



# Compréhension du filtrage

## par un module d'explications



UNIVERSITÉ  
CAEN  
NORMANDIE

AUBRY Nicolas  
LEPETIT Lucie

Projet Annuel  
Master 1 Informatique - Université de Caen

# Plan de la soutenance:

---

1. Presentation des CSP
  - Composition d'un CSP
  - Type de contraintes implémentées
2. Méthode de résolution d'un CSP
  - L'arc cohérence
  - L'algorithme "AC-3"
  - L'algorithme "revise"
3. Les Explications dans un CSP
  - L'exemple de la conférence
  - Définition formelle des explications
  - Démonstration de notre module
4. Conclusion et perspectives
  - Les problèmes rencontrés
  - Les améliorations possibles
  - Ce que l'on en a appris

# I) Présentation d'un CSP

# Qu'est ce qu'un CSP ?

---

## “Constraint Satisfaction Problem”

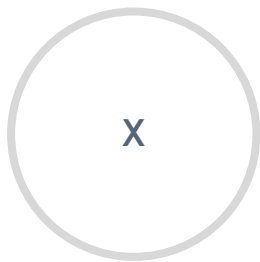
Un probleme de satisfaction de contraintes.

Contraintes sur des variables

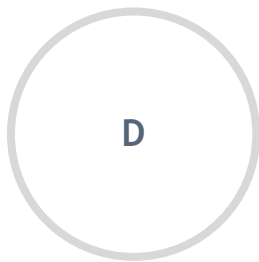
Toutes les contraintes : satisfaites

# Composition d'un CSP.

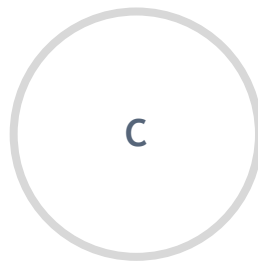
---



Ensemble de  
Variables



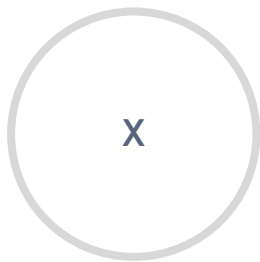
Ensemble de  
Domaines



Ensemble de  
Contraintes

# Composition d'un CSP.

Un ensemble de variables



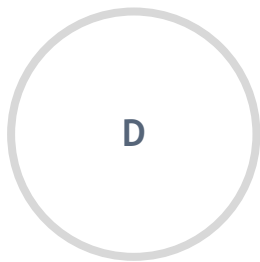
Ensemble de  
Variables

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

Variable x: un humain, un animal, un fait ..

# Composition d'un CSP.

Un ensemble de domaines



Ensemble de  
domaines

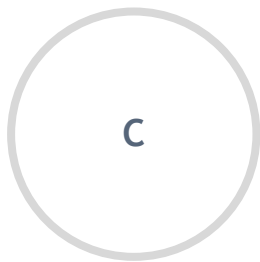
$D = \{d1, d2, \dots, dn\}$

Domaine d1: domaine de la variable x1

x1: {1,2,3}

# Composition d'un CSP.

Un ensemble de contraintes



Ensemble de  
contraintes

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$$

Contrainte  $c_1$ : contrainte unaire ou binaire

$c_1: (x_1, \neq, x_2)$

$$x_1 \neq x_2$$



# Type de **contraintes** implémentées



# Type de **contraintes** implémentées

Les contraintes binaires



# Type de contraintes implémentées

## Les contraintes unaires



## II) Méthode de résolution d'un CSP

# Méthode de **résolution** d'un CSP

---

Satisfaire l'ensemble des contraintes

Méthode de l'arc cohérence

(un autre exemple: Le backtracking)

# Méthode de **résolution** d'un CSP

---

L'arc cohérence

Algorithme “AC3”

Méthode “revise”

# Méthode de **résolution** d'un CSP

L'algorithme AC3

---

**Algorithme 2** : Fonction AC-3 (cas des contraintes binaires)

---

**Données** :  $\mathcal{X}$  : ensemble de variables,  $\mathcal{D}$  : ensemble de domaines,  $\mathcal{C}$  :  
ensemble de contraintes

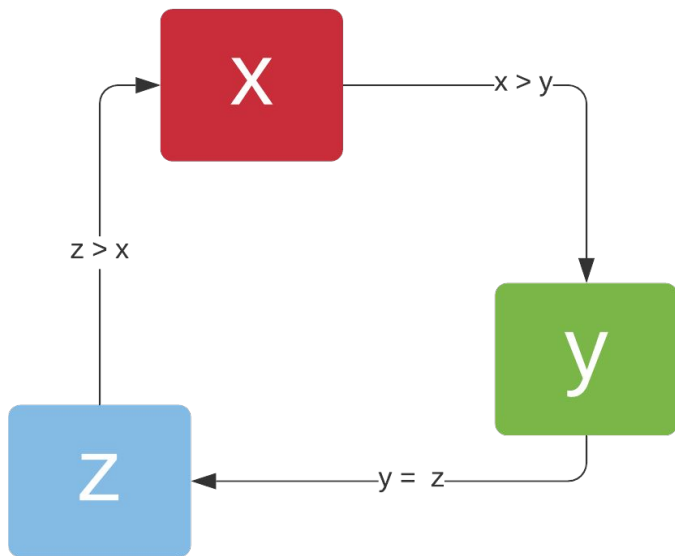
**Résultat** :  $\{\text{Echec}, \text{Succes}\}$

```
1 Soit  $Q = \{(c_{i,j}, x_i) \text{ t.q. } c_{i,j} \in \mathcal{C}, x_i \in \mathcal{X}\}$ 
2 tant que  $Q \neq \emptyset$  faire
3   Extraire  $(c_{i,j}, x_i)$  de  $Q$ ;
4   si  $\text{Revise}(x_i, x_j, D_i)$  alors
5     si  $D_i = \emptyset$  alors
6       retourner Echec;
7      $Q \leftarrow Q \cup \{(c_{k,i}, x_k) \text{ t.q. } k \neq j\}$ ;
8 retourner Succes;
```

---

# Méthode de **résolution** d'un CSP

AC-3: un exemple de Graphe des contraintes



Pile d'arcs:

Arcs:  $x \rightarrow y$ ;  $y \rightarrow z$ ;  $z \rightarrow x$

Arcs inversés:  $y \rightarrow x$ ;  $z \rightarrow y$ ;  $y \rightarrow x$

Inversement de certaines contraintes:

- “>” devient “<”
- “<” devient “>”



# Méthode de **résolution** d'un CSP

## AC-3: Parcours des arcs

Bouclage sur la pile d'arcs

Modification du domaine de la  
variable  $x$  de l'arc  $x \rightarrow y$ :

Ajout à la pile des arcs où  
 $x$  = seconde variable de l'arc de type:

Arc  $k \rightarrow x$

# Méthode de **résolution** d'un CSP

Revise

---

**Algorithme 1** : Fonction *Revise* (cas des contraintes binaires)

---

**Données** :  $x_i$  : variable,  $x_j$  : variable,  $D_i$  : domaine de  $x_i$

**Résultat** : booléen

```
1 éliminé  $\leftarrow$  Faux;  
2 pour tous les  $v \in D_i$  faire  
3   si  $\nexists v_j \in D_j$  t.q.  $(v, v_j)$  satisfait  $c_{ij}$  alors  
4     Expl( $x_i$ )  $\neq v = x_i$   $c_{ij}$   $x_j$ ;  
5      $D_i \leftarrow D_i \setminus \{v\}$ ;  
6     éliminé  $\leftarrow$  Vrai;  
7 retourner éliminé;
```

---

# Méthode de **résolution** d'un CSP

La méthode “revise”: fonctionnement

Vérification d'un arc avec sa contrainte

Arc  $x \rightarrow y$ : parcours des valeurs du domaine de  $X$

Vérification s'il existe au moins 1 support dans les valeurs du domaine de  $Y$

Pas de support:

Retrait de la valeur dans le domaine de la variable  $x$

# III) Les explications dans un CSP

# Les Explications du filtrage

---

Via le problème de la Conférence

3 personnes: Pierre, Alain, Michel

Contraintes:

- Michel : non présent à la 4eme demi journée
- Michel :avoir vu les autres présentations avant de faire la sienne
- Michel: ne peut pas assister à deux exposés
- Impossible d'être auditeur ET Orateur

# Les Explications du filtrage

Via le problème de la Conférence

Variables du problème:

Pm, Am, Ma, Mp

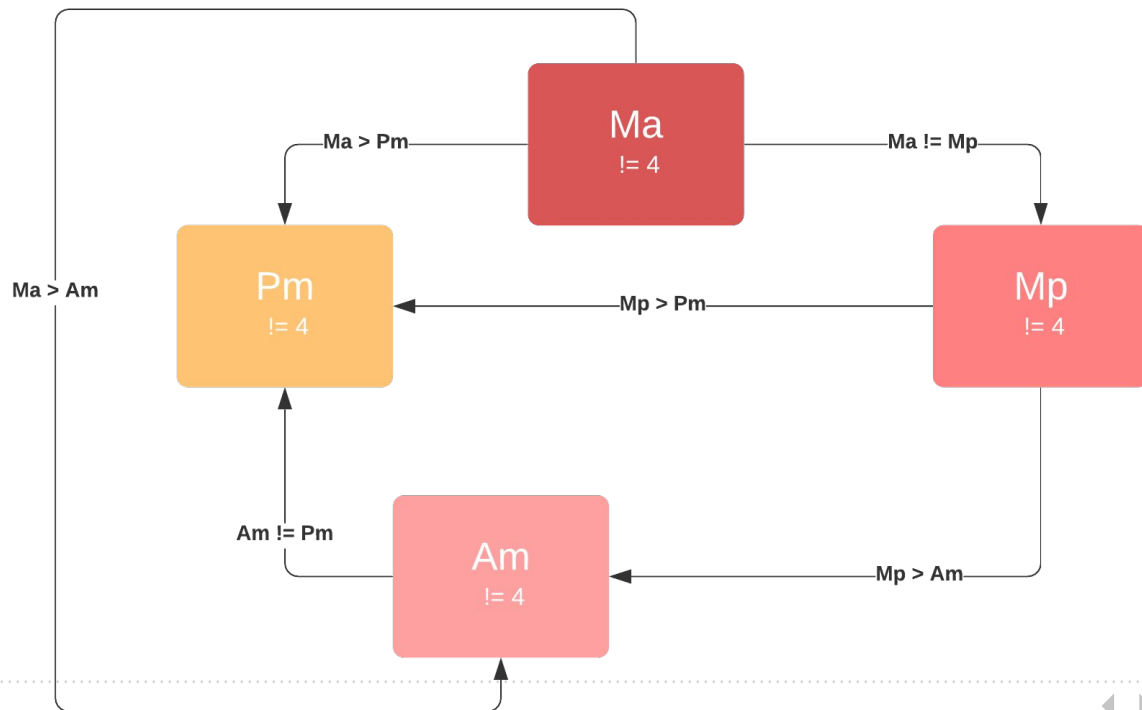
Xy: X présente à y.

# Les Explications du filtrage

Variables et leurs contraintes

## Problème de la Conférence

Représentation sous forme de graphe



# Les Explications: **définition** formelle

## Explication “simple”:

$$\text{Expl}(x \neq a) = (x \neq a)$$

## Explication “plus précise”: exemple conjonction d'explications simples

$\text{Expl}(x \neq a) = c$  ssi  $c$  est responsable  
du retrait de la valeur  $a$  du domaine de  $x$

$\text{Expl}(x \neq a) = c \wedge$  (généralisé) des  $\text{Expl}(y \neq b)$   
pour toutes les valeurs  $b$  supports de  $a$ .

$\text{Expl}(Dx = \{\}) = \wedge$  (généralisé) des  $\text{Expl}(x \neq a)$   
pour toutes les valeurs  $a$  de  $Dx$  (domaine de  $x$ )

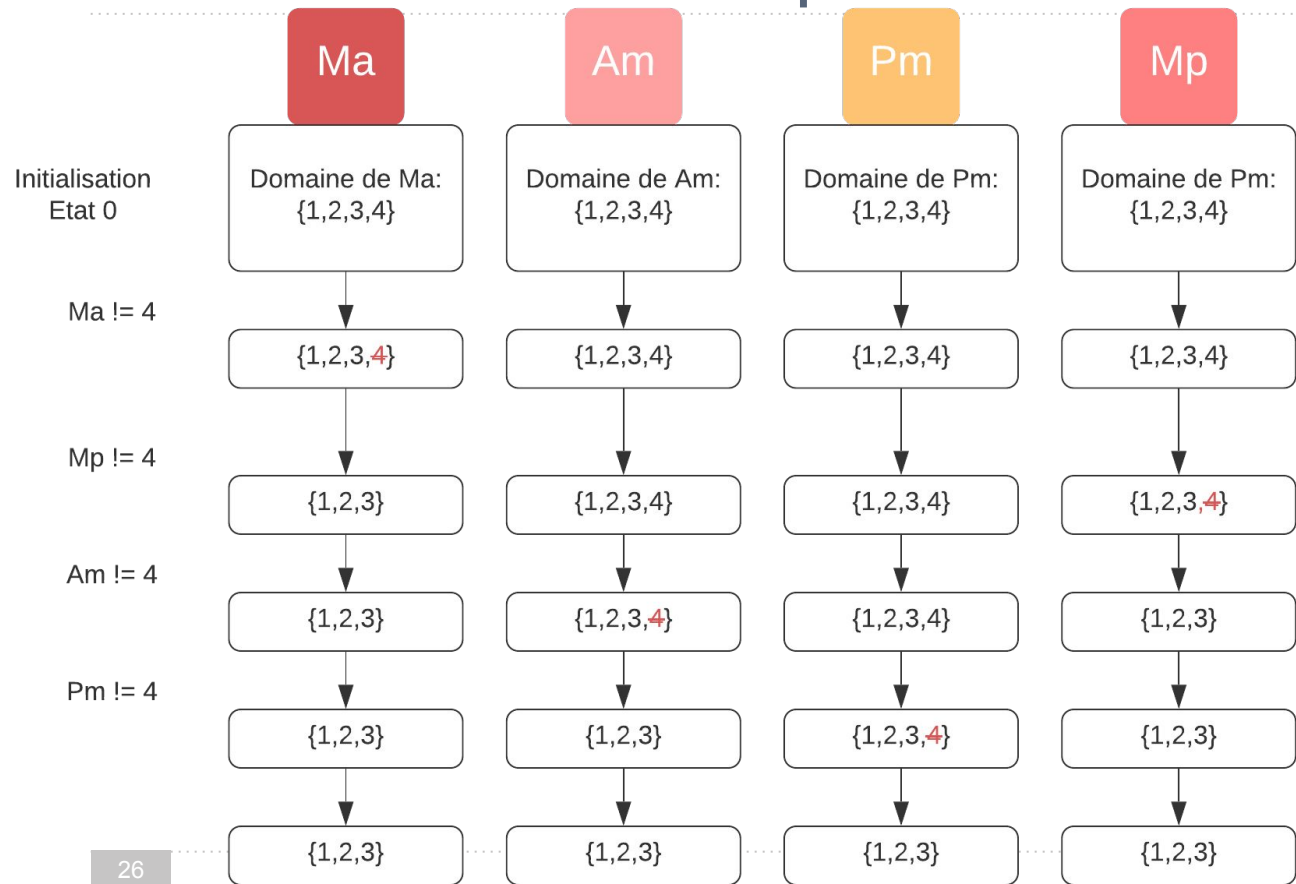


---

# Démonstration des explications

Via notre module

# Démonstration des explications

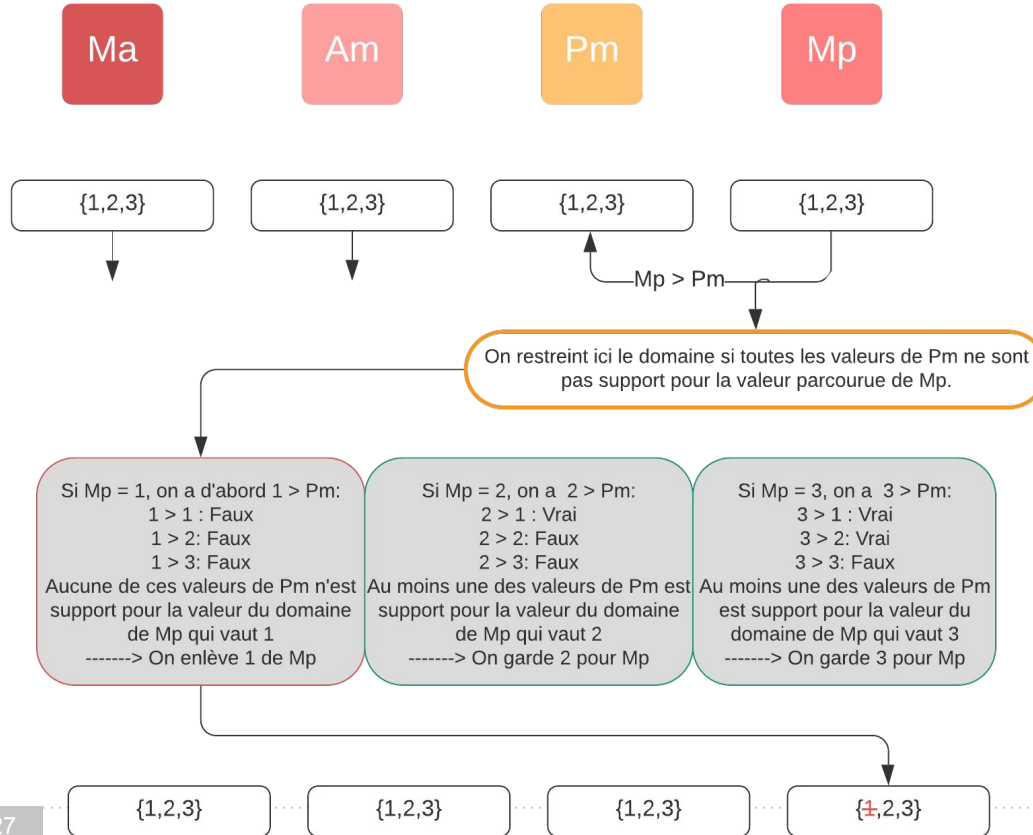


## Les 4 contraintes unaires "!= 4"

$\text{Expl}(\text{Ma} \neq 4) = (\text{Ma} \neq 4)$   
 $\text{Expl}(\text{Mp} \neq 4) = (\text{Mp} \neq 4)$   
 $\text{Expl}(\text{Am} \neq 4) = (\text{Am} \neq 4)$   
 $\text{Expl}(\text{Pm} \neq 4) = (\text{Pm} \neq 4)$

4 est retiré de chaque  
domaines

# Démonstration des explications: retrait

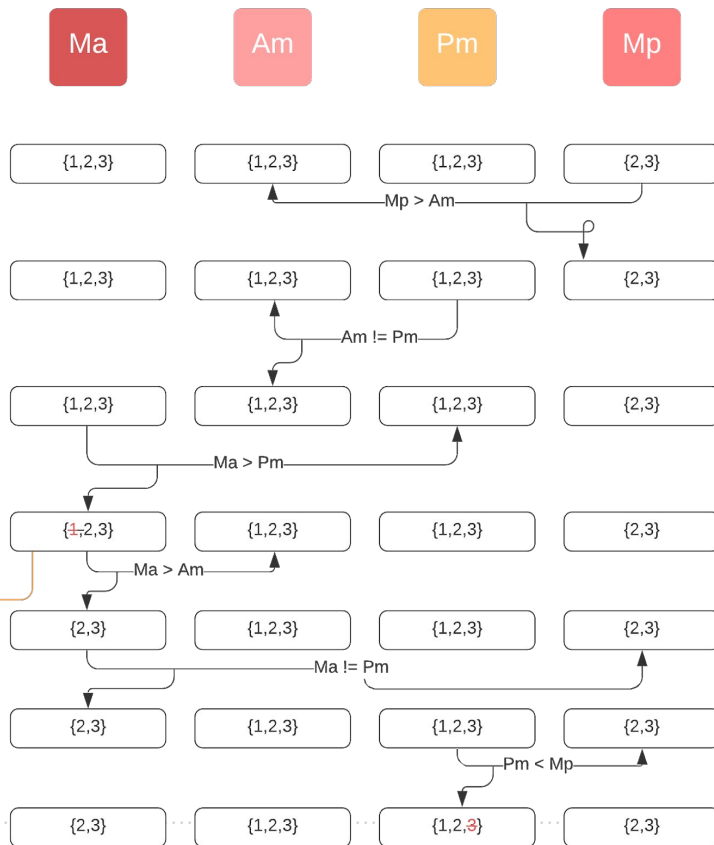
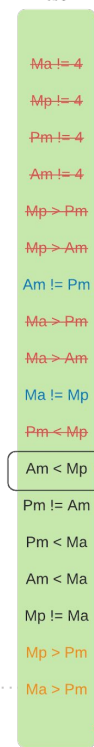


La valeur 1 disparaît de  $Mp$  :  
 $Mp > Pm$

$\text{Expl}(Mp \neq 1) = (Mp > Pm)$

# Démonstration des explications: retraits

Pile de l'ensemble  
des Arcs  $X \rightarrow Y$  du  
problème, contenant  
un  $X$ , un  $Y$ , et la  
contrainte liée de cet  
arc



- Filtrage: rien est retiré pour:

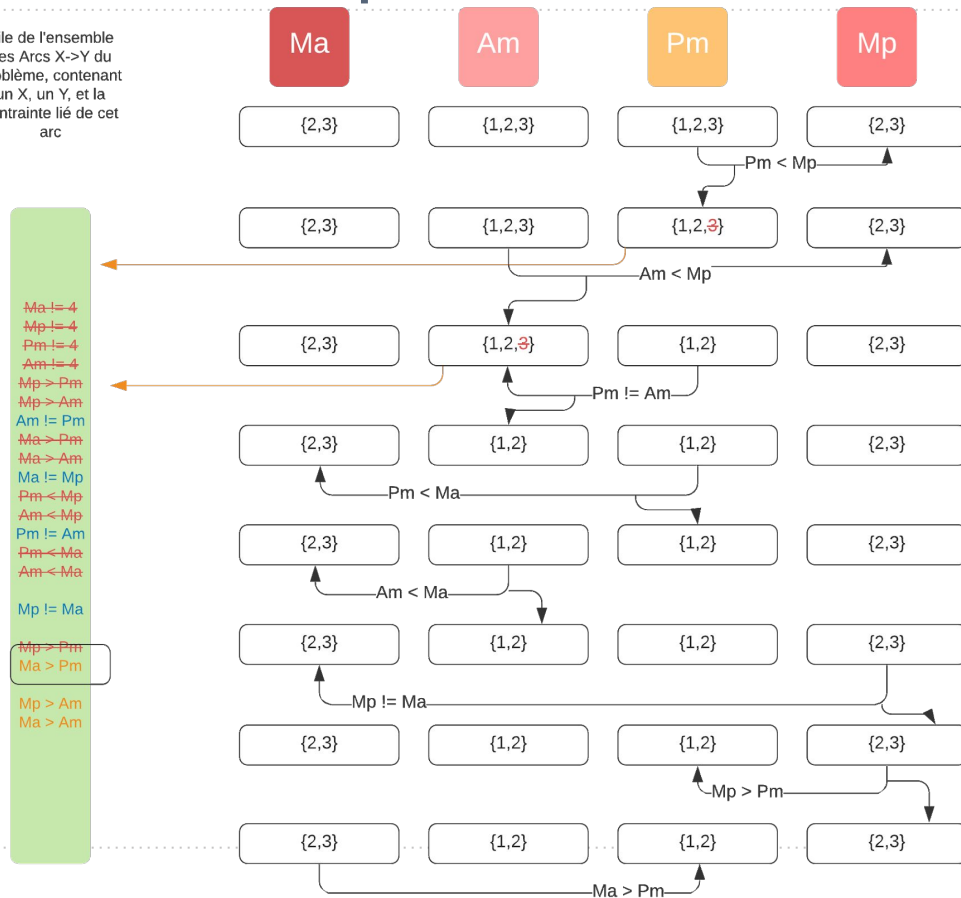
$Am != Pm$

- La valeur 1 disparaît de Ma :  
 $Ma > Pm$

$Expl(Ma != 1) = (Ma > Pm)$

# Démonstration des explications: suite

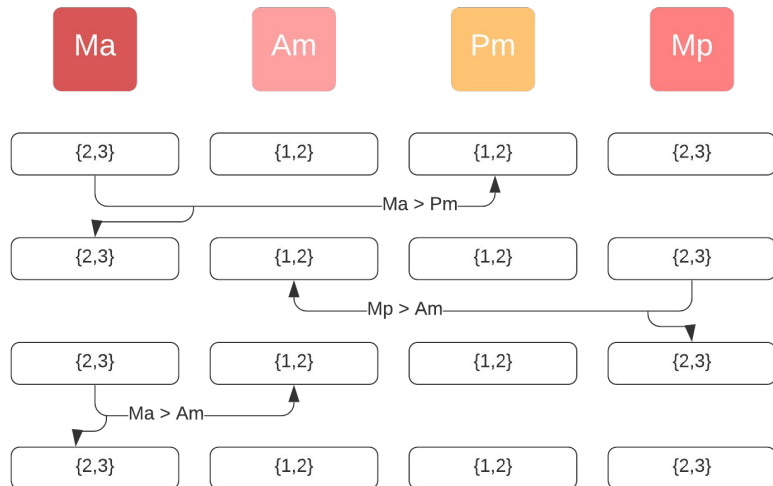
Pile de l'ensemble  
des Arcs  $X \rightarrow Y$  du  
problème, contenant  
un  $X$ , un  $Y$ , et la  
contrainte liée de cet  
arc



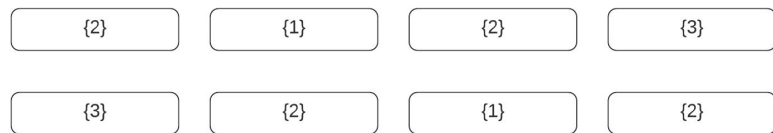
# Démonstration des explications : domaine vide

Pile de l'ensemble des Arcs  $X \rightarrow Y$  du problème, contenant un  $X$ , un  $Y$ , et la contrainte liée de cet arc

$Ma \neq 4$   
 $Mp \neq 4$   
 $Pm \neq 4$   
 $Am \neq 4$   
 $Mp > Pm$   
 $Mp > Am$   
 $Am \neq Pm$   
 $Ma > Pm$   
 $Ma > Am$   
 $Ma \neq Mp$   
 $Pm < Mp$   
 $Am < Mp$   
 $Pm \neq Am$   
 $Pm < Ma$   
 $Am < Ma$   
 $Mp \neq Ma$   
 $Mp > Pm$   
 $Mp > Am$   
 $Ma > Am$



Deux solutions possibles selon le résultat du filtrage ci-dessus:



## Domaine vide:

Le domaine de AM est vide:  
toutes ses valeurs ont été retirées

$\text{Expl}(Am = \{\}) =$   
 $\text{Expl}(Am \neq 4)$  et  
 $\text{Expl}(Am \neq 3)$  et  
 $\text{Expl}(Am \neq 1)$  et  $\text{Expl}(Am \neq 2)$

# IV) Conclusion et perspectives

# Conclusion et Perspectives

---

Les problèmes que nous avons rencontré

- La compréhension du sujet
- Le distanciel



# Conclusion et Perspectives

---

Les améliorations possibles

- Utiliser des algorithmes plus récents pour Revise et AC-3

# Conclusion et Perspectives

---

Ce que l'on a appris

- Une compréhension plus fine



**Merci de votre écoute**

Des questions ?