

Systèmes et réseaux informatiques B

COURS SYSTÈMES INFORMATIQUES

AVANT-PROPOS

BUT ET PLACE DE CE COURS

MÉTIERS CONCERNÉS.

PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA FORMATION CNAM

QUELS CHOIX POUR CE COURS SYSTÈMES ?

CONNAISSANCES ET PRATIQUES PRÉREQUISES

ORGANISATION DU COURS SYSTÈMES

LIVRES ET DOCUMENTATION

livres de base pour le cours systèmes

documentation pour Ada 95

documentation pour Linux

documentation pour Java

lectures pour approfondir le cours systèmes

bibliographie pour aller plus loin en systèmes

AUTRES COURS CNAM TRAITANT DES ASPECTS SYSTÈMES

AUTRES COURS D'INFORMATIQUE EN LIGNE

BUT ET PLACE DE CE COURS

Le cours systèmes et réseaux informatiques du cycle probatoire complète la formation de base en systèmes et réseaux informatiques pour la mettre au niveau nécessaire au cycle B (deuxième cycle d'enseignement supérieur) des études du CNAM.

Pour la partie systèmes informatiques, l'objectif est de permettre à un auditeur de comprendre les principes de base et les structures qui sous-tendent la construction et le fonctionnement des principaux éléments des systèmes contemporains. L'accent est mis principalement sur les systèmes centralisés, comme les plates-formes ou environnements offerts par les systèmes UNIX, et on donne une ouverture sur les systèmes temps réel et sur les systèmes répartis.

La difficulté pédagogique, pour l'enseignant et pour l'auditeur, réside dans le peu d'heures disponibles pour remplir cet objectif et dans l'absence de séances de travaux pratiques. Comment, en 15 leçons seulement, présenter les systèmes informatiques pour en dégager les fondamentaux qu'on trouve dans les systèmes confirmés et qu'on trouvera dans les constructions futures ?

Il convient donc d'expliquer par une présentation du contexte professionnel actuel et du principe de la formation CNAM les choix pédagogiques qui sont faits pour ce cours.

MÉTIERS CONCERNÉS.

L'objectif est qu'après avoir suivi le cours l'auditeur soit à même de comprendre comment et sur quels principes fonctionnent les systèmes qu'il utilise dans sa vie professionnelle, que ce soit pour des applications centralisées, réparties, coopératives ou temps réel.

L'ensemble des connaissances concerne donc tous les métiers de l'informatique.

Toutefois elles sont indispensables à tous les informaticiens qui sont confrontés à :

- la programmation d'applications comportant des processus coopérants, locaux ou distants (applications temps réel, applications réparties, concurrentes...),
- l'exploitation des systèmes, l'administration des systèmes et des réseaux,
- l'ouverture et l'interfaçage des systèmes à des matériels ou logiciels spécifiques,
- la construction, l'extension, l'évolution des systèmes informatiques et des réseaux.

Cela concerne de nombreux métiers de technicien supérieur et d'ingénieur comme par exemple développeur d'applications systèmes et réseaux, administrateur systèmes et réseaux, administrateur d'application coopérative.

PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA FORMATION CNAM

Ce cours est défini selon le premier principe des études au CNAM : enseigner à des adultes engagés dans la vie professionnelle les fondements scientifiques des techniques qu'ils pratiquent.

L'enseignement par unités de valeurs données en dehors du temps de travail se fonde sur l'expérience professionnelle des auditeurs et le diplôme sanctionne à la fois des savoirs acquis par la pratique professionnelle et des savoirs acquis en suivant des enseignements.

Ce principe et la forme d'enseignement en dehors du temps de travail, qui figurent en première page du guide de l'élève, impliquent des hypothèses pédagogiques dont nous rappelons ici les principales.

a) L'expérience professionnelle des auditeurs apporte une connaissance concrète des solutions qui sont proposées sur le marché, ou au minimum elle permet l'accès individuel et rapide à cette connaissance. Cet acquis est utilisé dans la formation.

En conséquence, on ne doit enseigner l'offre des produits et des différents services que pour permettre aux auditeurs de comprendre cette offre avec une terminologie scientifique, et pas seulement commerciale, et d'établir des classements ou des relations entre les différentes solutions possibles ; il ne s'agit pas de leur enseigner des produits à la place des vendeurs de ces produits.

b) Les auditeurs acquièrent au CNAM une connaissance fondamentale des problèmes et des solutions les plus actuelles de façon à ne pas se limiter à une vision trop particulière et trop courte des choses. En conséquence, on doit insister sur la compréhension des problèmes essentiels à résoudre et sur celle des solutions les plus efficaces. Ceci prolonge et renforce les acquis professionnels.

c) Le cursus CNAM ne peut en aucune façon dispenser un nombre d'heures d'enseignement comparable à celui des établissements de formation initiale. En conséquence, nous devons faire des choix parmi les matières d'une discipline pour déterminer celles qui doivent être enseignées et celles qui peuvent ne pas être enseignées ; nous devons faire très attention à ces choix et guider ces choix en se référant au principe des études au CNAM. On doit enseigner au CNAM ce qui ne s'apprend pas facilement dans l'entreprise ou ne s'acquiert pas en accumulant de l'expérience professionnelle.

d) Dans le cadre d'une compétition accrue, il ne convient pas de revenir en arrière quant à nos objectifs de formation. L'informatique se caractérise par une évolution extrêmement rapide des techniques proposées (rappelons que le matériel est périmé au bout de 5 ans, et tous les 5 ans aussi apparaît un logiciel nouveau significatif). L'évolution actuelle concerne l'extension à toute la profession des techniques de l'informatique répartie.

En conséquence, comme il faut choisir dans les matières à enseigner, nous devons choisir dans le sens de l'évolution de la technique. Il convient de privilégier l'état de l'art et de former les auditeurs aux technologies du présent ou du futur proche (qu'ils utiliseront dans cinq ans) et non aux technologies parfois vieilles qu'on utilisait avec profit il y a 5 ans.

QUELS CHOIX POUR CE COURS SYSTÈMES ?

Revenons donc au problème pédagogique : comment, en 15 leçons seulement, présenter les systèmes informatiques pour en dégager les fondamentaux qu'on trouve dans les systèmes confirmés et qu'on trouvera dans les systèmes et applications futurs ?

Compte tenu du caractère basique (tronc commun) de la formation visée, l'accent est porté sur les techniques bien établies. Les détails des propositions de pointe et des systèmes répartis sont repoussés au niveau du cycle d'approfondissement.

Le but du cours de systèmes informatiques du cycle B probatoire n'est pas de décrire uniquement le fonctionnement d'un système particulier ou d'un réseau connu. Le but est de faire comprendre les principaux problèmes à résoudre, de montrer les solutions possibles et d'analyser les choix qui ont été effectués par les concepteurs ou qui sont à faire par les utilisateurs. Grâce à un tel cours, les utilisateurs seront à même de mieux comprendre les raisons et les fondements des commandes et des normes qu'ils devront utiliser dans divers systèmes et réseaux, et ils pourront mieux analyser les conséquences de leurs actions sur le système ou le réseau.

On ne peut pas, en si peu de temps et sans travaux pratiques, décrire en détail les produits technologiques à la mode, mais on doit donner le pouvoir d'analyser et de maîtriser des situations.

Le cours commence par une présentation rapide de la gestion des ressources. Bien qu'il soit rare que les utilisateurs d'un système agissent sur la gestion des ressources (c'est le rôle de l'ingénieur système) et encore plus rare qu'ils puissent modifier la gestion des objets autrement que par la manipulation des fichiers (déjà vue en cours de systèmes informatiques du cycle A et donc non reprise dans ce cours), il est important qu'ils aient une vue synthétique des ressources que le système leur fournit implicitement. Cette étude apporte en plus des algorithmes concurrents et des études de cas. Il nous paraît aussi très important de connaître la politique globale de gestion des ressources et d'étudier la prévention de l'interblocage.

Le cours privilégie nettement l'aspect gestion des processus, pour plusieurs raisons:

- c'est le niveau d'intervention que les utilisateurs connaîtront de plus en plus avec l'extension des applications concurrentes et réparties, et avec l'accès à distance par les réseaux,
- c'est l'outil nécessaire pour les applications industrielles ou de gestion en temps réel, pour les applications réparties, les applications multiprocesseurs,
- c'est le domaine qui évolue le plus actuellement avec les systèmes ouverts et leur interopérabilité,
- c'est une technique qui aujourd'hui ne s'apprend pas facilement dans l'entreprise et le CNAM remplit dans ce cas son rôle de complémentarité technique par rapport à l'industrie.

La structuration et la gestion des objets (centralisés ou répartis) relève, à notre avis, d'un cours de cycle d'approfondissement. En cycle B probatoire il faut cependant présenter la mémoire virtuelle et introduire les notions de modularité, de type abstrait, et de programmation par objet dans la gestion de la concurrence.

CONNAISSANCES ET PRATIQUES PRÉREQUISES

Le cours est un cours de deuxième cycle et n'est donc pas un cours d'initiation aux systèmes. Il complète la formation de base en systèmes informatiques pour la mettre au niveau nécessaire au cycle B (deuxième cycle d'enseignement supérieur) des études du CNAM.

1. Ces prérequis comprennent des savoirs acquis par une pratique professionnelle :

- l'utilisation courante d'un système multitâches comme Unix, Linux, Windows 98 ou NT, AX 400, IBM/VM, VAX/VMS,
- la programmation d'un langage de haut niveau comme Pascal, C ou C++, Java ou Ada,
- la manipulation d'un système de gestion de fichiers.

Cet acquis professionnel est une hypothèse forte sur laquelle reposent à la fois la crédibilité d'un cursus plus court et l'organisation de l'enseignement. L'auditeur qui en est privé est pénalisé et il doit essayer de l'obtenir, si possible dans sa vie professionnelle, en plus de ses cours au CNAM. Linux et Ada sont des logiciels libres qu'il peut télécharger gratuitement et

essayer sur un ordinateur personnel. Cela l'aidera à mieux comprendre le cours système et à améliorer sa qualification.

2. Les prérequis supposent aussi une connaissance minimum acquise par des enseignements :

- les fonctions usuellement remplies par un système d'exploitation,
- l'anatomie d'un système multitâches,
- la chaîne de construction de programme ; compilation , édition de liens, chargement,
- les notions de procédure, de passage de paramètres, d'environnement d'exécution, de visibilité des identificateurs (dans le cas de structure de bloc, de module, de structure à objets),
- l'architecture matérielle d'un processeur à 32 bits, en particulier l'adressage, les instructions d'entrée-sortie et les instructions en mode privilégié pour le traitement des interruptions,
- les éléments de base sur le codage, la modulation et la communication numérique,
- les bases des mécanismes et fonctions des architectures de réseaux (architecture en couches , fonction des couches, ...).

En mathématiques, une culture de base de niveau bac C (éléments d'analyse, d'algèbre (polynômes), de calcul matriciel) est nécessaire.

Les connaissances académiques prérequisées peuvent être acquises par exemple grâce aux cours CNAM du cycle A d'informatique, ou aux enseignements menant à un DUT ou un BTS d'informatique et dans des ouvrages comme:

C Carrez, Les systèmes informatiques (polycopiés CNAM, cycle A),

C Carrez, Exercices de systèmes informatiques (polycopiés CNAM, cycle A),

C. Carrez, Structures de données en Java, C++ et Ada (Masson),

A. Cazes, J. Delacroix, Architecture des machines et des systèmes informatiques (Dunod)

A. Tanenbaum, Architecture de l'ordinateur (Interéditions).

L. Bloch, Les systèmes d'exploitation des ordinateurs (Vuibert)

Certains des documents sont disponibles sur les pages des enseignements ou des enseignants du département informatique sur le serveur Web du CNAM. Voir en particulier :

URL : <http://deptinfo.cnam.fr/Enseignement/CycleA/>

ORGANISATION DU COURS SYSTÈMES

1ère leçon - Premier rôle du système : fournir à l'utilisateur une machine virtuelle et un environnement d'exécution de programmes.

2e leçon - Deuxième rôle du système : gérer une communauté de ressources.

3e leçon - Ordonnancement dynamique des processus qui demandent le processeur ou le canal d'accès aux disques.

4e leçon - Gestion de la mémoire centrale partagée par zone ou par page.

5e leçon - Stratégies globales d'allocation de ressources.

6e leçon - Étude du phénomène d'interblocage.

7e et 8e leçons - Les paradigmes de la concurrence entre processus informatiques.

9e leçon - Les mécanismes élémentaires du contrôle de concurrence en mémoire commune.

10e, 11e et 12e leçons - La programmation du contrôle de concurrence en mémoire commune en utilisant en particulier des sémaphores.

13e et 14e leçons - La communication par message et le contrôle de concurrence par invocation à distance ou par synchronisation avec des messages en système centralisé ou réparti.

15e leçon - Synthèse et retour sur l'architecture logique du système

POLYCOPIÉ DU COURS SYSTÈMES

Pour chaque chapitre, le polycopié comporte deux parties

- le manuel, qui résume les principaux éléments du chapitre,
- l'illustration, ensemble des transparents utilisés lors du cours oral en présentiel.

COURS SYSTÈMES EN LIGNE

cours en ligne : <http://deptinfo.cnam.fr/Enseignement/CycleProbatoire/SRI/Systemes>

LIVRES ET DOCUMENTATION

Pour en savoir plus sur les logiciels et les ressources libres

URL : <http://pauillac.inria.fr/~lang/ecrits> ou <http://libre.act-europe.fr/>

URL : <http://www.linux-center.org/fr/>

1. LIVRES DE BASE POUR LE COURS SYSTÈMES

[CNAM] C. Kaiser, Systèmes informatiques B (polycopiés du CNAM). Avec par des exercices et des compléments, il est à : http://deptinfo.cnam.fr/Enseignement/CycleProbatoire/SRI_B

[CNAM] C. Coquery, Exercices de systèmes et réseaux informatiques B (polycopiés du CNAM) , Il est aussi à : http://deptinfo.cnam.fr/Enseignement/CycleProbatoire/SRI_B

[Bouzefrane 03] S. Bouzefrane, Les systèmes d'exploitation, Unix, Linux et Windows XP, avec C et Java, Dunod 2003 (566 pages), ISBN : 2100071890

[Divay 00] M. Divay, Unix et les systèmes d'exploitation, Dunod 2000 (344 pages)

[Silberschatz 94] A. Silberschatz, P. Galvin, Principes des systèmes d'exploitation, 4e édition, Addison-Wesley 1994 (772 pages)

[Silberschatz 01] A. Silberschatz, P. Galvin, G. Gagne, Principes appliqués des systèmes d'exploitation, avec Java, Vuibert 2001 (800 pages)

[Tanenbaum 03] A.S. Tanenbaum, Systèmes d'exploitation, Pearson 2003 (970 pages)

INTERNET

Pages des enseignements ou des enseignants sur le serveur CNAM du Web.

URL : <http://deptinfo.cnam.fr/Enseignement/>

NOUVEAUTÉ 2002 : le **Crocus** (livre culte!) est disponible gratuitement sur le serveur de la bibliothèque numérique du CNAM à l'URL <http://cnum.cnam.fr>

2. DOCUMENTATION POUR ADA 95

LA PRÉSENTATION DES CHOIX FAITS POUR CE LANGAGE

Les choix faits pour le langage ADA 95, leur argumentation, la comparaison avec d'autres choix écartés, sont remarquablement présentés dans l'ouvrage :

[Barnes 97] J. Barnes (Ed.), Ada 95 Rationale : the Language, the Standard Libraries, Lecture Notes in Computer Science, n° 1247, Springer 1997

LE MANUEL DE RÉFÉRENCE DU LANGAGE :

Le manuel est disponible gratuitement sur internet (www.adahome.com/rm95/), mais aussi :

[ISO 95] International Standard Organisation, Ada 95 Reference Manual, ISO Standard 8652/1995, ISO, Genève 1995

[Tucker 97] S. Tucker Taft, R. Duff (Eds.), Ada 95 Reference Manual : Language and Standard Libraries, Lecture Notes in Computer Science, n° 1246, Springer 1997

DES OUVRAGES SUR ADA

[Barnes 96] J. Barnes, Programming in Ada 95, Addison-Wesley 1996 (702 p.)

[Ben Ari 97], M. Ben Ari, Ada for Software programmers, Addison-Wesley 1997

[Breguet 99] P. Breguet, L. Zaffalon, Programmation séquentielle avec Ada 95, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes 1999

[Cohen 96] N. Cohen, Ada as a second language, McGraw-Hill 1996

[Johnston 97] S. Johnston, Ada 95 for C and C++ Programmers, Addison-Wesley 1997

[Rosen 95] J.P. Rosen, Méthodes de génie logiciel avec Ada 95, InterEditions 1995 (412 p.)

[Zaffalon 99] Zaffalon L., Breguet P. Programmation concurrente et temps réel avec Ada 95, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes 1999 (559 pages)

ADA SUR INTERNET (DOCUMENTATION ET COMPILATEURS GRATUITS)

Home of Brave Ada Programmer : www.adahome.com ou lglwww.epfl.ch/Ada

Groupe Ada-France : ada-france.org

Adalog : perso.wanadoo.fr/adalog

Compilateur Ada 95 gratuit (PC, Linux,..) : www.act-europe.fr

Ada sur le web : www.adalog.fr/adaweb.htm

Ada Resources for Educators and Students : www.acm.org/sigada

ACT Europe &GNAT : <http://libre.act-europe.fr/>

et www.ada-answers.com et www.adapower.com et www.adaworld.com

3. DOCUMENTATION POUR LINUX

DES OUVRAGES SUR LINUX

[Card 98] R. Card, E. Dumas, F. Mével, Programmation Linux 2.0, Eyrolles 1998 (520 pages)

[Delacroix 03] J. Delacroix, Linux Programmation système et réseau, Dunod 2003 (324 pages)

[Kirch 95] O. Kirch, Administration réseau sous Linux, O'Reilly 1995

LINUX SUR INTERNET (DOCUMENTATION ET COMPILATEURS GRATUITS)

forum usenet : fr.comp.os.linux

sites français : <http://www.freenix.fr/linux> et <http://www.linux-center.org/fr/>

Linux : <http://www.linux.org>

distribution de Linux pour PC : <ftp.debian.org:/debian>

distribution de Linux pour Macintosh : <http://www.mklinux.org>

4. DOCUMENTATION POUR JAVA

DES OUVRAGES SUR JAVA

[Arnold 98] K. Arnold, J. Gosling, The Java programming language, Addison-Wesley 1998

[Charon 00] I. Charon, Le langage Java, Hermès Science 2000

[Silberschatz 01] A. Silberschatz, P. Galvin, G. Gagne, Principes appliqués des systèmes d'exploitation, avec Java, Vuibert 2001 (800 pages)

JAVA SUR INTERNET

site Sun : <http://java.sun.com>

cours CNAM (M. Douin) : <http://java.cnam.fr>

5. LECTURES POUR COMPLÉTER LE COURS SYSTÈMES

[Bach 89] J. M. Bach, Conception du système Unix, Masson 1989

[Beauquier 90] J. Beauquier, B. Bérard, Systèmes d'exploitation, Mc Graw Hill 1990 (541 pages)

[Ben Ari 90] M. Ben Ari, Principles of concurrent programming, Prentice Hall 1990

[Bloch 03] L. Bloch, Les systèmes d'exploitation des ordinateurs, Vuibert 2003, (314 pages)

[Crocus 75] CROCUS, Systèmes d'exploitation des ordinateurs, Dunod 1975 (364 pages)

depuis juin 2002, **disponible gratuitement** sur le serveur <http://cnum.cnam.fr>

voir <http://cnum.cnam.fr/fSYN/8CA2680.html> et <http://cnum.cnam.fr/RUB/fbiblio.html>

[Custer 96] H. Custer, Au coeur de Windows NT, Microsoft Press 1996 (365 pages)

[Dardonville 96] B. Dardonville, Architecture de Windows NT, Hermès 1996

[Krakowiak 87] S. Krakowiak, Principes des systèmes d'exploitation des ordinateurs, Dunod 1987 (486 pages)

[Leffler 89] S. Leffler, M. MacKusick, M. Karels, J. Quaterman, The Design and Implementation of the 4.3 BSD Unix Operating System, 1989 Addison-Wesley (471 pages)

[Montagnon 87] J.A. Montagnon, Systèmes d'exploitation et extensions du matériel, architecture des ordinateurs tome 2, Masson 1987.(295 pages)

[Padiou 90] G. Padiou, A. Sayah, Techniques de Synchronisation, Cepadues Editions 1990

[Peterson 85] J. Peterson, A Silberschatz, Operating System Concepts, Addison-Wesley , 1985

[Rifflet 96] J.M. Rifflet, Unix, 99 exercices corrigés, Édiscience, 1996

[Rifflet 00] J.M. Rifflet Programming under Chorus, édition libre et gratuite, disponible en ligne à : www.pps.jussieu.fr/%7Erifflet/book4.html

[Rifflet 03] J.M. Rifflet, J.B. Yunès, Unix, Programmation et communication Dunod 2003 (800 pages), ISBN : 2100079662

[Schiper 86] A. Schiper, Programmation concurrente, Presses Polytechniques Romandes 1986

[Soltis 95] F.G. Soltis, Inside the AS/400, Duke Press 1995 (360 pages)

REVUES CONSEILLÉES :

[TSI] T. S. I., Revue Technique et Science Informatique, Hermès (10 numéros par an)

La revue Technique et Science Informatique contient souvent des articles sur les applications et les systèmes informatiques. Voir <http://www.editions-hermes.fr>

[ACM] ACM Computing Surveys, ACM Press (4 numéros par an)

La revue *Computing Surveys* de l'ACM, société savante des Etats-Unis d'Amérique, publie des dossiers de synthèses sur l'informatique. Voir [http : //www.acm.org/surveys](http://www.acm.org/surveys)
[IEEE] IEEE Computer Society, autre société savante des Etats-Unis d'Amérique propose plusieurs publications sur les systèmes. Voir <http://www.computer.org/tpds/index.htm>

6. BIBLIOGRAPHIE POUR ALLER PLUS LOIN EN SYSTÈMES

6.1. SYSTÈMES TEMPS RÉEL

[Bonnet 99] C. Bonnet, I. Demeure, Introduction aux systèmes temps réel, Hermès 1999 (207 pages)

[Burns 01] A. Burns, A. Wellings, Real-Time systems and Programming Languages, Addison-Wesley 2001 (Third Edition)

[Cottet 00] F. Cottet, J. Delacroix, C. Kaiser, Z. Mammeri, Ordonnancement temps réel, Hermès 2000 (207 pages)

[Cottet 02] F. Cottet, J. Delacroix, C. Kaiser, Z. Mammeri, Scheduling in Real-Time Systems, Wiley 2002 (266 pages)

[Zaffalon 99] Zaffalon L., Breguet P. Programmation concurrente et temps réel avec Ada 95, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes 1999 (559 pages)

6.2. SYSTÈMES ET APPLICATIONS CONCURRENTS

[Andrews 91] G. Andrews, Concurrent Programming, Principles and practice, The Benjamin/Cummings Publishing, 1991

[Burns 95] A. Burns, A. Wellings, Concurrency in Ada, Cambridge University Press 1995 (396 pages)

[Lea 97] Lea D, Concurrent programming in Java, Addison-Wesley 1997 (339 pages).

[Hartley 98] S. Hartley, Concurrent programming : the Java programming language, 272 p., Oxford University Press

6.3. SYSTÈMES ET APPLICATIONS RÉPARTIS

[Balter 91] R. Balter, J.P. Banâtre, S. Krakowiak, éditeurs, Construction des systèmes d'exploitation répartis, Collection didactique, INRIA 1991 (350 pages)

[Besancenot 97] J. Besancenot et al., Les systèmes transactionnels, Hermès 1997 (415 p.)

[Blair 98] G. Blair, J.B. Stéfani, Open Distributed Processing and Multimedia, Addison-Wesley 1998 (452 p.)

[Cornafion 81] CORNAFION, Systèmes informatiques répartis, Dunod 1981 (367 pages)

[Coulouris 95] G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, Distributed Sytems (2nd edition), Addison-Wesley 1995 (601 pages)

[Mullender 94] S. Mullender, Distributed Sytems (2nd ed.), Addison-Wesley 1994 (644 p.)

[Tanenbaum 95] A. Tanenbaum, Distributed Operating Sytems, Prentice Hall 1995 (614 p.)

6.4. SYSTÈMES ET ARCHITECTURES À CAPACITÉS

[Lévy 84] H. Lévy, Capability-Based Computer Systems, Digital Press 1984, (220 pages)

PS : Je vous recommande tout particulièrement la lecture de ce dernier livre [Lévy 84].

AUTRES COURS CNAM TRAITANT DES ASPECTS SYSTÈMES

PROGRAMMATION AU NIVEAU DES SYSTÈMES D'EXPLOITATION

•• Méthodes de programmation systèmes (1/2 UV par J. Delacroix) (cours B3 code 19329) cycle probatoire. Voir le polycopié CNAM et le cours en ligne à :

<http://lionne.cnam.fr/Cours/an01/MPS01/MPS.htm>

-- une approche des systèmes voisine de la nôtre et complémentaire.

SYSTÈMES ET APPLICATIONS CONCURRENTS

•• Applications concurrentes : Conception, outils de validation (1/2 UV par C.Kaiser, J.F. Pradat-Peyre, K. Barkaoui) (ACCOV_B ; cours d'approfondissement B3 : code 16 981)) option informatique réseaux systèmes et multimédia. Voir le polycopié CNAM et le cours en ligne à <http://deptinfo.cnam.fr/Enseignement/CycleSpecialisation/ACCOV/>

-- comment concevoir et programmer, pour les applications et les systèmes, des programmes concurrents qui soient corrects.

SYSTÈMES ET APPLICATIONS RÉPARTIS :

•• systèmes et applications répartis (1/2 UV par S. Bouzefrane, G.Florin, E. Gressier-Soudan, C. Kaiser) (SAR_B; cours d'approfondissement B4 : code 19 302) option informatique réseaux systèmes et multimédia. Voir le polycopié CNAM et le cours en ligne à : <http://deptinfo.cnam.fr/Enseignement/CycleSpecialisation/SAR/>

-- comment gérer les communications, la structuration, la synchronisation, les objets, le partage dans les systèmes et applications répartis.

RESEAUX ET SYSTEMES REPARTIS

•• réseaux et systèmes répartis (1 UV par C. Coquery, S. Bouzefrane, G.Florin, E. Gressier-Soudan, C. Kaiser, P. Paradinas) (RSR_C ; cours d'approfondissement C3 : code 16 954) option informatique réseaux systèmes et multimédia. Voir le cours en ligne à

<http://deptinfo.cnam.fr/Enseignement/CycleSpecialisation/RSR/>

-- aspects récents et actualité des systèmes et applications répartis.

TEMPS RÉEL

•• systèmes temps réel et leur programmation (1/2 UV par C. Carrez, J.Delacroix, J.F. Pradat-Peyre, S. Bouzefrane) (STRP_B ; cours d'approfondissement B3 : code 16 972) option informatique de systèmes automatisés. Voir le polycopié CNAM.

-- divers aspects de programmation et de structuration systèmes pour le temps réel

AUTRES COURS D'INFORMATIQUE EN LIGNE

N'oubliez pas de rendre visite au serveur du département d'informatique

<http://deptinfo.cnam.fr/Enseignement/>

et au serveur de la bibliothèque numérique du CNAM

<http://cnum.cnam.fr>

Le serveur pédagogique de SPECIF recense les supports de cours qui sont en ligne et en particulier des cours systèmes qui sont en ligne.

<http://spedago.unice.fr>

D'autres établissements d'enseignement ont des cours en ligne. Allez les visiter. Par exemple :

<http://www.doc.cs.univ-paris8.fr/systemes-exploitation/>