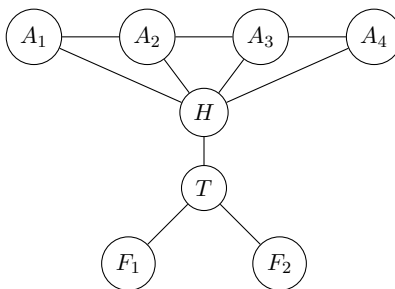


---

**Intelligence Artificielle – TD 5**  
PROBLÈMES DE SATISFACTION DE CONTRAINTES

---

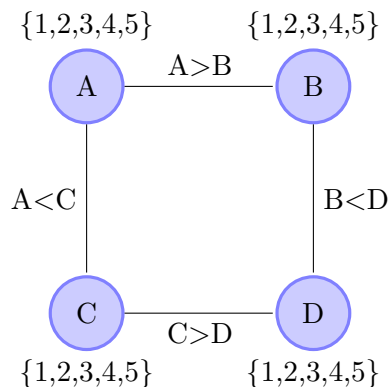
**Exercice 1** - Considérez le graphe de contraintes suivant :



Trouvez un coloriage à 3 couleurs de ce graphe en appliquant la recherche par backtrack avec recherche en avant, heuristique MRV et heuristique du degré. Si vous avez le choix entre plusieurs variables, vous choisirez en suivant l'ordre alphanumérique. Vous appliquerez les couleurs en respectant l'ordre {R, V, B}.

**Exercice 2** - Soit le graphe de contrainte suivant.

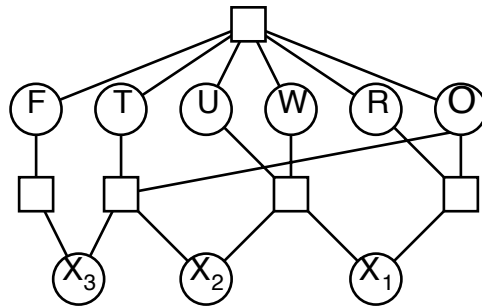
Les contraintes sont identifiées sur les arcs, et le domaine de chaque variable est indiqué entre accolades sur les nœuds du graphe.



1. Détaillez les contraintes de ce problème, ainsi que les domaines de chacune des variables et le nombre de contraintes qu'elles doivent satisfaire.
2. Trouvez une solution pour ce problème en utilisant la recherche par backtrack avec vérification en avant, l'heuristique MRV et l'heuristique du degré. Si plusieurs choix s'offrent à vous, vous choisirez la première variable dans l'ordre alphabétique, et la plus petite valeur disponible. A chaque étape, vous justifierez votre choix en indiquant quelle heuristique vous avez appliquée.

**Exercice 3** - Résolvez le puzzle cryptarithmétique suivant en utilisant la recherche par backtrack avec recherche en avant, propagation des contraintes, heuristique MRV et heuristique du degré. Si vous avez le choix entre plusieurs variables, vous choisirez en suivant l'ordre alphanumérique. Si vous avez le choix entre plusieurs valeurs, vous choisirez la plus petite.

$$\begin{array}{r} \text{T W O} \\ + \text{T W O} \\ \hline \text{F O U R} \end{array}$$



**Exercice 4** - Un carré magique est une matrice  $3 \times 3$  dont chaque case contient un nombre différent compris entre 1 et 9, de façon à ce que la somme de chaque ligne, chaque colonne et chaque diagonale ait la même valeur (soit 15).

1. Modélisez ce problème sous la forme d'un CSP : établissez la liste des variables nécessaires, ainsi que les contraintes existant entre ces variables
2. Déterminez quelle variable est la plus contrainte. Étudiez ce qui se passe si la valeur donnée à cette variable est 1, puis 2. Déduisez en sa valeur.
3. Résolvez ce CSP en utilisant la recherche par backtrack avec recherche en avant, heuristique MRV et heuristique du degré. Si vous avez le choix entre plusieurs variables, vous choisirez en suivant l'ordre alphanumérique. Si vous avez le choix entre plusieurs valeurs, vous choisirez la plus petite.