

# Renforcement des contraintes n-aires en binaires dans un FAP

Mohammad DIB<sup>1</sup>, Alexandre CAMINADA<sup>1</sup>, Hakim MABED<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire SET ; UTBM  
Rue Thierry Mieg  
90010 Belfort cedex, France  
{mohammad.dib, alexandre.caminada}@utbm.fr  
<sup>2</sup>LIFC ; UFC  
25200 Montbéliard, France  
hakim.mabed@pu-pm.univ-fcomte.fr

**Mots-clés :** *CSP, FAP, Contraintes binaires, contraintes n-aires, Propagation de contraintes*

## 1 Introduction

Le but de ce papier est de présenter une méthode de renforcement de contrainte n-aire en plusieurs contraintes binaires dans un problème d'affectation de fréquences FAP. La propagation de contraintes binaires est très efficace dans la résolution des problèmes de satisfaction de contraintes CSP et plus particulièrement les problèmes FAP. Mais lorsqu'une contrainte porte sur plusieurs variables ( $> 2$ ), la propagation de contraintes est trop lente et non efficace pour la résolution des CSP. Les problèmes FAP que nous traitons dans ce papier sont des problèmes issus du centre électronique de l'armement CELAR. Ces problèmes peuvent contenir plusieurs types de contraintes, on pourra les classer sous 3 classes, les contraintes unaires qui portent sur une seule variable, les contraintes binaires qui portent sur 2 variables et les contraintes n-aires qui portent sur  $n$  variables ( $n > 2$ ).

## 2 Renforcement de contraintes

Soit la contrainte n-aire suivante : 
$$\sum_{i \in n} B_{ip} T_{ip} (|f_i - f_p|) \leq B_p$$

C'est une contrainte de sommation de perturbateurs électromagnétiques,  $f_i$  est la fréquence affectée à la variable  $i$  et  $f_p$  la fréquence affectée à la variable  $p$ .  $B_{ip}$  est un coefficient qui lie les variables  $i$  et  $p$ .  $B_p$  est un seuil à ne pas dépasser par la contrainte n-aire.  $T$  est une fonction qui calcule le brouillage selon l'écart en fréquences, c'est une fonction monotone décroissante (fig 1).

Comme  $B_{ip}$  et  $T_{ip}$  sont positifs non nuls, il faut que tous les perturbateurs  $i$  respectent l'équation :

$$B_{ip} T_{ip} (|f_i - f_p|) \leq B_p$$

Soit une contrainte binaire déduite : 
$$|f_i - f_p| \geq T_{ip}^{-1} \left( \frac{B_p}{B_{ip}} \right)$$

Comme la fonction  $T_{ip}$  est paire et décroissante dans le domaine positif (données), elle est inversible et on aura une seule valeur d'écart possible à respecter.

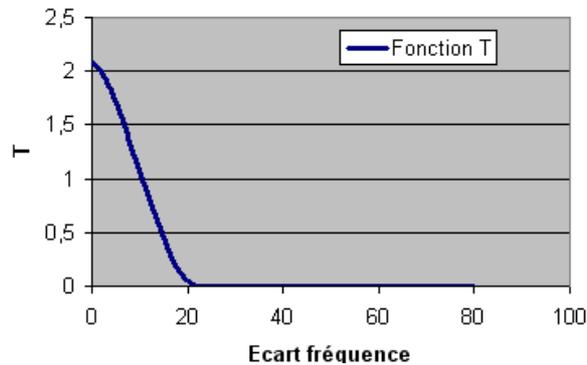


FIG. 1 – Courbe représentative de la fonction  $T$ .

**Exemple :** Soit une contrainte n-aire qui porte sur 6 variables, une variable  $p$  et 5 autres variables perturbatrices avec :

$B_{ip} = [47.58393 ; 37.79726 ; 39.57859 ; 49.82649 ; 31438.39]$  pour les 5 perturbateurs et  $B_p = 1.24$

Si l'on calcule  $B_{ip}T_{ip}(x)$  et que l'on compare par rapport aux seuils, on en déduit les contraintes binaires renforcées :  $\{|f_0-f_1| \geq 21, |f_0-f_2| \geq 21, |f_0-f_3| \geq 21, |f_0-f_4| \geq 21, |f_0-f_5| \geq 80\}$ .

Il faut noter que les contraintes binaires déduites à partir d'une contrainte n-aire ne sont pas des contraintes équivalentes. Les contraintes n-aires originales sont donc gardées par notre méthode de résolution [DIB08] [DIB09], et les contraintes binaires renforcées jouent le rôle d'un accélérateur de recherche utilisé dans lors de la phase de propagation.

### 3 Résultats

Afin de montrer l'importance du renforcement des contraintes n-aires, nous avons pris quelques scénarios CELAR et nous avons appliqué la méthode proposé par [DIB08] [DIB09] sans et avec renforcement des contraintes n-aires. Globalement, avec les contraintes binaires issues des contraintes n-aires, le temps de résolution des scénarios a été diminué d'une façon remarquable. Dans notre présentation, nous indiquerons les dimensions des problèmes traités et les résultats obtenus.

### Références

- [1] M. Dib, H. Mabed, A. Caminada. Constraint propagation with Tabu list for Min-Span frequency assignment problem. MCO 2008, Springer book series CCIS n°14, pp. 97–106, 2008.
- [2] M. Dib, M.; Caminada, A.; Mabed, H., "MinOrder optimization in FAP with nogood-tabu search," Computers & Industrial Engineering, 2009. CIE 2009. International Conference on , vol., no., pp.525-530, 6-9 July 2009