

# Modélisation du problème d'allocation de fréquences

**Description.** Le problème d'affectation de fréquences est l'une des phases clé de la conception des réseaux mobiles. Le problème consiste à répartir l'ensemble des fréquences disponible sur les stations de base du réseau. Chaque station requiert un certain nombre de fréquences égale au nombre d'émetteurs/récepteurs dont elle dispose. L'attribution des fréquences aux TRX est soumise à un ensemble de contraintes lié au phénomène d'interférence. Des TRX se trouvant sur des stations assez proches ne doivent pas utiliser des fréquences assez rapprochées sur le spectre.

Les premiers travaux de modélisation du problème se basent sur la notion de coloriage de graphe. Il s'agit de représenter les données et les contraintes du problème par un graphe où les sommets sont sensés être coloriés (les couleurs correspondent aux fréquences).

## **Modèle N°1. Coloriage de graphe**

Dans ce modèle, seules les contraintes d'interférence co-canal sont considérées. Les fréquences allouées à des TRX de la même station ou appartenant à des stations très rapprochées doivent être différentes.

- 1- Donnez la représentation en graphe du problème ainsi décrit, en précisant le type du graphe (orienté ou non) et pourquoi ? A quoi correspondent les sommets et les arcs du graphe et est-il intéressant d'associer des poids aux arcs ?
- 2- Donnez la représentation en graphe du problème suivant :

Stations	Nombre de TRX
S1	2
S2	2
S3	1

Contraintes
S1 interfère avec S2
S1 interfère avec S3

- 3- Proposez une structure de données informatique pour représenter le graphe.
- 4- Décrivez les variables du problème en désignant les variables de décision (variables dont les valeurs sont à trouver).
- 5- Proposez une fonction d'évaluation permettant de mesurer le degré de satisfaction du plan de fréquences.

## **Modèle N°2. T-Coloriage de graphe**

Il s'agit maintenant d'intégrer les contraintes de canal adjacent. Pour cela on considérera une relation d'ordre total entre les fréquences (couleurs). Les contraintes d'interférence sont alors exprimées par une distance  $d$  à respecter entre les couleurs affectées aux TRX. Cette distance serait égale à 1 pour exprimer une contrainte co-canal.

- 1- Quel serait la modification à opérer sur le graphe représentant le problème pour introduire la notion de contrainte canal adjacent ?
- 2- Comment ce changement va-t-il se répercuter sur la structure de donnée proposée précédemment ?

- 3- Donnez la représentation en graphe du problème cité à la question (1.2) en considérant une distance inter-canal de 3 entre les TRX d'une même stations.
- 4- Quelles sont les variables supplémentaires qui interviennent dans la description du problème ?
- 5- Ecrivez à nouveau la fonction d'évaluation précédente pour tenir compte de ce changement.

### **Modèle N°3. Liste T-Coloriage de graphe**

Dans les réseaux mobiles il est commun d'interdire un certain nombre de fréquences pour certaines stations et donc pour certain TRX. Ceci est notamment le cas, quand deux opérateurs de deux pays limitrophes conviennent de se partager le spectre sur la zone frontalière afin d'éviter les interférences.

- 1- De la même manière il est demandé de donner la représentation en graphe du problème décrit.
- 2- Ecrivez la fonction d'évaluation afin d'empêcher ou de sanctionner l'utilisation des fréquences bloquées.

### **Modèle N°4. Ensemble-Coloriage**

En réalité les TRX sont regroupés au sein des stations. Les TRX d'une même station participent aux même types de contraintes. Le fait que les TRX d'une même station présentent le même voisinage rend leur regroupement dans un même sommet un moyen intéressant pour réduire la complexité du problème.

- 1- Que représente alors un sommet du graphe ?
- 2- Donnez la représentation en graphe du problème de la question 1.2.
- 3- Quelles sont les variables permettant de décrire le problème en précisant les variables de décision ?
- 4- Donnez la fonction d'évaluation permettant de mesurer le degré d'adéquation d'un plan de fréquence.