Communication par messages dans les systèmes multi-agents

Jacques Ferber

LIRMM - Université Montpellier II
161 rue Ada
34292 Montpellier Cedex 5

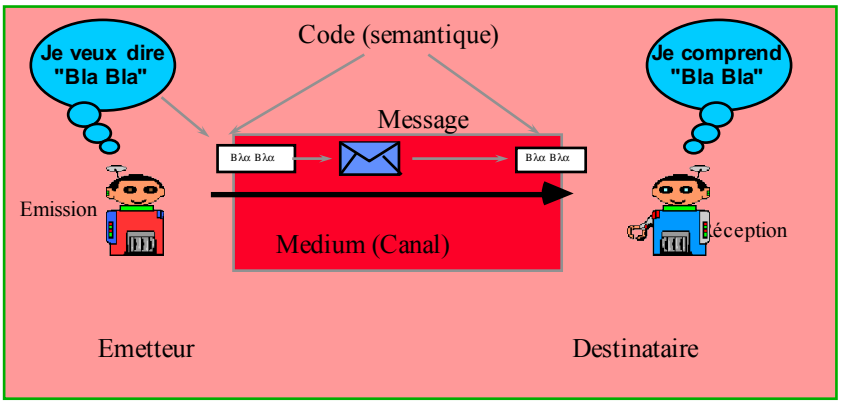
Email: ferber@lirmm.fr
Home page: www.lirmm.fr/~ferber

Version 3.5
2014-2016

Communication

- Eléments de communication
- La théorie des actes de langage
- Conversation et protocoles

Modèle classique de la communication



3

Les différentes manières de voir la communication

- **Point à point**
  - Ex: email, sms
- **Groupes**
  - Emails de groupes, messages envoyés à tout un groupe
- **A tous les agents à une certaine distance**
  - Distance physique
  - Distance sociale (ex: amis et amis d'amis)
- **Sur support partagé**
  - Forums, murs d'un groupe, etc…

Signification des messages

- **Signification fixe => communications intentionnelles**
  - La sémantique de la communication est partagée par l'émetteur et le receveur
    - Suppose un langage de communication commun
    - Pbs de la définition de standards..
  - L'émetteur a l'intention d'émettre un message avec cette signification!

Les actes de langage (Speech acts)

- **Concepts développés initialement dans le contexte de la philosophie du langage (Austin, Searle, Vanderveken, ..)**
- **Communiquer c'est agir**
  - Les phrases ne sont pas seulement vraies ou fausses. Elles servent à accomplir des actions.
  - Notion de la "pragmatique" du langage (sens opérationnel d'une communication)
    - ex: demander de faire quelque chose (une manière d'accomplir un but)

Actes de langages (cont.)

- **Catégorisation des actes de langages**
  - Inform, ask, request, warn, promise, …
- **Décomposer une phrase en un performatif et son contenu: F(P)**
  - Ask(la lumière est allumée) *la lumière est-elle allumée?*
  - Inform(la lumière est allumée) *la lumière est allumée!*
  - Request(la lumière est allumée) *allumez la lumière, SVP*

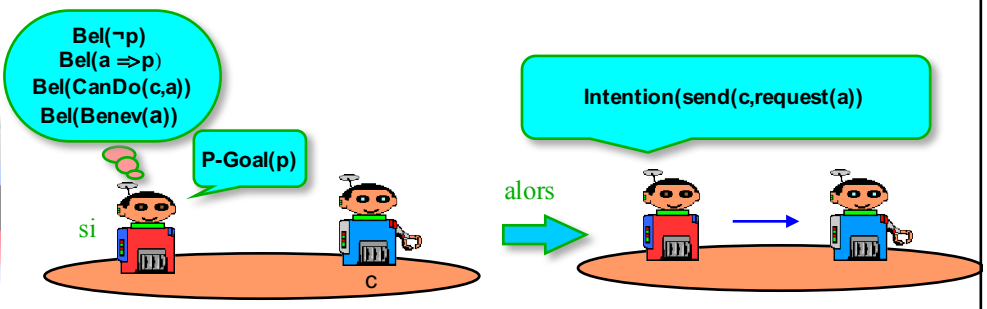
Performative — content

- **Intérêt: la sémantique pragmatique (ou opérationnelle) du message est définie par le performatif**

Aspects des actes de langage

- **Un acte de langage comprend trois éléments d'action:**
  - **élément locutoire**
    - l'acte de communiquer quelque chose à quelqu'un
  - **élement illocutoire**
    - le type d'action qui est accompli en communicant.
    - e.g. demander, informer, promettre
  - **élément perlocutoire**
    - Conséquences des actes illocutoires qui sont en fait désiré par l'acte de langage
    - ex: Request(e,r,a) → a est accompli

Comportements dirigés par les buts



Définition d'un langage de communication

- **Langage de communication (ACL - Agent Communication Language)**
  - Les agents doivent avoir des capacités à manipuler un langage commun
- **Aspects du langage**
  - **Syntaxe**: manière dont les symboles sont structurés.
  - **Sémantique**: ce que le symbole signifie
  - **Pragmatique**: manière dont les symboles sont interprétés pour conduire à l'action

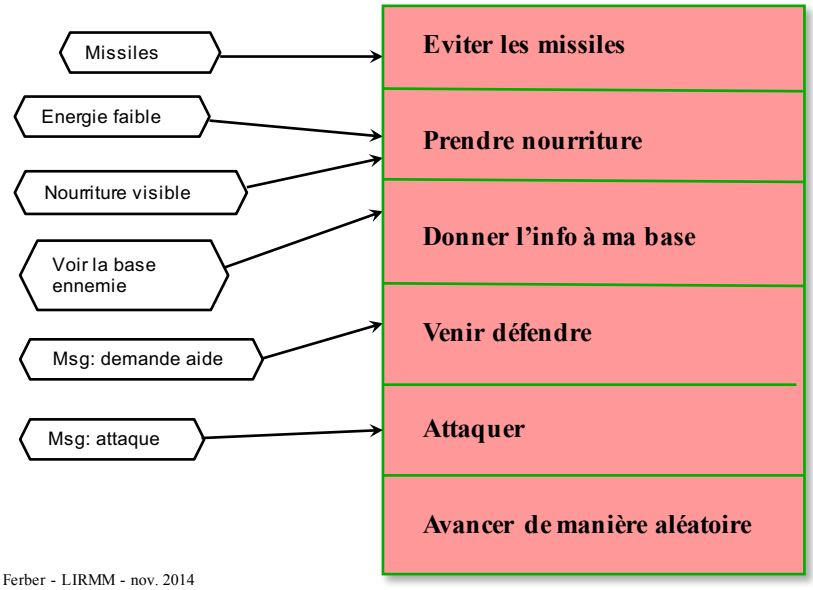
Echec d'un acte de langage

- *Dans la transmission*
  - ex: un message n'arrive pas
- *Dans l'interprétation*
  - le message est mal compris par le receveur (pour des raisons de terminologie par exemple)
  - ex: une question est interprétée comme une requête
- *Dans l'accomplissement d'un acte illocutoire*
  - Echec du succès, si la condition pour l'acte illoctoire n'est pas réalisée.
  - A: B, Request(P) est effectif si B croît que A veut que B accomplisse P
- *Dans l'accomplissement de l'acte perlocutoire*
  - Echec de la satisfaction si B effectivement accomplit P

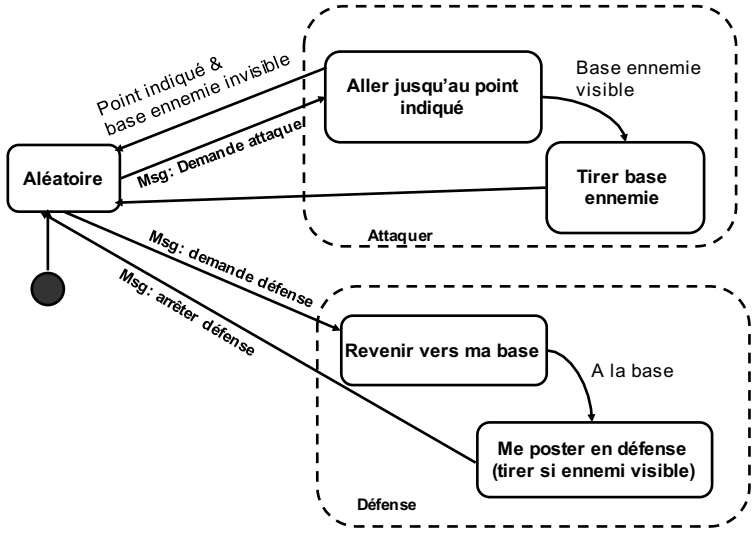
Comment intégrer les communications

- **Considérer que les messages sont des événements comme des percepts**
  - Architecture à base d'action située (ex: subsomption ou règles d'actions situées)
  - Architecture à base d'automates à états finis

Architecture de subsomption avec messages



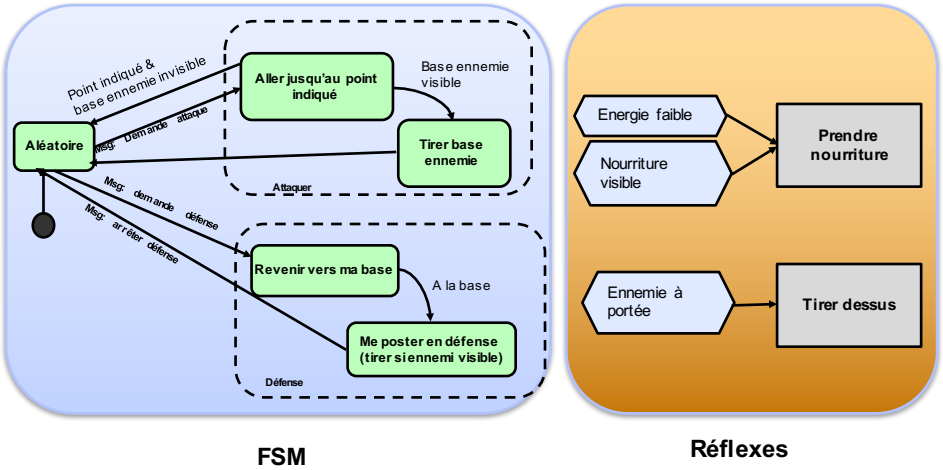
Architecture à base de FSM



Caractéristiques

- **Actions situées (subsomption): souple, mais manque d'engagement**
- **FSM: trop engagé**
- **Hybride:**
  - FSM + réfexes
  - FSM hiérarchique

FSM + réflexes



FSM Réflexes

Warbot : implémentation FSM à réflexes

```
String action(){
   String result;
   result = reflexes();
   if (result != null)
         return(result);
   else
         return FSM();    // eventuellement passer des arguments dans FSM
}


////////// version avec messages

String action(){
   String result;
   result = reflexes();
   if (result != null)
         return(result);
   result = traiterMessages();
   if (result != null) return(result);  // retourne l'action des messages
   else
         return FSM();    // eventuellement passer des arguments dans FSM
}
```


Limite des actes des communications simples

Les communications ne sont pas accomplies comme des ensembles de messages isolés

- **Communication sont structurées en dialogues ou conversations, qui sont des séquences stylisées de messages (protocoles).**
- **Ex de protocoles**
  - Demander quelque chose à un agent
  - Recruter des agents pour accomplir une tâche
  - S'abonner à une source d'information / informer et mettre à jour

18

FIPA - ACL

- **FIPA = Foundation for Intelligent Physical Agents**
- **fondé en 1996 – intégré à <<... >> en {{..}}**
  - International
  - Défini un langage de communication (ACL) fondé sur les actes de langages.
  - Avec un sémantique fondée sur la logique modale.
  - A été standardisé par FIPA
- **Défini la liste des actes de langage, une sémantique appropriée**
- **Ensemble de protocoles**
  - Ex: request protocol, contract net protocol, etc..

19

Protocole

- **Protocole = séquence attendue d'une suite de messages**
  - Ex: demander de faire

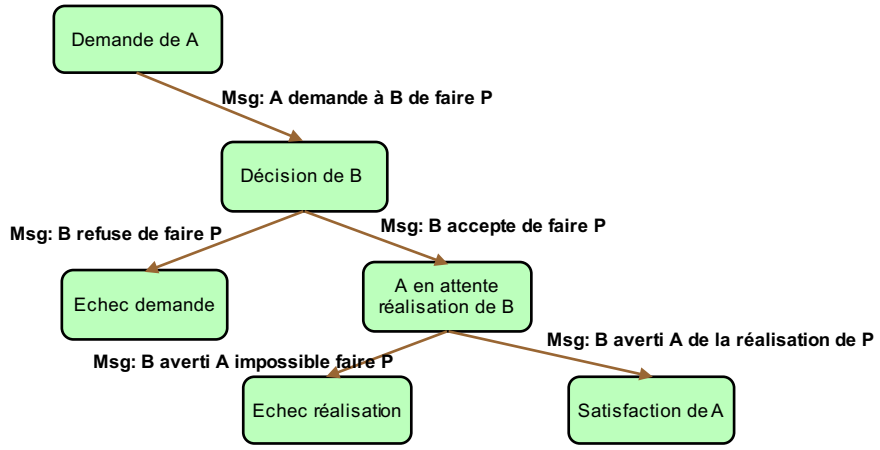
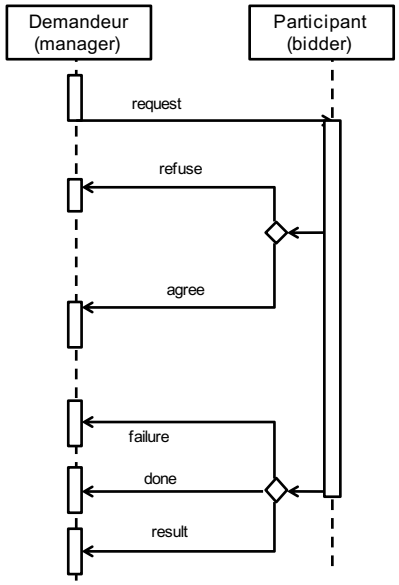


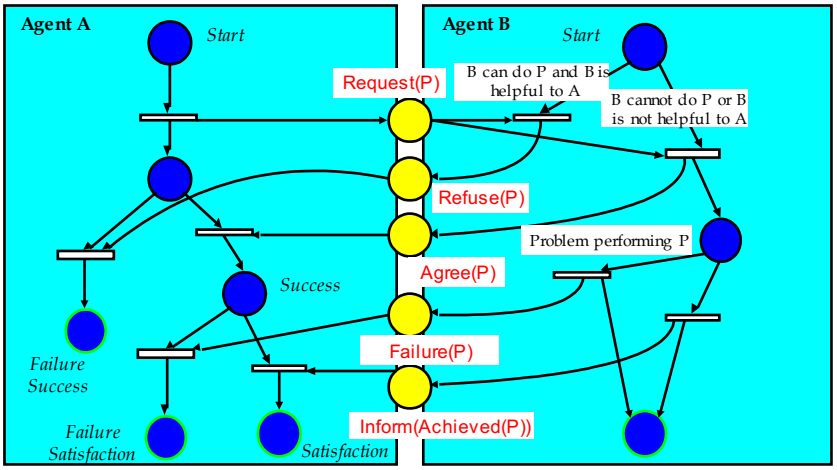
Diagramme de séquences
Protocole de requête



Quelques primitives de ACL

- Accept Proposal
- Agree
- Cancel
- Call for Proposal (cfp)
- Confirm
- Disconfirm
- Failure
- Inform
- NotUnderstood
- Propose
- Query
- Refuse
- Reject
- Request
- Subscribe
- Unsubscribe
- Done
- Result

Autre modélisation: les réseaux de Petri



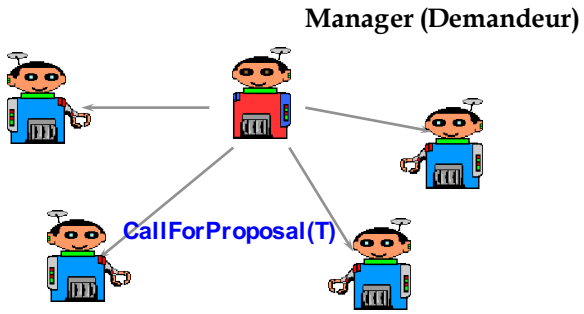
23

Un modèle classique de conversation pour l'allocation de tâche: le réseau contractuel

- **Le plus connu des modèles de conversation pour la coordination par allocation de tâches.**
- **Utilise le protocole des appels d'offres des marchés d'états.**
- **Deux types d'agents (deux rôles)**
  - Manager et Bidder (Offrant)
- **Est accompli en 4 phases**
  - Appel d'offre
  - Offre (bids)
  - Attribution du contrat
  - Signature du contrat et travail

Réseau contractuel: phase 1

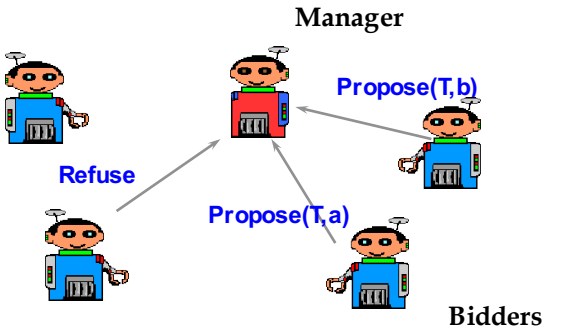
- Appel d'offre (call for proposal)



Offrants potentiels (bidders, offrants)

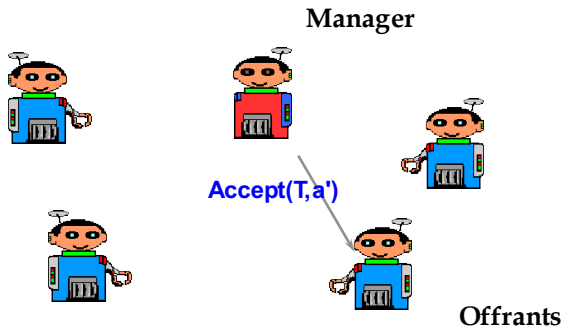
Réseau contractuel: phase 2

- Offres (Propose)



Réseau contractuel: phase 3

- Sélection: attribution du contrat (attribution « accept-proposal »)



Réseau contractuel: phase 4

- Travail et résultat

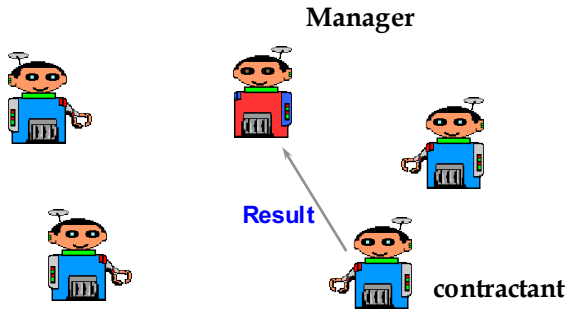
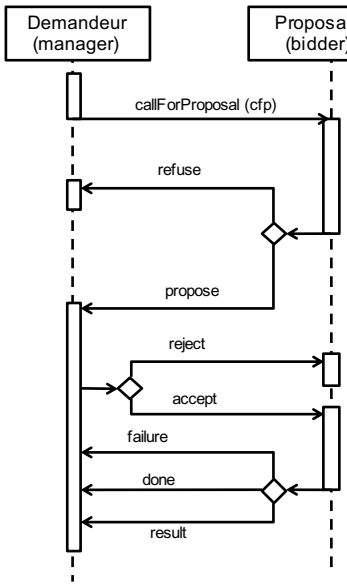
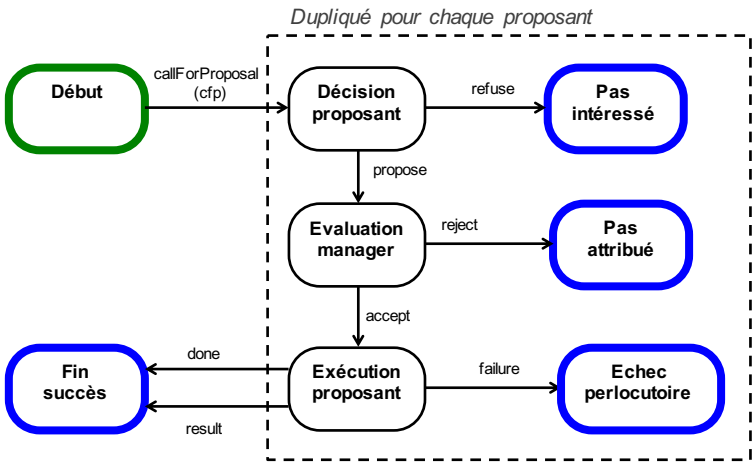


Diagramme de séquences
Réseau contractuel



FIPA contract net protocol

Réseau contractuel - automate

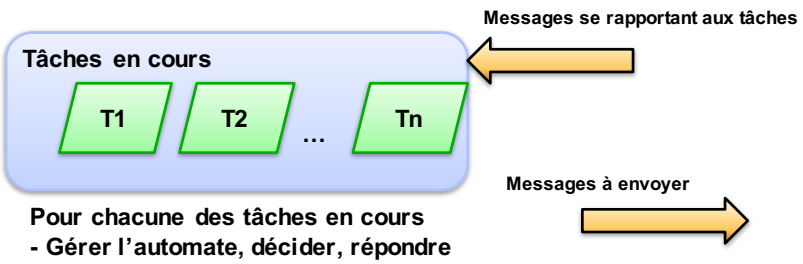


Nécessité de prendre en compte le dialogue pour chaque proposant

Implémentation d'un protocole

- **Chaque agent (manager, offrant) doit gérer « son » dialogue avec l'autre**
  - Ajouter la notion de tâche en cours
    - A demande à B de faire P
    - Création d'un agenda des tâches en cours
      - **1 pour l'initiateur (manager), 1 pour les offrants (participants)**
- **Communication**
  - Tâches demandée
    - A qui,
    - Quand, délai? (coût?)
    - Faire quoi

Gestion des tâches



Pour chacune des tâches en cours
- Gérer l'automate, décider, répondre

Implémenter le réseau contractuel? #1

◆ **Du point de vue du manager (initiator)**

Appel d'offre:
J'envoie une demande,
cfp(demande, T) à une liste d'agents L
où T est le numéro de cfp
Je crée une tâche avec les infos (T, L, nom-demande, Prop)
où Prop est la liste des proposants (initialement vide)

Réponse appel d'offre
Si je reçois un message de type refuse (T),
je supprime l'émetteur de la liste L des possibles pour la tâche T
si la liste L est vide et que Prop est vide, alors Echec tâche T

Si je reçois un message de type propose (T),
je supprime l'émetteur de la liste L,
j'ajoute l'émetteur et sa proposition à la liste Prop
si L est vide, passer à la phase décision

// note: on gère généralement un dead line (time out) pour éviter d'attendre des réponses qui ne viendront jamais…

Implémenter le réseau contractuel? #2

◆ **Du point de vue du manager (initiator)**

Décision:
Pour la tâche T, je choisis la proposition P qui me paraît la meilleure,
pour tout a = agents de Prop,
si a est le proposant de P je lui signale que e contrat lui est attribué : accept (T)
sinon: envoyer à tous les autres agents de Prop que leurs propositions ne sont pas acceptées: reject(T)

Fin de contrat:
Si je reçois le message failure(T) alors Echec tâche T
Si je reçois le message done(T) (ou result(T,r))
alors Succès tâche T

Implémenter le réseau contractuel? #3

- **Du point de vue de l'offrant (participant)**

Réponse à CFP:
Dès que je reçois un message de type cfp(demande, T)
Si je peux (et veux faire T):
je réponds à l'émetteur propose (T, args), et je mémorise un projet en cours avec T(manager ← émetteur)
Si ne ne peux pas (ou ne veux pas faire T):
je réponds à l'émetteur refuse(T),

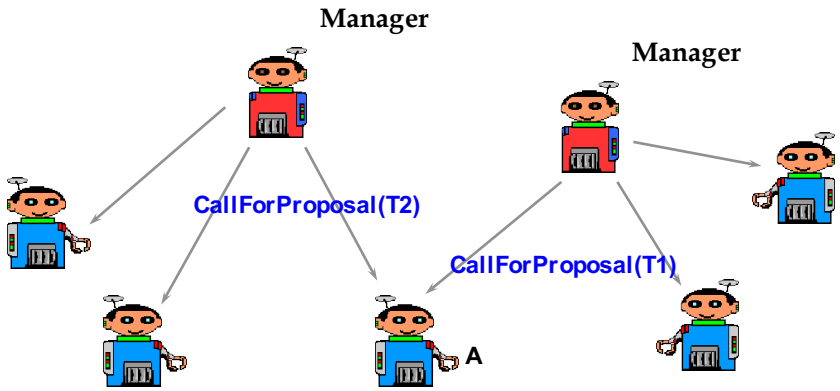
Réception de l'attribution du contrat :
Si je reçois le message accept (T) alors faire T
Si je reçois le message reject (T) alors supprimer T de la liste des projets

Faire T:
Accomplir T (FSM)
Si T est terminé,
envoyer message done(T) (ou result(T,r))
à l'initiator de T (émetteur du CFP)
Si problème dans la réalisation de T,
envoyer message failure(T)

Problèmes avec plusieurs managers

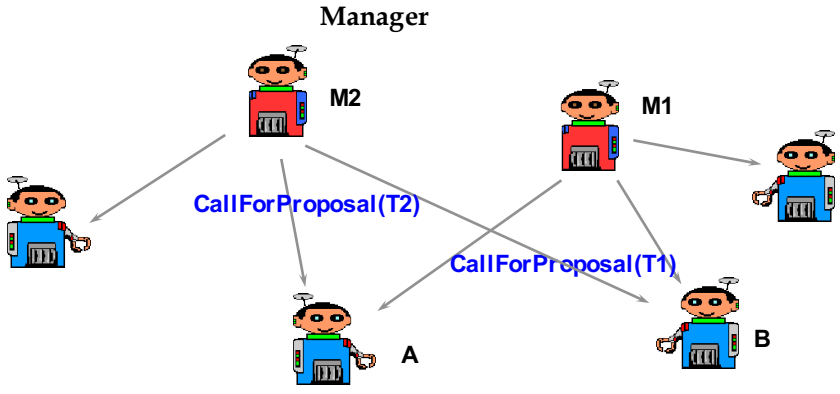
- **Que se passe-t-il quand plusieurs managers font des propositions?**
- **Au moment de l'appel d'offre (réception de plusieurs offres en parallèles**
- **Au moment de l'exécution, si le manager a besoin de plusieurs agents pour accomplir sa tâche.**

Réponses aux appels d'offre



L'agent A répond-il à T2 si T1 ou non?

Dead lock si plusieurs besoin de plusieurs agents



Si A s'engage auprès de M1 et B auprès de M2, impossible d'accomplir La tâche…

Engagement des agents

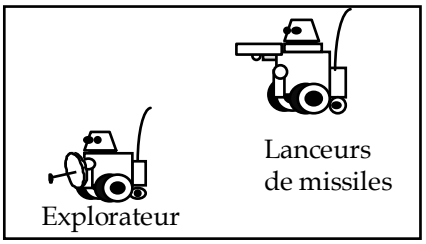
- **Très fort engagement**
  - Les agents ne répondent pas un cfp dès qu'ils ont fait une proposition.
- **Fort engagement (aussi appelé early commitment)**
  - Les agents peuvent répondre à un autre cfp, s'ils ont fait une proposition.
  - Mais ils ne peuvent pas répondre à un cfp s'ils sont déjà dans une tâche
- **Faible engagement**
  - Tout est possible..

Appel collectif

- **Appel collectif : simplification du réseau contractuel**
  - On veut qu'une tâche soit faite par un ensemble d'agents, quel que soit le nombre d'agents
  - Pas de choix du « meilleur » agent
  - Demande de type request
- **L'initiateur appelle un ensemble d'agents**
  - Les agents répondent accept ou refuse et agissent immédiatement
  - Si l'initiateur ne reçoit aucune acceptation (réception que de refuse après un certain délai), alors Echec tâche T
- **Engagement des offrants: ne font qu'une seule tâche à la fois**

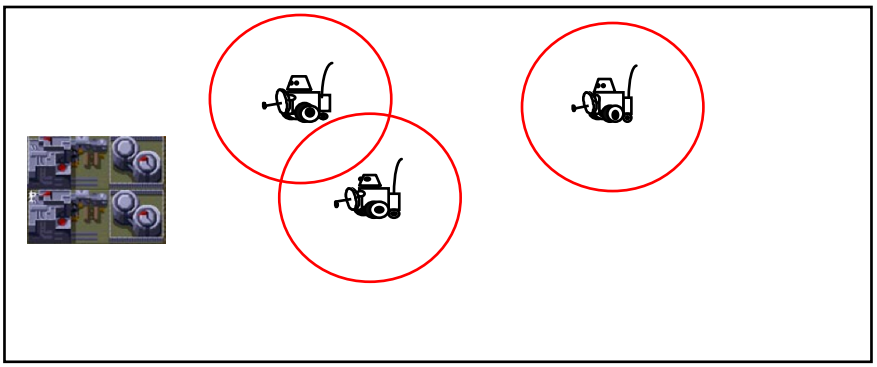
Appel collectif dans Warbot

- **3 sortes d'agents**
  (définit aussi 3 capacités différentes)
  - Explorateurs
  - Lanceurs de missiles
  - Base



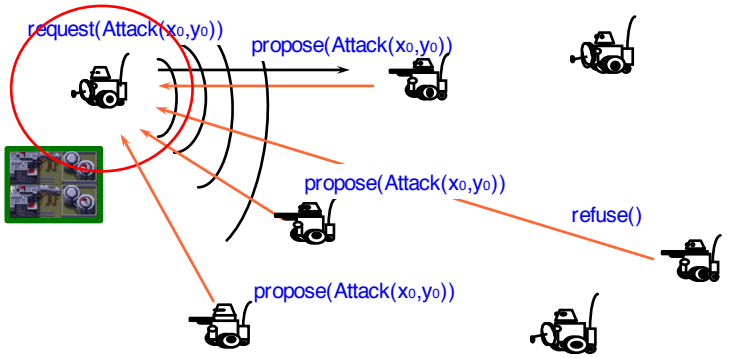
Phase 0: Exploration

- **Les explorateurs cherchent la base ennemie**



Phase 1,2: Appel pour attaquer

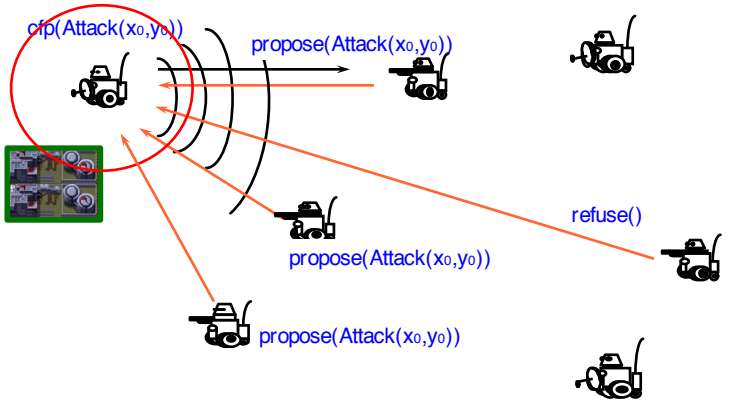
- Les explorateurs envoie des appels d'offres aux lanceurs de missile



Problème: tout le monde vient. A partir de quand attaque-t-on?

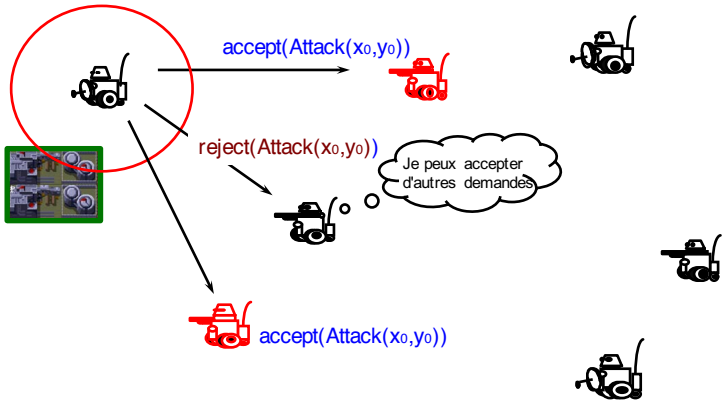
Phase 1, 2: Appel avec nombre défini

- Exemple: réseau contractuel



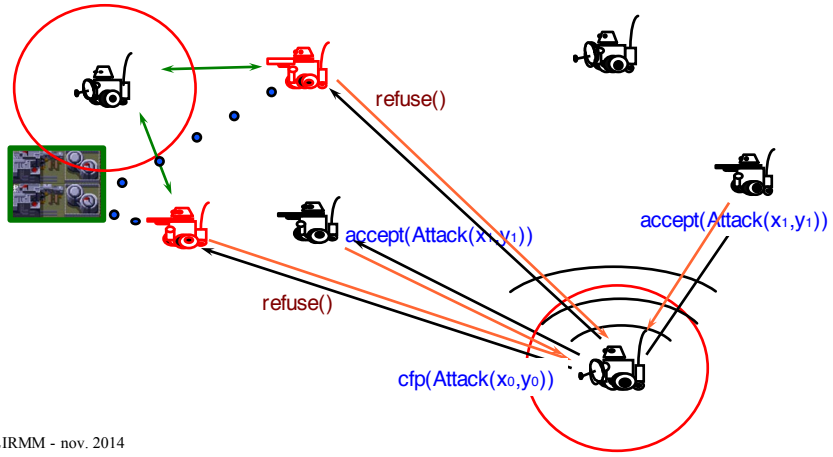
Phase 3 :Appel avec nombre défini

- Exemple: attente de 2 agents. Rejette les autres



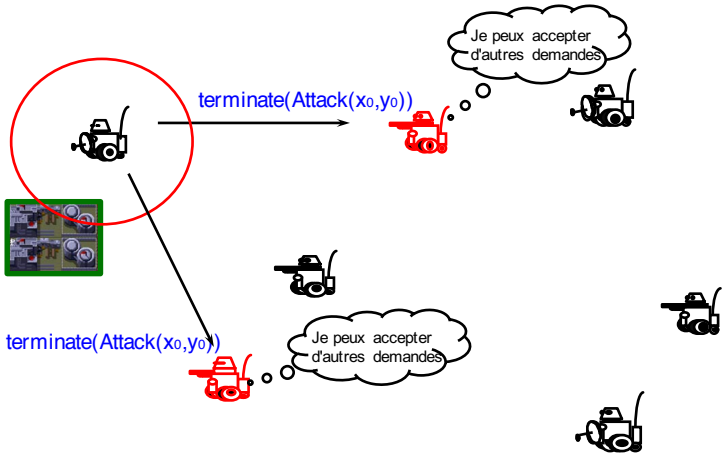
Phase 4: réalisation du contrat:

- Les contractants ne peuvent plus accepter d'autres propositions



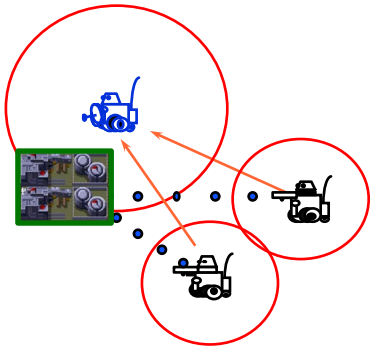
Phase 4 bis :fin du contrat

- Ici c'est le manager qui termine l'engagement



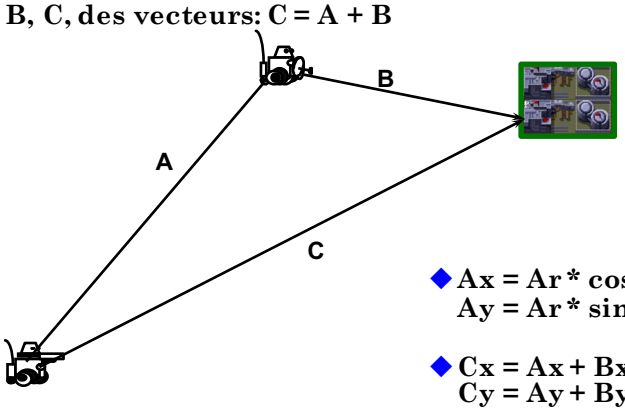
L'aveugle et le paralytique

- Une attaque dirigée par un explorateur: les lanceurs de missile ne perçoivent pas la cible



Récupérer en polaire les infos pour aller vers ou tirer la base

- Si A, B, C, des vecteurs: C = A + B

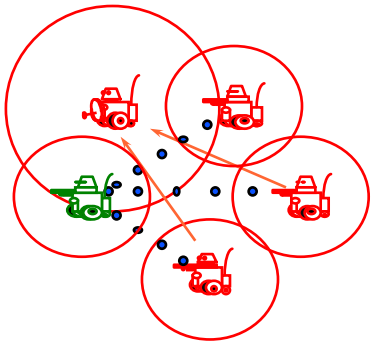


- B est donné par la perception de l'explorateur
- A est donné par le message entre explorateur et combattant

- Ax = Ar * cos(Aθ)
  Ay = Ar * sin(Aθ)
- Cx = Ax + Bx
  Cy = Ay + By
- Cr = Sqrt(Cx^2+Cy^2)
  Cθ = atan(Cy / Cx)

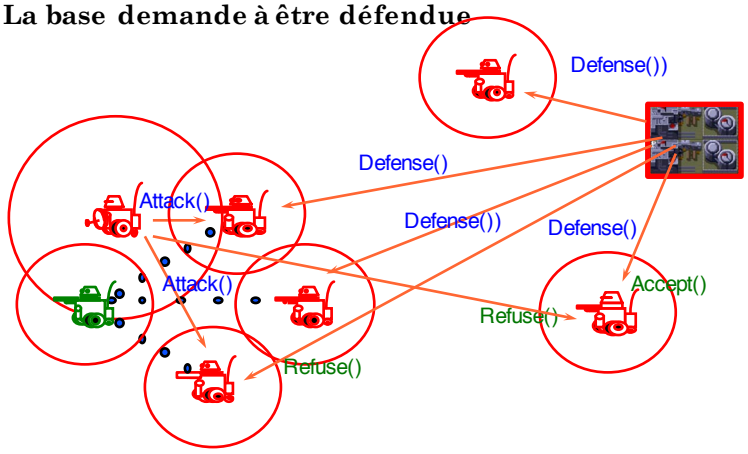
Phase 2: Attaquer à plusieurs sans être vu

- Les explorateurs dirigent l'attaque contre un lanceur de missile qui ne voit pas ses assaillants



Attaquer et défendre

- Les explorateurs dirigent l'attaque contre un lanceur de missile qui ne voit pas ses assaillants
- La base demande à être défendue



Le comportement du lanceur de missile

De rocket-launcher // sans engagement
Si je reçois un message request(attack,p0))
et si distance avec p0 < dist-max, alors lancer-missile direction vers x0, y0
// pas d'engagement

De rocket-launcher // avec engagement
Si je suis **disponible** ou état **en-attaque** et je reçois un message request(attack,p0)
et si distance avec p0 < dist-max, alors lancer-missile direction vers x0, y0
et etat <- **en-attaque**
Si je suis en-defense et je reçois un message request(attack,p0)
alors ne rien changer
Si je suis en-attaque et je n'ai pas reçu de messages d'attaque depuis n tours
alors etat<- **disponible**