

Table des matières

AVANT-PROPOS	xv
CHAPITRE 1 LINUX: INTRODUCTION	1
1 Historique	1
2 Description de Linux et de ses fonctionnalités	3
3 Merci Internet!	4
4 Références	4
CHAPITRE 2 PRÉSENTATION GÉNÉRALE	9
1 Les différents types de systèmes d'exploitation	9
2 Rôle du système d'exploitation	10
2.1 Machine virtuelle	10
2.2 Partage du processeur	11
2.3 Gestion de la mémoire	12
2.4 Gestion de ressources	12
2.5 Centre de communication de la machine	12
3 Structure générale du système	13
4 Mode <i>noyau</i> , mode <i>utilisateur</i>	14
4.1 Principe	14
4.2 Appels système	14
CHAPITRE 3 DÉVELOPPEMENT SOUS LINUX	17
1 Les produits GNU	17
1.1 Présentation	17
1.2 Outils GNU	18
1.2.1 <i>Présentation</i>	18
1.2.2 <i>gcc</i>	18
2 Les outils du développeur	19
2.1 Les différentes phases de la compilation	19
2.2 <i>gcc</i>	21
2.3 Débogueur	22
2.4 <i>strace</i>	23
2.5 <i>make</i>	24

	2.5.1	<i>Présentation</i>	24
3		Format des exécutables	24
	3.1	a.out : l'ancêtre!	24
	3.2	ELF	24
	3.2.1	<i>Bienvenue dans le monde ELF</i>	25
	3.2.2	<i>ELF et son format</i>	25
4		Présentation des bibliothèques	25
	4.1	Utilité	28
	4.2	Utilisation de bibliothèques	28
5		Organisation des programmes source du noyau	28
	5.1	Noyau	29
	5.2	Fichiers d'en-tête	29
6		Fonctionnement du noyau	29
	6.1	Appels système	31
	6.1.1	<i>Implémentation d'un appel système</i>	31
	6.1.2	<i>Création d'un appel système</i>	31
	6.1.3	<i>Codes de retour</i>	32
	6.2	Fonctions utilitaires	35
	6.2.1	<i>Manipulation d'espace d'adressage</i>	36
	6.2.2	<i>Allocations et désallocations</i>	36
			37
CHAPITRE 4 PROCESSUS			39
1		Concepts de base	39
	1.1	Notion de processus	39
	1.2	État d'un processus	40
	1.3	Attributs d'un processus	41
	1.4	Identificateurs d'un processus	41
	1.5	Filiation	42
	1.6	Groupes de processus	42
	1.7	Sessions	44
	1.8	Multi-programmation	44
2		Appels système de base	45
	2.1	Création de processus	45
	2.2	Terminaison du processus courant	46
	2.3	Attente de la terminaison d'un processus fils	46
	2.4	Lecture des attributs du processus courant	49
	2.5	Modification des attributs	50
	2.6	Informations de comptabilité	52
	2.7	Limites	53
	2.8	Groupes de processus	54
	2.9	Sessions	55
	2.10	Exécution de programme	55
3		Concepts avancés	57
	3.1	Ordonnancement	57
	3.2	Personnalités	58
	3.3	Clonage	58

4	Appels système complémentaires	59
4.1	Changement de personnalité	59
4.2	Modification de l'ordonnancement	60
4.3	Priorités des processus	62
4.4	Contrôle de l'exécution d'un processus	64
4.5	Clonage	65
5	Présentation générale de l'implémentation	69
5.1	La table des processus	69
5.1.1	<i>Descripteur de processus</i>	69
5.1.2	<i>Organisation de la table des processus</i>	73
5.1.3	<i>Manipulation de la table des processus</i>	74
5.2	Registres du processeur	74
5.3	Synchronisation de processus	76
5.3.1	<i>Principe</i>	76
5.3.2	<i>Files d'attente</i>	76
5.3.3	<i>Sémaphores</i>	76
5.4	Les <i>timers</i>	78
5.5	Domaines d'exécution	78
5.6	Formats des fichiers exécutables	79
6	Présentation détaillée de l'implémentation	80
6.1	Fonctions internes	80
6.1.1	<i>Synchronisation de processus</i>	80
6.1.2	<i>Ordonnancement</i>	81
6.1.3	<i>Les timers</i>	82
6.1.4	<i>Attente avec délai</i>	83
6.2	Implémentation des appels système	83
6.2.1	<i>Création de processus</i>	83
6.2.2	<i>Terminaison de processus</i>	85
6.2.3	<i>Obtention des attributs</i>	86
6.2.4	<i>Modification des attributs</i>	87
6.2.5	<i>Groupes de processus et sessions</i>	87
6.2.6	<i>Contrôle de processus</i>	88

CHAPITRE 5 SIGNAUX 91

1	Concepts de base	91
1.1	Introduction	91
1.2	Définition des signaux	91
1.3	Liste des signaux	93
1.4	Affichage des signaux	95
2	Appels système de base	95
2.1	Emission d'un signal	96
2.2	Déroutement d'un signal	97
2.3	Attente d'un signal	99
3	Concepts avancés	100
3.1	Les appels système interruptibles	100
3.2	Les fonctions réentrantes	101

3.3	Les groupes de signaux	101
4	Appels système complémentaires	102
4.1	La gestion avancée des signaux	102
4.1.1	<i>L'interruption des appels système</i>	102
4.1.2	<i>Le blocage des signaux</i>	102
4.1.3	<i>Le déroulement des signaux</i>	105
4.1.4	<i>L'attente des signaux</i>	106
4.2	La gestion des alarmes	107
4.2.1	<i>L'appel système alarm</i>	107
4.2.2	<i>Une gestion plus fine du temps</i>	108
4.3	Le signal SIGCHLD	111
5	Présentation générale de l'implémentation	113
5.1	les structures de données	113
5.1.1	<i>La création et la terminaison des processus</i>	113
5.1.2	<i>L'émission des signaux</i>	114
5.1.3	<i>La réception des signaux</i>	114
6	Présentation détaillée de l'implémentation	115
6.1	Fonctions de bibliothèque	115
6.1.1	<i>La gestion des ensembles de signaux</i>	115
6.1.2	<i>La fonction raise</i>	116
6.2	Les appels système	116
6.2.1	<i>Le blocage des signaux</i>	116
6.2.2	<i>Le déroulement des signaux</i>	117
6.2.3	<i>Les signaux en attente</i>	118
6.2.4	<i>La suspension de processus en attente de signaux</i>	118
6.2.5	<i>L'envoi des signaux</i>	118
6.2.6	<i>La gestion des alarmes</i>	119
CHAPITRE 6 SYSTÈMES DE FICHIERS		121
1	Concepts de base	121
1.1	Organisation des fichiers	121
1.2	Types de fichiers	122
1.3	Liens sur les fichiers	123
1.4	Attributs de fichiers	124
1.5	Primitives d'entrées/sorties	126
1.6	Descripteurs d'entrées/sorties	126
2	Appels système de base	127
2.1	Entrées/sorties sur fichiers	127
2.1.1	<i>Ouverture et fermeture de fichiers</i>	127
2.1.2	<i>Lecture et écriture de données</i>	128
2.1.3	<i>Positionnement dans un fichier</i>	131
2.1.4	<i>Sauvegarde des données modifiées</i>	132
2.2	Manipulation de fichiers	133
2.2.1	<i>Création de liens</i>	133
2.2.2	<i>Suppression de fichiers</i>	134
2.2.3	<i>Changement de nom d'un fichier</i>	134

	2.2.4	Changement de taille d'un fichier	135
	2.2.5	Droits d'accès sur un fichier	136
	2.2.6	Modification de l'utilisateur propriétaire	137
2.3		Gestion de répertoires	138
	2.3.1	Création de répertoires	138
	2.3.2	Suppression de répertoires	139
	2.3.3	Répertoire courant	139
	2.3.4	Répertoire racine local	140
	2.3.5	Exploration des répertoires	141
2.4		Liens symboliques	145
3		Concepts avancés	146
	3.1	i-nœuds	146
	3.2	Descripteurs d'entrées/sorties	147
	3.3	Partage de descripteurs	148
	3.4	Verrouillage de fichiers	151
	3.5	Montage de systèmes de fichiers	152
	3.6	Quotas disque	152
4		Appels système complémentaires	154
	4.1	Lecture et écriture de plusieurs tampons mémoire	154
	4.2	Duplication de descripteur d'entrées/sorties	155
	4.3	Attributs des fichiers	156
	4.4	Dates associées aux fichiers	159
	4.5	Propriétés des fichiers ouverts	160
	4.6	Contrôle du processus <i>bdflush</i>	162
	4.7	Verrouillage	163
	4.7.1	Verrouillage d'un fichier	163
	4.7.2	Verrouillage d'une section d'un fichier	164
	4.8	Montage de systèmes de fichiers	165
	4.9	Informations sur un système de fichiers	167
	4.10	Informations sur les types de systèmes de fichiers supportés	168
	4.11	Manipulation de quotas disque	168
5		Présentation générale de l'implémentation	170
	5.1	Le système virtuel de fichiers	170
	5.1.1	Principe	170
	5.1.2	Opérations assurées par le SVF	171
	5.2	Structures du SVF	173
	5.2.1	Types de systèmes de fichiers	173
	5.2.2	Systèmes de fichiers montés	173
	5.2.3	I-nœuds en cours d'utilisation	175
	5.2.4	Fichiers ouverts	176
	5.2.5	Fichiers ouverts par un processus	177
	5.2.6	Descripteurs de verrous	178
	5.2.7	Descripteurs de quotas disque	179
	5.2.8	Tampons mémoire du buffer cache	180
	5.2.9	Cache de noms	182
5.3		Opérations génériques	183

	5.3.1	Opérations sur superblocs	183
	5.3.2	Opérations sur i-nœuds	185
	5.3.3	Opérations sur fichiers ouverts	187
	5.3.4	Opérations sur quotas disque	189
6	Présentation détaillée de l'implémentation		190
6.1	Fonctions internes du SVF		190
	6.1.1	Gestion des descripteurs de systèmes de fichiers montés	190
	6.1.2	Gestion des i-nœuds	190
	6.1.3	Gestion des descripteurs de fichiers ouverts	192
	6.1.4	Gestion des descripteurs de quotas disque	195
	6.1.5	Le cache de noms	197
	6.1.6	Fonctions utilitaires de gestion d'i-nœuds	201
	6.1.7	Gestion des noms de fichiers	203
	6.1.8	Gestion des verrous	203
6.2	Le buffer cache		204
	6.2.1	Présentation	206
	6.2.2	Gestion des listes de tampons	206
	6.2.3	Entrées/sorties	207
	6.2.4	Modification de la taille du buffer cache	209
	6.2.5	Fonctions de gestion des périphériques	210
	6.2.6	Fonctions d'accès aux tampons	211
	6.2.7	Réécriture des tampons mémoire modifiés	212
	6.2.8	Gestion des clusters	213
	6.2.9	Initialisation du buffer cache	215
6.3	Implémentation des appels système		216
	6.3.1	Organisation des fichiers source	216
	6.3.2	Manipulation de fichiers	216
	6.3.3	Gestion des attributs des fichiers	217
	6.3.4	Entrées/sorties sur fichiers	217
	6.3.5	Lecture de répertoire	218
	6.3.6	Gestion des verrous	220
	6.3.7	Gestion du buffer cache	220
	6.3.8	Gestion des systèmes de fichiers	221
	6.3.9	Manipulation de descripteurs d'entrées/sorties	222
	6.3.10	Héritage de descripteurs	224
	6.3.11	Changement de répertoire	225
	6.3.12	Gestion des quotas disque	225
6.4	Systèmes de fichiers supportés		226
6.5	Implémentation du système de fichiers Ext2		227
	6.5.1	Caractéristiques de Ext2	228
	6.5.2	Structure physique d'un système de fichiers Ext2	228
	6.5.3	Le superbloc	231
	6.5.4	Les descripteurs d'ensemble de blocs	231
	6.5.5	Structure d'un i-nœud	232
	6.5.6	Entrée de répertoire	233
	6.5.7	Opérations liées au système de fichiers	233

	6.5.8	<i>Allocation et désallocation de blocs et d'i-nœuds</i>	235
	6.5.9	<i>Gestion des i-nœuds sur disque</i>	237
	6.5.10	<i>Gestion de répertoires</i>	238
	6.5.11	<i>Entrées/sorties sur fichiers</i>	240
6.6		Implémentation du système de fichiers /proc	240
	6.6.1	<i>Présentation</i>	240
	6.6.2	<i>Entrées de /proc</i>	242
	6.6.3	<i>Opérations sur système de fichiers</i>	243
	6.6.4	<i>Gestion des répertoires</i>	244
	6.6.5	<i>Opérations sur i-nœuds et sur fichiers</i>	245
CHAPITRE 7 ENTRÉES/SORTIES			247
1		Concepts	247
2		Appels système	248
	2.1	<i>Création d'un fichier spécial</i>	248
	2.2	<i>Entrées/sorties sur périphériques</i>	249
	2.3	<i>Multiplexage d'entrées/sorties</i>	250
	2.4	<i>Opération de contrôle sur un périphérique</i>	252
3		Présentation générale de l'implémentation	252
	3.1	<i>Périphériques supportés par le noyau</i>	252
	3.2	<i>Entrées/Sorties sur disque</i>	253
4		Présentation détaillée de l'implémentation	254
	4.1	<i>Gestion des périphériques supportés</i>	254
	4.2	<i>Entrées/sorties sur disque</i>	255
	4.3	<i>Entrées/sorties sur périphériques en mode bloc</i>	255
	4.4	<i>Multiplexage d'entrées/sorties</i>	256
	4.4.1	<i>Principe</i>	256
	4.4.2	<i>Fonctions utilitaires</i>	257
	4.4.3	<i>L'opération sur fichier select</i>	257
	4.4.4	<i>Implémentation de la primitive select</i>	258
	4.5	<i>Gestion des interruptions</i>	259
	4.6	<i>Gestion des canaux DMA</i>	260
	4.7	<i>Accès aux ports d'entrées/sorties</i>	260
	4.8	<i>Exemple de périphérique en mode bloc: le disque mémoire</i>	261
	4.8.1	<i>Présentation</i>	261
	4.8.2	<i>Accès au contenu du disque mémoire</i>	262
	4.8.3	<i>Opérations sur fichier</i>	262
	4.8.4	<i>Initialisation</i>	263
	4.8.5	<i>Chargement de disque mémoire</i>	263
4.9		Exemple de périphérique en mode caractère: l'imprimante	264
	4.9.1	<i>Fonctionnement</i>	264
	4.9.2	<i>Description des ports</i>	264
	4.9.3	<i>Fonctions de gestion de l'imprimante avec scrutation</i>	265
	4.9.4	<i>Fonctions de gestion de l'imprimante avec interruptions</i>	266
	4.9.5	<i>Opérations d'entrées/sorties sur fichier</i>	266
	4.9.6	<i>Fonctions d'initialisation</i>	267

CHAPITRE 8 GESTION DE LA MÉMOIRE		269
1	Concepts de base	269
1.1	Espace d'adressage d'un processus	269
1.2	Allocation de mémoire	271
2	Appels système de base	272
2.1	Changement de la taille du segment de données	272
2.2	Fonctions d'allocation et de désallocation de mémoire	272
3	Concepts avancés	273
3.1	Régions mémoire	273
3.2	Protection de la mémoire	274
3.3	Verrouillage de zones mémoire	275
3.4	Projection de fichiers en mémoire	276
3.5	Périphériques de <i>swap</i>	277
4	Appels système complémentaires	277
4.1	Protection de pages mémoire	277
4.2	Verrouillage de pages mémoire	278
4.3	Projection en mémoire	279
4.4	Synchronisation de pages mémoire	282
4.5	Gestion des périphériques de <i>swap</i>	283
5	Présentation générale de l'implémentation	284
5.1	Gestion des tables de page	284
5.1.1	<i>Segmentation</i>	284
5.1.2	<i>Pagination</i>	286
5.1.3	<i>Tables de pages gérés par Linux</i>	288
5.1.4	<i>Partage de pages</i>	288
5.1.5	<i>Types</i>	289
5.2	Gestion des pages mémoire	289
5.2.1	<i>Descripteurs de page</i>	289
5.2.2	<i>Le cache de pages</i>	290
5.3	Allocation de mémoire pour le noyau	291
5.3.1	<i>Allocation de pages mémoire</i>	291
5.3.2	<i>Allocation de zones mémoire</i>	292
5.4	Espaces d'adressage des processus	294
5.4.1	<i>Descripteurs de régions mémoire</i>	294
5.4.2	<i>Descripteurs d'espace d'adressage</i>	295
5.4.3	<i>Organisation des descripteurs de régions</i>	296
5.5	Allocation de mémoire non contiguë au noyau	298
5.6	Gestion du <i>swap</i>	299
5.6.1	<i>Format des périphériques de swap</i>	299
5.6.2	<i>Descripteurs de périphériques de swap</i>	299
5.6.3	<i>Adresses d'entrées du swap</i>	300
5.6.4	<i>Sélection de pages à évincer</i>	301
5.7	Opérations mémoire	301
6	Présentation détaillée de l'implémentation	303
6.1	Allocation de mémoire pour le noyau	303
6.1.1	<i>Allocation de pages mémoire</i>	303

6.1.2	<i>Allocation de régions mémoire</i>	304
6.2	Gestion des tables de pages	305
6.3	Gestion des régions mémoire	308
6.4	Traitement des trappes	309
6.5	Accès à l'espace d'adressage des processus	310
6.6	Modification de régions mémoire	311
6.6.1	<i>Création et suppression de régions mémoire</i>	311
6.6.2	<i>Verrouillage de régions mémoire</i>	313
6.6.3	<i>Modifications de protections mémoire</i>	314
6.6.4	<i>Relogement de régions mémoire</i>	315
6.7	Création et suppression d'espace d'adressage	316
6.8	Projection de fichiers en mémoire	316
6.9	Gestion du <i>swap</i>	320
6.9.1	<i>Gestion des périphériques de swap</i>	320
6.9.2	<i>Entrées/sorties de pages de swap</i>	321
6.9.3	<i>Éviction de pages mémoire</i>	322

CHAPITRE 9 TERMINAUX POSIX 323

1	Concepts de base	323
1.1	Présentation générale	323
1.2	Configuration d'un terminal	325
1.2.1	<i>Mode canonique - mode non canonique</i>	325
1.2.2	<i>La structure termios</i>	326
1.2.3	<i>Fonctionnement d'une communication</i>	326
1.2.4	<i>Configuration des modes d'entrée</i>	327
1.2.5	<i>Configuration des modes de sortie</i>	328
1.2.6	<i>Configuration des modes de contrôle</i>	329
1.2.7	<i>Configuration des modes locaux</i>	330
1.3	Les caractères spéciaux et le tableau <code>c_cc</code>	331
1.4	La commande <code>stty</code>	332
1.5	La commande <code>setserial</code>	333
1.6	Groupes de terminaux - session	333
1.7	Pseudo-terminaux	334
2	Les fonctions POSIX	335
2.1	Accéder et modifier les attributs d'un terminal	335
2.2	Un exemple de configuration de ligne	337
2.3	La vitesse de transmission	338
2.4	Contrôle de ligne	341
2.5	Identification du terminal	343
2.6	Groupes de processus	345
2.7	Pseudo-terminaux	346
3	Organisation dans le noyau - structures de données	349
3.1	Organisation	349
3.2	Structures de données internes	351
3.3	La structure <code>tty_struct</code>	351
3.4	La structure <code>tty_driver</code>	353

3.5	La structure <code>tty_ldisc</code>	356
3.6	La structure <code>winsize</code>	357
3.7	La structure <code>tty_flip_buffer</code>	357
4	Implémentation	358
4.1	L'initialisation	358
4.2	Les entrées-sorties sur les terminaux	358
4.3	Autres fonctions générales	358
4.4	Gestion de la déconnexion	358
4.5	La gestion de la discipline de la ligne	360
4.6	Les pseudo-terminaux	361
CHAPITRE 10 COMMUNICATION PAR TUBES		362
1	Concepts de base	367
1.1	Présentation	367
1.2	Tubes anonymes et tubes nommés	367
2	Appels système	368
2.1	Tubes anonymes	369
2.1.1	<i>Création d'un tube</i>	369
2.1.2	<i>Un exemple d'utilisation</i>	369
2.1.3	<i>Création de tube et exécution de programme</i>	370
2.2	Les tubes nommés	374
3	Présentation générale de l'implémentation	375
3.1	Les tubes nommés	376
3.2	Les tubes anonymes	377
4	Présentation détaillée de l'implémentation	377
4.1	Création de l'i-noeud d'un tube	377
4.2	Création d'un tube nommé	377
4.3	Création d'un tube anonyme	378
4.4	Opérations d'entrées/sorties	378
CHAPITRE 11 IPC SYSTEM V		381
1	Concepts de base	381
1.1	Introduction	381
1.2	La gestion des clefs	382
1.3	Les droits d'accès	384
2	Appels système	384
2.1	Files de messages	385
2.1.1	<i>Les structures de base</i>	385
2.1.2	<i>Création et recherche des files de messages</i>	387
2.1.3	<i>Contrôle des files de messages</i>	388
2.1.4	<i>Émission des messages</i>	388
2.1.5	<i>Réception des messages</i>	389
2.1.6	<i>Un exemple d'utilisation</i>	390
2.2	Sémaphores	398
2.2.1	<i>Les structures de base</i>	398
2.2.2	<i>Création et recherche des ensembles de sémaphores</i>	400

	2.2.3	<i>Opérations sur les sémaphores</i>	400
	2.2.4	<i>Le contrôle des sémaphores</i>	402
2.3		Mémoires partagées	403
	2.3.1	<i>Les structures de base</i>	404
	2.3.2	<i>Création et recherche d'une zone de mémoire partagée</i>	404
	2.3.3	<i>Attachement d'une zone mémoire</i>	405
	2.3.4	<i>Détachement d'une zone mémoire</i>	406
	2.3.5	<i>Contrôle des zones de mémoire partagées</i>	407
	2.3.6	<i>Interaction avec d'autres appels système</i>	407
	2.3.7	<i>Exemple d'utilisation</i>	408
3		Concepts avancés	415
	3.1	<i>Option de compilation du noyau</i>	415
	3.2	<i>Les programmes ipcs et ipcrm</i>	415
	3.2.1	<i>ipcs</i>	415
	3.2.2	<i>ipcrm</i>	417
4		Présentation générale de l'implémentation	418
	4.1	<i>Fonctions communes</i>	418
	4.2	<i>Algorithmes</i>	418
	4.3	<i>Gestion des clefs</i>	419
5		Présentation détaillée de l'implémentation	420
	5.1	<i>Files de messages</i>	420
	5.1.1	<i>Représentation interne des files de messages</i>	420
	5.1.2	<i>L'initialisation</i>	421
	5.1.3	<i>Création d'une file de messages</i>	422
	5.1.4	<i>L'envoi d'un message</i>	422
	5.1.5	<i>La réception d'un message</i>	422
	5.1.6	<i>Le contrôle d'une file de messages</i>	422
	5.2	Sémaphores	423
	5.2.1	<i>Représentation interne des sémaphores</i>	423
	5.2.2	<i>L'initialisation</i>	423
	5.2.3	<i>Création des sémaphores</i>	423
	5.2.4	<i>Contrôle des sémaphores</i>	425
	5.2.5	<i>Modification des valeurs de sémaphores</i>	425
	5.2.6	<i>La terminaison</i>	426
	5.3	Mémoires partagées	426
	5.3.1	<i>Représentation interne des mémoires partagées</i>	427
	5.3.2	<i>L'initialisation</i>	428
	5.3.3	<i>Création d'une zone de mémoire partagée</i>	428
	5.3.4	<i>Attachement d'une zone mémoire</i>	428
	5.3.5	<i>Détachement d'une zone mémoire partagée</i>	428
	5.3.6	<i>Contrôle des zones de mémoire partagées</i>	429
	5.3.7	<i>Héritage des zones de mémoire partagées</i>	429

CHAPITRE 12 LES MODULES CHARGEABLES 431

1		Concepts de Base	431
	1.1	<i>Présentation</i>	431

1.2	Compilation	432
1.3	Opérations en ligne de commande : le chargement manuel	433
1.4	Chargement à la demande	434
2	Concepts avancés	434
2.1	La réalisation d'un module chargeable	434
2.1.1	Présentation	434
2.1.2	Exemple	434
2.1.3	Compilation et exécution	436
2.2	Les appels système spécifiques aux modules	438
2.2.1	get_kernel_syms	439
2.2.2	create_module	439
2.2.3	init_module	440
2.2.4	delete_module	440
3	Implémentation des modules chargeables	442
3.1	Présentation	442
3.2	Implémentation des appels système	442
3.2.1	create_module	442
3.2.2	init_module	442
3.2.3	delete_module	443
3.2.4	get_kernel_syms	443
3.3	Gestion des fichiers virtuels	444
3.4	Fonctions annexes	444
4	Chargement automatique des modules (kernelld)	445
4.1	Présentation	445
4.2	Détail de l'implémentation	445
CHAPITRE 13 ADMINISTRATION DU SYSTÈME		449
1	Concepts de base	449
1.1	Informations destinées aux processus	449
1.2	Informations contrôlant l'exécution	450
1.3	Changement d'état du noyau	451
1.4	Configuration dynamique du système	451
1.4.1	Présentation	451
1.4.2	Autre méthode : /proc/sys	451
2	Appels système d'administration	452
2.1	Informations concernant la station	452
2.2	Contrôle de l'exécution	455
2.2.1	Le temps	455
2.2.2	Mode d'affichage des messages du noyau	457
2.2.3	État de la machine	460
2.2.4	Synchronisation d'horloges	461
2.3	Changement d'état du noyau	462
2.4	Configuration dynamique du système	463
3	Implémentation	465
3.1	sethostname, gethostname, setdomainname et uname	466
3.2	reboot	466

3.3	<i>syslog</i>	467
3.4	<i>gettimeofday, settimeofday, time et stime</i>	467
3.4.1	<i>time</i>	467
3.4.2	<i>stime</i>	467
3.4.3	<i>gettimeofday</i>	468
3.4.4	<i>settimeofday</i>	468
3.5	<i>sysctl</i>	468
3.6	<i>adjtimex</i>	469
ANNEXE A PHASES D'UNE COMPILATION C		471
1	Préprocesseur	471
2	Compilateur	472
3	Assembleur	473
4	Éditeur de liens	474
ANNEXE B UTILISATION DE GDB		475
ANNEXE C UTILISATION DE MAKE		479
1	Fonctionnement de <i>make</i>	479
2	Ecriture d'un fichier <i>makefile</i>	479
ANNEXE D GESTION DES BIBLIOTHÈQUES		483
1	Outils de création et de manipulation	483
2	Bibliothèques statiques	484
3	Bibliothèques dynamiques <i>a.out</i>	485
4	Bibliothèques dynamiques <i>ELF</i>	485
5	Le chargement dynamique de bibliothèques	486
BIBLIOGRAPHIE		489
INDEX DES PROGRAMMES		493
INDEX GÉNÉRAL		495