



**HAL**  
open science

## Motif pour la métamodélisation: Flot de contrôle

Mickael Kerboeuf, Alain Plantec, Vincent Ribaud

► **To cite this version:**

Mickael Kerboeuf, Alain Plantec, Vincent Ribaud. Motif pour la métamodélisation: Flot de contrôle. Atelier de IDM07 sur les motifs de métamodélisation, Jan 2007, France. pp.x-y. hal-00502123

**HAL Id: hal-00502123**

**<https://hal.univ-brest.fr/hal-00502123v1>**

Submitted on 13 Jul 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

---

# Motif pour la métamodélisation

## Flot de contrôle

**Mickaël Kerboeuf, Alain Plantec, Vincent Ribaud**

*LISyC - EA3883, Université de Bretagne Occidentale  
équipe IDM (Ingénierie Des Modèles)  
C.S. 93837, 29238 Brest cedex 3  
{kerboeuf,plantec,ribaud}@univ-brest.fr*

---

*RÉSUMÉ. Les langages à domaine spécifique (DSL) ne sont pas nécessairement purement déclaratifs. Ils peuvent intégrer des aspects procéduraux dont l'analyse passe par la construction d'un graphe de flot de contrôle. Le motif «Flot de contrôle» permet de construire la syntaxe abstraite d'un DSL procédural disposant d'instructions de branchement.*

*ABSTRACT. Domain Specific Languages (DSL) are not necessarily purely declarative. They can have procedural features in which case their analysis implies the building of a control flow graph. The model pattern "Control Flow Graph" (CFG) describes the way to build the abstract syntax of a procedural DSL provided with branch instructions.*

*MOTS-CLÉS : flot de contrôle, DSL, langage procédural, syntaxe abstraite*

*KEYWORDS: control flow, DSL, procedural language, abstract syntax*

---

## 1. Motivation

Un DSL<sup>1</sup> (Thibault, 1998) est un langage dédié à l'expression et à la manipulation des concepts d'une même classe d'applications (*i.e.* d'un domaine métier particulier). On retrouve donc naturellement dans le métamodèle d'un domaine les éléments de la syntaxe abstraite d'un DSL de ce même domaine.

Un DSL n'est pas nécessairement purement déclaratif, *i.e.* capable d'exprimer un problème sans précision concernant le calcul de sa résolution. Il peut intégrer des aspects procéduraux qui définissent précisément des traitements sur les données du domaine (Smith, 1982, Spinellis, 2006).

Le type d'un langage détermine les moyens d'analyser les mots reconnus de ce langage. La sémantique d'un langage déclaratif est naturellement dénotationnelle. Un mot reconnu d'un langage déclaratif peut être *évalué*, *i.e.* associé à une valeur dans un espace logique. Par exemple, une requête SQL est naturellement associée à une relation calculée avec les opérateurs de l'algèbre relationnel. *A contrario*, un mot reconnu d'un langage procédural est typiquement associé à une séquence de règles appliquées d'une sémantique opérationnelle. Il peut être *exécuté* comme un programme dans un langage impératif. L'analyse des mots reconnus d'un DSL qui intègre des aspects procéduraux implique alors l'analyse de son *graphe flot de contrôle*, lequel reflète l'ordre d'exécution des instructions. On distinguera les instructions de manipulation des concepts du domaine et les instructions de contrôle qui induisent des branchements dans le graphe de flot de contrôle.

## 2. Indications d'utilisation

On utilisera ce motif dans la conception d'un DSL incluant des enchaînements d'instructions de calcul, avec classiquement des itérations, des conditionnelles, et des appels de procédures comme dans le cas de PL/SQL, extension procédurale de SQL.

L'application de ce motif consiste à instancier les concepts d'un graphe (sommets et arcs valués) dans le cas particulier des instructions de contrôle d'un DSL procédural.

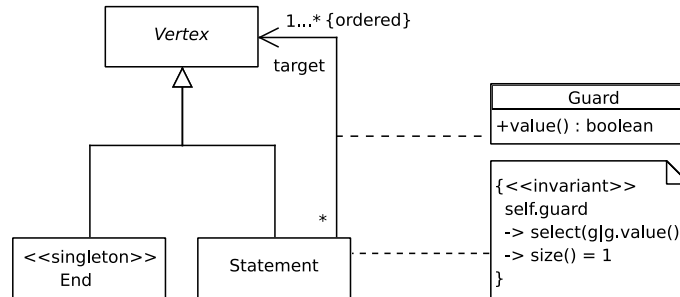
Le graphe de flot de contrôle ainsi modélisé permet d'appliquer des techniques d'optimisation (exemple : détection de code mort), de vérification de propriétés (exemple : accessibilité d'une valeur de variable), et de transformation syntaxique (exemple : script textuel vers diagramme d'activité).

## 3. Structure

Voir figure 1.

---

1. *Domain Specific Language*



**Figure 1.** Structure du métamodèle «Flot de contrôle»

## 4. Constituants

### 4.1. Vertex

Un objet de la classe abstraite **Vertex** représente un sommet dans le graphe de flot de contrôle.

### 4.2. Statement

La classe **Statement** représente les instructions du langage qui doivent être évaluées en séquence. Une instance de cette classe dispose au minimum d'un successeur dans le graphe de flot de contrôle. La liste de ces successeurs, nommée **target**, est triée selon un ordre d'évaluation.

### 4.3. End

La classe **End** dont l'instanciation est restreinte à un unique type d'instruction est un marqueur de fin d'exécution. Elle représente un état *puît* dans le graphe de flot de contrôle.

### 4.4. Guard

La classe-association **Guard** relie des instructions à un ou plusieurs successeurs. La méthode **value** de cette association permet de sélectionner l'unique successeur d'une instruction. La contrainte OCL exprime en substance l'existence et l'unicité d'un successeur pour chaque instruction.

## 5. Exemple

Le programme de la figure 2 est un exemple de script dans un dialecte de C constitué d'instructions basiques interprétées en séquence. Les instructions `while` et `if` introduisent des branchements dans le flot de contrôle.

---

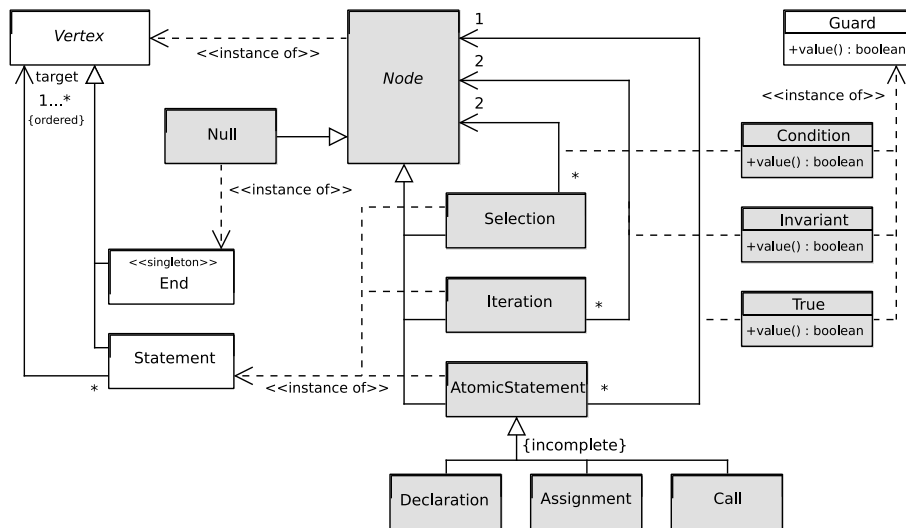
```

int i;
int x;
i = 0;
x = 10;
while ( i < x ) {
    if ( i % 2 == 0 )
        printf("even");
    else
        printf("odd");
    i++;
}
printf("\n");
    
```

---

**Figure 2.** Exemple de code procédural

En instanciant le métamodèle (niveau M2 du MOF (Object Management Group, 2006)), on obtient la syntaxe abstraite de ce langage en précisant la nature des branchements dans le flot de contrôle (figure 3, niveau M1 du MOF en gris).

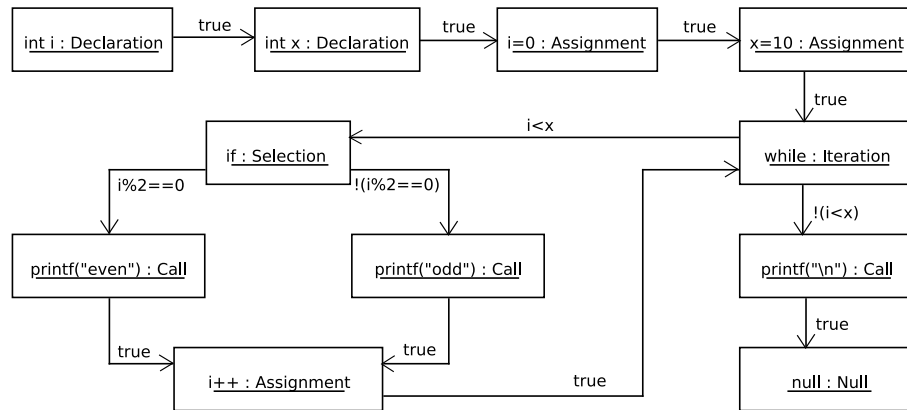


**Figure 3.** Modèle de DSL procédural

Le branchement de l'instruction `if` (classe `Selection`) dépend de l'évaluation d'une condition dénotée par la classe `Condition`. Le branchement de l'instruction `while` (classe `Iteration`) dépend d'un invariant de boucle dénoté par la classe `Invariant`. Le branchement d'une instruction basique (classe `AtomicStatement`) n'est pas soumis à condition : la méthode `value` de l'association reliant ce type d'instruction à son unique successeur renvoie toujours la valeur `vrai` (classe `True`).

Cette version très simple n'intègre pas les notions de *bloc* d'instructions et d'*appel* de procédure qui devraient dériver dans les deux cas de la classe `Statement`. Dans le cas d'un bloc d'instructions, il faudrait préciser en plus qu'il est constitué d'objets ordonnés, eux-mêmes de la classe `Statement`.

Le diagramme d'objet de la figure 4 est le graphe de flot de contrôle du programme de la figure 2. Pour simplifier les notations, seules les expressions évaluées par les différentes méthodes `value` sont affichées sur les liens entre les instances d'instructions.



**Figure 4.** Diagramme d'instances du programme de la figure 2

## 6. Bibliographie

- Object Management Group, *Meta-Object Facility*,  
[http://www.omg.org/technology/documents/formal/MOF\\_Core.htm](http://www.omg.org/technology/documents/formal/MOF_Core.htm), 2006.
- Smith B. C., *Reflection and Semantics in a Procedural Language*, PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, January, 1982.
- Spinellis D., « Choosing a Programming Language », *IEEE Software*, vol. 23, n° 4, p. 62-63, July/August, 2006.
- Thibault S., *Langage Dédiés : Conception, Implémentation et Application*, Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, France, October, 1998.