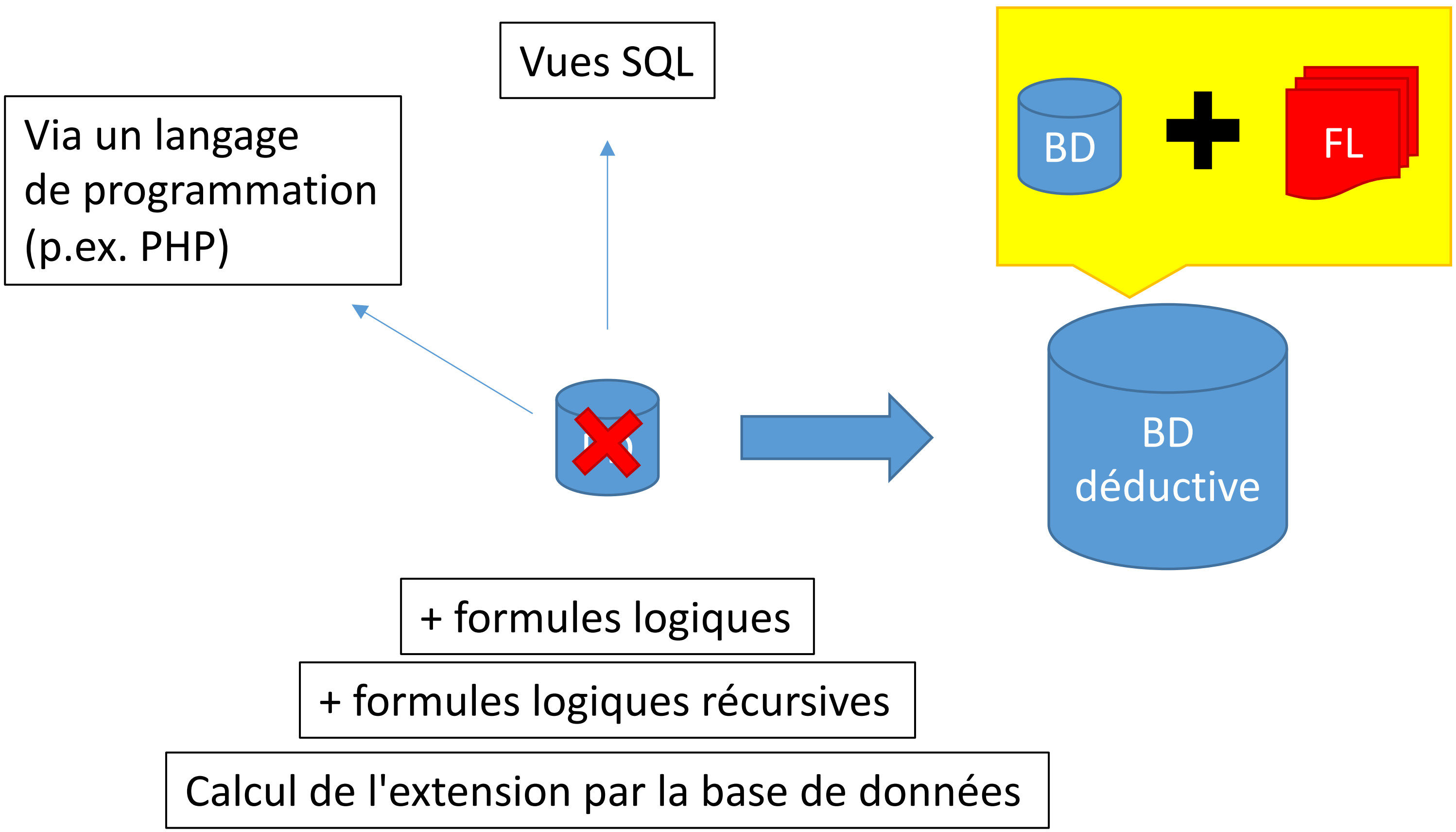
Bases de données (organisation générale)

Répétition 9

Les bases de données déductives

Les bases de données déductives : pourquoi?



Rappel

Une base de données déductive est composée de:

- Prédicats (données de la BDD)

```
pere(Jean,Pierre)
mere(Jeanne,Pierre)
pere(Jean,Michel)
...
```

- Règles permettant d'en générer de nouveaux

```
frere(X,Y) <- pere(Z,X) AND pere(Z,Y)
```

Rappel

On assigne les variables de chaque prédicat d'une règle à des valeurs :

```
frere(X,Y) <- pere(Z,X) AND pere(Z,Y)
```

devient par exemple:

```
frere(Michel,Pierre) <- pere(Jean,Michel)
                        AND pere(Jean,Pierre)
```

- Un prédicat à droite est vrai s'il est dans la BDD.
- Le prédicat de gauche peut être ajouté a la base de données si la phrase logique a droite est vraie.

Rappel

Recursivité:

```
ancetre(X,Y) <- pere(X,Y)
ancetre(X,Y) <- pere(Z,Y) AND ancetre(X,Z)
```

- Un prédicat à gauche peut se retrouver à droite
- Toute règle récursive doit pouvoir s'arrêter sur un cas non-récursif

Rappel

Extension d'un prédicat

L'extension d'un prédicat est l'ensemble des valeurs que peut prendre ce prédicat en fonction du contenu de la base de données (prédicats extensionnels) et des règles de cette base de données (prédicats intentionnels).

Dans certains cas, en particulier dans le cas récursif, plusieurs itérations peuvent être nécessaires pour calculer l'extension d'un prédicat !

Exemple de calcul d'extension

Première itération:

Deuxième itération:

pere	
Albert 2	Philippe
Léopold 3	Albert 2
Albert 1er	Léopold 3

ancetre	
Albert 2	Philippe
Léopold 3	Albert 2
Albert 1er	Léopold 3
Léopold 3	Philippe
Albert 1er	Albert 2
Albert 1er	Philippe

```
ancetre(X,Y) <- pere(X,Y)
ancetre(X,Y) <- pere(Z,Y) AND ancetre(X,Z)
```

Exercice 1

La base de données déductive d'une société contient les prédicats relationnels suivants :

- *Employe(X)*, qui exprime que *X* est un employé de la société.
- *SupDirect(X,Y)*, qui exprime le fait que l'employé *X* est le supérieur direct de *Y* dans la hiérarchie de la société.

On suppose que tous les employés de la société ont un supérieur direct, à l'exception du directeur.

1. Définir les prédicats intentionnels suivants:
   a) *sup(X,Y)* qui exprime que l'employé *X* est un supérieur de l'employé *Y* dans la hiérarchie de la société. Un employé *X* est supérieur d'un employé *Y* s'il est le supérieur direct de *Y* ou s'il est le supérieur direct d'un supérieur de l'employé *Y*.
   b) *supCommun(X,Y,Z)* : *X* est un supérieur commun des employés *Y* et *Z*.
   c) *ppSupCommun(X,Y,Z)* : *X* est le supérieur commun des employés *Y* et *Z* le plus bas dans la hiérarchie.
   d) *memeNiveau(X,Y)* : *X* et *Y* ont le même nombre de supérieurs.

Exercice 1

- *Employe(X)*, qui exprime que *X* est un employé de la société.
- *SupDirect(X,Y)*, qui exprime le fait que l'employé *X* est le supérieur direct de *Y* dans la hiérarchie de la société.

1. Définir les prédicats intentionnels suivants:
   a) *sup(X,Y)* qui exprime que l'employé *X* est un supérieur de l'employé *Y* dans la hiérarchie de la société. Un employé *X* est supérieur d'un employé *Y* s'il est le supérieur direct de *Y* ou s'il est le supérieur direct d'un supérieur de l'employé *Y*.

```
sup(X,Y) <- SupDirect(X,Y)
sup(X,Y) <- SupDirect(X,Z) AND sup(Z,Y)
```

Exercice 1

- *Employe(X)*, qui exprime que *X* est un employé de la société.
- *SupDirect(X,Y)*, qui exprime le fait que l'employé *X* est le supérieur direct de *Y* dans la hiérarchie de la société.

1. Définir les prédicats intentionnels suivants:
   b) *supCommun(X,Y,Z)* : *X* est un supérieur commun des employés *Y* et *Z*.

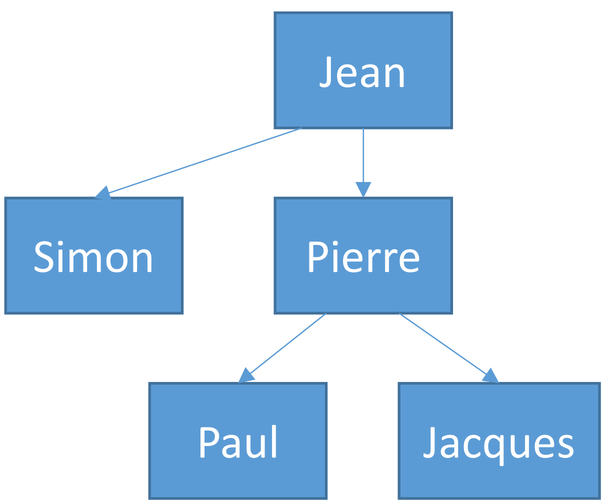
```
supCommun(X,Y,Z) <- sup(X,Y) AND sup(X,Z)
```

Exercice 1

1. Définir les prédicats intentionnels suivants:
    c) *ppSupCommun(X,Y,Z)* : *X* est le supérieur commun des employés *Y* et *Z* le plus bas dans la hiérarchie.

Mauvaise solution :

```
ppSupCommun(X,Y,Z) <- supCommun(X,Y,Z)
                      AND sup(X,X')
                      AND NOT supCommun(X',Y,Z)
```



X = Jean
Y = Paul
Z = Jacques
X' = Simon

➔ ppSupCommun(Jean, Paul, Jacques) est vrai

Exercice 1

1. Définir les prédicats intentionnels suivants:
   c) *ppSupCommun(X,Y,Z)* : *X* est le supérieur commun des employés *Y* et *Z* le plus bas dans la hiérarchie.

Bonne solution:

Il faudrait pouvoir exprimer

```
ppSupCommun(X,Y,Z) <- supCommun(X,Y,Z)
                      AND ∀X' : (sup(X,X') : NOT supCommun(X',Y,Z))
```

On va alors définir un prédicat intermédiaire:

```
supCommunPaspp(X,Y,Z) <- supCommun(X,Y,Z)
AND sup(X,X') AND supCommun(X',Y,Z)
```

Je peux ensuite définir mon prédicat ppSupCommun:

```
ppSupCommun(X,Y,Z) <- supCommun(X,Y,Z)
                      AND NOT supCommunPaspp(X,Y,Z)
```

Exercice 1

1. Définir les prédicats intentionnels suivants:
   d) *memeNiveau(X,Y)* : *X* et *Y* ont le même nombre de supérieurs.

```
memeNiveau(X,Y) <- supDirect(Z,X) AND supDirect(Z,Y)
memeNiveau(X,Y) <- supDirect(Z1,X) AND supDirect(Z2,Y)
                   AND memeNiveau(Z1,Z2)
memeNiveau(X,Y) <- X = Y AND Employe(X) AND Employe(Y)
```

Cette dernière règle est nécessaire car, sans elle, certains cas ne seraient pas couverts, comme par exemple `memeNiveau(Jean, Jean)` où Jean est le directeur.

Exercice 1

2. Calculer l'extension des prédicats sup et memeNiveau si les extensions des prédicats employé et supDirect sont celles données ci-dessous :

Employe
Jean
Pierre
Albert

supDirect	
Jean	Pierre
Jean	Albert
Pierre	Joseph

```
sup(X,Y) <- SupDirect(X,Y)
sup(X,Y) <- SupDirect(X,Z) AND sup(Z,Y)

memeNiveau(X,Y) <- supDirect(Z,X) AND supDirect(Z,Y)
memeNiveau(X,Y) <- supDirect(Z1,X) AND supDirect(Z2,Y)
                   AND memeNiveau(Z1,Z2)
memeNiveau(X,Y) <- X = Y AND Employe(X)
                         AND Employe(Y)
```

Exercice 1

2. Calculer l'extension des prédicats sup et memeNiveau si les extensions des prédicats employé et supDirect sont celles données ci-dessous :

Employe

Jean
Pierre
Albert

supDirect

Jean	Pierre
Jean	Albert
Pierre	Joseph

sup

Jean	Pierre
Jean	Albert
Pierre	Joseph
Jean	Joseph

```
sup(X,Y) <- SupDirect(X,Y)
sup(X,Y) <- SupDirect(X,Z) AND sup(Z,Y)

memeNiveau(X,Y) <- supDirect(Z,X)
                   AND supDirect(Z,Y)
memeNiveau(X,Y) <- supDirect(Z1,X)
                   AND supDirect(Z2,Y)
                   AND memeNiveau(Z1,Z2)
memeNiveau(X,Y) <- X = Y AND Employe(X)
                         AND Employe(Y)
```

memeNiveau

Jean	Jean
Albert	Albert
Pierre	Pierre
Joseph	Joseph
Pierre	Albert
Albert	Pierre

Exercice 2

La base de données déductive d'un graphe dirigé contient le prédicat extensionnel $arete(s_o, s_d)$ précisant qu'il existe un arc reliant le sommet s_o au sommet s_d.

1. Définir le prédicat intentionnel $boucle(s_o)$ qui exprime le fait qu'il existe une suite d'arcs du sommet s_o vers lui même.

2. Définir l'extension du prédicat $boucle$ si l'extension du prédicat $arete$ est celle donnée ci-dessous :

arete

s1	s2
s2	s3
s2	s4
s3	s2

Exercice 2

1. Définir le prédicat intentionnel $boucle(s_o)$ qui exprime le fait qu'il existe une suite d'arcs du sommet s_o vers lui même.

Mauvaise méthode :

```
boucle(X) <- arete(X,X)
boucle(X) <- arete(X,Y)
             AND arete(Y,X)
boucle(X) <- arete(X,Y)
             AND arete(Y,Z)
             AND arete(Z,X)
...
```

Exercice 2

1. Définir le prédicat intentionnel $boucle(s_o)$ qui exprime le fait qu'il existe une suite d'arcs du sommet s_o vers lui même.

Bonne méthode:

Définition d'un prédicat intermédiare $chemin(a, b)$ qui exprime le fait qu'il existe un chemin entre a et b.

```
chemin(X,Y) <- arete(X,Y)
chemin(X,Y) <- arete(X,Z) AND chemin(Z,Y)
```

Ensuite :

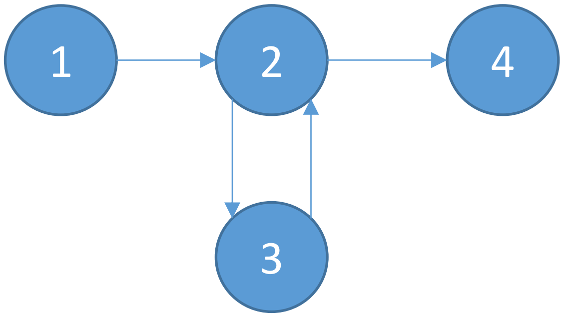
```
boucle(X) <- chemin(X,X)
```

Exercice 2

2. Définir l'extension du prédicat $boucle$ si l'extension du prédicat $arete$ est celle donnée ci-dessous :

arete

s1	s2
s2	s3
s2	s4
s3	s2



chemin

s1	s2
s2	s3
s2	s4
s3	s2
s1	s3
s1	s4
s3	s4
s2	s2
s3	s3

boucle

s2
s3

Exercice 3

On appelle "Phénomène du petit monde" l'observation que chacun est relié avec n'importe quel individu au monde par une chaîne d'au plus 7 relations sociales directes.

Soit un prédicat extensionnel $en\_relation(X, Y)$ reprenant toutes les relations directes (de distance 1) entre individus, ainsi qu'un prédicat extensionnel $individu(X)$ reprenant tous les individus.

On supposera que $\forall X, Y, en\_relation(X, Y) \Rightarrow en\_relation(Y, X)$

1. Définissez le prédicat $en\_relation\_trans\_7(X, Y)$ indiquant que la distance de relation entre X et Y est inférieure ou égale a 7.
2. Montrez comment utiliser ce prédicat pour vérifier le "phénomène du petit monde".

Exercice 3

1. Définissez le prédicat $en\_relation\_trans\_7(X, Y)$ indiquant que la distance de relation entre X et Y est inférieure ou égale a 7.

Je vais devoir passer par d'autres prédicats intermédiaires, pour connaître les personnes en relation entre elles avec une distance égale à, respectivement, 6, 5, 4, 3 et 2.

```
en_relation_trans_2(X,Y) <- en_relation(X,Z)
                            AND en_relation(Z,Y) AND X ≠ Y
en_relation_trans_3(X,Y) <- en_relation(X,Z)
                            AND en_relation_trans_2(Z,Y) AND X ≠ Y
en_relation_trans_4(X,Y) <- en_relation(X,Z)
                             AND en_relation_trans_3(Z,Y) AND X ≠ Y
en_relation_trans_5(X,Y) <- en_relation(X,Z)
                             AND en_relation_trans_4(Z,Y) AND X ≠ Y
en_relation_trans_6(X,Y) <- en_relation(X,Z)
                             AND en_relation_trans_5(Z,Y) AND X ≠ Y
```

Exercice 3

1. Définissez le prédicat $en\_relation\_trans\_7(X, Y)$ indiquant que la distance de relation entre X et Y est inférieure ou égale a 7.

J'utilise ces prédicats intermédiaires pour définir mon prédicat

```
en_relation_trans_7(X,Y) <- en_relation(X,Y)

en_relation_trans_7(X,Y) <- en_relation_trans_2(X,Y)

en_relation_trans_7(X,Y) <- en_relation_trans_3(X,Y)

en_relation_trans_7(X,Y) <- en_relation_trans_4(X,Y)

en_relation_trans_7(X,Y) <- en_relation_trans_5(X,Y)

en_relation_trans_7(X,Y) <- en_relation_trans_6(X,Y)
en_relation_trans_7(X,Y) <- en_relation(X,Z)
            AND en_relation_trans_6(Z,Y) AND X ≠ Y
```

Exercice 3

2. Montrez comment utiliser ce prédicat pour vérifier le "phénomène du petit monde".

Si cette hypothèse est valide, alors chaque paire possible entre deux personnes se trouve dans l'extension de $en\_relation\_trans\_7(X, Y)$.

Il "suffit" donc de calculer l'extension de ces prédicat et de vérifier, considérant que la population mondiale est constituée de m personnes, que l'union des extensions a une taille de $m \times (m-1)$ éléments.