

TD N°1. Système Expert

Important à retenir

1- Description de chaînage avant

Algorithme du chaînage avant

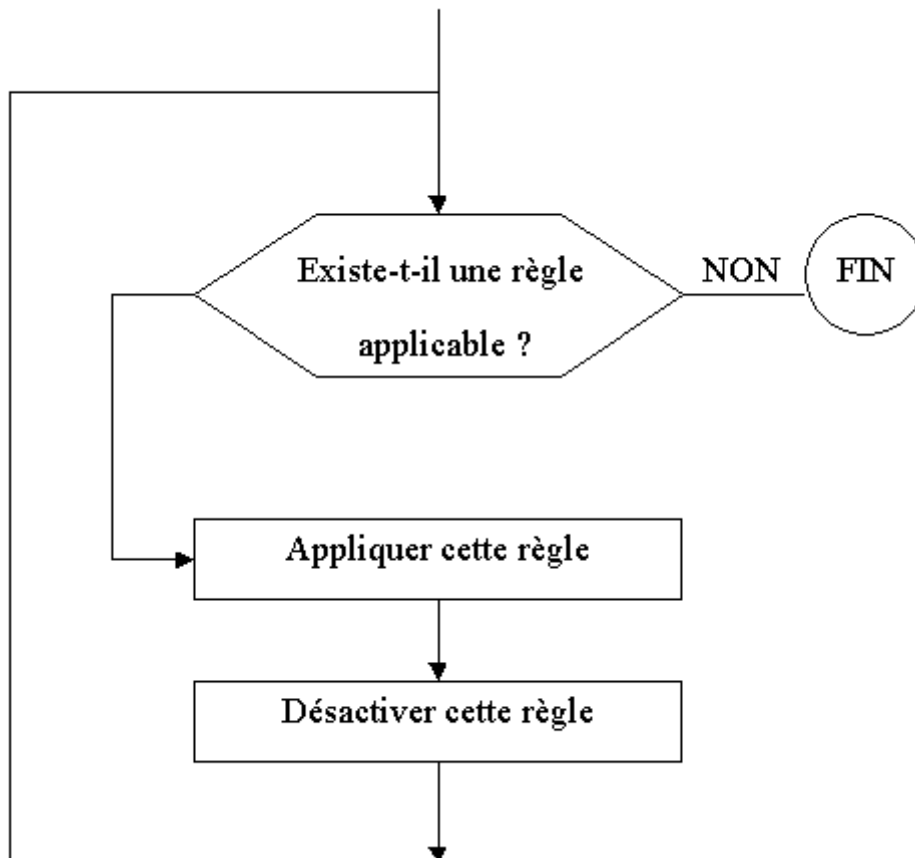


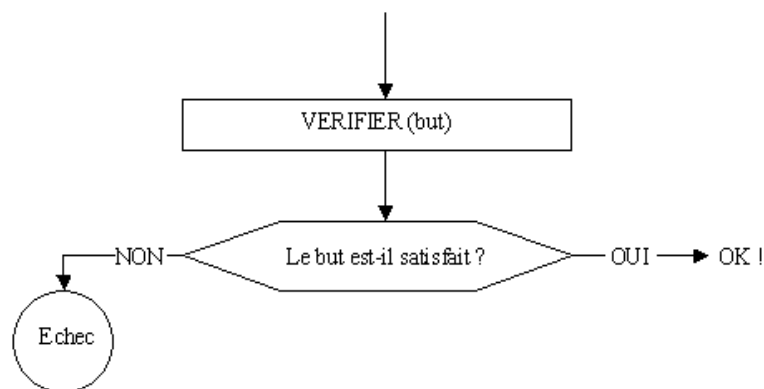
Figure 1 Algorithme chaînage avant

- Existe-t-il une règle applicable ? : ceci consiste à trouver parmi toutes les règles celles dont la partie condition est vraie et à en choisir une à l'aide d'une fonction de choix.
- Appliquer cette règle : une fois la règle choisie, le programme exécute sa partie action ou conclusion.
- Désactiver cette règle : en logique des propositions, il est inutile d'appliquer plus d'une fois la même règle. Ainsi, les règles utilisées sont rendues inactives.

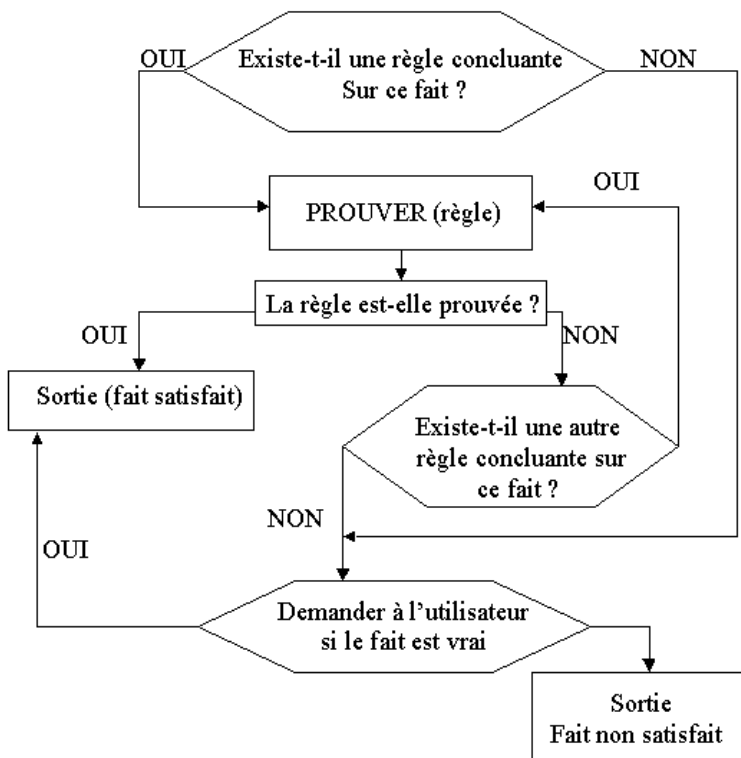
- Le but souhaité est-il démontré ? : *cet algorithme suppose que l'utilisateur du moteur veut obtenir une proposition particulière, but du problème. Si ce fait vient d'être obtenu, il est inutile de poursuivre le travail.*
- Dans le cas où aucun but particulier n'est demandé, le moteur fonctionne jusqu'au moment où aucune règle n'est applicable (condition d'arrêt). *On dit alors que le moteur fonctionne par saturation.*

2- Description de chaînage arrière

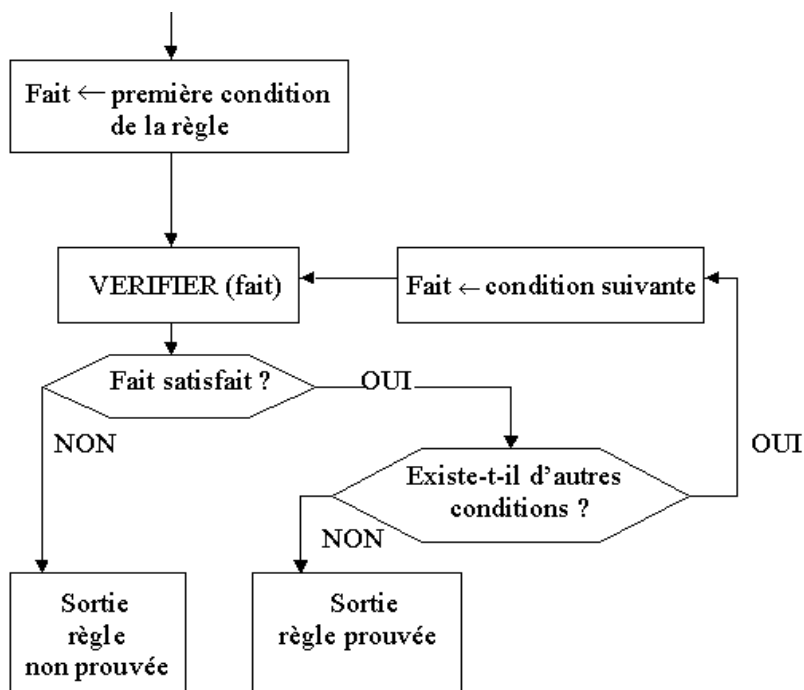
L'algorithme de chaînage arrière



- i) Avec comme définition de VERIFIER (fait) :



ii) et avec comme définition de PROUVER (fait) :



- Le chaînage arrière est un mécanisme d'exploitation guidé par les buts. Il traduit la règle du *modus tollens*. Si q est non vrai et si p implique q alors p est non vrai.

- Le système recherche, par la méthode du chaînage arrière, si le but souhaité peut être démontré à l'aide des règles présentes dans la base de règles.
- Le chaînage arrière traduit un raisonnement déductif

3- Description de chaînage mixte

Le chaînage mixte utilise le raisonnement inductif et le raisonnement déductif

Remarque

Enfin, le Chaînage avant: But (*jusqu'à saturation*) et le Chaînage arrière: Saturation (+ But).

Vous allez trouver ces algorithmes dans plusieurs références.

Voilà des **Exemples Système expert ABC** avec solution détaillée pour les deux stratégies étudiées

Exercice 1

Soit la base de connaissances suivante :

Base de faits initiale (*BF*): {H, K}. Prouver le but C.

Base des règles :

- R1: A --> E
- R2: B --> D
- R3: H --> A
- R4: E et G --> C
- R5: E et K --> B
- R6: D et E et K --> C
- R7: G et K et F --> A

La lecture: La règle R1 signifie: SI A ALORS E ; de A on peut déduire E

Le démonstrateur de théorèmes se propose d'induire des faits nouveaux à partir de la base de connaissances et de la règle de *modus ponens* ; c'est-à-dire de la règle : "**Si p est vrai et si p --> q alors q est vrai**".

Deux stratégies générales de démonstration sont alors possibles :

i) Le chaînage avant : on part de la base de faits initiale; on déclenche toutes les règles dont les prémisses sont satisfaites ; on ajoute les faits ainsi obtenus ; on poursuit jusqu'à "saturation".

Dans l'exemple donné, la chaîne de dérivation obtenue est la suivante :

- $H \rightarrow A$, R3 et la base de faits BF devient ; $BF = \{A,H,K\}$
- $A \rightarrow E$, R1 et $BF = \{A,E,H,K\}$
- $E \text{ et } K \rightarrow B$, R5 et $BF = \{A,B,E,H,K\}$
- $B \rightarrow D$, R2 et $BF = \{A,B,D,E,H,K\}$
- $D \text{ et } E \text{ et } K \rightarrow C$, R6 et $BF = \{A,B,C,D,E,H,K\}$

ii) Le chaînage arrière : supposons que l'on cherche à démontrer si le fait D est vérifié ; *c'est le but recherché*. On regarde toutes les règles qui ont le but dans leurs conséquences. Chacune de ces règles est considérée : si toutes ses prémisses sont satisfaites dans la base de faits initiale, le but est atteint, sinon on enregistre les prémisses inconnues comme autant de nouveaux buts et on recommence le cycle sur chacun d'eux.

Dans l'exemple précédent :

- On considère la règle R2 et on définit B comme nouveau but.
- On considère alors la règle R5 et on définit E comme nouveau but (puisque K est dans la base des faits).
- On considère alors la règle R1 et on définit A comme nouveau but.
- On considère alors les règles R3 et R7. R3 permet de conclure.

Exercice 2

A partir de la base de faits : B, C et des règles suivantes, cherchez le but H:

- | | | |
|----|----------------|---------|
| R1 | Si B et D et E | Alors F |
| R2 | Si G et D | Alors A |
| R3 | Si C et F | Alors A |
| R4 | Si B | Alors X |
| R5 | Si D | Alors E |
| R6 | Si X et A | Alors H |

R7	Si C	Alors D
R8	Si X et C	Alors A
R9	Si X et B	Alors D

Lorsque plusieurs règles sont en compétition, on prendra la première.

- ▶ Si H résulte des faits B et C par application des règles données dans la base de connaissance.
- ▶ Résolution du problème: par chaînage avant et chaînage arrière

i)	Chaînage avant		<u>Base de Faits</u>
	R4 :	B X	B, C, X
	R8 :	X et C A	A, B, C, X
	R6 :	X et A H	A, B, C, X, H <u>Succès.</u>

ii) Chaînage arrière

Seule la règle R6 possède H comme conséquence, donc: *Nouveaux buts* : X, A

La règle R4 possède X comme conséquence, donc: *Nouveaux buts* : A, B ; *B est un fait, donc* : *Nouveau but* : A

Trois règles possèdent A comme conséquence, ce qui détermine trois possibilités.

1. Application de R2 Nouveaux buts : G, D ; *comme G n'est jamais conséquence donc* : *Echec.*
2. Application de R3 Nouveaux buts : C, F ; *C est un fait, donc un nouveau but* : F
3. Application de R1 Nouveaux buts : B, D, E ; *B est un fait, donc de nouveaux buts* : D, E
4. Application de R7 Nouveaux buts : C, E ; *C est un fait, donc un nouveau but* : E

5. Application de R5 Nouveau but : *D*
6. Application de R7 Nouveau but : *C ; C est un fait, donc Succès.*

Exercice 3

Compléter les solutions proposées dans les cas de chaînage avant et chaînage arrière pour le système suivant : Base de faits: BC et la Base des règles:

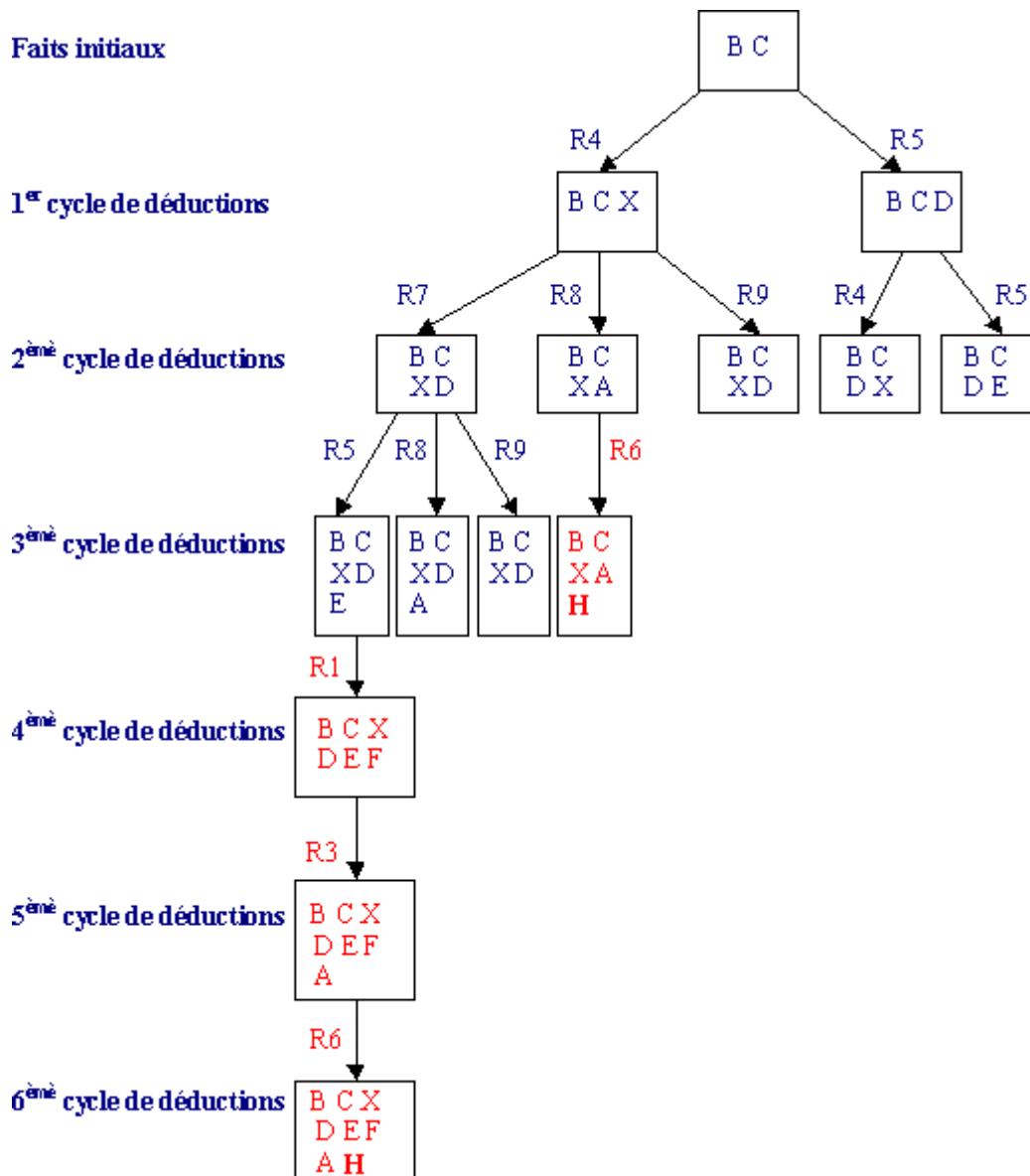
- R1 : Si B et D et E alors F
- R2 : Si G et D alors A
- R3 : Si C et F alors A
- R4 : Si B alors X
- R5 : Si D alors E
- R6 : Si X et A alors H
- R7 : Si C alors D
- R8 : Si X et C alors A
- R9 : Si X et B alors D

Dans chaque nœud figure le contenu de la base des faits.

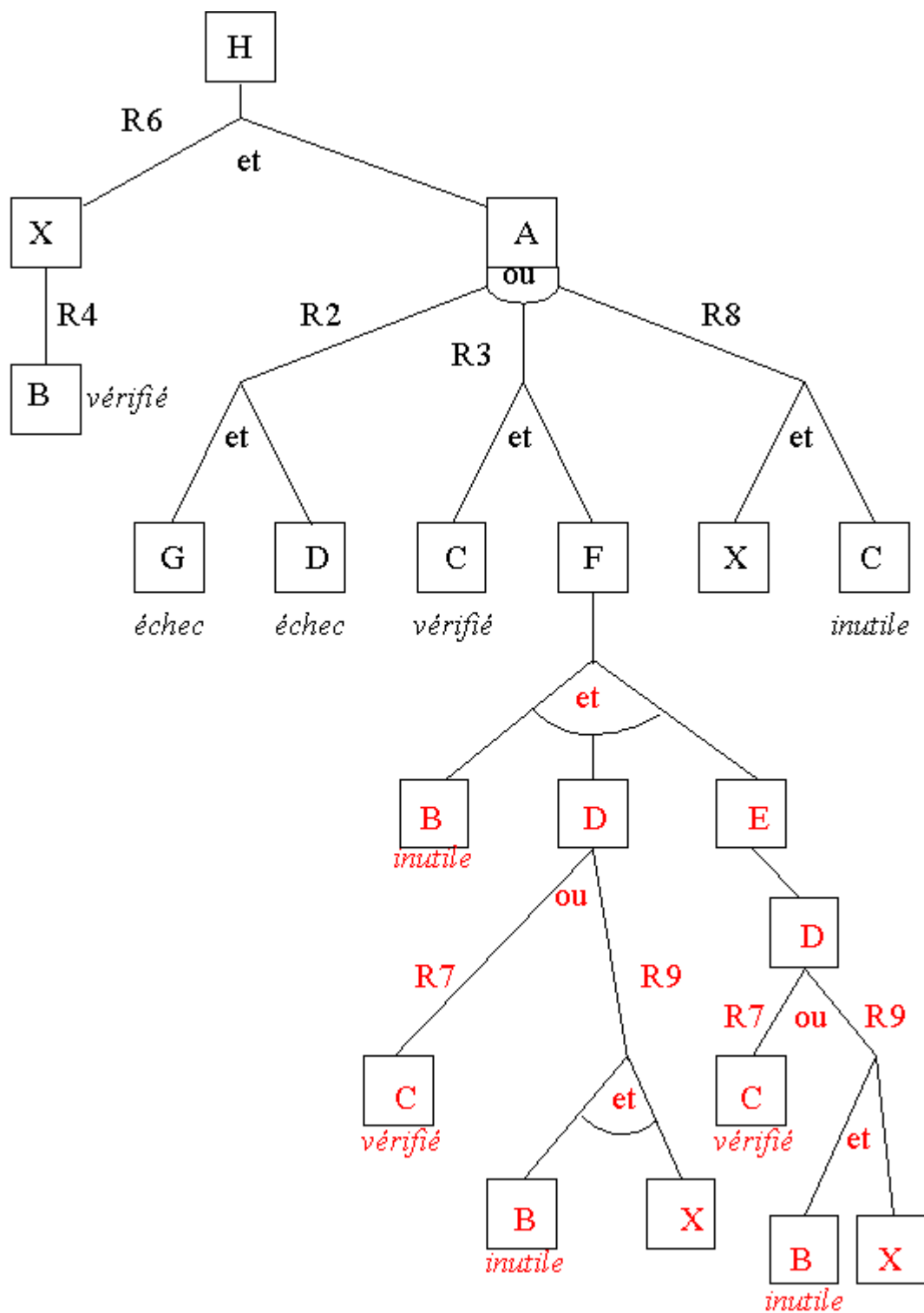
Question : peut-on obtenir le fait H ? *Par chaînage avant et chaînage arrière*

Solution3

- a) Chaînage avant



b) Chaînage arrière



Exercice 4

Base de faits initiale : H, K

Base des règles

R1 : $A \rightarrow E$

R2: $B \rightarrow D$

R3 : $H \rightarrow A \text{ et } F$

R4 : $E \text{ et } G \rightarrow C$

R5 : $E \text{ et } K \rightarrow B$

R6 : $D \text{ et } E \text{ et } K \rightarrow C$

R7 : $G \text{ et } K \text{ et } F \rightarrow A$

Prouver le But C par Chaînage avant.

Exercice 5

Résoudre le problème suivant par chaînage arrière :

Base de règles :

R1 : Si A et B alors C

R2 : Si F et D alors A

R3 : Si D et E alors B

R4 : Si B et D alors F

R5 : Si E et F alors D

Base de faits initiale : E F

Exercice 6

Résoudre le problème suivant par chaînage arrière : Base de faits initiale E,F

On cherche à démontrer C.

Base de règles

R1 : Si E et B alors C

R2 : Si B et D alors A

R3 : Si J et H alors B

R4 : Si D et E alors B

R5 : Si B et D alors F

R6 : Si E et F alors D

Exercice 7

Un expert a construit la base de règles suivantes :

R1 : $A \text{ et } B \rightarrow C$

R2 : $D \rightarrow A$

R3 : $E \rightarrow F$

R4 : $G \rightarrow H$

R5 : $I \rightarrow F$

R6 : $H \text{ et } F \text{ et } J \rightarrow B$

R7 : $H \text{ et } K \rightarrow J$

R8 : $G \text{ et } F \rightarrow K$

La base initiale de faits est : (D, G, I).

Prouvez le fait C par chaînage avant et chaînage arrière.

Solution 4

Ordre des règles : **R3 - R7 - R1 - R4, R5 - R2 - R6**

Faits non déductibles : **H, G, K**

Solution 5

- E, F, **A, B** avec **R1**
- E, F, **D, B** avec **R2**
- E, F, **D** avec **R3**

Base de faits finale : **E, F**. Il y a **réussite**, il n'y a plus de faits à démontrer en bas.

Solution 6

- E, F, **B** avec **R1**
- E, F, **J, H** avec **R3**
- **Blocage** : on repart avec les bases du cycle 2 moins la règle **R3**
- E, F, **D** avec **R4**
- E, F avec **R6**

Base de faits finale : **E, F**. Il y a **réussite**, il n'y a plus de faits à démontrer en base de faits