

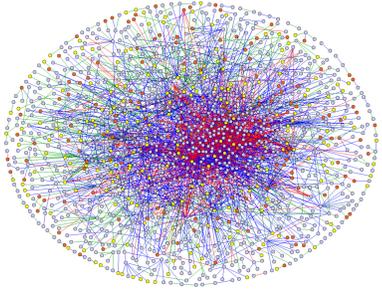
# DU LUSTRE AUX JOLIES LEDS

Erwan Jahier, Anne Rasse, Benjamin Wack

Laboratoire Verimag

## Comment savoir si un programme est « correct »

Il s'agit d'un problème difficile à cause de l'**explosion combinatoire**



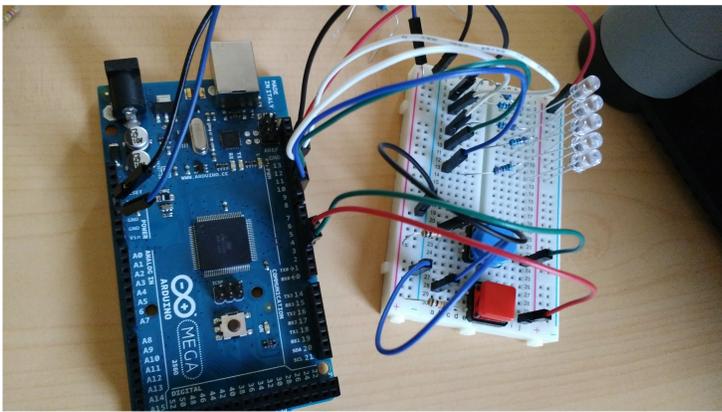
Un problème crucial, en particulier pour les **systèmes embarqués**



Exemple de l'échiquier de Sissa :  $2^{64} - 1 > 18 \times 10^{18}$

18 milliards de milliards de grains de riz  $\approx$  1000 ans de production mondiale

## Un exemple de programme embarqué sur une carte Arduino



Cette carte Arduino embarque un programme qui possède :

- 2 entrées : un bouton poussoir rouge et un bleu
- 5 sorties : 5 leds allumées ou éteintes selon l'**histoire** des pressions sur les boutons

Ce programme est **correct** si

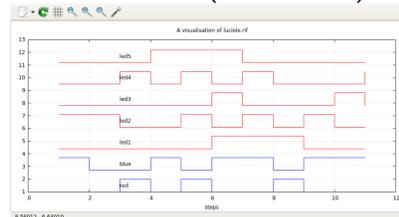
- il répond toujours en un temps limité
- il répond toujours le même résultat pour une même séquence d'entrées
- il vérifie certaines **propriétés fonctionnelles**, comme :

**il est impossible d'allumer les 5 leds**

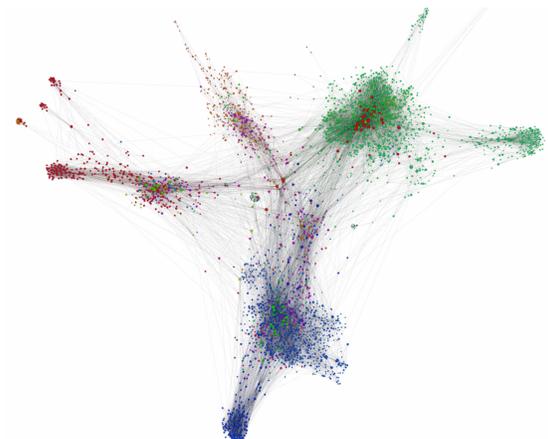
## Conception de Langages

Exemple: le langage Lustre

- Génération automatique de code à partir de spécifications de haut-niveau
- Programmes (en partie) corrects par construction
  - pas de boucles : temps d'exécution borné
  - pas de listes : utilisation mémoire bornée
  - ordonnancement statique : pas d'inter-blocage, pas de courses critiques
  - déterministe: "What You Simulate Is What You Embed" (WYSIWYE)



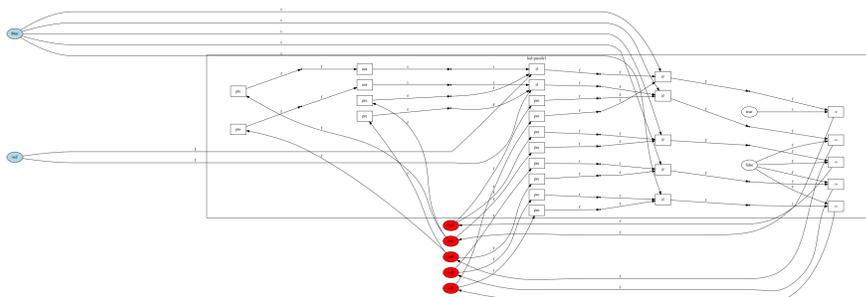
## Vérification formelle



Exploration **exhaustive** du graphe d'état

- Méthodes symboliques automatiques (Model-checking)
- Méthodes symboliques assistées (Theorem proving)
- Méthodes approchées (Interprétation abstraite)

## Débugage, Monitoring



## Test automatisé

- Exploration **partielle** du graphe d'état
- Les propriétés fonctionnelles servent d'oracle, qui indique si le test échoue
- Spécificité des programmes réactifs
  - La boucle de rétroaction
  - Test en ligne, dans un environnement simulé (langage Lutrin)



<http://www.cnrs.fr>



<http://www.grenoble-inp.fr>



<http://www.univ-grenoble-alpes.fr>



<http://www.verimag.imag.fr>