

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE  
DES MINES DE PARIS  
ARMINES  
CENTRE D'INFORMATIQUE GEOLOGIQUE

COMITE INTER-AFRICAIN  
D'ETUDES HYDRAUQUILQUES

O.R.S.T.O.M.  
INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE POUR LE DEVELOPPEMENT  
EN COOPERATION

C.I.E.H.

## LACMOD

*Logiciel de montage et d'exploitation sur micro-ordinateur  
du modèle de simulation  
des écoulements journaliers sur un ensemble  
de bassins versants avec retenues*

Manuel d'utilisation et d'exploitation  
du modèle MODLAC

G. GIRARD

Août 1992

Etude financée par le Fonds d'Aide et de Coopération de la République Française.

ORSTOM  
LABORATOIRE D'HYDROLOGIE  
DOCUMENTATION

## SOMMAIRE

PREFACE

PLAN DU MANUEL

### - PREMIERE PARTIE -

1.1. INTRODUCTION ET CADRE GENERAL DE REALISATION DU MANUEL .....	1
1.1.1. But de l'étude .....	2
1.1.2. Adresses des organismes à contacter .....	2
1.2. OBJECTIFS DU MODELE MODLAC .....	4
1.2.1. Généralités .....	4
1.2.2. Avantages et contraintes .....	5
1.2.3. Historique du modèle MODLAC .....	6
1.2.4. Autres applications en Afrique .....	7
1.3. CONCEPTION DU MODELE .....	8
1.3.1. Conception générale .....	8
1.3.2. Concepts hydrologiques utilisés .....	9
1.3.3. La fonction de transfert .....	10
1.3.4. Bilan des retenues .....	12
1.3.5. Données pluviométriques requises .....	13
1.3.6. Information apportée par la télédétection .....	14
1.3.7. Possibilités de couplage pour l'étude des eaux souterraines .....	14
1.4. EQUIPEMENTS REQUIS .....	15
1.4.1. Equipement informatique minimal .....	16
1.4.2. Equipement informatique optimal .....	16
1.4.3. Equipement informatique du futur .....	17

1.4.4. Matériel de bureau .....	18
1.5. DOCUMENTS ET DONNEES SPECIFIQUES A CHAQUE ETUDE .....	18

- DEUXIEME PARTIE -

2.1. STRUCTURE DE LA CHAINE DE PROGRAMMES .....	22
2.1.1. Organigramme général de modélisation .....	23
2.1.2. Présentation des menus du logiciel LACMOD .....	24
2.1.2.1. Menu secondaire de la géométrie MENU 1 .....	26
2.1.2.2. Menu secondaire de lancement du programme de géométrie MENU 2 .....	28
2.1.2.3. Menu secondaire des précipitations, formation du fichier pluies, des zones météorologiques ou MENU 3 .....	30
2.1.2.4. Menu secondaire des caractéristiques des retenues ou MENU 4 .....	33
2.1.2.5. Menu secondaire des ETP, ou MENU 5 .....	35
2.1.2.6. Menu secondaire de l'utilisation des eaux ou MENU 6 .....	37
2.1.2.7. Menu secondaire de préparation des fichiers pour le calage du modèle (débits et niveaux) ou MENU 7 .....	39
2.1.2.8. Menu secondaire de simulation ou MENU 8 .....	42
2.1.2.9. Menu secondaire d'extraction des résultats de la simulation et de comparaison ou MENU 9 .....	44
2.2. DESCRIPTION DETAILLEE DES MENUS DU LOGICIEL LACMOD ..	48
2.2.1. Menus de la géométrie (maillage) .....	48
2.2.1.1. Menu 1.1: Saisie et discrétisation par INIMAIL .....	48
2.2.1.2. Menu 1.2: Saisie manuelle par PREPAGEO .....	52
2.2.1.3. Menu 1.3: Correction de la géométrie par COREGEO .....	54
2.2.1.4. Menu 1.4: Dessin du maillage préparé par FLECHES .....	54
2.2.1.5. Menu 1.5: Introduction de la télédétection par TELENOEL .....	55
2.2.1.6. Menu 1.6: Contenu du fichier FIC10 par LECFIC10 .....	56
2.2.2. Menu de la géométrie (programmes) .....	59
2.2.2.1. Menu 2.1.: Programme de géométrie (MAINGEO) .....	59
2.2.3. Menu des précipitations .....	60
2.2.3.1. Menu 3.1: Formation du fichier METEO ou FIC14.MET par fichiers issus de PLUVIOM. Nom du logiciel: LECPLUVIOM .....	60
2.2.3.2. Menu 3.2: Préparation séquentielle du fichier METEO. Méthode manuelle. Nom du logiciel: PREPAMET .....	64
2.2.3.3. Menu 3.3: Extraction des caractéristiques de la pluviométrie à partir du fichier FIC14. Nom du logiciel: LECFIC14 .....	65
2.2.3.4. Menu 3.4: Formation du fichier des pluies seules. Nom du logiciel: FORMPLUV .....	67

2.2.3.5. Menu 3.5: Formation des zones pluviométriques et FIC14. Nom du logiciel appelé: FORMZONE .....	69
2.2.3.6. Menu 3.6: Affectation des postes pluviométriques. Nom du logiciel: AFFECTPJ .....	71
2.2.3.7. Menu 3.7: Formation du fichier PLUIES par tableaux. Nom du logiciel: PLUSAIS .....	74
2.2.3.8. Menu 3.8: Formation du fichier FIC14 avec le fichier PLUIES. Nom du logiciel: ZONE .....	79
<b>2.2.4. Menus des caractéristiques des retenues .....</b>	<b>80</b>
2.2.4.1. Menu 4.1: Caractérisation de la géométrie des retenues. Nom du logiciel: SHLAC .....	80
2.2.4.2. Menu 4.2: Préparation de FIC34-FIC44. Prélèvements. Nom du logiciel: PREPR344 .....	82
2.2.4.3. Menu 4.3: Formation du fichier des caractéristiques des lacs. Nom du logiciel: FORMLACB .....	87
2.2.4.4. Menu 4.4: Formation des fichiers FIC34.MOD et FIC44.MOD des caractéristiques des retenues. Nom du logiciel: PRE3444 .....	94
2.2.4.5. Menu 4.5: Formation du fichier SHLAC.DON des retenues cubées. Nom du logiciel: FORMESHL .....	94
<b>2.2.5. Menus des évapotranspirations .....</b>	<b>95</b>
2.2.5.1. Menu 5.1: Calcul de l'ETP Penman journalière. Nom du logiciel: ETP .....	95
2.2.5.2. Menu 5.2: Calcul de l'ETP Penman mensuelle. Nom du logiciel: PENMAN .....	99
2.2.5.3. Menu 5.3: Evaluation de l'ETP en altitude. Nom du logiciel: EVALUETP .....	100
2.2.5.4. Menu 5.4: Formation du fichier des ETP (ETPMOD) Nom du logiciel: FORMETP .....	100
<b>2.2.6. Menu des utilisations des eaux .....</b>	<b>101</b>
2.2.6.1. Menu 6.1: Prélèvements mensuels dans les retenues. Nom du logiciel: EXHAURE .....	101
2.2.6.2. Menu 6.2: Formation de PRELEV.MOD à partir des tableaux de prélèvements Nom du logiciel: PRELEV .....	102
2.2.6.3. Menu 6.3: Formation de PRELEV.MOD à partir des tableaux de prélèvements et des débits restitués. Nom du logiciel: PRELEVRS .....	104
<b>2.2.7. Menus des débits et niveaux d'eau observés .....</b>	<b>106</b>
2.2.7.1. Menu 7.1: Lancement du logiciel PREDEBJH. Nom du logiciel: PREDEBJH .....	106
2.2.7.2. Menu 7.2: Utilisation de la banque HYDROM. Formation FIC20-DEBITS. Nom du logiciel: PREFIC20 .....	109
2.2.7.3. Menu 7.3: Traitement des hauteurs instantanées de HYDROM. Nom du logiciel: HYDROMHI .....	110
2.2.7.4. Menu 7.4: Utilisation de la banque HYDROM: FIC14-HAUTEURS. Nom du logiciel: PREFIC21 .....	112

2.2.7.5. Menu 7.5: Utilisation de la banque HYDROM: formation de FIC20-DEBITS. Nom du logiciel: HYDROMQI .....	112
2.2.7.6. Menu 7.6: Formation de FIC20 à partir des tableaux manuels de débit. Nom du logiciel: LECQJOBS .....	114
2.2.7.7. Menu 7.7: Formation de FIC21 à partir des tableaux manuels de hauteur. Nom du logiciel: LECHJOBS .....	115
2.2.7.8. Menu 7.8: Formation de FIC20 à partir des débits journaliers d'HYDROM. Nom du logiciel: HYDROMQ .....	116
<b>2.2.8. Menus de lancement de la simulation .....</b>	<b>118</b>
2.2.8.1. Menu 8.1: Création du fichier FICLAC. Nom du logiciel: PREPALAC .....	118
2.2.8.2. Menu 8.2: Modification du fichier FICLAC. Nom du logiciel: MODPPLAC .....	125
2.2.8.3. Menu 8.3: Lancement du modèle MODLAC. Nom du logiciel: MAINLAC .....	126
2.2.8.4. Menu 8.4: Décomposition du fichier résultats RESLAC. Nom du logiciel: LECTGRAP .....	126
<b>2.2.9. Menus de traitement des résultats de la simulation .....</b>	<b>127</b>
2.2.9.1. Menu 9.1: Traitement du fichier FIC29.RES. Nom du logiciel: LECFIC29 .....	127
2.2.9.2. Menu 9.2: Traitement du fichier FIC35.RES. Nom du logiciel: LECFIC35 .....	127
2.2.9.3. Menu 9.3: Traitement du fichier FIC39.RES. Nom du logiciel: LECFIC39 .....	129
2.2.9.4. Menu 9.4: Courbes(s) des volumes-surfaces-niveaux ou débits simulés. Nom du logiciel: SORTSIMN .....	129
2.2.9.5. Menu 9.5: Comparaison(s) des niveaux simulés et observés. Nom du logiciel: NEWLSORT .....	131

- TROISIEME PARTIE -

<b>3.1. DOCUMENTATION ET NOTICES D'UTILISATION .....</b>	<b>135</b>
3.1.1. Références bibliographiques de la modélisation hydrologique que le CIEH possède .....	135
3.1.2. Notice d'utilisation du modèle MODLAC .....	136
3.1.3. Notice d'utilisation du logiciel de repérage des mailles de la couche de surface à l'aide de INIMAIL.F .....	136
3.1.4. Préparation en vue de la formation du fichier METEO ou FIC14.MET .....	139
3.1.5. Formation du fichier DEBITS ou FIC20 .....	141

<b>3.2. OPERATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE DU MODELE</b> .....	143
3.2.1. Le montage du maillage .....	144
3.2.2. L'information discrétisée sur le maillage .....	148
3.2.3. Le contrôle informatique du maillage de surface .....	150
3.2.4. Les informations recueillies à la suite de la réalisation de cette discrétisation .....	153
3.2.5. Traitement des informations recueillies sur les précipitations et les évapotranspirations .....	154
3.2.6. Traitement des informations recueillies sur les débits et les hauteurs d'eau .....	159
3.2.7. Le traitement des informations concernant les retenues .....	160
3.2.8. Les diverses utilisations de l'eau des retenues ou sur le réseau hydrographique .....	163
3.2.9. Les interfaces avec les banques de données de l'ORSTOM .....	164
3.2.10. L'exploitation du modèle ainsi monté .....	165
3.2.10.1. Calage du bilan hydrique .....	165
3.2.10.2. Introduction des retenues .....	165
3.2.10.3. Tests comparateurs des résultats obtenus et de ceux de l'observation .....	166
3.2.10.4. Le calage définitif ou séquentiel .....	166
3.2.10.5. Les tests de sensibilité .....	166
3.2.11. Les liaisons et interactions avec les suivis hydropluviométriques ...	167
3.2.12. Les calages des paramètres du modèle MODLAC .....	168
3.2.13. Les reconstitutions des écoulements naturels ou perturbés .....	170
3.2.14. Les exploitations réalisables avec le modèle MODLAC .....	171
3.2.15. Le côté formation .....	172
3.2.16. Les couplages grâce à la discrétisation .....	172
3.2.17. Les recommandations .....	173
<b>3.3. PRESENTATION DU JEU DE DISQUETTES INFORMATIQUES</b> .....	174
3.3.1. Fichier DISKA.LZH dit "de démonstration" .....	174
3.3.1.1. Etude de la géométrie .....	176
3.3.1.2. Simulation des écoulements .....	177
3.3.1.2.1. Exemple sur l'évaporation .....	179
3.3.1.2.2. Exemple sur les précipitations .....	180
3.3.1.2.3. Exemple de destruction d'une retenue d'ordre 2 .....	181
3.3.1.2.4. Exemple de modification des prélèvements sur une retenue .....	181
3.3.2. Disquettes "B" dites "du logiciel LACMOD et du modèle MODLAC" .....	182
3.3.2.1. Cas n°2 - Type PC286 .....	183

3.3.2.1.1. Disquette MODLAC-B1MS .....	183
3.3.2.1.2. Disquette MODLAC-B2MS .....	184
3.3.2.2. Cas n°3 - Type PC386 équipé .....	185
3.3.2.2.1. Disquette MODLAC-B1FL .....	185
3.3.2.2.2. Disquette MODLAC-B2FL .....	186
3.3.2.2.3. Disquette MODLAC-B3FL .....	187
3.3.2.2.4. Disquette MODLAC-B4FL .....	187
3.3.2.2.5. Disquette MODLAC-B5FL .....	188
3.3.3. Disquette de contrôle "MODLAC-D" .....	188
3.3.3.1. Fichier BILANRET.LZH de la disquette MODLAC-D .....	192
<b>3.4. IMPLANTATION DU LOGICIEL LACMOD</b>	
3.4.1. Modélisation avec PC286 ou PC386 non équipés pour travailler en extension mémoire libre .....	201
3.4.1.1. Montage de nouveaux exécutables sous MS-DOS .....	204
3.4.2. Modélisation avec un encombrement maximal limité avec le Fortran Lahey .....	205
3.4.3. Fourniture du logiciel LACMOD pour PC286 .....	207
3.4.4. Fourniture du logiciel LACMOD pour PC386 équipés .....	208
3.4.5. Solutions possibles de fourniture de disquettes pour le montage et la simulation des écoulements journaliers sur un bassin versant aménagé hydrauliquement .....	209
3.4.6. Instructions pour l'installation du logiciel LACMOD. Modélisation des écoulements journaliers sur un bassin versant équipé de retenues. (Version 1, Microsoft PC286) .....	211
3.4.6.1. Copie de la disquette MODLAC-B1MS .....	211
3.4.6.2. Copie de la disquette MODLAC-B2MS .....	213
3.4.6.3. Modification de CONFIG.SYS .....	214
3.4.6.4. Modification de AUTOEXEC.BAT .....	214
3.4.7. Instruction pour l'installation du logiciel LACMOD. Modélisation des écoulements journaliers sur un bassin versant équipé de retenues. (Version 1, Fortran Lahey, PC386) .....	214
3.4.7.1. Copie de la disquette MODLAC-B1FL .....	214
3.4.7.2. Copie de la disquette MODLAC-B2FL .....	216
3.4.7.3. Copie de la disquette MODLAC-B3FL .....	216
3.4.7.4. Copie de la disquette MODLAC-B4FL .....	217
3.4.7.5. Modification de CONFIG.SYS .....	217
3.4.7.6. Modification de AUTOEXEC.BAT .....	217
3.4.8. Implantation à partir des exécutables .....	218
3.4.8.1. Définitions .....	218
3.4.8.2. Rappels du montage pour les trois systèmes suivants: PC286, PC386, SUN ..	219

3.4.8.3. Phase d'installation du logiciel: cas du PC286 et PC386 .....	220
3.4.8.4. Phase de recopie des données .....	223
3.4.8.5. Cas spécial du logiciel pour une station de type SUN .....	223
3.4.9. Fourniture des disquettes 3 po 1/2 du logiciel LACMOD par le CIEH .....	223
<b>3.5. EXERCICE D'ENTRAINEMENT. MONTAGE D'UNE NOUVELLE APPLICATION DU MODELE DE SIMULATION DES ECOULEMENTS SUR UN BASSIN VERSANT HYDRAULIQUEMENT AMENAGE .....</b>	<b>224</b>
3.5.1. Partie 1: montage de la géométrie .....	226
3.5.2. Partie 2: Phases de formation des 5 fichiers indiqués (FIC14.MET à FICLAC) .....	227
3.5.3. Partie 3: Simulations .....	233
3.5.4. Autre exercice .....	235
3.5.5. Aide à l'utilisation du logiciel .....	235
3.5.5.1. Fichiers de base .....	237
3.5.5.2. Autres fichiers .....	239
3.5.5.3. Utilisations du modèle calé .....	240
3.5.5.4. Utilisation du modèle hors manuel .....	241
3.5.5.5. Précautions à prendre .....	241
3.5.6. Exemples-types d'utilisation du logiciel .....	242
A - Utilisation de l'écran .....	242
B - Utilisation des fichiers de données .....	244

## - QUATRIEME PARTIE

### EXEMPLE D'UTILISATION: LE BASSIN DU MASSILI AU BURKINA FASO

4.1. RAPPEL DES OBJECTIFS .....	247
4.2. CARACTERISTIQUES DU BASSIN, SON CHOIX ET SA LOCALISATION .....	247
4.2.1. Choix du maillage et du schéma-type. Implantation .....	248
4.2.2. Direction de drainage et altitude minimale de chaque maille .....	248
4.2.3. Physiographie sur chaque maille .....	249
4.2.4. La géométrie du bassin .....	250
4.3. PREPARATION DES FICHIERS NECESSAIRES A LA SIMULATION ..	250
4.3.1. Formation du fichier "METEO" ou "FIC14.MET" .....	251
4.3.2. Etablissement des fichiers FIC34.MOD et FIC44.MOD de la géométrie des retenues d'ordre 1 et 2 .....	253



4.3.3. Formation du fichier des prélèvements d'eau ou PRELEV.MOD	....	257
4.3.4. Formation du fichier de lancement de la simulation FICLAC	.....	258
4.4. LES RESULTATS DE LA SIMULATION	.....	259
4.4.1. Listing de sortie	.....	260
4.4.2. Fichiers résultats	.....	261
4.5. LOGICIELS D'EXPLOITATION DES RESULTATS	.....	262
4.5.1. Formation des fichiers FIC20 et FIC21 des débits et hauteurs	.....	263
4.5.2. Le logiciel SORTSIMN	.....	264
4.5.3. Le logiciel NEWLSORT	.....	264
4.6. REGLAGES ET RESULTATS OBTENUS	.....	265
4.7. CONCLUSION	.....	267

ANNEXE A: Objectifs et conception du modèle

ANNEXE B: Procédés pratiques de discrétisation et caractéristiques des retenues

ANNEXE C: Notice d'utilisation aide-mémoire

ANNEXE D: Titres des fichiers de l'exercice d'entraînement

ANNEXE E: Additifs successifs