

THESE

Présentée au

CENTRE DE DEVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES AVANCEES

Pour l'obtention du grade de

MAGISTER EN CYBERNETIQUE

(Option : Architecture des systèmes)

**ETUDE ET EVALUATION D'ALGORITHMES
DE CONTROLE DISTRIBUE :
ELECTION**

Par:

Melle Taboudjemat Nadia

Soutenue le 25 Mai 1992 Devant le jury Composé de

<i>Mr H. Khelalfa</i> _____	<i>Président</i>
<i>Mr M. Benhamadi</i> _____	<i>Examineur</i>
<i>Mr M. Benmihoub</i> _____	<i>Examineur</i>
<i>Mr S. Lezzar</i> _____	<i>Examineur</i>
<i>Mr N. Badache</i> _____	<i>Rapporteur</i>

A toute ma famille,
et tous mes amis.

Remerciements

Je remercie **très** sincèrement:

Mr. H. KHELALFA, chef du laboratoire de recherche et de développement en **informatique(LRDI-CERIST)**, qui **me** fait l'honneur de presider le **jury** de cette these.

Mr. M. BENHAMADI, Directeur du CERIST, pour avoir mis a ma disposition les moyens necessaires a la bonne **marche** de mon travail, pour la confiance qu'il m'a **témoignée**, et sa participation **au jury**.

Mr. M. BENMIHOUB, charge de recherche au laboratoire intelligence artificielle **au** CDTA, **Mr. S. LEZZAR**, chef du laboratoire de genie logiciel **au** CDTA, qui ont **accepté** de participer **au jury** de cette these.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à **Mr. N. BADACHE**, charge de cours à l'**USTHB** qui m'a été d'une aide precieuse en dirigeant mon travail.

Je remercie l'ensemble du personnel du CERIST pour leur aide et sympathie.

Que **tous ceux** qui m'ont **soutenuet** encouragée trouvent ici l'**assurance** de mes remerciements **sincères** et amicaux.

RESUME

La nature **complexe** des algorithmes distribués engendre, dans certains cas, une discordance entre les résultats théoriques et les résultats pratiques. Parfois des mises en **oeuvres (même simulées)** permettent de déceler des comportements inattendus, voire incorrects.

Cette thèse est consacrée à l'étude des algorithmes d'élection. Le **problème** est, en effet, fondamental dans le calcul distribué. Les applications qui utilisent ce mécanisme **sont nombreuses** et variées.

Le **but** de cette thèse a été de faire un inventaire de ces algorithmes, en les répartissant par classes en fonction de la topologie du **réseau**. Leur spécification en **Estelle**, leur évaluation en utilisant le logiciel Echidna et l'analyse de **leurs performances** ont conduit **aux résultats** suivants:

- confirmer des comportements prévus par la théorie,
- **infirmer** certaines prévisions théoriques,
- déceler des erreurs dans certains algorithmes et proposer **une solution**,
- proposer une classification des algorithmes **évalués** en fonction de leurs **performances**,
- **enfin**, cette étude a permis de mettre en évidence **les** mécanismes **utilisés** dans la conception d'algorithmes d'élection. **Elle** pourrait aider à asseoir une méthodologie de construction d'algorithmes distribués d'élection.

Mots **clés**: Algorithmes distribués - Election - Simulation - Evaluation - Analyse - Complexité - Performance - Conception d'algorithmes distribués.

ABSTRACT

Because of their complexity, distributed algorithms generate in **some** cases, conflicts or differences **between theoretical** and practical results. Implementation of this **type** of algorithms may produce unexpected behaviour.

This thesis is devoted to study election algorithms. The **problem** is fundamental and very elemental in distributed computing. **Our** aim is to make an inventory of the algorithms, divide **them by classes** according to the network topology. The algorithms are specified in Estelle and evaluated under Echidna. The analysis **results are**:

- confirmation of expected **behaviours**,
- invalidation of **theoretical results**,
- detection of errors,
- classification of the algorithms,
- and at last, this **work** brings out the mechanisms and the **techniques** used to design election algorithms. It may **be** helpful for establishing a building methodology of leader finding solutions.

Key words: Distributed algorithms - Election - Simulation - Evaluation - Analysis - Complexity - Performance - Distributed algorithms design.

ملخص:

ان الطبيعة المعقدة للخوارزميات الموزعة تؤدي في بعض الحالات الى عدم التنسيق بين النتائج النظرية والنتائج التطبيقية . ففي بعض الاحيان يعطي تحقيق هذه الخوارزميات نتائج غير منتظرة أو غير صحيحة. و نظرا لأهمية الخوارزميات الإلتحائية في الحساب الموزع واستعمالها في تطبيقات عديدة و متنوعة خصصت هذه الأطروحة لدراستها.

وتهدف الدراسة إلى جمع هذه الخوارزميات و تصنيفها الى أقسام حسب شكل الشبكة. وبعد ترجمتها الى لغة برمجة الخوارزميات المتوازية ESTELLE و تقييمها عن طريق البرمجة ECHIDNA، ثم تحليل مدى فعاليتها، تم التوصل إلى النتائج التالية:

- ايجاد نتائج غير معارضة للتنبؤات النظرية،
- تنفيذ بعض هذه النتائج،
- الكشف عن بعض الاخطا في هذه الخوارزميات و اقتراح حلول لها،
- اقتراح تصنيف الخوارزميات التي تم تقييمها حسب فعاليتها،
- وأخيرا، سحت هذه الدراسة بإبراز الميكانيزمات المستعملة لإنشاء الخوارزميات الإلتحائية وقد يساعد ذلك على إقامة منهجية لتصميم هذه الخوارزميات.

الكلمات الدالة :

الخوارزميات الموزعة - انتخاب - تقييم - تحليل - تعقيد - فعالية - تصميم الخوارزميات الموزعة.

S O M M A I R E

INTRODUCTION	1
CHAPTER 1: NOTIONS FONDAMENTALES DE L'ALGORITHMIQUE DISTRIBUEE	
I CONTRAINTES DE LA DISTRIBUTION	
1 Absence De Mémoire Commune	3
2 Absence De Référentiel Temporel Global	3
3 Non Fiabilité De L'environnement D'exécution	4
II QUELQUES CONCEPTS DE BASE DE L'ALGORITHMIQUE DISTRIBUEE	
1 Le Jeton Circulant	4
2 L'estampillage	4
3 Le Calcul Diffusant	4
4 Le Transfert De Connaissances	5
III LES QUALITES D'UN ALGORITHME DISTRIBUE	
1 Hypothèses Sur Le Réseau De Communication	5
2 Degré De Répartition Isymétrie De L'algorithme	6
3 Résistance Aux Pannes	6
4 Etat Global Ou Local	6
5 Complexité En Trafic Et En Temps	7
IV LES ALGORITHMES D'ELECTION	7
CHAPTER 2: EVALUATION SOUS ECHIDNA	
I MOTIVATIONS ET OBJECTIFS	10
II LES OUTILS D'EVALUATION	
1 Le Logiciel	
1.1 Langage de spécification Estelle	11
1.2 Présentation d' Echidna	17
2 Le Matériel	18
III MISE EN OEUVRE DE LA SIMULATION SOUS ECHIDNA	
1 Le Modèle D'élection	19
2 Les Critères D'évaluation	19
3 Le Modèle Estelle Implémenté Sous Echidna	19
4 La Simulation Sous Echidna	20
5 Collecte Des Informations De Mesure	21
a) Évaluation du temps	21
b) Le principe d'évaluation:	23

CHAPTER 3: ETUDE DES ALGORITHMES D'ELECTION

I	DEFINITIONS ET TERMINOLOGIE	25
II	LANGAGE DE DESCRIPTION ET QUELQUES NOTATIONS	26
III	PRESENTATION D'UN ECHANTILLON D'ALGORITHMES	
1	ALGORITHMES D'ELECTION POUR TOPOLOGIE EN ANNEAU	
1.1	Introduction	27
1.2	Hypotheses	28
1.3	Algorithme De Chang Et Roberts	28
1.4	Algorithme De Dolev, Klawe Et Rodeh	30
1.5	Algorithme De Hirshberg Et Sinclair	32
1.6	Algorithme_P De Korach, Rotem Et Santoro	34
1.7	Algorithme De Fredreickson Et Lynch Pour Un Reseau Synchrone	35
1.8	Algorithme De Spirakis, Tampakas Et Athanasios	
1.9	Algorithme De Frankin	37
1.10	Algorithme_D De Bodlaender Et Van Leeuwen	37
1.11	Algorithme De J.Van Leeuwen Et R.B.Tan	38
2	ALGORITHMES POUR TOPOLOGIE COMPLETE	
2.1	Introduction	38
2.2	Hypotheses	39
2.3	Algorithmes De Garcia-Molina	
2.3.1	Principe De L'algorithme Brutal	40
2.3.2	Principe De L'algorithme(invitation)	40
2.4	Algorithme De Korach, Moran Et Zaks	40
2.5	Algorithmes De Afek Et Gafnı	
2.5.1	Principe	41
2.5.2	Algorithme A	42
2.5.3	Algorithme B	44
2.5.4	Algorithme C	46
2.6	Algorithme De Loui , Matsushita Et West	47
2.7	Algorithme De Attiya, Leeuwen Et Shmuel	50
3	ALGORITHMES D'ELECTION POUR TOPOLOGIE QUELCONQUE	
3.1	Introduction	50
3.2	Hypotheses.	51
3.3	Les Sites Sont Dotes D'identites Distinctes	
3.3.1	Algorithme De Helary, Maddi et Raynal (exploration en profondeur)	51
3.3.2	Algorithme De Helary, Maddi et Raynal (exploration en largeur)	55
3.3.3	Algorithme De Sven Skyum	57
3.3.4	Algorithme De Lavallee Et Lavault	57
3.4	Algorithmes Pour Reseaux Anonymes	
3.4.1	Algorithme De Christian Lavault	59
3.4.2	Algorithme De Yossi Et Afek	60

IV	TABLEAU RECAPITULATIF		
	1	Hypotheses Sur Le Reseau De Communication	62
	2	Hypotheses Sur Le Reseau Des Processus	62
	3	Degré De Répartition(ou Symétrie)	63
	4	Connaissance De L'état Global Ou Local	63
	5	Topologie En Anneau	63
	6	Topologie Complete	64
	7	Topologie Quelconque	64
V	LES TECHNIQUES UTILISEES		
	1	Election quand Les processus sont dotes d'identites distinctes	65
	2	Technique d'élection dans les réseaux anonymes	68
CHAPTER 4: EVALUATION ET ANALYSE			
I	EVALUATION DES PERFORMANCES		
	1	Topologie En Anneau	
		1.1 Algorithmes De Chang Et Roberts	72
		1.2 Algorithme De Dolev, Klawe Et Rodeh	74
		1.3 Algorithme De Hirshberg Et Sinclair	75
		1.4 Algorithme_P De Korach, Rotem Et Santoro	77
	2	Topologie Complete	
		2.1 Algorithmes De Afek Et Gafni [AFE 851	
		2.1.1 L'algorithme A	80
		2.1.2 L'algorithme B	81
		2.1.3 L'algorithme C	82
		2.2 Algorithme De Loui , Matsushita Et West	83
	3	Topologie Quelconque	
		3.1 Algorithme De Helary, Maddi et Raynal (exploration en profondeur)	84
		3.2 Algorithme De Helary, Maddi et Raynal (exploration en largeur)	88
		3.3 Comparaison Des Deux Explorations (en profondeur et en largeur)	
		3.3.1 Election Collective	91
		3.3.2 Election Individuelle	93
II	ETUDE COMPARATIVE		
	1	Topologie En Anneau	
		1.1 Election Collective	95
		1.2 Election Individuelle	96
	2	Topologie Complète	
		2.1 Election Collective	96
		2.2 Election Individuelle	97
CONCLUSION			115
BIBLIOGRAPHIE			
ANNEXE			