvert aura un indice de compacité élevé qui ne reflète pas les conditions d'écoulement, le réseau de drainage étant alors perpendiculaire à son plus grand axe. Ce cas ne représente qu'un aspect particulier d'un réseau radial dans lequel tous les affluents, sensiblement d'égale importance, convergent vers un même point. La valeur du coefficient de pointe d'un tel bassin est bien supérieure à la moyenne qui correspond sensiblement à un bassin de forme dendritique. Si au contraire, le réseau est en arête de poisson, et surtout si une grande partie des affluents du cours d'eau principal se présentent d'un seul côté (réseau déporté), les hydrogrammes de chaque tributaire auront des difficultés à se fondre en un seul, et le coefficient de pointe sera inférieur à la normale. Ceci justifie, s'il en était besoin, la nécessité d'utiliser la "check-list" pour prendre en compte certaines singularités.

5.1.4. DEGRADATION HYDROGRAPHIQUE

Au *Sahel*, la dégradation hydrographique reste généralement peu marquée sur des bassins dont la superficie ne dépasse pas 10 km². Elle est beaucoup plus fréquente dès que la surface drainée augmente. L'ampleur du phénomène peut, malgré tout, être plus ou moins sensible :

- Premier stade, la dégradation est caractérisée par un lit majeur anormalement large, parcouru en son milieu par un lit mineur continu. Le ruissellement rapide est peu altéré, mais la durée de l'écoulement retardé est majoré et, surtout, les pertes par évaporation minorent le coefficient de ruissellement K_r .
- Deuxième stade, le lit mineur n'est plus continu, le lit majeur étant parcouru par divers chenaux plus ou moins bien marqués. Dans les zones très plates, se forment des successions de mares qui se remplissent progressivement et finissent par communiquer entre elles en produisant un écoulement généralisé.
- Troisième stade, le réseau de chenaux s'estompe pour ne former qu'un marécage que le cours d'eau ne franchira qu'en année exceptionnellement humide.

La localisation du site à étudier est donc primordiale. Pour les deuxième et troisième formes de dégradation, il faudra estimer avec quelle fréquence les mares ou les marécages peuvent être submergés, avant d'affirmer que le débit décennal est nul.

En *région tropicale sèche*, les phénomènes de dégradation hydrographiques sont sensiblement plus rares.

5.1.5. VEGETATION ET SURFACE CULTIVEE

Le couvert végétal naturel n'est pas un facteur de différenciation des bassins, puisqu'il est très lié au découpage climatique utilisé dans le choix des régions étudiées. Par contre, la mise en culture peu influencer sensiblement l'écoulement, mais de manière souvent contradictoire :

- Les techniques classiques de cultures sur brûlis, utilisées en région sahélienne, ont tendance à diminuer l'infiltrabilité à cause de l'érosion et de la formation de pellicules imperméables.
- Un sol nu infiltre moins qu'un sol protégé par un couvert végétal (végétation naturelle ou cultivée). De plus, la suppression de la végétation arbustive, avant mise en culture, favorise le ruissellement après tassement naturel du sol lors des premières fortes pluies.
- Certaines pratiques culturales (formation de billons) et certaines mesures de conservation des sols peuvent, au contraire, ralentir le ruissellement et augmenter l'infiltration.

L'influence de la mise en culture se traduit donc le plus souvent par une imperméabilisation du sol. Il en sera tenu compte si les zones cultivées représentent plus de 20% de la superficie du bassin.

La présence d'une végétation ripicole arbustive dense peut amener à diviser par deux le débit maximum des crues. Toutefois, dans les conditions actuelles, une telle végétation a très peu de chances de se maintenir.

5.1.6. PRESENCE D'OUVRAGES ET D'AMENAGEMENTS

L'impact des ouvrages et aménagements susceptibles de changer les conditions naturelles d'écoulement devra être analysé. Une piste traversant un bassin peut réduire sensiblement l'écoulement à l'aval s'il n'est pas trop violent. Si un pont, ou une buse, a été construit, le débit maximum pouvant transiter par l'ouvrage devra être apprécié. Il faudra prendre garde aux constructions précaires et aux débouchés manifestement sous-évalués qui en cas de destruction viendront renforcer le débit naturel. De même, un village situé sur un petit bassin perméable peut constituer l'unique surface susceptible de produire du ruissellement.

6. ESTIMATION DE LA HAUTEUR D'AVERSE DECENNALE PONCTUELLE

La hauteur d'averse décennale est assimilée à la pluie journalière de même fréquence P_{10} . Elle peut être déterminée à partir d'ajustements statistiques effectués sur les observations d'un poste de référence. Néanmoins, une approche pratique et suffisamment précise, dans de très nombreux cas, consiste à utiliser les cartes d'isohyètes publiées en 1985 par le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH). Ces documents regroupées en annexe permettent de déterminer P_{10} par interpolation linéaire, connaissant la longitude et la latitude du bassin versant.

Comme cela est indiqué au paragraphe 3 et dans la "check-list", la bande littorale qui s'étend le long du Sénégal et de la Mauritanie présente des formes d'averses particulières. Les valeurs du coefficient de ruissellement

Kr_{10} et du coefficient de pointe a_{10} estimées sans tenir compte de cette particularité risquent d'être sensiblement surestimées.

7. ESTIMATION DE LA PRECIPITATION DECENNALE MOYENNE SUR LE BASSIN

La précipitation moyenne sur le bassin Pm_{10} est obtenue en multipliant la hauteur de précipitation ponctuelle P_{10} par le coefficient d'abattement K (paragraphe 1), déterminé par l'équation simplifiée de G. Vuillaume (1974) :

$$K = 1 - (9 - 42 \cdot 10^{-3} \cdot Pm + 152) \cdot 10^{-3} \cdot \log S$$

avec,

S la superficie du bassin, en km^2 ;

Pm la hauteur moyenne de précipitation annuelle, en mm.

8. ESTIMATION DU COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT DECENNAL ET DU VOLUME RUISSELE DECENNAL

Les coefficients de ruissellement Kr_{70} et Kr_{100} , correspondant à des précipitations décennales $P_{10,1} = 70$ mm et $P_{10,2} = 100$ mm, ont été déterminés, en fonction de la superficie S du bassin, pour les cinq classes d'infiltrabilité définies au paragraphe 5.1.2. (PI, I, RI, P, TP) et pour différentes valeurs de l'indice global de pente Ig_{COR} (corrigé éventuellement de la pente transversale - paragraphe 5.1.1.).

Les valeurs retenues correspondent aux situations les plus favorables au ruissellement :

- début de saison des pluies pour les classes d'infiltrabilité PI et I, parfois fin de saison des pluies pour les classes RI, P et TP, en *zone sahélienne*.

8.1. REGION SAHELIENNE

1. Indice global de pente Ig_{COR} située entre 3 et 15 m/km

C'est le cas le plus fréquent.

. Si $S < 10 km^2$ on utilisera des abaques

. Si $S > 10 km^2$ on utilisera les relations analytiques correspondantes, de la forme :

$$Kr_{70} = a / (S + b) + c \quad (8.1.)$$

Les valeurs des paramètres a , b , c sont regroupés dans les tableaux 8.1.1 et 8.1.2. en fonction des caractéristiques physiques du bassin.

Ces courbes correspondent à un état de dégradation hydrographique très faible ou inexistant. Chacune d'entre elles ne représente pas un bassin dont Kr_{10} pourrait être déterminé de l'extrémité amont jusqu'à l'exutoire, mais, au contraire, une série de bassins de superficies différentes pour lesquels l'indice global de pente Ig_{COR} reste le même.

2. Indice global de pente $I_{g_{cor}} > 15$ m/km

Dans le Sahel africain, de telles pentes ne s'observent généralement que sur des bassins dont la superficie ne dépasse pas quelques km^2 . Seules les courbes des figures 8.1.1. et 8.1.2. seront donc utilisées dans ce cas .

Si, exceptionnellement, des bassins de plus de $20 km^2$ (limite supérieure des courbes proposées) devaient être étudiés, une légère extrapolation serait nécessaire.

Tableau 8.1.1.

Paramètres correspondant à $Kr70$ pour la zone sahélienne

Caractéristiques	a	b	c
$I_{g_{15}}$ PI	3650	51	27
I_{g_7} PI	2636	41	23
I_{g_3} PI	2239	39	22
$I_{g_{15}}$ I	1455	33	21
I_{g_7} I	1140	30	20
I_{g_3} I	825	25	19
$I_{g_{15}}$ RI	329	18,5	16,5
I_{g_7} RI	239	17,7	14,5
I_{g_3} RI	164	17	10,5
I_{g_7} P	131	13,8	5
I_{g_7} TP	35	5	1,5

Tableau 8.1.2.

Paramètres correspondant à Kr_{100} pour la zone sahélienne

Caractéristiques	a	b	c
Ig_{15} PI	5528	69	28
Ig_7 PI	3656	51	26
Ig_3 PI	2727	44	25
Ig_{15} I	1833	38	24
Ig_7 I	1476	37	22
Ig_3 I	1125	32,5	20
Ig_{15} RI	421	20,5	17,5
Ig_7 RI	300	20	15
Ig_3 RI	250	20	12
Ig_{15} P	200	20	8
Ig_7 P	150	20	6
Ig_7 TP	67	14	2

8.2. MODE OPERATOIRE

Que les courbes utilisées soient définies analytiquement ou graphiquement, il faudra en général procéder à des interpolations en fonction de trois paramètres : infiltrabilité, indice global de pente Ig_{cor} et pluie décennale ponctuelle P_{10} .

Après classement du bassin complet, ou du bassin réduit (voir "check-list"), dans une catégorie d'infiltrabilité (qui peut être intermédiaire entre deux classes parmi celles déterminées paragraphe 5.1.2.), puis estimation des deux autres paramètres (P_{10} et Ig_{cor}), on considère la classe de pente Ig_{cor} bornant supérieurement la valeur de l'indice de pente calculée. Les abaques (ou le tableau 8.1.1.), correspondant à $P_{10} = 70$ mm, permettent de déterminer, suivant la zone climatique et la superficie S du bassin, une première valeur du coefficient de ruissellement décennal $Kr_{10.1}$. Cette valeur est obtenue par interpolation entre les valeurs de Kr_{10} correspondant aux deux classes d'infiltrabilité qui encadrent celle du bassin. La répétition du même processus pour la classe de Ig_{cor} bornant inférieurement la valeur calculée permet d'obtenir une valeur $Kr_{10.2}$.

Une interpolation linéaire entre $Kr_{10.1}$ et $Kr_{10.2}$ permet de calculer $Kr_{10.3}$ qui correspond exactement à l'indice Ig_{cor} du bassin et à des conditions climatiques caractérisées par $P_{10} = 70$ mm.

Une seconde valeur de $Kr_{10.3}$ est obtenue en opérant de la même manière que précédemment à partir des abaques (ou du tableau 8.1.2.) valables pour $P_{10} = 100$ mm.

Le coefficient de ruissellement Kr_{10} correspondant à la précipitation ponctuelle P_{10} (paragraphe 6.) est calculé par interpolation entre les deux valeurs $Kr_{10.3}$ obtenues pour $P_{10} = 70$ mm et $P_{10} = 100$ mm.

Le volume de ruissellement décennal est donné par la relation :

$$Vr_{10} = P_{10} \cdot K \cdot Kr_{10} \cdot S$$

Si, P_{10} la pluie décennale ponctuelle est exprimée en mm et S la surface du bassin en km^2 , sachant que K le coefficient d'abattement et Kr_{10} le coefficient de ruissellement décennal sont des valeurs sans dimension, Vr_{10} s'exprimera en m^3 en multipliant le résultat par 10^3 .

9. CARACTERISTIQUES DE L'HYDROGRAMME DECENNAL

Pour une averse décennale de hauteur et de forme déterminées, l'hydrogramme résultant sera plus ou moins proche de l'hydrogramme unitaire, suivant les caractéristiques physiques du bassin.

Dans le contexte sahélien, la superficie, la pente et les conditions d'infiltrabilité se sont avérées les facteurs les plus pertinents pour expliquer la forme de l'hydrogramme si, toutefois, les autres facteurs (aspect du réseau hydrographique, forme du bassin, couverture végétale, etc.) restent proches de la moyenne par rapport à l'ampleur des variations possibles. Des relations empiriques tenant compte de ces trois principaux paramètres permettent d'estimer les caractéristiques de l'hydrogramme décennal (unitaire ou non, suivant les cas) : temps de base, débit de pointe, temps de montée, volume ruisselé. Il faut néanmoins noter qu'en ce qui concerne les temps de base et de montée, l'infiltrabilité intervient uniquement pour les petits bassins.

9.1. TEMPS DE BASE

9.1.1. REGION SAHELIENNE

Le temps de base Tb_{10} pourra être déterminé en utilisant les relations proposées ci-après.

Toutes ces expressions se rapportent à des valeurs de début de saison des pluies, période durant laquelle les temps de base sont les plus courts. Elles correspondent donc aux situations les plus dangereuses, tous les autres paramètres caractérisant la crue (Pm_{10} , Kr_{10} , a_{10} et S) étant supposés constants (voir paragraphe 2.).

Pour déterminer la valeur de Tb_{10} , il conviendra d'interpoler entre les valeurs de I_{gCOR} encadrant l'indice de pente du bassin versant analysé. Des interpolations pourront également être nécessaires entre les caractéristiques d'infiltrabilité ou en fonction de la superficie (hydrogramme unitaire ou non).

Tous les temps sont calculés en minutes.

- $I_{gCOR} = 3$ m/km

Pour une pente aussi faible, l'hydrogramme décennal est considéré comme unitaire quelle que soit la superficie du bassin. La limite de 7 km² n'a été introduite que pour améliorer l'estimation de Tb_{10} sur les petits bassins versants.

. pour $S < 7 \text{ km}^2$

$$Tb_{10} = 215 \cdot (S - 0,5)^{0,45} + 300$$

. pour $S > 7 \text{ km}^2$

$$Tb_{10} = 250 \cdot S^{0,35} + 300$$

Le premier terme de ces formules correspond au ruissellement dans le réseau hydrographique, et le second au ruissellement superficiel avant l'arrivée au premier thalweg.

Dès que la pente atteint environ 7 m/km, l'hydrogramme décennal ne peut être considéré comme unitaire que si la superficie du bassin est supérieure à une certaine valeur qui est d'autant plus élevée que la pente est forte :

6 km ²	pour	7 m/km
20 - 25 km ²	pour	10 m/km
45 - 50 km ²	pour	15 m/km
100 - 140 km ²	pour	25 m/km

Les limites de validité des équations proposées ci-après satisfont à cette contrainte. Toutefois, l'influence de l'infiltrabilité n'a été prise en considération que pour les petits bassins.

- $I_{g_{cor}} = 7 \text{ m/km}$

. pour $S < 6 \text{ km}^2$

avec une infiltrabilité I : $Tb_{10} = 13,9 \cdot S + 255$

avec une infiltrabilité P : $Tb_{10} = 19,6 \cdot S + 218$

. pour $S > 6 \text{ km}^2$

$$Tb_{10} = 126 \cdot S^{0,35} + 100$$

- $I_{g_{cor}} = 10 \text{ m/km}$

. pour $S < 10 \text{ km}^2$

avec une infiltrabilité I : $Tb_{10} = 8,9 \cdot S + 183$

avec une infiltrabilité P : $Tb_{10} = 8,9 \cdot S + 165$

. pour $S > 20-25 \text{ km}^2$

$$Tb_{10} = 81 \cdot S^{0,35} + 80$$

. pour $10 \text{ km}^2 < S < 20-25 \text{ km}^2$

une interpolation logarithmique sera faite sur les superficies, entre les valeurs de Tb_{10} correspondant à $S = 10 \text{ km}^2$ et $S = 20 - 25 \text{ km}^2$.

- $I_{gcor} = 15 \text{ m/km}$

. pour $S < 10 \text{ km}^2$

avec une infiltrabilité I : $Tb_{10} = 5 \cdot S + 139$

avec une infiltrabilité P : $Tb_{10} = 5 \cdot S + 120$

. pour $S > 45-50 \text{ km}^2$

$$Tb_{10} = 55 \cdot S^{0,35} + 30$$

. pour $10 \text{ km}^2 < S < 45-50 \text{ km}^2$

une interpolation logarithmique sera faite sur les superficies, entre les valeurs de Tb_{10} correspondant à $S = 10 \text{ km}^2$ et $S = 45 - 50 \text{ km}^2$.

- $I_{gcor} = 25 \text{ m/km}$

. pour $S < 10 \text{ km}^2$

avec une infiltrabilité I : $Tb_{10} = 4,1 \cdot S + 116,5$

avec une infiltrabilité P : $Tb_{10} = 4,1 \cdot S + 101$

. pour $S > 100-140 \text{ km}^2$

$$Tb_{10} = 42 \cdot S^{0,35} + 20$$

. pour $10 \text{ km}^2 < S < 100-140 \text{ km}^2$

une interpolation logarithmique sera faite sur les superficies, entre les valeurs de Tb_{10} correspondant à $S = 10 \text{ km}^2$ et $S = 100 - 140 \text{ km}^2$.

- $I_{gcor} = 60 \text{ m/km}$

En régions sahélienne, des pentes supérieures à 25 - 30 m/km ne se rencontrent que sur des petits bassins.

. pour $S < 10-12 \text{ km}^2$

avec une infiltrabilité I : $Tb_{10} = 2,7 \cdot S + 97$

avec une infiltrabilité P : $Tb_{10} = 2,3 \cdot S + 77$

9.2. DEBIT MOYEN DE LA CRUE

Le débit moyen de la crue Q_{m10} est donné par l'expression :

$$Q_{m10} = (Pm_{10} \cdot Kr_{10} \cdot S) / Tb_{10}$$

avec :

$$Q_{m10} = 16,7 \cdot (Pm_{10} \cdot Kr_{10} \cdot S) / Tb_{10}$$

en m^3/s

si : Pm_{10} exprimé en mm,

S en km^2 ,

Tb_{10} en minutes,

Kr_{10} sans dimension.

9.3. COEFFICIENT DE POINTE DECENNAL

Le coefficient de pointe, rapport du débit maximum ruisselé au débit moyen (paragraphe 1.), est calculé par la relation :

$$a_{10} = Q_{xr10} / Q_{m10}$$

On admet que a_{10} est voisin de 2,6 quelle que soit la superficie du bassin. Toutefois, l'aspect du réseau hydrographique devra être analysé pour apporter d'éventuelles corrections, en suivant les indications de la "check-list".

9.4. DEBIT DE POINTE DECENNAL

le débit de pointe ou débit maximal total Q_{max10} comprend le débit maximal de ruissellement Q_{xr10} et le débit dû à l'écoulement retardé Q_{ret10} .

Le premier est donné par l'expression :

$$Q_{xr10} = a_{10} \cdot Q_{m10}$$

En *région sahélienne*, le second n'est jamais très important. Pour en tenir compte on appliquera les relations suivantes :

- pour un indice d'infiltrabilité I : $Q_{max10} = 1,03 \cdot Q_{xr10}$

- pour un indice d'infiltrabilité P : $Q_{max10} = 1,06 \cdot Q_{xr10}$

9.5. VOLUME DE LA CRUE DECENNALE

Le calcul du volume total de la crue nécessiterait de connaître avec suffisamment de précision les écoulements retardé et de base. Toutefois, dans la détermination des caractéristiques des ouvrages hydrauliques, il importe essentiellement d'estimer le volume écoulé V_{c10} durant le temps de base de la crue.

Sachant que le volume de ruissellement V_{r10} est donné par l'expression :

$$V_{r10} = P_{10} \cdot K \cdot K_{r10} \cdot S$$

on obtient le volume de crue V_{c10} en ajoutant au volume ruisselé V_{r10} un volume V_{ret10} égal à la majoration due à l'écoulement retardé. On considère que V_{ret10} correspond à un débit moyen, calculé sur toute la durée du temps de base, égal au débit Q_{ret10} défini au paragraphe 9.4, soit :

$$V_{c10} = V_{r10} + Q_{ret10} \cdot T_{b10}$$

En *zone sahélienne* :

- pour un indice d'infiltrabilité I : $Q_{ret10} = 0,03 \cdot Q_{xr10}$

- pour un indice d'infiltrabilité P : $Q_{ret10} = 0,06 \cdot Q_{xr10}$

En zone tropicale sèche, le rapport Q_{ret10} / Q_{xr10} semble lié davantage à la surface du bassin dont dépend les possibilités de stockage superficiel (dans les lits des cours d'eau, par exemple) ou interne (horizons pédologiques, voire géologiques) qui favorise l'écoulement retardé :

- pour les petits bassins imperméables (jusqu'à quelques dizaines de km^2) : $Q_{ret10} = 0,03 \cdot Q_{xr10}$;

- pour les petits bassins perméables : $Q_{ret10} = 0,05 \cdot Q_{xr10}$;

- pour les grands bassins imperméables (plusieurs centaines de km^2) avec un réseau hydrographique bien marqué : $Q_{ret10} = (0,10 \text{ à } 0,15) \cdot Q_{xr10}$;

- pour les grands bassins perméables avec des lits suffisamment larges :

$$Q_{ret10} = (0,15 \text{ à } 0,20) \cdot Q_{xr10}$$

9.6. TEMPS DE MONTEE

L'estimation du temps de montée T_{m10} suit sensiblement le même processus que celui utilisé pour le calcul du temps de base.

On utilisera relations analytiques proposées ci-après.

Tous les temps sont calculés en minutes.

- $I_{gcor} = 3 \text{ m/km}$

. pour $S < 11 \text{ km}^2$

$$T_{m10} = 71 \cdot (S - 0,5)^{0,50} + 75$$

. pour $S > 11 \text{ km}^2$

$$T_{m10} = 100 \cdot S^{0,35} + 75$$

- $I_{gcor} = 7 \text{ m/km}$

. pour $S < 6 \text{ km}^2$

$$\text{avec une infiltrabilité I : } T_{m10} = 2,5 \cdot S + 60$$

avec une infiltrabilité P, réduire les valeurs calculées pour I de :

$$10\% \text{ pour } S = 1 \text{ km}^2$$

$$8\% \text{ pour } S = 5 \text{ km}^2$$

. pour $S > 6 \text{ km}^2$

$$T_{m10} = 32 \cdot S^{0,35} + 23$$

- $I_{gcor} = 15 \text{ m/km}$

. pour $S < 10 \text{ km}^2$

avec une infiltrabilité I : $Tm_{10} = 1,2 \cdot S + 44$

avec une infiltrabilité P, réduire les valeurs calculées pour I de :

15% pour $S = 1 \text{ km}^2$

5% pour $S = 5 \text{ km}^2$

. pour $S > 45-50 \text{ km}^2$

$$Tm_{10} = 13 \cdot S^{0,35} + 15$$

. pour $10 \text{ km}^2 < S < 45-50 \text{ km}^2$

une interpolation logarithmique sera faite sur les superficies, entre les valeurs de Tb_{10} correspondant à $S = 10 \text{ km}^2$ et $S = 45 \text{ km}^2$.

- $I_{g_{cor}} = 25 \text{ m/km}$

. pour $S < 10 \text{ km}^2$

avec une infiltrabilité I : $Tm_{10} = 1,02 \cdot S + 33,8$

avec une infiltrabilité P, réduire les valeurs calculées pour I de :

28% pour $S = 1 \text{ km}^2$

18% pour $S = 5 \text{ km}^2$

. pour $S > 100-140 \text{ km}^2$

$$Tm_{10} = 9 \cdot S^{0,35} + 10$$

. pour $10 \text{ km}^2 < S < 100-140 \text{ km}^2$

une interpolation logarithmique sera faite sur les superficies, entre les valeurs de Tb_{10} correspondant à $S = 10 \text{ km}^2$ et $S = 100 \text{ km}^2$.

- $I_{g_{cor}} = 60 \text{ m/km}$

. pour $S < 10-12 \text{ km}^2$

avec une infiltrabilité I : $Tm_{10} = 0,45 \cdot S + 27,5$

avec une infiltrabilité P, réduire les valeurs calculées pour I de :

30% pour $S = 1 \text{ km}^2$

20% pour $S = 5 \text{ km}^2$

18% pour $S = 10 \text{ km}^2$

10. RECOMMANDATIONS

Les bassins sélectionnés pour établir les diverses relations proposées ont été, dans leur grande majorité, étudiés entre les années 1954 et 1970. Excepté pour quelques uns d'entre eux, proches des régions désertiques, le contexte physique a nécessairement évolué : les cultures ont permis la formation de sols d'érosion qui correspondent à la classe d'infiltrabilité "particulièrement imperméable", la végétation arbustive ripicole a souvent disparu, ou, au contraire, des dunes vives ont pu se former. Ces bassins doivent donc être considérés uniquement comme représentatifs d'un contexte physico-climatique déterminé, souvent différent de celui observé actuellement.

Sur les bassins de taille moyenne (de superficie supérieure 120 km²), il est fréquent que seule une partie aval, plus ou moins importante, contribue à la genèse des crues. Même si les apports amonts parviennent à l'exutoire, ils sont beaucoup trop tardifs pour que leur influence sur la forme de l'hydrogramme et le débit de pointe soit significative. Cette tendance est d'autant plus marquée que le bassin est plus grand, qu'il est plus plat (et/ou mal drainé), qu'il est plus allongé et que le climat est plus aride (voir "check-list"). Dans ce cas, la détermination des caractéristiques de la crue décennale se fera en ne considérant que la partie active (ou contributive) du bassin.

La méthode du bassin réduit peut s'appliquer également à des bassins petits ou moyens, caractérisés par un ensemble aval à faible infiltrabilité où s'effectue l'essentiel du ruissellement, et une partie amont suffisamment perméable pour que ses apports puissent être négligés.

Cette méthode, enfin, devra être appliquée, en corrigeant les indices de pente calculés, si le relief est dû essentiellement à une partie du bassin formée de terrains perméables : formations gréseuses ou latéritiques démantelées, formations cristallines altérées, etc...

11. EXEMPLES DE CALCULS

Pour illustrer la méthodologie exposée, deux exemples de calculs ont été détaillés. Ils représentent des situations suffisamment contrastées pour être complémentaires. De plus, les bassins choisis, l'un de dimensions modestes (quelques km²), l'autre plus grand (quelques dizaines de km²), correspondent à des cas auxquels les aménageurs sont fréquemment confrontés.

11.1. CAS D'UN PETIT BASSIN

On considère un bassin versant de 6 km² ayant un indice de pente I_{gCOR} égal à 20 m/km et couvert en égales proportions de sols imperméables I et de sols perméables P répartis aléatoirement. Il peut donc être classé dans la catégorie d'infiltrabilité RI, et il n'y a pas lieu de réduire sa superficie. Situé par 14° de latitude Nord et 0° de longitude, sa hauteur pluviométrique annuelle est estimée à 500 mm.

Après consultation de la "check-list", le bassin ne présente aucune particularité qui pourrait conduire ultérieurement à modifier les valeurs du temps de base Tb_{10} ou du coefficient de pointe a_{10} , ni à procéder à aucune autre correction complémentaire.

La pluie décennale ponctuelle P_{10} est déterminée, d'après les coordonnées du bassin, sur la carte des isohyètes des pluies journalières de fréquence décennale, soit $P_{10} = 86$ mm.

La pluie moyenne sur le bassin Pm_{10} est calculée en appliquant à P_{10} le coefficient d'abattement K déterminé à l'aide de l'équation de Vuillaume (paragraphe 7.).

$$K = 1 - (9 - 42 \cdot 10^{-3} \cdot 500 + 152) \cdot 10^{-3} \cdot \log 6 = 0,89$$

$$Pm_{10} = 86 \cdot 0,89 = 76,5 \text{ mm}$$

Le coefficient de ruissellement Kr est calculé par interpolation :

- Pour $P_{10} = 70$ mm et $S = 6$ km² les abaques permettent d'estimer :

- . pour une infiltrabilité RI et $I_{g_{COR}} = 25$ m/km : $Kr_{10.1} = 35\%$
- . pour une infiltrabilité RI et $I_{g_{COR}} = 15$ m/km : $Kr_{10.2} = 29\%$
- . pour une infiltrabilité RI et $I_{g_{COR}} = 20$ m/km :

$$Kr_{10.3} = 29 + (35 - 29) \cdot (20 - 15) / (25 - 15) = \underline{32\%}$$

- Pour $P_{10} = 100$ mm et $S = 6$ km² les abaques donnent :

- . pour une infiltrabilité RI et $I_{g_{COR}} = 25$ m/km : $Kr_{10.1} = 37\%$
- . pour une infiltrabilité RI et $I_{g_{COR}} = 15$ m/km : $Kr_{10.2} = 30\%$
- . pour une infiltrabilité RI et $I_{g_{COR}} = 20$ m/km :

$$Kr_{10.3} = 30 + (37 - 30) \cdot (20 - 15) / (25 - 15) = \underline{33,5\%}$$

- Par interpolation linéaire, on trouve donc pour $P_{10} = 86$ mm :

. Coefficient de ruissellement décennal

$$Kr_{10} = 32 + (33,5 - 32) \cdot (86 - 70) / (100 - 70) = 33\%$$

. lame ruisselée décennale

$$Hr_{10} = 76,5 \cdot 0,33 = 25,2 \text{ mm}$$

. Volume ruisselé décennal

$$Vr_{10} = 6 \cdot 10^3 \cdot 25,2 = 151\,200 \text{ m}^3$$

Le temps de base Tb_{10} est également calculé par interpolations, sachant que l'indice d'infiltrabilité est RI et que $S = 6$ km² (équations du paragraphe 9.1.1.).

- pour $I_{g_{COR}} = 25$ m/km :

. avec une infiltrabilité I

$$Tb_{10.1} = 4,1 \cdot 6 + 116,5 = 141 \text{ mn}$$

. avec une infiltrabilité P

$$Tb_{10.2} = 4,1 \cdot 6 + 101 = 126 \text{ mn}$$

. avec une infiltrabilité RI

$$Tb_{10.3} = (141 + 126) / 2 = \underline{134 \text{ mn}}$$

- pour $I_{g_{COR}} = 15$ m/km :

. avec une infiltrabilité I

$$Tb_{10.1} = 5 \cdot 6 + 139 = 169 \text{ mn}$$

. avec une infiltrabilité P

$$Tb_{10.2} = 5 \cdot 6 + 120 = 150 \text{ mn}$$

. avec une infiltrabilité RI

$$Tb_{10.3} = (169 + 150) / 2 = \underline{160 \text{ mn}}$$

- ainsi, pour $I_{g_{COR}} = 20$ m/km et une infiltrabilité RI :

$$Tb_{10.3} = 134 + (160 - 134) \cdot (20 - 15) / (25 - 15) = 147 \text{ mn}$$

$$Tb_{10.3} = 147 \cdot 60 = 8\,820 \text{ s}$$

Le débit moyen de ruissellement Qm_{10} est donné par la relation Vr_{10} / Tb_{10} , soit :

$$Qm_{10} = 151\,200 / 8\,820 = 17,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le coefficient de point a_{10} est égal à 2,6 (paragraphe 9.3.).

le débit maximum de ruissellement Qxr_{10} est donné par la l'expression : $Qxr_{10} = a_{10} \cdot Qm_{10}$, soit :

$$Qxr_{10} = 17,1 \cdot 2,6 = 44,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit de pointe $Qmax_{10}$ est estimé après examen des terrains perméables qui permet d'évaluer la part d'écoulement retardé à 5% du débit ruisselé (paragraphe 9.4.) :

$$Qmax_{10} = 44,5 \cdot 1,05 = 46,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le volume d'écoulement retardé $Vret_{10}$ peut ainsi être estimé à (paragraphe 9.5.) :

$$Vret_{10} = (44,5 \cdot 0,05) \cdot 8\,820 = 19\,625 \text{ m}^3$$

Le volume total de crue Vc_{10} est la somme du volume ruisselé Vr_{10} et du volume d'écoulement retardé $Vret_{10}$:

$$Vc_{10} = 151\,000 + 19\,625 = 170\,625 \text{ m}^3$$

Le temps de montée Tm_{10} est estimé suivant un processus proche de celui employé pour le calcul du temps de base. On utilisera les équations du paragraphe 9.6..

- pour $Ig_{cor} = 25 \text{ m/km}$

. avec une infiltrabilité I :

$$Tm_{10.1} = 1,02 \cdot 6 + 33,8 = 40 \text{ mn}$$

. avec une infiltrabilité P

$$Tm_{10.2} = 40 - 40 \cdot 15 / 100 = 34 \text{ mn}$$

. avec une infiltrabilité RI

$$Tm_{10.3} = (40 + 34) / 2 = \underline{37 \text{ mn}}$$

- pour $Ig_{cor} = 15 \text{ m/km}$:

. avec une infiltrabilité I

$$Tm_{10.1} = 1,2 \cdot 6 + 44 = 51 \text{ mn}$$

. avec une infiltrabilité P

$$Tm_{10.2} = 51 - 51 \cdot 4 / 100 = 49 \text{ mn}$$

. avec une infiltrabilité RI

$$Tm_{10.3} = (51 + 49) / 2 = \underline{50 \text{ mn}}$$

- ainsi, pour $I_{g_{COR}} = 20$ m/km et une infiltrabilité RI :

$$Tm_{10,3} = 37 + (50 - 37) \cdot (20 - 15) / (25 - 15) = 44 \text{ mn}$$

$$Tm_{10,3} = 44 \cdot 60 = 2\,640 \text{ s}$$

On dispose ainsi de tous les éléments essentiels de la crue décennale.

11.2. CAS D'UN BASSIN MOYEN

On considère un bassin versant de 30 km^2 ayant un indice de pente $I_{g_{COR}}$ égal à 15 m/km, et contenant 20% de sols relativement imperméables RI et 80% de sols imperméables répartis aléatoirement (les bassins de superficie moyenne ne présentent jamais des conditions d'infiltrabilité homogènes). Si le même bassin était recouvert dans sa partie amont de sols perméables, il serait nécessaire d'utiliser la méthode du bassin réduit en négligeant la surface concernée.

La hauteur pluviométrique annuelle est de 550 mm, et la pluie journalière ponctuelle décennale est estimée, d'après la latitude et la longitude du site, à 88 mm.

Le réseau hydrographique présentant la particularité d'être en arêtes de poisson réparties unilatéralement, la "check-list" propose d'utiliser un coefficient de pointe a_{10} égal à 1,9.

La pluie moyenne sur le bassin Pm_{10} est calculée en appliquant à P_{10} le coefficient d'abattement K déterminé à l'aide de l'équation de Vuillaume (paragraphe 7).

$$K = 1 - (9 - 42 \cdot 10^{-3} \cdot 550 + 152) \cdot 10^{-3} \cdot \log 30 = 0,80$$

$$Pm_{10} = 88 \cdot 0,80 = 70,4 \text{ mm}$$

Le coefficient de ruissellement Kr est calculé par interpolation :

- Pour $P_{10} = 70$ mm, $S = 30 \text{ km}^2$ et $I_{g_{COR}} = 15$ m/km les équations du paragraphe 8.1. permettent d'estimer :

. pour la partie d'infiltrabilité I

$$Kr_{10,1} = 1455 / (30 + 33) + 21 = 44\%$$

. pour la partie d'infiltrabilité RI

$$Kr_{10,2} = 329 / (30 + 18,5) + 16,5 = 23\%$$

. pour l'ensemble du bassin :

$$Kr_{10,3} = 44 \cdot (80 / 100) + 23 \cdot (20 / 100) = \underline{40\%}$$

- Pour $P_{10} = 100$ mm, $S = 30 \text{ km}^2$ et $I_{g_{COR}} = 15$ m/km, les équations du paragraphe 8.1 permettent de la même manière de calculer :

. pour la partie d'infiltrabilité I

$$Kr_{10,1} = 1833 / (30 + 38) + 24 = 51\%$$

. pour la partie d'infiltrabilité RI

$$Kr_{10.2} = 421 / (30 + 20,5) + 17,5 = 26\%$$

. pour l'ensemble du bassin :

$$Kr_{10.3} = 51 \cdot (80 / 100) + 26 \cdot (20 / 100) = 46\%$$

- Pour $P_{10} = 88$ mm :

. Coefficient de ruissellement décennal

$$Kr_{10} = 40 + (46 - 40) \cdot (88 - 70) / (100 - 70) = 44\%$$

. lame ruisselée décennale

$$Hr_{10} = 70,4 \cdot 0,44 = 31,0 \text{ mm}$$

. Volume ruisselé décennal

$$Vr_{10} = 30 \cdot 10^3 \cdot 31,0 = 930\,000 \text{ m}^3$$

Le temps de base Tb_{10} est calculé également par interpolations (équations du paragraphe 9.1.1.).

- pour $S = 10 \text{ km}^2$:

. avec une infiltrabilité I

$$Tb_{10.1} = 5 \cdot 10 + 139 = 189 \text{ mn}$$

. avec une infiltrabilité P

$$Tb_{10.2} = 5 \cdot 10 + 120 = 170 \text{ mn}$$

. avec une infiltrabilité RI

$$Tb_{10.3} = (189 + 170) / 2 = 180 \text{ mn}$$

. pour l'ensemble du bassin :

$$Tb_{10.4} = 189 (80 / 100) + 180 (20 / 100) = 187 \text{ mn}$$

- pour $S = 45 \text{ km}^2$:

$$Tb_{10.4} = 55 \cdot 30^{0,35} + 30 = 238 \text{ mn}$$

- pour $S = 30 \text{ km}^2$:

$$Tb_{10.4} = 187 + (238 - 187) \cdot (\log 30 - \log 10) / (\log 45 - \log 10) = 224 \text{ mn}$$

$$Tb_{10.4} = 224 \cdot 60 = 13\,440 \text{ s}$$

Le débit moyen de ruissellement Qm_{10} est donné par la relation Vr_{10} / Tb_{10} , soit :

$$Qm_{10} = 930\,000 / 13\,440 = 69,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le coefficient de point a_{10} est égal à 1,9 (paragraphe 9.3. et "check-list").

le débit maximum de ruissellement Qxr_{10} est donné par l'expression $a_{10} \cdot Qm_{10}$, soit :

$$Qxr_{10} = 69,2 \cdot 1,9 = 131,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit de pointe Q_{max10} est estimé après examen des terrains perméables qui permet d'évaluer la part d'écoulement retardé à 4% du débit ruisselé (paragraphe 9.4.) :

$$Q_{max10} = 131,5 \cdot 1,04 = 136,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le volume d'écoulement retardé V_{ret10} peut ainsi être estimé à (paragraphe 9.5.) :

$$V_{ret10} = (131,5 \cdot 0,04) \cdot 13\,440 = 70\,700 \text{ m}^3$$

Le volume total de crue V_{c10} est la somme du volume ruisselé V_{r10} et du volume d'écoulement retardé V_{ret10} :

$$V_{c10} = 930\,000 + 70\,300 = 1\,000\,300 \text{ m}^3$$

Le temps de montée T_{m10} est estimé suivant un processus proche de celui employé pour le calcul du temps de base. On utilisera les équations du paragraphe 9.6..

- pour $S = 10 \text{ km}^2$

$$T_{m10.1} = 1,2 \cdot 10 + 44 = 56 \text{ mn}$$

- pour $S = 45 \text{ km}^2$

$$T_{m10.1} = 13 \cdot 45^{0,35} + 15 = 64 \text{ mn}$$

- pour $S = 30 \text{ km}^2$:

$$T_{m10.1} = 56 + (64 - 56) \cdot (\log 30 - \log 10) / (\log 45 - \log 10) = 62 \text{ mn}$$

$$T_{m10.4} = 62 \cdot 60 = 3\,720 \text{ s}$$

CONCLUSION

Le laboratoire d'hydrologie de l'ORSTOM a maintenant à sa disposition :

- la méthode de Monsieur J. CRUETTE sur les triolets disponible sur PC grâce à FOXPRO2,
- les cartes d'isohyètes de la pluie annuelle et décennale dans le Sahel Africain,
- le logiciel de modélisation des crues décennales dans le Sahel Africain, basé sur la méthode ORSTOM de Monsieur J. RODIER.

Il reste à ajouter au programme général le modèle du CIEH et le modèle hydraulique, ces deux modèles sont beaucoup plus petits et plus simples que le modèle ORSTOM.

Ce stage a présenté un très grand intérêt pédagogique. Il m'a permis d'évoluer au milieu du tandem Hydrologie-Informatique. Il m'a aussi permis d'utiliser un langage de type base de données (FOXPRO2), en effet les systèmes de gestion de base de données relationnelle constituent un domaine très prisé à l'heure actuelle par les entreprises ; et d'utiliser un logiciel pour tracer des cartes isolignes SURFER.

Ce stage m'a aussi permis de travailler avec la méthode de J. Cruette sur les triolets, le principal intérêt que je perçois, dans le concept de "triolets" est qu'il permet à l'utilisateur non informaticien de disposer d'un véritable langage informatique qu'il peut manier en utilisant une syntaxe proche de celle utilisée par tout un chacun.

Il existe une différence radicale entre les modèles physiques et les modèles hydrologiques, en raison de la variété infinie du fait hydrologique et de sa complexité redoutable.

Les solutions retenues pour décrire un même processus dans les modèles reposent parfois sur des bases expérimentales bien étroites. Les processus ignorés impliquent aussi des choix par défaut, d'autant plus gênants qu'ils sont méconnus.

Il est donc illusoire de croire que l'on procède à la prédiction d'un résultat inconnu par pure application de mécanismes ; on ne fait que tâcher de prévoir les variations autour d'une tendance moyenne bien connue et prise en compte.

Le principal intérêt de la méthode est de pouvoir faire intervenir la connaissance du spécialiste pour amener des corrections supplémentaires compte tenu de la spécificité du milieu.

Ces modèles ne sont pas un simple exercice de style, mais constituent des outils de travail prometteurs, que l'on doit évaluer non pas seulement à leur contenu en connaissance, mais à leur aptitude à remplir aujourd'hui ou dans l'avenir, la tâche qu'on veut leur assigner (facilité d'emploi, justesse, sensibilité, ...).

BIBLIOGRAPHIE

- **DUBREUIL**, P. 1972. Recueil des données de base des bassins représentatifs et expérimentaux.

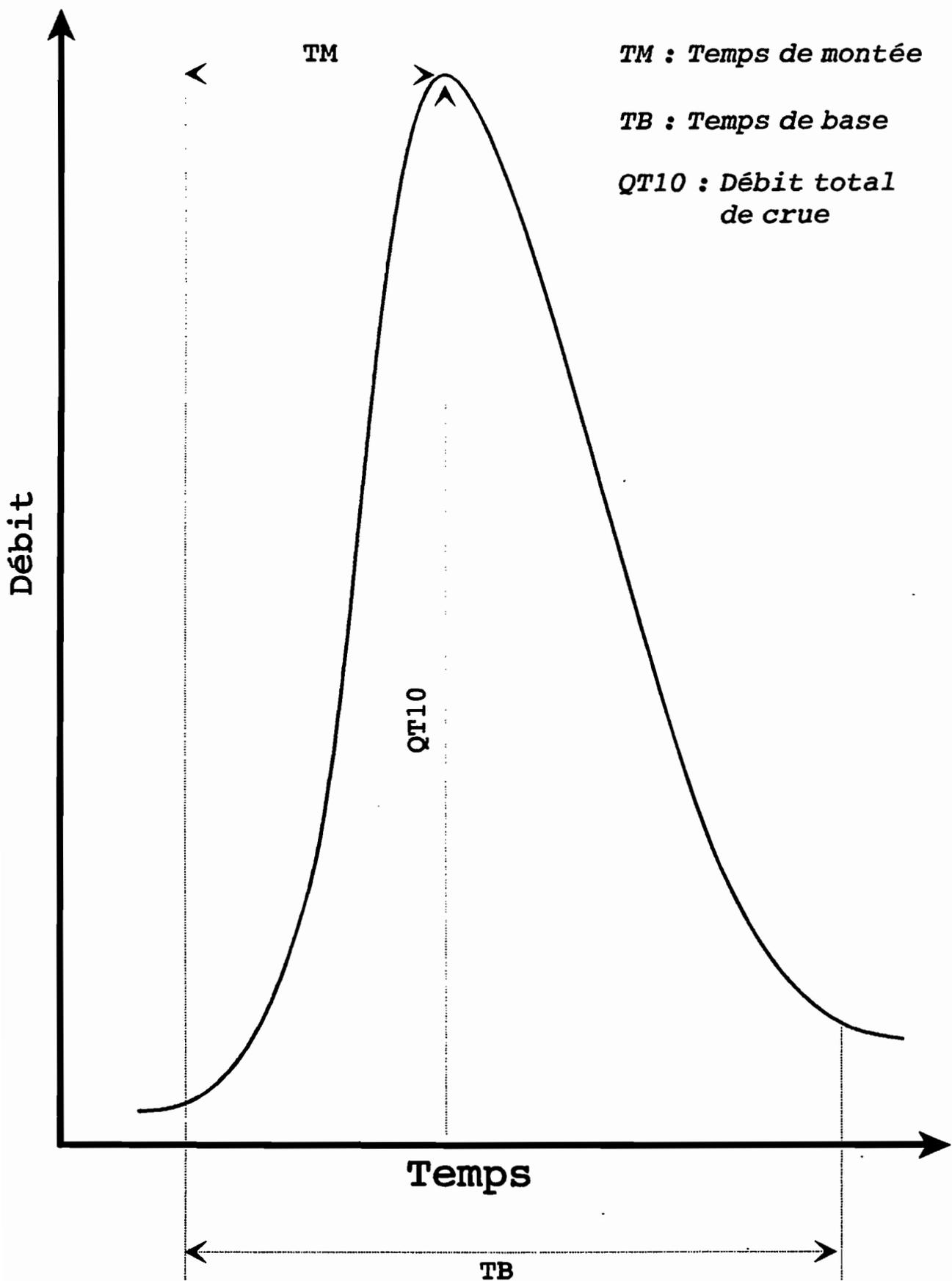
- **RODIER**, J. Méthode ORSTOM de calcul des crues décennales dans le Sahel Africain.

ANNEXES

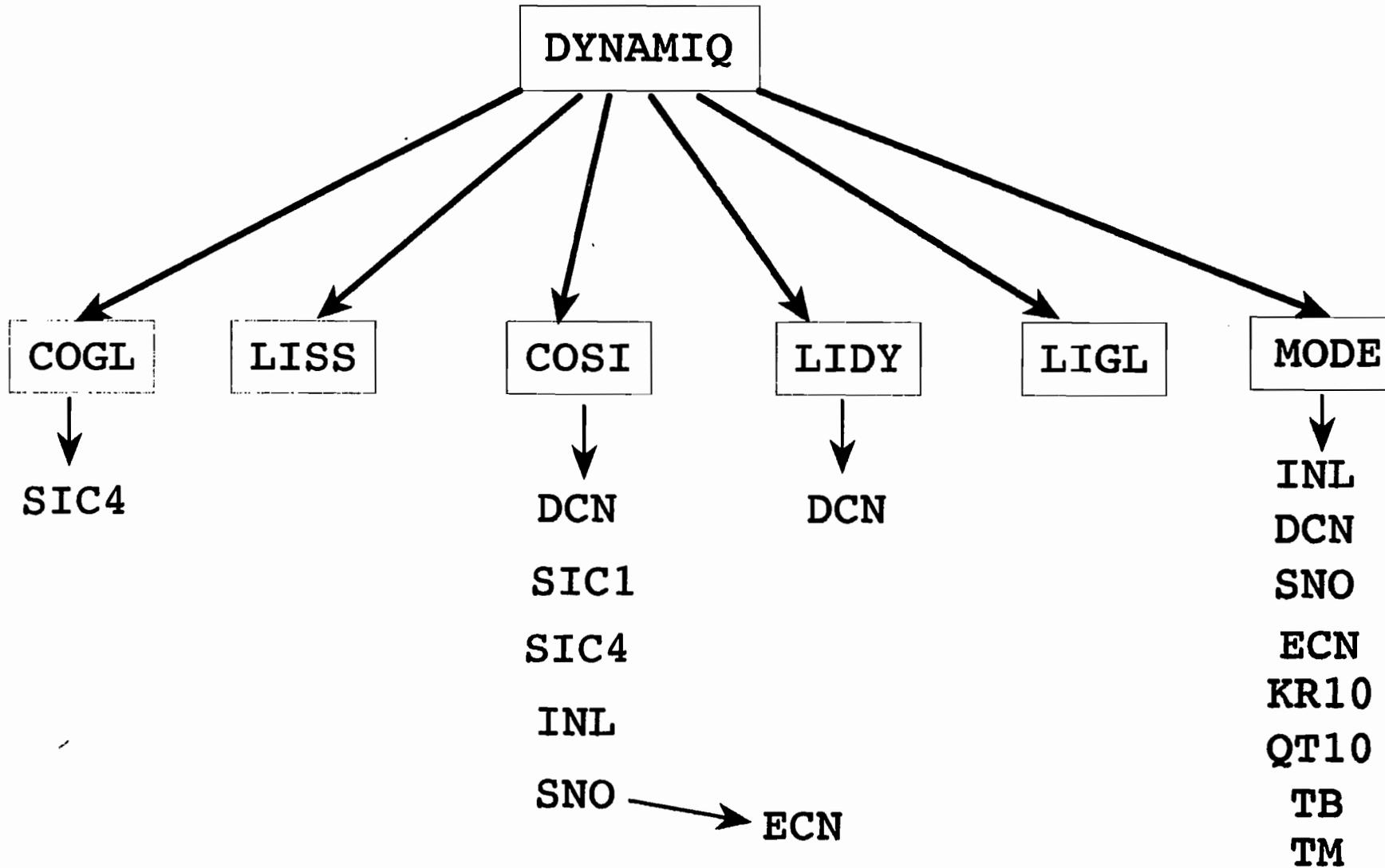
Schéma de l'hydrogramme	60
Diagramme de relations entre les programmes	61
Exemple d'une liste dynamique	63
Exemple d'un glossaire	64
Exemple d'une liste de simplets	66
Dynamiq.prg : menu principal	68
SIC1.prg : incrémentation des codes à un caractère	69
SIC4.prg : incrémentation des codes à quatre caractères	70
INL.prg : incrémentation des lignes de l'écran	71
SNO.prg : saisie d'un nombre	72
ECN.prg : codage d'un nombre dans une base 185	73
DCN.prg : décodage d'un nombre	74
LISS.prg : affiche et imprime la liste des simplets	75
LIGL.prg : affiche et imprime la liste du glossaire	77
LIDY.prg : affiche et imprime la liste dynamique	78
COGL.prg : construction du glossaire	83
COSI.prg : construction des simplets	86

MODE.prg : exécution du modèle (travaux également impression.)	100
KR10.prg : calcul du coefficient de ruissellement	108
KR_70.dbf : valeur des coefficients a, b et c pour P=70 mm	119
KR_100.dbf : valeur des coefficients a, b et c pour P=100 mm	119
KR70.dbf : fichier de numérisation des abaques pour P=70 mm	120
KR100.dbf : fichier de numérisation des abaques pour P=100 mm	121
QT10.prg : calcul du débit total de crue décennale	122
TB.prg : calcul du temps de base	125
TM.prg : calcul du temps de montée	132
Q1.prg : calcul hydraulique (section homogène)	
Q2.prg : " " (" hétérogène).	

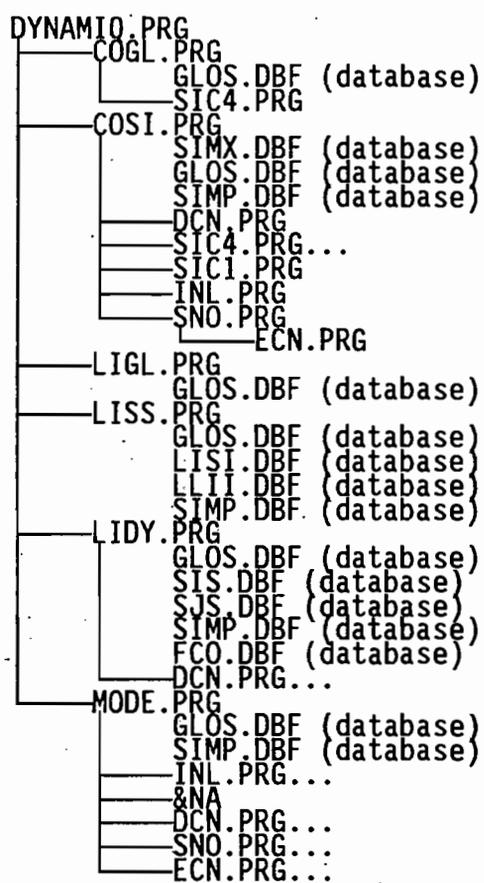
HYDROGRAMME



RELATIONS ENTRE PROGRAMMES



System: SAHEL
Author: PIANCASTELLI
10.05.93 13:31:23
Tree Diagram



x à QT10
? à l' amont du tributaire principal, ou des tributaires secondai
= à l' amont une partie inactive plate très perméable ou marécage
4 en application
7 appliquée
(le bassin
+ le bassin hydrographique
; le bassin imperméable
Z un bassin réduit appartenant à un bassin topographique de sup
Y le bassin traité
r sur le bassin un ouvrage hydraulique qui risque de perturber l'éc
N le calcul du coefficient de ruissellement KR10
R le calcul du débit de pointe de crue total décennale QT10
Q le calcul du temps de base Tb
S le calcul du temps de montée Tm
I dans ce cas la superficie du bassin actif
e le coefficient de ruissellement KR
P correcte
v la correction du débit de pointe de crue total décennale QT10
! le cours d'eau
A de deux parties amont et aval raccordées par un goulet d'étra
j le débit de pointe de crue décennale
l dégradé à l'amont sans trace de ruissellement
L la dénivellée (D95-D5) du bassin actif en m
U effectué
' l' exutoire du bassin versant
- fortement dégradé
C il
O impossible
E si le lit
g des mesures de conservation efficaces des sols
\$ le modèle de calcul des crues décennales au sahel
5 la méthode CIEH
/ la méthode ORSTOM
2 la méthode ORSTOM ne peut pas être utilisée, d'autres modèles
" quel nom
{ opportune
[dans sa partie aval une zone marécageuse ou une rupture de pente t
y la prise en considération d'une nouvelle superficie du bassin
c propices à la formation de pellicules
_ la proportion de sols cultivés sur le bassin
K le périmètre du bassin actif en km
u la qualité des constructions dont la rupture renforcerait le

i		réalisées sur le bassin
p		s'il
a	les	sols
f		sous estimé
^		sous estimées
&		suite
J	à la	superficie du bassin topographique total
'		supérieure à 20 %
k		surestimé
:	la	surface du bassin actif en km ²
D		séparément les hydrogrammes de crue des deux bassins parti
X	le	temps de base Tb
d	le	temps de montée Tm
s	en	tenir compte
o		trop surestimé
\	les	valeurs des temps de base et de montée fournies
V		voulez-vous
8		vous
G	par la	végétation avec une pente de 3-4 m/km, on peut prendre V=0
*	en	zone sahélienne (entre les isohyètes 150 et 850 mm), hors
H		correspond
.		est
F		est encombré
t		et vérifier
q		existe
l		sont
6		va être
B		vous faut calculer
W		calculer
>		comporte-t-il
T		doit-il être
O		est-elle
,		est-il
@		est-il constitué
)		est-il situé
3	les	mettez-vous
h		ont-elles été
z		paraît-elle
<		présente-t-il
b		sont-ils
w		est égale
%		a pour
9		devez déterminer et entrer
M		va exécuter
#		porte

liste du dictionnaire
 CH SYM AUX LOC

19/05/1993

10:28:32

!	!	\$	modèle de calcul des crues décennales au sahel
!	"	%	a pour
!	#	&	suite
!]	#	

#	!	"	nom
#	"	#	porte
#	#	!	cours d'eau
#]	\$	

\$!	"	nom
\$	"	#	porte
\$	#	'	exutoire du bassin versant
\$]	%	

%	!	(bassin
%	")	est-il situé
%	#	*	zone sahélienne (entre les isohyètes 150 et 850 mm), hors de la b
%	+)	
%]	&	

&	!	+	bassin hydrographique
&	"	,	est-il
&	#	-	fortement dégradé
&	+	(
&]	'	

'	!	/	méthode ORSTOM
'	"	.	est
'	#	0	impossible

(!	(bassin
("	,	est-il
(#	1	dégradé à l'amont sans trace de ruissellement
(+	,	
(]	+	

)	!	2	méthode ORSTOM ne peut pas être utilisée, d'autres modèles existe
)	"	3	mettez-vous
)	#	4	application
)]	*	

*	!	5	méthode CIEH
*	"	6	va être
*	#	7	appliquée

+	!	8	vous
+	"	9	devez déterminer et entrer
+	#	:	surface du bassin actif en km ²
+	\$	+	
+	%	"	nom
+	&	+	
+	'	L 5	
+		+	
+]	+	
+		2	

```

-----
8 !      S  calcul du temps de montée Tm
8 "      T  doit-il être
8 #      U  effectué
-----
9 !      $  modèle de calcul des crues décennales au sahel
9 "      M  va exécuter
9 #      S  calcul du temps de montée Tm
9 $      TM
9 %
9 +
9 %>z
9 ]
-----
: !      V  voulez-vous
: "      W  calculer
: #      X  temps de base Tb
: ]      6
-----
; !      Y  bassin traité
; "      ,  est-il
; #      Z  bassin réduit appartenant à un bassin topographique de superficie
; +      =
; ]      F
-----
< !      V  voulez-vous
< "      W  calculer
< #      d  temps de montée Tm
< +      ;
< ]      9
-----
= !      (  bassin
= "      <  présente-t-il
= #      [  partie aval une zone marécageuse ou une rupture de pente très for
= +      ?
= ]      >
-----
> !      \  valeurs des temps de base et de montée fournies
> "      ]  sont
> #      ^  sous estimées
> ]      ?
-----
? !      _  proportion de sols cultivés sur le bassin
? "      O  est-elle
? #      `  supérieure à 20 %
? +      B
? ]      @
-----

```

```

*****
*
*      Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\DYNAMIQ.PRG
*
*      System: SAHEL
*      Author: PIANCASTELLI
*      Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*      Last modified: 30/04/93      9:46
*
*      Calls: COGL.PRG
*             : COSI.PRG
*             : LIGL.PRG
*             : LISS.PRG
*             : LIDY.PRG
*             : MODE.PRG
*
*      Documented 10.05.93 at 13:31      FoxDoc version 2.10b
*****

```

```

fin=.F.
DO WHILE fin=.F.
  SET TALK OFF
  SET CLOCK ON
  SET DEFAULT TO C:\foxpro2\sahel1
  SET EXACT OFF
  CLOSE ALL
  CLEAR
  DEFINE WINDOW PROG FROM 0,0 TO 24,79 FOOTER " ORSTOM Montpellier - Laboratoire
d'Hydrologie " TITLE " MENU PRINCIPAL " DOUBLE
  ACTIVATE WINDOW PROG
  STORE 0 TO choix
  @ 0,1 SAY "Selectionnez une option : " COLOR "RG+"
  @ 3,25 GET choix FUNCTION " * CONSTRUCTION DU \<GLOSSAIRE;CONSTRUCTION DES
<SIMPLETS;\<LISTE DU GLOSSAIRE;LISTE DES SIM\<PLETS;LISTE \<DYNAMIQUE;\<MODELE;PLUIES
<ANNUELLES AU SAHEL;PLUIES D\<ECENNALES AU SAHEL;\? \<QUITTER' SIZE 1,1,1 COLOR SCHEME 3
  READ CYCLE
  CLEAR WINDOWS
  DO CASE
  =CASE choix=1
  DO cogl
  =CASE choix=2
  DO cosi
  =CASE choix=3
  DO ligl
  =CASE choix=4
  DO liss
  =CASE choix=5
  DO lidy
  =CASE choix=6
  DO mode
  =CASE choix=7
  RUN cd C:\surfer
  RUN C:\surfer\grapha.bat
  =CASE choix=8
  RUN cd C:\surfer
  RUN C:\surfer\graphd.bat
  =CASE choix=9
  fin=.T.
  ENDCASE
ENDDO
SET CLOCK OFF
*: EOF: DYNAMIQ.ACT

```

```

*****
*
*      Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\SIC1.PRG
*
*      System: SAHEL
*      Author: PIANCASTELLI
*      Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*      Last modified: 17/03/93 13:51
*
*      Called by: COSI.PRG
*
*      Documented 10.05.93 at 13:31                      FoxDoc version 2.10b
*****
***** IC1 : Incrémentation des codes à 1 caractère *****
PARAMETERS kod
STORE ASC(kod) TO n1
n1 = n1 + 1
IF n1 > 217
? "A T T E N T I O N      :      LIMITE ATTEINTE SUR UN CODE DE UN CARACTERE ! "
WAIT
CANCEL
ENDIF
kod = CHR(n1)
RETURN
*: EOF: SIC1.ACT

```

```

*****
*
*      Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\SIC4.PRG
*
*      System: SAHEL
*      Author: PIANCASTELLI
*      Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*      Last modified: 17/03/93      13:51
*
*      Called by: COGL.PRG
*                : COSI.PRG
*
*      Documented 10.05.93 at 13:31      FoxDoc version 2.10b
*****
***** IC4 : Incrémentation des codes de 4 caractères *****
PARAMETER kod
STORE ASC(SUBSTR(kod,1,1)) TO n1
STORE ASC(SUBSTR(kod,2,1)) TO n2
STORE ASC(SUBSTR(kod,3,1)) TO n3
STORE ASC(SUBSTR(kod,4,1)) TO n4
n4 = n4 + 1
IF n4 > 217
  STORE 33 TO n4
  n3 = n3 + 1
ENDIF
IF n3 > 217
  STORE 33 TO n3
  n2 = n2 + 1
ENDIF
IF n2 > 217
  STORE 33 TO n2
  n1 = n1 + 1
ENDIF
IF n1 > 217
  ? "A T T E N T I O N      :      LIMITE ATTEINTE SUR UN CODE DE QUATRE CARACTERES ! "
  WAIT
  CANCEL
ENDIF
kod = CHR(n1) + CHR(n2) + CHR(n3) + CHR(n4)
RETURN
*: EOF: SIC4.ACT

```

```

*****
*
* Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\INL.PRG
*
* System: SAHEL
* Author: PIANCASTELLI
* Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
* Last modified: 10/05/93 13:17
*
* Called by: COSI.PRG
*           : MODE.PRG
*
* Documented 10.05.93 at 13:31 FoxDoc version 2.10b
* *****
***** INL : Incrémentation des lignes de l'écran *****
PARAMETERS 1
  l = l + 1
  IF l > 16
    STORE 0 TO l
    @ 17,0 CLEAR TO 21,79
    @ 21,0 SAY "LES RÉSULTATS DU HAUT DE L'ECRAN VONT ETRE EFFACES !!" COLOR "RG+"
    WAIT
  ENDIF
  lf = l + 2
  @ lf,0 CLEAR TO lf,79
  @ 17,0 CLEAR TO 23,79
  RETURN
*: EOF: INL.ACT

```

```

*****
*
*
*      Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\SNO.PRG
*
*      System: SAHEL
*      Author: PIANCASTELLI
*      Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*      Last modified: 17/03/93      13:52
*
*      Called by: COSI.PRG
*                : MODE.PRG
*
*      Calls: ECN.PRG
*
*      Documented 10.05.93 at 13:31      FoxDoc version 2.10b
*****
***** SNO : Saisie d'un nombre *****
PARAMETERS D,na,tre
STORE 0 TO bbo
DO WHILE bbo = 0
  @ 20,0 CLEAR TO 23,75
  @ 20,0 SAY tre GET D PICTURE "S9999999999.999"
  READ
  STORE D TO dw
  @ 21,0 SAY "Vous avez sélectionné : " COLOR "RG+"
  @ 21,25 SAY D PICTURE "S9999999999.999" COLOR "RG+"
  STORE " " TO q
  @ 21,45 SAY "Voulez-vous RECOMMENCER ? O/N" GET q PICTURE 'y'
  READ
  IF q = "0"
    LOOP
  ELSE
    STORE 7 TO bbo
  ENDIF
ENDDO
IF D = 0
  STORE " " TO na
ELSE
  DO ecn WITH D,na
ENDIF
STORE dw TO D
RETURN
*: EOF: SNO.ACT

```

Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\ECN.PRG

System: SAHEL
Author: PIANCASTELLI
Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
Last modified: 22/03/93 15:53

Called by: MODE.PRG
 : SNO.PRG

Documented 10.05.93 at 13:31 FoxDoc version 2.10b

***** ECN : Codage dans une numérotation de base 185 *****

PARAMETERS D,na
STORE 185 TO c5,qu,m
STORE "" TO na
STORE -1 TO sg

IF D < 0
 D = D * sg
 STORE "-" TO ds
ELSE
 STORE "+" TO ds
ENDIF

D = D * 1000
STORE 1 TO C
** Recherche du nombre de caractères

DO WHILE D >= C
 C = C * c5
ENDDO

C = C / c5
DO WHILE C >= 1
 STORE 0 TO qu
 STORE 1 TO m
 ** Recherche de la puissance de 185
 DO WHILE D >= qu
 qu = C * m
 m = m + 1
 ENDDO
 qu = qu - C
 m = m - 1
 na = na + CHR(m + 32)
 D = D - qu
 C = C / c5
ENDDO

lo = LEN(ALLTRIM(na))

IF lo > 6
 @ 21,0 CLEAR TO 22,79
 @ 21,0 SAY "Ce nombre est trop grand. Vous devez changer d'unité." COLOR "RG+"
 @ 22,0 SAY "Il doit être compris entre - 40 089 475 140.623 et + 40 089 475 140.623"
 COLOR "RG+"

 WAIT
 STORE "*****" TO na
ELSE
 IF lo < 6
 na = SPACE(6 - lo) + na
 ENDIF
 na = " " + ds + na
ENDIF

RETURN
*: EOF: ECN.ACT

```

*****
*
*
*   Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\DCN.PRG
*
*   System: SAHEL
*   Author: PIANCASTELLI
*   Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*   Last modified: 22/03/93 15:53
*
*   Called by: COSI.PRG
*             : LIDY.PRG
*             : MODE.PRG
*
*   Documented 10.05.93 at 13:31                               FoxDoc version 2.10b
*
***** DCN : Décodage de la numération de base 185 *****
PARAMETERS z,na
IF LEN(na) > 0
  STORE 185 TO c5,g,m
  STORE SUBSTR(na,2,1) TO sg
  STORE SUBSTR(na,3,6) TO na
  STORE ALLTRIM(na) TO na
  STORE LEN(na) TO ln
  STORE c5 TO mu
  STORE 0 TO z
  STORE -1 TO gs
  DO WHILE ln > 0
    STORE SUBSTR(na,ln,1) TO lx
    STORE (ASC(lx) - 33) TO nx
    z = z + (nx * mu) / c5
    ln = ln - 1
    mu = mu * c5
  ENDDO
  z = z / 1000
  IF sg = "-"
    z = z * gs
  ENDIF
ELSE
  STORE 0 TO z
ENDIF
RETURN
*: EOF: DCN.ACT

```

```

*****
*
*
*      Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\LISS.PRG
*
*      System: SAHEL
*      Author: PIANCASTELLI
*      Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*      Last modified: 23/03/93      10:25
*
*      Called by: DYNAMIQ.PRG
*
*      Uses: GLOS.DBF      Alias: GL
*            LISI.DBF
*            LLII.DBF      Alias: MP
*            SIMP.DBF      Alias: MP
*
*      Indexes: IDXS.Y.IDX
*              IDXXX.IDX
*
*      Documented 10.05.93 at 13:31      FoxDoc version 2.10b
*****
***** LISS : Liste des simplets *****
CLOSE ALL
SET TALK OFF
SET DEFAULT TO C:\foxpro2\sahel1
SET DATE FRENCH
SET CENTURY ON
DEFINE WINDOW liste FROM 0,0 TO 24,79 FOOTER " ORSTOM Montpellier - Laboratoire
d'Hydrologie " TITLE " LISTE DES SIMPLETS "
ACTIVATE WINDOW liste
CLEAR
@ 1,0 SAY "Liste des simplets: vérifiez la mise en page"
STORE 1 TO reponse
@ 3,0 SAY "Voulez-vous imprimer les simplets ? O/N" GET reponse PICTURE 'y'
READ
DEFINE WINDOW liste FROM 0,0 TO 24,200 NONE
ACTIVATE WINDOW liste
SELECT 3
USE glos ALIAS OS
INDEX ON sym TO idxsy
SELECT 5
USE lisi
COPY STRU TO llii
SELECT 6
USE llii ALIAS mp
APPEND FROM simp
SET RELATION TO gvd INTO OS
REPLACE loc WITH os->tex FOR sc < CHR(216)
INDEX ON cot+sc TO idxxx
IF reponse = "0"
SET PRINT ON
ENDIF
STORE 2 TO 1
GO TOP
STORE cot TO wot
ligne=2
DEFINE POPUP list_sim FROM 3,0 IN WINDOW liste SCROLL
DO WHILE .NOT. EOF()
IF cot <> wot
IF reponse="0"
?-----"
ENDIF
DEFINE BAR ligne OF list_sim PROMPT '\-'
ligne=ligne+1
STORE cot TO wot

```

```

┌ ENDIF
└ IF reponse = "0"
  ? cot+ ' +sc+ ' +gvd+ ' +loc
  ┌ ENDIF
  └ DEFINE BAR ligne OF list_sim PROMPT cot+ ' +sc+ ' +gvd+ ' +loc
    ligne=ligne+1
  SKIP
└ ENDDO
ON KEY LABEL rightarrow MOVE WINDOW liste BY 0,-80
ON KEY LABEL leftarrow MOVE WINDOW liste BY 0,80
CLEAR
? " Liste des simplets.           ",DATE(),"           ",TIME()
? " COT SC GVD LOC"
ACTIVATE POPUP list_sim
SET PRINT OFF
CLOSE ALL
ERASE idxsy.idx
ERASE llii.dbf
ERASE idxxx.idx
RELEASE WINDOWS
PUSH KEY CLEAR
RETURN
*: EOF: LISS.ACT

```



```

*****
*
*
*      Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\LIDY.PRG
*
*      System: SAHEL
*      Author: PIANCASTELLI
*      Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*      Last modified: 23/03/93      10:15
*
*      Called by: DYNAMIQ.PRG
*
*      Calls: DCN.PRG
*
*      Uses: GLOS.DBF      Alias: GL
*            SIS.DBF      Alias: IS
*            SJS.DBF      Alias: IS
*            SIMP.DBF     Alias: MP
*            FCO.DBF     Alias: CO
*
*      Indexes: IDXGS.IDX
*                IDXTI.IDX
*                IDXGV.IDX
*                IDXTO.IDX
*                IDXVV.IDX
*                IDXSY.IDX
*                IDXCO.IDX
*                IDXLI.IDX
*
*      Documented 10.05.93 at 13:31      FoxDoc version 2.10b
*****

```

```

***** LIDY : Liste une structure dynamique *****
CLOSE ALL
ERASE idxgs.idx
SET TALK OFF
SET DEFAULT TO C:\foxpro2\sahel1
SET DATE FRENCH
SET CENTURY ON
CLEAR
DEFINE WINDOW STRUCTURE FROM 0,0 TO 24,79 FOOTER " ORSTOM Montpellier - Laboratoire
d'Hydrologie " TITLE " LISTE DYNAMIQUE "
ACTIVATE WINDOW STRUCTURE
? "Présentation d'une structure dynamique: vérifiez la mise en page"
STORE " " TO reponse
@ 3 0 SAY "Voulez-vous imprimer la présentation? O/N" GET reponse PICTURE 'y'
READ
IF reponse = "0"
  SET PRINT ON
ENDIF
STORE 0 TO ,bo,bn,bla,sa
STORE " !" TO wll,wcc
STORE CHR(217) TO sc7
STORE CHR(216) TO sc6
STORE CHR(33) TO s33
STORE CHR(35) TO s35
STORE CHR(34) TO s34
SELECT 7
USE glos ALIAS gl
INDEX ON SUBSTR(tex,1,50) TO idxte
STORE 0 TO bo
DO WHILE bo = 0
  CLEAR
  @ 0 0 SAY "Frappez une touche et choisissez le MODELE que vous voulez utiliser"
  WAIT
  STORE "modèle" TO wex
  FIND &wex

```

```

IF FOUND()
  BROWSE FIELDS tex,aux NOMODIFY NORMAL
  STORE sym TO wym
  STORE ALLTRIM(tex) TO wxx
  CLEAR
  @ 0,0 SAY UPPER(wxx) COLOR "RG+"
ELSE
  @ 0,0 SAY "Il n'existe PAS de MODELE dans les fichiers utilisés !" COLOR "RG+"
  WAIT
  CANCEL
ENDIF
STORE " " TO rep
@ 1,0 SAY "Voulez-vous recommencer cette sélection ? O/N" GET rep PICTURE 'y'
READ
IF rep <> "0"
  STORE 77 TO bo
ENDIF
ENDDO
SELECT 1
USE sis ALIAS is
COPY STRU TO sjs
USE sjs ALIAS is
APPEND FROM simp FOR sc = sc6 .OR. sc = sc7
SELECT 3
USE simp ALIAS mp
INDEX ON gvd TO idxgv
SEEK wym
IF FOUND()
  STORE cot TO wot
ELSE
  @ 1,0 SAY "Modèle sans données !" COLOR "RG+"
  CANCEL
  WAIT
ENDIF
DEFINE WINDOW STRUCTURE FROM 0,0 TO 24,260 NONE
ACTIVATE WINDOW STRUCTURE
SELECT is
REPLACE ALL nco WITH 0,nli WITH " ",let WITH " "
STORE 1 TO nc,bo
REPLACE nco WITH nc,nli WITH CHR(33) FOR cot = wot
INDEX ON cot+sc TO idxto
DO WHILE bo > 0
  COPY TO fco FOR nco = nc
  SELECT 6
  USE fco ALIAS co
  nc = nc + 1
  REPLACE ALL nco WITH nc
  INDEX ON gvd TO idxvv
  SELECT is
  SET RELATION TO cot INTO co
  REPLACE nco WITH nc,nli WITH ALLTRIM(co->nli)+sc FOR co->gvd <> " " .AND. nco = 0
  COUNT FOR nco = nc TO bo
  CLOSE ALL
  ERASE fco.dbf
  ERASE idxvv.idx
  SELECT 1
  USE sjs ALIAS is
ENDDO
REPLACE ALL ncp WITH 0
INDEX ON gvd+STR(nco,4) TO idxgs
GO TOP
STORE "éééé" TO www
STORE 46 TO lt
STORE 0 TO n1,sa
DO WHILE .NOT. EOF()
  IF gvd <> www

```

```

STORE gvd TO www
STORE 0 TO n1
ELSE
  IF n1 = 0
    lt = lt + 1
    SKIP -1
    n1 = n1 + 1
    STORE nco TO sa
    REPLACE let WITH CHR(lt),ncp WITH sa
    SKIP
  ENDIF
  REPLACE ncp WITH sa,let WITH CHR(lt)
ENDIF
SKIP
ENDDO
SELECT 7
USE glos ALIAS g]
INDEX ON sym TO idxsy
SELECT 2
USE simp ALIAS si
INDEX ON cot+sc TO idxco
SELECT 1
DELETE FOR nco = 0
PACK
INDEX ON nli TO idxli
GO TOP
STORE RECNO() TO r1
CLEAR
STORE 0 TO x1
ligne=1
DEFINE POPUP LIST FROM 2,0 IN WINDOW STRUCTURE SCROLL
DO WHILE .NOT. EOF()
  GO r1
  STORE gvd TO ggg
  STORE 1 TO bo
  STORE "" TO li,15,16,17,wh,v6,v8
  DO WHILE bo < nco
    bo = bo + 1
    IF bo = 2 .AND. ncp > 0
      IF nco = ncp
        IF sc = sc6
          li = li + let + "> -"
        ELSE
          li = li + let + "> +"
        ENDIF
      ELSE
        IF sc = sc6
          li = li + let + " -"
        ELSE
          li = li + let + " +"
        ENDIF
      ENDIF
    LOOP
  ENDIF
  cp = ncp + 1
  IF bo = cp .AND. ncp > 0
    IF sc = sc6
      li = li + let + " -"
    ELSE
      li = li + let + " +"
    ENDIF
  ELSE
    IF sc = sc6
      li = li + " -"
    ELSE
      li = li + " +"
    ENDIF
  ENDIF

```



```

16 = 16 + " " + ALLTRIM(aux) + " " + ALLTRIM(tex)
ENDIF
ELSE
? "INTROUVABLE","KC ",kc,"VVV ",vvv
CANCEL
ENDIF
SELECT si
GO r2
SKIP
STORE RECNO() TO r2
ENDDO
IF wh = "VC"
15 = 15 + " " + v6
ENDIF
IF wh = "VN"
15 = 15 + " entre " + v6 + " et " + v8
ENDIF
IF wh = "VA"
15 = 15 + " " + v6 + " ....."
ENDIF
1567 = 1i+15+16+17
IF reponse = "0"
? 1567
ENDIF
DEFINE BAR ligne OF LIST PROMPT 1567
ligne = ligne+1
SELECT is
GO r1
SKIP
STORE RECNO() TO r1
ENDDO
ON KEY LABEL rightarrow MOVE WINDOW STRUCTURE BY 0,-80
ON KEY LABEL leftarrow MOVE WINDOW STRUCTURE BY 0,80
CLEAR
? UPPER(wxx)," ",DATE()," ",TIME()
ACTIVATE POPUP LIST
SET PRINT OFF
CLOSE ALL
ERASE idxgs.idx
ERASE idxte.idx
ERASE idxgv.idx
ERASE idxto.idx
ERASE sjs.dbf
ERASE idxco.idx
ERASE idxsy.idx
ERASE idxli.idx
RELEASE WINDOWS
PUSH KEY CLEAR
RETURN
*: EOF: LIDY.ACT

```

Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\COGL.PRG

System: SAHEL
Author: PIANCASTELLI
Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
Last modified: 22/04/93 15:54

Called by: DYNAMIQ.PRG

Calls: SIC4.PRG

Uses: GLOS.DBF Alias: GL

Indexes: IDXSY.IDX
 : IDXTE.IDX

Documented 10.05.93 at 13:31 FoxDoc version 2.10b

```
***** COGL : Construction du glossaire *****
SET DEFAULT TO C:\foxpro2\sahel1
CLOSE ALL
SET TALK OFF
SET EXACT OFF
CLEAR
DEFINE WINDOW CONS FROM 0,0 TO 24,79 FOOTER " ORSTOM Montpellier - Laboratoire
d'Hydrologie " TITLE " CONSTRUCTION DU GLOSSAIRE "
ACTIVATE WINDOW CONS
SELECT 1
USE glos
GO BOTTOM
STORE RECNO() TO rec
INDEX ON sym TO idxsy
GO BOTTOM
STORE sym TO code
INDEX ON SUBSTR(tex,1,50) TO idxte
ok=.T.
boucle=.T.
COMPRESS=.F.
DO WHILE ok=.T. OR boucle=.T.
  CLEAR
  SET INDEX TO idxte,idxsy
  IF ok=.F.
    STORE " " TO reponse
    @ 20,0 SAY "Voulez-vous faire une NOUVELLE SAISIE ? O/N" GET reponse PICTURE 'y'
    READ
    IF reponse <> "0"
      boucle=.F.
      ok=.F.
    LOOP
  LENDIF
  ENDIF
  ok=.F.
  GO rec
  CLEAR
  @ 0,0 SAY "DERNIERE LOCUTION TRAITEE"
  @ 1,0 SAY tex COLOR "RB+"
  IF DELETE()
    @ 0,30 SAY "EFFACE" COLOR "RG+"
  ENDIF
  STORE 0 TO bp
  STORE SPACE(254) TO new_tex
  STORE SPACE(10) TO new_aux
  STORE SPACE(2) TO new_ch
```

```

STORE " " TO reponse
@ 20,0 CLEAR TO 22,79
@ 20,0 SAY "Voulez-vous CREER une nouvelle locution ? O/N" GET reponse PICTURE 'y'
READ
IF reponse = "0"
  STORE 50 TO bp
ELSE
  STORE 70 TO bp
ENDIF
DO WHILE bp = 70
  STORE SPACE(30) TO locution
  @ 20,0 CLEAR TO 24,79
  @ 20,0 SAY "Frappez les premières LETTRES de la locution :" GET locution
  READ
  locution = ALLTRIM(locution)
  IF ASC(locution)=0
    locution="zzzz"
  ENDIF
  FIND &locution
  IF FOUND()
    BROWSE FIELDS tex aux NOMODIFY NORMAL
    @ 6,0 SAY "LOCUTION POINTEE"
    @ 7,0 SAY tex COLOR "RB+"
    STORE RECNO() TO rec
    IF DELETE()
      @ 6,30 SAY "EFFACE" COLOR "RG+"
    ENDIF
    @ 20,0 CLEAR TO 20,79
    STORE " " TO reponse
    @ 20,0 SAY "Voulez-vous l'effacer ? O/N" GET reponse PICTURE 'y'
    READ
    IF reponse = "0"
      STORE " " TO reponse
      @ 20,0 CLEAR TO 20,79
      @ 20,0 SAY "Voulez-vous RELLEMENT l'effacer ? O/N" GET reponse PICTURE 'y'
      READ
      IF reponse = "0"
        DELETE
        COMPRESS=.T.
        EXIT
      ENDIF
    ENDIF
    @ 20,0 CLEAR TO 20,79
    STORE " " TO reponse
    @ 20,0 SAY "Voulez-vous la CORRIGER ? O/N" GET reponse PICTURE 'y'
    READ
    IF reponse = "0"
      STORE tex TO new_tex
      STORE ch TO new_ch
      STORE aux TO new_aux
      bp=30
      EXIT
    ENDIF
  ELSE
    @ 20,0 CLEAR TO 20,79
    @ 20,0 SAY "LOCUTION NON TROUVEE" COLOR "RG+"
    WAIT
  ENDIF
  STORE " " TO reponse
  @ 20,0 CLEAR TO 22,79
  @ 20,0 SAY "Voulez-vous CREER une nouvelle locution ? O/N" GET reponse PICTURE
  READ
  IF reponse = "0"
    STORE 50 TO bp
  ENDIF
  EXIT
ENDWHILE

```

```

ELSE
STORE 70 TO bp
EXIT
ENDIF
ENDDO
IF bp = 70
LOOP
ENDIF
@ 7,0 CLEAR TO 9,79
@ 7,0 SAY "Chapitre" GET new_ch
@ 7,15 SAY "Auxilliaire" GET new_aux
@ 8,0 SAY "Locution"
@ 9,0 EDIT new_tex SIZE 1,75 SCROLL
READ
IF bp = 50
DO sic4 WITH code
APPEND BLANK
REPLACE sym WITH code
ELSE
GO rec
ENDIF
new_ch=UPPER(new_ch)
REPLACE tex WITH new_tex,aux WITH new_aux,ch WITH new_ch
STORE RECNO() TO rec
ENDDO
IF COMPRESS=.T.
PACK
ENDIF
CLOSE ALL
ERASE idxsy.idx
ERASE idxte.idx
RETURN
*: EOF: COGL.ACT

```

```

*****
*
*
*      Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\COSI.PRG
*
*      System: SAHEL
*      Author: PIANCASTELLI
*      Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*      Last modified: 10/05/93      13:13
*
*      Called by: DYNAMIQ.PRG
*
*      Calls: DCN.PRG
*             : SIC4.PRG
*             : SIC1.PRG
*             : INL.PRG
*             : SNO.PRG
*
*      Uses: SIMX.DBF      Alias: MX
*            GLOS.DBF     Alias: GL
*            SIMP.DBF     Alias: MP
*
*      Indexes: IDXGL.IDX
*                : IDXS.Y.IDX
*                : IDXGS.IDX
*                : IDXCS.IDX
*                : IDXOT.IDX
*                : IDXAUX.IDX
*
*      Documented 10.05.93 at 13:31      FoxDoc version 2.10b
*****

```

```

***** COSI : Construction des simplets *****
fff = CHR(255)
ff = fff+fff+fff+fff
SET TALK OFF
SET DEFAULT TO C:\foxpro2\sahel1
SET EXACT OFF
CLOSE ALL
ERASE idxgl.idx
ERASE idxsy.idx
ERASE idxgs.idx
ERASE idxcs.idx
ERASE idxot.idx
ERASE idxaux.idx
ERASE simx.dbf
CLEAR
DEFINE WINDOW creation FROM 0,0 TO 24,79 FOOTER " ORSTOM Montpellier - Laboratoire
d'Hydrologie " TITLE " CREATION DES SIMPLETS "
ACTIVATE WINDOW creation
SELECT 1
USE glos ALIAS gl
INDEX ON aux TO idxaux
INDEX ON SUBSTR(tex,1,50) TO idxgl
INDEX ON sym TO idxsy
SELECT 2
USE simp ALIAS mp
INDEX ON gvd+sc TO idxgs
INDEX ON cot+sc TO idxcs
GO BOTTOM
IF cot=ff
* ? 'effacement fait'
DELETE
PACK
ELSE
* ? 'effacement non fait'
ENDIF

```

```

* wait
GO BOTTOM
STORE cot TO wot,fot
STORE 0 TO ef
ok=.T
DO WHILE ok=.T.
  STORE 0 TO ef
  CLEAR
  SELECT mp
  SET INDEX TO idxcs,idxgs
  STORE " " TO fa,verbe2
  SEEK wot+CHR(33)
  IF DELETE ( )
    fa = fa + " EFFACE "
  ENDIF
  @ 0,15 SAY "DERNIER TRIOLET TRAITE" COLOR "GB"
  STORE gvd TO nom_gauche
  SKIP
  STORE gvd TO verbe
  SKIP
  STORE gvd TO nom_droite
  SKIP
  IF sc = CHR(36)
    STORE 1 TO s6
    STORE gvd TO gn1
    SKIP
    STORE gvd TO gn2
    STORE RECNO() TO rek
  ELSE
    STORE 0 TO s6
  ENDIF
  SELECT 1
  USE glos ALIAS g1
  SET INDEX TO idxsy
  SEEK nom_gauche
  IF aux = " "
    gauchel = ALLTRIM(tex) + fa
    @ 1,0 SAY gauchel COLOR "RG+"
    STORE 0 TO s1
  ELSE
    aux_gauche = ALLTRIM(aux)
    STORE LEN(aux_gauche) TO dd,s1
    STORE " " + LTRIM(RTRIM(tex)) TO gauchel
    @ 1,0 SAY aux_gauche
    @ 1,dd SAY gauchel + fa COLOR "RG+"
  ENDIF
  SEEK verbe
  STORE ch TO chapitre
  verbel = ALLTRIM(tex)
  @ 2,0 SAY verbel COLOR "RB+"
  STORE LEN(verbel) TO dd,s3
  IF s6 = 1
    na = gn1 + gn2
    DO dcn WITH s6,na
    STORE STR(s6,9,3) TO verbe2
    IF chapitre = "VA"
      verbe2 = verbe2 + " ....."
    ENDIF
    IF chapitre = "VR"
      verbe2 = gn1+gn2
    ENDIF
    IF chapitre = "VN"
      verbe2 = " entre " + verbe2 + " et "
    ENDIF
    SELECT mp
    SET INDEX TO idxcs,idxgs
    GO rek
  ENDIF
  ok=.F
ENDWHILE

```

```

SKIP
STORE gvd TO gn1
SKIP
STORE gvd TO gn2
na = gn1 + gn2
DO dcn WITH s6,na
verbe2 = verbe2 + STR(s6,9,3)
SELECT 1
USE glos ALIAS g1
SET INDEX TO idxsy
ENDIF
@ 2,dd+1 SAY verbe2
ELSE
STORE "" TO verbe2
ENDIF
SEEK nom droite
STORE 0 TO s2
IF aux = ""
STORE ALLTRIM(tex) TO droitel
@ 3,0 SAY droitel COLOR "RG+"
ELSE
aux droite = ALLTRIM(aux)
STORE LEN(aux droite) TO s2
@ 3,0 SAY aux droite
STORE ALLTRIM(tex) TO droitel
@ 3,s2 SAY "" + droitel COLOR "RG+"
ENDIF
IF ok=.T.
STORE "" TO reponse
@ 8,0 SAY "Voulez-vous faire une NOUVELLE SAISIE ? O/N" GET reponse PICTURE 'y'
READ
IF reponse <> "0"
ok=F.
LOOP
ENDIF
ENDIF
@ 5,15 SAY "TRIOLET EN CREATION" COLOR "GB"
STORE 0 TO b4,b5
ok1=.T.
ok2=.T.
ok3=.T.
SELECT g1
SET INDEX TO idxg1
STORE "" TO reponse
@ 8,0 SAY "Voulez-vous changer le nom de GAUCHE ? O/N " GET reponse PICTURE 'y'
READ
IF reponse = "0"
DO WHILE ok1=.T.
@ 8,0 CLEAR TO 24,79
STORE SPACE(30) TO no
@ 9,0 SAY " Donnez les premières LETTRES du NOM : " GET no
READ
no = ALLTRIM(no)
FIND &no
IF FOUND()
BROWSE FIELDS tex,aux, NOMODIFY NORMAL
STORE sym TO nom_gauche
IF UPPER(SUBSTR(ch,1,1)) = "v"
@ 9,0 CLEAR TO 9,77
@ 9,0 SAY " Cette locution est un VERBE : R E C O M M E N C E Z" COLOR
"RG+"
WAIT
LOOP
ENDIF
@ 9,0 SAY " Vous avez sélectionné : " COLOR "RG+"
@ 9,25 SAY tex COLOR "RG+"

```

```

@ 10,0 CLEAR TO 15,79
STORE "" TO rep
@ 10,0 SAY "Voulez-vous RECOMMENCER cette sélection ? O/N" GET rep PICTURE
READ
IF rep = "0"
  LOOP
ENDIF
IF aux = ""
  @ 6,0 SAY ALLTRIM(tex) COLOR "RG+"
ELSE
  xxx = ALLTRIM(aux)
  STORE LEN(xxx) TO dd
  @ 6,0 SAY xxx
  @ 6,dd SAY "" + ALLTRIM(tex) COLOR "RG+"
ENDIF
ok1=.F.
ELSE
  @ 9,0 SAY "TEXTE INTROUVABLE : RECOMMENCEZ"
  WAIT
ENDIF
ENDDO
ELSE
  IF s1 = 0
    @ 6,0 SAY gauche1 COLOR "RG+"
  ELSE
    @ 6,0 SAY aux_gauche
    @ 6,s1 SAY gauche1 COLOR "RG+"
  ENDIF
ENDIF
@ 8,0 CLEAR TO 36,100
STORE "" TO reponse
@ 8,0 SAY "Voulez-vous changer le VERBE ? O/N" GET reponse PICTURE 'y'
READ
IF reponse = "0"
  DO WHILE ok2=.T.
    @ 8,0 CLEAR TO 24,79
    STORE SPACE(30) TO no
    @ 9,0 SAY "Donnez les premières LETTRES du VERBE : " GET no
    READ
    no = ALLTRIM(no)
    FIND &no
    IF FOUND()
      BROWSE FIELDS tex,aux NOMODIFY NORMAL
      STORE sym TO verbe
      STORE ch TO chapitre
      STORE SUBSTR(chapitre,1,1) TO w1
      IF w1 <> "y"
        @ 9,0 CLEAR TO 9,77
        @ 9,0 SAY "Cette locution n'est PAS un VERBE : RECOMMENCEZ"
        WAIT
      LOOP
    ENDIF
    @ 9,0 SAY "Vous avez sélectionné : " COLOR "RG+"
    @ 9,25 SAY tex COLOR "RG+"
    @ 10,0 CLEAR TO 15,79
    STORE "" TO rep
    @ 10,0 SAY "Voulez-vous RECOMMENCER cette sélection ? O/N" GET rep PICTURE
  READ
  IF rep = "0"
    LOOP
  ENDIF
  @ 7,0 SAY ALLTRIM(tex) COLOR "RB+"

```

```

ok2=.F.
RG" ELSE @ 9,0 SAY "TEXTE INTROUVABLE : RECOMMENCEZ" COLOR
      WAIT
      ENDIF
      ENDDO
      ELSE @ 7,0 SAY verbe1 COLOR "RB+"
           @ 7,s3+1 SAY verbe2
      ENDIF
      @ 8,0 CLEAR TO 24,79
      STORE "" TO reponse
      @ 8,0 SAY "Voulez-vous changer le nom de DROITE ? O/N" GET reponse PICTURE 'y'
      READ
      IF reponse = "0"
      DO WHILE ok3=.T
      STORE SPACE(30) TO no
      @ 9,0 SAY "Donnez les premières LETTRES du NOM : " GET no
      READ
      no = ALLTRIM(no)
      FIND &no
      IF FOUND()
      BROWSE FIELDS tex,aux NOMODIFY NORMAL
      STORE sym TO nom droite
      IF UPPER(SUBSTR(ch,1,1)) = "V"
      @ 9,0 CLEAR TO 9,77
      @ 9,0 SAY " Cette locution est un VERBE : RECOMMENCEZ" COLOR
      WAIT
      LOOP
      ENDIF
      @ 9,0 SAY " Vous avez sélectionné : " COLOR "RG+"
      @ 9,25 SAY tex COLOR "RG+"
      @ 10,0 CLEAR TO 15,79
      STORE "" TO rep
      @ 10,0 SAY "Voulez-vous RECOMMENCER cette sélection ? O/N" GET rep PICTURE
      y'
      READ
      IF rep = "0"
      LOOP
      ENDIF
      IF aux = ""
      @ 8,0 SAY ALLTRIM(tex) COLOR "RG+"
      ELSE
      xxx = ALLTRIM(aux)
      STORE LEN(xxx) TO dd
      @ 8,0 SAY xxx
      @ 8,dd SAY "" + ALLTRIM(tex) COLOR "RG+"
      ENDIF
      ok3=.F.
      ELSE @ 9,0 SAY "TEXTE INTROUVABLE : RECOMMENCEZ"
           WAIT
           ENDIF
      ENDDO
      ELSE
      IF s2 = 0
      @ 8,0 SAY droitel COLOR "RG+"
      ELSE
      @ 8,0 SAY aux droite
      @ 8,s2+1 SAY droitel COLOR "RG+"
      ENDIF
      ENDIF
      ***** Recherche des triolets semblables *****

```

```

SELECT mp
DO WHILE b4 = 0
  STORE 0 TO ef, exd
  STORE 14 TO b4
  COUNT FOR gvd = nom_droite .AND. sc = CHR(35) TO N
  IF N = 0
    LOOP
  ENDIF
  COUNT FOR gvd = verbe .AND. sc = CHR(34) TO n1
  COUNT FOR gvd = nom_gauche .AND. sc = CHR(33) TO n2
  IF n1 = 0 .OR. n2 = 0
    STORE 77 TO b4
    LOOP
  ENDIF
  COPY TO simx FOR (gvd = nom_gauche .AND. sc = CHR(33)) .OR. (gvd = verbe .AND. sc
= CHR(34)) .OR. (gvd = nom_droite .AND. sc = CHR(35))
  SELECT 3
  USE simx ALIAS mx
  GO BOTT
  IF RECNO() < 3
    LOOP
  ENDIF
  INDEX ON cot TO idxot
  GO BOTTOM
  DELETE
  GO TOP
  STORE cot TO wox
  DELETE
  DO WHILE .NOT. EOF()
    IF cot <> wox
      STORE cot TO wox
      SKIP -1
      DELETE
      SKIP
      DELETE
    ENDIF
    SKIP
  ENDDO
  PACK
  REINDEX
  GO BOTTOM
  STORE RECNO() TO N
  @ 9,0 CLEAR TO 36,100
  @ 9,0 SAY "IL EXISTE DEJA" COLOR "RG+"
  @ 9,16 SAY STR(N,3) COLOR "RG+"
  @ 9,20 SAY "TRIOLET(S) SEMBLABLE(S) !" COLOR "RG+"
  IF N > 1
    @ 11,0 SAY "SITUATION INACCEPTABLE. Ces triolets vont être EFFACES !" COLOR
"RG+"
    WAIT
    STORE 4 TO ef
  ENDIF
  STORE cot TO wot
  STORE " " TO reponse
  STORE 1 TO exd
  IF ef = 0
    @ 11,0 SAY "Voulez-vous EFFACER ce triolet ? 0/N" GET reponse PICTURE 'y'
    READ
    IF reponse = "0"
      STORE 4 TO ef
    ENDIF
  ENDIF
  IF ef = 0
    STORE " " TO reponse
    @ 11,0 SAY "Voulez-vous EFFACER les ENCHAINEMENTS ? 0/N" GET reponse PICTURE
'y'

```

```

READ
IF reponse = "0"
  STORE 2 TO ef
ENDIF
ENDIF
IF ef < 4
  STORE " " TO reponse
  @ 11,0 SAY "Voulez-vous EFFACER les PARAMETRES ou les SEQUENCES ? 0/N" GET
  reponse PICTURE 'y'
  READ
  IF reponse = "0"
    ef = ef + 1
  ENDIF
ENDIF
SELECT mp
IF ef = 4 && effacement du triolet entier
  SET RELATION TO cot INTO mx
  DELETE FOR mx->cot <> "
  SET RELATION OFF INTO mx
ENDIF
IF ef > 1 && effacement des enchainements
  SET RELATION TO gvd INTO mx
  DELETE FOR mx->cot <> " .AND. sc > CHR(215) .AND. sc < CHR(218)
  SET RELATION OFF INTO mx
ENDIF
IF ef = 1 OR ef = 3 && effacement des parametres ou sequences
  SET RELATION TO cot INTO mx
  DELETE FOR mx->cot <> " .AND. sc > CHR(35) .AND. sc < CHR(216)
  SET RELATION OFF INTO mx
ENDIF
PACK
SET INDEX TO idxcs,idxgs
REINDEX
CLOSE ALL
ERASE simx.dbf
ERASE idxot.idx
SELECT 1
USE glos ALIAS gl
SELECT 4
USE simp INDEX idxcs,idxgs ALIAS mp
IF ef > 3
  GO BOTT
  STORE cot TO fot,wot
  STORE 88 TO b4
  LOOP
ENDIF
ENDDO
@ 9,0 CLEAR TO 24,79
IF b4 = 77
  @ 9,0 SAY "La LOCUTION DE DROITE est déjà utilisée. Il est IMPOSSIBLE de
  poursuivre la création" COLOR "RG+"
  WAIT
ENDIF
IF b4 > 20
  LOOP
ENDIF
STORE " " TO reponse
@ 9,0 SAY "Voulez-vous POURSUIVRE la création de ce triolet ? 0/N" GET reponse
PICTURE 'y'
READ
IF reponse <> "0"
  LOOP
ENDIF
IF exd = 0
  IF ef = 0
    DO sic4 WITH wot

```

```

└─ENDIE
  STORE CHR(32) TO ws
  DO sic1 WITH ws
  APPEND BLANK
  REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH nom_gauche
  APPEND BLANK
  DO sic1 WITH ws
  REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH verbe
  APPEND BLANK
  DO sic1 WITH ws
  REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH nom_droite
  STORE RECNO() TO rec
ENDIE
STORE " " TO qx
STORE 9 TO lr,11
@ 11,0 SAY "Voulez-vous INTRODUIRE les paramètres ou les séquences ? 0/N" GET qx
PICTURE 'y'
READ 'y'
IF qx = "0"
  STORE 0 TO b4,z
  DO in1 WITH 11
  @ 11,0 CLEAR TO 24,79
  STORE CHR(35) TO ws
  IF chapitre = "VC" OR chapitre = "VA"
    IF chapitre = "VC"
      STORE "valeur du COEFFICIENT" TO tre
    ELSE
      STORE "valeur de la CONSTANTE" TO tre
    ENDIF
    ttt = wot + CHR(36)
    SEEK ttt
    IF FOUND()
      STORE gvd TO ggg
      SKIP
      ggg = ggg + gvd
      DO dcn WITH z,ggg
      @ 11,0 SAY tre COLOR "R"
      @ 11,27 SAY z PICTURE "999999.999"
    ENDIF
    11 = 11 + 1
    STORE " " TO reponse
    IF z = 0
      @ 11,0 SAY "Voulez-vous INTRODUIRE la " + tre + " ? 0/N" GET reponse
    ELSE
      @ 11,0 SAY "Voulez-vous CORRIGER la " + tre + " ? 0/N" GET reponse PICTURE
    ENDIF
    IF reponse = "0"
      DELETE
      SKIP -1
      DELETE
    ENDIF
    IF reponse = "0"
      STORE " " TO na
      DO sno WITH z,na,tre
      STORE SUBSTR(na,1,4) TO na1
      STORE SUBSTR(na,5,4) TO na2
      DO sic1 WITH ws
      APPEND BLANK
      REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH na1
      DO sic1 WITH ws
      APPEND BLANK
      REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH na2
    ENDIF
  ENDIF

```

```

ENDIF
ENDIF
IF chapitre = "VA"
DO WHILE b5 = 0
  ll = lr + 1
  @ ll,0 CLEAR TO 24,79
  STORE "" TO reponse,rep
  @ ll,0 SAY "Introduisez le SYMBOLE de l'opérateur : +, -, *, /, L, E, R, ^"
GET reponse
  READ
  reponse = UPPER(reponse)
  ll = ll + 1
  @ ll,0 SAY "Introduisez la nature du nombre : V = variable, C = constante "
GET rep
  READ
  rep = UPPER(rep)
  STORE 0 TO qvq
  IF rep <> "V".AND. rep <> "C"
    qvq = qvq + 1
  ENDIF
  IF reponse <> "+" .AND. reponse <> "-" .AND. reponse <> "*" .AND. reponse <> "/" .AND. reponse <> "L" .AND. reponse <> "E" .AND. reponse <> "R" .AND. reponse <> "^"
    qvq = qvq + 1
  ENDIF
  IF qvq > 0
    ll = ll + 1
    @ ll,0 SAY "Erreur de frappe : recommencez " COLOR "RG+"
    WAIT
    LOOP
  ENDIF
  IF reponse = "^"
    reponse="G"
  ENDIF
  STORE ASC(reponse) TO ope
  IF ope > 50
    ope = ope - 20
  ENDIF
  qvq = ope + ASC(rep)
  nt = CHR(qvq)
  STORE 0 TO ri,b7,b8
  DO WHILE b7 = 0
    ll = lr + 1
    @ ll,0 CLEAR TO 24,79
    IF rep = "C"
      STORE "C" TO na
      STORE "Introduisez la VALEUR de la constante" TO tre
      DO sno WITH ri,na,tre
      na = nt + SUBSTR(na,2,7)
    ENDIF
    IF rep = "V"
      STORE SPACE(10) TO b1
      @ ll,0 SAY "Entrez les premières lettres du nom de la variable : nom
de DROITE " GET b1
      READ
      b1 = ALLTRIM(b1)
      SELECT q1
      SET INDEX TO idxg1
      SEEK b1
      IF FOUND()
        BROWSE FIELDS tex,aux NOMODIFY NORMAL
        STORE sym TO sww
      ELSE
        ll = ll + 1
        @ ll,0 SAY "Lettres introuvables : RECOMMENCEZ" COLOR "RG+"
        WAIT
      ENDIF
    ENDIF
  ENDIF

```

```

LOOP
  ENDIF
  SELECT mp
  SET INDEX TO idxgs,idxcs
  SEEK sww+CHR(35)
  IF FOUND()
    STORE gvd TO nnn
  ELSE
    @ 25,0 SAY "LA VARIABLE CHOISIE N'EXISTE PAS DANS LE FICHER :
RECOMMENCEZ" COLOR "RG+"
    WAIT
    LOOP
  ENDIF
  na = nt + SPACE(3) + nnn
  ENDIF
  STORE SUBSTR(na,1,4) TO na1
  STORE SUBSTR(na,5,4) TO na2
  SET INDEX TO idxgs,idxcs
  DO sic1 WITH ws
  APPEND BLANK
  REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH na1
  APPEND BLANK
  DO sic1 WITH ws
  REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH na2
  ll = ll + 1
  STORE ll TO reponse
  @ 11,0 SAY "Voulez-vous introduire une AUTRE SEQUENCE de calcul ? 0/N"
GET reponse PICTURE y
  READ
  IF reponse = "0"
    STORE 74 TO b7
    STORE 0 TO b5
  ELSE
    STORE 74 TO b7,b5
    @ 11,0 CLEAR TO 24,79
  ENDIF
  ENDDO
ENDIF
IF chapitre = "VS"
  STORE 0 TO b5,z
  ll = lr + 1
  @ 11,0 CLEAR TO 24,79
  DO WHILE b5 = 0
    STORE "" TO pe,m1,m2,m1,na
    @ 11,0 SAY "Introduisez l'OPERATEUR logique : < > =" GET pe
    READ
    IF pe <> "<" .AND. pe <> ">" .AND. pe <> "="
      @ 11+1,0 SAY "Erreur de frappe : RECOMMENCEZ" COLOR "RG+"
    LOOP
  ENDIF
  STORE 0 TO le,lz
  STORE CHR(35) TO ws
  DO WHILE le < 2
    le = le + 1
    IF le = 1
      STORE "Introduisez la NATURE du membre de GAUCHE : C = constante, V =
variable" TO trf
      STORE "Valeur du membre de GAUCHE" TO tre
      STORE "Premieres LETTRES du nom de droite de la variable" TO trn
    ELSE
      STORE "Introduisez la NATURE du membre de DROITE : C = constante, V =
variable" TO trf
      STORE "Valeur du membre de DROITE" TO tre
      STORE "Premieres LETTRES du nom de droite de la variable" TO trn
    ENDIF
  ENDIF

```

```

DO in] WITH ll
@ ll,0 SAY trf GET m1
READ
m1 = UPPER(m1)
IF m1 <> "C" AND m1 <> "V"
@ ll+1,0 SAY "Erreur de frappe : RECOMMENCEZ" COLOR "RG+"
le = le - 1
LOOP
ENDIF
xna = CHR(ASC(pe)+ASC(m1))
IF m1 = "C"
DO sno WITH z,na,tre
na = xna+SUBSTR(na,2,7)
ELSE
STORE SPACE(10) TO b1
@ ll+1,0 SAY trn GET b1
READ
b1 = ALLTRIM(b1)
SELECT g1
SET INDEX TO idxg1
SEEK b1
IF FOUND()
STORE sym TO mys
ELSE
@ ll+1,0 SAY "Variable INTROUVABLE dans le glossaire :
RECOMMENCEZ" COLOR "RG+"
WAIT
LOOP
ENDIF
SELECT mp
SET INDEX TO idxgs,idxcs
SEEK mys+CHR(35)
na = xna+" "+cot
ENDIF
APPEND BLANK
DO sic1 WITH ws
REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH SUBSTR(na,1,4)
APPEND BLANK
DO sic1 WITH ws
REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH SUBSTR(na,5,4)
ENDDO
STORE 7 TO b5
ENDIF
IF chapitre = "VR"
STORE 0 TO b5
ll = lr + 1
@ ll,0 CLEAR TO 24,79
PROC="
@ ll,1 SAY "Procédure à exécuter : " GET PROC
READ
toto=LOCFILE(PROC,"prg","SELECTIONNEZ UNE PROCEDURE")
toto=STRTRAN(toto,"PRG")
toto=SUBSTR(toto,19,8)
STORE CHR(36) TO ws
SET INDEX TO idxgs,idxcs
APPEND BLANK
REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH SUBSTR(toto,1,4)
DO sic1 WITH ws
APPEND BLANK
REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH SUBSTR(toto,5,4)
ENDIF
IF chapitre = "VN"
STORE 0 TO b5
ll = lr + 1
@ ll,0 CLEAR TO 24,79

```

```

DO WHILE b5 < 2
  b5 = b5 + 1
  IF b5 = 1
    STORE "Introduisez la borne INFERIEURE" TO tre
  ELSE
    STORE "Introduisez la borne SUPERIEURE" TO tre
  ENDIF
  STORE 0 TO ri
  STORE "" TO na
  DO sno WITH ri,na,tre
  IF b5 = 1
    STORE na TO na1
    STORE ri TO ri1
  ELSE
    STORE na TO na2
    STORE ri TO ri2
  ENDIF
  IF b5 = 2 .AND. ri2 < ri1
    ll = ll + 1
    @ ll,0 SAY ri1 PICTURE "$999999999,999"
    @ ll,16 SAY ri2 PICTURE "$999999999,999"
    @ ll,40 SAY "BORNES INCOMPATIBLES: R E C O M M E N C E Z" COLOR "RG+"
    WAIT
    STORE 0 TO b5
  ENDIF
ENDDO
STORE CHR(36) TO ws
SET INDEX TO idxgs,idxcs
APPEND BLANK
REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH SUBSTR(na1,1,4)
DO sic1 WITH ws
APPEND BLANK
REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH SUBSTR(na1,5,4)
DO sic1 WITH ws
APPEND BLANK
REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH SUBSTR(na2,1,4)
DO sic1 WITH ws
APPEND BLANK
REPLACE cot WITH wot,sc WITH ws,gvd WITH SUBSTR(na2,5,4)
ENDIF
ENDIF
qz = " "
lr = lr + 1
@ lr,0 CLEAR TO 24,79
@ lr,0 SAY " Voulez-vous ENCHAINER ce triolet ? O/N " GET qz PICTURE 'y'
IF qz = "0"
  STORE 0 TO bx
  ll = lr
  @ ll,0 CLEAR TO 24,79
  DO WHILE bx < 2
    bx = bx + 1
    STORE " " TO reponse
    ll = ll + 1
    IF bx = 1
      @ ll,0 SAY "Voulez-vous un enchainement NEGATIF ? O/N" GET reponse PICTURE
      READ
      IF reponse = "0"
        STORE CHR(216) TO hr
      ELSE
        LOOP
      ENDIF
    ENDIF
  ENDIF
  IF bx = 2
    @ ll,0 SAY "Voulez-vous un enchainement POSITIF ou OBLIGATOIRE ? O/N" GET
  ENDIF
ENDIF

```

```

reponse PICTURE 'y'
READ
IF reponse = "0"
  STORE CHR(217) TO hr
ELSE
  LOOP
ENDIF
ENDIF
lk = lk + 1
STORE 0 TO x9
DO WHILE x9 = 0
  STORE SPACE(11) TO b1
  @ lk,0 CLEAR TO 24,79
  @ lk,0 SAY "Donnez les premières lettres du nom de DROITE du triolet en
AMONT" GET b1
  READ
  b1 = ALLTRIM(b1)
  SELECT q1
  SET INDEX TO idxg1
  FIND &b1
  IF FOUND()
    BROWSE FIELDS tex,aux NOMODIFY NORMAL
    STORE sym TO wym
  ELSE
    lz = lk + 1
    @ lz,0 SAY "Lettres introuvables : RECOMMENCEZ" COLOR "RG+"
    WAIT
    LOOP
  ENDIF
  STORE 5 TO x9
  @ lk,0 CLEAR TO 24,79
ENDDO
SELECT mp
SET INDEX TO idxgs,idxcs
COUNT FOR qvd = wym .AND. sc = CHR(35) .AND. .NOT. DELETE() TO ng
lk = lk + 1
bx = bx - 1
IF ng = 0
  @ lk,0 SAY "Enchaînement IMPOSSIBLE : ce nom de droite n'existe pas dans
es triolets" COLOR "RG+"
  WAIT
  LOOP
ENDIF
IF ng > 1
  @ lk,0 SAY "Enchaînement IMPOSSIBLE : ce nom de droite n'est pas unique
dans les triolets" COLOR "RG+"
  WAIT
  LOOP
ENDIF
lk = lk - 1
bx = bx + 1
STORE wym + CHR(35) TO woo
SEEK woo
IF FOUND()
  STORE cot TO ttt
  wtt = ttt + hr
  SET INDEX TO idxcs,idxgs
  SEEK wtt
  IF FOUND() .AND. .NOT. DELETE()
    ll = ll + 1
    STORE " " TO qe
    bx = bx - 1
    IF qvd = wot
      STORE " " TO qe
      @ ll,0 SAY "Cet enchaînement EXISTE DEJA. Voulez-vous l'effacer ?
O/N" GET qe PICTURE 'y'

```

```

READ
IF de = "0"
DELETE
ENDIF
LOOP
ELSE
@ 11,0 SAY "Le triolet amont A DEJA un enchainement de ce TYPE !
Vouslez-vous l'effacer ? 0/N" GET qe PICTURE 'y'
READ
IF reponse = "0"
DELETE
ELSE
LOOP
ENDIF
ENDIF
ENDIF
APPEND BLANK
REPLACE cot WITH ttt,sc WITH hr,gvd WITH wot
PACK
REINDEX
STORE " " TO reponse
@ 11,0 SAY "Vouslez-vous etablir de NOUVEAUX ENCHAINEMENTS pour ce même triolet
? 0/N" GET reponse PICTURE 'y'
READ
IF reponse <> "0"
STORE 5 TO bx
ENDIF
ENDDO
ENDIF
CLOSE ALL
ERASE simx.dbf
ERASE idxot.idx
SELECT 4
USE simp ALIAS mp
SET INDEX TO idxcs,idxgs
CLEAR
ENDDO
SELECT mp
CLOSE INDEX
fff = CHR(255)
ff = fff+fff+fff+fff
APPEND BLANK
REPLACE cot WITH ff
PACK
CLOSE ALL
ERASE idxg1.idx
ERASE idxsy.idx
ERASE idxgs.idx
ERASE idxcs.idx
ERASE idxot.idx
ERASE idxaux.idx
ERASE simx.dbf
RETURN
*: EOF: COSI.ACT

```

```

*****
*
*
*      Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\MODE.PRG
*
*      System: SAHEL
*      Author: PIANCASTELLI
*      Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*      Last modified: 10/05/93      13:04
*
*      Called by: DYNAMIQ.PRG
*
*      Calls:  INL.PRG
*              : &NA
*              : DCN.PRG
*              : SNO.PRG
*              : ECN.PRG
*
*      Uses:   GLOS.DBF      Alias: GL
*            : SIMP.DBF      Alias: MP
*
*      Indexes: IDXTX.IDX
*               : IDXAUX.IDX
*               : IDXSX.IDX
*               : IDXGV.IDX
*               : IDXSC.IDX
*
*      Documented 10.05.93 at 13:31      FoxDoc version 2.10b
*****

```

```

***** MODE : Modèle de calcul *****
CLOSE ALL
SET TALK OFF
SET DEFAULT TO C:\foxpro2\sahel1
SET EXACT OFF
ERASE idxte.idx
ERASE idxaux.idx
ERASE idxsy.idx
ERASE idxgv.idx
ERASE idxsc.idx
SET PRINT OFF
SET DATE FRENCH
SET CENTURY ON
CLEAR
DEFINE WINDOW modele FROM 0,0 TO 24,79 FOOTER " ORSTOM Montpellier - Laboratoire
d'Hydrologie " TITLE " MODELE "
ACTIVATE WINDOW modele
STORE 0 TO ligne,b1
SELECT 7
USE glos ALIAS gl
INDEX ON SUBSTR(tex,1,50) TO idxtx
STORE "" TO reponse
@ ligne,0 SAY "Voulez-vous imprimer les résultats ? O/N" GET reponse PICTURE 'y'
READ
CLEAR
@ ligne,0 SAY "Frappez une touche et choisissez le modèle que vous voulez utiliser"
COLOR "RG+"
WAIT
CLEAR
STORE "modele" TO wex
FIND &wex
boucle=.1
IF FOUND()
  BROWSE FIELDS tex,aux NOMODIFY NORMAL
  STORE sym TO wym
  @ 0,0 CLEAR TO 0,79
  @ 0,0 SAY UPPER(RTRIM(tex)) COLOR "RG+"

```

```

@ 0,50 SAY DATE()
@ 0,65 SAY TIME()
ELSE
@ ligne,0 SAY "Il n'existe PAS de MODELES dans les fichiers utilisés !" COLOR "RG+"
← CANCEL
ENDIF
INDEX ON aux TO idxaux
INDEX ON sym TO idxsy
SELECT 2
USE simp ALIAS mp
INDEX ON cot+sc+gvd TO idxsc
INDEX ON gvd+sc+cot TO idxgv
SET RELATION TO gvd INTO g1
SEEK wym
IF FOUND()
STORE cot TO wot
ELSE
@ ligne,0 SAY "Il n'existe pas de triolets dans la banque de savoir utilisée !"
← CANCEL
ENDIF
SET INDEX TO idxsc,idxgv
SEEK wot+CHR(217)
STORE gvd TO wot
STORE 18 TO i1
STORE 18 TO i1
STORE 19 TO i9
SET INDEX TO idxsc,idxgv
DO WHILE b1 = 0
STORE 217 TO su
@ i1,0 CLEAR TO i9+3,79
STORE "" TO i1,15,16,wh,te1,na
SEEK wot+CHR(33)
DO WHILE cot = wot .AND. sc < CHR(36)
STORE sc TO kc
STORE gvd TO vvv
IF kc = CHR(33) .OR. kc = CHR(34)
IF g1->aux <> ""
i1 = i1 + ALLTRIM(g1->aux) + " "
ENDIF
IF kc = CHR(34)
STORE g1->ch TO wh
ENDIF
ENDIF
IF kc = CHR(35)
IF g1->aux <> ""
i6 = i6 + ALLTRIM(g1->aux) + " "
ENDIF
i6 = i6 + ALLTRIM(g1->tex)
ENDIF
i9 = i1 + i5 + i6
SKIP
ENDDO
STORE 0 TO z1,z2,z,zz
IF wh = "V"
@ i1,0 SAY i9 COLOR "RB+"
DO i9 WITH ligne
IF LEN(i9) > 77
@ ligne,0 EDIT i9 SIZE 1,77 NOMODIFY SCROLL
READ
ELSE
@ ligne,0 SAY i9
ENDIF
IF reponse="0"
SET DEVICE TO PRINTER
@ ligne,0 SAY i9

```

```

SET DEVICE TO SCREEN
ENDIF
ENDIF
IF wh = "VR"
STORE gvd TO na1
SKIP
STORE gvd TO na2
na=na1+na2
na=ALLTRIM(na)
DO &na WITH z,19
ACTIVATE WINDOW modele
DO in1 WITH ligne
IF LEN(19) > 77
@ ligne,0 EDIT 19 SIZE 1,77 NOMODIFY SCROLL
READ
ELSE
@ ligne,0 SAY 19
ENDIF
IF reponse="0"
SET DEVICE TO PRINTER
@ ligne,0 SAY 19
SET DEVICE TO SCREEN
ENDIF
STORE 1 TO zz
ENDIF
IF wh = "V?"
STORE "" TO rep
@ 11,0 SAY 19+" ? O/N" COLOR "RB+" GET rep PICTURE 'y'
STORE "OUI : " TO tel
READ
IF rep = "0"
DO in1 WITH ligne
phrase = tel + 19
IF LEN(phrase) > 77
@ ligne,0 EDIT phrase SIZE 1,77 NOMODIFY SCROLL
READ
ELSE
@ ligne,0 SAY tel + 19
ENDIF
IF reponse="0"
SET DEVICE TO PRINTER
@ ligne,0 SAY tel + 19
SET DEVICE TO SCREEN
ENDIF
ELSE
STORE 216 TO su
ENDIF
ENDIF
IF wh = "VT"
@ 11,0 SAY 19+" ?" COLOR "RB+"
STORE SPACE(60) TO tel
@ 19,0 GET tel
READ
tel = " : " + ALLTRIM(tel)
DO in1 WITH ligne
phrase= 19 + tel
IF LEN(phrase) > 77
@ ligne,0 EDIT phrase SIZE 1,77 NOMODIFY SCROLL
READ
ELSE
@ ligne,0 SAY 19+tel
ENDIF
IF reponse="0"
SET DEVICE TO PRINTER
@ ligne,0 SAY 19 + tel
SET DEVICE TO SCREEN

```

```

└─ENDIF
└─ENDIF
└─IF wh = "VN"
  STORE gvd TO na
  SKIP
  na = na + gvd
  DO dcn WITH z1,na
  SKIP
  STORE gvd TO na
  SKIP
  na = na + gvd
  DO dcn WITH z2,na
  15 = "entre " + STR(z1,7,3) + " et " + STR(z2,7,3) + " "
  19 = 11 + 15 + 16
  @ 11,0 SAY 19 + " ?" COLOR "RB+"
  STORE "X" TO na,bn
  STORE "VALEUR DE LA VARIABLE " TO tre
  DO WHILE bn = "X"
    DO sno WITH z,na,tre
    IF z < z1 OR z > z2
      @ 19,0 SAY "Valeur incompatible. RECOMMENCEZ" COLOR "RG+"
      WAIT
    LOOP
  ELSE
    STORE "Z" TO bn
  ENDDO
  DO in1 WITH ligne
  19 = STR(z,7,3) + " : " + 19
  IF LEN(19) > 77
    @ ligne,0 EDIT 19 SIZE 1,77 NOMODIFY SCROLL
  READ
  ELSE
    @ ligne,0 SAY 19
  ENDDO
  IF reponse="0"
    SET DEVICE TO PRINTER
    @ ligne,0 SAY 19
    SET DEVICE TO SCREEN
  ENDDO
  STORE 1 TO zz
└─ENDIF
└─IF wh = "VC"
  STORE gvd TO na1
  SKIP
  STORE gvd TO na2
  na = na1 + na2
  DO dcn WITH z,na
  STORE STR(z,7,3) + " " TO 15
  @ 11,0 SAY 11 COLOR "RB+"
  STORE LEN(11) TO ne1
  ne1 = ne1 + 1
  @ 11,ne1 SAY 15 COLOR "B"
  ne1 = ne1 + 8
  @ 11,ne1 SAY 16 COLOR "RB+"
  19 = 11 + " " + 15 + 16
  DO in1 WITH ligne
  IF LEN(19) > 77
    @ ligne,0 EDIT 19 SIZE 1,77 NOMODIFY SCROLL
  READ
  ELSE
    @ ligne,0 SAY 19
  ENDDO
  IF reponse="0"
    SET DEVICE TO PRINTER
    @ ligne,0 SAY 19

```

```

SET DEVICE TO SCREEN
L-ENDIF
STORE 1 TO zz
L-ENDIF
IF wh = "VA"
STORE gvd TO na
SKIP
na = na + gvd
DO dcn WITH z,na
STORE z TO x
STORE STR(z,7,3) TO la
19 = 11 + la + "....." + 16
@ 11,0 SAY 19
SKIP
DO WHILE cot = wot .AND. sc < CHR(214)
STORE gvd TO na
SKIP
na = na + gvd
SKIP
STORE RECNO() TO rec
STORE SUBSTR(na,1,1) TO sg
STORE ASC(sg) TO sgn
IF sgn > 125
STORE "V" TO ori
sgn = sgn - 86
ELSE
STORE "C" TO ori
sgn = sgn - 67
ENDIF
IF sgn > 47
sgn = sgn + 20
ENDIF
STORE CHR(sgn) TO ngs
IF ngs = "G"
ngs = ")^"
ENDIF
IF ori = "V"
STORE SUBSTR(na,5,4) TO vat
vat = vat + CHR(35)
SET INDEX TO idxgv,idxsc
SEEK vat
STORE cot TO kot
SET INDEX TO idxsc,idxgv
kot = kot + CHR(214)
SEEK kot
IF FOUND()
STORE gvd TO na
SKIP
na = na + gvd
STORE 0 TO z
DO dcn WITH z,na
ELSE
@ 1g+1,0 SAY "LES DONNEES NUMERIQUES N'ONT PAS ETE INTRODUITES" COLOR
"RG+" ← CANCEL
L-ENDIF
L-ENDIF
IF ori = "C"
STORE SUBSTR(na,2,7) TO VAR
DO dcn WITH z,VAR
ENDIF
IF ngs = "+"
X = X + z
ENDIF
IF ngs = "-"
X = X - z

```

```

└─ENDIF
┌─IF ngs = "*"
│   X = X * z
└─ENDIF
┌─IF ngs = "/"
│   X = X / z
└─ENDIF
┌─IF ngs = "L"
│   X = LOG(z)
└─ENDIF
┌─IF ngs = "E"
│   X = EXP(z)
└─ENDIF
┌─IF ngs = "R"
│   X = SQRT(z)
└─ENDIF
┌─IF ngs = "^"
│   X = X^z
└─ENDIF
  @ lg+1,0 SAY STR(X,7,3) COLOR "RB+"
  la = la + " " + ngs + " " + STR(z,7,3)
┌─IF ngs = "^"
│   la = "(" + la
└─ENDIF
  @ lg+1,9 SAY la
  GO rec
└─ENDDO
  @ lg+1,8 SAY "="
  WAIT
  DO in1 WITH ligne
  phrase= STR(X,7,3) + " = " + la + " : " + 19
  IF LEN(phrase) > 77
    @ ligne,0 EDIT phrase SIZE 1,77 NOMODIFY SCROLL
    READ
  ELSE
    @ ligne,0 SAY STR(X,7,3) + " = " + la + " : " + 19
  ENDIF
  IF reponse="0"
    SET DEVICE TO PRINTER
    @ ligne,0 SAY STR(X,7,3) + " = " + la + " : " + 19
    SET DEVICE TO SCREEN
  ENDIF
  STORE 1 TO zz
  STORE X TO z
└─ENDIF
IF wn = "vs"
  STORE 216 TO su
  STORE 0 TO nb1,nb2
  STORE gvd TO na1
  SKIP
  STORE gvd TO na2
  SKIP
  STORE gvd TO na3
  SKIP
  STORE gvd TO na4
  n1 = na1+na2
  n3 = na3+na4
  STORE SUBSTR(n1,1,1) TO oop
  STORE ASC(oop) TO nop
  IF nop > 130
    STORE "v" TO ope
    nop = nop - 86
  ELSE
    STORE "c" TO ope
    oop = nop - 67
  ENDIF

```

```

STORE SUBSTR(n3,1,1) TO ooq
STORE ASC(ooq) TO noq
IF noq > 130
  STORE "V" TO oqe
  noq = noq - 86
ELSE
  STORE "C" TO oqe
  noq = noq - 67
ENDIF
IF ope = "v"
  www = na2+CHR(214)
  SEEK www
  STORE gvd TO na
  SKIP
  na = na + gvd
  DO dcn WITH nb1,na
ELSE
  DO dcn WITH nb1,n1
ENDIF
IF oqe = "v"
  www = na4+CHR(214)
  SEEK www
  STORE gvd TO na
  SKIP
  na = na + gvd
  DO dcn WITH nb2,na
ELSE
  DO dcn WITH nb2,n3
ENDIF
IF nop = 61 .AND. nb1 = nb2
  STORE 217 TO su
ENDIF
IF nop = 60 .AND. nb1 < nb2
  STORE 217 TO su
ENDIF
IF nop = 62 .AND. nb1 > nb2
  STORE 217 TO su
ENDIF
STORE "NON" TO oui
IF su = 217
  STORE "OUI" TO oui
ENDIF
DO in1 WITH ligne
phrase=19 + STR(nb1,7,3) + " " + CHR(nop) + " " + STR(nb2,7,3) + " : " + oui
IF LEN(phrase) > 77
  @ ligne,0 EDIT phrase SIZE 1,77 NOMODIFY SCROLL
  READ
ELSE
  @ ligne,0 SAY 19 + STR(nb1,7,3) + " " + CHR(nop) + " " + STR(nb2,7,3) + " : "
oui
ENDIF
IF reponse="0"
  SET DEVICE TO PRINTER
  @ ligne,0 SAY 19 + STR(nb1,7,3) + " " + CHR(nop) + " " + STR(nb2,7,3) + " : "
oui
  SET DEVICE TO SCREEN
ENDIF
ENDIF
SELECT mp
SET INDEX TO idxsc,idxgv
IF ZZ <> 0
  DO ecn WITH z,na
  www = wot+CHR(214)
  SEEK www
  IF NOT FOUND()
    APPEND BLANK
  
```



```

*****
*
*
*      Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\KR10.PRG
*
*      System: SAHEL
*      Author: PIANCASTELLI
*      Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*      Last modified: 14/05/93      16:37
*
*      Calls: DCN.PRG
*
*      Uses: DECEN.DBF
*           : ANNUEL.DBF
*           : KR70.DBF
*           : KR100.DBF
*           : KR_70.DBF
*           : KR_100.DBF
*
*      Indexes: IDXSC.IDX
*              : IDXGV.IDX
*              : SUR1.IDX
*              : SUR2.IDX
*
*      Documented 17.05.93 at 08:59      FoxDoc version 2.10b
*****

```

```

PARAMETERS kr,CHAIN
SET TALK OFF
SET DEFAULT TO C:\foxpro2\sahel1
SET NEAR ON
SET EXACT OFF
DEFINE WINDOW krr FROM 0,0 TO 24,79 FOOTER " ORSTOM Montpellier - Laboratoire
d'Hydrologie " TITLE " CALCUL DU COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT KR "
ACTIVATE WINDOW krr
PRIVATE recom,wot,lect,repon
recom='0'
lect=' '
***** calcul de p10 et pm *****
SELECT 5
USE decen
SELECT 6
USE annuel
DO WHILE recom='0'
  lon=0
  lat=0
  PUBLIC p10,pm,surf,igcor,nature_,nature1_,nature2_,COMPA,coeff
  surf=0
  p10=0
  pm=0
  recom=' '
  COMPA=0
  @ 1,1 SAY "Longitude (en demi-degré) comprise entre -18 et 20 : " GET lon PICTURE
999.9'
  READ
  DO WHILE lat<8 OR lat>20
    @ 3,1 SAY "Latitude (en demi-degré) comprise entre 8 et 20 : " GET lat PICTURE
99.9'
  READ
  ENDDO
  SELECT 5
  LOCATE FOR longitude=lon AND latitude=lat
  IF FOUND()
    @ 5,1 SAY "La pluie décennale a pour valeur en mm : " GET valeur DISABLE
    p10=valeur
  ELSE
    @ 5,1 SAY "Erreur, hors de la zone d'étude pour la pluie décennale"

```

```

└─ENDIF
SELECT 6
LOCATE FOR longitude=lon AND latitude=lat
IF FOUND()
@ 7,1 SAY "La pluie annuelle a pour valeur en mm : " GET valeur DISABLE
pm=valeur
ELSE
@ 7,1 SAY "Erreur, hors de la zone d'étude pour la pluie annuelle"
ENDIF
@ 9,1 SAY "Voulez-vous recommencer ? O/N" GET recom PICTURE 'y'
READ
IF recom='0'
CLEAR
ELSE
@ 9,1 CLEAR TO 9,70
ENDIF
ENDDO
repon=" "
@ 10,1 SAY "Voulez-vous modifier les valeurs de la pluie annuelle et décennale ? O/N"
GET repon PICTURE 'y'
READ
DO WHILE repon='0'
@ 12,1 SAY "La pluie décennale a pour valeur en mm.: " GET p10
READ
@ 14,1 SAY "La pluie annuelle a pour valeur en mm : " GET pm
READ
repons=" "
@ 16,1 SAY "Ces valeurs sont-elles correctes ? O/N " GET repons PICTURE 'y'
READ
IF repons='0'
repon='N'
ENDIF
@ 16,1 CLEAR TO 16,60
ENDDO
***** lecture dans les triolets de la surface, du périmètre et du dénivellée
*****
SELECT mp
SET INDEX TO idxsc,idxgv
STORE '+ ' TO wot
SEEK wot+CHR(214)
STORE gvd TO lect
SKIP
lect=lect+gvd
STORE 0 TO surf
DO dcn WITH surf,lect
STORE ' 2 ' TO wot
SEEK wot+CHR(214)
STORE gvd TO lect
SKIP
lect=lect+gvd
STORE 0 TO p
DO dcn WITH p,lect
STORE ' 3 ' TO wot
SEEK wot+CHR(214)
STORE gvd TO lect
SKIP
lect=lect+gvd
STORE 0 TO D
DO dcn WITH D,lect
***** calcul de kr10 *****
CLEAR
lt=1.35*SQRT(surf)
@ 1,1 SAY "- Le résultat suivant correspond à la longueur du thalweg le plus long en km
."
@ 2,1 SAY " LT = 1,35 * sqrt(surface) = " GET lt PICTURE '9999999.99' DISABLE
C=0.282*p*surf^(-1/2)

```

```

@ 3,1 SAY "- Calcul de l'indice de compacité :  $C = 0,282 * P * S^{-1/2} =$  " GET C
PICTURE '9999999.99' DISABLE
l=surf^(1/2)*(C/1.128)*(1+(1-(1.128/C)^2)^(1/2))
@ 5,1 SAY "- Calcul de la longueur du rectangle équivalent en km : L = " GET l PICTURE
'9999999.99' DISABLE
ig=D/l
@ 6,1 SAY "- Calcul de l'indice global de pente en m/km : IG = " GET ig PICTURE
'9999999.99' DISABLE
STORE 0 TO it
@ 7,1 SAY "- Valeur de la pente transversale en m/km : IT = " GET it PICTURE '999.9'
RANGE 0,500
READ
IF ((it-ig)/ig < 0.20)
  igcor=ig
ELSE
  DO CASE
  =CASE |t|<=5
    N=2
  =CASE |t|>5 AND |t|<=25
    N=3
  =CASE |t|>25 AND |t|<=50
    N=4
  =CASE |t|>50
    N=5
  =ENDCASE
  igcor=((N-1)*ig+it)/N
ENDIF
@ 8,1 SAY "- Valeur de l'indice de pente corrigé en m/km : IGCOR = " GET igcor PICTURE
'9999999.99' DISABLE
WAIT
COMPA=C ,
resul= ,
IF surf >= 350 AND boucle=.T.
  @ 11,1 SAY "- Ce cas demande une grande expérience en hydrologie, examiner
  attentivement les problèmes liés à la dégradation hydrographique."
  @ 13,1 SAY "- Si le bassin a une superficie comprise entre 350 et 1000 km, il est
  recommandé de déterminer et entrer les paramètres du bassin actif en ne considérant que
  le tiers aval du bassin total."
  @ 16,1 SAY "- Si le bassin a une superficie comprise entre 1000 et 1500 km, il est
  recommandé de déterminer et entrer les paramètres du bassin actif en ne considérant que
  le quart aval du bassin total."
  @ 19,1 SAY "- Si le bassin a un tributaire aval qui ruisselle particulièrement bien,
  il est recommandé de ne considérer que son bassin versant comme bassin actif."
  WAIT
  @ 21,0 CLEAR TO 21,60
  @ 21,1 SAY "- Le souhaitez-vous ? O/N " GET resul PICTURE 'y'
  READ
  boucle=.F.
ENDIF
IF surf > 120 AND ig < 4 AND boucle=.T. AND surf < 350
  @ 11,1 SAY "- Il est recommandé de déterminer et entrer les paramètres du bassin
  actif en ne considérant que la moitié aval du bassin total s'il n'est pas trop allongé ou
  le tiers s'il l'est."
  WAIT
  @ 14,0 CLEAR TO 14,60
  @ 14,1 SAY "- Le souhaitez-vous ? O/N " GET resul PICTURE 'y'
  READ
  boucle=.F.
ENDIF
IF resul=' '
  resul='N'
ENDIF
IF resul='N'
  PUBLIC kr10, repp
  kr10=0
  kr70=0

```

```

krr70=0
krr100=0
kr100=0
kr1=0
krfinal=0
pente=igcor
stop=1
coeff=0
ok=.T
repp=" "
STORE " " TO nature,nature1,nature2
STORE " " TO indice,indice1,indice2
CLEAR
@ I,1 SAY "La nature du sol est-elle uniforme : O/N " GET repp PICTURE 'Y'
READ
IF repp = 'O'
  @ 3,1 SAY "Nature du sol : TI, I, RI, P, TP" GET nature FUNCTION 'M TI,I,RI,P,TP'
  READ
ELSE
  @ 3,1 SAY "Première nature du sol : TI, I, RI, P, TP" GET nature1 FUNCTION 'M
  I,I,RI,P,TP'
  READ
  @ 5,1 SAY "Deuxième nature du sol : TI, I, RI, P, TP" GET nature2 FUNCTION 'M
  I,I,RI,P,TP'
  READ
ENDIF
nature =nature
nature1 =nature1
nature2 =nature2
***** calcul du KR si surface < 10 *****
IF surf<=10
  SELECT 9
  CLOSE INDEX
  ERASE sur1.idx
  USE kr70
  INDEX ON surface TO sur1.idx
  SELECT 10
  CLOSE INDEX
  ERASE sur2.idx
  USE kr100
  INDEX ON surface TO sur2.idx
  SELECT 9
  SEEK surf
  SELECT 10
  SEEK surf
  IF repp='N'
    nature=nature1
    stop=2
  ENDIF
  FOR X=1 TO stop
    DO CASE
      CASE nature='TI'
        indice='IG7TI'
        SELECT 9
        kr70=&indice
        SELECT 10
        kr100=&indice
      CASE nature='I'
        DO CASE
          CASE pente>=60
            indice='IG60I'
            SELECT 9
            kr70=&indice
            SELECT 10
            kr100=&indice
          CASE pente<60 AND pente>25

```

```

indice1='IG60I',
indice2='IG25I',
SELECT 9
kr70=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 25) / (60 - 25)
SELECT 10
kr100=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 25) / (60 - 25)
=CASE pente=25
indice='IG25I'
SELECT 9
kr70=&indice
SELECT 10
kr100=&indice
=CASE pente<25 AND pente>15
indice1='IG25I',
indice2='IG15I',
SELECT 9
kr70=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 15) / (25 - 15)
SELECT 10
kr100=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 15) / (25 - 15)
=CASE pente=15
indice='IG15I'
SELECT 9
kr70=&indice
SELECT 10
kr100=&indice
=CASE pente<15 AND pente>7
indice1='IG15I',
indice2='IG7I',
SELECT 9
kr70=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 7) / (15 - 7)
SELECT 10
kr100=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 7) / (15 - 7)
=CASE pente=7
indice='IG7I'
SELECT 9
kr70=&indice
SELECT 10
kr100=&indice
=CASE pente<7 AND pente>3
indice1='IG7I',
indice2='IG3I',
SELECT 9
kr70=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 3) / (7 - 3)
SELECT 10
kr100=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 3) / (7 - 3)
=CASE pente<=3
indice='IG3I'
SELECT 9
kr70=&indice
SELECT 10
kr100=&indice
=ENDCASE
=CASE nature='RI'
DO CASE
=CASE pente>=60
indice='IG60RI'
SELECT 9
kr70=&indice
SELECT 10
kr100=&indice
=CASE pente<60 AND pente>25
indice1='IG60RI',
indice2='IG25RI',
SELECT 9
kr70=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 25) / (60 - 25)
SELECT 10

```

```

kr100=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 25) / (60 - 25)
=CASE pente=25
  indice='IG25RI'
  SELECT 9
  kr70=&indice
  SELECT 10
  kr100=&indice
=CASE pente<25 AND pente>15
  indice1='IG25RI'
  indice2='IG15RI'
  SELECT 9
  kr70=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 15) / (25 - 15)
  SELECT 10
  kr100=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 15) / (25 - 15)
=CASE pente=15
  indice='IG15RI'
  SELECT 9
  kr70=&indice
  SELECT 10
  kr100=&indice
=CASE pente<15 AND pente>7
  indice1='IG15RI'
  indice2='IG7RI'
  SELECT 9
  kr70=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 7) / (15 - 7)
  SELECT 10
  kr100=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 7) / (15 - 7)
=CASE pente<=7
  indice='IG7RI'
  SELECT 9
  kr70=&indice
  SELECT 10
  kr100=&indice
=ENDCASE
=CASE nature='P'
  DO CASE
  =CASE pente>=15
    indice='IG15P'
    SELECT 9
    kr70=&indice
    SELECT 10
    kr100=&indice
  =CASE pente<15 AND pente>7
    indice1='IG15P'
    indice2='IG7P'
    SELECT 9
    kr70=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 7) / (15 - 7)
    SELECT 10
    kr100=&indice2 + (&indice1 - &indice2) * (pente - 7) / (15 - 7)
  =CASE pente<=7
    indice='IG7P'
    SELECT 9
    kr70=&indice
    SELECT 10
    kr100=&indice
  =ENDCASE
=CASE nature='TP'
  indice='IG25TP'
  SELECT 9
  kr70=&indice
  SELECT 10
  kr100=&indice
=ENDCASE
IF nature=naturel
  IF p10>70 AND p10<100
    kr1 = kr70 + (kr100 - kr70) * (p10 - 70) / (100 - 70)

```

```

└─ENDIF
└─IF p10>100
└─kr1 = kr100 + (kr100 - kr70) * (p10 - 100) / (100 - 70)
└─ENDIF
└─IF p10<70
└─kr1 = kr70 - (kr100 - kr70) * (70 - p10) / (100 - 70)
└─ENDIF
└─IF p10=70
└─kr1 = kr70
└─ENDIF
└─IF p10=100
└─kr1 = kr100
└─ENDIF
└─ENDIF
└─IF p10>70 AND p10<100
└─kr10 = kr70 + (kr100 - kr70) * (p10 - 70) / (100 - 70)
└─ENDIF
└─IF p10>100
└─kr10 = kr100 + (kr100 - kr70) * (p10 - 100) / (100 - 70)
└─ENDIF
└─IF p10<70
└─kr10 = kr70 - (kr100 - kr70) * (70 - p10) / (100 - 70)
└─ENDIF
└─IF p10=70
└─kr10 = kr70
└─ENDIF
└─IF p10=100
└─kr10 = kr100
└─ENDIF
nature=nature2
ENDFOR
IF repp='0'
@ 7,1 SAY "Valeur du coefficient de ruissellement KR en % = " GET kr10 PICTURE
99999 99' DISABLE
kr=kr10
ELSE
DO WHILE ok=.T.
@ 7,1 SAY "Quel est le coefficient de la première nature par rapport;
à la seconde (entre 0 et 1) : ? " get coeff picture '9.9'
READ
chaîne=STR(coeff,3,1)+' '+nature1+' et '+STR((1-coeff),3,1)+' '+nature2
@ 9,1 SAY chaîne
krfinal=(coeff * kr1) + ((1-coeff) * kr10)
@ 11,1 SAY "Valeur du coefficient de ruissellement KR en % = " GET krfinal
PICTURE '99999.99' DISABLE
rep=" "
@ 13,1 SAY "Voulez-vous recommencer ? O/N " GET rep PICTURE 'y'
READ
IF rep='N'
ok=.F.
ENDIF
ENDDO
kr10=krfinal
kr=kr10
ENDIF
CHAIN="Valeur du Coefficient de ruissellement KR10 en % = "+STR(kr10,8,2)
WAIT
ELSE
***** calcul du kr10 si surface > 10 *****
A=0
B=0
C=0
SELECT 9
CLOSE INDEX
ERASE sur1.idx
USE kr_70

```

```

INDEX ON caracter TO sur1.idx
SELECT 10
CLOSE INDEX
ERASE sur2.idx
USE kr 100
INDEX ON caracter TO sur2.idx
IF repp='N'
  nature=nature1
  stop=2
ENDIF
FOR X=1 TO stop
  DO CASE
  =CASE nature='TI'
    DO CASE
    =CASE pente>=15
      indice='IG15PI'
      SELECT 9
      SEEK indice
      kr70=A/(surf+B)+C
      SELECT 10
      SEEK indice
      kr100=A/(surf+B)+C
    =CASE pente<15 AND pente>7
      indicel='IG15PI'
      indice2='IG7PI'
      SELECT 9
      SEEK indicel
      kr70=A/(surf+B)+C
      SEEK indice2
      krr70=A/(surf+B)+C
      kr70=krr70 + (kr70 - krr70) * (pente - 7) / (15 - 7)
      SELECT 10
      SEEK indicel
      kr100=A/(surf+B)+C
      SEEK indice2
      krr100=A/(surf+B)+C
      kr100=krr100 + (kr100 - krr100) * (pente - 7) / (15 - 7)
    =CASE pente=7
      indice='IG7PI'
      SELECT 9
      SEEK indice
      kr70=A/(surf+B)+C
      SELECT 10
      SEEK indice
      kr100=A/(surf+B)+C
    =CASE pente<7 AND pente>3
      indicel='IG7PI'
      indice2='IG3PI'
      SELECT 9
      SEEK indicel
      kr70=A/(surf+B)+C
      SEEK indice2
      krr70=A/(surf+B)+C
      kr70=krr70 + (kr70 - krr70) * (pente - 3) / (7 - 3)
      SELECT 10
      SEEK indicel
      kr100=A/(surf+B)+C
      SEEK indice2
      krr100=A/(surf+B)+C
      kr100=krr100 + (kr100 - krr100) * (pente - 3) / (7 - 3)
    =CASE pente<=3
      indice='IG3PI'
      SELECT 9
      SEEK indice
      kr70=A/(surf+B)+C
      SELECT 10

```

```

    SEEK indice
    kr100=A/(surf+B)+C
  =ENDCASE
=CASE nature='I'
  =DO CASE
  =CASE pente>=15
    indice='IG15I'
    SELECT 9
    SEEK indice
    kr70=A/(surf+B)+C
    SELECT 10
    SEEK indice
    kr100=A/(surf+B)+C
  =CASE pente<15 AND pente>7
    indice1='IG15I'
    indice2='IG7I'
    SELECT 9
    SEEK indice1
    kr70=A/(surf+B)+C
    SEEK indice2
    krr70=A/(surf+B)+C
    kr70=krr70 + (kr70 - krr70) * (pente - 7) / (15 - 7)
    SELECT 10
    SEEK indice1
    kr100=A/(surf+B)+C
    SEEK indice2
    krr100=A/(surf+B)+C
    kr100=krr100 + (kr100 - krr100) * (pente - 7) / (15 - 7)
  =CASE pente=7
    indice='IG7I'
    SELECT 9
    SEEK indice
    kr70=A/(surf+B)+C
    SELECT 10
    SEEK indice
    kr100=A/(surf+B)+C
  =CASE pente<7 AND pente>3
    indice1='IG7I'
    indice2='IG3I'
    SELECT 9
    SEEK indice1
    kr70=A/(surf+B)+C
    SEEK indice2
    krr70=A/(surf+B)+C
    kr70=krr70 + (kr70 - krr70) * (pente - 3) / (7 - 3)
    SELECT 10
    SEEK indice1
    kr100=A/(surf+B)+C
    SEEK indice2
    krr100=A/(surf+B)+C
    kr100=krr100 + (kr100 - krr100) * (pente - 3) / (7 - 3)
  =CASE pente<=3
    indice='IG3I'
    SELECT 9
    SEEK indice
    kr70=A/(surf+B)+C
    SELECT 10
    SEEK indice
    kr100=A/(surf+B)+C
  =ENDCASE
=CASE nature='RI'
  =DO CASE
  =CASE pente>=15
    indice='IG15RI'
    SELECT 9
    SEEK indice

```

```

kr70=A/(surf+B)+C
SELECT 10
SEEK indice
kr100=A/(surf+B)+C
=CASE pente<15 AND pente>7
  indice1='IG15RI'
  indice2='IG7RI'
  SELECT 9
  SEEK indice1
  kr70=A/(surf+B)+C
  SEEK indice2
  krr70=A/(surf+B)+C
  kr70=krr70 + (kr70 - krr70) * (pente - 7) / (15 - 7)
  SELECT 10
  SEEK indice1
  kr100=A/(surf+B)+C
  SEEK indice2
  krr100=A/(surf+B)+C
  kr100=krr100 + (kr100 - krr100) * (pente - 7) / (15 - 7)
=CASE pente=7
  indice='IG7RI'
  SELECT 9
  SEEK indice
  kr70=A/(surf+B)+C
  SELECT 10
  SEEK indice
  kr100=A/(surf+B)+C
=CASE pente<7 AND pente>3
  indice1='IG7RI'
  indice2='IG3RI'
  SELECT 9
  SEEK indice1
  kr70=A/(surf+B)+C
  SEEK indice2
  krr70=A/(surf+B)+C
  kr70=krr70 + (kr70 - krr70) * (pente - 3) / (7 - 3)
  SELECT 10
  SEEK indice1
  kr100=A/(surf+B)+C
  SEEK indice2
  krr100=A/(surf+B)+C
  kr100=krr100 + (kr100 - krr100) * (pente - 3) / (7 - 3)
=CASE pente<=3
  indice='IG3RI'
  SELECT 9
  SEEK indice
  kr70=A/(surf+B)+C
  SELECT 10
  SEEK indice
  kr100=A/(surf+B)+C
=ENDCASE
=CASE nature='P'
  indice='IG7P'
  SELECT 9
  SEEK indice
  kr70=A/(surf+B)+C
  SELECT 10
  SEEK indice
  kr100=A/(surf+B)+C
=CASE nature='TP'
  indice='IG7TP'
  SELECT 9
  SEEK indice
  kr70=A/(surf+B)+C
  SELECT 10
  SEEK indice

```

```

kr100=A/(surf+B)+C
ENDCASE
IF nature=nature1
  IF p10>70 AND p10<100
    kr1 = kr70 + (kr100 - kr70) * (p10 - 70) / (100 - 70)
  ENDIF
  IF p10>100
    kr1 = kr100 + (kr100 - kr70) * (p10 - 100) / (100 - 70)
  ENDIF
  IF p10<70
    kr1 = kr70 - (kr100 - kr70) * (70 - p10) / (100 - 70)
  ENDIF
  IF p10=70
    kr1 = kr70
  ENDIF
  IF p10=100
    kr1 = kr100
  ENDIF
ENDIF
IF p10>70 AND p10<100
  kr10 = kr70 + (kr100 - kr70) * (p10 - 70) / (100 - 70)
ENDIF
IF p10>100
  kr10 = kr100 + (kr100 - kr70) * (p10 - 100) / (100 - 70)
ENDIF
IF p10<70
  kr10 = kr70 - (kr100 - kr70) * (70 - p10) / (100 - 70)
ENDIF
IF p10=70
  kr10 = kr70
ENDIF
IF p10=100
  kr10 = kr100
ENDIF
nature=nature2
ENDFOR
IF repp='0'
  @ 7,1 SAY "Valeur du coefficient de ruissellement KR en % = " GET kr10 PICTURE
  99999 99' DISABLE
  kr=kr10
ELSE
  DO WHILE ok=.T.
    @ 7,1 SAY "- Quel est le coefficient de la première nature par rapport;
    à la seconde (entre 0 et 1) : ? " get coeff picture '9.9'
    READ
    chaine=STR(coeff,3,1)+' '+nature1+' et '+STR((1-coeff),3,1)+' '+nature2
    @ 9,1 SAY chaine
    krfinal=(coeff * kr1) + ((1-coeff) * kr10)
    @ 11,1 SAY "Valeur du coefficient de ruissellement KR en % = " GET krfinal
    PICTURE '99999.99' DISABLE
    rep=""
    @ 13,1 SAY "Voulez-vous recommencer ? 0/N " GET rep PICTURE 'y'
    READ
    IF rep='N'
      ok=.F.
    ENDIF
  ENDDO
  kr10=krfinal
  kr=kr10
ENDIF
CHAIN="Valeur du Coefficient de ruissellement KR10 en % = "+STR(kr10,8,2)
WAIT
ENDIF
ENDIF

```

*: EOF: KR10.ACT

Enreg.	CARACTER	A	B	C
1	IG15PI	3650	51,0	27,0
2	IG7PI	2636	41,0	23,0
3	IG3PI	2239	39,0	22,0
4	IG15I	1455	33,0	21,0
5	IG7I	1140	30,0	20,0
6	IG3I	825	25,0	19,0
7	IG15RI	329	18,5	16,5
8	IG7RI	239	17,7	14,5
9	IG3RI	164	17,0	10,5
10	IG7P	131	13,8	5,0
11	IG7TP	35	5,0	1,5

Enreg.	CARACTER	A	B	C
1	IG15PI	5528	69,0	28,0
2	IG7PI	3656	51,0	26,0
3	IG3PI	2727	44,0	25,0
4	IG15I	1833	38,0	24,0
5	IG7I	1476	37,0	22,0
6	IG3I	1125	32,5	20,0
7	IG15RI	421	20,5	17,5
8	IG7RI	300	20,0	15,0
9	IG3RI	250	20,0	12,0
10	IG15P	200	20,0	8,0
11	IG7P	150	20,0	6,0
12	IG7TP	67	14,0	2,0

Enreg.	SURFACE	IG7TI	IG60I	IG25I	IG15I	IG7I	IG3I	IG60RI	IG25RI	IG15RI	IG7RI	IG15P	IG7P	IG25TP
1	0,2	89,17	78,66	73,25	66,88	61,21	55,16	47,58	40,70	33,63	25,48	17,83	14,33	8,28
2	0,5	89,17	78,66	73,25	66,88	61,21	55,16	47,58	40,70	33,63	25,48	17,26	13,76	8,22
3	0,7	89,17	78,54	73,25	66,88	61,08	55,16	47,52	40,67	33,63	25,41	17,13	13,63	8,15
4	1,0	89,17	78,28	73,12	66,82	60,83	54,97	47,45	40,64	33,63	25,38	16,75	13,25	7,83
5	1,1	89,01	78,22	73,09	66,78	60,51	54,78	47,32	40,62	33,60	25,35	16,70	13,20	7,64
6	1,3	88,85	78,03	72,93	66,62	60,25	54,27	47,20	40,57	33,57	25,32	16,56	13,06	7,52
7	1,5	88,73	77,71	72,61	66,11	59,68	53,89	46,82	40,51	33,54	25,29	16,43	12,93	7,32
8	1,7	88,54	77,45	72,29	65,54	59,11	53,38	46,50	40,38	33,50	25,22	16,40	12,90	7,20
9	2,0	88,22	77,01	71,66	64,71	58,41	52,61	45,99	40,25	33,38	25,03	16,39	12,89	7,07
10	2,5	87,32	75,92	70,45	63,44	57,32	51,53	45,22	39,75	32,93	24,59	16,31	12,81	6,94
11	3,0	86,37	74,97	69,55	62,29	55,99	50,32	44,14	39,17	32,36	24,08	16,05	12,55	6,75
12	3,5	85,48	74,08	68,54	61,15	54,90	49,36	43,09	38,60	31,66	23,57	15,92	12,42	6,69
13	4,0	84,71	73,25	67,77	60,32	54,08	48,28	42,23	37,58	31,21	23,25	15,80	12,30	6,50
14	4,5	83,95	72,42	66,94	59,43	53,25	47,32	41,46	36,94	30,57	22,93	15,48	11,98	6,40
15	5,0	83,31	71,78	66,18	58,60	52,42	46,50	40,45	36,31	30,06	22,61	15,22	11,72	6,31
16	6,0	81,72	70,32	64,52	57,20	50,96	45,03	39,24	35,16	28,98	22,10	14,78	11,28	5,92
17	6,5	81,05	69,81	63,89	56,62	50,32	44,46	38,79	34,71	28,60	21,91	14,59	11,09	5,80
18	7,0	80,32	69,17	63,12	55,92	49,81	43,76	38,15	33,95	28,03	21,59	14,52	11,02	5,73
19	8,0	79,17	68,03	61,85	54,71	48,66	42,61	37,07	33,18	27,39	21,02	14,14	10,64	5,54
20	10	77,07	66,18	59,62	52,80	46,69	40,76	35,67	31,40	26,11	20,25	13,69	10,19	5,10
21	11	76,11	65,22	58,54	51,78	45,80	40,00	34,71	30,57	25,41	19,94	13,50	10,00	4,90
22	20	69,75	59,75	52,68	45,73	40,06	34,14	29,43	26,18	21,34	17,39	11,97	8,47	3,69
23	5,5	82,51	71,05	65,35	57,90	51,60	45,76	39,84	35,74	29,52	22,35	15,00	11,50	6,11
24	7,5	79,74	68,60	62,48	54,95	49,28	43,18	37,61	33,56	27,71	21,30	14,33	10,83	5,63
25	9,0	78,12	67,10	60,73	53,75	47,67	41,68	36,37	32,29	26,75	20,63	13,91	10,41	5,32
26	8,5	78,64	67,56	61,29	54,23	48,16	42,14	36,72	32,73	27,06	20,82	14,02	10,52	5,43
27	9,5	77,59	66,18	60,17	53,27	47,18	41,22	36,02	31,84	26,43	20,44	13,80	10,30	5,21

Enreg.	SURFACE	IG7TI	IG60I	IG25I	IG15I	IG7I	IG3I	IG60RI	IG25RI	IG15RI	IG7RI	IG15P	IG7P	IG25TP
1	0,2	94,78	85,67	79,30	73,57	66,88	59,87	52,23	44,46	35,99	29,94	20,89	15,89	9,62
2	0,5	94,78	85,67	78,98	73,57	66,88	59,87	52,23	44,46	35,99	29,94	20,89	15,89	9,62
3	0,7	94,78	85,61	78,60	73,25	66,88	59,87	52,23	44,27	35,99	29,94	20,89	15,89	9,49
4	1,0	94,78	85,13	77,83	72,48	66,24	59,55	51,59	43,63	35,67	29,11	20,89	15,89	8,73
5	1,1	94,59	84,68	77,71	72,17	65,99	59,24	51,34	43,57	35,35	28,79	20,83	15,83	8,47
6	1,3	94,33	84,01	77,20	71,59	65,35	58,79	50,76	43,18	35,03	28,60	20,61	15,61	8,15
7	1,5	94,08	83,50	76,62	71,02	64,84	58,22	50,13	42,48	34,71	28,34	20,35	15,35	7,83
8	1,7	93,69	82,93	76,11	70,38	64,08	57,55	49,68	42,04	34,14	28,03	20,00	15,00	7,64
9	2,0	93,12	82,10	75,35	69,55	63,50	57,01	48,85	41,27	33,44	27,71	19,75	14,75	7,32
10	2,5	92,10	81,08	74,01	68,15	62,10	55,92	47,77	40,32	32,68	27,07	19,24	14,24	7,01
11	3,0	91,34	80,06	72,93	67,01	61,02	55,03	47,01	39,36	31,91	26,31	18,98	13,98	6,69
12	3,5	90,38	79,24	72,17	66,24	60,06	54,14	46,31	38,73	31,53	25,80	18,60	13,60	6,37
13	4,0	89,75	78,54	71,40	65,29	59,24	53,50	45,61	38,09	31,08	25,35	18,34	13,34	6,24
14	4,5	89,04	77,90	70,51	64,52	58,28	52,87	44,84	37,58	30,70	24,84	18,15	13,15	6,05
15	5,0	88,34	77,20	69,75	63,69	57,64	52,23	44,33	37,07	30,45	24,52	17,83	12,83	5,99
16	6,0	87,13	75,86	68,47	62,61	56,50	51,27	43,31	36,43	29,94	23,89	17,64	12,64	5,80
17	6,5	86,78	75,54	68,03	62,04	56,05	50,83	42,87	36,24	29,62	23,69	17,58	12,58	5,73
18	7,0	86,31	75,03	67,52	61,59	55,54	50,32	42,55	35,92	29,30	23,57	17,39	12,39	5,54
19	8,0	85,61	74,14	66,62	60,57	54,78	49,68	41,85	35,54	28,98	23,18	17,20	12,20	5,41
20	10	84,08	72,48	64,97	59,11	53,18	48,28	40,45	34,71	28,76	22,61	16,94	11,94	5,10
21	11	83,38	71,59	64,14	58,34	52,36	47,52	39,71	34,33	28,54	22,29	16,69	11,69	4,97
22	20	78,66	66,88	59,55	54,01	48,09	43,69	36,43	32,36	27,20	21,02	15,67	10,67	4,33
23	5,5	87,73	76,53	69,11	63,15	57,07	51,75	43,82	36,75	30,19	24,20	17,73	12,73	5,89
24	7,5	85,96	74,58	67,07	61,08	55,16	50,00	42,20	35,73	29,14	23,37	17,29	12,29	5,47
25	9,0	84,84	73,31	65,79	59,84	53,98	48,98	41,15	35,12	28,87	22,94	17,07	12,07	5,25
26	8,5	85,22	73,72	66,20	60,20	54,38	49,33	41,50	35,33	28,92	23,06	17,13	12,13	5,33
27	9,5	84,46	72,89	65,38	59,47	53,58	48,63	40,80	34,91	28,81	22,77	17,00	12,00	5,17

```

*****
*
*      Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\QT10.PRG
*
*      System: SAHEL
*      Author: PIANCASTELLI
*      Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*      Last modified: 13/05/93      13:23
*
*      Documented 17.05.93 at 09:00      FoxDoc version 2.10b
* *****
PARAMETERS qt,CHAIN
SET TALK OFF
SET DEFAULT TO C:\foxpro2\sahel1
SET NEAR ON
SET EXACT OFF
DEFINE WINDOW qtt FROM 0,0 TO 24,79 FOOTER " ORSTOM Montpellier - Laboratoire
d'Hydrologie " TITLE " CALCUL DU DEBIT DE POINTE QT10 "
ACTIVATE WINDOW qtt
CLEAR
PRIVATE reponse
reponse=""
@ 1,1 SAY "- Le réseau hydrographique est-il en arêtes de poisson avec tous les
tributaires d'un seul côté ? 0/N " GET reponse PICTURE 'y'
READ
IF reponse='0'
reponse=""
@ 3,1 SAY "- La distribution est-elle vraiment unilatérale ? 0/N " GET reponse
PICTURE 'y'
READ
IF reponse='0'
alpha=1.9
ELSE
reponse=""
@ 4,1 SAY "- La même distribution est-elle à peine marquée ? 0/N " GET reponse
PICTURE 'y'
READ
IF reponse='0'
alpha=2.4
ELSE
reponse=""
@ 5,1 SAY "- La distribution est-elle intermédiaire entre les deux
dispositions extrêmes précédentes ? 0/N " GET reponse PICTURE 'y'
READ
IF reponse='0'
alpha=2.15
ELSE
alpha=2.6
ENDIF
ENDIF
ELSE
reponse=""
@ 3,1 SAY "- Le réseau présente-t-il une forme radiale ? 0/N " GET reponse PICTURE
'y'
READ
IF reponse='0'
reponse=""
@ 4,1 SAY "- Un des tributaires important est-il sensiblement plus long que les
autres ? 0/N " GET reponse PICTURE 'y'
READ
IF reponse='0'
alpha=3.1
ELSE
alpha=2.6

```



```

vc10final PICTURE '99999.99' DISABLE
  rep=""
  @ 17,1 SAY "Voulez-vous recommencer ? O/N " GET rep PICTURE 'y'
  READ
  IF rep='N'
    ok=.F.
  ENDIF
ENDDO
ELSE
  qt10final=(coeff * qt) + ((1-coeff) * qt10)
  vc10final=(coeff * vc) + ((1-coeff) * vc10)
  @ 15,1 SAY "Valeur du débit de crue décennale total QT10 en m3/s = " GET
qt10final PICTURE '99999.99' DISABLE
  @ 16,1 SAY "Valeur du volume total de crue VC10 en milliers de m3 = " GET
vc10final PICTURE '99999.99' DISABLE
ENDIF
qt10=qt10final
vc10=vc10final
ENDIF
IF COMPA>=1.30
DO CASE
CASE COMPA=1.30
  qt10=qt10*0.80
CASE COMPA>1.30 AND COMPA<1.42
  qt1=qt10*0.80
  qt2=qt10*0.70
  qt10=qt2 + (qt1 - qt2) * (COMPA - 1.42) / (1.30 - 1.42)
CASE COMPA=1.42
  qt10=qt10*0.70
CASE COMPA>1.42 AND COMPA<1.54
  qt1=qt10*0.70
  qt2=qt10*0.60
  qt10=qt2 + (qt1 - qt2) * (COMPA - 1.54) / (1.42 - 1.54)
CASE COMPA=1.54
  qt10=qt10*0.60
CASE COMPA>1.54 AND COMPA<1.92
  qt1=qt10*0.60
  qt2=qt10*0.50
  qt10=qt2 + (qt1 - qt2) * (COMPA - 1.92) / (1.54 - 1.92)
CASE COMPA>=1.92
  qt10=qt10*0.50
ENDCASE
  @ 18,1 SAY "- Valeur du débit de crue décennale total QT10 corrigée en m3/s (car
indice de compacité c > 1.30) " GET qt10 PICTURE '99999.99' DISABLE
ENDIF
qt=qt10
CHAIN="Valeur du Débit total de crue décennale QT10 en m3/s = "+STR(qt10,8,2)
WAIT
*: EOF: QT10.ACT

```

```

*****
*
*
*      Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\TB.PRG
*
*      System: SAHEL
*      Author: PIANCASTELLI
*      Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*      Last modified: 13/05/93      13:22
*
*      Documented 17.05.93 at 09:00      FoxDoc version 2.10b
*****
PARAMETERS tb,CHAIN
SET TALK OFF
SET DEFAULT TO C:\foxpro2\sahel1
SET NEAR ON
SET EXACT OFF
DEFINE WINDOW tbb FROM 0.0 TO 24,79 FOOTER " ORSTOM Montpellier - Laboratoire
d'Hydrologie " TITLE " CALCUL DU TEMPS DE BASE Tb "
ACTIVATE WINDOW tbb
CLEAR
PUBLIC K, vr10
K=1-(161-0.042*pm)*0.001*LOG10(surf)
@ 1,1 SAY "- Calcul du coefficient d'abattement : "
@ 2,1 SAY " K = 1 - (161 - 0.042 * pm) * 0.001 * Log (S) " GET K PICTURE '99999.99'
DISABLE
vr10=p10*K*kr10*surf/100
@ 3,1 SAY "- Calcul du volume ruisselé en milliers de m3 : "
@ 4,1 SAY " Vr10 = p10 * K * Kr10 * S /100 " GET vr10 PICTURE '999999.99' DISABLE
hr10=p10*K*kr10/100
@ 5,1 SAY "- Calcul de la lame ruisselée en mm : HR10 = p10 * K * Kr10/100 " GET hr10
PICTURE '999999.99' DISABLE
stop=1
ok=.T.
rep=""
PUBLIC tb10,nature,nature1,nature2
tb10=0
nature=nature_
nature1=nature1_
nature2=nature2_
***** Calcul du temps de base Tb si surface <= 10 *****
IF surf<=10
  IF repp='N'
    nature_=nature1_
    stop=2
  ENDIF
  FOR X=1 TO stop
    DO CASE
      CASE igcor<=3
        IF surf<=7
          tb=(215*(surf-0.5)^0.45)+300
        ELSE
          tb=(250*surf^0.35)+300
        ENDIF
      CASE igcor>3 AND igcor<7
        IF surf<=7
          tb1=(215*(surf-0.5)^0.45)+300
        ELSE
          tb1=(250*surf^0.35)+300
        ENDIF
        IF surf<=6
          IF nature_='I' OR nature_='TI'
            tb2=13.9*surf+255
          ELSE
            IF nature_='P' OR nature_='TP'
              tb2=19.6*surf+218
            ENDIF
          ENDIF
        ENDIF
    END CASE
  END FOR
ENDIF

```

```

ELSE
    tb2=((13.9*surf+255)+(19.6*surf+218))/2
ENDIF
ELSE
    tb2=(126*surf^0.35)+100
ENDIF
tb=tb2 + (tb1 - tb2) * (igcor - 7) / (3 - 7)
CASE igcor=7
IF surf<=6
IF nature='I' OR nature_='TI'
    tb=13.9*surf+255
ELSE
IF nature_='P' OR nature_='TP'
    tb=19.6*surf+218
ELSE
    tb=((13.9*surf+255)+(19.6*surf+218))/2
ENDIF
ENDIF
ELSE
    tb=(126*surf^0.35)+100
ENDIF
CASE igcor>7 AND igcor<10
IF surf<=6
IF nature='I' OR nature_='TI'
    tb1=13.9*surf+255
ELSE
IF nature_='P' OR nature_='TP'
    tb1=19.6*surf+218
ELSE
    tb1=((13.9*surf+255)+(19.6*surf+218))/2
ENDIF
ENDIF
ELSE
    tb1=(126*surf^0.35)+100
ENDIF
IF nature='I' OR nature_='TI'
    tb2=8.9*surf+183
ELSE
IF nature_='P' OR nature_='TP'
    tb2=8.9*surf+163
ELSE
    tb2=((8.9*surf+183)+(8.9*surf+163))/2
ENDIF
ENDIF
tb=tb2 + (tb1 - tb2) * (igcor - 10) / (7 - 10)
CASE igcor=10
IF nature='I' OR nature_='TI'
    tb=8.9*surf+183
ELSE
IF nature_='P' OR nature_='TP'
    tb=8.9*surf+163
ELSE
    tb=((8.9*surf+183)+(8.9*surf+163))/2
ENDIF
ENDIF
CASE igcor>10 AND igcor<15
IF nature='I' OR nature_='TI'
    tb1=8.9*surf+183
    tb2=5*surf+139
ELSE
IF nature_='P' OR nature_='TP'
    tb1=8.9*surf+163
    tb2=5*surf+120
ELSE
    tb1=((8.9*surf+183)+(8.9*surf+163))/2

```

```

    tb2=((5*surf+139)+(5*surf+120))/2
  ENDFIF
ENDFIF
tb=tb2 + (tb1 - tb2) * (igcor - 15) / (10 - 15)
CASE igcor=15
  IF nature_='I' OR nature_='TI'
    tb=5*surf+139
  ELSE
    IF nature_='P' OR nature_='TP'
      tb=5*surf+120
    ELSE
      tb=((5*surf+139)+(5*surf+120))/2
    ENDIF
  ENDFIF
CASE igcor>15 AND igcor<25
  IF nature_='I' OR nature_='TI'
    tb1=5*surf+139
    tb2=4.1*surf+116.5
  ELSE
    IF nature_='P' OR nature_='TP'
      tb1=5*surf+120
      tb2=4.1*surf+101
    ELSE
      tb1=((5*surf+139)+(5*surf+120))/2
      tb2=((4.1*surf+116.5)+(4.1*surf+101))/2
    ENDIF
  ENDFIF
tb=tb2 + (tb1 - tb2) * (igcor - 25) / (15 - 25)
CASE igcor=25
  IF nature_='I' OR nature_='TI'
    tb=4.1*surf+116.5
  ELSE
    IF nature_='P' OR nature_='TP'
      tb=4.1*surf+101
    ELSE
      tb=((4.1*surf+116.5)+(4.1*surf+101))/2
    ENDIF
  ENDFIF
CASE igcor>25 AND igcor<60
  IF nature_='I' OR nature_='TI'
    tb1=4.1*surf+116.5
    tb2=2.7*surf+97
  ELSE
    IF nature_='P' OR nature_='TP'
      tb1=2.3*surf+77
      tb2=4.1*surf+101
    ELSE
      tb1=((4.1*surf+116.5)+(4.1*surf+101))/2
      tb2=((2.7*surf+97)+(2.3*surf+77))/2
    ENDIF
  ENDFIF
tb=tb2 + (tb1 - tb2) * (igcor - 60) / (25 - 60)
CASE igcor>=60
  IF nature_='I' OR nature_='TI'
    tb=2.7*surf+97
  ELSE
    IF nature_='P' OR nature_='TP'
      tb=2.3*surf+77
    ELSE
      tb=((2.7*surf+97)+(2.3*surf+77))/2
    ENDIF
  ENDFIF
ENDCASE
IF nature_=nature1_
  tb=tb
ENDIF

```

```

nature_ = nature2_
ENDFOR
IF repp='0'
@ 7,1 SAY "Valeur du temps de base Tb en mn = " GET tb PICTURE '9999999.99'
DISABLE
ELSE
chaîne=STR(coeff,3,1)+' '+nature1_+' et '+STR((1-coeff),3,1)+' '+nature2_
@ 7,1 SAY chaîne
rep=""
@ 8,1 SAY "- Voulez-vous modifier le coefficient de pondération ? O/N " GET rep
PICTURE 'y'
READ
IF rep='0'
DO WHILE ok=.T.
@ 9,1 SAY ":- Quel est le coefficient de la première nature par rapport;
à la seconde (entre 0 et 1) : ? " get coeff picture '9.9'
READ
chaîne=STR(coeff,3,1)+' '+nature1_+' et '+STR((1-coeff),3,1)+' '+nature2_
@ 11,1 SAY chaîne
tbfinal=(coeff * tbb) + ((1-coeff) * tb)
@ 13,1 SAY "Valeur du temps de base Tb en mn = " GET tbfinal PICTURE
'9999999.99' DISABLE
rep=""
@ 15,1 SAY "Voulez-vous recommencer ? O/N " GET rep PICTURE 'y'
READ
IF rep='N'
ok=.F.
ENDIF
ENDDO
ELSE
tbfinal=(coeff * tbb) + ((1-coeff) * tb)
@ 13,1 SAY "Valeur du temps de base Tb en mn = " GET tbfinal PICTURE
'9999999.99' DISABLE
ENDIF
tb=tbfinal
ENDIF
***** Calcul du temps de base Tb si surface > 10 *****
ELSE
IF repp='N'
nature_ = nature1_
stop=2
ENDIF
FOR X=1 TO stop
DO CASE
=CASE igcor<=3
tb=250*surf^0.35+300
=CASE igcor>3 AND igcor<7
tb1=250*surf^0.35+300
tb2=126*surf^0.35+100
tb=tb2 + (tb1 - tb2) * (igcor - 7) / (3 - 7)
=CASE igcor=7
tb=126*surf^0.35+100
=CASE igcor>7 AND igcor<10
tb1=126*surf^0.35+100
IF surf>20
tb2=81*surf^0.35+80
ELSE
tb10=8.9*10+174
tb20=81*20^0.35+80
tb2=tb10+(tb20-tb10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(20)-LOG10(10))
ENDIF
tb=tb2 + (tb1 - tb2) * (igcor - 10) / (7 - 10)
=CASE igcor=10
IF surf>20
tb=81*surf^0.35+80
ELSE

```

```

    tb10=8.9*10+174
    tb20=81*20^0.35+80
    tb=tb10+(tb20-tb10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(20)-LOG10(10))
  ENDF
=CASE igcor>10 AND igcor<15
  IF surf>20
    tb1=81*surf^0.35+80
  ELSE
    tb10=8.9*10+174
    tb20=81*20^0.35+80
    tb1=tb10+(tb20-tb10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(20)-LOG10(10))
  ENDF
  IF surf>45
    tb2=55*surf^0.35+30
  ELSE
    tb10=5*10+130
    tb45=55*45^0.35+30
    tb2=tb10+(tb45-tb10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(45)-LOG10(10))
  ENDF
  tb=tb2 + (tb1 - tb2) * (igcor - 15) / (10 - 15)
=CASE igcor=15
  IF surf>45
    tb=55*surf^0.35+30
  ELSE
    tb10=5*10+130
    tb45=55*45^0.35+30
    tb=tb10+(tb45-tb10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(45)-LOG10(10))
  ENDF
=CASE igcor>15 AND igcor<25
  IF surf>45
    tb1=55*surf^0.35+30
  ELSE
    tb10=5*10+130
    tb45=55*45^0.35+30
    tb1=tb10+(tb45-tb10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(45)-LOG10(10))
  ENDF
  IF surf>120
    tb2=42*surf^0.35+20
  ELSE
    tb10=4.1*10+109
    tb120=42*120^0.35+20
    tb2=tb10+(tb120-tb10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(120)-LOG10(10))
  ENDF
  tb=tb2 + (tb1 - tb2) * (igcor - 25) / (15 - 25)
=CASE igcor=25
  IF surf>120
    tb=42*surf^0.35+20
  ELSE
    tb10=4.1*10+109
    tb120=42*120^0.35+20
    tb=tb10+(tb120-tb10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(120)-LOG10(10))
  ENDF
=CASE igcor>25 AND igcor<60
  IF surf>120
    tb1=42*surf^0.35+20
  ELSE
    tb10=4.1*10+109
    tb120=42*120^0.35+20
    tb1=tb10+(tb120-tb10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(120)-LOG10(10))
  ENDF
  IF nature='I' OR nature_='TI'
    tb2=2.7*surf+97
  ELSE
    IF nature='P' OR nature_='TP'
      tb2=2.3*surf+77
    ELSE

```

```

        tb2=((2.7*surf+97)+(2.3*surf+77))/2
    ENDIF
    ENDIF
    tb=tb2 + (tb1 - tb2) * (igcor - 60) / (25 - 60)
CASE igcor>=60
    IF nature='I' OR nature_='TI'
        tb=2.7*surf+97
    ELSE
        IF nature='P' OR nature_='TP'
            tb=2.3*surf+77
        ELSE
            tb=((2.7*surf+97)+(2.3*surf+77))/2
        ENDIF
    ENDIF
ENDCASE
IF nature_=nature1_
    tbb=tb
ENDIF
nature_=nature2_
ENDFOR
IF repp='0'
    @ 7,1 SAY "Valeur du temps de base Tb en mn = " GET tb PICTURE '9999999.99'
ELSE
    chaine=STR(coeff,3,1)+' '+nature1_+' et '+STR((1-coeff),3,1)+' '+nature2_
    @ 7,1 SAY chaine
    rep=" "
    @ 8,1 SAY "- Voulez-vous modifier le coefficient de pondération ? O/N " GET rep
    PICTURE 'y'
    READ
    IF rep='0'
        DO WHILE ok=.T.
            @ 9,1 SAY " : Quel est le coefficient de la première nature par rapport;
            à la seconde (entre 0 et 1) : ? " get coeff picture '9.9'
            READ
            chaine=STR(coeff,3,1)+' '+nature1_+' et '+STR((1-coeff),3,1)+' '+nature2_
            @ 11,1 SAY chaine
            tbfinal=(coeff * tbb) + ((1-coeff) * tb)
            @ 13,1 SAY "Valeur du temps de base Tb en mn = " GET tbfinal PICTURE
            '9999999.99' DISABLE
            rep=" "
            @ 15,1 SAY "Voulez-vous recommencer ? O/N " GET rep PICTURE 'y'
            READ
            IF rep='N'
                ok=.F.
            ENDIF
        ENDDO
    ELSE
        tbfinal=(coeff * tbb) + ((1-coeff) * tb)
        @ 13,1 SAY "Valeur du temps de base Tb en mn = " GET tbfinal PICTURE
        '9999999.99' DISABLE
    ENDIF
    tb=tbfinal
ENDIF
ENDIF
WAIT
CLEAR
PUBLIC flag
flag=.F.
PRIVATE reponse
reponse=" "
@ 1,1 SAY "- Le réseau présente-t-il une forme très radiale, avec des tributaires de
longueurs sensiblement égales ? O/N " GET reponse PICTURE 'y'
READ
IF reponse='0'
    reponse=" "

```

```

@ 3,1 SAY "- L'éventail est-il simplement esquissé ? O/N " GET reponse PICTURE 'y'
READ
IF reponse='0'
  tb=tb*0.7
  @ 4,1 SAY "Valeur du temps de base Tb en mn après correction = " GET tb PICTURE
  999999 99' DISABLE
ELSE
  reponse=" "
  @ 4,1 SAY "- L'éventail est-il parfait ? O/N " GET reponse PICTURE 'y'
  READ
  IF reponse='0'
    tb=tb*0.45
    @ 5,1 SAY "Valeur du temps de base Tb en mn après correction = " GET tb
    PICTURE '999999.99' DISABLE
  ELSE
    reponse=" "
    @ 5,1 SAY "- L'éventail est-il entre les deux situations extrêmes proposées
    ci-dessus ? O/N " GET reponse PICTURE 'y'
    READ
    IF reponse='0'
      tb=tb*0.60
      @ 6,1 SAY "Valeur du temps de base Tb en mn après correction = " GET tb
      PICTURE '999999.99' DISABLE
    ENDIF
  ENDIF
ELSE
  reponse=" "
  @ 3,1 SAY "- Le bassin est-il recouvert en grande partie de blocs de pierre avec
  cependant un certain ruissellement repérable par des traces ? O/N " GET reponse PICTURE
  y'
  READ
  IF reponse='0'
    tb=tb*1.85
    flag=.1
    @ 5,1 SAY "Valeur du temps de base Tb en mn après correction = " GET tb PICTURE
    999999 99' DISABLE
  ENDIF
ENDIF
WAIT
tb10=tb
CHAIN="Valeur du Temps de base Tb en mn = "+STR(tb,8,2)
*: EOF: TB.ACT

```

```

*****
*
*
*      Program: C:\FOXPRO2\SAHEL1\TM.PRG
*
*      System: SAHEL
*      Author: PIANCASTELLI
*      Copyright (c) 1993, PIANCASTELLI
*      Last modified: 13/05/93      13:17
*
*      Documented 17.05.93 at 08:59      FoxDoc version 2.10b
* *****
PARAMETERS tm,CHAIN
SET TALK OFF
SET DEFAULT TO C:\foxpro2\sahel1
SET NEAR ON
SET EXACT OFF
DEFINE WINDOW tmm FROM 0,0 TO 24,79 FOOTER " ORSTOM Montpellier - Laboratoire
d'Hydrologie " TITLE " CALCUL DU TEMPS DE MONTEE Tm "
ACTIVATE WINDOW tmm
CLEAR
stop=1
ok=.T.
rep=""
***** Calcul du temps de montée Tm si surface <= 10 *****
IF surf<=10
  IF repp='N'
    nature=nature1
    stop=2
  ENDIF
  FOR x=1 TO stop
    DO CASE
    =CASE igcor<=3
      tm=(71*(surf-0.5)^0.5)+75
    =CASE igcor>3 AND igcor<7
      tm1=(71*(surf-0.5)^0.5)+75
      IF surf<=6
        DO CASE
        =CASE nature='I' OR nature_='TI'
          tm2=2.5*surf+60
        =CASE nature='RI'
          tm2=(2.5*surf+60)*0.955
        =CASE nature='P'
          tm2=(2.5*surf+60)*0.91
        =CASE nature='TP'
          tm2=(2.5*surf+60)*0.9
        ENDCASE
      ELSE
        tm2=32*surf^0.35+23
      ENDIF
      tm=tm2 + (tm1 - tm2) * (igcor - 7) / (3 - 7)
    =CASE igcor=7
      IF surf<=6
        DO CASE
        =CASE nature='I' OR nature_='TI'
          tm=2.5*surf+60
        =CASE nature='RI'
          tm=(2.5*surf+60)*0.955
        =CASE nature='P'
          tm=(2.5*surf+60)*0.91
        =CASE nature='TP'
          tm=(2.5*surf+60)*0.9
        ENDCASE
      ELSE
        tm=32*surf^0.35+23
      ENDIF
  ENDFOR
ENDIF

```

```

=CASE igcor>7 AND igcor<15
  IF surf<=6
    DO CASE
      =CASE nature ='I' OR nature_='TI'
        tm1=2.5*surf+60
      =CASE nature ='RI'
        tm1=(2.5*surf+60)*0.955
      =CASE nature ='P'
        tm1=(2.5*surf+60)*0.91
      =CASE nature ='TP'
        tm1=(2.5*surf+60)*0.9
    ENDCASE
  ELSE
    tm1=32*surf^0.35+23
  ENDIF
  DO CASE
    =CASE nature ='I' OR nature_='TI'
      tm2=1.2*surf+44
    =CASE nature ='RI'
      tm2=(1.2*surf+44)*0.95
    =CASE nature ='P'
      tm2=(1.2*surf+44)*0.9
    =CASE nature ='TP'
      tm2=(1.2*surf+44)*0.85
  ENDCASE
  tm=tm2 + (tm1 - tm2) * (igcor - 15) / (7 - 15)
=CASE igcor=15
  DO CASE
    =CASE nature ='I' OR nature_='TI'
      tm=1.2*surf+44
    =CASE nature ='RI'
      tm=(1.2*surf+44)*0.95
    =CASE nature ='P'
      tm=(1.2*surf+44)*0.9
    =CASE nature ='TP'
      tm=(1.2*surf+44)*0.85
  ENDCASE
=CASE igcor>15 AND igcor<25
  DO CASE
    =CASE nature ='I' OR nature_='TI'
      tm1=1.2*surf+44
      tm2=1.02*surf+33.8
    =CASE nature ='RI'
      tm1=(1.2*surf+44)*0.95
      tm2=(1.02*surf+33.8)*0.82
    =CASE nature ='P'
      tm1=(1.2*surf+44)*0.9
      tm2=(1.02*surf+33.8)*0.77
    =CASE nature ='TP'
      tm1=(1.2*surf+44)*0.85
      tm2=(1.02*surf+33.8)*0.72
  ENDCASE
  tm=tm2 + (tm1 - tm2) * (igcor - 25) / (15 - 25)
=CASE igcor=25
  DO CASE
    =CASE nature ='I' OR nature_='TI'
      tm=1.02*surf+33.8
    =CASE nature ='RI'
      tm=(1.02*surf+33.8)*0.82
    =CASE nature ='P'
      tm=(1.02*surf+33.8)*0.77
    =CASE nature ='TP'
      tm=(1.02*surf+33.8)*0.72
  ENDCASE
=CASE igcor>25 AND igcor<60
  DO CASE

```

```

=CASE nature = 'I'
  tm1=1.02*surf+33.8
  tm2=0.45*surf+27.5
=CASE nature = 'TI'
  tm1=1.02*surf+33.8
  tm2=(0.45*surf+27.5)*0.82
=CASE nature = 'RI'
  tm1=(1.02*surf+33.8)*0.82
  tm2=(0.45*surf+27.5)*0.8
=CASE nature = 'P'
  tm1=(1.02*surf+33.8)*0.77
  tm2=(0.45*surf+27.5)*0.75
=CASE nature = 'TP'
  tm2=(0.45*surf+27.5)*0.7
  tm1=(1.02*surf+33.8)*0.72
=ENDCASE
tm=tm2 + (tm1 - tm2) * (igcor - 60) / (25 - 60)
=CASE igcor >= 60
  DO CASE
  =CASE nature = 'I'
    tm=0.45*surf+27.5
  =CASE nature = 'TI'
    tm=(0.45*surf+27.5)*0.82
  =CASE nature = 'RI'
    tm=(0.45*surf+27.5)*0.8
  =CASE nature = 'P'
    tm=(0.45*surf+27.5)*0.75
  =CASE nature = 'TP'
    tm=(0.45*surf+27.5)*0.7
  =ENDCASE
=ENDCASE
IF nature = nature1_
  tmm=tm
=ENDIF
nature = nature2_
=ENDFOR
IF repp='0'
  @ 1,1 SAY "Valeur du temps de montée Tm en mn = " GET tm PICTURE '9999999.99'
=ELSE
  chaine=STR(coeff,3,1)+' '+nature1_+' et '+STR((1-coeff),3,1)+' '+nature2_
  @ 1,1 SAY chaine
  rep=" "
  @ 2,1 SAY "- Voulez-vous modifier le coefficient de pondération ? O/N " GET rep
  PICTURE 'y'
  READ
  IF rep='0'
    DO WHILE ok=.T.
      @ 3,1 SAY "- Quel est le coefficient de la première nature par rapport;
      à la seconde (entre 0 et 1) : ? " get coeff picture '9.9'
      READ
      chaine=STR(coeff,3,1)+' '+nature1_+' et '+STR((1-coeff),3,1)+' '+nature2_
      @ 5,1 SAY chaine
      tmfinal=(coeff * tmm) + ((1-coeff) * tm)
      @ 7,1 SAY "Valeur du temps de montée Tm en mn = " GET tmfinal PICTURE
      '9999999.99'
      rep=" "
      @ 9,1 SAY "Voulez-vous recommencer ? O/N " GET rep PICTURE 'y'
      READ
      IF rep='N'
        ok=.F.
      =ENDIF
    =ENDDO
  =ELSE
    tmfinal=(coeff * tmm) + ((1-coeff) * tm)
    @ 7,1 SAY "Valeur du temps de montée Tm en mn = " GET tmfinal PICTURE

```

```

'9999999_99' DISABLE
  ENDIF
  tm=tmfinal
ENDIF
***** Calcul du temps de montée Tm si surface > 10 *****
ELSE
  IF repp='N'
    nature=nature1_
    stop=2
  ENDIF
  FOR X=1 TO stop
    DO CASE
    =CASE igcor<=3
      tm=100*surf^0.35+75
    =CASE igcor>3 AND igcor<7
      tm1=100*(surf^0.35)+75
      tm2=32*surf^0.35+23
      tm=tm2+(tm1-tm2)*(igcor-7)/(3-7)
    =CASE igcor=7
      tm=32*surf^0.35+23
    =CASE igcor>7 AND igcor<15
      tm1=32*surf^0.35+23
      IF surf>45
        tm2=13*surf^0.35+15
      ELSE
        tm10=1.2*10+44*0.93
        tm45=13*45^0.35+15
        tm2=tm10+(tm45-tm10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(45)-LOG10(10))
      ENDIF
      tm=tm2+(tm1-tm2)*(igcor-15)/(7-15)
    =CASE igcor=15
      IF surf>45
        tm=13*surf^0.35+15
      ELSE
        tm10=(1.2*10+44)*0.93
        tm45=13*45^0.35+15
        tm=tm10+(tm45-tm10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(45)-LOG10(10))
      ENDIF
    =CASE igcor>15 AND igcor<25
      IF surf>45
        tm1=13*surf^0.35+15
      ELSE
        tm10=(1.2*10+44)*0.93
        tm45=13*45^0.35+15
        tm1=tm10+(tm45-tm10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(45)-LOG10(10))
      ENDIF
      IF surf>120
        tm2=9*surf^0.35+10
      ELSE
        tm10=(1.02*10+33.8)*0.86
        tm120=42*120^0.35+20
        tm2=tm10+(tm120-tm10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(120)-LOG10(10))
      ENDIF
      tm=tm2+(tm1-tm2)*(igcor-25)/(15-25)
    =CASE igcor=25
      IF surf>120
        tm=9*surf^0.35+10
      ELSE
        tm10=(1.02*10+33.8)*0.86
        tm120=42*120^0.35+20
        tm=tm10+(tm120-tm10)*(LOG10(surf)-LOG10(10))/(LOG10(120)-LOG10(10))
      ENDIF
    =CASE igcor>25 AND igcor<60
      IF surf>120
        tm1=9*surf^0.35+10
      ELSE

```