

## Intelligence Artificielle &amp; Systèmes Experts

## TD N°2

## Moteurs d'inférence

Exercice 1

On considère un système expert défini par la logique de prédicat d'ordre 0 et qui est décrit comme suit :

Soit la base des règles suivante:

- R1: A, B, C  $\rightarrow$  D
- R2: I, H  $\rightarrow$  B
- R3: H, F  $\rightarrow$  B
- R4: A, K  $\rightarrow$  C
- R5: A  $\rightarrow$  I
- R6: E, F  $\rightarrow$  D
- R7: A  $\rightarrow$  F
- R8: I  $\rightarrow$  H
- R9: K, L  $\rightarrow$  E

Soit la base des faits initiale suivante : A, K, L.

Prouver le but D en utilisant Schéma avant puis avec Schéma arrière.

Exercice 2

Soit la base des règles suivante :

- R1: A  $\rightarrow$  E
- R2: B  $\rightarrow$  D
- R3: H  $\rightarrow$  A
- R4: E, G  $\rightarrow$  C
- R5: E, K  $\rightarrow$  B
- R6: D, E, K  $\rightarrow$  C
- R7: G, K, F  $\rightarrow$  A

Soit la base des faits initiale suivante : H, K.

Prouver le but C en utilisant Schéma avant puis avec Schéma arrière.

Exercice 3

Soit la base des règles suivante :

- R1: B, D, E  $\rightarrow$  F
- R2: G, D  $\rightarrow$  A
- R3: C, F  $\rightarrow$  A
- R4: B  $\rightarrow$  X
- R5: D  $\rightarrow$  E
- R6: X, A  $\rightarrow$  H

- R7: C  $\rightarrow$  D
- R8: X, C  $\rightarrow$  A
- R9: X, B  $\rightarrow$  D

Et soit la  $B_f = \{B, C\}$

Prouvez que H se déduit de la base de connaissance avec chacun des modes de raisonnement suivant :

- chaînage avant
- chaînage arrière
- chaînage avant avec sélection ordonnée
- chaînage avant avec sélection heuristique (appliquer les règles ayant le plus de prémisses)
- chaînage arrière avec sélection ordonnée
- chaînage arrière avec sélection heuristique (appliquer les règles ayant le plus de prémisses)
- chaînage mixte avec double filtrage, la sélection sera toujours ordonnée (c.à.d. alterner les modes de chaînage après chaque cycle du moteur au commençant par le chaînage avant).

## T.D n° 2

### Moteurs d'inférence

#### Exercice 1

1° - Chaînage avant

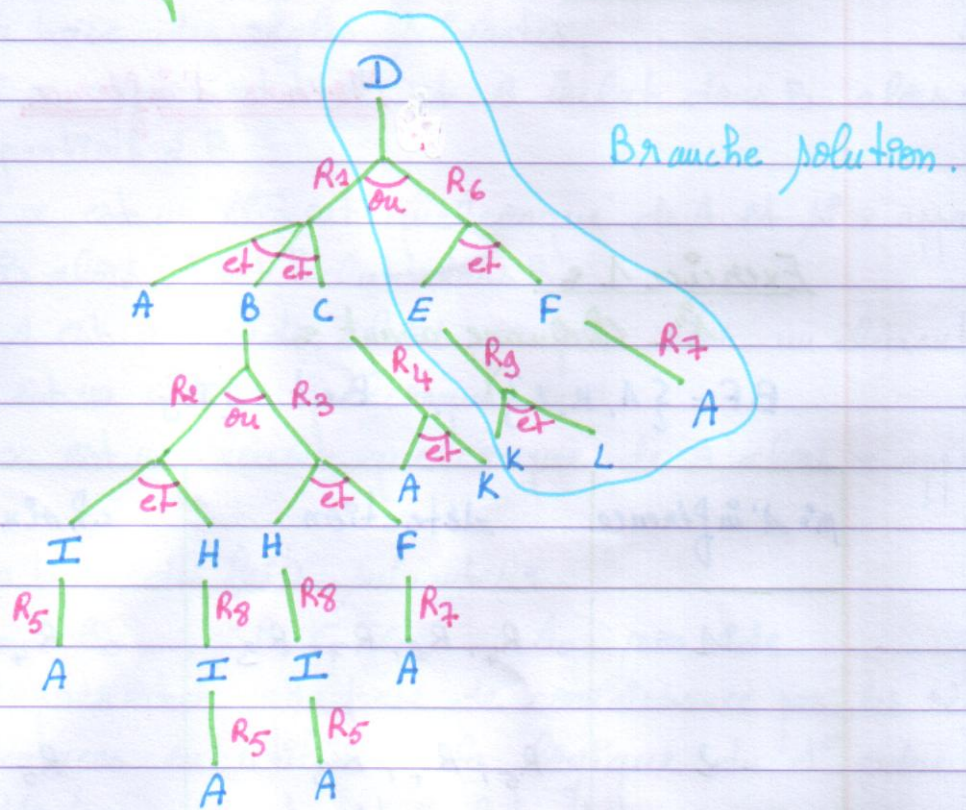
BF = {A, K, L}, But = {D}

n° d'inférence	détection	choix	déduction
1	$R_4, R_5, R_7, R_8$	$R_4$	$\{A, K, L, C\}$
2	$R_5, R_7, R_8$	$R_5$	$\{A, K, L, C, I\}$
3	$R_7, R_8, R_9$	$R_7$	$\{A, K, L, C, I, F\}$
4	$R_8, R_9$	$R_8$	$\{A, K, L, C, I, F, H\}$
5	$R_2, R_3, R_9$	$R_2$	$\{A, K, L, C, I, F, H, B\}$
6	$R_1, R_3, R_9$	$R_1$	$\{A, K, L, C, I, F, H, B, D\}$

Le but est atteint après 6 inférences

$R_4 \rightarrow R_5 \rightarrow R_7 \rightarrow R_8 \rightarrow R_2 \rightarrow R_1$

2°- Chaînage arrière :



Exercice 2°

1°- chaînage avant :

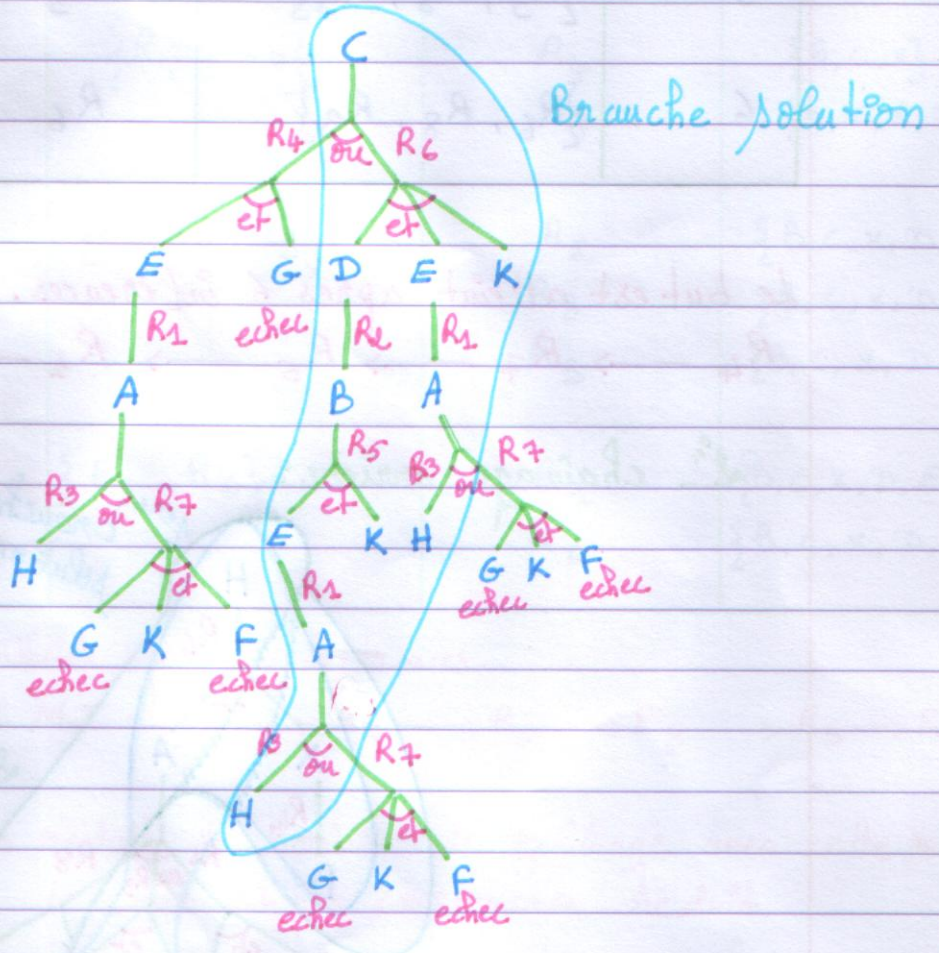
BF = {H, K}, But = {C}

n° inférence	détection	choix	déduction
1	{R3}	R3	{H, K, A}
2	{R1}	R1	{H, K, A, E}
3	{R5}	R5	{H, K, A, E, B}
4	{R2}	R2	{H, K, A, E, B, D}
5	{R6}	R6	{H, K, A, E, B, D, C}

Le But est atteint après 5 inférences.

$R_3 \rightarrow R_1 \rightarrow R_5 \rightarrow R_2 \rightarrow R_6$

2<sup>e</sup> chaînage arrière



Exercice 3:

1<sup>er</sup> chaînage avant

BF = {B, C}, But = {H}

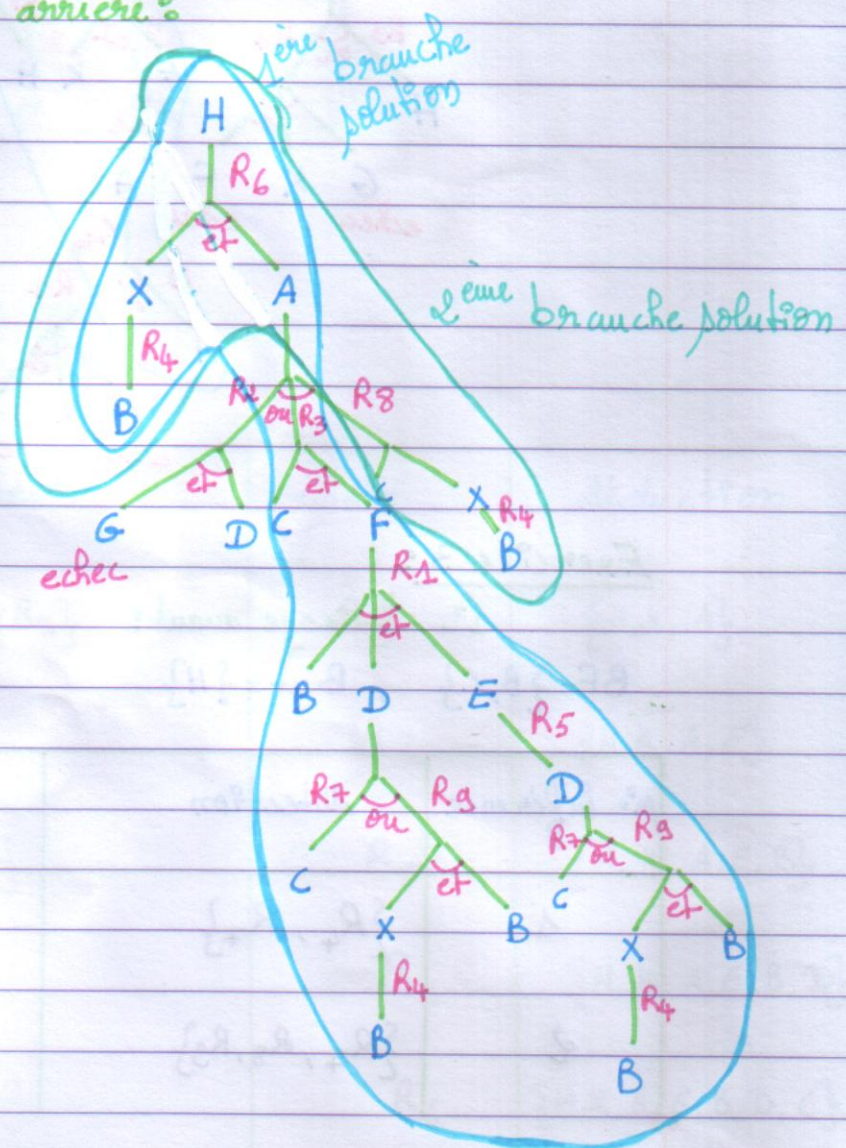
n <sup>o</sup> inférence	détection	choix	déduction
1	{R <sub>4</sub> , R <sub>7</sub> }	R <sub>4</sub>	{B, C, X}
2	{R <sub>7</sub> , R <sub>8</sub> , R <sub>9</sub> }	R <sub>7</sub>	{B, C, X, D}

3	$\{R_5, R_8, R_9\}$	$R_5$	$\{B, C, X, D, E\}$
4	$\{R_1, R_8, R_9\}$	$R_1$	$\{B, C, X, D, E, F\}$
5	$\{R_3, R_8, R_9\}$	$R_3$	$\{B, C, X, D, E, F, A\}$
6	$\{R_6, R_8, R_9\}$	$R_6$	$\{B, C, X, D, E, F, A, H\}$

Le but est atteint après 6 inférences.

$R_4 \rightarrow R_7 \rightarrow R_5 \rightarrow R_1 \rightarrow R_3 \rightarrow R_6$

2<sup>e</sup> chaînage arrière :



### 3° - chaînage avant avec sélection ordonnée

BF = {B, C}, But = {H}

n° d'inférence	détection	choix	déduction
1	{R <sub>4</sub> , R <sub>7</sub> }	R <sub>4</sub> R <sub>7</sub>	{B, C, X} {B, C, X, D}
2	{R <sub>5</sub> , R <sub>8</sub> , R <sub>9</sub> }	R <sub>5</sub> R <sub>8</sub> R <sub>9</sub>	{B, C, X, D, E} {B, C, X, D, E, A} {B, C, X, D, E, A}
3	{R <sub>1</sub> , R <sub>6</sub> }	R <sub>1</sub> R <sub>6</sub>	{B, C, X, D, E, A, F} {B, C, X, D, E, A, F, H}

Le but est atteint après 3 inférences.

Trace du MI: R<sub>4</sub> → R<sub>7</sub> → R<sub>5</sub> → R<sub>8</sub> → R<sub>9</sub> → R<sub>1</sub> → R<sub>6</sub>

On a donc réduit le nombre de filtrage avec cette méthode de 6 à 3. Le coût est par conséquent réduit.

### 4° - Chaînage avant avec sélection heuristique

n° d'inférence	détection	choix	déduction
1	{R <sub>4</sub> , R <sub>7</sub> }	R <sub>4</sub>	{B, C, X}
2	{R <sub>7</sub> , R <sub>8</sub> , R <sub>9</sub> }	R <sub>8</sub>	{B, C, X, A}
3	{R <sub>6</sub> , R <sub>7</sub> , R <sub>9</sub> }	R <sub>6</sub>	{B, C, X, A, H}

Le but est atteint après 3 inférences.

Trace du MI:  $R_4 \rightarrow R_8 \rightarrow R_6$

Avec cette méthode, on améliore le temps d'exécution.

5<sup>e</sup> Chainage arriéré avec sélection ordonnée:

Sélection ordonnée:

- 1 - exécution d'une règle par cycle (en profondeur)
- 2 - exécution de toutes les règles par cycle (en largeur)

$BF = \{B, C\}$

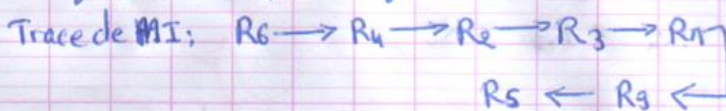
n° d'inférence	But	détection	choix	déduction Base des buts
1	H	$\{R_6\}$	$R_6$	$\{X, A\}$
2	X	$\{R_4\}$	$R_4$	$BF = \{B, C, X\}$ $\{A\}$
3	A	$\{R_4, R_3, R_8\}$	$R_2$ $R_3$ $R_8$	$\{G, D\}$ $\{C, F\}$ $\{X, C\}$
4	G	$\emptyset$	—	—
5	F	$\{R_1\}$	$R_1$	$\{D, E\}$
6	D	$\{R_7, R_8\}$	$R_7$	$BF = \{B, C, X, D\}$ $\{E\}$
7	E	$\{R_5\}$	$R_5$	$BF = \{B, C, X, D, E,$ $F, A, A\}$

Chaînage arrière avec sélection heuristique.

$BF = \{B, C\}$ ,  $BBut = \{H\}$

N° I	But	Détection	choix	Déduction
1	H	$R_6$	$R_6$	$BF = \{B, C\}$ , $BBut = \{x, A\}$
2	x	$R_4$	$R_4$	$BF = \{B, C, x\}$ , $BBut = \{A\}$
3	A	$R_2, R_3, R_8$	$R_2$	$BF = \{B, C, x\}$ , $BBut = \{G, D\}$
4	G	$\emptyset$ Backtracking		
5	A	$R_3, R_8$	$R_3$	$BF = \{B, C, x\}$ , $BBut = \{F\}$
6	F	$R_1$	$R_1$	$BF = \{B, C, x\}$ , $BBut = \{D, E\}$
7	D	$R_7, R_9$	$R_9$	$BF = \{B, C, x, D\}$ , $BBut = \{E\}$
8	E	$R_5$	$R_5$	$BF = \{B, C, x, D, E, F, A, H\}$

$But = \{H\}$  atteint après 8 inférences.



→ chaînage mixte:

	N° inf	but	détection	choix	déduction
AV	1	-	$\{R_4, R_7\}$	$R_4$	$\{B, C, x\}$
AR	2	H	$\{R_6\}$	$R_6$	$BF = \{B, C, x\}$ , $BBut = \{A\}$
AV	3	-	$\{R_7, R_8, R_9\}$	$R_7$	$\{B, C, x, D\}$
AR	4	A	$\{R_2, R_3, R_8\}$	$R_2$	$BF = \{B, C, x, D\}$ , $BBut = \{G\}$
AV	5	-	$\{R_5, R_8, R_9\}$	$R_5$	$\{B, C, x, D, E\}$
AR	6	G	$\emptyset$	-	-
AV	7	-	$\{R_1, R_2, R_9\}$	$R_1$	$\{B, C, x, D, E, F\}$
AR	8	A	$\{R_3, R_8\}$	$R_3$	$BF = \{B, C, x, D, E, F, A, H\}$