

# Négociation dans les systèmes multi-agents

---

Al Mouaddib  
Département Informatique  
Université de Caen

# Objectif

- Des agents qui automatiquement sont capables d'interagir pour :
  - ♦ Agir ensemble en harmonie
    - Pas de duplication
    - Pas de conflit
  - ♦ Agir ensemble d'une manière coopérative
- Les théories formelles :
  - ♦ Théorie des jeux
  - ♦ Théorie de la décision
  - ♦ Logique
- Les théories informelles
  - ♦ Organisation
  - ♦ Négociation "Advisory"

# Individu et groupe

- Groupe d'agents a besoin de coordonner les activités jointes
  - ♦ Problème :
    - Les informations sont distribuées
    - Décision et planification distribuée
    - Conflits locaux
- Agents exocentriques
  - ♦ Agents ont des motivations individuelles
  - ♦ Il faut avoir des motivation de groupe pour coopérer
  - ♦ Il faut avoir des techniques de résolutions de conflits
  - ♦ Il peut y avoir des informations cachées.

# Quelles techniques ?

---

- Stratégie de négociation
- Les enchères
- La planification multi-agents
- L'argumentation

# Motivation : résoudre les conflits

- Sources de conflits
  - ♦ **omnipotence?** : actions, plans, buts, tâche/sous-tâches ...
  - ♦ **omniscience?** : information incomplète incohérente, incertaine, indisponible...
  - ♦ **ressources limitées et partagées**
- Techniques de résolution de conflits :
  - ♦ **médiation** : un arbitre, un agent centralisateur qui tranche;
  - ♦ **normalisation** a priori : poids, autorité❖, force;
  - ♦ **négociation** : échange de compromis pour parvenir ❖ un accord

# Exemple 1

- Dialogue 1
  - ♦ L'agent A: je propose que vous fassiez la tâche T1 pour moi avant lundi et je vous paierai 100 unités.
  - ♦ L'agent B: je peux accepter de faire la tâche T1 avant lundi pourvu que vous me payiez plus.
- Dialogue 2
  - ♦ L'agent A: je propose que vous fassiez la tâche T2 et je ferai pour vous la tâche T3.
  - ♦ L'agent B: je peux faire T2 pour vous mais je ne suis pas intéressé par la tâche T3.

# Exemple 2

- Dialogue 3

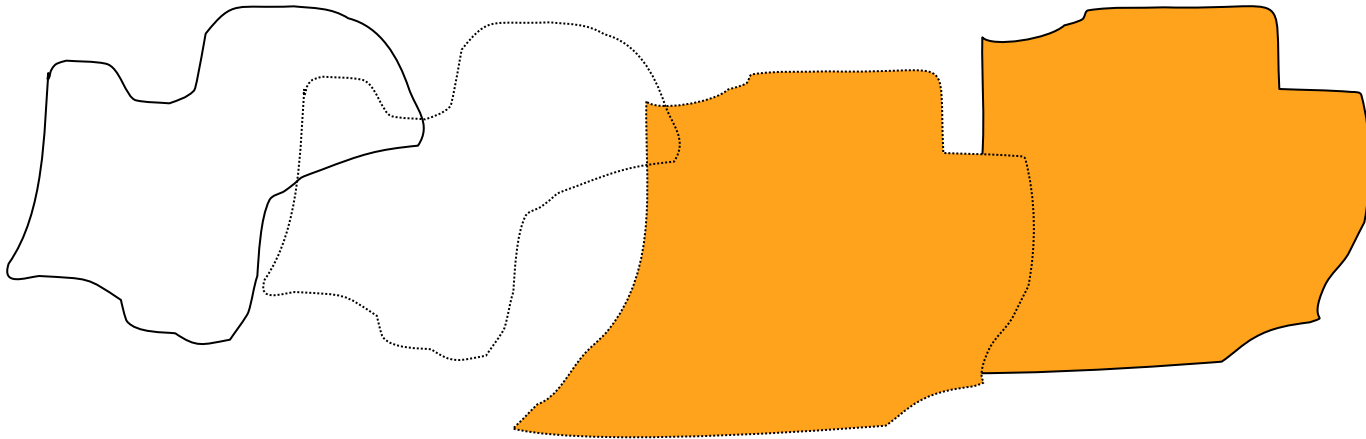
- ♦ L'agent A: je propose que vous fassiez la tâche T1 pour moi.
- ♦ L'agent B: je propose de faire la tâche T1 pour vous si vous faites la tâche T2 pour moi.

- Dialogue 4

- ♦ L'agent A: je propose que vous fassiez la tâche T3 pour moi avant lundi et je vous paierai 100 unités.
- ♦ L'agent B: je peux accepter de faire la tâche T3 avant lundi pourvu que vous me payiez 120 unités.

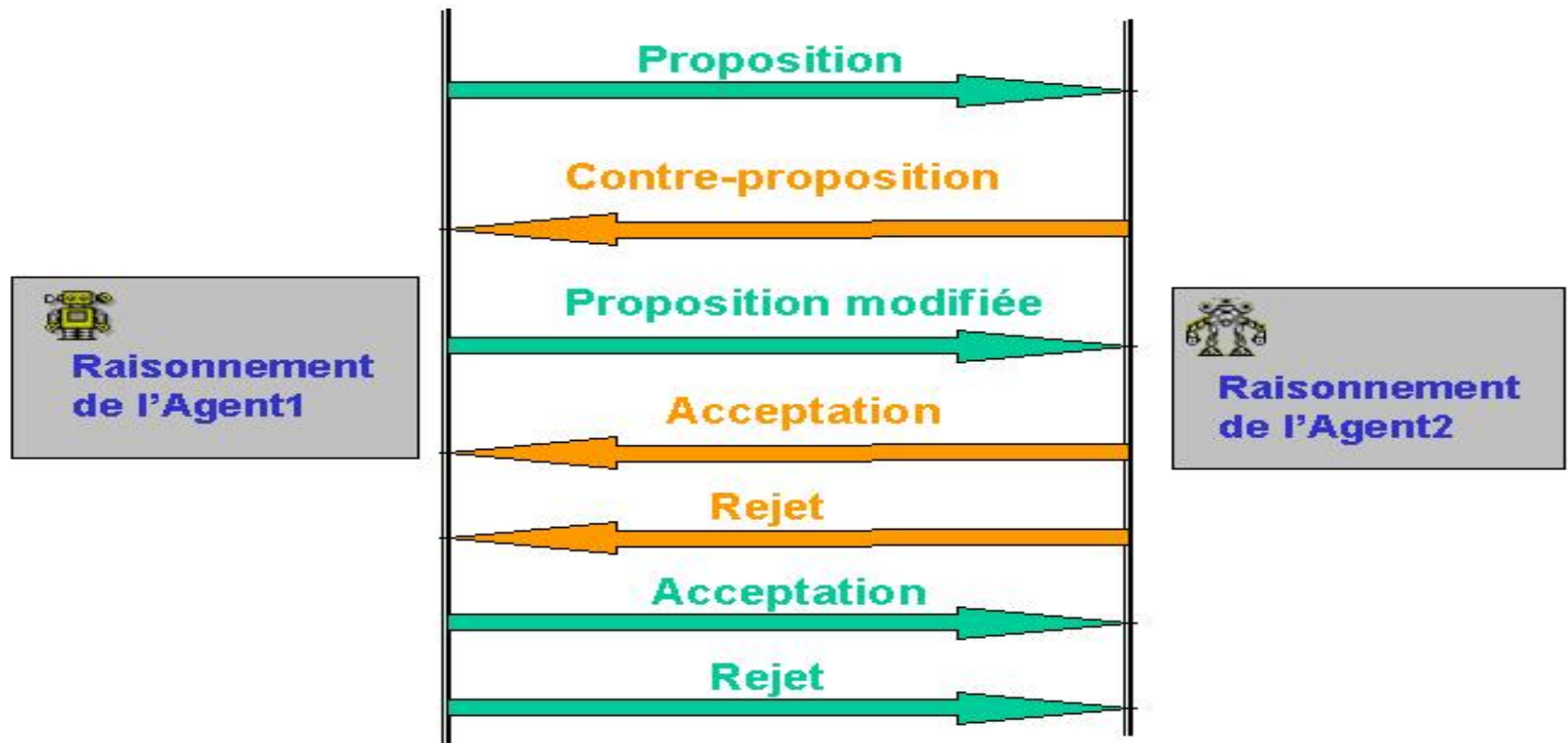
# Interprétation géométrique

- Chaque agent  $i$  a
  - ♦ Un espace de propositions
  - ♦ Aire d'acceptabilité évolutive

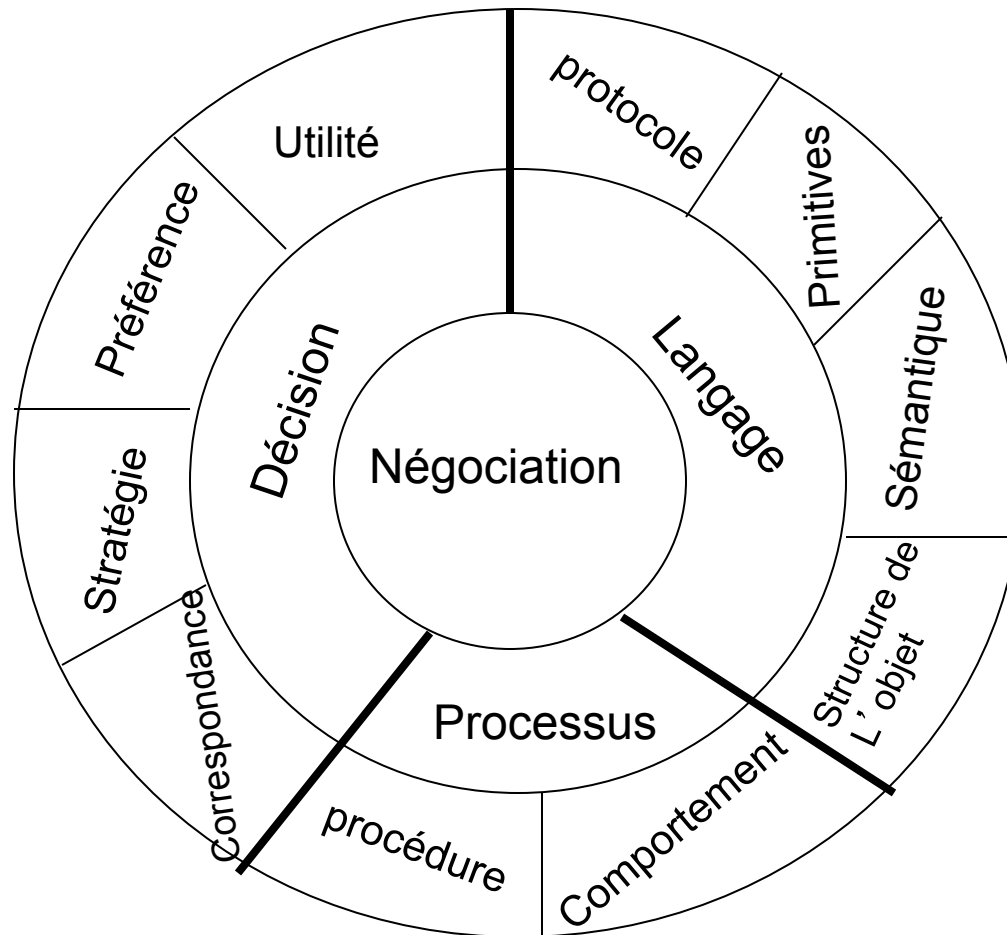




# Principe général



# Grille de l'analyse de la négociation



# Le langage

- LA NEGOCIATION = ECHANGE DE PROPOSITIONS:
  - ♦ **la structure de l'objet de la négociation** :
    - valeurs : discrètes/continues, propositions/prédicats, binaires/multivaluées;
    - issues simples/multiples : prix, prix/quantité;
    - opérateur : ?, conjonction, disjonction, relation d'ordre;
    - dynamique/statique : dissociation des notions;
    - simple ou complexe : ressource/plan.
  - ♦ **les primitives du langage** : plus que des simples messages mais des actes de langage (pragmatique : signe/signification/usage);
  - ♦ **la sémantique du langage** : pré-conditions et post-conditions pour spécifier les conditions d'illocution (génération) et leur effet perlocutoire (interprétation).
  - ♦ **le protocole** : la séquence des actions possibles

# Décision

- LA NEGOCIATION = PRISE DE DECISION DISTRIBUEE:
  - ♦ **la fonction d'utilité** : elle permet d'évaluer et de comparer les propositions. Le but de l'agent est de maximiser cette fonction;
  - ♦ **la fonction de mise en correspondance** : l'objet doit être au préalable traduit pour que l'agent puisse évaluer son intérêt;
  - ♦ **les préférences** : les poids relatifs des différents aspects/alternatives.
  - ♦ **la stratégie** : choix de la tactique, le comportement général de l'agent au cours du processus pour la résolution des conflits


# Processus

- LA NEGOCIATION = PROCESSUS:
  - ♦ **le modèle procédural** : un cycle de négociation se décompose en phase :
    - *le règlement de l'agenda* : construction conjointe de l' **objet de négociation**;
    - *l'exploration du champ* : limites des critères, **fixer le niveau d'acceptabilité**, choisir la stratégie, estimer les réticences;
    - *la découverte des différents* : **la recherche des désaccords**, des limites, des ambitions, des objectifs; le déploiement des stratégies, leur modification; l'évaluation et réalisation des concessions;
    - la mesure des divergences entre participants.
  - ♦ **le comportement du système** : l'analyse qualitative et quantitative du processus en terme d'efficacité, d'équité

# Les actes du langage

- Les composants :
  - ♦ appel à propositions
  - ♦ proposition/contre-proposition
  - ♦ offre complète/partielle
  - ♦ acceptation/refus
  - ♦ récompences/menaces/appels (*rewards/threats/appeals*)

# Exemple Actes: FIPA

- *Appel*  *proposition*
- (cfp  
:sender (agent-identifier :name i)  
:receiver (set (agent-identifier :name j))  
:content "((action (agent-identifier :name j)  
    (sell plum 50))  
    (any ?x (and (= (price plum) ?x) (< ?x 10))))"  
:ontology fruit-market  
:language fipa-sl)

# Exemple Actes : FIPA

- *Proposition*

(propose

```
:sender (agent-identifier :name j)
:receiver (set (agent-identifier :name i))
:content "((action j (sell plum 50))(= (any ?x (and (=
(price plum) ?x) (< ?x 10)))) 5) »
:ontology fruit-market:in-reply-to proposal2
:language fipa-sl)
```

- *Refus*

(reject-proposal

```
:sender (agent-identifier :name j)
:receiver (set (agent-identifier :name i))
:content "((action (agent-identifier :name j)(sell plum
50)) (cost 200) (price-too-high 50)) »
:in-reply-to proposal13)
```



# Les protocoles

- **Le protocole**

- ♦ les rôles :Initiateur,Participants...

- ♦ L'arité  du protocole :

- **one-to-one** : un acheteur - un vendeur;

- **many-to-one** : plusieurs vendeurs - un acheteur;

- **many-to-many** : plusieurs vendeurs - plusieurs acheteurs.

- *ex : FIPA Contract Net Interaction Protocol*

# Exemple : Téléphone intelligent

- Un client compose un Numéro
- Les opérateurs proposent des prix
- Le téléphone choisit l'opérateur automatiquement.



# Téléphone intelligent



# Négociation non-coopérative

# Définitions

- **Négociation non-coopérative**
  - ♦ *cadre institutionnel* où les agents arrêtent *seuls* leur choix, sans consulter les autres agents, pour satisfaire leur propre but;
  - ♦ les agents **self-interested** maximisent une fonction d'utilité;
  - ♦ **objectif** : développer des mécanismes d'interactions (enchère, vote, marchandage, marché, contrat, formation de coalition) pour garantir la *robustesse* du système;
- Par opposition, la **résolution coopérative de problème distribuée** a pour objet la conception de système, notamment le protocole et les stratégies des agents qui sont élaborées dont le but de maximiser la satisfaction globale du système

# Robustesse du système

- Les critères d'évaluation du système :
  - ♦ **Coût computationnel** : calculabilité de la fonction d'utilité, calculabilité de la fonction de la meilleure réponse, l'espace nécessaire à la représentation de la meilleure stratégie, coût des communications, distributivité de la recherche.
  - ♦ **Qualité de solution** : comparaison des solutions obtenues à l'issue des différents mécanismes en mesurant par exemple le critère global des agents.
  - ♦ **rationalisme individuel** : participer à une négociation est pour un agent *individuellement rationnel* ssi ses gains sont plus importants que s'il n'y avait pas participé, un processus est *individuellement raisonnable* ssi l'ensemble des agents en tire bénéfice;
  - ♦ **Stabilité** : un agent peut-il accroître son gain en changeant de stratégie?
  - ♦ **symétrie** : existe-il un agent "dictateur"? Le résultat du processus dépend-il du rôle joué par l'agent

# Théorie des jeux : une introduction courte

- Théorie des jeux est l'étude de la prise de décision d'un groupe dont le résultat dépend des choix des individus.
- Du point de vue de la théorie de la décision, les choix des autres sont considérés comme des paramètres de l'environnement. Et, l'effet d'une décision sur les autres n'est pas pris en compte.

# Description d'un jeu

- Éléments essentiels
  - ♦ Les agents et leurs actions
  - ♦ Les informations,
  - ♦ Les stratégies
  - ♦ La matrice des coûts
  - ♦ Le résultat
  - ♦ Les équilibres
- Représenter les interactions sociales
  - ♦ Forme extensive : description complète
  - ♦ Forme stratégique : seuls les éléments stratégiques sont décrits
  - ♦ Forme “coalitionnelle” : accord sur la formation d'une coalition.



# Équilibre de Nash

- Une action jointe  $a = \langle a_1, \dots, a_n \rangle$  où  $a_i$  est l'action de l'agent  $i$ .
- Une action jointe  $a$  est un équilibre de Nash, si chaque agent  $j$  n'a pas une action différente qui lui offre un meilleur résultat que celui généré, quelques soient les actions des autres agents.

# Exemple : le dilemme du prisonnier

<b>JERRY</b> \ <b>TOM</b>	Nie	Avoue
	Nie	Avoue
Nie	1, 1	10, 0
Avoue	0, 10	5, 5

Equilibre  
de NASH

# Agentification

- On parle d'agent à rationalité économique :
  - ♦ **agent** = joueur;
  - ♦ **action** = choix est réalisé par un agent à un instant du jeu;
  - ♦ **résultat** = réponse du système (environnement/ autres agents);
  - ♦ **stratégie** = choisir une action étant donné un historique de résultats;
  - ♦ **utilité** = représentation mathématique des préférences individuelles;
  - ♦ **espérance d'utilité** = utilité de résultats incertains (prudence/audace).

$$\text{Max}_{\text{stratégie}} \sum_{\text{résultat}} p(\text{résultat}|\text{stratégie}). U_i(\text{résultat})$$

Par opposition au raisonnement logique. La rationalité des agents est limitée

# Arbre de jeu

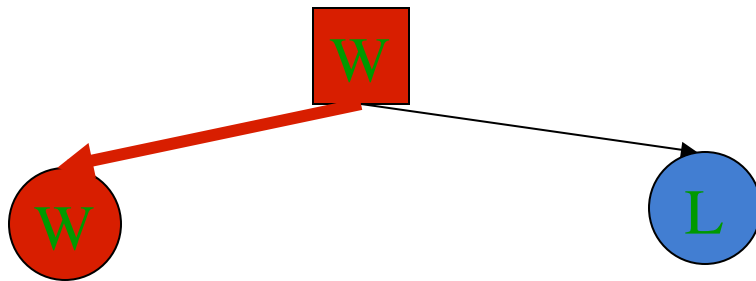
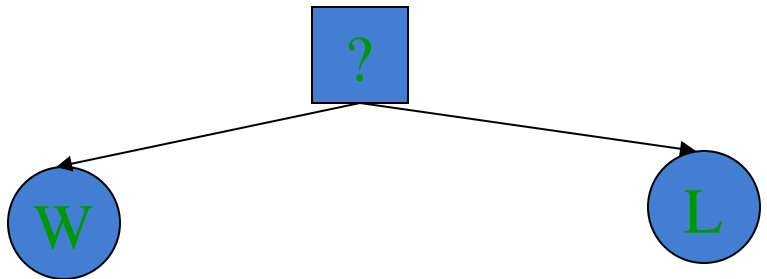
- Arbre de jeu :
  - ♦ Représentation virtuelle de tous les coups possibles.
  - ♦ Espace d'états.
  - ♦ Chaque nœud  $n_i$  représente une position.
  - ♦ Les nœuds fils représentent toutes les positions qu'on peut atteindre à partir de la position associée au nœud  $n_i$
- Niveau  $K$  : joueur 1
- Niveau  $K+1$  : joueur 2

# Arbre de jeu

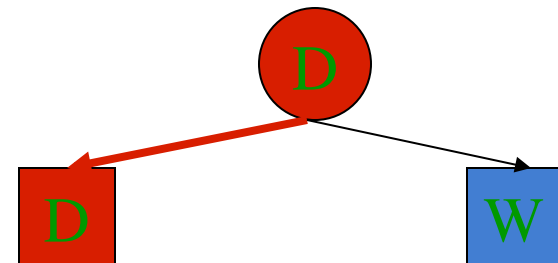
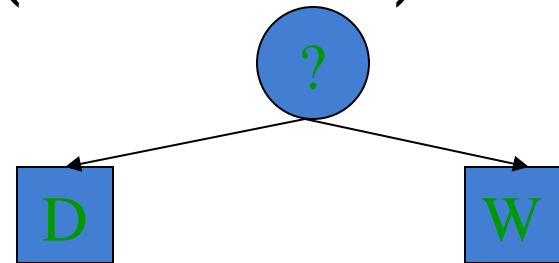
- Le nœud racine est la position initiale.
- Ses successeurs sont les positions que le premier joueur peut atteindre en un déplacement.
- Leurs successeurs sont les positions résultant de la réplique du deuxième joueur.
- Les feuilles sont des nœuds gagnant, perdant ou nul.
- Une partie de jeu = chemin (racine, feuille)

# Stratégie de jeu

- Joueur 1 (vous)



- Joueur 2 (adversaire)



# Processus d'étiquetage de l'état (point de vue du joueur 1)

- Si J (MAX) est un nœud non terminal, alors :
  - ♦  $\text{Etat}(J) =$ 
    - Gagnant s'il existe un successeur de J gagnant
    - Perdant si tout successeur de J est perdant
    - Nul s'il existe un successeur de J Nul et aucun gagnant
- Si J est l'adversaire (MIN) non terminal , alors :
  - ♦  $\text{Etat}(J) =$ 
    - Gagnant si tous les successeurs de J sont Gagnant
    - Perdant s'il existe un successeur de J Perdant
    - Nul s'il existe un successeur de J Nul et aucun perdant.

# Résolution

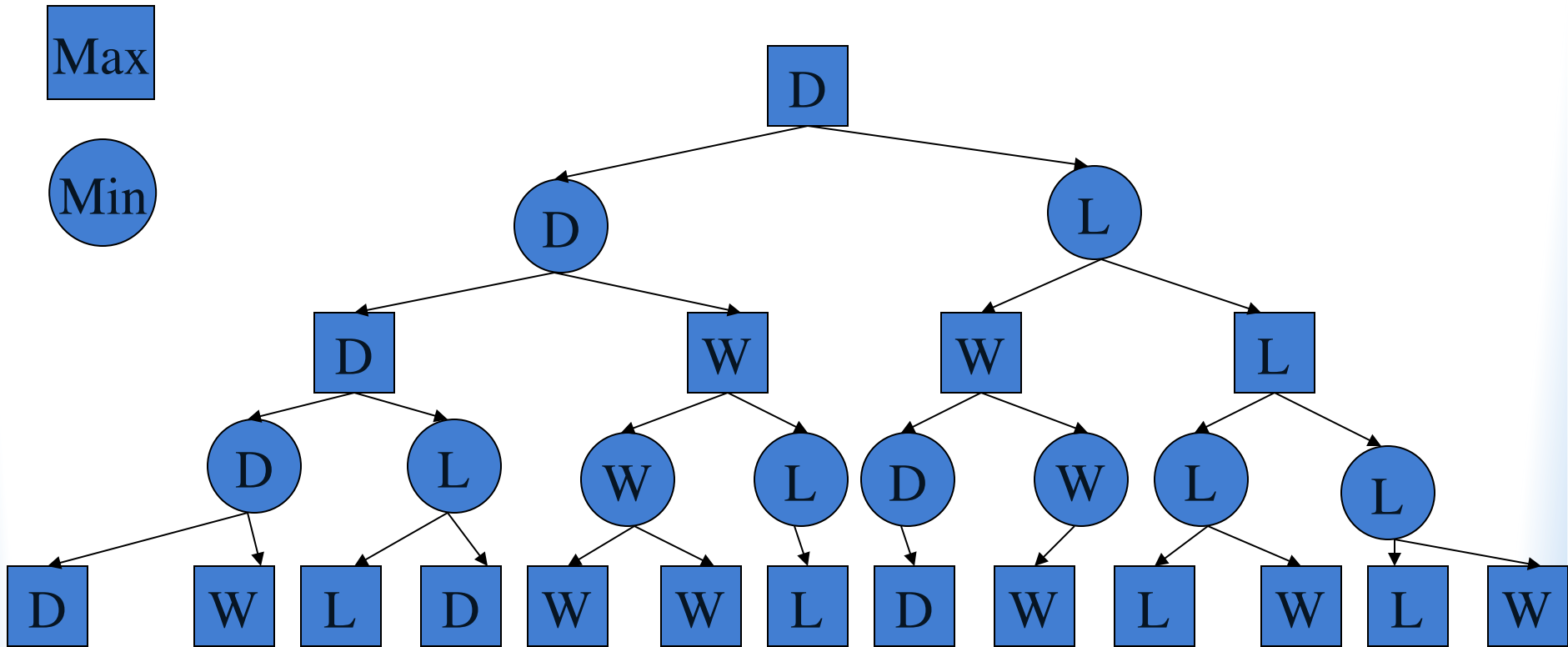
- Résoudre un arbre de jeu  $T$  signifie qu'on attribue au nœud racine l'étiquette *Gagnant*, *Perdant*, *Nul*.
- Définir une stratégie de jeu qui garantit cette étiquette indépendamment du jeu de l'adversaire.
- Une stratégie gagnante garantit l'étiquette *Gagnant* (une victoire) pour le joueur MAX.



# Algorithme MinMax

- Calcul par chaînage arrière d'une valeur  $V(J)$  d'un nœud  $J$  :
  - ♦ Si  $J$  est terminal, retourner  $V(J) = e(J)$
  - ♦ Sinon, générer les successeurs de  $J$  :  $Suc(J)$ .
  - ♦ Évaluer les  $V(J_i)$ ,  $J_i \in Suc(J)$ .
  - ♦ Si  $J$  est un nœud MAX retourner  $V(J) = \max(V(J_i))$
  - ♦ Si  $J$  est un nœud MIN, retourner  $V(J) = \min(V(J_i))$

# Exemple

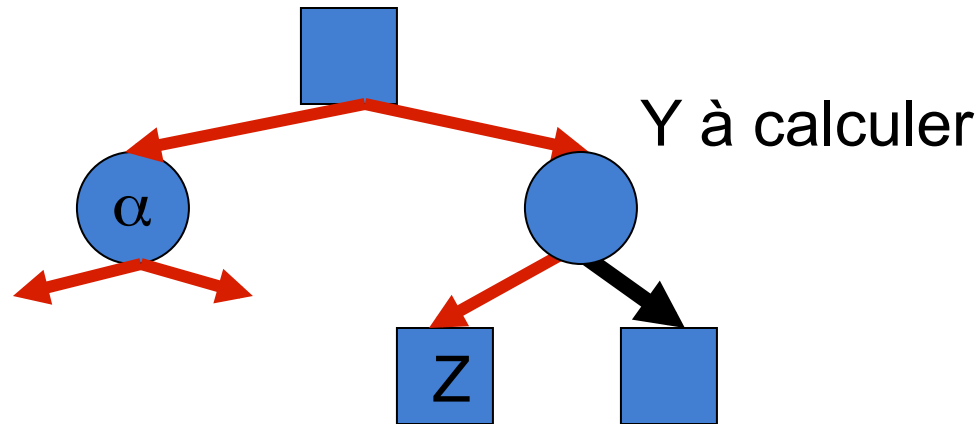


# Coupe $\alpha$ - $\beta$

- But :
  - ♦ identifier certains états pour lesquels il est inutile de développer l'arbre de jeu.
- On souhaite « couper » ces sous-arbres : coupe  $\alpha$ , coupe  $\beta$ .
- Intérêt :
  - ♦ Gain de temps car taille de l'arbre est réduit.
  - ♦ Augmenter la profondeur exploitable de l'arbre.

# Coupe $\alpha$

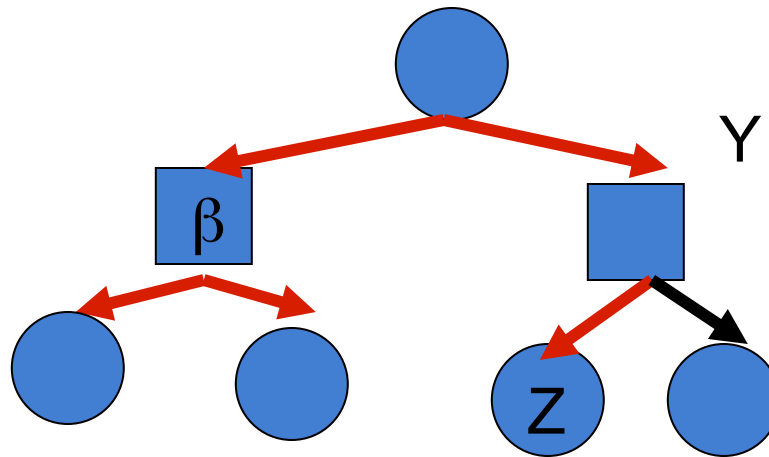
Max  
Min



- Le minmax assure que  $Y \leq Z$  (adversaire, joue et prend le min).
- Si  $Z \leq \alpha$  alors  $Y \leq Z \leq \alpha$  donc je joue et je prends le max

# Coupe $\beta$

Min  
Max

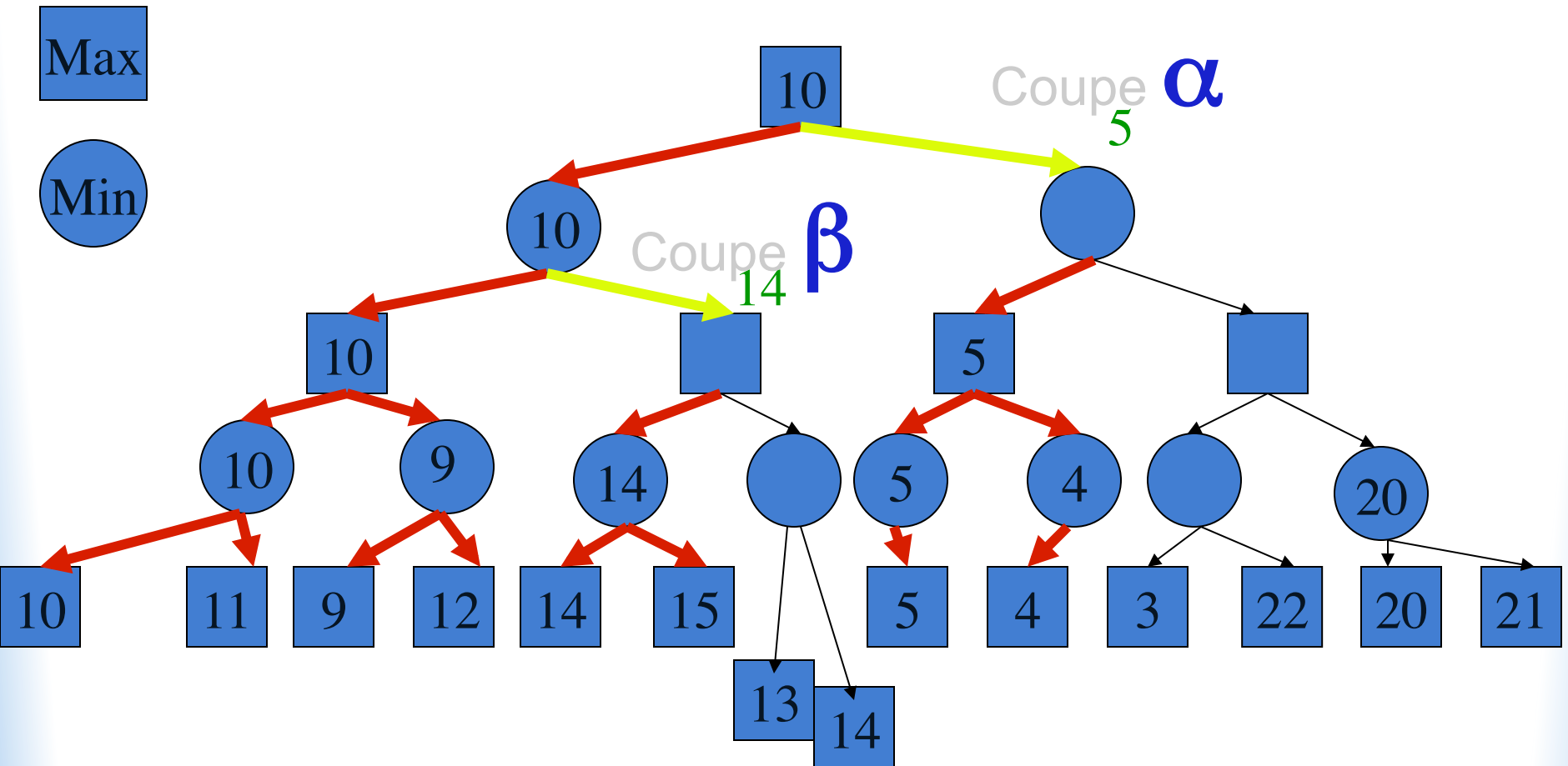


- Le minmax assure que  $Y \geq Z$  ( je joue et je prends le Max).
- Si  $Z \geq \beta$  alors  $Y \geq Z \geq \beta$ , mon adversaire joue et prend le min.

# Coupe $\alpha$ - $\beta$

- Principes :
  - ♦ **Limite  $\alpha$** , la limite de coupure pour un nœud MIN est une limite inférieure égale à la valeur courante la plus élevée de tous les ancêtres MAX de J. L'exploration de J est terminée dès que sa valeur courante est inférieure ou égale à  $\alpha$ .
  - ♦ **Limite  $\beta$** , la limite de coupure pour un nœud MAX est une limite supérieure égale à la valeur courante la moins élevée de tous les ancêtres MIN de J. L'exploration de J est terminée dès que sa valeur courante est supérieure ou égale à  $\alpha$ .

# Exemple



**Le vote = un processus décisionnel**



# Théorie du choix social

- **Définition 3 (Fonction de choix social)** Soient  $A$  : un ensemble d'agents,  $O$  : un ensemble de choix sociaux,  $(\succ_i, O)_{i \in A}$  : les préférences individuelles (transitive/asymétrique strict). On appelle **fonction de choix social**  $\succ^*$  la préférence collective. Elle doit satisfaire les propriétés suivantes :
  - ♦  $\succ^*$  existe quelque soit les préférences individuelles;
  - ♦  $(\succ^*, O)$  est asymétrique et transitive;
  - ♦ la règle d'unanimité : si  $\forall i \in A \ o \succ_i o'$  alors  $o \succ^* o'$
  - ♦ la règle d'indépendance vis à vis des alternatives non-pertinentes : Si  $o, o' \in O \ o \succ_i o' \Leftrightarrow o \succ'_i o'$  alors  $\succ^* \Leftrightarrow \succ'^*$
  - ♦ La règle de non-dictature :  $\exists i \in A \ o \succ_i o' \Rightarrow o \succ^* o'$

# Le gagnant de Condorcet

- Définition :
  - ♦  $o \in O$  est un gagnant de Condorcet si  $\forall o' \in O, \#(o > o') \geq \#(o' > o)$
- En général, le gagnant de Condorcet n'existe pas.

# Modes de vote

- Vote pluraliste :
  - ♦ Le gagnant est celui qui a recolté le plus grand nombre de votes.
- Vote de Bora :
  - ♦ Chaque votant propose un ordre total sur  $O$  et chaque  $o$  au rang  $i$  gagne  $n-i$  points si  $|O| = n$ . Le gagnant de Bora est celui qui a le plus grand nombre de points.
- Vote par élimination :
  - ♦ A chaque tour du vote, le candidat avec le point de votes est éliminé. Le processus est répété jusqu'à ce qu'il ait un seul candidat, le gagnant

# Les paradoxes des votes

- Condition de condorcet :

- ♦ Soit l'exemple suivant :

- 499 agents :  $a > b > c$
    - 3 agents :  $b > c > a$
    - 498 agents :  $c > b > a$

$b$  est le gagnant de Condorcet car  $b$  est préféré à  $a$  par 501 agents et  $b$  est préféré à  $c$  par 502 agents.

# Les paradoxes des votes

- Considérons le vote suivant :

- ♦ 35 agents:  $a > c > b$
- ♦ 33 agents:  $b > a > c$
- ♦ 32 agents:  $c > b > a$

Le gagnant selon Borda est  $a$ .

- Remarque : 65 agents préfèrent  $b$  à  $a$ .
- On parle de la sensibilité au candidat perdant.

# Fonctions de choix sociales

- Pareto efficace (PE):
  - ♦  $\forall o, o' \in O, \forall i \in A, (o >_i o') \text{ alors } o >^* o'$
  - ♦ *Si tous les agents préfèrent un ordre alors cet ordre est la fonction sociale.*
- Indépendance (Ind):
  - ♦  $\forall i \in A, (o >'_i o') \text{ ssi } (o >''_i o') \text{ implique } (o >'^*_i o') \text{ ssi } (o >''^*_i o')$

# Théorème d' Arrow

- Théorème : Si  $|O| \geq 3$  il n'existe pas de fonction de choix social.
- Théorème : Si  $|O| \geq 3$  et  $>^*$  est PE et Ind alors  $>^*$  est une dictature.
- Exemple :
  - ♦ 35%  $c > d > b > a$
  - ♦ 33%  $a > c > d > b$
  - ♦ 32%  $b > a > c > d$

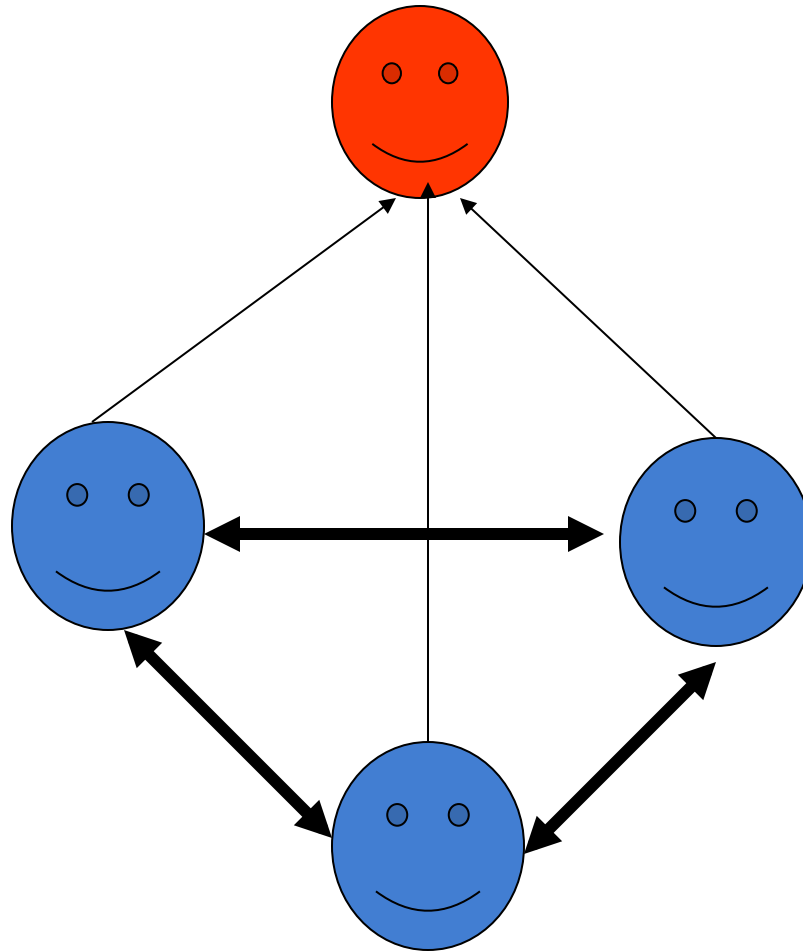
# Les différentes enchères (–500 JC, Babylone)



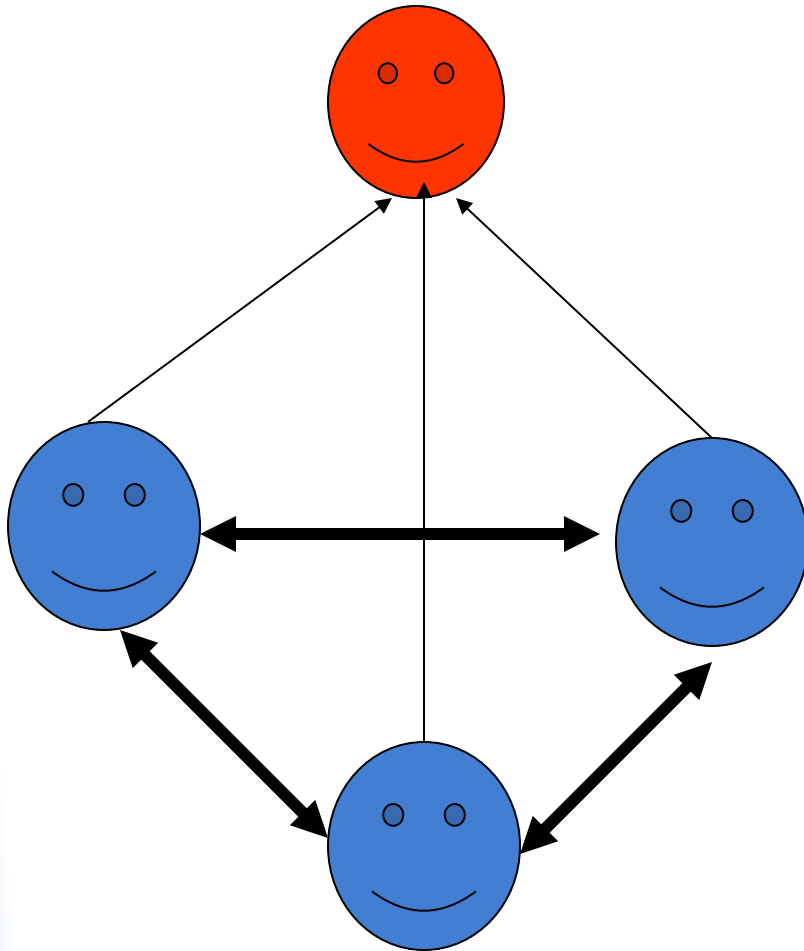
# Enchère orale

- **Enchère anglaise** : les participants sur-enchèrent jusqu' à ce que l'un deux l' emporte :
  - ♦ prix minimum ascendant;
  - ♦ offre publique des participants;
  - ♦ transaction avec le plus offrant;
  - ♦ prix effectif : la meilleure offre.
- **Enchère hollandaise** : l'initiateur annonce un prix qui va décroître jusqu'à ce quelqu'un des participants l'accepte :
  - ♦ prix maximum décroissant;
  - ♦ offre publique de l'initiateur;
  - ♦ transaction avec le premier à crier "Mine";
  - ♦ prix effectif : celui indiqué par l'horloge hollandaise

# Principe général

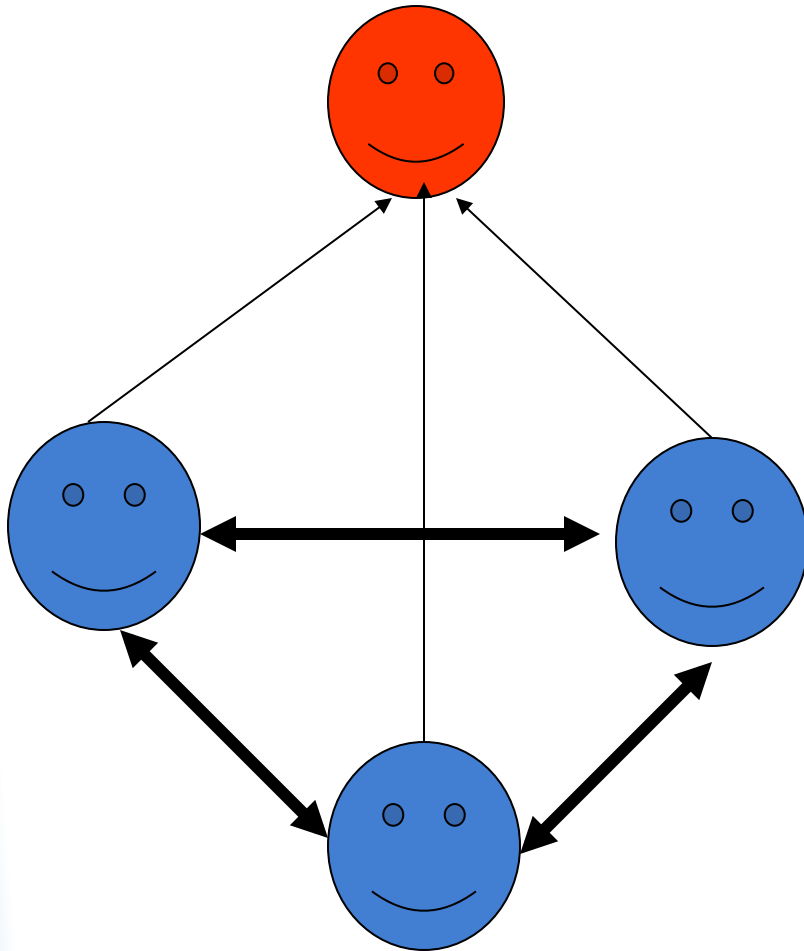


# Principes enchère Anglaise



- Initiateur annonce le prix (broadcast à tous les participants).
- Un participant peut faire une offre ( $>$  prix) et il la diffuse à tous les agents (l'initiateur et les autres).
- Tantqu'il y a de l'offre, continuer.
- Contrat avec le dernier offrant.

# Principes : enchère Hollandaise



- Initiateur annonce le prix (broadcast à tous les participants).
- Si aucune offre réduire le prix et faire l'annonce avec le nouveau prix.
- Répéter jusqu'à ce qu'une offre soit faite

# Enchère écrite

- **Enchère FPSB** *First-Price Seal-Bid* : les offres sont faites simultanément :
  - ♦ offres secrètes des participants (*Seal-Bid*);
  - ♦ transaction avec le plus offrant;
  - ♦ prix effectif : la meilleure offre (*First-Price*).
- **Enchère Vickery** : identique à l'exception du prix effectif :
  - ♦ offres secrètes des participants;
  - ♦ transaction avec le plus offrant;
  - ♦ prix effectif : la seconde meilleure offre

# Négociation à base d'argumentation

# Pourquoi ?

- **Motivations** : les stratégies de négociation dépendent du contexte de la négociation :
  - ♦ contexte normatif : protocole;
  - ♦ contexte cognitif : modèle décisionnel;
  - ♦ contexte applicatif : objet de négociation;
  - ♦ contexte social : relation d'autorité entre interlocuteurs;
- **Objectif** : rationalité argumentative : capacité qu'a un agent à s'impliquer dans un processus de justification

# Rhétorique

- RHETORIQUE: l'étude des techniques discursives permettant de provoquer ou d'accroître l'adhésion des esprits aux thèses qu'on présente leur assentiment. L'adhésion des esprits se caractérise par une intensité variable, pas nécessairement proportionnelle à la probabilité d'une thèse.
- Par exemple :
  - ♦ **Mise en souffrance** (*threat*) : si tu n'acceptes pas cette proposition...
  - ♦ **Récompence** (*reward*) : si tu acceptes cette proposition...
  - ♦ **Appel** (*appel*) : tu devrais accepter cette proposition plutôt que celle-ci sinon .... (autorité, promesse)



# Formalisation

- Mise en souffrance :
  - ♦ Contract-net
  - ♦ Proposition : (p, pénalité)
- Récompense :
  - ♦ Contract-net
  - ♦ Proposition : (p, gain)
- Appel :
  - ♦ Contract-net
  - ♦ Proposition : ((P1, Gain); (P2, Pénalité))

# Négociation par argumentation

- Ajouter des arguments pour supporter la proposition ou contre-proposition
- L'argument permet de :
  - ♦ Modifier la région d'acceptabilité, les seuils de receveurs
  - ♦ Augmenter la probabilité d'un accord, la vitesse d'obtenir l'accord.

# Structure de l'argumentation

- ARGUMENTATION: la construction d'un schéma d'analyse vers une conclusion à l'aide de données et de justifications. On distingue six briques de bases :
  - ♦ **la conclusion** (*claim*) : le fait que l'on va justifier;
  - ♦ **les données** (*data*) : les faits **sur** lesquels l'argument est fondé;
  - ♦ **la garantie** (*warrant*) : légitime le lien entre les données et la conclusion;
  - ♦ **le fondement** (*backing*) : le support à la garantie;
  - ♦ **le qualificateur modal** (*modal qualifier*) : indique la force du lien entre les données et la garantie;
  - ♦ **la condition d'exception** (*rebutal*) : apparaît lorsque le lien entre les données et la garantie n'est pas légitime

# Exemples

- Donnée : X est américain
  - Qualificatif modal : probablement
  - Conclusion : X aime les hamburgers
  - Garantie : la plupart des américains aiment les hamburgers
  - Fondement : statistique
  - Condition d'exception : X = "BB King"
- Donné : X est un oiseau
  - Qualificatif modal : probablement
  - Conclusion : X vole
  - Garantie : la plupart des oiseaux volent
  - Fondement : statistique
  - Exception : X = "Pingoin"

# Un négociateur qui argumente

- Il doit être capable de :
  - ♦ Échanger les propositions et les arguments
  - ♦ Générer des propositions et les arguments
  - ♦ Accepter des propositions
  - ♦ Répondre à des propositions

# Formellement

- Une base de connaissance (BcD),  
(proposition, argument),  $\Rightarrow$
- BdC : formules logiques
- Proposition : formule logique  
(conclusion)
- Argument : ensemble de formules qui
  - ♦ Des formules de BdC
  - ♦ Des formules qui prouvent la proposition.

# Raisonnement

- Forme Basique:
  - ♦  $\text{BdC} = (\text{sentence}, \text{support})$
  - ♦ Support est un sous-ensemble de  $\text{BdC}$
  - ♦ Sentence est prouvée par support.
- Le raisonnement
  - ♦ Recevoir  $(p, a)$
  - ♦ Générer  $(p', a')$  telle que :
    - $a'$  refute  $a$
    - $a'$  prouve  $p'$

# Argumentation à base de logique

- Formellement :

$$\Delta \Rightarrow (\rho, \Gamma)$$

- $\Delta$  est une base de connaissances communes entre les agents
- Argument =  $(\rho, \Gamma)$ 
  - ♦  $\Gamma \subseteq \Delta$
  - ♦  $\Gamma \Rightarrow \rho$



# Argument, contre-argument

- Soient deux arguments  $(\rho_1, \Gamma_1)$  et  $(\rho_2, \Gamma_2)$  de  $\Delta$ .
- $(\rho_2, \Gamma_2)$  est défait par  $(\rho_1, \Gamma_1)$  de deux façons :
  - ♦  $\rho_1$  attaque  $\rho_2$  ou  $\rho_1$  attaque un  $\Psi$  de  $\Gamma_2$
- Une attaque :
  - ♦  $a$  attaque  $b$  signifie que  $a \equiv \neg b$

# Classes des arguments

- A1: tous les arguments construits de  $\Delta$ .
- A2: tous les arguments non-triviaux ( $\Gamma$  consistant) de  $\Delta$ .
- A3 : tous les arguments non-attaquable de  $\Delta$ .
- A4: tous les arguments de  $\Delta$  dont les supports sont non-attaquables
- A5: tous les arguments de  $\Delta$  sans support ( $\Gamma = \emptyset$ )
- moins préféré  $A1 < A2 < A3 < A4 < A5$  plus préféré

TOD = Task-Oriented Domains

# TOD

- Définition :
  - ♦  $TOD = \langle T, Ag, c \rangle$ 
    - $T$  : ensemble de tâches
    - $Ag = \{1, 2, \dots, n\}$  ensemble d'agents
    - $C : \wp(T) \rightarrow \Re$ : coût pour exécuter un sous-ensemble de tâches
  - ♦ Une collection de tâches  $\langle T_1, T_2, \dots, T_n \rangle$  signifie que chaque sous-ensemble  $T_i \subseteq T$  est le but à réaliser par l'agent  $i$ .

# Les “Deals” dans les TODs

- Soit une collection  $\langle T_1, T_2 \rangle$ . Un Deal  $\delta = \langle D_1, D_2 \rangle$  est une allocation de tâches  $T_1 \cup T_2$  aux agents 1 et 2 telle que :  $D_1 \cup D_2 = T_1 \cup T_2$
- Le coût d'un deal pour un agent  $i$  :  $\text{cost}_i(\delta) = c(D_i)$ .
- L'utilité d'un deal pour un agent  $i$  :  $\text{utility}_i(\delta) = c(T_i) - \text{cost}_i(\delta)$
- Un deal  $\delta_1$  domine un deal  $\delta_2$  :  $\delta_1 > \delta_2$ .
  - ♦  $\text{utility}_i(\delta_1) > \text{utility}_i(\delta_2)$  pour tous les  $i$ .
- **Négociation : chercher le meilleur deal.**

# Protocole de négociation : la concession monotone

- La négociation procède en rounds.
- Round 1 : agents proposent les deals
- Les agents sont d'accords si chaque agent trouve un autre deal proposé par un autre agent aussi bien que celui qu'il propose. Sinon, un autre round est lancé par d'autres propositions (argument, concession, ...).

# TOD décentralisé (TOD-DEC)

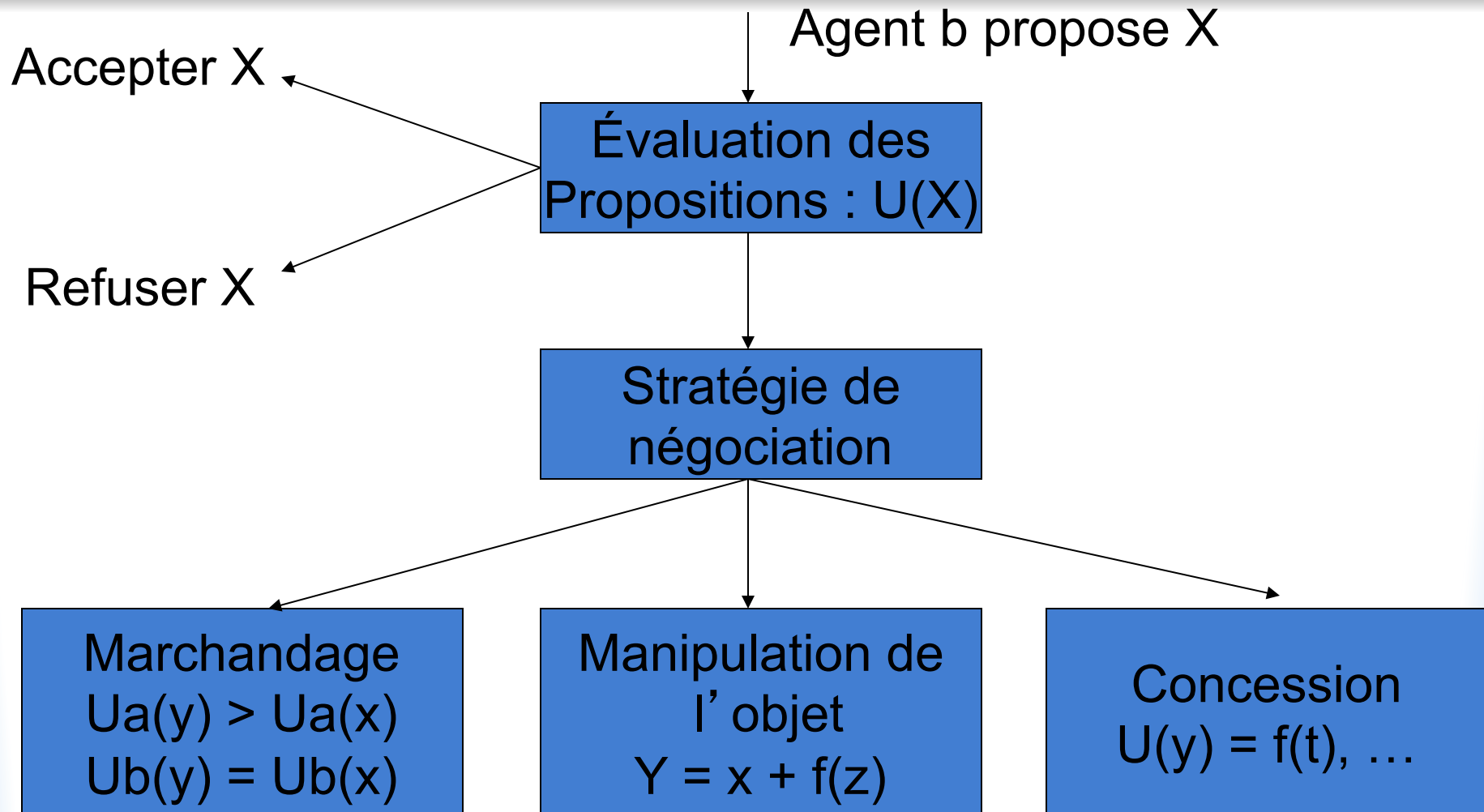
- Toutes les parties de T
- Chaque agent classe les parties selon un ordre préférentielle
- Un agent envoie une proposition (une partie), ce qui signifie que l'autre doit faire le complément
- L'agent propose une contre-proposition, ect ... jusqu'à un accord est atteint.

# TOD centralisé

- Prendre toutes les parties de l'ensemble T et les agents Ag et chercher dans l'espace Partie x Ag la meilleure combinaison.
- Utilisation d'un algorithme de recherche heuristique style A\*.
- Problème de complexité



# Architecture d'un agent négociateur dans TOD-DEC



# Conclusion

- Négociation
  - ♦ Langage ; FIPA contract net
  - ♦ Processus :
    - que négocier,
    - Quelle limite, zone de tolérance
  - ♦ Décision
    - Théorie de la décision
    - Théorie des jeux
    - Théorie des choix sociaux
    - Enchères
    - argumentation

# Schéma global

