EXEMPLE D'UN CALCUL DE PUZZLE SUDOKU

```
Welcome to SWI-Prolog (Multi-threaded, 64 bits, Version 7.3.11)
Copyright (c) 1990-2015 University of Amsterdam, VU Amsterdam
SWI-Prolog comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY. This is free software,
and you are welcome to redistribute it under certain conditions.
Please visit http://www.swi-prolog.org for details.

For help, use ?- help(Topic). or ?- apropos(Word).

1 ?- consult('~/Sudoku/1.sudoku.pl').

Inserer les elements de la matrice de depart suivie d'une ligne vide.
La matrice peut etre vide ou juste constituee de son debut.
Seuls les caracteres 1,2,3,3,4,5,6,7,8,9,'.' sont pris en compte.
|:
J'ai lu cette matrice :
 ------------------------ ------------------------ ------------------------
|                        |                        |                        |
|   .        .        .  |  .        .        .   |  .        .       .    |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|   .        .        .  |  .        .        .   |  .        .       .    |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|   .        .        .  |  .        .        .   |  .        .       .    |
|                        |                        |                        |
 ------------------------ ------------------------ ------------------------
|                        |                        |                        |
|   .        .        .  |  .        .        .   |  .        .       .    |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|   .        .        .  |  .        .        .   |  .        .       .    |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|   .        .        .  |  .        .        .   |  .        .       .    |
|                        |                        |                        |
 ------------------------ ------------------------ ------------------------
|                        |                        |                        |
|   .        .        .  |  .        .        .   |  .        .       .    |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|   .        .        .  |  .        .        .   |  .        .       .    |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|   .        .        .  |  .        .        .   |  .        .       .    |
|                        |                        |                        |
 ------------------------ ------------------------ ------------------------
Duree de cette tache : 1 secondes et 656 milli-secondes.


Solution aleatoire compatible avec la matrice lue :
 ------------------------ ------------------------ ------------------------
|                        |                        |                        |
|   1        6        5  |  8        3        9   |  4        7       2    |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|   7        3        9  |  2        5        4   |  6        8       1    |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
|                        |                        |                        |
```

```
|   8       2       4   |   6       7       1   |   3       9       5   |
|                       |                       |                       |
 ----------------------- ----------------------- -----------------------
|                       |                       |                       |
|   9       4       2   |   7       1       8   |   5       3       6   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   5       1       8   |   3       9       6   |   7       2       4   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   3       7       6   |   4       2       5   |   8       1       9   |
|                       |                       |                       |
 ----------------------- ----------------------- -----------------------
|                       |                       |                       |
|   2       9       7   |   5       6       3   |   1       4       8   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   4       5       3   |   1       8       2   |   9       6       7   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   6       8       1   |   9       4       7   |   2       5       3   |
|                       |                       |                       |
 ----------------------- ----------------------- -----------------------
```
Duree de cette tache : 0 secondes et 654 milli-secondes.

De la j'essaye de calculer un puzzle facile.
J'y arrive : 25 elements connus.

```
 ----------------------- ----------------------- -----------------------
|                       |                       |                       |
|   1       .       .   |   8       .       .   |   .       7       2   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   .       .       .   |   .       5       .   |   .       8       .   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   .       2       .   |   6       .       1   |   .       .       .   |
|                       |                       |                       |
 ----------------------- ----------------------- -----------------------
|                       |                       |                       |
|   .       .       .   |   7       .       8   |   5       3       .   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   .       1       .   |   .       .       6   |   .       .       .   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   3       .       .   |   .       2       .   |   .       .       9   |
|                       |                       |                       |
 ----------------------- ----------------------- -----------------------
|                       |                       |                       |
|   .       9       7   |   .       .       .   |   .       4       .   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   .       5       .   |   .       .       2   |   9       .       .   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   .       .       .   |   .       4       .   |   .       .       .   |
|                       |                       |                       |
 ----------------------- ----------------------- -----------------------
```
Duree de cette tache : 77 secondes et 788 milli-secondes.

De la j'essaye de calculer un puzzle moins facile.
Je n'y arrive pas.
Duree de cette tache : 347 secondes et 156 milli-secondes.

De la j'essaye de calculer un puzzle moyen.
J'y arrive : 23 elements connus.

1 . .	8 . .	. 7 2
. . .	. 5 .	. 8 .
. 2 .	6 . .	. . .
. . .	7 . 8	5 3 .
. 1 .	. . 6	. . .
3 . .	. . .	. . 9
. 9 7	. . .	. 4 .
. 5 .	. . 2	9 . .
. . .	. 4 .	. . .

Duree de cette tache : 242 secondes et 596 milli-secondes.

De la j'essaye de calculer un puzzle difficile.
Je n'y arrive pas.
Duree de cette tache : 253 secondes et 81 milli-secondes.

De la j'essaye de calculer un puzzle tres difficile.
J'y arrive : 22 elements connus.

1 . .	8 . .	. 7 2
. . .	. 5 .	. 8 .
. 2 .	6 . .	. . .

```
|   .       .       .   |   7       .       8   |   5       .       .   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   .       1       .   |   .       .       6   |   .       .       .   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   3       .       .   |   .       .       .   |   .       .       9   |
|                       |                       |                       |
 ----------------------- ----------------------- -----------------------
|                       |                       |                       |
|   .       9       7   |   .       .       .   |   .       4       .   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   .       5       .   |   .       .       2   |   9       .       .   |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|                       |                       |                       |
|   .       .       .   |   .       4       .   |   .       .       .   |
|                       |                       |                       |
 ----------------------- ----------------------- -----------------------
Duree de cette tache : 103 secondes et 640 milli-secondes.


true.
```

LE PROGRAMME EN PROLOG POUR CALCULER LES PUZZLES

```
/*
Pour demarrer faire
   consult('~/Sudoku/1.sudoku.pl').
Pour relancer faire
   va.
*/

/* Lancer le calcul d'un probleme de Sudoku */

va :-
   exdebut(T0),
   lirematrice(A0), ex(T0,T1,A0,'J''ai lu cette matrice :'),
   solution(A0), ex(T1,T2,A0,'Solution aleatoire compatible avec la matrice lue :'),
   initial(9,K0),
   solutionequivalente(45,K0,A0,K1,A1), expuzzle(T2,T3,K0,K1,A1,'facile'), !,
   solutionequivalente(54,K1,A1,K2,A2), expuzzle(T3,T4,K1,K2,A2,'moins facile'), !,
   solutionequivalente(63,K2,A2,K3,A3), expuzzle(T4,T5,K2,K3,A3,'moyen'), !,
   solutionequivalente(72,K3,A3,K4,A4), expuzzle(T5,T6,K3,K4,A4,'difficile'), !,
   solutionequivalente(81,K4,A4,K5,A5), expuzzle(T6,T7,K4,K5,A5,'tres difficile'), !.
va :-
   exligne(['Impossible !']).

exdebut(T0) :-
   get_time(T0), nl,
   exligne(['Inserer les elements de la matrice de depart suivie d''une ligne vide.']),
   exligne(['La matrice peut etre vide ou juste constituee de son debut.']),
   exligne(['Seuls les caracteres 1,2,3,3,4,5,6,7,8,9,''.'' sont pris en compte.']).

ex(T0,T1,A,M) :- exligne([M]), exmatrice(A), exduree(T0,T1).

expuzzle(T0,T1,K0,K1,A1,M) :-
   taille(K0,N0), taille(K1,N1),
   exligne(['De la j''essaye de calculer un puzzle ',M,'.']),
   test(N0 = N1,B),
   si(B,exligne(['Je n''y arrive pas.'])),
   si(non(B),exligne(['J''y arrive : ',N1,' elements connus.'])),
   si(non(B),exmatrice(A1)),
   exduree(T0,T1).
```

```
exduree(T0,T1) :-
   get_time(T1),
   T is floor(1000*(T1-T0)+0.5),
   D is T//1000, Dp is T mod 1000,
   exligne(['Duree de cette tache : ',D,' secondes et ',Dp,' milli-secondes.']),
   nl, nl.

initial(0,[]).
initial(N,[[N,9],[N,8],[N,7],[N,6],[N,5],[N,4],[N,3],[N,2],[N,1]|K]) :-
   N > 0, Np is N-1, initial(Np,K).


/* Solution */

solution(A) :-
   visions(A,Ap,App),
   lignesdedistincts(A),
   lignesdedistincts(Ap),
   lignesdedistincts(App),
   aplanir(A,L),
   instancier(L).


/* Solution equivalente */

solutionequivalente(N,K,A,Kpp,Ap) :-
   permutationaleatoire(K,Kp),
   modifiermax(N,Kp,A,Kpp,Ap), !.

modifiermax(N,[],A,[],A).
modifiermax(N,[D|K],A,Kp,App) :-
   modifier(D,A,Ap),
   cordonneescarre(D,Dp),
   test(not(and(pseudosolution(N,Ap,Dp),not(A=Ap))),B),
   si(B,modifiermax(N,K,Ap,Kp,App)),
   si(non(B),Kp=[D|Kpp]),
   si(non(B),modifiermax(N,K,A,Kpp,App)).

cordonneescarre([I,J],[Ip,Jp]) :- Ip is (I+2)//3, Jp is (J+2)//3.

modifier([1,J],[L|A],[Lp|A]) :-  modifierligne(J,L,Lp).
modifier([I,J],[L|A],[L|Ap]) :- I > 1, Ip is I-1, modifier([Ip,J],A,Ap).

modifierligne(1,[E|L],[Ep|L]).
modifierligne(J,[E|L],[E|Lp]) :- J > 1, Jp is J-1, modifierligne(Jp,L,Lp).


/* Pseudo-solution */

pseudosolution(N,A,D) :-
   visions(A,Ap,App),
   lignesdedistincts(A),
   lignesdedistincts(Ap),
   lignesdedistincts(App),
   selection(App,D,[L1,L2,L3,L4,L5,L6,L7,L8,L9]),
   melangeorganise([L2,L3,L4,L5],[L2p,L3p,L4p,L5p]),
   melangeorganise([L6,L7,L8,L9],[L6p,L7p,L8p,L9p]),
   prelever(N,[L1,L2p,L3p,L4p,L5p,L6p,L8p,L7p,L9p],L),
   instancier(L).

melangeorganise([L1,L2,L3,L4],[L1pp,L2pp,L3pp,L4pp]) :-
   permutationaleatoire([L1,L2],[L1p,L2p]),
   permutationaleatoire([L3,L4],[L3p,L4p]),
   permutationaleatoire([[L1p,L2p],[L3p,L4p]],[[L1pp,L2pp],[L3pp,L4pp]]).

prelever(0,V,[]).
prelever(N,[[E1,E2,E3,E4,E5,E6,E7,E8,E9]|V],[E1,E2,E3,E4,E5,E6,E7,E8,E9|L]) :-
   N > 0,
   Np is N-9,
   prelever(Np,V,L).
```

```
instancier([]).
instancier([E|L]) :- nonvar(E), !, instancier(L).
instancier([E|L]) :-
   Lp = [1,2,3,4,5,6,7,8,9],
   permutationaleatoire(Lp,Lpp),
   instancier(L),
   dans(E,Lpp).

lignesdedistincts([]).
lignesdedistincts([L|A]) :- distincts(L), lignesdedistincts(A).

distincts([]).
distincts([E|L]) :- horsde(E,L), distincts(L).


/* Les trois visions de la matrice */

visions(A,Ap,App) :-
   A = [
   [E11,E12,E13,E14,E15,E16,E17,E18,E19],
   [E21,E22,E23,E24,E25,E26,E27,E28,E29],
   [E31,E32,E33,E34,E35,E36,E37,E38,E39],
   [E41,E42,E43,E44,E45,E46,E47,E48,E49],
   [E51,E52,E53,E54,E55,E56,E57,E58,E59],
   [E61,E62,E63,E64,E65,E66,E67,E68,E69],
   [E71,E72,E73,E74,E75,E76,E77,E78,E79],
   [E81,E82,E83,E84,E85,E86,E87,E88,E89],
   [E91,E92,E93,E94,E95,E96,E97,E98,E99]],
   Ap = [
   [E11,E21,E31,E41,E51,E61,E71,E81,E91],
   [E12,E22,E32,E42,E52,E62,E72,E82,E92],
   [E13,E23,E33,E43,E53,E63,E73,E83,E93],
   [E14,E24,E34,E44,E54,E64,E74,E84,E94],
   [E15,E25,E35,E45,E55,E65,E75,E85,E95],
   [E16,E26,E36,E46,E56,E66,E76,E86,E96],
   [E17,E27,E37,E47,E57,E67,E77,E87,E97],
   [E18,E28,E38,E48,E58,E68,E78,E88,E98],
   [E19,E29,E39,E49,E59,E69,E79,E89,E99]],
   App = [
   [E11,E12,E13,E21,E22,E23,E31,E32,E33],
   [E14,E15,E16,E24,E25,E26,E34,E35,E36],
   [E17,E18,E19,E27,E28,E29,E37,E38,E39],
   [E41,E42,E43,E51,E52,E53,E61,E62,E63],
   [E44,E45,E46,E54,E55,E56,E64,E65,E66],
   [E47,E48,E49,E57,E58,E59,E67,E68,E69],
   [E71,E72,E73,E81,E82,E83,E91,E92,E93],
   [E74,E75,E76,E84,E85,E86,E94,E95,E96],
   [E77,E78,E79,E87,E88,E89,E97,E98,E99]].


/* Selection */

selection(A,[I,J],App) :-
   A = [L11,L12,L13,L21,L22,L23,L31,L32,L33],
   S =
   [[
   [L11,L12,L13,L21,L31,L22,L33,L23,L32],
   [L12,L11,L13,L22,L32,L21,L33,L31,L23],
   [L13,L11,L12,L23,L33,L21,L32,L22,L31]
   ],[
   [L21,L22,L23,L11,L31,L12,L33,L13,L32],
   [L22,L21,L23,L12,L32,L11,L33,L13,L31],
   [L23,L21,L22,L13,L33,L11,L32,L12,L31]
   ],[
   [L31,L32,L33,L11,L21,L12,L23,L13,L22],
   [L32,L31,L33,L12,L22,L11,L23,L13,L21],
   [L33,L31,L32,L13,L23,L11,L22,L12,L21]
   ]],
   elementno(S,I,X),
```

```
   elementno(X,J,App).

elementno([E|X],1,E).
elementno([E|X],N,Ep) :- N > 1, Np is N-1, elementno(X,Np,Ep).


/* Permutation aleatoire */

permutationaleatoire([],[]).
permutationaleatoire(L,[E|Lpp]) :-
   length(L,N),
   N > 0,
   I is random(N),
   ieme(I,L,Lp,E),
   permutationaleatoire(Lp,Lpp).

ieme(0,[E|L],L,E).
ieme(I,[E|L],[E|Lp],Epp) :- I > 0, Ip is I-1, ieme(Ip,L,Lp,Epp).


/* Lecture, les codes de  NL,CR,'.', 0,...,9  sont  10,13,46, 48,...,58  */

lirematrice(A) :- taille(A,9), taille(L,81), aplanir(A,L), lirecaracteres(L).

lirecaracteres([]).
lirecaracteres([E|L]) :- lirecaracteresbis(F,[E|L]).

lirecaracteresbis(F,L) :- get_code(C), tester(F,C,L).

tester(a,10,L) :- !.
tester(a,13,L) :- !, lirecaracteresbis(F,L).
tester(b,10,L) :- !, lirecaracteresbis(F,L).
tester(b,46,[X|L]) :- !, lirecaracteresbis(b,L).
tester(b,C,[X|L]) :- X is C-48, 0 < X, X < 10, !, lirecaracteresbis(b,L).
tester(b,C,L) :- lirecaracteresbis(b,L).


/* Impression */

exmatrice(A) :- aplanir(A,L), exgrille(1,L).

exgrille(38,[]).
exgrille(I,L0) :-
    I < 38, exgrilleligne(I,1,L0,L1), Ip is I+1, exgrille(Ip,L1).

exgrilleligne(I,80,L0,L0) :- nl.
exgrilleligne(I,J,L0,L2) :-
   J < 80,
   dans(I,[1,13,25,37],Bi),
   dans(J,[1,27,53,79],Bj),
   dans(I,[3,7,11,15,19,23,27,31,35],Ci),
   dans(J,[5,14,23,31,40,49,57,66,74],Cj),
   est(B1,et(non(Bi),Bj)),
   est(B2,et(Bi,non(Bj))),
   est(B3,et(Ci,Cj)),
   est(B4,et(non(B1),et(non(B2),non(B3)))),
   si(B1,L0=L1), si(B1,write('|')),
   si(B2,L0=L1), si(B2,write('-')),
   si(B3,L0=[E|L1]), si(B3,exelement(E)),
   si(B4,L0=L1), si(B4,write(' ')),
   Jp is J+1,
   exgrilleligne(I,Jp,L1,L2).

exelement(E) :- var(E), !, write('.').
exelement(E) :- write(E).

exligne([]) :- nl.
exligne([E|L]) :- write(E), exligne(L).
```

```
/* Utilitaires */

test(P,1) :- call(P), !.
test(P,0).

not(P) :- call(P), !, fail.
not(P).

and(P,Pp) :- call(P), call(Pp).

si(B,P) :- est(1,B), !, call(P).
si(B,P).

est(0,0).
est(1,1).
est(B0,non(P)) :- est(B1,P), non(B1,B0).
est(B0,et(P,Q)) :- est(B1,P), est(B2,Q), et(B1,B2,B0).

non(0,1).          non(1,0).
et(1,1,1) :- !.    et(B1,B2,0).

dans(E,L) :- dans(E,L,1).

horsde(E,L) :- dans(E,L,0).

dans(E,[],0).
dans(E,[E|L],1).
dans(E,[Ep|L],B) :- dif(E,Ep), dans(E,L,B).

taille([],0).
taille([X|L],Np) :- taille(L,N), Np is N+1.

aplanir([],[]).
aplanir([[E1,E2,E3,E4,E5,E6,E7,E8,E9]|A],[E1,E2,E3,E4,E5,E6,E7,E8,E9|L]) :-
   aplanir(A,L).


/* Tests */

d(N,P) :- write('['), write(N), write(' '), write(P), nl,
          call(P).
f(N,P) :- call(P),
          write(']'), write(N), write(' '), write(P), nl.
a(N,P) :- write('['), write(N), write(' '), write(P), nl,
          call(P),
          write(']'), write(N), write(' '), write(P), nl.
e(N,X) :- write('<'), write(N), write(' '), write(X), write(' >'), nl.



/* Execution */

:- va.
```