

# Décisions en temps réel

- En général, des décisions imparfaites doivent être prises en temps réel :
  - ◆ supposons qu'on a 60 secs pour réagir et que l'algorithme explore  $10^4$  nœuds/sec
  - ◆ cela donne  $6 \cdot 10^5$  nœuds à explorer par coup
- Approche standard :
  - ◆ couper la recherche :
    - » par exemple, limiter la profondeur de l'arbre
    - » voir le livre pour d'autres idées
  - ◆ fonction d'évaluation heuristique
    - » estimation de l'utilité qui aurait été obtenue en faisant une recherche complète
    - » on peut voir ça comme une estimation de la « chance » qu'une configuration mènera à une victoire

# Exemple de fonction d'évaluation heuristique

- Pour le jeu d'échec, une fonction d'évaluation typique est une somme pondérée de *features* (caractéristiques) estimant la qualité de la configuration :

$$\text{EVAL}(n) = w_1 f_1(n) + w_2 f_2(n) + \dots + w_d f_d(n)$$

- Par exemple :
  - ◆  $w_1 = 9, f_1(n) = (\text{number of white queens}) - (\text{number of black queens})$
  - ◆ etc.

# Exemple de fonction d'évaluation

- Pour le tic-tac-toe, supposons que Max joue avec les X

$EVAL(n) = (\text{nb. de rangées, colonnes et diagonales disponibles pour Max}) - (\text{nb. de rangées, colonnes et diagonales disponibles pour Min})$

	X	O

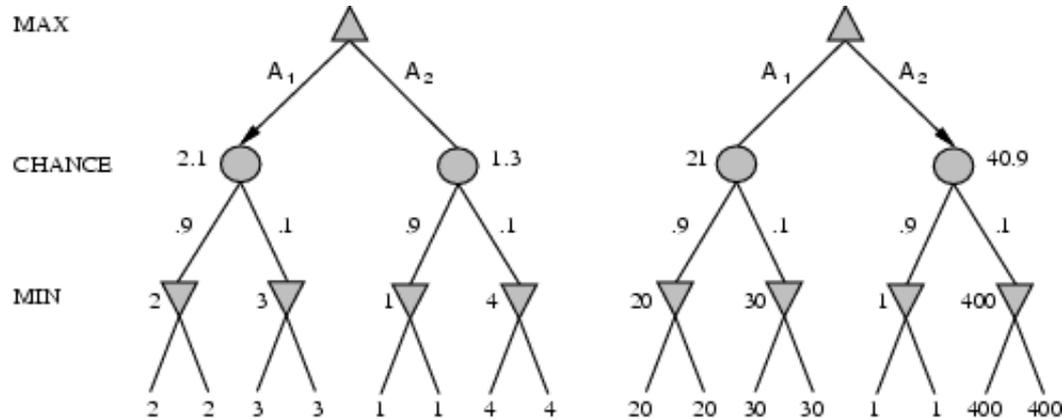
$$EVAL(n) = 6 - 4 = 2$$

O	X	X
	O	

$$EVAL(n) = 4 - 3 = 1$$

# Généralisation aux actions aléatoires

- Par exemple, des jeux où on lance un dé pour déterminer la prochaine action
- **Solution** : on ajoute des nœuds chance, en plus des nœuds Max et Min
  - ◆ ces nouveaux nœuds calculs l'utilité moyenne pondérée de l'utilité de ses enfants (c.-à-d. l'**utilité espérée**)



# Généralisation aux actions aléatoires

$$\text{MINIMAX-ESPÉRÉE}(n) = \begin{cases} \text{UTILITÉ}(n) & \text{Si } n \text{ est un terminal} \\ \max_{n' \text{ successeur de } n} \text{ MINIMAX-ESPÉRÉE}(n') & \text{Si } n \text{ est un nœud Max} \\ \min_{n' \text{ successeur de } n} \text{ MINIMAX-ESPÉRÉE}(n') & \text{Si } n \text{ est un nœud Min} \\ \sum_{n' \text{ successeur de } n} P(n') * \text{MINIMAX-ESPÉRÉE}(n') & \text{Si } n \text{ est nœud chance} \end{cases}$$

