

TD de *Programmation logique et par contraintes* n° 1
(Correction)

Introduction à (ECLⁱPS^e) PROLOG

Ouvrir un terminal, taper `emacs &`, puis taper `rlwrap jeclipse`¹.

Pour compiler le programme `toto.pl`, après l'avoir écrit et sauvegardé sous `emacs`, ou pour le recompiler après modification, taper `compile(toto)`. (attention: le point final est nécessaire. Chaque requête doit se terminer par un point.)

Pour quitter l'application: taper `halt.` ou `Ctrl d`.

Exercice 1 Écrire le programme prolog suivant dans un fichier `fact.pl` :

```
fact(0,1).  
fact(N,R):-N>0, M is N-1, fact(M,T), R is N*T.
```

Que calcule le prédicat binaire `fact` ?

Dans le même répertoire, lancer `jeclipse`, et compiler `fact.pl` comme expliqué ci-dessus.

Interroger le programme, en évaluant les requêtes de la liste suivante (un ';' tapé après une réponse de l'interpréteur lance la recherche d'éventuelles nouvelles réponses, un retour chariot arrête l'exécution et redonne la main à l'utilisateur). Essayer d'interpréter les résultats obtenus.

```
fact(5,120).  
fact(3,7).  
fact(6,X).  
fact(10,X).  
fact(X,1).  
fact(X,6).  
fact(X,Y)
```

Exercice 2 Donnez des phrases en français pour les faits et règles suivants:

- `homme(socrate).`
- `mortel(X) :- homme(X).`
- `animal(X) :- chien(X).`
- `ornithorynque(X) :- mammifere(X), ovipare(X), amphibie(X).`

Correction :

Correction :

Exercice 3 Adam aime les pommes. Clara aime les carottes. Olivier aime les oranges. Les pommes sont des fruits. Les oranges sont des fruits. Les carottes sont des légumes. Ceux qui aiment les fruits sont en bonne santé.

¹`rlwrap` permet d'utiliser l'historique via les flèches du clavier, ce qui est pratique.

1. Formalisez ces faits et règles en PROLOG.
2. Quelle est la requête pour savoir qui est en bonne santé ?
3. Quelle est la requête pour “Qui aime les pommes?” ?
4. Comment savoir les fruits que connaît le programme ?
5. Donnez l’arbre de dérivation pour la requête “Qui est en bonne santé?”.

Exercice 4 Considérons l’ensemble de faits suivant

(à copier de /ens/bucciare/pub/prolog/bio.pl):

```
bio(louis13, h, 1601, 1643, henri4, marie_medicis).
bio(elisabeth_france, f, 1603, 1644, henri4, marie_medicis).
bio(marie_therese_autriche, f, 1638, 1683, philippe4, elisabeth_france).
bio(louis14, h, 1638, 1715, louis13, anne_autriche).
bio(grand_dauphin, h, 1661, 1711, louis14, marie_therese_autriche).
bio(louis_bourbon, h, 1682, 1712, grand_dauphin, marie_anne_baviere).
bio(philippe5, h, 1683, 1746, grand_dauphin, marie_anne_baviere).
bio(louis15, h, 1710, 1774, louis_bourbon, marie_adelaide_savoie).
bio(louis_dauphin, h, 1729, 1765, louis15, marie_leczcynska).
bio(louis16, h, 1754, 1793, louis_dauphin, marie_josephe_saxe).
bio(louis18, h, 1755, 1824, louis_dauphin, marie_josephe_saxe).
bio(charles10, h, 1757, 1836, louis_dauphin, marie_josephe_saxe).
bio(clotilde, f, 1759, 1802, louis_dauphin, marie_josephe_saxe).
bio(louis17, h, 1785, 1795, louis16, marie_antoinette).
bio(philippe1, h, 1640, 1701, louis13, anne_autriche).
bio(philippe2, h, 1674, 1723, philippe1, charlotte_baviere).
bio(louis_orleans, h, 1703, 1752, philippe, francoise_marie_bourbon).
bio(louis_philippe, h, 1725, 1785, louis_orleans, augusta_marie_bade).
bio(philippe_egalite, h, 1747, 1793, louis_philippe, louise_henriette_bourbon_conti).
bio(louis_philippe1, h, 1773, 1850, philippe_egalite, louise_marie_adelaide_bourbon).
```

Définir des requêtes pour:

1. Chercher les femmes mentionnées dans la base de données.
2. Chercher les femmes mentionnées comme mères dans la base de données.
3. Chercher les personnages de la base nés entre 1750 et 1800.
4. Chercher les enfants d’Henry 4 mentionnées comme mères dans la base de données.

Rajouter a bio.pl des règles pour les prédicat:

enfant(enfant,parent)

ptenfant(petit-enfant,grand-parent)

descendent(descendent,ancetre)

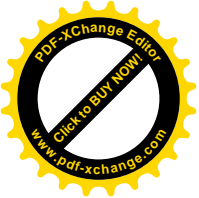
Définir des requêtes pour:

1. Chercher les petites-filles d’Henry 4 mentionnées dans la base de données.



2. Chercher les descendants de Louis 14 mentionnés dans la base de données.
3. Chercher les ascendants de Louis 17 mentionnés dans la base de données.

Correction :



Exercice 5 On peut représenter les entiers naturels en *notation unaire* par les termes suivants:

$z, s(z), s(s(z)), s(s(s(z))), \dots$

- Écrire un prédicat $\text{transform}(X, Y)$ qui étant donné un entier en notation unaire X donne dans Y sa valeur. Par exemple

?- $\text{transform}(s(s(s(z))), Y)$.

donne

$Y=3$.

- Sans utiliser transform , écrire un prédicat $\text{somme}(X, Y, Z)$ qui prend deux entiers en notation unaire et qui calcule leur somme. Par exemple

?- $\text{somme}(s(s(z)), s(z), Z)$.

donne

$Z = s(s(s(z)))$

Est-ce que ça marche aussi pour ?- $\text{somme}(X, Y, s(s(s(z))))$. ?

- Utilisant le prédicat somme , définir un prédicat $\text{produit}(X, Y, Z)$ qui prend deux entiers en notation unaire et qui calcule leur produit. Par exemple

?- $\text{produit}(s(s(z)), s(s(s(z))), Z)$.

donne

$Z = s(s(s(s(s(s(z))))))$

- Utilisant le prédicat produit , définir un prédicat $\text{puissance}(X, Y, Z)$ qui prend deux entiers unaires et qui calcule X^Y . Par exemple

?- $\text{puissance}(s(s(z)), s(s(s(z))), Z)$.

donne

$Z = s(s(s(s(s(s(s(s(s(s(s(z))))))))))$

Correction :

$\text{transform}(z, 0)$.

$\text{transform}(s(X), Y) :- \text{transform}(X, Z), Y \text{ is } Z + 1$.

$\text{somme}(z, X, X)$.

$\text{somme}(s(Y), X, s(Z)) :- \text{somme}(Y, X, Z)$.

$\text{produit}(z, _, z)$.

$\text{produit}(s(X), Y, Z) :- \text{produit}(X, Y, Z1), \text{somme}(Y, Z1, Z)$.

$\text{puissance}(X, z, s(z))$.

$\text{puissance}(X, s(Y), R) :- \text{puissance}(X, Y, T), \text{produit}(X, T, R)$.



Travaux dirigés 2

Systèmes experts, Chaînages

Exercice 1

Soit la base de connaissances Recettes Sucrées
Base de règles :

- R1 : SI farine et beurre et œufs et sel ALORS pâte
- R2 : SI poires et sucre ALORS poires sucrées
- R3 : SI poires sucrées et pâte ALORS tarte aux poires
- R4 : SI abricots et pâte ALORS tarte aux abricots
- R5 : SI agrumes et pâte ALORS tarte aux agrumes
- R6 : SI cerises et pâte ALORS tarte aux cerises

Base de faits (ingrédient) (Agrumes, Poires, Abricots, Farine, Beurre, Oeuf, Sucre, Sel)

1. Est-il possible de réaliser une tarte aux abricots? Précisez le type de chaînage utilisé.
2. Quelles recettes peuvent être cuisinées avec les ingrédients (faits)? Précisez le type de chaînage utilisé.

Exercice 2

Soit la base de règles :

- R1 : si A alors B
- R2 : si C et D alors E
- R3 : si B et F et G alors H
- R4 : si A et L alors C
- R5 : si D et E alors H
- R6 : si C et D alors I
- R7 : si J et K alors F
- R8 : si G et J et F alors K

La base initiale de faits est : (A, D, J, K, L)

1. On veut prouver le fait H par chaînage arrière.
 - Quelle est la suite de règles essayées?
 - On indiquera si chaque règle essayée a été un succès ou un échec.
2. On veut prouver le fait H en chaînage avant.
 - Quelle est la suite des faits prouvés en admettant que l'on parcourt la base de règles dans l'ordre dans laquelle elle est écrite et qu'un fait établi peut être utilisé immédiatement?



Exercice 3

1. Un médecin pense que son patient a une grippe. Il pose plusieurs questions à ce patient pour confirmer cette hypothèse. Raisonne t-il en chaînage avant ou en chaînage arrière ? Justifiez votre réponse.
2. En médecine d'urgence à distance, une approche mixte est souvent employée. Pourquoi ? Vous pouvez vous faire une idée de la télémédecine en accédant au site http://www.zeblogsante.com/telemedecine_3-0/ et des applications associées.

Exercice 4

Soit la base de connaissances

Base de règles

$P \text{ et } Q \rightarrow R$

$S \text{ et } T \rightarrow P$

$U \rightarrow S$

$V \rightarrow U$

Base de faits (P, Q, V)

1. Quel est le chaînage le mieux adapté pour déduire R à partir de la base de connaissances ?
2. Justifiez votre réponse.

Exercice 5

Construire le graphe du chaînage mixte appliqué à cette base de connaissances

Base de Règles

R1 : SI Tropiques ALORS Les_Saintes

R2 : SI Saint-Bart et hôtel ALORS Hôtel Paradisio

R3 : SI dépressif ALORS Tourisme chaud

R4 : SI tourisme chaud ALORS tropiques

R5 : SI Les_Saintes ALORS Hôtel Paradisio

R6 : SI Les_Saintes ALORS tourisme chaud

R7 : SI P.D.G. ALORS tourisme chaud

R8 : SI tourisme chaud et Les_Saintes ALORS tourisme chaud et voilier

R9 : SI Hôtel Paradisio ALORS Caraïbes

Base de faits

Les_Saintes