

*Travaux, publications et thèses encadrées par Claude Pair
(document prêté par Claude à Marion). Non daté mais Claude sait sans doute.*

Travaux de C. PAIR

L'objet de mes recherches est la programmation. Leur approche consiste en général à partir de problèmes concrets, notamment la compilation [3,5,T1,T3,T5,T30,T35], l'écriture des programmes [32,44], l'emploi des structures de données [21], pour construire des théories aidant à les formuler et à les résoudre. Les méthodes sont algébriques et logiques.

Les aspects syntaxiques de la compilation des langages de programmation m'ont amené, de 1963 à 1965 surtout, à étudier l'analyse syntaxique [1,6,T15]. J'ai mis notamment en évidence les méthodes de précedence [2], ultérieurement envisagées par WIRTH et WEBER. Puis, pour formuler et étudier plus précisément ce problème de l'analyse syntaxique, j'ai, de 1966 à 1968 notamment, étudié les langages d'arbres, souvent réétudiés depuis, en introduisant les notions de ramification et bilangage [8,T8,11,12], et en utilisant pour cela des méthodes algébriques.

L'application des méthodes syntaxiques à la compilation [T14] a conduit à la définition d'un langage d'écriture de compilateurs, FACE [15,T17,T18,T26,T29]. D'autre part, en liaison avec la théorie des bilangages, elle a amené à étudier la méthode des attributs de KNUTH de deux points de vue : celui des algorithmes de détection de la circularité [34] et celui des preuves de définition d'attributs [45] (premier travail du genre).

Outre leur application à la description de la syntaxe des langages naturels [T21] ou de programmation [T13], et des démonstrations élégantes de résultats de théorie des langages [18,19,25,28,38,T44], les bilangages ont permis d'introduire de nouvelles méthodes d'inférence grammaticale [39,42,T34]. Ils ont eu ensuite deux sortes de prolongements : l'un dans l'étude de la sémantique algébrique des langages ; l'autre par l'extension de leur théorie à des algèbres plus générales [T16] : une application est l'introduction des méthodes syntaxiques en reconnaissance des formes ([T20] et travaux de l'équipe de J.P. HATON).

Cette extension à des algèbres plus générales est proche de ce qu'on nomme aujourd'hui les types abstraits algébriques [T38], qui formalisent les structures de données. L'étude des structures de données a d'ailleurs été une autre direction de mes travaux : structure de pile [6], cheminement dans les graphes [T4,7,13,20,T6] . Ce dernier travail, employant également des méthodes algébriques, se rattache à l'algorithmique (et à la complexité des algorithmes) : il introduisait le mode d'exploration des graphes dit aujourd'hui "en profondeur d'abord" puisqu'il utilise une pile pour l'exploration.

Des travaux précurseurs aux types abstraits algébriques ont été effectués d'une autre manière, dont la motivation a été la construction des programmes et la définition des bases de données [T11,T19,T28]. En effet, la recherche d'une formalisation pour les structures de données a amené, autour de 1974, à

considérer des systèmes formels du premier ordre où le seul prédicat est l'égalité. Cette théorie des "structures d'information" [27,T24] s'accompagnait de celle de leurs modifications, c'est-à-dire du passage d'une information à une autre de même structure.

Elle a donné lieu à deux genres d'applications bien liées : une méthode de description de la sémantique des langages de programmation [T25] , une méthode et un outil de description formelle de compilateurs [47,48,T42,T43] .

Il est cependant apparu que l'emploi de deux niveaux de description, l'un pour les aspects instantanés, l'autre pour leurs modifications dans le temps, nuisait à l'unité de la théorie. Aussi, dans le cadre des types abstraits, une nouvelle description de la sémantique a été proposée [54,T56], qui paraît conduire à des descriptions plus simples et plus formelles que la sémantique dénotationnelle. Il s'agit d'une "sémantique algébrique" car elle est faite d'un type abstrait dont les modèles sont des algèbres. Cette orientation vers la sémantique ne date d'ailleurs pas d'hier, puisque des travaux dans ce domaine avaient été faits dès 1965-66 [4], et d'autres, introduisant des méthodes issues de la théorie des langages, en 1973 [30] .

Mais l'étude de la programmation ne se réduit pas à celle des aspects syntaxiques ou sémantiques des langages. Outre l'étude de langages particuliers [10,T7,T9,T10,T27], et celle d'Algol 68 m'a occupé plusieurs années [9,16,17,23,33], on s'aperçoit de plus en plus que les méthodes de programmation sont essentielles. Il convient de séparer divers aspects, à traiter dans des étapes différentes, et plus ou moins susceptibles d'automatisation ; il convient de limiter le domaine des notions dynamiques, sources d'erreurs et de difficultés dans la construction et la validation. Ces idées sont à la base de la méthode de programmation déductive introduite en [26,31,41,43,46,T33,T40], et depuis lors élargie vers la spécification [35,36,49,T39] et employée dans l'enseignement [37]. Des travaux plus appliqués ont d'ailleurs été orientés vers l'introduction de l'informatique dans l'enseignement [40,51,T41].

PUBLICATIONS

1. *Justification théorique de l'utilisation des piles en compilation*, CR AS 257 (1963), 3278-3281.
2. *Arbres, piles et compilation*, RFTI - Chiffres 7 (1964), n°3, 199-216.
3. *Sur la détermination de la correspondance paramètre formel - paramètre effectif des procédures Algol*, congrès AFIRO (1964), 157-162.
4. *Essai de description de la sémantique des langages de programmation*, séminaire AFIRO et rapport interne (1964).
5. *Description d'un compilateur Algol*, European Région 1620 Users Group, Mannheim (1965).
6. *Etude de la notion de pile, application à l'analyse syntaxique*, thèse, Nancy (1965).
7. *Sur des algorithmes pour les problèmes de cheminement dans les graphes*, *Théorie des graphes*, Dunod - Gordon - Breach (1966), 271-300.
8. *Définition et étude des bilangages réguliers*, *Inf. and Control* 13 (1968) 565-593, avec A. QUERE.
9. *Introduction à Algol 68*, *RIRO Informatique* 3 (1969) n°3, 17-52.
10. *Algol 60*, *Techniques de l'Ingénieur* H 2160 (1970).
11. *Sur des notions algébriques liées à l'analyse syntaxique*, *RIRO Math.*4 (1970) n° 3, 3-29.
12. *Sur les fonctions primitives récursives de ramifications*, *Acta Math. Acad. Sc. Hung.* 21 (1970), 437-444, avec A. QUERE.
13. *Mille et un algorithmes pour les problèmes de cheminement dans les graphes*, *RIRO Informatique* 4 (1970) n° 3, 125-143.
14. *Survol de la théorie des langages*, journées AFCET, Grenoble (1970).
15. *FACE, langage pour l'écriture des compilateurs*, congrès AFCET (1970) broch. 2, 5-21, avec F. BELLEGARDE et J. MAROLDT.
16. *Concerning the syntax of Algol 68*, *Algol Bulletin* 31 (1970), 16-27.
17. *Rapport d'évaluation Algol 68*, *RIRO Informatique* 5 (1971), n° 1, 15-106, avec coauteurs.
18. *Application de la théorie des ramifications au problème de l'équivalence structurale de deux C-grammaires*, *RIRO Math.* 5 (1971) n° 2, 130-136.
19. *L'algorithme d'analyse syntaxique de P. BROISE*, *RIRO Informatique*, (1971) n° 2, 111-123.
20. *Problèmes de cheminement dans les graphes*, *Monographies d'informatique*, Dunod (1971), avec J.C. DERNIAME.

21. *Les structures de données et leur représentation en mémoire*, cours à l'Ecole d'Eté de l'AFCEC (1971), publié par IRIA (1977) avec la collaboration de MC. GAUDEL.
22. *La formalisation des langages de programmation*, Informatique et Sciences Humaines 9 (1971), n° 34, 71-86.
23. *Définition du langage algorithmique Algol 68*, Act. Sc. et Ind. 1354, Hermann (1972), avec le groupe Algol de l'AFCEC.
24. *Compilation*, cours à l'Ecole d'Eté de l'AFCEC (1972).
25. *Analyse syntaxique*, cours à l'Ecole d'Eté CEA-EDF-IRIA (1973).
26. *On description languages for algorithms and programs*, rapport interne (1973) .
27. *Formalization of the notions of data, information and information structure*, in_ Data Base Management Systems (KLIMBIE-KOFFEMANN éd.), North-Holland (1974) 149-168.
28. *Toute grammaire $LL(k)$ est $LR(k)$* , RAIRO Informatique 8 (1974) n° 2, 59-62.
29. *Aspects de la théorie de la programmation*, cours Ecole d'Eté AFCEC (1974), avec coauteurs.
30. *Calculs, ensembles de calculs, équivalence de programmes*, Conv. Informatica Teorica 1973, Symposia Matematica 15, Academic Press, (1975), 35-54.
31. *Introduction à une méthode de programmation déductive*, rapport interne (1975) avec J. MAROLDT.
32. *Réflexions sur la programmation*, journée SESORI sur la programmation (1974), 13-18.
33. *Manuel du langage algorithmique Algol 68*, Act. Sc. et Ind. 1373, Hermann (1975) avec le groupe Algol de l'AFCEC.
34. *Algorithms for checking consistency of attribute grammars*, in Proving and Improving programs, IRIA Int. Coll. Arc et Senans (1975), 29-54, avec B. LORHO.
35. *Some proposals for a very high level language on a variable universe*, in New Directions in Algorithmic Languages (S. SCHUMAN, ed.) W.G. 2.1. Conf., IRIA (1975), 53-70.
36. *Du problème à sa solution*, Colloque SESORI, Logique et Programmation, Le Bischenberg (1975).
37. *Initiation à la programmation*, CNTE (1976), avec N. CARBONNEL.
38. *Les arbres en théorie des langages*, Colloque "Les arbres en algèbre et en programmation", Lille (1976), 196-216.

39. *Inference for regular bilanguages*, in Formal Languages and programming (R. AGUILAR, éd.), North-Holland (1976), 15-30.
40. *Objectifs, réalisations et expériences de l'introduction de l'informatique dans l'enseignement secondaire en France*, Colloque sur Informatique et Enseignement, Neuchatel (1977).
41. *La construction des programmes*, Journées informatiques de Nice (1977) et Ecole d'été de Montréal (1977).
42. *Inference for regular bilanguages*, Journ. Comp. System Sciences 16 (1978), 100-122, avec J. BERGER.
43. *MEDEE, a type of language for constructing programs*, Workshop on reliable software, Bonn (1978), avec coauteurs.
44. *La programmation : de l'énoncé au programme*, conférence invitée au congrès de l'AFCEP (1978).
45. *Correctnes proofs of syntax-directed processing description by attributes*, Journ. Comp. System Sciences 18 (1979), 1-17, avec M. AMIRCHAHY et D. NEEL.
46. *La construction des programmes*, RAIRO Informatique 13 (1979), 113-137.
47. *Construction de compilateurs basée sur une sémantique formelle*, Journées francophones, Genève (1979), 83-101, avec M.C. GAUDEL.
48. *The use of formal semantics to produce and prove compilers*, Workshop on semantics of programming languages, Bad Hohnef (1979), avec M.C. GAUDEL.
49. *Spécifications et langages de spécification*, Panorama des langages d'aujourd'hui, séminaire GROPLAN, Congrès (1979).
50. *Computer Science, a new dimension of contemporary science*, in Scientific Culture in the Contemporary World, Scientia (1979), 343-363, avec M. BORILLO.
51. *L'algorithmique, ou comment l'informatique amène à faire des mathématiques*, Conférence invitée au 4e séminaire, coll. de la Comm. Int. Enst Math., Luxembourg (1979), 117-134.
52. *Some theoretical aspects of program construction*, in Program Construction, International Summer School, Springer Lecture Notes in Comp. Sc. 69 (1979), 617-651.
53. *La production assistée du logiciel, introduction et perspectives*, Journées Francophones, Genève (1980), 1-13.
54. *Types abstraits et sémantique algébrique des langages de programmation*, CRIN 80-R-011 (1980).
55. *Application of abstract data types to the définition of the semantics of programming languages*, conférence invitée à "Formalization of Programming Concepts", Peniscola (1981).
56. *Abstract data types and algebraic semantics of programming languages*, Theor. Comp. Sc.18 (1982), 1 - 31.
57. *A systematic study of models of abstract data types*, Theor comp. Sc.33 (1984) 139-174, avec M. BROU et M. WIRSING.

THESES SOUTENUES SOUS MA DIRECTION

- T 1. M. CUSEY *Construction d'un compilateur Algol pour IBM 1620*, 3e cycle (1964);
- T 2. R. ROMAC *Etude des méthodes de tri*, 3e cycle (1964).
- T 3. J. ANDRE *Contribution à la construction d'un compilateur Algol pour IBM 1620*, 3e cycle (1965).
- T 4. A. EMOND *Application de la notion de pile à des problèmes portant sur les chemins des graphes*, 3e cycle (1965).
- T 5. A. FLOCH *Achèvement d'un compilateur Algol, traitement des procédures*, 3e cycle (1966).
- T 6. J.C. DERNIAME *Etude d'algorithmes pour les problèmes de cheminement dans les graphes finis*, 3e cycle (1966).
- T 7. H. SCHIVI *Etude de Cogent, langage de traitement de structures arborescentes*, 3e cycle (1968),
- T 8. A. QUERE *Etude des ramifications et des bilangages*, 3e cycle (1969).
- T 9. J. VILLARD *Emploi de PL/I pour les problèmes de linguistique*, 3e cycle (1969).
- T10. J.M. DIRAND *Les langages ATF-LMU, application aux problèmes linguistiques, mise en oeuvre sur CII 10070*, 3e cycle (1969).
- T11. J.M. MARTIN *Un mode d'exploitation du dossier médical*, 3e cycle (1969).
- T12. J. CHABRIER *Etude d'une télétransmission par terminal*, 3e cycle (1970).
- T13. J.M. LECLAIRE *Définition de la syntaxe des langages de programmation*, 3e cycle (1970).
- T14. R. KHALIL *Essai de formalisation de la description des compilateurs*, doct.ingénieur (1970).
- T15. C. LEMAIRE *Système général d'analyse syntaxique*, 3e cycle (1971).
- T16. P. LESCANNE *Etude de quelques théories des langages et généralisation du théorème de Kleene*, 3e cycle (1971)
- T17. F. BELLEGARDE *Face, langage d'écriture de compilateurs, définition et implémentation*, 3e cycle (1972).

- T18. J. MAROLDT *Définition de Face, langage pour l'écriture des compilateurs, implémentation d'un sous-ensemble*, docteur-ingénieur (1972).
- T19. P. GERMAIN *Système de gestion et d'exploitation documentaire d'un corpus de dossiers médicaux*, 3e cycle (1972).
- T20. R. MOHR *Modèle algébrique pour l'analyse syntaxique de figures*, 3e cycle (1973).
- T21. N. CARBONELL *Rôle des fonctions récursives de ramifications dans la définition d'une langue naturelle, application à la syntaxe française*, 3e cycle (1972).
- T22. J.B. JOUIN *Reconnaissance des fonctions primaires de la phrase anglaise*, 3e cycle (1973).
- T23. J.C. DERNIAME *Le projet CIVA, un système de programmation modulaire*, Etat (1974).
- T24. J.L. REMY *Structures d'information, formalisation des notions d'accès et de modification d'une donnée*, 3e cycle (1974).
- T25. J.P. FINANCE *Contribution à la formalisation de la sémantique d'un langage de programmation, application à Algol 68*, 3e cycle (1974).
- T26. H. PISTRE *L'analyse syntaxique dans FACE, langage pour l'écriture des compilateurs*, 3e cycle (1975).
- T27. J. JARAY *Le langage SNOBOL4, ses applications, son implémentation*, 3e cycle (1975).
- T28. M. CREHANGE *Description formelle, représentation, interrogation des informations complexes : système Pivoines*, Etat (1975).
- T29. A.M. RASSER *Outils d'aide à la mise au point d'un compilateur écrit dans le langage FACE*, 3e cycle (1976).
- T30. M. MAZAUD *Système d'aide à la production de traducteurs*, 3e cycle (1976).
- T31. J.J. GIRARDOT, F. MIREAUX *Réalisation d'un interprète complet du langage APL sur un mini-ordinateur*, docteur-ingénieur (1978).
- T32. F. PRUSKER *Aspects théoriques et pratiques du tri par fusion sur disque*, Etat (1977).

- T33. B. HUC *Mise en œuvre de la méthode de programmation déductive*, docteur-ingénieur (1977).
- T34. J. BERGER *A study of inference for regular bilanguages*, PH.D, University of Pennsylvania (1977).
- T35. A. TISSERANT *Compilateur du langage Pascal sur mini-ordinateurs, réalisation sur Solar 16*, docteur-ingénieur (1977).
- T36. A. COCHET-MUCHY *La production de programmes dans le projet SYGARE*, docteur-ingénieur (1978).
- T37. P. NONN *Le système d'exploitation dans le projet SYGARE*, docteur-ingénieur (1978).
- T38. P. LESCANNE *Etude algébrique et relationnelle des types abstraits et de leurs représentations*, Etat (1979).
- T39. J.P. FINANCE *Etude de la construction des programmes : méthodes et langages de spécification et de réalisation de problèmes*, Etat (1979).
- T40. J. MARIN-NAVARRO *Un método de programación .- presentación, implementación, transporte*, Universidad Complutense, Madrid (1979).
- T41. M. QUERE *Contribution à l'amélioration des processus d'enseignement, d'apprentissage et d'organisation de l'éducation : l'ordinateur outil et objet d'enseignement, application au projet SATIRE*, Etat (1980).
- T42. M.C. GAUDEL *Génération et preuve de compilateurs basées sur une sémantique formelle des langages de programmation*, Etat (1980).
- T43. P. DESCHAMP *Production de compilateurs à partir d'une description sémantique des langages de programmation : le système PERLUETTE*, docteur-ingénieur (1980).
- T44. P. MARCHAND *Langages d'arbres, langages dans les algèbres libres*, Etat (1981).
- T45. E. CHOURAQUI *Contribution à l'étude théorique de la représentation des connaissances. Le système symbolique Arches*, Etat (1981).
- T46. J.L. REMY *Etude des systèmes de réécriture conditionnels et applications aux types abstraits algébriques*, Etat (1982).
- T47. Radhia COUSOT *Thèse d'état 1985 UHP Nancy*.