

Dialogue et apprentissage

Le système ICPdraw

assistant de dessin

Jean Caelen, Luis Villaseñor



CLIPS

Communication Langagière et
Interaction Personne-Système

CNRS - INPG - UJF



GEOD

Groupe d'Etude sur
l'Oral et le Dialogue

Plan

Problématique

Objectifs

Modèle de dialogue proposé

- L'apprentissage de plans
- La construction de connaissances communes
- La coordination d'actions

Réalisation d'un système adaptatif : ICPdraw, un expert de dessin

Conclusions et Perspectives

Problématique

Le dialogue... pour agir, mais souvent, en machine...

- connaissances statiques sur la tâche
- connaissances statiques sur la langue

Le dialogue pour apprendre...

- connaissances dynamiques sur la tâche
- connaissances dynamiques sur la langue (concepts, référents)

Exemple d'acquisition de concept :

U : il me faudrait un architecte

M : qu'est-ce qu'un « architecte » ?

U : c'est un dessinateur de bâtiments

M : quelle sorte de bâtiments ?

U : essentiellement des maisons

M : ah très bien, je peux devenir un dessinateur de maisons...

/architecte/ = entité(dessiner(maisons))

M = sorte_de(entité)

Exemple d'acquisition de savoir-faire :

U : dessine une maison

M : montre-moi comment faire

U : <suite d'actions> voilà c'est fini

M : comment veux-tu que j'appelle cette maison ?

U : disons... un chalet

M : ah très bien, je sais maintenant dessiner un chalet

dessiner(chalet) = <suite d'actions>

Chalet = sorte_de(maison)

Connaissances acquises

Dessiner(chalet) = <suite d'actions>

Chalet = sorte_de(maison)

Dessiner(maison) = ??

/Architecte/ = entité(dessiner(maison))

/Architecte/ = entité(dessiner(chalet))

U = sorte_de(entité), M = sorte_de(entité)

Connaissances sur les interlocuteurs (performances)

Connaissances sur les concepts (objets)

Connaissances sur les plans (procédures)

...à travers l'activité

Postulats

Le dialogue finalisé est structuré par l'activité

il se modélise bien par la théorie des actes de langage

L'activité est planifiée autour de la tâche

elle est dirigée par le but

Le dialogue a un double objectif

- la conduite interactive de la tâche
- l'acquisition de connaissances pour adapter et améliorer le comportement de la machine

OBJECTIFS (1)

Définir un modèle de tâche dynamique basé sur l'apprentissage

Définir une stratégie coopérative de dialogue pour l'apprentissage d'un comportement « expert »

OBJECTIFS (2)

Réaliser un modèle de dialogue qui incorpore

- la gestion des échanges dialogiques
- la construction de connaissances communes à travers l'acquisition et la structuration de tâches
- la coordination d'actions à partir de la reconnaissance de plans

...Savoir faire en voyant faire

EXEMPLE : ICPdraw

U : dessine une maison

M : montre-moi



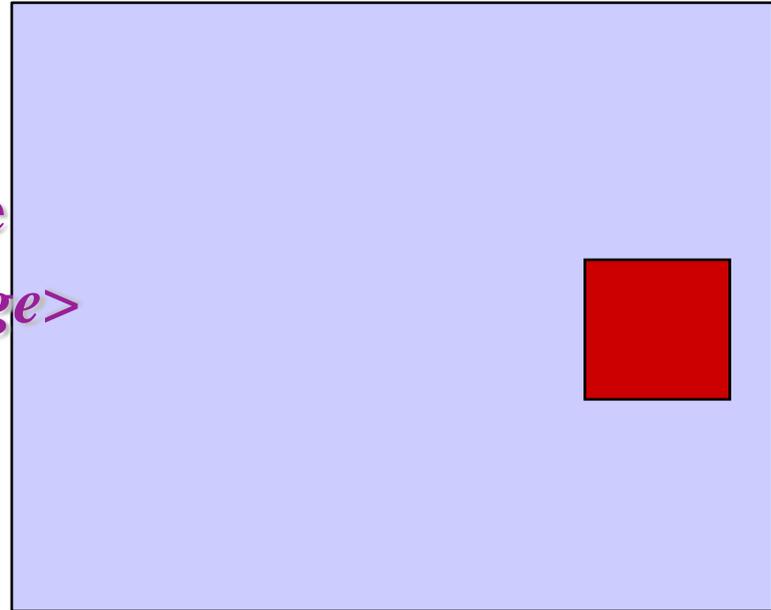
EXEMPLE

U : dessine une maison

M : montre-moi

U: dessine un carré rouge

M: *<dessine un carré rouge>*



EXEMPLE

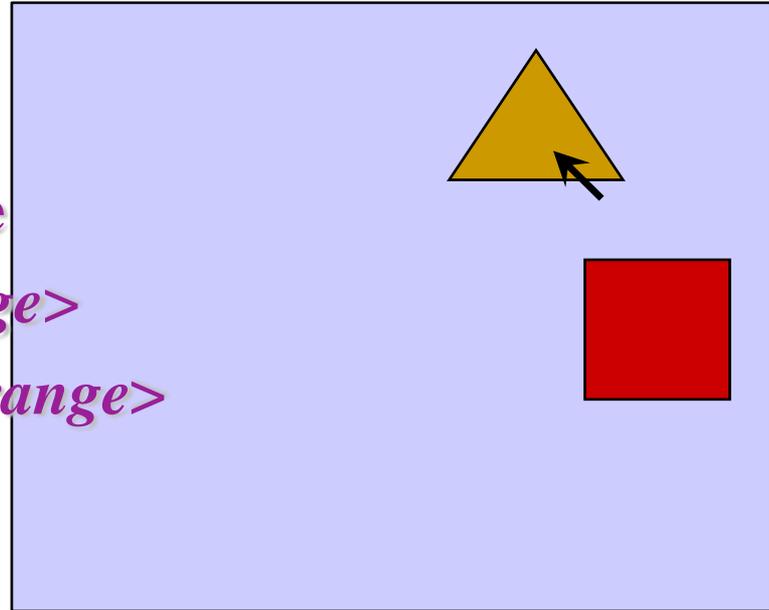
U : dessine une maison

M : montre-moi

U: dessine un carré rouge

M: *<dessine un carré rouge>*

U: *<dessine un triangle orange>*



EXEMPLE

U : dessine une maison

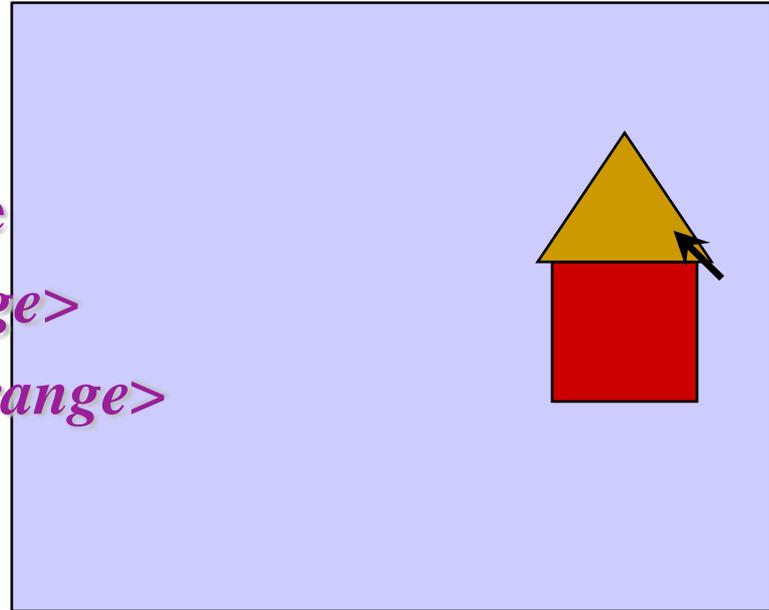
M : montre-moi

U: dessine un carré rouge

M: *<dessine un carré rouge>*

U: *<dessine un triangle orange>*

U: *<déplace le triangle>*



EXEMPLE

U : dessine une maison

M : montre-moi

U: dessine un carré rouge

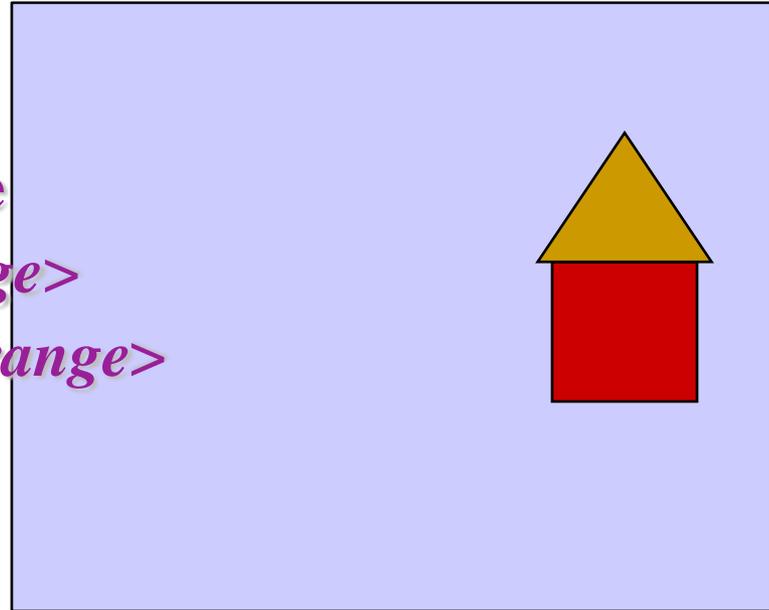
M: *<dessine un carré rouge>*

U: *<dessine un triangle orange>*

U: *<déplace le triangle>*

U: voilà une maison

M : d'accord



la machine connaît maintenant les actions pour
dessine une maison et le concept *maison*

Plan

Problématique

Objectif

Modèle de dialogue proposé

- L'apprentissage de plans
- La construction de connaissances communes
- La coordination d'actions

Réalisation d'un système adaptatif

Conclusions et Perspectives

Modèle général

L'interaction H/M en conception

- tâches non routinières (évolutives)
- mais la conception s'appuie sur la réutilisation de tâches antérieures (ex. architecture, design)

Un dialogue à double fil

- la conduite interactive de la tâche - *quoi faire*
- l'acquisition de connaissances - *comment le faire*

La machine a un double rôle

- d'assistant quand elle est suffisamment experte dans les tâches routinières
- d'apprenti pour les tâches nouvelles

Une logique de l'action

Incorporation d'actions langagières et non-langagières dans le même cadre actionnel

Une logique de l'action [Prendinger, 96; van der Hoek, 94]

- [action] *proposition*
- [plan] *proposition*
- [vérifier *proposition1*] *proposition2*

[dessiner-carré(O_1)] $\exists O_1 : \text{Carré}(O_1)$

[dessiner-triangle(O_2)] $\exists O_2 : \text{Triangle}(O_1)$

[vérifier *au-dessous* (O_1, O_2)] maison (O_1, O_2)

[plan-maison] = [dessiner-carré \wedge dessiner-triangle \wedge vérifier *au-dessous*]

L'action dialogique

Les actes de base

ff *faire-faire*; **f** *faire* (changements dans le monde)

ffs *faire-faire-savoir*; **fs** *faire-savoir* (échange de connaissances)

- Effets des actions dialogiques

ex : $[ff_U a]$ *effets*

- interlocuteur : U *utilisateur*, M *machine*
- *effets* (sur la tâche ou sur les objets ou sur l'interlocuteur) est une proposition
- en réalité : *effets* = $[f_M a]$ *proposition* que l'on abrège en $[ff_U a]$ *proposition*

Temps / événement

Logique d'intervalles

[Shoham, 87]

La proposition p prend sa valeur de vérité pendant l'intervalle de temps $t_1 \backslash t_2$

$\text{HOLDS}(t_1 \backslash t_2, p)$ abrégé en $(t_1 \backslash t_2, p)$

Logique d'événements

L'action est considérée comme un événement (car seul son résultat importe)

$\text{OCCURS}(t_3, action)$ abrégé en $(t_3, action)$

Séquence d'actions

Notations

[t_0, f_{ff_U} dessiner-carré(O_1)] ($t_1 \setminus T, \exists O_1 \wedge \text{Carré}(O_1, h(O_1))$)

[t_2, f_U dessiner-triangle(O_2)] ($t_2 \setminus T, \exists O_2 \wedge \text{Triangle}(O_2, h(O_2))$)

[t_3, f_{fs_U} maison(O_1, O_2)] $\exists R \wedge R(O_1, O_2)$

[f_M vérifier *au-dessous* (O_1, O_2)] ($t_4 \setminus T, \text{maison}(O_1, O_2)$)

Avec :

T = temps indéfini

$h(x)$ = paramètres de x (position, taille, etc.)

$R(x, y)$ = relation prédéfinie entre x et y (position, taille, etc.)

Le plan

Plan d'une tâche = séquence d'actions orientée vers la réalisation d'un but

$$\text{Plan (But)} = [f_M \text{ vérifier}(\text{pré-conditions}(\text{But})) \wedge \\ f_M a_1 \wedge f_M a_2 \wedge \dots \wedge f_M a_n \wedge \\ f_M \text{ vérifier}(\text{post-conditions}(\text{But}))]$$

On suppose que les conditions préparatoires et les conditions de succès des actions a_i sont remplies (en effet elles ont été apprises et validées au cours du dialogue)

Exemple

Plan(Maison)

Séquence observée : $[t_1, \text{dessiner}(\text{carré1}, p1)] \wedge [t_2, \text{dessiner}(\text{triangle2}, p2)] \wedge [t_3, \text{déplacer}(\text{triangle2}, p3)]$

Création du plan :

H1= $[\text{dessiner}(\text{carré1}, p1)] \wedge [\text{dessiner}(\text{triangle2}, p3)]$ *le déplacement n'est pas pertinent (action fortuite)*

H2= $[\text{dessiner}(\text{carré1}, p1)] \wedge [\text{dessiner}(\text{triangle2}, p3)] \wedge [\text{vérifier au-dessous} (p1, p3)]$ *le déplacement est pertinent (action nécessaire)*

Validation de la solution :

- Par dialogue ou,
- En généralisant à partir d'autres exemples

Apprentissage de plan

Règles de construction

$[t_1 \setminus t_2, position(x, p_1(x))] \wedge [t_2, déplacer(x, p_2(x))] \supset$

$[t_2 \setminus T, position(x, p_2(x))]$

Etc.

A partir des connaissances d'arrière-plan on déduit les relations

$R(x,y) \in \mathfrak{R} = \{ \text{au-dessus, à-droite, etc.} \}$

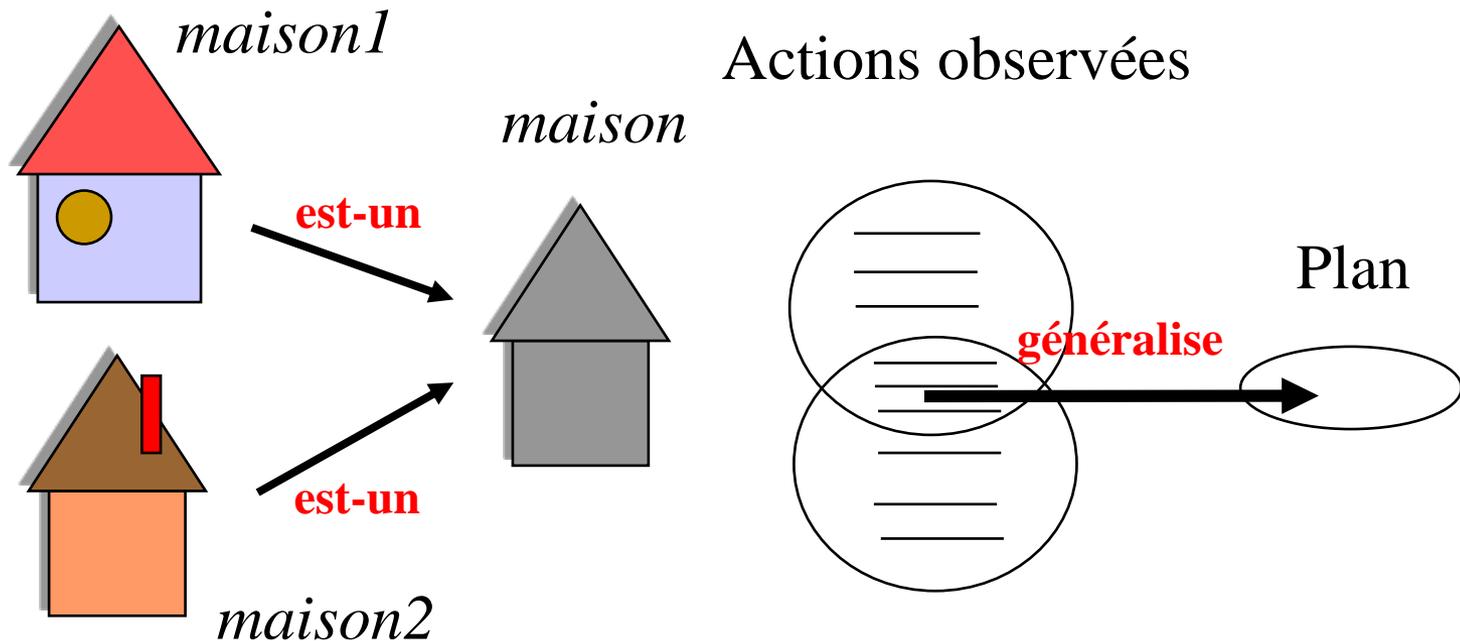
Règles de généralisation

- Maximisation du nombre des actions pertinentes
- Généralisation minimale

Exemple

Maximisation des actions : H2

Généralisation minimale à partir de plusieurs exemples

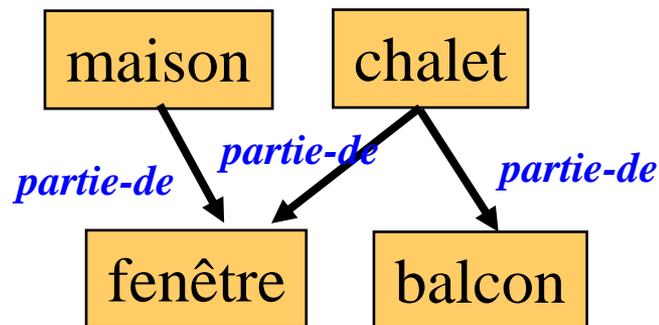
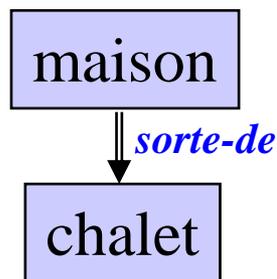
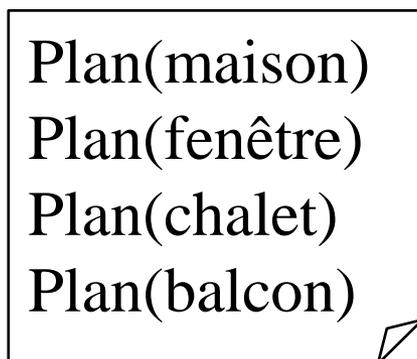


Apprentissage de concepts

La formation de concepts

- Les concepts sont des plans (et non des formes ou des propriétés)
- Formés à partir d'exemples positifs

Deux relations : *sorte-de*, *partie-de*



On ne peut exprimer par des actions *chalet = maison en bois*
Mais *maison avec balcon (=chalet)* ou *maison sans fenêtre*

Correspondance concept/plan

Si y sorte-de x alors $\text{Plan}(x) \subset \text{Plan}(y)$
en d'autres termes $\exists z : \text{Plan}(y) = \text{Plan}(x) \cup \text{Plan}(z)$

Si y partie-de x alors $\text{Plan}(y) \subset \text{Plan}(x)$

Pour y \oplus x faire $\text{Plan}(y) \cup \text{Plan}(x)$ (\oplus se lit « avec »)

Pour y $-$ x faire $\text{Plan}(y) - \text{Plan}(x)$ (- se lit « sans »)

Cela permet de factoriser les plans et de ramener les notions d'héritage à des notions ensemblistes

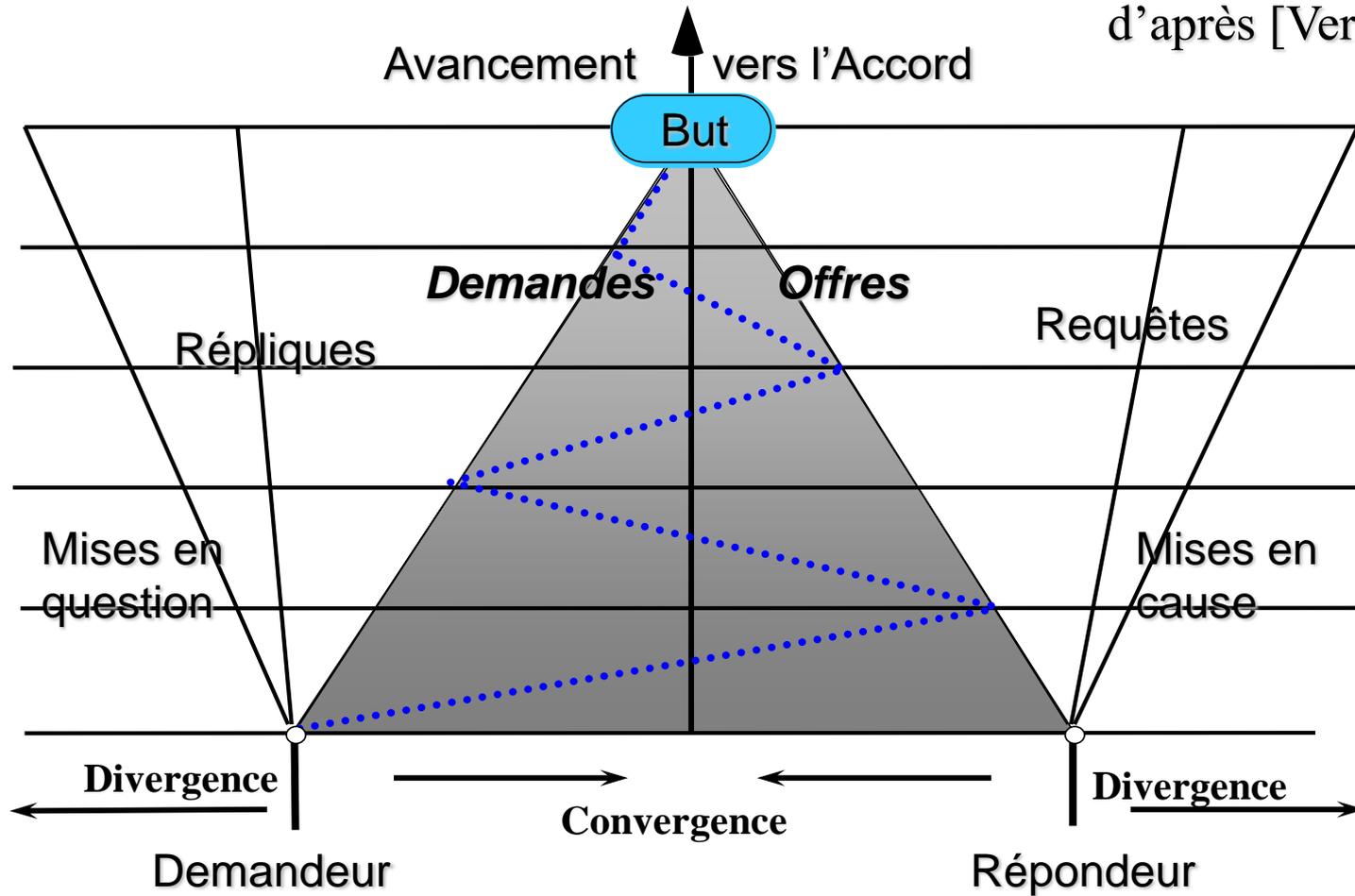
Modèle de dialogue

Dirigé par le but [Caelen, 95; Vernant, 92]

- le dialogue est vu comme un processus de convergence
- chaque acte de dialogue affecte ce processus de convergence

Un échange

d'après [Vernant, 92]



Gestion des échanges

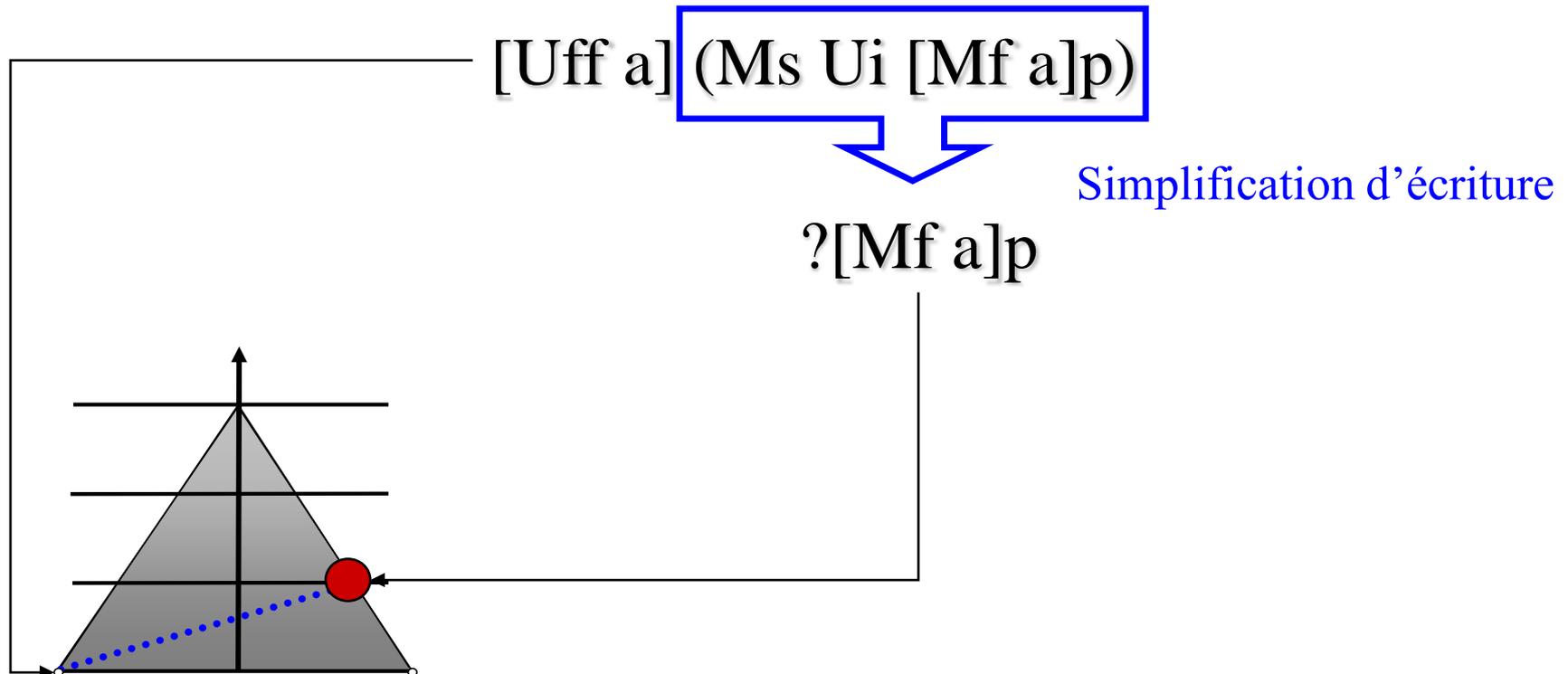
Le but

- **but posé** : par U ou M, initialise le début d'un nouvel échange
- **but atteint** : l'échange est marqué par un succès (au sens de la logique illocutoire)
- **but abandonné** : par suite d'erreur, d'incompréhension, de changement d'objectif, etc.
- **but satisfait** : l'échange est conclu par un accord (ne peut satisfaire un but que celui qui l'a posé)

Gestion des échanges

Une logique dialogique

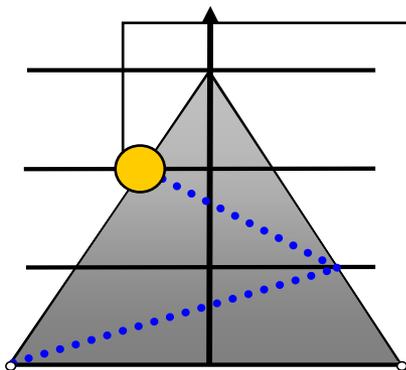
but posé (par U)



Gestion des échanges

Une logique dialogique

but atteint



Gestion des échanges

Une logique dialogique

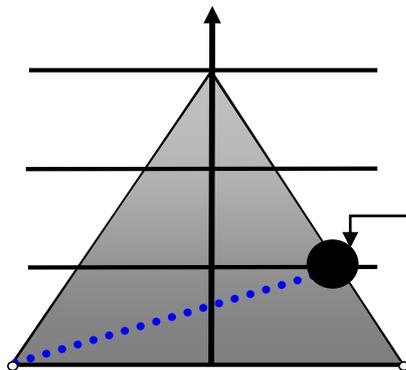
but abandonné

?[Mf a]p \wedge

([Ufs U¬i [Mf a]p] q \vee
?[Uf a']p')

explicite

implicite

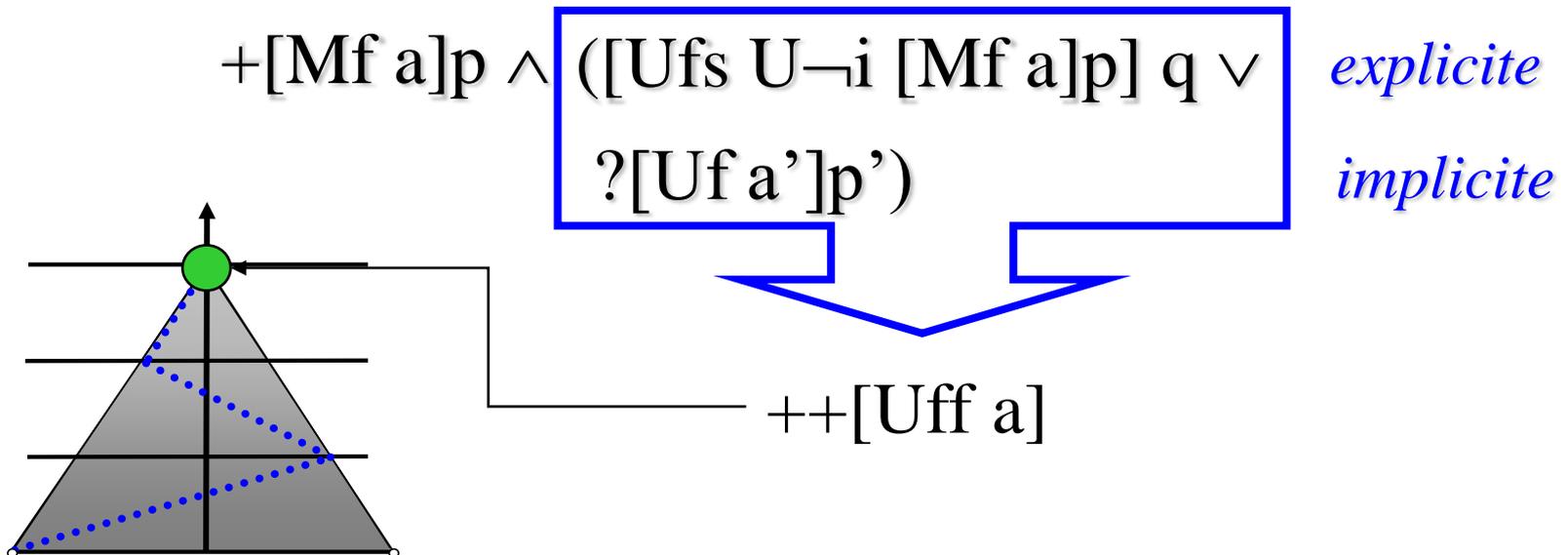


@ [Uff a]

Gestion des échanges

Une logique dialogique

but satisfait



Aide à la tâche

Acquisition des savoir-faire pour...

- réitération de la tâche
- réutilisation de parties de la tâche
- anticipation sur la tâche en cours

Apprendre le plan d'une tâche à chaque occurrence d'un nouvel exemple de cette tâche

- à partir de peu d'exemples
- et seulement des exemples positifs

AXIOMES

Comportement de la machine envers un but posé

M sait faire la tâche

$$?[Mf a]p \wedge Msf a \supset [Mf a]p$$

M ne sait pas faire la tâche

$$?[Mf a]p \wedge M\neg sf a \supset [Mfs b](?[Uf a] Msf a)$$

...M demande qu'on lui montre

AXIOMES

Si M sait faire la tâche...

?[Mf a] \wedge Ms plan(a) \supset

[Mf vérifier(précond_a)
 \wedge Mf actions_a,
 \wedge Mf vérifier(postcond_a)]

[Mf a] p

AXIOMES

Si M sait continuer la tâche commencée...

Détermination de l'intention

$$+[Uf b] \wedge Ms (b \text{ partie-de } a) \wedge Msf a \supset \\ ?[Mf \text{ vérifier}(Ui [Uf a])]$$

Confirmation de l'intervention et exécution

$$Ms Ui [Uf a] \supset [Mf a] p$$

AXIOMES

Si M sait faire une partie de la tâche...

Demande de montrer la suite

$$+[Mf b] \wedge Ms (b \text{ partie-de } a) \wedge M \neg sf a \supset \\ [Mfs a](\ ?[Uf a] Msf a)$$

Et apprend si U lui montre

$$+[Uf a] \supset [Msf a] p \wedge [Mfs a]$$

AXIOMES

Si M ne sait pas faire la tâche...

Demande de montrer la tâche

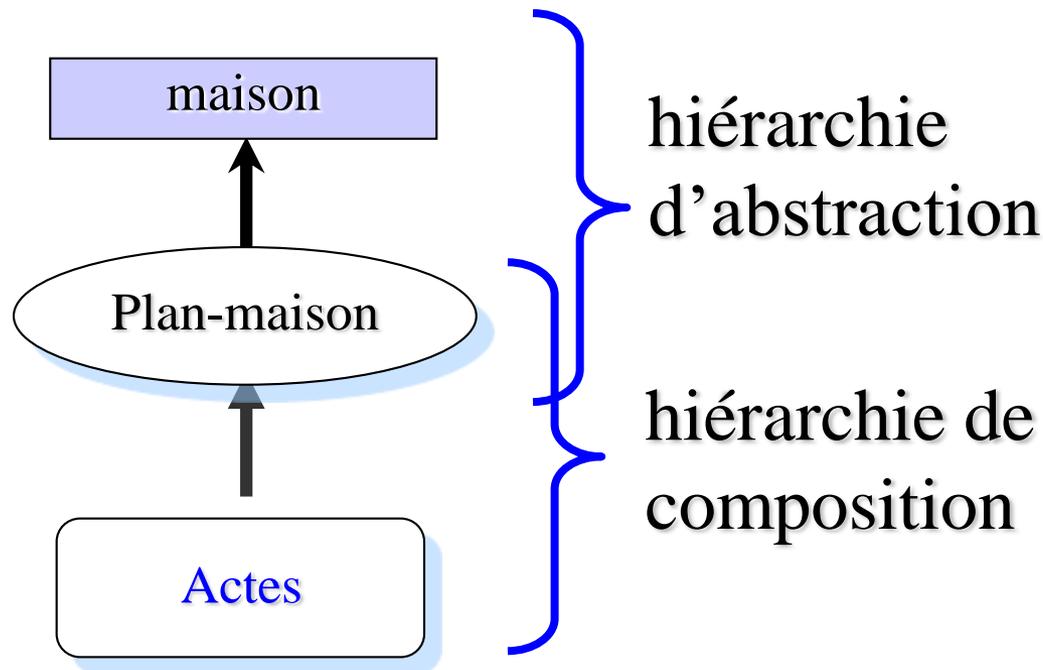
$$?[Mf a] \wedge (M \neg sf a) \supset [Mfs a](?[Uf a] Msf a)$$

Et apprend si U lui montre

$$+[Uf a] \supset [Msf a] p \wedge [Mfs a]$$

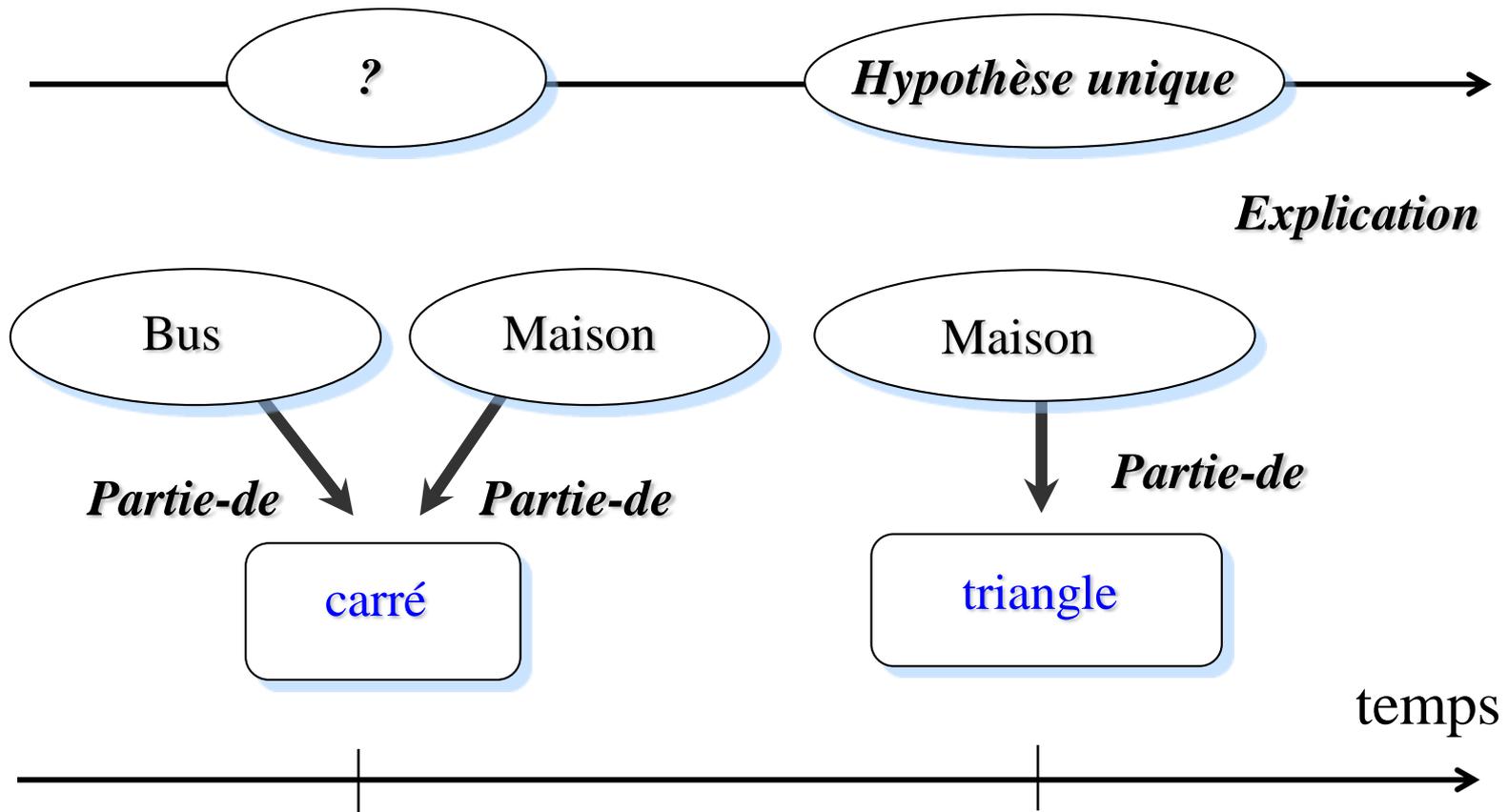
Reconnaissance du plan

*Est un processus
d'explication*



Etape 1 : activer les candidats
Etape 2 : filtrer les hypothèses

Reconnaissance du plan



Plan

Problématique

Objectif

Modèle de dialogue proposé

- L'apprentissage de plans
- La construction de connaissances communes
- La coordination d'actions

Réalisation d'un système adaptatif

Conclusions et Perspectives

ICPdraw = Interacteur Collaboratif Parlé pour le dessin

ICPdraw (interface multimodale adaptative
pour le dessin)

- Un gestionnaire de dialogue
- Les procédures d'acquisition de tâche et de reconnaissance

(avec simplification dans la reconnaissance et la génération d'actes
de langage)

L'interface



ICPdraw

Fenêtre de dessin

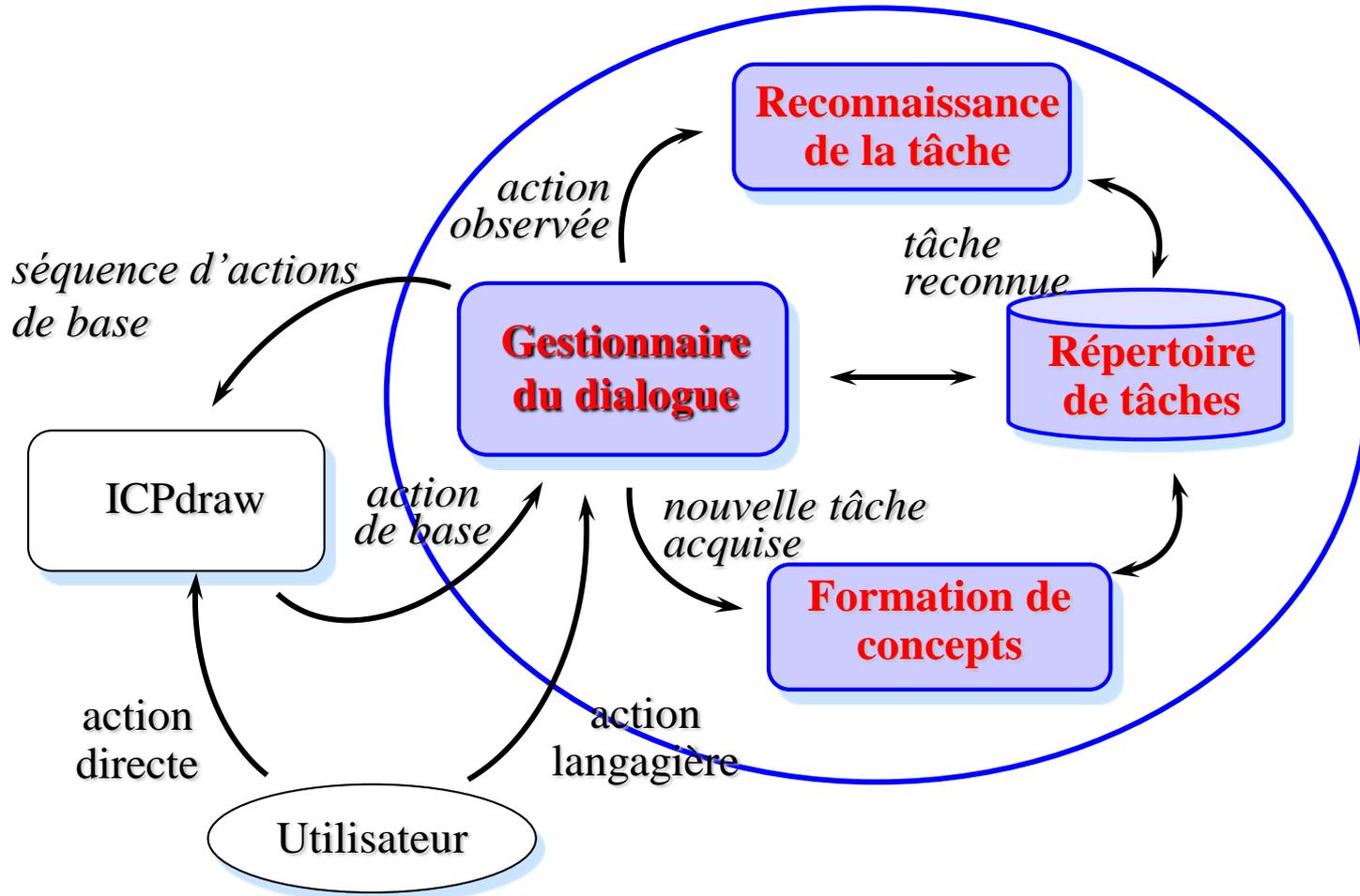
Fenêtre de dialogue

Question Machine

Commande User

Réponse User

Modules du système



RÉSULTATS

Validation générale du système réalisé et des concepts théoriques

- Logiciel opérationnel (sur-couche en C++ et Prolog)
- Des utilisateurs ont manipulé le système...

OBSERVATIONS : USAGE

L'utilisateur devant l'ordinateur assistant
doit :

- S'habituer au rôle de maître
- Accepter des interruptions de la machine
- Se souvenir des connaissances en machine d'une session à la suivante

OBSERVATIONS : APPRENTISSAGE

Jugement sur la stratégie

- Acquisition des tâches : il y aurait aussi nécessité d'acquérir une tâche de manière opportuniste ou *a posteriori*
- Pertinence des interventions de la machine : la machine n'intervient pas toujours au bon moment dans la tâche et quelque fois trop tard

OBSERVATIONS : ROBUSTESSE

Évaluation du pouvoir de généralisation du point de vue de l'utilisateur

- si l'utilisateur fait des généralisations très complexes, la machine a du mal à suivre, et ses résultats déconcertent l'utilisateur
- pour arriver à un ensemble de concepts bien structuré pour la machine, l'utilisateur doit faire des efforts

OBSERVATIONS : ROBUSTESSE

Évaluation du pouvoir de généralisation du côté de la machine

- le système de généralisation est perturbé dans le cas où les exemples d'une tâche sont trop différents, et par l'ordre de présentation des exemples (la recherche d'actions caractéristiques en dépend),
- l'arbre des concepts peut être « plat » (à la suite de généralisations triviales).

OBSERVATIONS : ERGONOMIE

Pendant la reconnaissance de la tâche

- intervention souhaitée de l'utilisateur dans l'élaboration d'une hypothèse (principe du contrôle partagé)

Après la reconnaissance de la tâche

- éviter les ruptures, par ex. finir le dessin avec les objets reconnus plutôt que refaire le dessin (principe de continuité alternée dans le fil de l'action)

CONCLUSIONS

Apport théorique au modèle de dialogue :

Le modèle permet d'interagir avec l'utilisateur et d'établir en dialoguant *quoi faire* et *comment faire*

- intégration sur le même cadre actionnel des interventions langagières et non-langagières
- prise en compte de tâches évolutives

CONCLUSIONS

Exploration de solutions possibles pour la construction de connaissances communes

- par représentation de la tâche, des actions pour généraliser les concepts

Mise au point d'un processus dynamique pour la reconnaissance du plan

- pour anticiper la réalisation d'une tâche

CONCLUSIONS

Apport pratique au modèle de dialogue :

Réalisation d'un démonstrateur autour de
l'application de dessin ICPdraw

mais d'utilisation délicate sur le plan de
l'ergonomie...

PERSPECTIVES

Nécessité d'intégration des stratégies de négociation

- participation de l'utilisateur dans le processus de formation de concepts

Mettre à disposition de l'utilisateur les résultats partiels de la reconnaissance de tâches

- pour déléguer, le plus tôt possible, le travail à la machine