

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

COMITE INTER-AFRICAIN
D'ETUDES HYDRAUQUILIQUES

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
2.2.4. Menus des caractéristiques des retenues	80
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
2.2.5. Menus des évapotranspirations	95
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
2.2.6. Menu des utilisations des eaux	101
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
2.2.7. Menus des débits et niveaux d'eau observés	106
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
2.2.8. Menus de lancement de la simulation	118
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
2.2.9. Menus de traitement des résultats de la simulation	127
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 -

3.1. DOCUMENTATION ET NOTICES D'UTILISATION	135
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

3.2. OPERATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE DU MODELE	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
3.3. PRESENTATION DU JEU DE DISQUETTES INFORMATIQUES	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
3.4. IMPLANTATION DU LOGICIEL LACMOD	
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
3.5. EXERCICE D'ENTRAINEMENT. MONTAGE D'UNE NOUVELLE APPLICATION DU MODELE DE SIMULATION DES ECOULEMENTS SUR UN BASSIN VERSANT HYDRAULIQUEMENT AMENAGE	224
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