

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**Abdelhafid Boussouf University Center of Mila**

**1<sup>ère</sup> année Master**

**Cours Intelligence Artificielle et ses Applications**

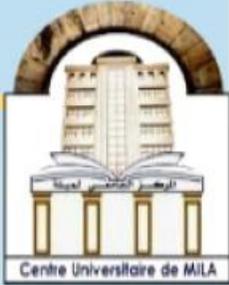


# Chapitre 01

## Partie 4

**Responsable module**

**Dr. MEGUEHOUT Hamza**



# Problèmes Satisfaction des Contraintes

Résoudre certains  
problèmes



Les **formulant** comme des **problèmes de recherche** dans un **graphe d'états**



**Nœud** est une configuration (état) de l'environnement

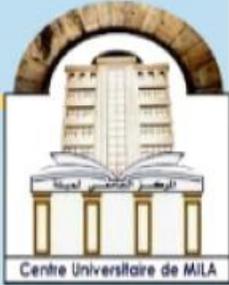
**Fonction de transition** reflète les propriétés de l'environnement

**Heuristique ( $h$ )** pour guider efficacement l'exploration

L'algorithme de recherche **ne sait pas** comment le **choix des successeurs d'un nœud** est fait par la fonction de transition

Les nœuds du graphe sont « **obscur** » vis-à-vis de la l'algorithme de recherche





# Problèmes Satisfaction des Contraintes CSP

Comme **cas particulier** de la **recherche heuristique**

**Nœud** = **ensemble de variables** avec des **valeurs correspondantes**

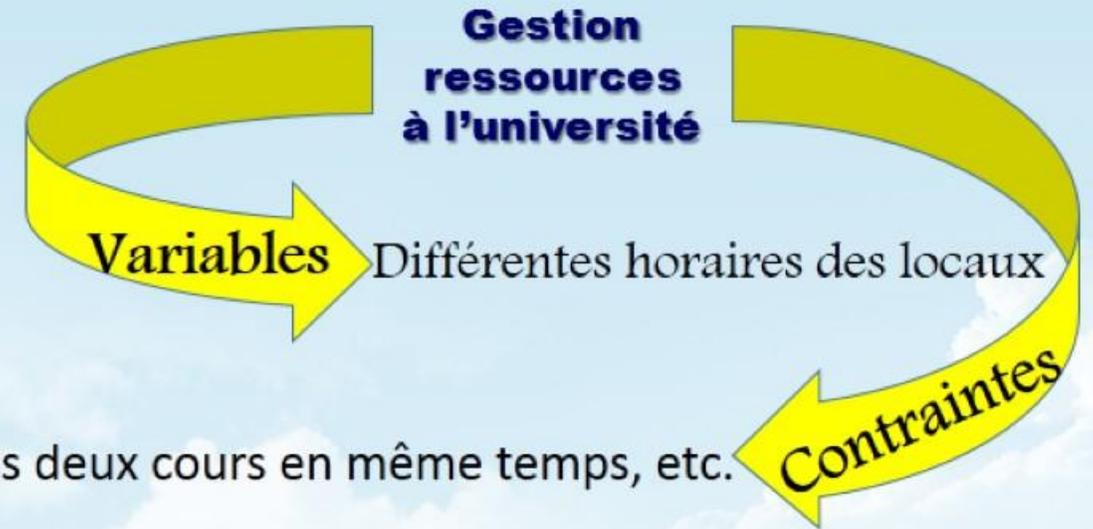
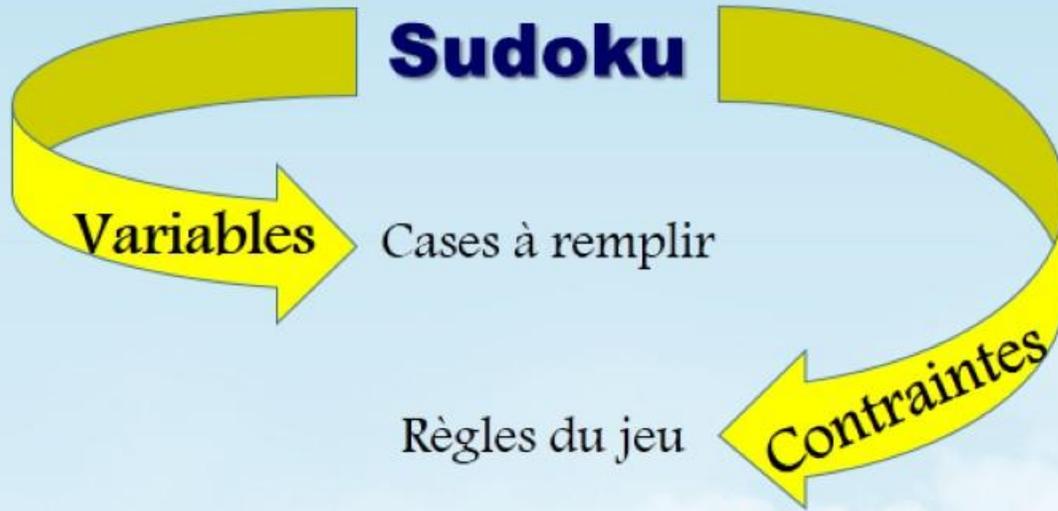
**Transitions** entre les nœuds **tiennent compte** de **contraintes** sur les **valeurs possibles** des variables

Traduisant un problème **sous forme de satisfaction de contraintes**  
On **élimine** la difficulté de **définir l'heuristique  $h(n)$**  pour notre application



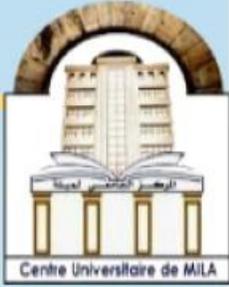


# Exemples



Un seul cours au même local à un instant  $t$  + l'étudiant n'a pas deux cours en même temps, etc.





## Définition formelle

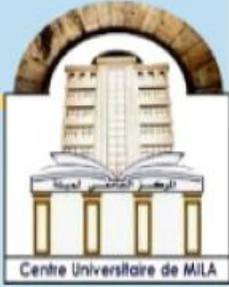
**Var** =  $\{X_1, \dots, X_n\}$  → Ensemble fini de variables (Chaque variable **X** a un **domaine D** de **valeurs possible**)

**Con** =  $\{C_1, \dots, C_M\}$  → Ensemble fini de contraintes (une **contrainte restreint** les valeurs pour un sous-ensemble de variables)

**Nœud (état)** → Défini par assignation de valeurs à certaines variables ou à toutes les variables

- Assignation **Compatible** → Viole aucune contrainte
- Assignation **Complète** → Concerne toutes les variables
- Solution de CSP → **Compatible** + **Complète**





## Définition formelle

$$V = \{X1, X2, X3\}$$
$$D1 = D2 = D3 = \{1, 2, 3\}$$
$$\text{Contrainte} \rightarrow X1 + X2 = X3$$

## Solutions



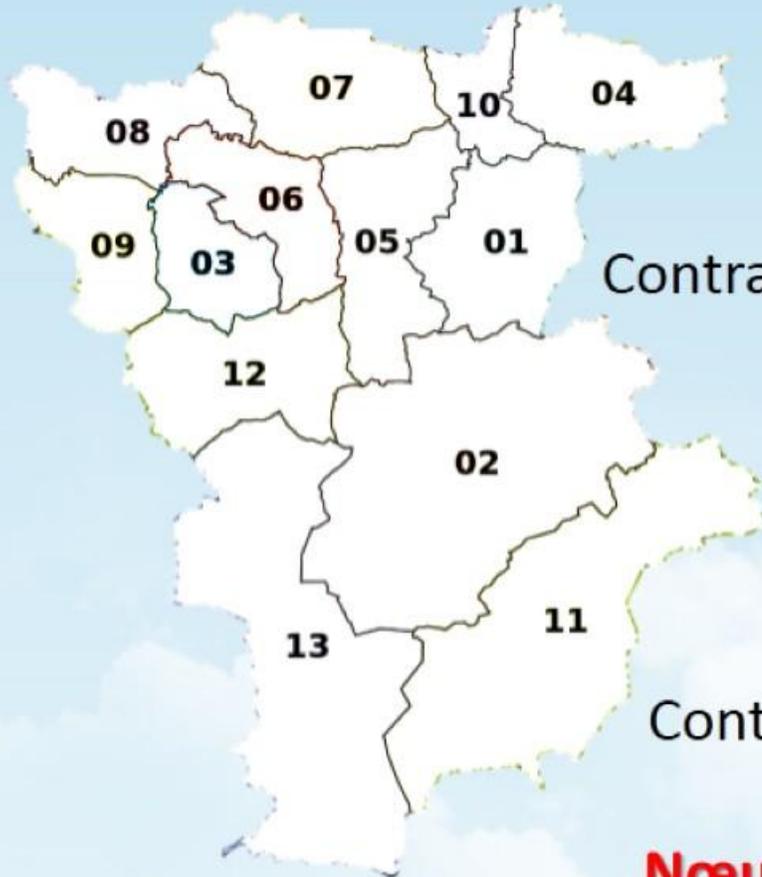


## Définition formelle

### La carte des daïras de Mila

Utiliser seulement (04) couleurs

Contraintes → deux états frontaliers n'auront pas les mêmes couleurs



$V = \{ \quad \quad \quad \}$

Domaine des variables =  $\{ \quad \quad \quad \}$

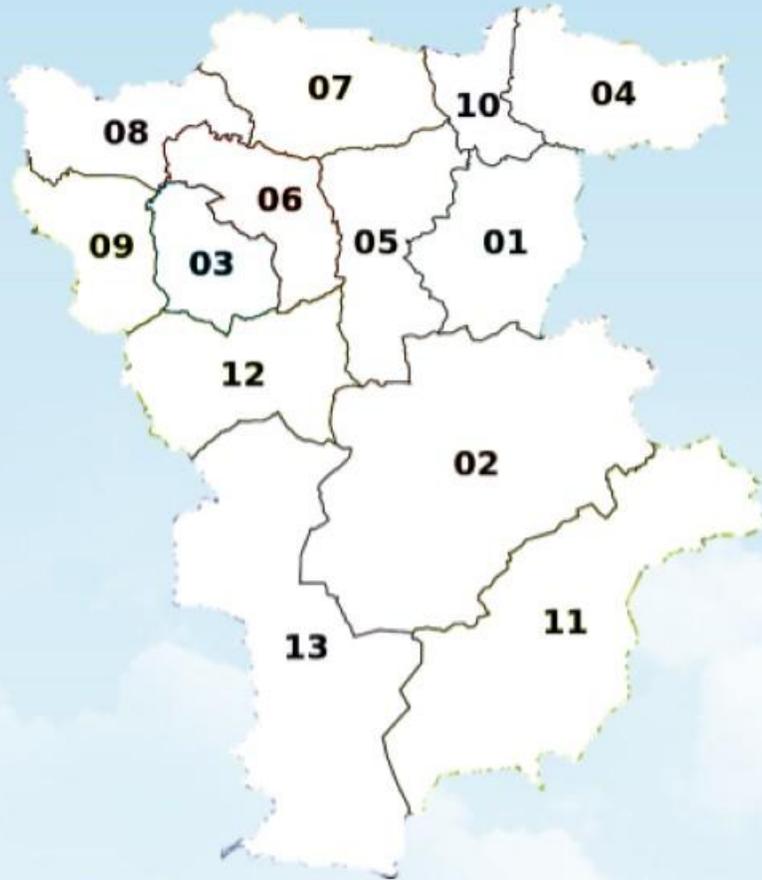
Contraintes =

Contraintes binaires (entre deux variables) → On peut visualiser par un graphe de contraintes

**Nœuds** = variables (État d'assignation de valeurs ([04 = rouge], [04 = Vert])

**Arcs** = contraintes entre deux variables





$V = \{01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13\}$

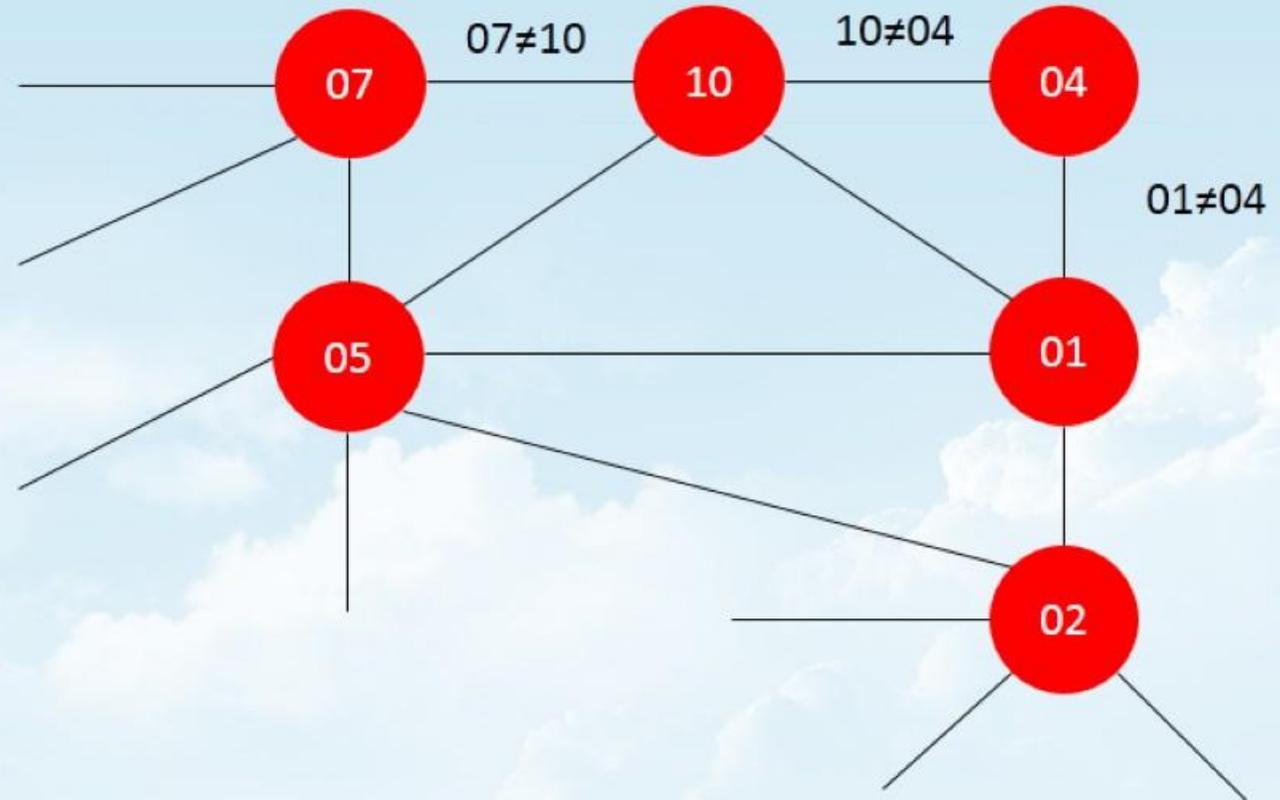
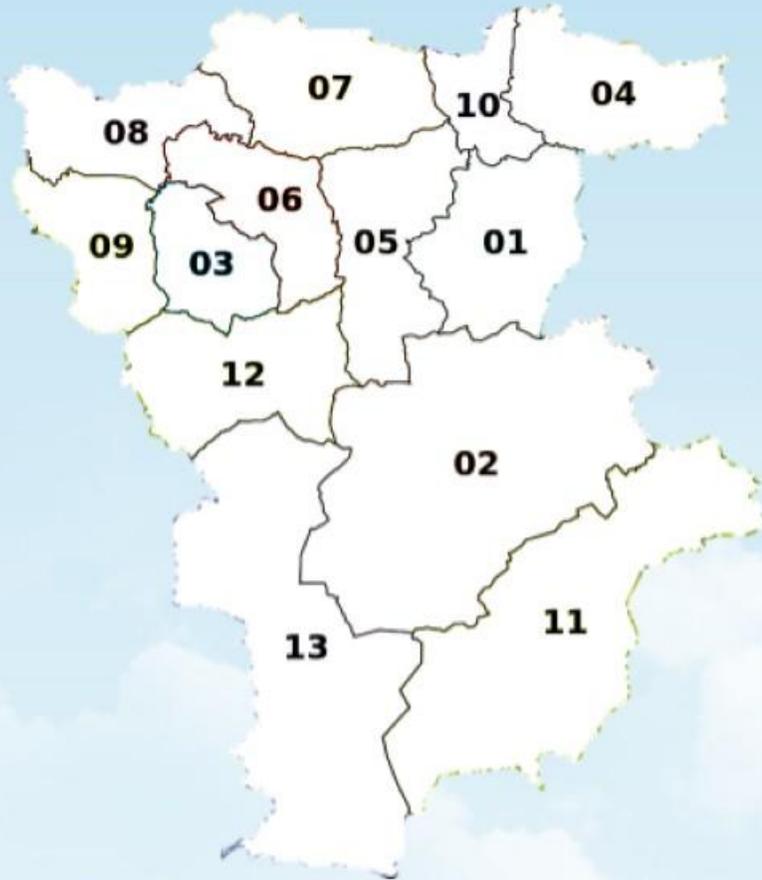
Domaine des variables = { ● ● ● }

Contraintes = **Daïras frontalières** → **Couleurs différentes**



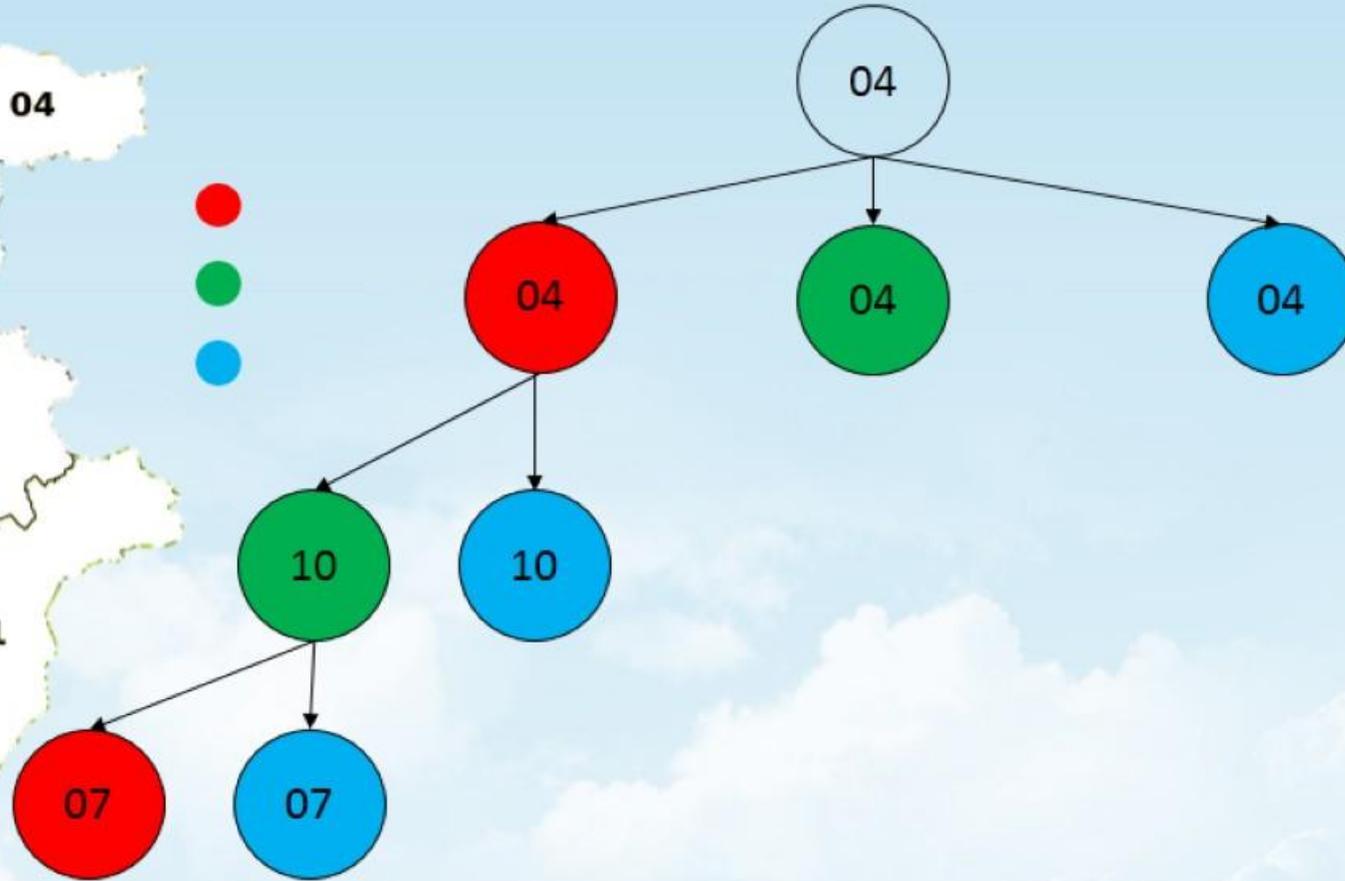
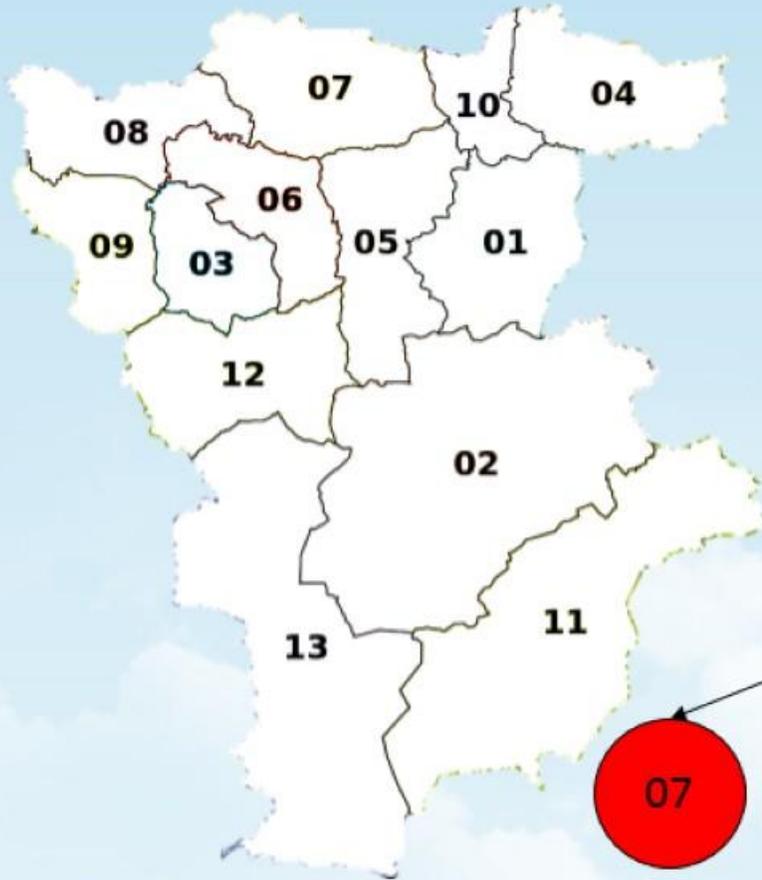


# Graphe de contraintes





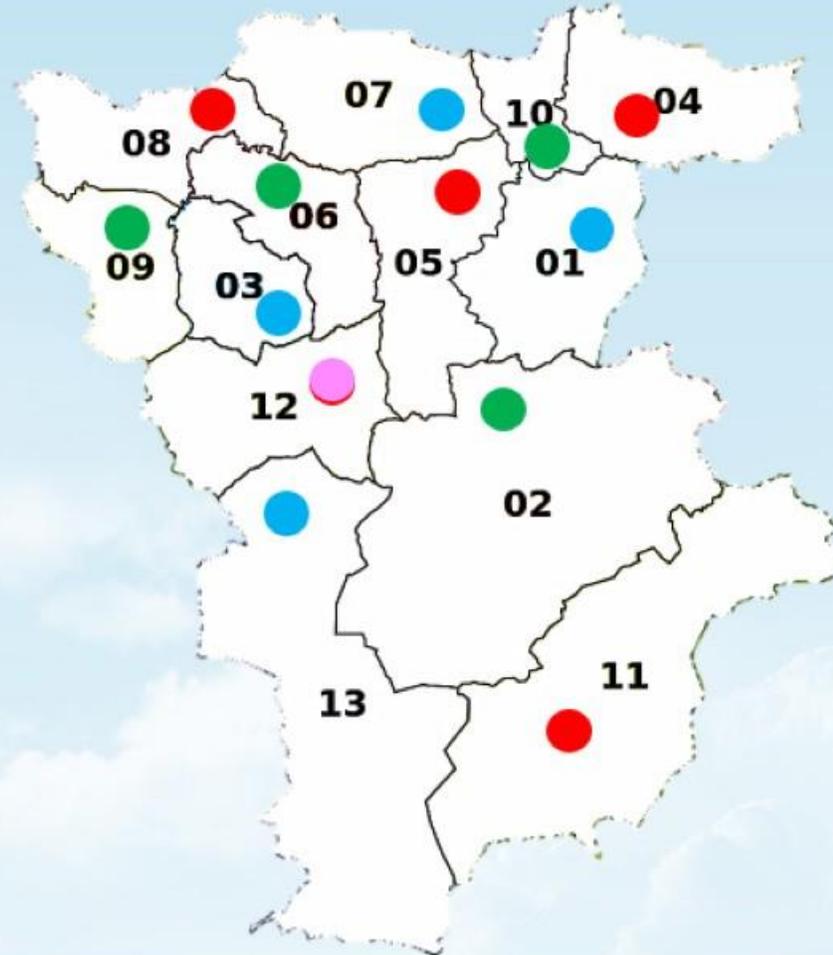
# Application Algorithme Backtracking search





# Application Algorithme Backtracking search

**Variable** → moins valeurs compatibles restantes  
minimum remaining value



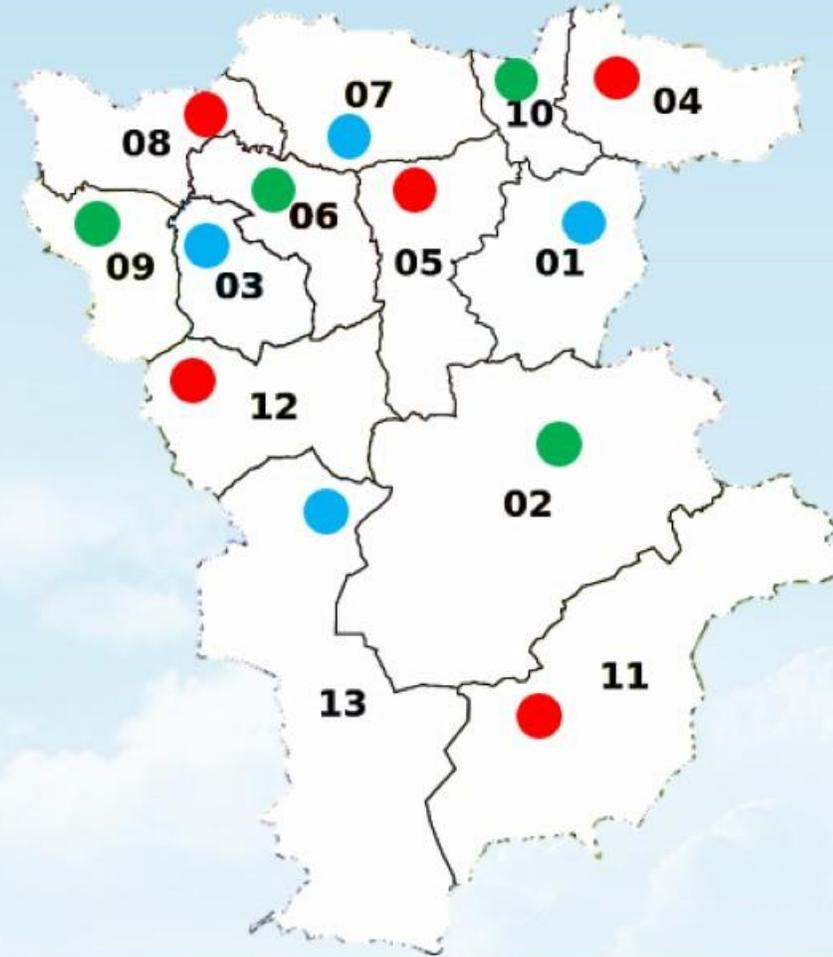


# Application Algorithme Backtracking search

Mêmes valeurs compatibles restantes



**Choisir plus de contraintes**  
Degree heuristic



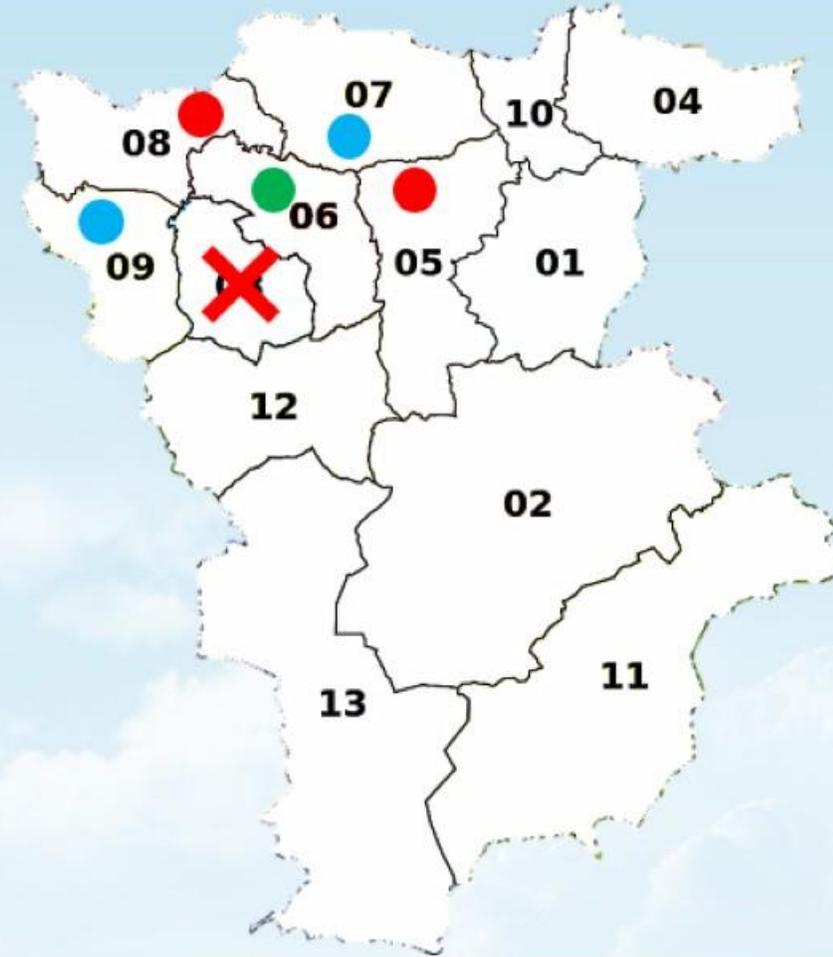


# Application Algorithme Backtracking search

Variable X, choisir valeur



Invalide moins de valeurs



*Se réunir est un début, rester ensemble est un progrès,  
travailler ensemble est la réussite*

