

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

Ecole Nationale Supérieure  
des Mines de Saint-Etienne

ACADEMIE DE MONTPELLIER

Université des Sciences et  
Techniques du Languedoc

# THÈSE

présentée à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc pour  
obtenir le grade de Docteur de 3ème cycle Géologie Appliquée  
option Hydrogéologie

## **M.I.S.E.** **MODELE INTEGRE DE STRATEGIE DE L'EAU** **OUTIL PEDAGOGIQUE** **ET D'AIDE A LA DECISION**

par

**Didier GRAILLOT**

soutenue le 23 septembre 1983 devant la Commission d'Examen

JURY : MM. C. DROGUE      Président  
          P. DAVOINE      Rapporteur  
          A. COINDE  
          A. MATHON  
          C. GLEIZES

G 8184

\*\*\*\*\*  
 \* SOMMAIRE \*  
 \*\*\*\*\*

	Pages
- AVANT-PROPOS	2
- RESUME - MOTS-CLES	4
- SOMMAIRE	5
- LISTE DES FIGURES, DEFINITION DES SIGLES ET DES ABBREVIATIONS UTILISEES	13
- INTRODUCTION	17
<u>Première partie</u> : PRESENTATION GENERALE DU M.I.S.E.	21
- <u>CHAPITRE 1</u> : DETERMINATION DES OBJECTIFS	23
1.1 - Introduction et concepts généraux	23
1.1.1 - Les ressources en eau	
1.1.2 - La gestion intégrée des ressources en eau souterraine	
1.2 - Modèles existant actuellement pour la gestion intégrée des ressources en eau souterraine	25
1.2.1 - Formulation générale des modèles	
1.2.2 - Exemples de modèles opérationnels	
1.3 - Quels doivent être les utilisateurs de ces modèles ?	28
1.4 - Les objectifs pédagogiques du M.I.S.E.	28
1.4.1 - Les objectifs généraux	
1.4.2 - Les objectifs spécifiques	
- <u>CHAPITRE 2</u> : CONCEPTION ET ELABORATION DU M.I.S.E.	31
2.1 - Conception	31
2.1.1 - M.I.S.E. - Modèle de simulation	
2.1.1.1 - Les décisions	
2.1.1.2 - Les incidents	
2.1.2 - M.I.S.E. - Modèle de gestion	
2.1.2.1 - Outil d'optimisation	
2.1.2.2 - Outil de contrôle de gestion	

2.1.3 - M.I.S.E. - Modèle stratégique	
2.1.3.1 - Enchaînement but-moyens	
2.1.3.2 - Evaluation de la stratégie - Analyse diagrammatique	
2.2 - Elaboration du modèle	43
2.2.1 - Situation initiale : réalisation des fo- rages	
2.2.2 - Simulation de réseau	
2.2.3 - Gestion complète	
2.2.4 - Présentation du système dans son ensemble	
2.2.5 - Structure d'utilisation	
- <u>CHAPITRE 3 : MISE EN OEUVRE</u>	53
3.1 - Quelles sont les décisions à prendre ?	53
3.2 - Quelles sont les données dont on dispose ?	55
3.2.1 - Données à accès libre	
3.2.2 - Données à accès contrôlé	
3.2.3 - Banques de données	
3.3 - Comment l'ordinateur gère les données et assiste les décisions ?	58
3.3.1 - Répertoire DONNEES	
3.3.2 - Répertoire TIRAGE	
3.3.3 - Répertoire ZONE	
3.3.4 - Utilisation du micro-ordinateur TEKTRONIX	
3.4 - Mode d'utilisation du M.I.S.E.	61
<u>Deuxième partie : DESCRIPTION DU LOGICIEL</u>	63
MODELES ET TECHNIQUES INFORMATIQUES UTILISES ET INTEGRABLES DANS LE M.I.S.E.	
Cette deuxième partie est détaillée en Annexes.	
- <u>INTRODUCTION</u>	65
- <u>PRESENTATION DU LOGICIEL</u>	68
. Utilisation du modèle hydrodynamique (Annexe 4)	

. Méthode d'interprétation automatique des courbes de sondages électriques (géophysique) (Annexe 5)	
. Optimisation économique du tracé du réseau d'alimentation en eau potable (Annexe 8)	
. Généralités sur les modèles de réseau	
. Optimisation technique du réseau de distribution dans le cadre du M.I.S.E. (Annexe 7)	
. Procédures de définition de visualisation et de modification du réseau sur table traçante (Annexe 6)	
- <i>CONCLUSIONS</i>	74
<u>Troisième partie</u> : APPLICATION AU PROJET REEL : ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES COMMUNES DE BONSON ET DE SAINT-RAMBERT sur LOIRE (plaine du FOREZ, LOIRE) (Les données)	77
- <i>INTRODUCTION</i>	79
- <u>CHAPITRE 1</u> : <i>CADRE GEOGRAPHIQUE</i>	81
- <u>CHAPITRE 2</u> : <i>CADRE GEOLOGIQUE</i>	83
2.1 - Rappel sur la série stratigraphique tertiaire	83
2.2 - Géologie des formations alluvionnaires	83
2.2.1 - La zone de divagation de la LOIRE	
2.2.2 - La basse terrasse	
2.2.3 - Les hautes terrasses d'alluvions anciennes	
2.3 - Synthèse des résultats des sondages mécaniques effectués à l'échelle du secteur SAINT-CYPRIEN, BONSON, SAINT-RAMBERT sur LOIRE (CPGF 1965) au sein des formations alluvionnaires.	35
2.4 - Cadre tectonique	87
2.4.1 - Répartition directionnelle des failles à l'échelle du secteur étudié.	

	Pages
- <u>CHAPITRE 3</u> : <i>CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE</i>	91
3.1 - Définition du magasin aquifère	91
3.2 - Conditions aux limites	91
3.3 - Hydrologie	93
3.4 - Ecoulement de la nappe	93
3.5 - Essais de débit	95
3.6 - Hydrochimie	95
3.7 - Bactériologie	95
3.8 - Résultats de prospection géophysique	95
- <u>CHAPITRE 4</u> : <i>CONTEXTE ECONOMIQUE</i>	101
4.1 - Etude des besoins en eau par secteur	101
4.1.1 - Secteur de BONSON	
4.1.2 - Secteur de SAINT-RAMBERT sur LOIRE	
4.2 - Estimation hydrodynamique des réserves globales disponibles pour la zone BONSON - SAINT-CYPRIEN - SAINT-RAMBERT sur LOIRE	103
4.2.1 - Evaluation de l'écoulement souterrain par la méthode de DARCY	
4.3 - Position du problème économique et du problème de la qualité. Influence de l'environnement	103
4.3.1 - Diverses solutions	
4.3.2 - Obstacles à l'adoption des différentes solutions	
4.4 - Conclusion	106
- <u>CHAPITRE 5</u> : <i>CONTEXTE TECHNIQUE - LE RESEAU DE DISTRIBUTION</i>	107
5.1 - Introduction	107
5.2 - Approche actuelle des réseaux (quelques rappels)	107
5.2.1 - Principaux éléments du bilan technique des réseaux	
5.3 - Bilan technique du réseau de distribution d'eau potable de la commune de BONSON	110
5.4 - Bilan technique du réseau de distribution d'eau potable de la commune de SAINT-RAMBERT sur LOIRE	111

	Pages
5.5 - Remarques	111
5.6 - Conclusion	112
- <i>CONCLUSION pour l'ensemble de la troisième partie : Les données.</i>	115
<u>Quatrième partie</u> : COMPTE-RENDU D'EXECUTION ET D'EVALUATION DU M.I.S.E. (Sessions de janvier 83 et de juin 83).	117
- <i>INTRODUCTION</i>	119
- <u>CHAPITRE 1</u> : <i>CADRE DU M.I.S.E. POUR LES SESSIONS DE JANVIER ET DE JUIN 83</i>	121
1.1 - Rappel de la cible, des données proposées et des con- traintes	121
1.2 - But des stages 83	122
1.3 - Participants	123
1.4 - Déroulement	123
- <u>CHAPITRE 2</u> : <i>COMPARAISON DES DEMARCHES ENTREPRISES PAR LES                   GROUPES UTILISATEURS HYDE1, HYDE2, HYDE3 ET                   HYDE4. RESULTATS</i>	125
2.1 - Comparaison des démarches entreprises	125
2.2 - Résultats	129
- <u>CHAPITRE 3</u> : <i>INTERPRETATION DES RESULTATS</i>	133
3.1 - Prospection en eau	133
3.1.1 - Localisation des puits	133
3.1.2 - Analyse des rabattements obtenus	134
3.1.3 - HYDE1	136
3.1.3.1 - Démarche suivie	
3.1.3.2 - Pompages	
3.1.3.3 - Simulation de l'aménagement d'un plan d'eau	
3.1.3.4 - Simulation d'une digue sur la LOIRE	
3.1.3.5 - Coût des opérations	
3.1.3.6 - Conclusions	

	Pages
3.1.4 - HYDE2	141
3.1.4.1 - Démarche suivie	
3.1.4.2 - Pompages	
3.1.4.3 - Optimisation du débit d'exploitation dans le puits FH22	
3.1.4.4 - Simulation d'une crue de la LOIRE et du BONSON	
3.1.4.5 - Résultats	
3.1.4.6 - Coût des opérations	
3.1.4.7 - Conclusions.	
3.1.5 - HYDE3	146
3.1.5.1 - Démarche suivie	
3.1.5.2 - Pompages	
3.1.5.3 - Coût des opérations	
3.1.6 - HYDE4	148
3.1.7 - Remarques	150
3.1.8 - Détermination des caractéristiques du ter- rain	152
3.2 - Réalisation des réseaux de distribution	154
3.2.1 - Stratégie de distribution	154
3.2.2 - Scénarios d'évolution de la consommation	155
3.2.2.1 - Evolution en fonction du temps	
3.2.2.2 - Evolution géographique	
3.2.3 - Stratégie d'exploitation des puits - Instal- lation des pompes	157
3.2.4 - Conception et renforcement des réseaux - As- pect technique	161
3.2.4.1 - Calcul et tracé	
3.2.4.2 - Exécution technique	
. Canalisations	
. Branchements	
3.2.5 - Coûts de réalisation du réseau de distribution	176
3.2.5.1 - Equipements des installations	
3.2.5.2 - Dépenses totales pour la mise en service des réseaux	

	Pages
3.3 - Facteurs de risques	180
3.4 - Gestion - Prix de l'eau	182
- <u>CHAPITRE 4</u> - <i>COMPARAISON STRATEGIE-DECISIONS POUR :</i>	187
4.1 - HYDE1	188
4.2 - HYDE2	188
4.3 - HYDE3	189
4.4 - HYDE4	189
- <u>CHAPITRE 5</u> - <i>ECARTS STRATEGIE-DECISIONS. CONTROLE DE GESTION</i>	191
5.1 - Ratios	191
5.2 - Analyse des courbes réalisées	191
5.2.1 - Tracé des vecteurs de situation	
5.2.2 - Tracé des courbes polaires d'évolution des projets	
5.2.3 - Interprétation	
5.2.3.1 - HYDE1	
5.2.3.2 - HYDE2	
5.2.3.3 - HYDE3 et HYDE4	
- <u>CHAPITRE 6</u> - <i>INCIDENTS LIES A LA REALISATION DES PROJETS</i>	201
- <u>CHAPITRE 7</u> - <i>INTERROGATION DE LA BANQUE DE DONNEES</i>	205
- <u>CHAPITRE 8</u> - <i>CRITIQUE DES PARTICIPANTS AUX STAGES M.I.S.E. ET A LA JOURNEE DU 28 JANVIER 1983</i>	207
8.1 - Critiques	207
8.2 - Eléments de réponse	208
- <i>CONCLUSION A LA QUATRIEME PARTIE</i>	212
- <i>CONCLUSIONS GENERALES ET PROJETS</i>	213
- <i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>	219
- <i>ANNEXES</i>	
1. Déroulement séquentiel du M.I.S.E.. Description fonction- nelle	

2. Programme de déroulement des stages M.I.S.E.
3. Manuel d'instructions d'utilisation
4. Procédure d'utilisation de la modélisation hydrodynamique
5. Méthode d'interprétation automatique des sondages électriques (géophysique)
6. Procédures de définition, de visualisation et de modification du réseau sur table traçante. Programmes DEFI et VISMOD
7. Procédures d'utilisation des programmes d'optimisation technique du réseau d'alimentation en eau. Programmes CHEMA, SAS et OTECH
8. Procédures d'utilisation du programme d'optimisation économique du tracé du réseau. Programme OTER
9. Comment se constituer une banque de données ?
10. Banque de données mise à la disposition des utilisateurs. Données informatisées
11. Listing des incidents liés aux différentes opérations.
12. Calcul automatisé du coût de construction du réseau  
Programme CINST

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
Ecole Nationale Supérieure  
des Mines de Saint-Etienne

ACADEMIE DE MONTPELLIER  
Université des Sciences et  
Techniques du Languedoc

# THÈSE

présentée à l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc pour  
obtenir le diplôme de Docteur de 3ème cycle Géologie Appliquée  
option Hydrogéologie

**M.I.S.E**  
**MODELE INTEGRE DE STRATEGIE DE L'EAU**  
**OUTIL PEDAGOGIQUE**  
**ET D'AIDE A LA DECISION**

## ANNEXES

par

Didier GRAILLOT

soutenue le 23 septembre 1983 devant la Commission d'Examen

JURY : MM. C. DROGUE      Président  
          P. DAVOINE      Rapporteur  
          A. COINDE  
          A. MATHON  
          C. GLEIZES  
          J. BAETZ

G.8184.2

## SOMMAIRE DES ANNEXES

- 1 - *Déroulement séquentiel du M.I.S.E. - Description fonctionnelle.*
- 2 - *Programme de déroulement des stages M.I.S.E..*
- 3 - *Manuel d'instructions d'utilisation.*
- 4 - *Procédure d'utilisation de la modélisation hydrodynamique.*
- 5 - *Méthode d'interprétation automatique des sondages électriques (géophysique).*
- 6 - *Procédures de définition, de visualisation et de modification du réseau sur table traçante. Programmes DEFI et VISMOD.*
- 7 - *Procédures d'utilisation des programmes d'optimisation technique du réseau d'alimentation en eau. Programmes CHEMA, SAS et OTECH.*
- 8 - *Procédures d'utilisation du programme d'optimisation économique du tracé du réseau. Programme OTER.*
- 9 - *Comment se constituer une banque de données ?*
- 10 - *Banque de données mise à la disposition des utilisateurs. Données informatisées.*
- 11 - *Listing des incidents liés aux différentes opérations.*
- 12 - *Calcul automatisé du coût de construction du réseau. Programmes CINST et CALRES.*