

# CalICo

## Un logiciel pour la Combinatoire Enumérative

M. Delest et N. Rouillon  
LaBRI, Université de Bordeaux I  
351 cours de la Libération  
33400 Talence

1 Avril 1992

### Résumé

On trouvera ici une description succincte des objectifs du projet CalICo (Calcul et Image en Combinatoire). Sont présentés également le noyau de CalICo et les Interfaces Graphiques de manipulation d'objets combinatoires. Enfin, un aperçu est donné des principes mis en oeuvre pour la réalisation des échanges d'informations au sein de l'univers CalICo.

### 1 Objectif général du projet

Le but de ce projet est de développer un outil de Calcul Formel permettant de manipuler les objets combinatoires sous toutes leurs formes : codages, séries génératrices, langages et surtout dessins. Cet outil doit être considéré comme un laboratoire expérimental, en ce sens que nous nous proposons de développer un logiciel permettant l'expérimentation sur un écran couleur de certaines théories actuelles des mathématiques combinatoires. Nous proposons de remplacer les polynômes formels par des ensembles de dessins coloriés, la coloration indiquant la puissance de la variable formelle. Le but final est de modifier la couleur du dessin en direct lorsque l'utilisateur change les statistiques sur les objets qu'il étudie. Cette modification sera obtenue par un échange entre une interface graphique et un programme Maple transparent pour l'utilisateur.

Ainsi, grâce aux dessins de ces objets et surtout à leurs colorations nous pouvons espérer que de nouvelles correspondances entre objets pourront être découvertes et ainsi définir de nouvelles bijections entre ces objets.

## 2 Le noyau de CalCo

La vision de CalCo sur les différentes entités de l'*univers* qu'il manipule est une *vision ensembliste*. En conséquence, un *monde* est la plus grosse entité manipulable. Elle est un peu particulière dans le sens où seul l'*administrateur* peut le créer car deux modules doivent lui être associés :

- un générateur d'éléments de ce monde,
- une bibliothèque de fonctions Maple de manipulation de ces éléments,
- et surtout une Interface Graphique de représentation de ces éléments.

A chaque monde est dédié un des grands groupes d'objets combinatoires : arbres, permutations, mots, polyominos, tresses, graphes ... Pour chaque monde est défini un *codage de base* qui est compréhensible par les Interfaces Graphiques. Une *famille* est un ensemble d'éléments qui vérifient tous une *propriété qualitative*, c'est le *prédicat* de la famille. Chaque famille peut elle-même être constituée d'un certain nombre de *confréries*. Une confrérie est un ensemble *fini* d'éléments qui vérifient tous une *propriété quantitative*, c'est le *prédicat* de la confrérie.

On notera qu'à la naissance d'un monde est créée une famille ancêtre, et c'est elle qui donnera naissance à toutes les familles qui pourront être créées dans ce monde. Les familles répondent donc à un *critère d'héritage*.

A chaque confrérie est associée une *série génératrice* du type

$$\sum_{e \in C} \left( \prod_{i=1}^k x_i^{f_i(c(e))} \right) c(e)$$

où  $C$  est une confrérie, les  $f_i$  sont des fonctions représentatives d'un paramètre donné, les  $x_i$  sont les variables formelles associées de façon canonique à chaque statistique et  $c(e)$  le codage de l'élément  $e$ .

Par extention, nous obtenons aussi la *série génératrice partielle* d'une famille.

## 3 Fonctionnalités graphiques

### 3.1 Les Interfaces Graphiques pour la manipulation d'objets combinatoires

Les Interfaces Graphiques développées au sein de CalCo possèdent les *opérations classiques* des logiciels de ce type (scrolling, copier/coller, rotation, symétries, ...) mais surtout des *opérations spécifiques* à chaque objet combinatoire manipulé.

- Des opérations spécifiques *graphiques*

*Exemple:*

Marteau pour polyominos, tressage de brins pour les tresses. □

- Des opérations spécifiques *mathématique* (typiquement, des fonctions Maple).

*Exemple:*

Produit de polyominos, composition de tresses. □

Xpolyo Logiciel de manipulation de polyominos.

Réalisé avec Graffiti et la bibliothèque GLib. (Version 1.2 1992)

Il est accessible par ftp anonymous sur geocub.greco-prog.fr dans le répertoire pub/Greco/CalICo.

Xbraid Logiciel de manipulation de tresses.

Réalisé avec les bibliothèques Xaw (Athena Widget) et Xlib. (Version 1.0 1992)

Avec la collaboration de J.M Fedou (LaBRI, Université de Bordeaux I).

Xpermut Logiciel de manipulation de permutations. Réalisé avec les bibliothèques Xaw (Athena Widget) et Xlib.

(Version 1.0 1992)

Avec la collaboration de G. Melançon (LaBRI, Université de Bordeaux I)..

### 3.2 Interface Graphique de CalICo

Cette interface permet un accès convivial aux opérations du noyau ainsi qu'à celles de la communication entre les applications.

Le principal soucis de cette interface graphique était d'être *reconfigurable et modifiable* pour pouvoir s'adapter aux perpétuelles évolutions de CalICo. En conséquence, deux fichiers particuliers sont exploités par l'interface.

Le premier contient toutes les *ressources X Window* de l'interface. Sa modification permet, par exemple de changer l'aspect esthétique de l'interface ou de traduire le logiciel en une autre langue.

Le second fichier joue deux rôles distincts. Le premier est d'initialiser l'*environnement* de travail de l'utilisateur, le second est réservé à un utilisateur privilégié, l'*administrateur*, et permet de faire évoluer l'interface.

Par soucis d'être le plus proche possible des standards actuels, la syntaxe de ces fichiers est analogue à celle du fichier de ressources relu par le *Window Manager TWM* du *X Window System*.

## 4 Nature du logiciel

### Remarque:

Le terme *application* est associé à la notion d'un programme quelconque susceptible d'échanger des informations avec le noyau CalICo ou une autre application. Dans l'univers CalICo, elle sera donc lancée par l'intermédiaire du serveur<sup>1</sup> de CalICo, mais elle peut tout aussi bien être exécutée de manière totalement indépendante de CalICo.

Les applications de ce type associées à CalICo sont les Interfaces Graphiques décrites précédemment, le Gestionnaire de communication avec Maple ainsi que l'interpréteur

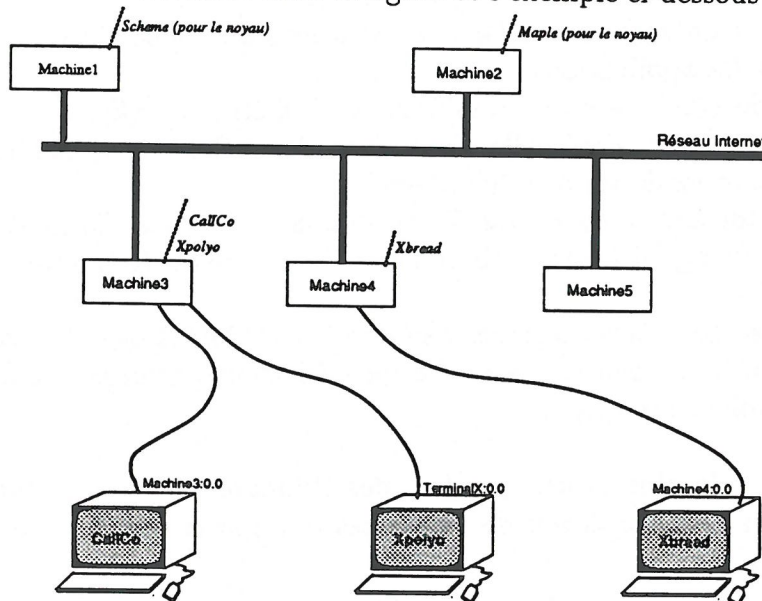
<sup>1</sup>Voir la section "Echanges entre applications"

Scheme et le logiciel de calcul formel Maple (ces deux derniers revêtent un caractère particulier dans le sens où ils sont transparents pour l'utilisateur).

CalICo est à la fois un logiciel *orienté objet* (quant à son noyau qui est développé en Scheme) et un logiciel *réparti*, puisque CalICo est constitué d'un ensemble d'applications réparties et indépendantes. Il trouvera donc sa meilleure place en étant implanté sur un réseau.

Au cours d'une session, chaque application peut donc être exécutée sur une *machine distante* de la machine hôte sur laquelle se trouve l'utilisateur et ainsi entraîner une meilleure rationalisation des stations de travail. Un module permet de savoir quelles sont les machines les moins chargées du réseau (et éventuellement d'une sous-partie du réseau), ainsi l'utilisateur peut choisir la CPU la mieux adaptée. On notera que le meilleur choix est prédéfini de manière automatique déchargeant ainsi l'utilisateur d'une tâche qui pourrait assez vite devenir fastidieuse.

On trouvera une illustration dans la figure et l'exemple ci-dessous :



Exemple d'une répartition des applications lors d'une session

- Machine1 et Machine2 sont définies dans le fichier de configuration<sup>2</sup>.
- Le processus CalICo tourne sur Machine3 et la visualisation s'effectue sur l'écran de display Machine3:0.0.
- Le processus Xpolyo tourne sur Machine3 et la visualisation s'effectue sur l'écran du terminal X de display TerminalX:0.0.
- Le processus Xbraid tourne sur Machine4 et la visualisation s'effectue sur l'écran de display Machine4:0.0.

<sup>2</sup>Voir "Interface graphique de CalICo"

## 5 Echanges entre applications

Les communications sont réalisées grâce à des sockets installées sur le domaine `internet`<sup>3</sup>. Ce sont des

“communications fiables satisfaisant les propriétés suivantes:

Aucune donnée transmise n’est perdue.

Les données arrivent dans l’ordre où elles ont été transmises.

Une donnée émise arrive à destination en un seul exemplaire.”

*Extrait de l’ouvrage de J.M Rifflet, “La communication sous UNIX”.*

Ce sont les mêmes sockets qui sont utilisées par les applications standards de la famille Internet telles que `telnet` et `ftp`. Un protocole “de confort” très simple a été ajouté pour faciliter le dialogue entre les applications.

Au sein de `CalICo`, a été implanté un module nommée `GeCI` (Gestionnaire de Communications d’Interfaces).

Son exploitation est rattachée à deux programmes (qui peuvent également être exploités indépendamment de `CalICo`) : `GeCIServeur` et `GeCAMap`.

`GeCIServeur` Il permet de lancer sur une machine distante n’importe quelle application. Son rôle, outre d’offrir des services distribués en réalisant le lancement d’une application existante, est de créer une socket de communication avec le client (ici `CalICo`).

`GeCAMap` Le Gestionnaire de Communications Avec `Maple` est lui aussi totalement indépendant. Il peut être vu comme un chapeau de `Maple` qui lui permet de communiquer avec l’extérieur.

Trois fonctions ont été développées.

- `send(e1)` permet d’obtenir la visualisation d’un élément  $e_1$  défini dans dans `Maple`.
- `receive(e2)` permet de charger dans `Maple` un nouvel élément  $e_2$  qui est visualisé dans une interface.
- Enfin, pour quitter `Maple` (donc `GeCAMap`) on fait `exit()` qui réalise des opérations sur les connexions suivies du `quit()` classique de `Maple`.

La spécificité de `GeCAMap` est donc de gérer deux entrees (le clavier et une interface graphique) et deux sorties (l’écran et une interface graphique).

La connexion L’utilisateur crée une connexion en traçant simplement à l’aide de la souris, une flèche de l’icone représentant l’application de départ vers l’icone represen-

---

<sup>3</sup>Elles sont de type `SOCK-STREAM` en mode connecté

tant l'application d'arrivée. Ainsi, la sortie de l'une est reliée à l'entrée de l'autre.

## 6 Matériel et environnement de travail

- Sun4 couleur.
- Environnement UNIX, X Windows.