

Jacques PHILIPP

UNIX
LES MECANISMES
INTERNES
Notions de base

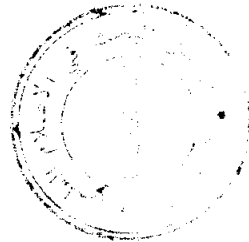
BIBLIOTHEQUE DU CERIST

Presses de l'école nationale des
Ponts et chaussées

UNIX[®]
Installation

Security
and Integrity

BIBLIOTHEQUE DU CERIST



UNIX* : LES MÉCANISMES INTERNES

Notions de base

par *J. PHILIPP*
Professeur Adjoint d'Informatique à l'ENPC
avec le concours de *F. RICHE*
Ingénieur Système

* UNIX® est une marque déposée par USL

Du même auteur, chez le même éditeur :

Initiation à la micro-informatique (2^e édition, 1990)

Le langage C

Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage est interdite. Une copie ou reproduction par quelque procédé que ce soit, photographie, microfilm, bande magnétique, disque ou autre, constitue une contrefaçon passible des peines prévues par la loi du 11 mars 1957 sur la protection des droits d'auteurs.

© 1991

2-85978-169-2

Presses de l'école nationale des
Ponts et chaussées

28, rue des Saints-Pères, 75007 Paris

Département Edition de l'Association Amicale des Ingénieurs Anciens Elèves de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

AVANT-PROPOS

J'ai cherché dans cet ouvrage à illustrer les principes de base des systèmes d'exploitation par le système UNIX qui aujourd'hui se généralise. Mes collègues J.-M. BARRETEAU et F. RICHE ont contribué à cet ouvrage ; J.-M. Barreteau pour la partie pilote, F. Riche pour la relecture et la correction.

De nombreux extraits de programmes sont analysés. Nous présentons la structure du système de gestion de fichier, les notions de base de gestion de processus, les mécanismes généraux de fonctionnement du cache et de gestion des pilotes, les mécanismes de communication entre processus locaux. Les mécanismes de communication entre processus distants, développés dans les versions d'UNIX SYSTEM V et 4.3 BSD sont présentés dans l'ouvrage *Les Réseaux sous UNIX*, du même auteur.

On trouvera dans le premier chapitre des rappels des notions de base sur les systèmes d'exploitation, nécessaires à la compréhension de l'ensemble.

J. PHILIPP, le 17 septembre 1991

BIBLIOTHEQUE DU CERIST

TABLES DES MATIÈRES

Avant-propos	III
Chapitre I : RAPPELS SUR LES SYSTÈMES D'EXPLOITATION	1
1.1 Introduction	3
1.1.1 Présentation et rôle du système d'exploitation	3
1.1.2 Machine virtuelle	4
1.1.3 Modèle en couches informatiques	4
1.2 Les processus	5
1.2.1 Définitions	5
1.2.2 Le problème de l'exclusion mutuelle	7
1.2.3 Sémaphore (Dijkstra, 1967)	9
1.2.4 Le problème de l'indivisibilité	10
1.2.5 Propriétés des sémaphores	11
1.2.6 Sémaphore d'exclusion mutuelle	11
1.2.7 Mécanismes de synchronisation de processus	12
1.2.8 Le modèle du producteur et du consommateur	14
1.2.9 Le problème des philosophes et des bols de riz	17
1.2.10 Le problème du verrou mortel	20
1.3 Fonctions du matériel	23
1.3.1 Gestion des interruptions	23
1.3.2 Protection mémoire	26
1.3.3 Jeu d'instructions privilégiées	26
1.3.4 Horloge temps réel	27
1.4 Gestion des processus	27
1.4.1 Noyau	27
1.4.2 Représentation	27
1.4.3 Gestionnaire de travaux	28
1.4.4 Graphe d'état	28
1.4.5 Réalisation des opérations P et V	30
1.5 Gestion mémoire	30

1.5.1	Organisation	30
1.5.2	Gestion des informations	31
1.5.3	Allocation mémoire	31
1.5.4	Mémoire hiérarchique	31
1.5.5	Modes d'adressage	33
1.5.6	Pagination	37
1.5.7	Segmentation	38
1.5.8	Gestion mémoire du microprocesseur 8088	38
1.5.9	Gestion mémoire de MS/DOS	39
1.5.10	Stratégies pour les systèmes non paginés	40
1.5.11	Stratégies pour les systèmes paginés	41
1.5.12	Optimisations	42
1.5.13	Le modèle de l'espace vital	43
1.6	Gestion des entrées/sorties	43
1.6.1	Problèmes liés aux entrées/sorties	44
1.6.2	Objectifs de conception	44
1.6.3	Support matériel	45
1.6.4	Système de gestion de fichiers	47
1.6.5	Niveau d'accès	48
1.6.6	Synchronisation	49
1.6.7	Optimisation	49
1.7	Opérations sur les fichiers	50
1.7.1	Opérations sur les répertoires	50
1.7.2	Opérations sur les fichiers banalisés	51
1.7.3	Règles d'utilisation des supports magnétiques	53
1.8	Organisation et méthodes d'accès des fichiers	53
1.8.1	Organisation séquentielle	54
1.8.2	Organisation relative	55
1.8.3	Organisation aléatoire	56
1.8.4	Organisation indexée	56
1.9	Sécurité des données	58
1.10	Tableau récapitulatif	59
1.11	Bibliographie	60
Chapitre II : GÉNÉRALITÉS SUR LE NOYAU UNIX		61
2.1	Introduction	63
2.2	Historique	63
2.3	Evolutions	66
2.4	Architecture	68
2.5	Conventions de programmation	69
2.6	Génération du noyau	70
2.7	Documentation standard	70
2.8	Bibliographie	71

Chapitre III : LES PROCESSUS-ÉTUDE STATIQUE	73
3.1 Définitions	75
3.2 Contraintes matérielles	76
3.3 Etats et transitions	77
3.4 Statut et transitions	78
3.5 Structure d'un processus	79
3.5.1 Identificateur	80
3.5.2 Structure d'un fichier exécutable	80
3.5.3 Structures d'un processus	81
3.5.4 Correspondance entre fichier exécutable et processus	84
3.6 Tables systèmes de gestion des processus	84
3.6.1 Table Proc[]	84
3.6.2 Structure U	85
3.6.3 Table TEXT[]	87
 Chapitre IV : LES PROCESSUS - ÉTUDE DYNAMIQUE	 91
4.1 Appels systèmes	93
4.1.1 Principe	93
4.1.2 Passage mode utilisateur - mode noyau	93
4.1.3 Présentation de quelques appels systèmes	94
4.2 Création et terminaison de processus	96
4.2.1 L'appel système FORK : présentation externe	96
4.2.2 L'appel système FORK : présentation interne	97
4.2.3 L'appel système EXEC	99
4.2.4 L'appel système EXIT	102
4.3 Synchronisation de processus	103
4.3.1 Signaux	103
4.3.2 Primitives de bas niveau sleep et wakeup	103
4.3.3 Gestion de ressources et sections critiques	106
4.3.4 L'appel système WAIT	108
4.3.5 Signaux	109
4.3.6 Génération et attente de signaux	111
4.3.7 Effet d'un signal	112
4.4 Autres appels systèmes de gestion des processus	118
4.5 Ordonnancement	119
4.5.1 Calcul des priorités	119
4.5.2 Gestion du temps	120
4.5.3 Analyse de l'activité du système	122
4.6 Interruptions	122
4.7 Sections critiques	122
4.8 Commutation de processus	123

4.8.1 Primitives de base	124
4.8.2 Primitive swtch	126
4.8.3 Primitive sched	126
4.9 Initialisation du système	126
Annexe : fork.c (partiel)	128
Chapitre V : GESTION DE FICHIERS	133
5.1 Volume et systèmes de fichiers	135
5.2 Types de fichiers	135
5.3 Attributs des fichiers	137
5.4 L'arborescence UNIX	139
5.5 Structure d'un système de fichiers	145
5.5.1 Inode et l-list	146
5.5.2 Superbloc	148
5.5.3 Structure des informations dans un répertoire	149
5.5.4 Liens	151
5.6 Tables systèmes du système de gestion de fichiers	152
5.6.1 Table des descripteurs des fichiers d'un processus	152
5.6.2 Table des fichiers ouverts	152
5.6.3 Table des inodes	154
5.6.4 Table des systèmes de fichiers montés	156
5.7 Gestion de fichiers et appels système	158
5.7.1 Création et ouverture	158
5.7.2 Fermeture	159
5.7.3 Lecture et écriture	159
5.8 Accès concurrents	161
5.8.1 Le modèle des lecteurs et des rédacteurs	161
5.8.2 Méthodes de verrouillage	163
5.8.3 Verrous SYSTEM V	163
5.8.4 Verrous BSD	165
Chapitre VI : CACHE-DISQUE	167
6.1 Cache-disque	169
6.1.1 Mécanismes d'adressage	169
6.1.2 Mécanismes de base du cache	170
6.2 Tampons	171
6.2.1 Drapeaux d'état	171
6.2.2 Listes	172
6.3 Primitives de synchronisation	175
6.4 Gestion du cache	175
6.4.1 Algorithme de base	176
6.4.2 Recherche d'un bloc	179

6.4.3	Lecture d'un bloc	184
6.4.4	Ecriture d'un bloc	185
6.4.5	Restitution d'un tampon	186
6.5	Système de fichiers dynamiques	186
6.5.1	Primitives	187
6.5.2	Allocation dynamique d'un inode	187
6.5.3	Libération d'un inode en mémoire	188
6.5.4	Conversion d'un chemin en numéro d'inode	188
Chapitre VII : PILOTES		191
7.1	Généralités	193
7.2	Les deux types de pilote	193
7.3	Interface avec le noyau	194
7.3.1	Tables d'interface bdevsw et cdevsw	194
7.3.2	Mise en œuvre d'une primitive pilote	196
7.3.3	Pseudo-périphériques	197
7.4	Appels système et pilotes	198
7.5	Primitives d'un pilote en mode bloc	200
7.6	Primitives d'un pilote en mode caractère	201
7.7	Primitives de bas niveau	202
7.8	Réalisation d'un pilote	203
7.9	Intégration d'un pilote	204
7.10	Le pilote TTY	204
7.10.1	Structures de données associées	204
7.10.2	Algorithme de fonctionnement	208
7.11	Bibliographie	210
Chapitre VIII : GESTION DE LA MÉMOIRE		211
8.1	Historique	213
8.2	Gestion de la mémoire centrale	214
8.3	Swap	214
8.3.1	Stratégie du swapping	214
8.3.2	Swap out	216
8.3.3	Swap in	217
8.3.4	Autoswap	217
8.4	Pagination	218
8.4.1	Tables des pages virtuelles	219
8.4.2	Tables du cadre de pages	219
8.4.3	Détection des pages inutilisées	220
8.4.4	Gestionnaire de validité	220
8.4.5	Remplacement de page	221

8.5	Adressage du processus	222
8.5.1	Segmentation	222
8.5.2	Adressage BSD	223
8.6	Création de processus	223
8.7	Interface utilisateur	225
8.7.1	Accroissement de ressources	225
8.7.2	Allocation mémoire	225
8.7.3	Déroutements en mémoire	226
8.7.4	Fichiers en mémoire	228
8.7.5	Gestion de la mémoire virtuelle	228
Chapitre IX : COMMUNICATIONS INTER-PROCESSUS		229
9.1	Le modèle serveur-client	231
9.2	Tubes	231
9.2.1	Tubes	232
9.2.2	Tubes nommés	234
9.3	Généralités sur les fonctionnalités SYSTEM V	235
9.4	Mémoire partagée	237
9.4.1	Opérations et graphe d'état	237
9.4.2	Structures de données associées	238
9.4.3	Appels système	239
9.5	Messages	242
9.5.1	Opérations et graphe d'états	242
9.5.2	Structures de données associées	243
9.5.3	Appels système	244
9.6	Sémaphores	247
9.6.1	Structures de données associées	247
9.6.2	Appels système	248
9.6.3	Commandes Shell associées	250
Chapitre X : TEMPS RÉEL et UNIX		251
10.1	Généralités sur le temps réel	253
10.1.1	Rappels	253
10.1.2	Principes de base des implémentations UNIX temps réel	253
10.2	Les normes POSIX	254
10.2.1	La norme POSIX P1003.4	254
10.2.2	La norme POSIX P1003.4a D5	255
10.3	Architectures existantes	256
10.4	Domaines d'activités	256
10.5	Bus	256
10.6	Appels système de gestion du temps	257
10.6.1	Modification horaire	257

10.6.2	Horloge interne et interface de réveil	257
10.7	Exemple de noyau mono-processeur préemptible	258
10.7.1	Processus utilisateur	258
10.7.2	Processus noyau	259
10.7.3	Gestionnaire d'interruptions	265
10.7.4	Charte de programmation d'un noyau temps réel	266
10.8	Noyau multi-processeur à activités multiples	267
10.8.1	Evolution	267
10.8.2	Problèmes liés au traitement parallèle	267
10.9	Outils de développement associés	268
Index	269