

COPRIN  
(Contraintes, Optimisation, Résolution par Intervalles)  
Projet commun I3S/INRIA/CERMICS

**Mots clés:** Contraintes, optimisation, analyse par intervalles, CSP, consistances partielles, analyse numérique, lien formel-numérique, CAO, géométrie, génération de jeux de test, théorie des mécanismes, robotique

La motivation scientifique à l'origine de cette proposition de projet est l'intérêt commun pour la résolution de systèmes de *contraintes*. Dans le cadre de ce projet, une contrainte se définit à partir d'un ensemble de  $m$  relations  $f_i$  dans  $R^n$  impliquant les  $n$  inconnues  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  et pouvant utiliser l'ensemble des opérateurs et fonctions mathématiques usuels (ainsi la fonction  $\sin(x+y) + \log(\cos(e^x) + y^2)$  est pour nous admissible). Il ne sera d'ailleurs pas toujours obligatoire de disposer d'une formule analytique pour les  $f_i$ : un processus opératoire, reposant lui sur des formules analytiques, pourra suffire.

Les problèmes qui nous intéressent sont d'une part la satisfaction de systèmes de contraintes ( $(f(X) = 0, f(X) \leq 0)$ ), d'autre part la recherche d'optimalité ou d'existence de propriété (il existe une valeur de  $X$  telle que  $f(X) = 0$ , ou deux valeurs  $X_1, X_2$  telles que  $f(X_1) > 0$  et  $f(X_2) < 0$ )

Notre approche de la résolution repose sur deux méthodes complémentaires: approches dite "par contraintes" et "par analyse par intervalles", qui ont en commun d'utiliser l'arithmétique d'intervalles. Partager les mêmes structures de données permet de travailler indifféremment avec des méthodes des deux types et c'est évidemment en jouant sur la complémentarité que nous estimons pouvoir produire une algorithmique efficace. Cette approche a les avantages suivants:

- les outils et méthodes sont d'application très générale (par exemple il n'est pas nécessaire de se restreindre à un type particulier de système), sans évidemment pour autant que l'obtention d'un résultat soit garantie.
- l'hypothèse de base de la programmation par contraintes (recherche de solutions dans un domaine borné) est très souvent naturellement satisfaite dans la pratique où les inconnues correspondent à des grandeurs physiques,
- par principe même les méthodes sont très appropriées à une implantation distribuée qui permet d'en améliorer sensiblement l'efficacité.
- les méthodes viennent compléter d'autres approches plus sensibles au nombre d'inconnues ou à la structure des équations (par exemple pour les systèmes algébriques).

Nous nous intéressons dans ce projet essentiellement à la résolution et à l'optimisation de systèmes de contraintes non linéaires sur les réels ou de systèmes mixtes (contraintes sur les réels et contraintes sur les entiers ou des ensembles finis de réels).

Les applications visées sont très diverses et vont de la théorie des mécanismes à la chimie moléculaire en passant par la CAO et la génération de jeux de tests logiciels.