

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

THESE

Présentée par:

BIROUCHE Madjid

à

l'Université de Constantine

Institut de Mathématiques

Pour l'obtention du diplôme
de Magister en Mathématiques

Option: **Statistiques Appliquées**

TITRE

**METHODES D'ANALYSE DE FIABILITE D'UN
RESEAU ELECTRIQUE URBAIN**

Cas du Réseau MT de Béjaïa

Soutenue à Constantine: Le 18 Avril 1995

Devant la Commission d'examen:

<u>Président:</u>	Mr B. KSIR	M. C	Université de Constantine
<u>Rapporteur:</u>	Mr D. AISSANI	Professeur	C. Universitaire de Béjaïa
<u>Examineurs:</u>	Mr A. ARAAR	PhD	Université d' Annaba
	Mr M. BELKACEMI	M. C	Université de Batna

1995

Sommaire

Introduction:	1
Chapitre I: STRUCTURE DES RESEAUX ELECTRIQUES URBAINS	3
Introduction:	3
I) Présentation des réseaux électriques MT urbains:	3
I.1) Structure des réseau MT urbain	4
I.1.1) Structure en coupure d'artère	5
I.1.2) Structure en double dérivation	5
I.2) Les postes de transformation MT/BT:	5
I.2.1) Les postes de distribution publique	5
I.2.2) Les postes de livraison	6
I.2.3) Les postes mixtes	6
II) Description du réseau MT de Béjaïa:	6
II.1) Structure du réseau MT de Béjaïa	7
II.2) Nature des défauts	7
II.2.1) Facteurs internes	8
II.2.2) Facteurs externes	8
II.3) Recherche du point de défauts sur le câble MT	8
II.3.1) Réparation du câble après avarie:	8
Conclusion:	8
Chapitre II: METHODES D'ANALYSE DE FIABILITE D'UN RESEAU ELECTRIQUE DE DISTRIBUTION	9
Introduction	9
A) INDICES DE FIABILITE ET METHODES D'ANALYSE:	9
I) Préliminaires, notations et définitions:	9
I.1) Préliminaires	9
I.2) Notation	10
I.3) Définitions:	11
I.3.1) Alimentation	11
I.3.2) Service	11
I.3.3) Disponibilité du service	11
I.3.4) Indisponibilité du service	11
I.3.5) La fiabilité du service	11

1.3.6) La réprabilité / remise en service	12
1.3.7) Défaillance	12
1.3.8) Interruption	12
1.3.9) Taux de défaillance	12
1.3.10) Taux de remise en service	13
1.3.11) Durée moyenne d'interruption MTTR	13
1.3.12) Durée moyenne de bon fonctionnement MTBF	13
1.3.13) Durée annuelle de fonctionnement	14
II) Indices de fiabilité d'un réseau électrique de distribution:	14
II.1) Indices de fiabilité d'un point de charge	14
II.1.1) Fréquence de coupure / défaillance	14
II.1.2) Durée moyenne de coupure	15
II.1.3) Energie non distribuée	15
II.2) Indices de fiabilité du système:	16
II.2.1) Fréquence de coupure	16
II.2.2) Durée moyenne de coupure:	16
II.2.3) Energie non distribuée	16
II.3) Indice de fiabilité d'un système à structure bouclée	17
B) METHODES ANALYTIQUES DE CALCUL DE FIABILITE:	17
I) Méthode des réseaux	17
1.1) Configuration "en série":	17
1.2) Configuration "en parallèle"	18
1.3) Configuration K/N "K parmi N"	18
1.4) Configuration "complexe"	18
1.4.1) Méthode de décomposition:	19
1.4.2) Méthodes des ensembles minimaux de coupure ou de liaison	19
II) Méthode Markovienne	20
II.1) Equations d'états	20
II.2) Probabilités d'états	21
II.3) Temps moyen de passage entre deux états	23
II.4) Fréquence moyenne d'occupation d'un état	23
C) METHODE DE SIMULATION:	24
I) Simulation de Monte-Carlo:	24
1.1) Principe de la méthode:	24
1.1.1) Génération des nombres aléatoires uniformément répartis sur $[0, 1]$	25
1.1.2) Génération des variables aléatoires ayant une loi donnée (méthode des transformées inverses)	27
1.1.3) Exemple de génération de variables aléatoires ayant une loi donnée	27

Conclusion:	28
Chapitre 3: Analyse de fiabilité du réseau MT de Béjaïa.	29
Introduction:	29
A) APPLICATION DE LA METHODE MARKOVIENNE:	29
I) Description du système:	29
II) Principe de la méthode:	29
III) Paramètres de fiabilité:	30
III.1) Données internationales	30
III.2) Données Sonelgaz:	31
IV) Analyse de fiabilité:	33
IV.1) Etude d'un système à huit états:	33
IV.1.1) Modélisation	33
IV.1.2) Probabilités d'états	35
IV.1.3) Indices de fiabilité	36
IV.2) Etude du système à quatre états	37
IV.2.1) Modélisation:	37
IV.2.2) Probabilités d'états	38
IV.2.3) Indices de fiabilité:	38
IV.3) Comparaison des résultats obtenus sur les deux systèmes	39
IV.4) Représentations graphiques	40
IV.5) Disponibilité des états en fonction du temps	40
B) APPLICATION DE LA METHODE MONTE-CARLO	43
I) Principe de la méthode:	43
II) Indices de fiabilité:	44
II.1) Indices de fiabilité d'un élément du réseau:	44
II.2) Indices de fiabilité du réseau:	45
III) Paramètres de fiabilité:	45
III.1) Données internationales	45
III.1.1) Calcul des taux de panne	45
III.1.2) Calcul des taux de remise en service	46
III.1.3) Le nombre de séquence N_s	46
III.2) Données Sonelgaz: (annexe A)	46
IV) Analyse de fiabilité:	47
IV.1) Algorithme de simulation de Monte-Carlo	47

IV.1.1) Description du programme de la simulation de Monte-Carlo	47
IV.2) Indices de fiabilité	49
IV.2.1) Temps moyen de bon fonctionnement du réseau (MTBFR)	49
IV.2.2) Temps moyen de remise en service du réseau (TRSr)	49
IV.2.3) Indisponibilité permanente du réseau $A(\alpha)$	50
IV.2.4) Temps de coupure annuel T_c	50
IV.2.5) Energie non distribuée END	50
IV.3) Analyse des résultats	51
IV.3.1) Paramètre de forme	51
IV.3.2) Moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBFR)	51
IV.3.3) Moyenne des temps de remise en service (MTRSr)	52
IV.3.3) Temps de coupure annuel, Energie non distribué	52
IV.4) Représentations graphiques:	52
IV.4.1) Courbe de la fiabilité:	52
IV.4.2) Courbe d'indisponibilité	52

Chapitre IV: Unification des modèles de fiabilité/ disponibilité/ réparabilité pour un réseau électrique urbain « Cas du réseau MT de Béjaïa »	55
Introduction:	55
A) THEOREME DE DYER:	55
I) Notations et définitions:	55
II) Système considéré:	56
III) Matrice des taux de transition correspondant à chaque modèle:	56
III.1) Modèle de la disponibilité:	56
III.2) Modèle de fiabilité:	58
III.3) Modèle de réparabilité:	59
IV) Solution exacte du système d'équation d'états:	59
B) UNIFICATION DES MODELES POUR UN RESEAU ELECTRIQUE URBAIN: Application au réseau MT de Béjaïa.	67
I) Principe de la méthode:	67
II) Paramètres de fiabilité:	67
III) Modélisation:	68
III.1) états du système:	68
III.2) Graphe des états:	69
II.3) Matrice des taux de transition V:	69

IV) Etude du système:	70
IV 1) Matrice de transition correspondant à chaque modèle	70
IV 1 1) Modèle de disponibilité	70
IV 1 2) Modèle d'indisponibilité	71
IV 1 3) Modèle de fiabilité	71
IV 1 4) Modèle de la réparabilité	72
IV 2) Algorithme de la méthode de Dyer	73
IV 2 1) Description du programme	73
IV 3) Indices de fiabilité	76
IV 4) Représentation graphiques	76
IV 4 1) Courbes de disponibilité et d'indisponibilité	76
IV 4 2) Courbe de fiabilité	77
IV 4 3) Courbe de réparabilité	77
C) ETUDE COMPARATIVE DES INDICES DE FIABILITE OBTENUS AVEC LES TROIS METHODES:	80
I) Indisponibilité permanente du réseau $A(\infty)$:	80
II) Temps de coupure annuel TC:	80
III) Energie non distribuée (END):	80
Conclusion générale	81
Bibliographie	82
Annexes	84