Intelligence artificielle

But

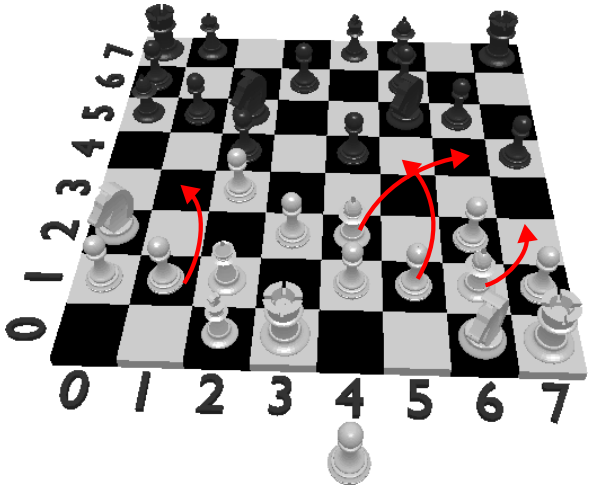
- Savoir quel prochain coup jouer

  Possibilité

  → Premier coup possible trouvé,
  Coup aléatoire, ...

  Bon coup ?

- Qu'est ce qu'un bon coup ?



But

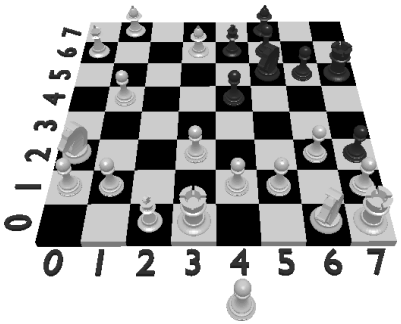
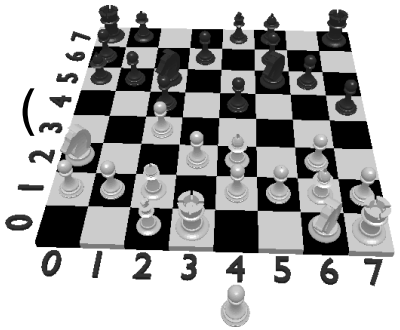
- Qu'est ce qu'un bon coup ?

  Un coup qui donne un "bon" jeu

  Il faut pouvoir quantifier un jeu

  Mettre en place une métrique

Métrique standard triviales sur un jeu d'echec:
- nombre de pièce x coefficient

Métrique() > Métrique ()

Métriques

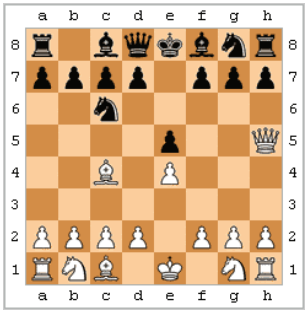
Plusieurs possibilitées:

- Valeur pièces amies - Valeur pièces ennemies
- Valeur pièces amies / Valeur pièces ennemies

Procédural
Simple

- Prise en compte de configurations connues

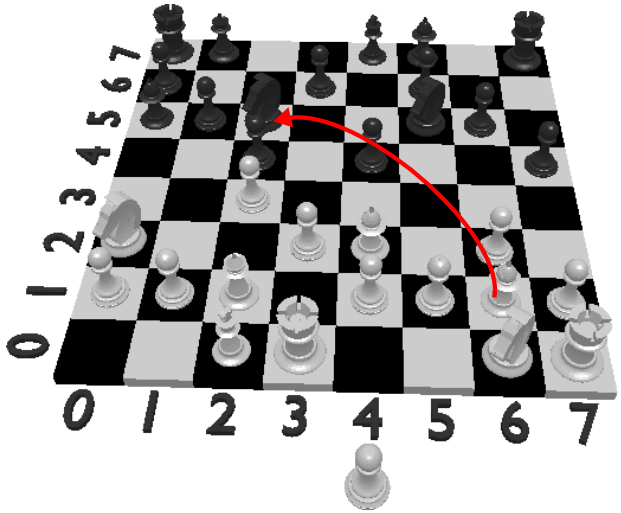
Base de données
Apprentissage

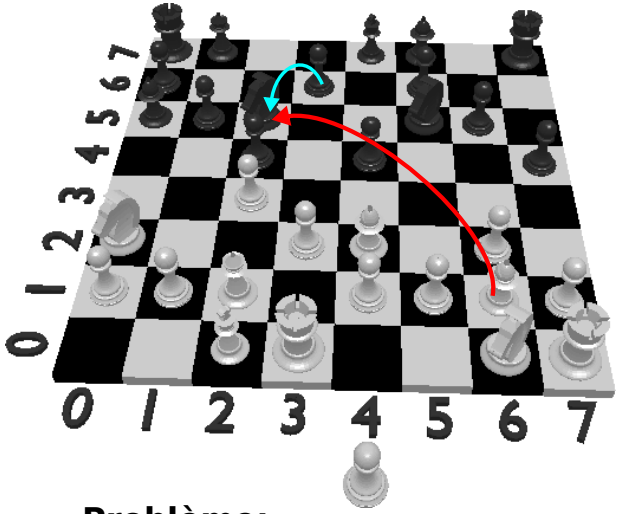


valeur = 45.3

Que rechercher ?

- Le coup qui maximise mon score ?



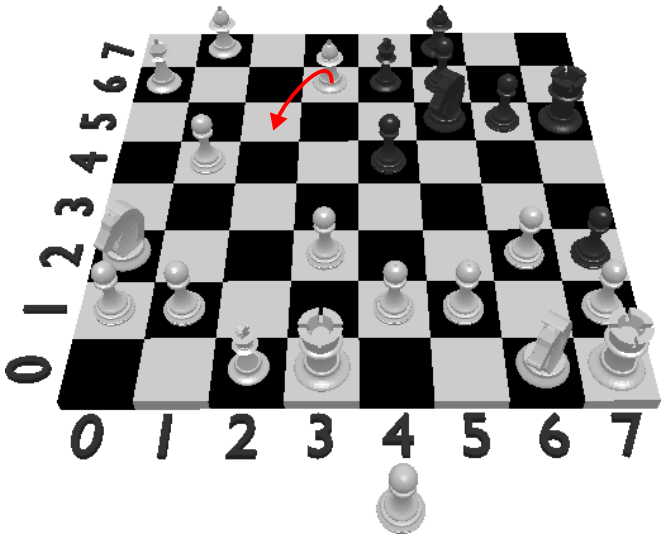


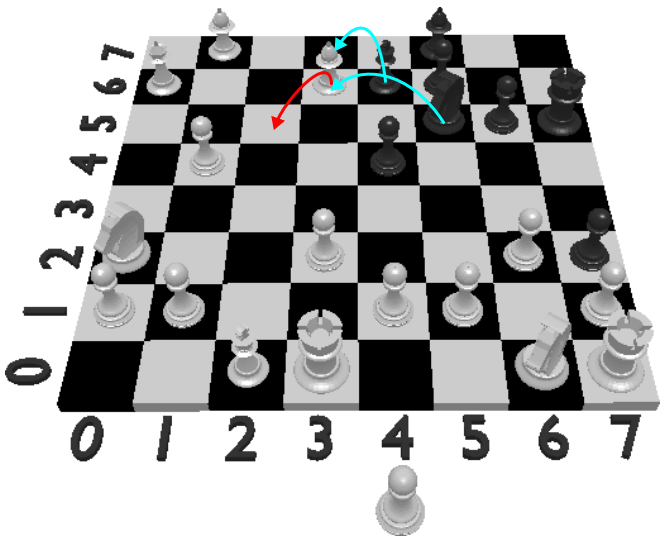
Problème:
Coup adverse suivant reprend l'avantage

Que rechercher ?

- Le coup qui complique la vie de l'adversaire

  c.a.d. Coup tel que coup adverse soit le moins bon:

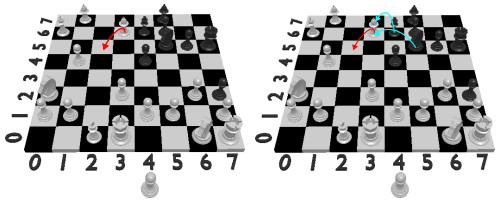




Que rechercher ?

- Le coup qui complique la vie de l'adversaire

  c.a.d. Coup tel que coup adverse soit le moins bon:



Trouver le coup tel que
- le meilleur coup adverse possible soit celui qui me pénalise le moins

maximisation *minimisation*

- Algorithmes de type min-max

Optimisation min-max

- Soit $\mathcal{C}_0$, l'ensemble des coups possibles. c_0, un coup de $\mathcal{C}_0$
- Soit $\mathcal{C}_1(c_0)$, l'ensemble des coups adverses possibles après avoir joué un coup c_0. Soit c_1, un coup de $\mathcal{C}_1(c_0)$.
- Soit $j(c_0, c_1)$ l'état de l'échiquier après avoir joué un coup c_0 et c_1. Soit σ la métrique associée à un état d'échiquier j.

Le meilleur coup est le coup $c_0^\star$ tel que

$$\min_{c_1 \in \mathcal{C}_1(c_0^\star)} \sigma(j(c_0^\star, c_1)) \text{ soit maximal.}$$

En d'autres termes

$$c_0^\star = \arg\max_{c_0 \in \mathcal{C}_0} \min_{c_1 \in \mathcal{C}_1(c_0)} \sigma(j(c_0, c_1)) \ .$$

Optimisation min-max

Algorithme:

c_0* <- 0
s_min_max <- 0

Pour tous les coups (amis) c_0 possibles

- métrique s_min <- +inf
- Pour tous les coups c_1 ennemis possibles
  - s=Calculer métrique courante
  - s_min=min(s,s_min)
- Si s_min_max<s_min
  - c_0*=c_0
  - s_min_max=s_min

Optimisation min-max

Algorithme:

```
c0* <- 0
s_min_max <- 0

Pour tous les coups (amis) c0 possibles
    métrique s_min <- +inf
    Pour tous les coups c1 ennemis possibles
        s=Calculer métrique courante
        s_min=min(s,s_min
    Si s_min_max<s_min
        c0*=c0
        s_min_max=s_min
```

2 Fonctions:

- Parcours des coups possibles
- Calcul de métrique pour un échiquier donné

Profondeur de recherche

Recherche sur le prochain coup est limité

- Beaucoup de coups "égaux"
- Minimum/Maximums locaux

=> Recherche sur plus de coups

$j(c_0,c_1,c_2,c_3)$ ⟶ Pour tous les coups c_0
Pour tous les coups c_1
Pour tous les coups c_2
Pour tous les coups c_3

$j(c_0,c_1,c_2,c_{3,...})$

Théoriquement: converge/imbattable (-> solution optimale)

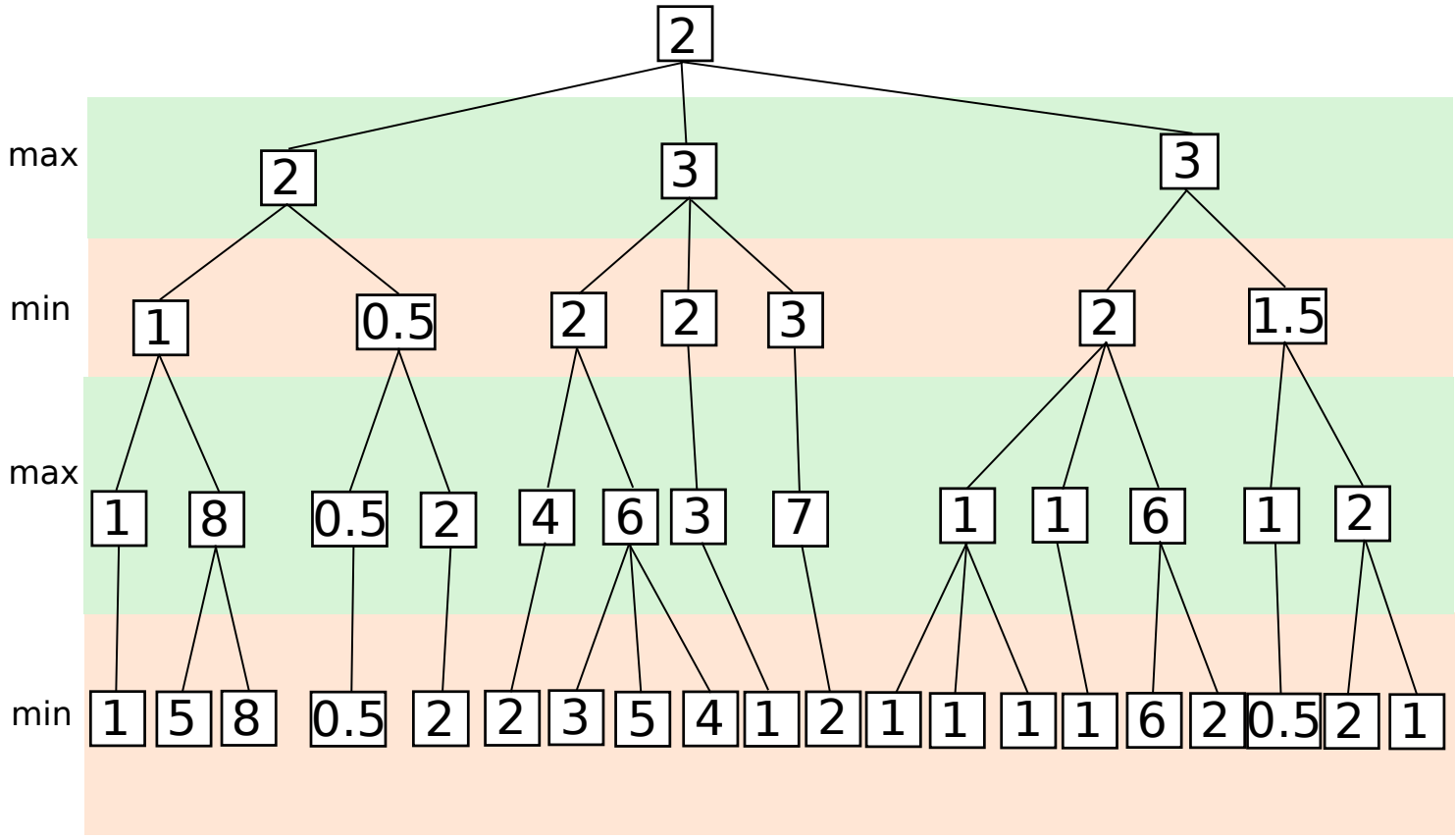
- Problème d'explosion combinatoire

~40 coups possibles par joueur

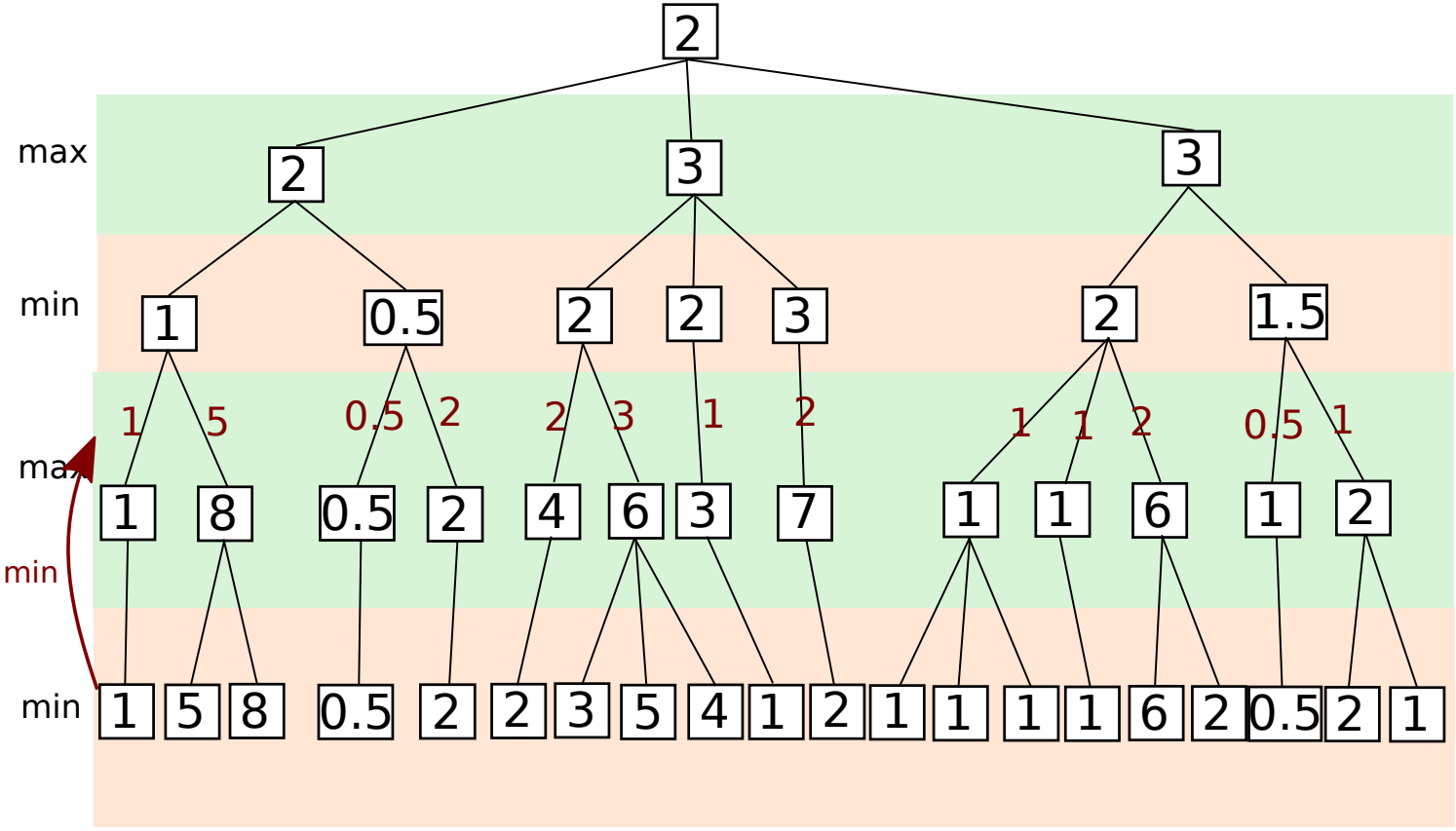
Niveau 2: 40^4 ~ 2 millions possibilités

Niveau 3: 40^6 ~ 4 milliards possibilités

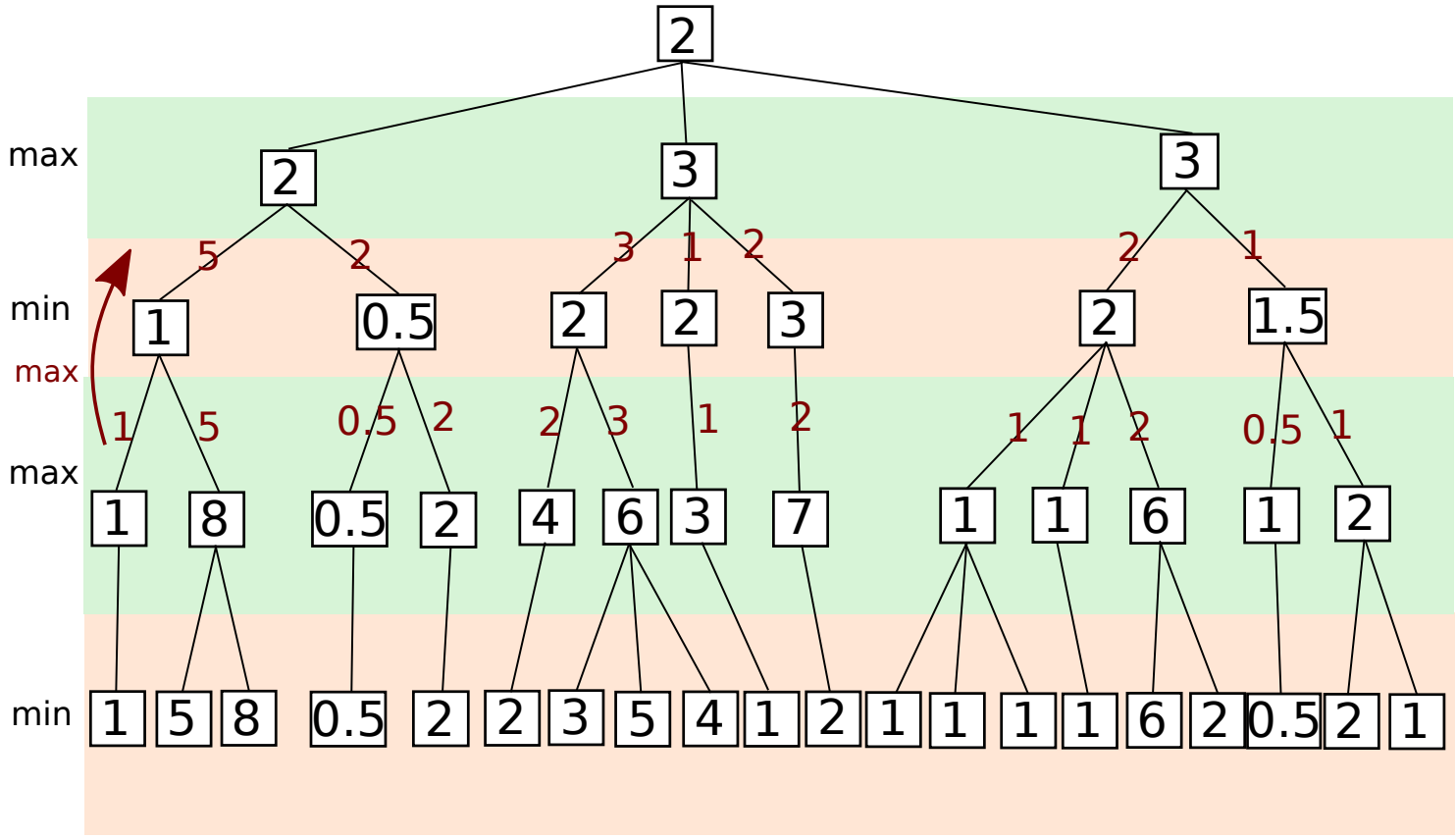
Profondeur de recherche



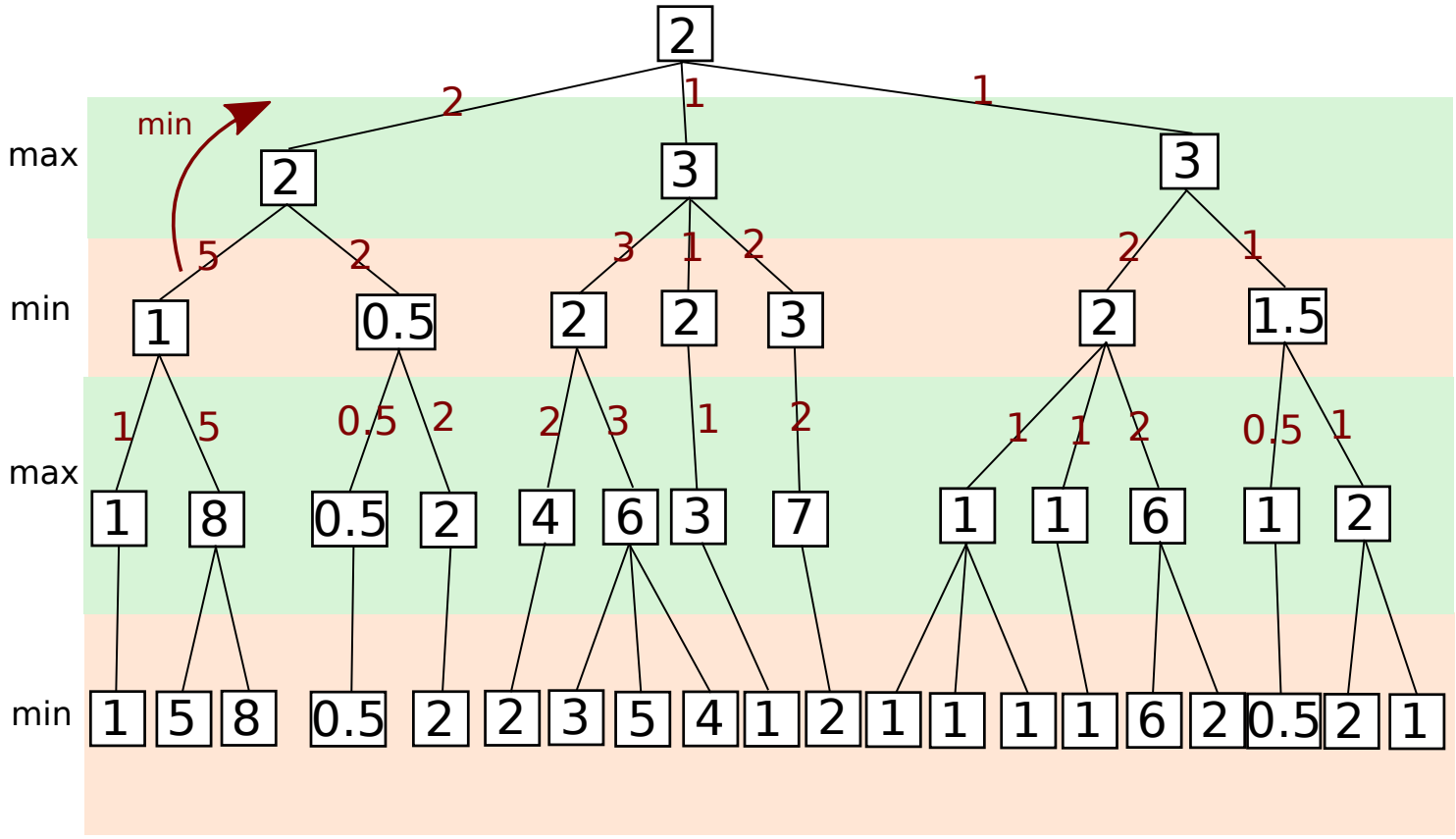
Profondeur de recherche



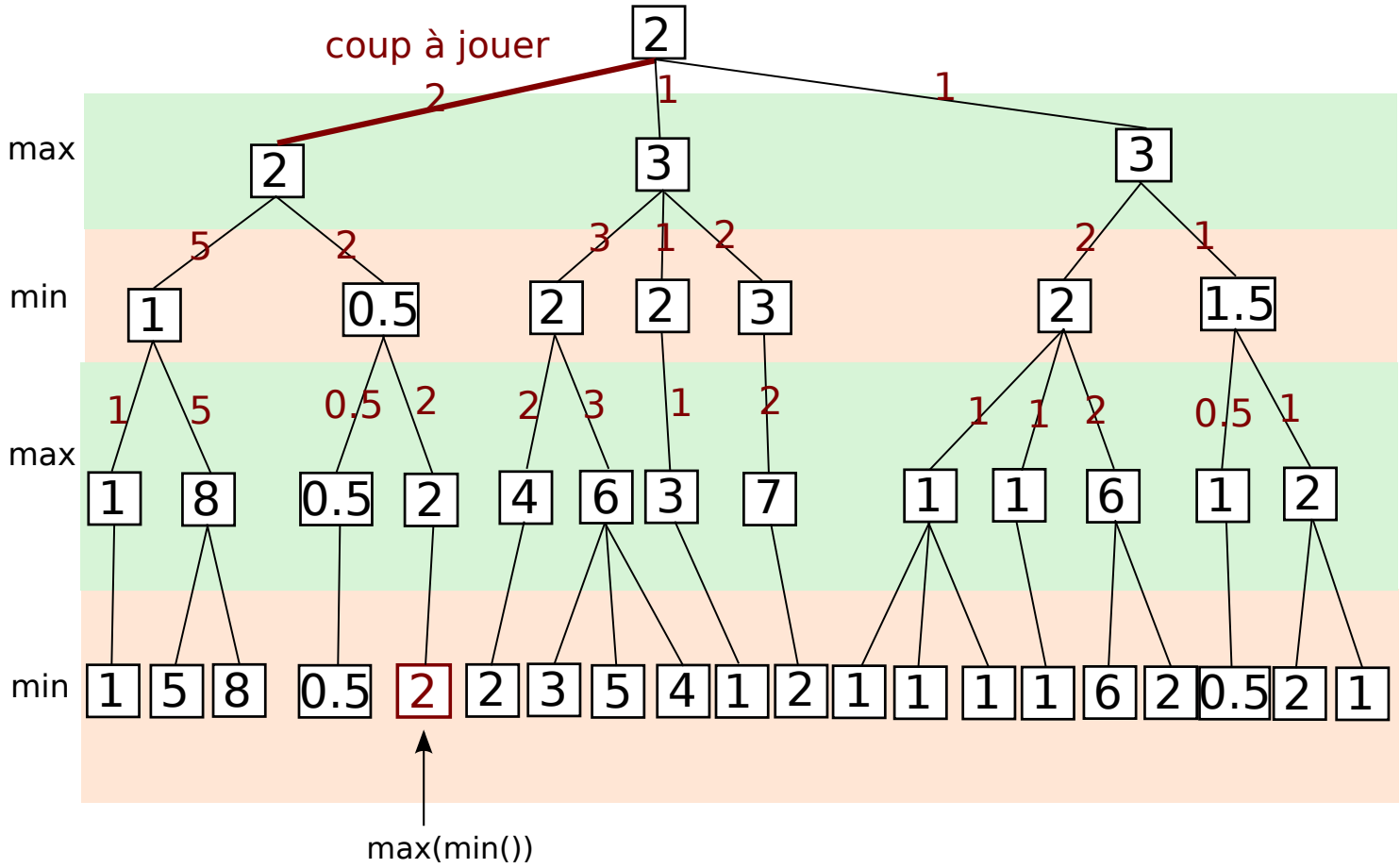
Profondeur de recherche



Profondeur de recherche



Profondeur de recherche



Optimisation

Elagage alpha/beta (/prunning)