

# Ecole Centrale de Lyon

## Année scolaire 1995-1996

### **Attention : Modification**

Titre : **Programmation sous contraintes**

Enseignant : M. SAIDI

Nombre d'heures : 22h Cours, 16h BE.

### **Objectifs du cours**

La programmation sous contraintes s'intéresse à la résolution des problèmes combinatoires dont l'espace de recherche est de taille importante. Les problèmes tels que l'ordonnancement ou l'allocation de ressources sont habituellement traités spécifiquement en Recherche Opérationnelle et les solutions proposées sont peu adaptables. Issue des techniques d'Intelligence Artificielles et de la Recherche Opérationnelle, la programmation sous contraintes définit un cadre méthodologique et procure un outil puissant pour résoudre ce type de problèmes.

L'objectif de ce cours est d'approfondir les méthodes et techniques de modélisation et de résolution des problèmes de satisfaction de contraintes et d'examiner des applications industrielles de la programmation sous contraintes. Ces études seront illustrées dans les cadres de la programmation logique sous contraintes (déclarative) ainsi que celui de la programmation objet sous contraintes.

Les autres extensions de la programmation logique sont également étudiées en dernière partie de ce cours.

### **Sommaire**

- L'essentiel de la programmation logique
  - Rappel des notions de base utilisées dans la suite du cours
  - Prolog : Outil primitif de résolution de problèmes de satisfaction de contraintes.  
Schémas de programmation
  
- Problèmes de satisfaction de contraintes
  - Techniques de résolution
  - Domaines candidats
  
- Programmation logique sous contraintes
  - De l'unification syntaxique à la résolution de contraintes

- Cadre général CLP(X)
- CLP(R)
  
- Méthodologies de résolution de problèmes
  - Schémas de programmation
    - Contraintes hiérarchiques
    - Problèmes combinatoires
  - Techniques de consistance des graphes
  
- Environnements de programmation sous contraintes
  - Logique : PrologIII, CLP(R), ...
  - Objet : IlogSolver, ThingLab, ...
  
- Techniques de consistance de graphes : Domaines finis
  - Techniques d'optimisation de parcours des arbres de recherche
  - Implantation dans les langages de programmation sous contraintes
  - CHIP, Eclipse
  
- Fondements théoriques
  
- Etudes d'exemples industriels
  
- D'autres extensions de la programmation logique
  - Logique et fonctions
  - Logique et objets
  - Synthèse : Logique + Fonctions + Objets : LIFE
  - Logique et grammaires
    - L'unification grammaticale
    - Afflog, Starlet
  - Bases de données déductives
  
- Compléments sur les concepts et paradigmes de programmation
  - Paradigme Impératif et Fonctionnel
    - ADA et CAML
  - Paradigme Grammatical
    - Métacompilateurs

## **Activités pratiques**

*Bureaux d'études*

- Etude et programmation d'exemples en PrologIII <sup>et/ou</sup> CHIP <sup>et/ou</sup> CLP
- ADA, CAML, Prolog

### **Modalités du contrôle des connaissances**

- Le travail réalisé lors des BEs.
- Mini projet extension des BE sur la programmation logique sous contraintes, à soutenir

### **Bibliographie :**

- Polycopié du cours (SDEC-ECL)
- Polycopié Prolog (SDEC-ECL)
- Polycopiés ADA, CAML
- Publications des travaux de recherche du laboratoire M.I.S. de l'ECL
- Ouvrages de références des langages étudiés, manuels

# Quelques Références

## 1- Prolog et programmation en logique en général

- *Computing with logic*  
D. Maier, D.S. Warren  
Benjamin/Cumming Pub. Co. 1988
- *Fondements de la programmation logique*  
J.W. Lloyd  
Eyrolles 1988
- *L'art de Prolog*  
L. Sterling, E. Chapiro  
MIT press 1986
- *Logic, Programming and Prolog*  
U. Nilsson, J. Maluszynski  
John Willey 1990
- *Programmation en logique*  
C.J. Hogger  
Masson 1987
- *Programmer en Prolog*  
W.F. Clocksin , C.S. Mellish  
Eyrolles 1981
- *Programmer en Prolog pour l'intelligence Artificielle*  
I. Bratko  
InterEditions 1989
- *Prolog programming in depth*  
M.A. Covington, D. Nute, A.Vellino  
Scott, Foresman & Co. 1988

## **2- Programmation (en logique) sous contraintes**

- CAL : Contrainte Avec Logique on CESP : User's Manual  
Institute for New Generation Computer Technology. JIPDEC-1991-92
- CHARME : un langage industriel de programmation par contraintes.  
A. Oplobedu & al.  
Renault. Rueil-Malmaison. 1989
- Consistency in Networks of Relations  
A.K. Mackworth  
University of Columbia. 1977
- Constraint Logic Programming  
Th. Frühwirth & al  
ECRC- 1993
- Constraint Logic Programming  
Selected Research  
F r d ric Benhamou and Alain Colmerauer  
MIT Press 1993
- Constraint Programming Languages  
Wm Leleer  
Addison-Wesley Publishing Company- 1988
- Constraint Programming Languages  
Joxan Jaffar & M.J. Maher  
A para tre dans le Journal of Logic Programming.  
IBM Thomas J. Watson Research Center. 1994
- Constraint Programming Languages  
J. Cohen  
ACM. 33/77. 1990
- Constraint Satisfaction Algorithms  
B. A. Nadel.  
Computational Intelligence. 1989

- Constraint Satisfaction in Logic Programming  
Pascal Van Hentenryck  
MIT Press 1989
- ECLIPSE : User Manual  
ECRC-1994
- Generalized Constraint Propagation Over the CLP Scheme.  
Th. Le Provost, M. Wallace.  
ECRC-1993
- Hierarchical CLP.  
M.A. Wilson.  
Ph.D. Dissertation  
University of Washington. 1993
- Increasing Tree Search Efficiency for Constraint Satisfaction Problems.  
R.M. Haralick, G. L. Elliot  
Journal of IA. (14). 1980
- Kaleidoscope : A Constraint Imperative Programming Language.  
G. Lopez & al  
University of Washington. 1993
- Le problème de satisfaction de contraintes :  
synthèse et méthode exacte de résolution.  
Bannaceur Hachemi  
Thèse de doctorat d'université. Université Paris-Nord. 1989
- Programming in CLP (BNR)  
W. Older, F. Benhamou  
Bell Northern Research Laboratory, Ottawa, Ontario, Canada. 1993
- Résolution de problèmes d'aménagement spatial fondée sur la satisfaction  
de contraintes.  
Franck Rochon du Verdier  
Thèse de doctorat d'université. Université Lyon-1. 1992

- The SkyBlue Constraint Solver.  
M. Sannella.  
University of Washington. 1993
- The Evolution of Constraint Imperative Programming  
B.N. Freeman-Benson  
Université de Nantes. 1990
- The CLP(R) Programmer's Manual  
N. Heintze, J. Jaffar & al  
Monash University- 1987  
IEEE-1987

### **3- Quelques applications avec des contraintes**

- CLP and Option Trading  
Ch. Lassez, K. McAloon. R. Yap  
IBM, T.J. Watson Research Center.- 1987
- Optimal Instruction Scheduling using CLP  
M. Anton Ertl, A. Krall  
DMS Decision Management System GMBH.  
PLILP-91
- Modélisation par la Programmation en Logique avec Contraintes d'un  
problème d'atelier à flot sans attente et sans stock intermédiaire.  
Ch. Varnier  
Université de Besançon-Afcet 1994
- CLP(R) and Some Electrical Engineering Problems  
N. Heintze & al  
IBM, T.J. Watson Research Center.- 1991
- Expériences sur des problèmes de placement en PrologIII  
G. A. Narboni  
PrologIA-Afcet 1994

- Implantation d'un ATMS en Prolog  
P. Taillibert  
Dassault Electronique- AFCET 1994
- La technologie CHIP  
Exemples d'applications  
COSYTEC SA- 1992
- Solving the car sequencing problem in CLP  
M. Dincbas, H. Simonis, P. Van Hentenryck  
ECRC- 1998
- Solving a Real-Life Planning Exams Problem using CLP  
P. Boizumault, Y. Delon, L. Péridy  
Université d'Angers. 1993
- Exercices en Recherche Opérationnelle : ordonnancements  
Support du cours. Institut de Programmation de Grenoble. 1994
- Solving Geometric Constraint Systems  
G.A. Kramer  
Unviversity of Sussex- 1993
- Solving Space Planning Problems Using Constraint Technology  
P. Charman  
CERMICS-INRIA, Sophia-Antipolis. 1993
- Timetabeling in CLP  
F. Azevedo. P. Barahona  
Universidade Nova de Lisboa. 1993
- Optimization of Job Scheduling for a Sheet-Metal Workshop  
A. Schevtchenko  
Petersburg State Electrical Engineering University. Russia. 1993
- Programmation sous Contraintes et Câblage d'immeubles  
S. Bourgault, JP. Le Pape  
CNET-Lannion 1990

- Diagnosing Analog Circuits Designed-for-Testability by Using CLP(R)  
I. Mozetic, F. Novak, M. Santo-Zarnik, A. Biasizzo  
Austrian Research Institute for Artificial Intelligence- 1993

#### **4- Objets, relations, fonctions et contraintes**

- Adding Objects to Prolog  
D. Pountain  
Byte. 1990
- An overview of LIFE  
H. Aït-Kaci. DEC-Paris- 1992
- Le FUN : Logic, equation and Functions  
H. Aït-Kaci, P. Lincoln, R. Naser  
IEEE. 1987
- Logic and Objects  
F.G. McCabe  
Prentice Hall. 1992
- LOGIN : L Logic Programming Language with Built-in Inheritance  
H. Aït-Kaci, R. Nasr  
Journal of Logic Programming. Elsevier Science Publishing. 1986
- Object Oriented Programming in Prolog  
C. Zaniolo.  
IEEE.1984
- Object-Oriented Programming : An Evolutionary Approach  
Brad J. Cox. Addison-Wesley. 19987
- Towards a Meaning of LIFE  
H. Aït-Kaci, A. Podelski  
DEC-Paris- 1991
- The LAURE Model for Object-Oriented Logic Database  
Y. Caseau. NyNex Co. - NJ. USA

- WILD LIFE : A User Manual  
H. Aït-Kaci, R. Meyer, P. Van Roy  
DEC-Paris- 1992