

Projet Escape

Étude des Systèmes Complexes

Présentation COS

Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Marseille
CNRS & Université de Provence



11 avril 2006

Projet Escape

Proposer des contributions ciblées à l'étude interdisciplinaire des systèmes complexes grâce à l'informatique théorique moderne.

- ➔ Septembre **2005** : lancement du projet
- ➔ **5** permanents :
 - Bruno Durand, PR U1
 - Nicolas Ollinger, MCF U1 (arrivée **nov 2003**)
 - Gregory Lafitte, MCF U1 (arrivée **fév 2005**)
 - Alexander Shen, DR CNRS (arrivée **sep 2005**)
 - Andrei Romashchenko, CR CNRS (arrivée **sep 2005**)

AR est administrativement au LIP, ENS Lyon
- ➔ **5** doctorants (LB, VB, GR, GV, MW) et **1** stagiaire de M2 (AB)

Action blanche ANR Sycomore

Adopter franchement le point de vue des systèmes complexes et étudier à travers eux quelques thèmes informatiques qui nous paraissent particulièrement pertinents.

- ➔ Projet compétitif ANR pour 2005–2008 (3 ans)
- ➔ Porteur du projet : Bruno Durand
- ➔ Trois UMR CNRS partenaires :
 - LIF, Marseille. 5 membres (BD, NO, GL, AS, AR)
 - LIP, ENS Lyon. 2 membres (M. Delorme, J. Mazoyer)
 - I3S, Nice. 3 membres (J. Cervelle, E. Formenti, C. Papazian)
- ➔ 5 thèmes de recherche bien définis, non cloisonnés
- ➔ 10 permanents (1 DR, 3 PR, 1 CR, 5 MCF) et 9 doctorants
- ➔ Financement obtenu : 350 k€ pour 3 ans

Coopérations internationales

- ➔ Coopérations actives, pertinentes dans le cadre d'Escape :
 - Jarkko Kari, University of Turku, Finlande
automates cellulaires, pavages
 - Leonid Levin, Boston University, USA
complexité, pavages, calcul avec erreurs
 - Menachem Magidor, Hebrew University of Jerusalem, Israel
logique, théorie des ensembles, incomplétude
 - Nikolai Vereshchagin, UMI CNRS Poncelet, Moscou, Russie
complexité de Kolmogorov, complexité

Animation

- ➔ Rencontres semestrielles FRAC du projet Sycomore
 - Organisation et participation
 - 2 rencontres par an (février et juin)
 - Alternativement à Lyon, Nice, Marseille

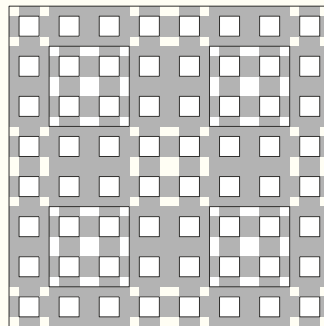
- ➔ GTi : groupe de travail hebdomadaire
 - Depuis décembre 2005
 - Groupe de travail du projet
 - 50% orateurs internes / 50% invités extérieurs

Pavages : problématique

À partir de contraintes locales, sans dynamique, quand obtient-on des contraintes globales complexes ? Avec quelle robustesse ?

Résultats déjà acquis :

- ➔ caractérisation des jeux de tuiles de pavages de complexité maximale [BD, AS et L. Levin] ;
- ➔ calculs robustes en présence d'erreurs (à la Gács) [BD, AR, AS].



Pavage aperiodique

Pavages : objectifs

Objectifs dans le cadre d'Escape :

- ➔ étudier les pavages engendrés par des jeux de tuiles dans le cas de pavage avec erreurs (contraintes non satisfaites réparties avec une certaine probabilité, percolation) ;
- ➔ définir et caractériser une bonne notion de jeu de tuiles robuste aux erreurs ;
- ➔ caractériser la complexité des pavages avec erreurs engendrés par un jeu de tuiles.

algorithmique

probabilités

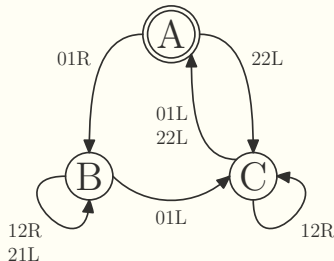
complexité de Kolmogorov

Petites machines : problématique

À partir de calculs localement bien définis, quand obtient-on des comportements globaux non prouvables (incomplétude) ?

Résultats déjà acquis :

- ➔ calculabilité et complexité de Kolmogorov généralisées [GL] ;
- ➔ expérimentation, effet de bord : multiples records de Busy Beaver (3x3, 2x5, 3x4, 4x3, 5x3, 4x4, 3x5, 2x6) [GL et C. Papazian].



$$S(3,3) \geq 4,144,465,135,614$$

$$\Sigma(3,3) \geq 2,950,149$$

$$C(m,n) = 0B1^m2^n10$$

Petites machines : objectifs

Objectifs dans le cadre d'Escape :

- ➔ à niveau de consistance donné (grands cardinaux), établir les liens entre calcul et incomplétude ;
- ➔ préciser les liens entre complexité de Kolmogorov et incomplétude à la Chaitin ;
- ➔ exhiber expérimentalement (exploration massive) de petits objets au comportement global non prouvable pour chaque niveau de consistance connu.

calculabilité

expérimentation

incomplétude

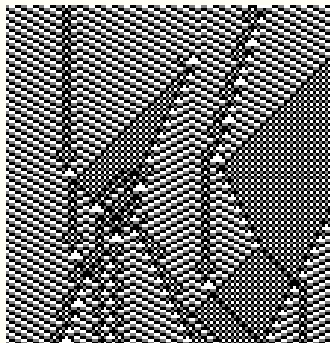
Kolmogorov

Automates cellulaires : problématique

À partir de règles locales bien définies, quand obtient-on une auto-organisation en structures simples (particules, collisions) ?

Résultats déjà acquis :

- ➔ caractérisation de l'universalité intrinsèque, construction de plus petits automates universels [NO] ;
- ➔ simplification et formalisation de la preuve d'universalité de 110 de M. Cook, exhibition d'erreurs dans *A New Kind of Science* de S. Wolfram [NO et G. Richard].



AC à structures simples

Automates cellulaires : objectifs

Objectifs dans le cadre d'Escape :

- ➔ formaliser et caractériser une bonne notion de particules, fonds, collisions pour les automates cellulaires ;
- ➔ explorer et classifier le pouvoir de calcul de familles de particules/collisions données ;
- ➔ utiliser ces résultats pour clore la course aux plus petits automates cellulaires universels.

géométrie discrète algorithmique réductions expérimentation

Bilan

Nos avantages

- ➔ Un **financement** initial confortable
- ➔ Groupe de **taille critique** minimale
- ➔ Grande **cohésion** du groupe
- ➔ Existence d'**intérêts croisés**
- ➔ Des **objectifs précis** ambitieux et atteignables

Nos besoins

- ➔ Moins de pression d'enseignement (**temps**)
- ➔ Moins de pression administrative (**temps**)
- ➔ Des bureaux pour travailler (**espace**)
- ➔ Continuer à attirer de bons doctorants