



Un ACA *sincère* comme compagnon artificiel

1

WACAI 2012

Jérémy Rivière, Sylvie Pesty, Carole Adam
Equipe MAGMA, LIG



Le compagnon artificiel



(EmotiRob, 2008)



Projets européens *Companions* (2007) et **LIREC** (2008)

Capables de construire et d'entretenir une relation sociale et affective à long-terme avec l'utilisateur (Pesty & Duhaut, 2012)

Critères d'acceptabilité

Utilité, utilisabilité, ergonomie

...

(domaine des IHM)

Réaliste

- rendu de l'apparence physique (cheveux, peau, rides ...)
 - animation (gestes, expressions faciales...)
- (domaine de l'informatique graphique)*

Crédible

- se comporter de manière adéquate selon la situation
 - exprimer correctement ses émotions
- (interaction affective)**
- raisonner dans son environnement social
- (domaine de l'IA)*

Limites des approches actuelles

- **Approches actuelles**: modélisation des émotions

Rôle central des émotions dans les interactions affectives (Piaget 1989, Picard 1997)

→ Les agents virtuels **qui expriment des émotions** sont plus **crédibles**

- **Limites**

- Les émotions **ne sont pas les seuls états mentaux** exprimés

Etat mental : état cognitif dirigé vers un objet (*Searle 1984*)
Croyances, buts, intentions, émotions ...

- « *In order to **interact socially** with a human, a robot must convey intentionality, that is, **the human must believe that the robot has beliefs, desires, intentions*** »

(Breazeal 1999)

- **Solution**

L'ACA doit montrer à l'humain qu'il a des états mentaux (dont des émotions).

Proposition: un ACA **sincère**, affectif et expressif

- **Définition de la sincérité**

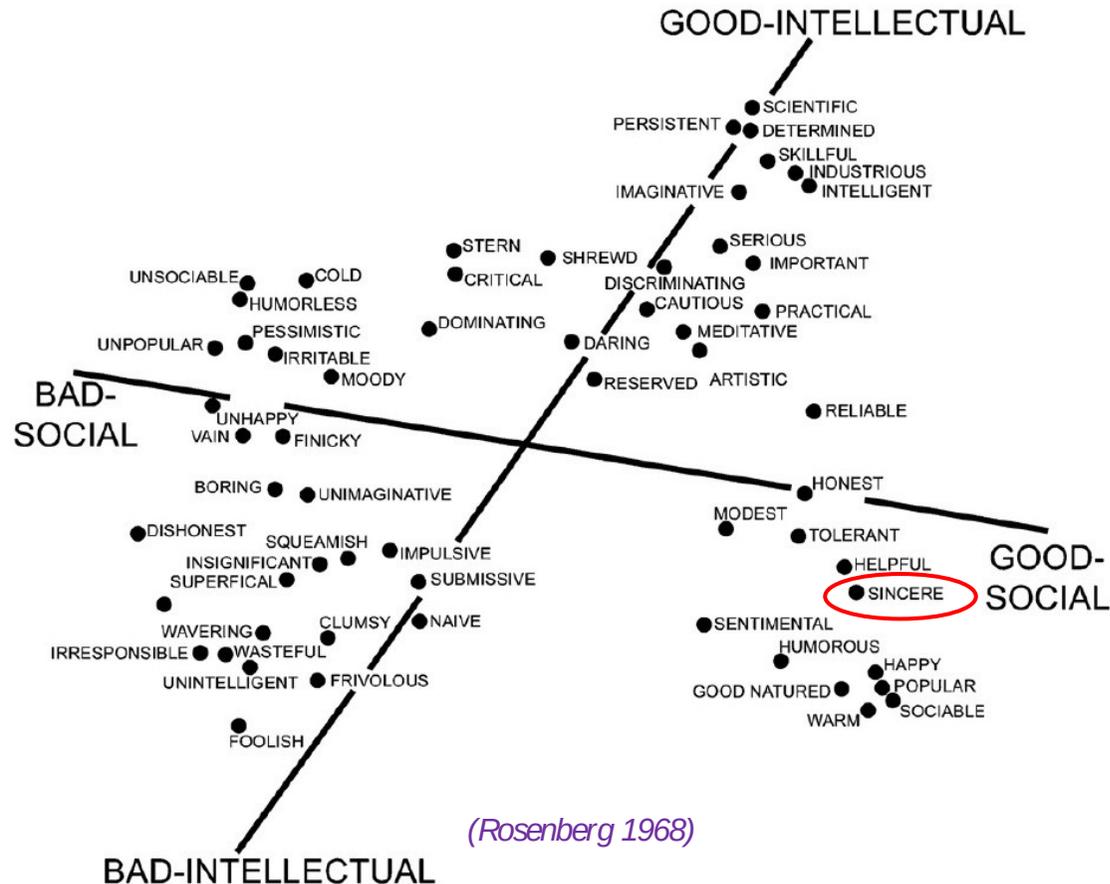
« *la qualité d'une personne sincère, qui exprime des sentiments réellement éprouvés, qui ne cache pas ses pensées* » (Dictionnaire Atilf)

—> Un ACA expressif et sincère exprime **l'ensemble de ses états mentaux** - lorsqu'il est affectif, il exprime également **ses émotions**

- *Hypothèse*: **le double apport** de la sincérité

- La sincérité **rend explicites** les états mentaux de l'agent pour l'humain ;
- La sincérité de l'agent le rend plus **crédible comme compagnon artificiel**.

Proposition: un ACA *sincère*, affectif et expressif



- La sincérité est une valeur **positive** de la personnalité dans sa dimension **sociale**
- Le « *Good-Social* » contribue à la mise en place d'une interaction affective et sociale (*Demeure 2011*)

Objectifs et contributions

Proposition : concevoir un ACA *sincère, affectif et expressif*

Objectifs :

1. Donner des états mentaux à l'agent
2. Mettre en place des mécanismes de déduction, mise à jour des états mentaux et décision de l'intention communicative
3. Permettre à l'agent d'exprimer ses états mentaux



Contributions :

1. Le modèle **BIGRE**
2. Le **Langage de Conversation Multimodal** (LCM)
3. **Moteur de raisonnement**



Formalisation des états mentaux

Le modèle BIGRE

- La *Logique Modale de la Communication* introduit 4 opérateurs logiques
 (Guiraud 2011)

$Bel_i \varphi$, $Ideal_i \varphi$, $Goal_i \varphi$, $Resp_i \varphi$

L'agent i croit que φ est vrai L'agent i a comme idéal φ L'agent i a pour but φ L'agent i est responsable de la situation φ (déduite d'un raisonnement contrefactuel)

- Emotions complexes**: combinaisons d'états mentaux
 (B+I+G+R \rightarrow E, **le modèle BIGRE**)

\wedge	$Bel_i \varphi$	$Bel_i Resp_i \varphi$	$Bel_i Resp_j \varphi$
$Goal_i \varphi$	$Joie_i \varphi$	$Rejouissance_i \varphi$	$Gratitude_{i,j} \varphi$
$Goal_i \neg \varphi$	$Tristesse_i \varphi$	$Regret_i \varphi$	$Deception_{i,j} \varphi$
$Ideal_i \varphi$	$Approbation_i \varphi$	$SatisfactionMorale_i \varphi$	$Admiration_{i,j} \varphi$
$Ideal_i \neg \varphi$	$Desapprobation_i \varphi$	$Culpabilite_i \varphi$	$Reproche_{i,j} \varphi$

Langage de Conversation Multimodal

Bibliothèque d' **Actes de Conversation Multimodaux** (ACM)

Assertifs	Engageants	Directifs	Expressifs
<i>Dire</i> <i>Affirmer</i> ⁺ <i>Croire</i> ⁻ <i>Inform</i> <i>Nier</i> <i>Contredire</i> <i>Rappeler</i>	<i>Promettre</i> <i>Assurer</i> ⁺ <i>Accepter</i> <i>Refuser</i> <i>Offrir</i> <i>Renoncer</i>	<i>Demander</i> <i>Exiger</i> ⁺ <i>Conseiller</i> ⁻ <i>Suggérer</i> ⁻⁻	<i>Se réjouir</i> <i>Se féliciter</i> ⁺ <i>Remercier</i> <i>Féliciter</i> ⁺ <i>Regretter</i> <i>S'excuser</i> <i>Demander pardon</i> ⁺ <i>Se plaindre</i> <i>Se lamenter</i> ⁺ <i>Se satisfaire</i> <i>Se vanter</i> ⁺ <i>Adhérer</i> <i>Complimenter</i> ⁺ <i>Culpabiliser</i> <i>Se repentir</i> ⁺ <i>Reprocher</i> <i>Protester</i> ⁺ <i>Saluer</i> <i>Pleurnicher</i> <i>Approuver</i> <i>Désapprouver</i>

Préconditions

conditions de sincérité +
 conditions liées au contexte
 d'énonciation

Effets « d'émission »

(acte accompli par l'agent)

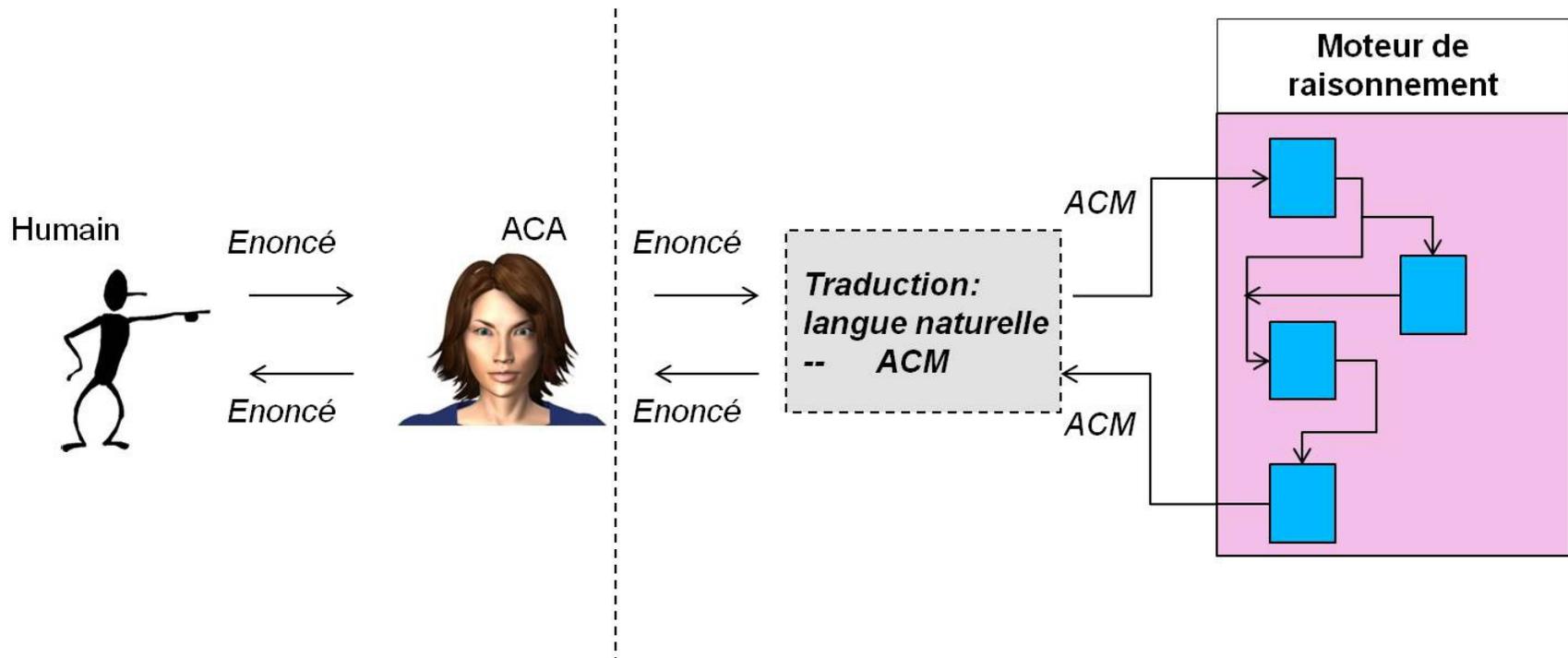
Effets « de réception »

(acte accompli par l'humain)

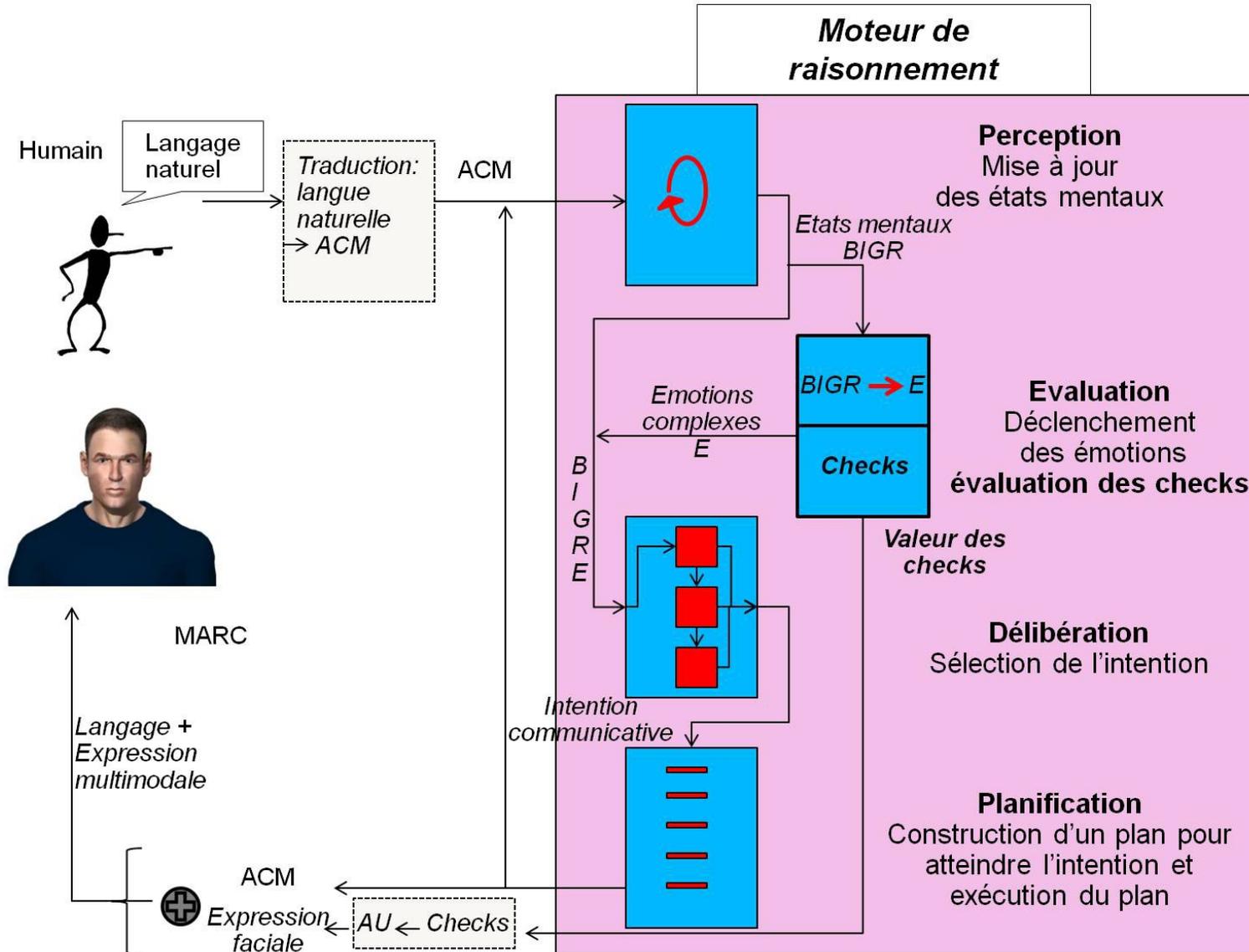
Le moteur de raisonnement

Schéma de principe

- Etats mentaux de l'ACA **formalisés par BIGRE**
- **Intégration du LCM** pour exprimer ces états mentaux



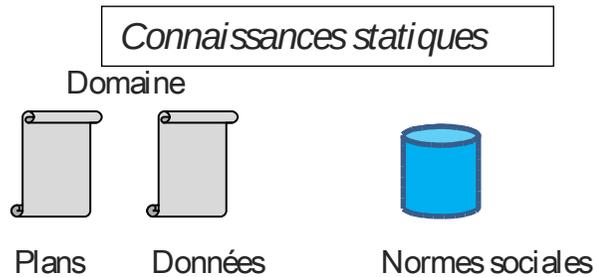
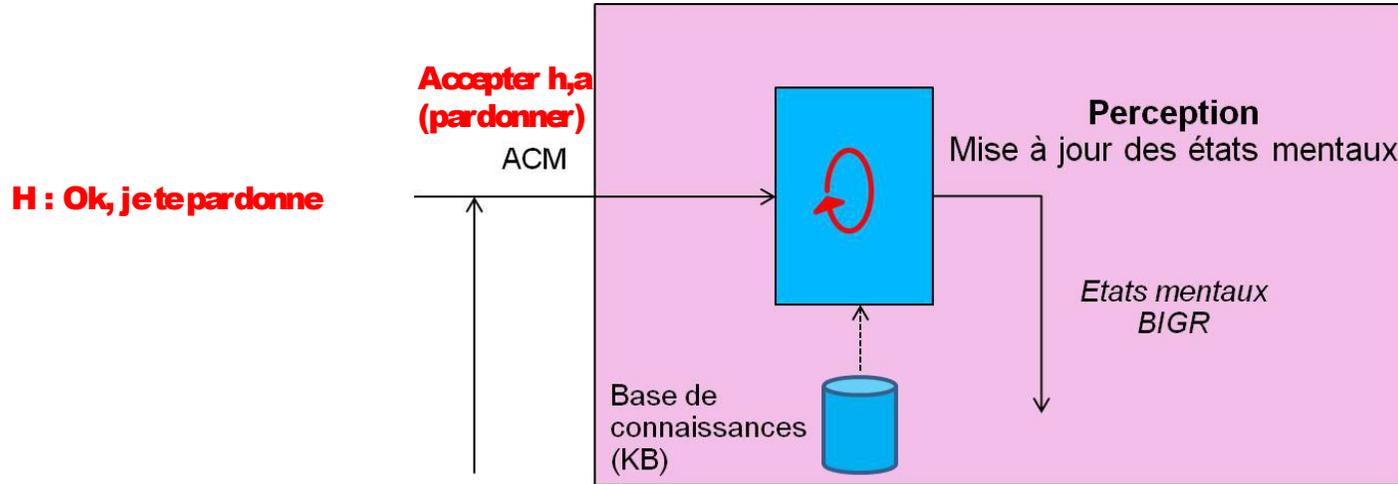
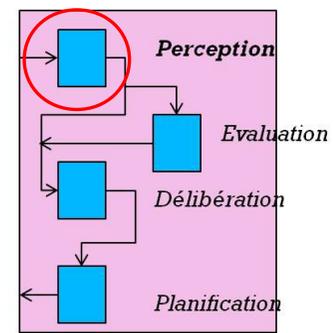
Architecture



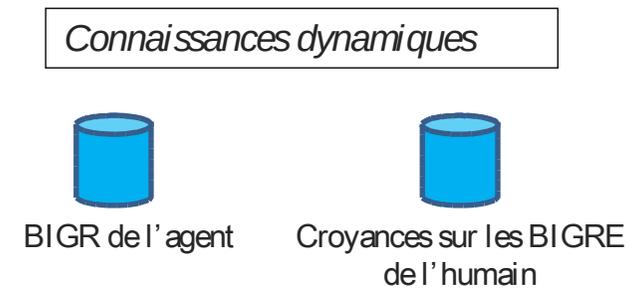


+ Le moteur de raisonnement

Module de Perception

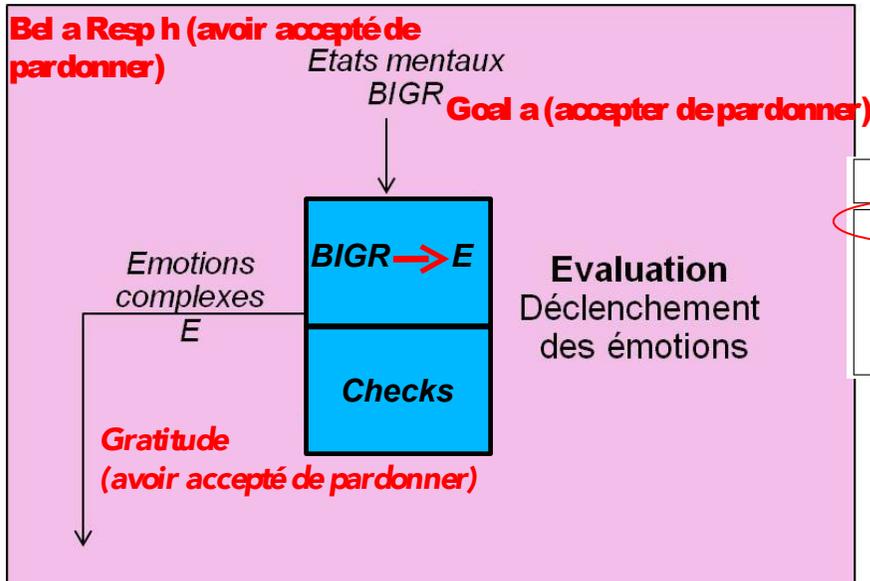
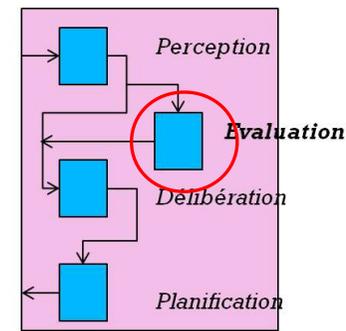


Bel a Resp h (avoir accepté de pardonner)



+ Le moteur de raisonnement

Module d'Evaluation



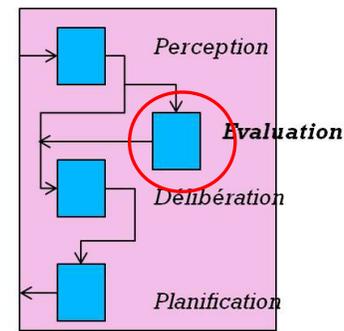
Déclenchement des émotions complexes à partir de leur définition logique et des BGR mis à jour

\wedge	$Bel_i \varphi$	$Bel_i Resp_i \varphi$	$Bel_i Resp_j \varphi$
$Goal_i \varphi$	$Joie_i \varphi$	$Rejouissance_i \varphi$	$Gratitude_{i,j} \varphi$
$Goal_i \neg \varphi$	$Tristesse_i \varphi$	$Regret_i \varphi$	$Deception_{i,j} \varphi$
$Ideal_i \varphi$	$Approbation_i \varphi$	$SatisfactionMorale_i \varphi$	$Admiration_{i,j} \varphi$
$Ideal_i \neg \varphi$	$Desapprobation_i \varphi$	$Culpabilite_i \varphi$	$Reproche_{i,j} \varphi$

Les émotions déclenchées ont un **degré d'intensité** provenant du degré des buts et idéaux de leur définition

H : Ok, je te pardonne

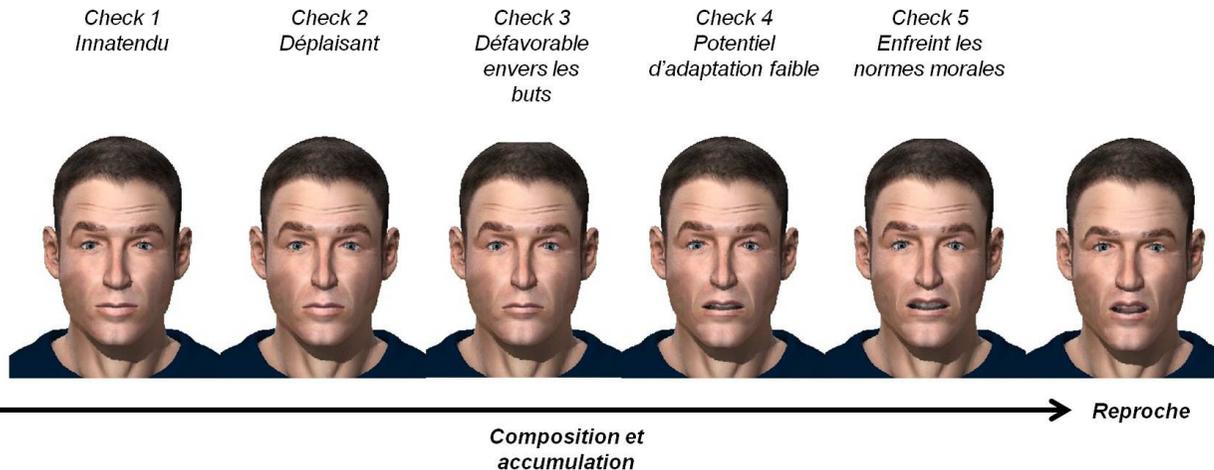
+ Le moteur de raisonnement Module d'Evaluation



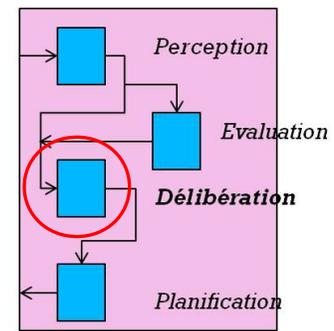
Construction d'une **expression faciale** dynamique

Basée sur la théorie de l'évaluation des émotions de Scherer (*Scherer 1984*)

- **Adaptée** au contexte du dialogue
- **Chaque ACM est évalué** en fonction de « checks »
(*nouveauté, plaisir intrinsèque, rapport aux buts de l'agent, potentiel d'adaptation et rapport aux normes*)
- Evaluation d'un *check* = **une expression faciale** – composition de ces expressions



+ Le moteur de raisonnement Module de Délibération



15

- **Sélection d'une intention** à partir des BIGRE mis à jour
- 3 types d'intentions communicatives

- **Intention émotionnelle**: l'intention d'exprimer une émotion (l'ACA est affectif, expressif et sincère)
- **Intention d'obligations**: l'intention de suivre une règle d'obligations du discours (*Traum & Allen 1994*)

Ex. Lorsque l'humain Demande/Exige, l'agent doit Accepter ou Refuser selon ses plans, croyances et buts

- **Intention globale**: l'intention de poursuivre un des buts sélectionné par engagement

- Promettre ou Accepter une demande – **engagement public**
- Sur un des buts, par raisonnement pratique – **engagement privé**

Régulation
locale du
dialogue

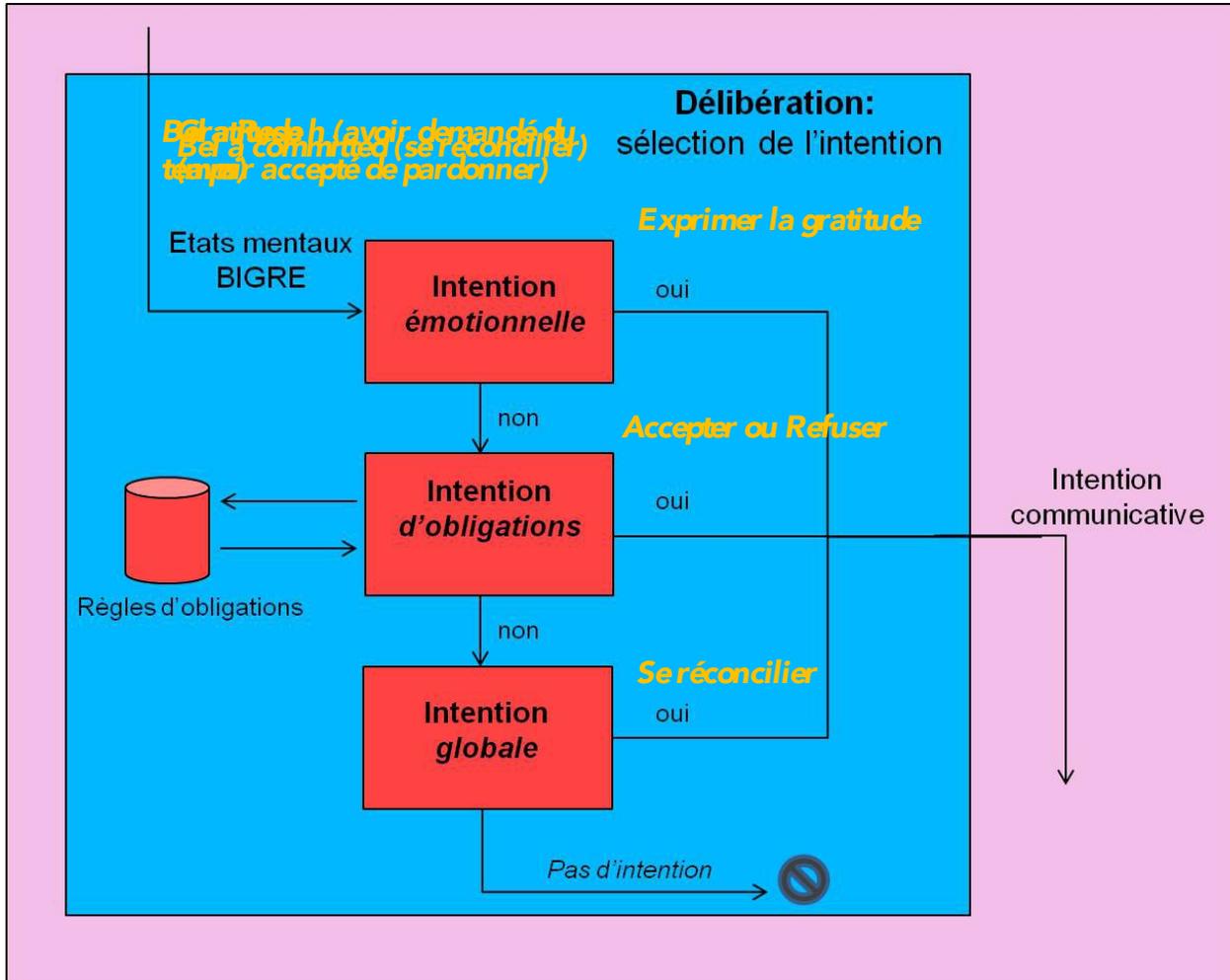
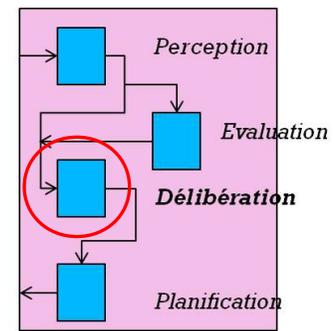
Direction
globale du
dialogue

2 niveaux
du dialogue
(*Baker 1994*)

+

Le moteur de raisonnement

Module de Délibération

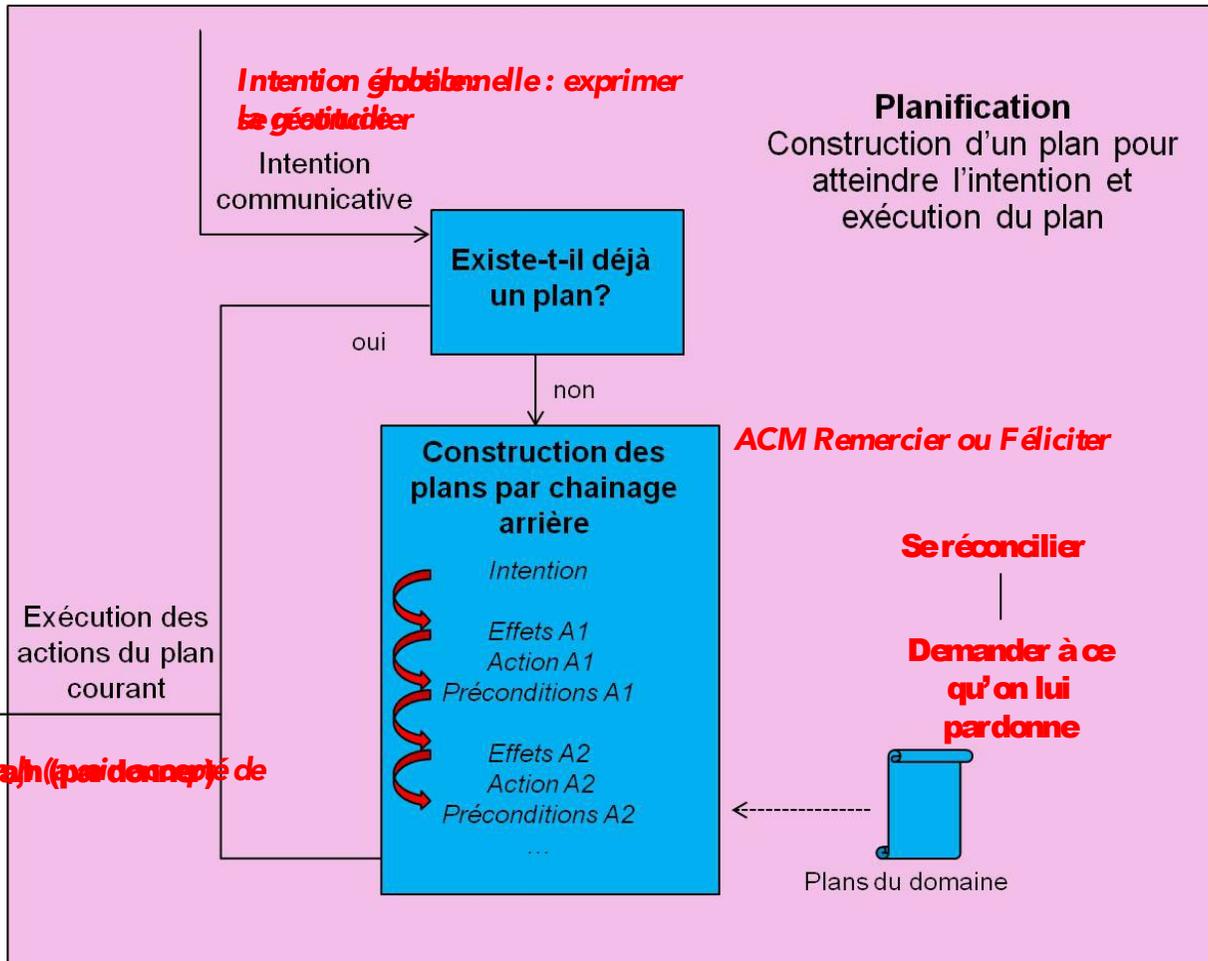
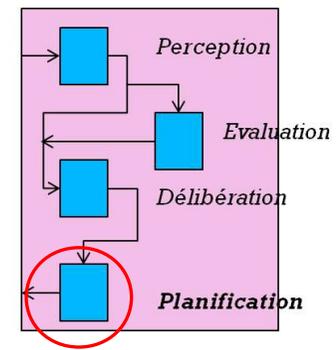


H : Ok, je te pardonne
Accepter h, a (pardonner)

H : J'ai besoin d'un peu de temps
Demander h, a (temps)

+

Le moteur de raisonnement Module de Planification



H : Ok, je te pardonne
Accepter h, a (pardonner)

A : Merci de ta confiance!
Remercier a, h (avoir accepté de pardonner)

H : J'ai besoin d'un peu de temps
Demander h, a (temps)

A : Je préférerais avoir une réponse maintenant
Refuser a, h (temps)

A : On peut avoir des convictions politiques différentes et rester amis, tu ne penses pas?
Demander a, h (pardonner)

Demander a, h (pardonner) de pardonner)

Evaluation du moteur de raisonnement

Scénario : « Vous vous êtes disputés hier avec votre agent compagnon. Aujourd'hui, vous rallumez votre ordinateur et retrouvez Mary. »

Protocole : Mary regrette la dispute et demande qu'on lui pardonne

- Les sujets peuvent
 - **Pardonner à Mary**
 - **Ne pas lui pardonner**
 - **Demander du temps pour réfléchir**
- Quelles sont **les émotions exprimées** par Mary ? Sont-elles **crédibles et sincères** ?
- La réaction de Mary est-elle **crédible** ?
- Entretien qualitatif



Résultats quantitatifs

- 17 sujets (moy. d'âge 16.9 ans) à RoboFesta
- Emotions exprimées par Mary
 - **reconnues** par plus de 80% des sujets
 - jugées **sincères et crédibles**
 - **Appropriées à la situation et exprimées de façon appropriée**
- **La colère** fait partie des autres émotions les plus reconnues (76%)
 - Reconnue lorsque Mary exprime du reproche
 - **Relation forte** entre reproche et colère - *(Théorie OCC 1988)*
- **Réaction** de Mary **appropriée** lorsqu'on lui pardonne (71%, 12 sujets sur 17) et lorsqu'on ne lui pardonne pas (76%, 13 sur 17)
 - Seulement 59%** (10 sujets sur 17) lorsque l'on demande un peu de temps:
 - « elle ne respecte pas mon choix », « elle aurait dû accepter » ...
 - Limites de la sincérité ?**

Résultats qualitatifs

« Aimeriez-vous avoir Mary comme agent compagnon? »

Oui 41% (7 sujets sur 17)

« elle a du caractère » (3)
« sympa » (2), « naturelle » (2)

Non 53% (9 sujets sur 17)

« soupe au lait, lunatique » (3)
« froide » (2), « susceptible » (2)

La réaction de Mary **n'est pas appropriée** lorsqu'on demande du temps pour réfléchir
~~Sincérité~~ vs. **Normes sociales**

Résultats qualitatifs

- Mise en évidence de **l'importance des normes sociales** dans l'interaction affective et sociale

Conclusions

- **Langage de Conversation Multimodal**
 - **38 ACM** pour le dialogue agent - humain
 - **Exprime** les états mentaux BIGRE
 - **Sincérité** de l'agent dans les préconditions des actes
- **Moteur de raisonnement**
 - Niveaux **local** (émotions et règles du discours) et **global** du dialogue
 - Architecture d'agent **générique**, opérationnelle et **extensible**
 - Modèle de la **théorie d'évaluation de Scherer**
- **Résultats**
 - La sincérité **rend explicites** les états mentaux de l'agent
 - *La sincérité peut être en **conflit** avec certaines normes/règles sociales*

Perspectives

- **Evaluations** plus complètes
 - **Sur l'effet de la sincérité** chez les compagnons artificiels sur l'interaction et la relation affective (*sur plusieurs semaines?*)
- **Ajout de contenu** dans le moteur (plans de domaines, données ...)
- **Déploiement** du moteur
 - Chez d'autres compagnons (projet *Moca*)
 - Robots *Reeti*, *Nao*
- Ajout d'une couche **réactive**
 - Déclenchement d'émotions non cognitives : peur, colère, dégoût ...
- Rôle de la politesse / normes, **règles sociales** (*Reeves & Nass 1996*)





**Merci de votre
attention!**

Jeremy.Riviere@imag.fr

**[http://magma.imag.fr/content/
jeremy-riviere](http://magma.imag.fr/content/jeremy-riviere)**



Principales publications

- Guiraud, N., Longin, D., Lorini, E., Pesty, S., Riviere, J. : *The face of emotions : a logical formalization of expressive speech acts*, AAMAS 2011
- Riviere J., Adam C., Pesty S., Pelachaud C., Guiraud N., Longin D., Lorini E., *Expressive Multimodal Conversational Acts for SAIBA Agents*, IVA 2011
- Riviere J., Adam C., Pesty S., *Langage de Conversation Multimodal pour Agent Conversationnel Animé*, Technique et Sciences Informatiques (TSI), 31, 2012.
- Riviere J., Adam C., Pesty S., *A reasoning module to select ECA's communicative intention*, IVA 2012.



Préconditions et effets des actes: Le rôle de la sincérité

- **Préconditions**

conditions de sincérité + conditions liées au contexte d'énonciation

- **Effets « d'émission »** (acte accompli par l'agent)
- **Effets « de réception »** (acte accompli par l'humain)

Remercier $_{i,j}\varphi \stackrel{\text{déf}}{=} \text{Exp}_{i,j,H}(\text{Gratitude}_{i,j}\varphi)$

Prec. $\text{Goal}_i\varphi \wedge \text{Bel}_i\text{Resp}_j\varphi \stackrel{\text{déf}}{=} \text{Gratitude}_{i,j}\varphi$

Effets « d'émission »

$\text{Bel}_i\text{Bel}_j\text{Gratitude}_{i,j}\varphi$

Effets « de réception »

$\text{Bel}_i\text{Goal}_j\varphi \wedge \text{Bel}_i\text{Bel}_j\text{Resp}_i\varphi$

Contredire $_{i,j}\varphi \stackrel{\text{déf}}{=} \text{Exp}_{i,j,H}(\text{Bel}_i\varphi \wedge \text{Goal}_i\text{Bel}_j\varphi)$

Prec. $\text{Bel}_i\varphi \wedge \text{Goal}_i\text{Bel}_j\varphi \wedge \text{Bel}_i\text{Bel}_j\neg\varphi$

Effets « d'émission »

$\text{Bel}_i\text{Bel}_j\varphi$

Effets « de réception »

$\text{Bel}_i\text{Bel}_j\neg\varphi \wedge \text{Bel}_i\text{Goal}_j\text{Bel}_i\varphi$

« **Evaluation inverse** »

(Reverse appraisal, Harel 2009, deMelo 2009)



Les Agents Conversationnels Animés (ACA)

Regard: signifier la compréhension, réguler la conversation, exprimer des émotions (Argyle 1976)

Gestes liés à la parole (Ekman & Friesen 1972)

- A la sémantique de l'énoncé (déictiques, spatiaux, pictographiques)
- Au sens (emblèmes)
- A la prosodie (bâtons)

Langage

- Traduction en autres modalités d'actes de dialogue (gestes, émotions, expressions faciales ...) mais souvent *ad hoc*
- Peu d'ACA possèdent des « moteurs » de dialogue



La théorie des Actes de Discours

Théorie philosophique du langage (*Searle & Vanderveken 1985*)

- *Acte illocutoire*: unité première de la signification dans l'usage et la compréhension des langues naturelles
- 5 usages des actes illocutoires, 5 façons fondamentales de s'exprimer

Usages des actes illocutoires	But de l'usage	Exemples d'actes
Assertifs	Représenter un fait comme étant actuel dans le monde	Informar, Croire, Rappeler
Directifs	Essayer de faire en sorte qu'une autre personne accomplisse une action future	Demander, Exiger, Suggérer
Engageants	S'engager à accomplir une certaine action	Promettre, Accepter, Offrir
Déclaratifs	Accomplir une action simplement par l'énonciation	Déclarer, Condamner, Renier
Expressifs	Exprimer un état psychologique à propos d'un certain fait	S'excuser, Féliciter, Déplorer

- Tout acte est de la forme $F(P)$: *Force(contenu Propositionnel)*
« Ferme la fenêtre! », usage directif, $F = Exiger$, $P = fermer la fenêtre$



Formalisation des états mentaux

Quel type d'émotion?

Volonté de représenter des émotions

- Dont l'expression principale est le langage (*Oatley & Johnson-Laird 1987*)
- Importantes dans le raisonnement cognitif (*vs mécanismes réactifs ou innés*) (*Scherer 2001, Ortony 1988*)

Définition des émotions complexes, issues de **raisonnements complexes** :

Raisonnement sur les buts et les normes sociales de l'agent

&

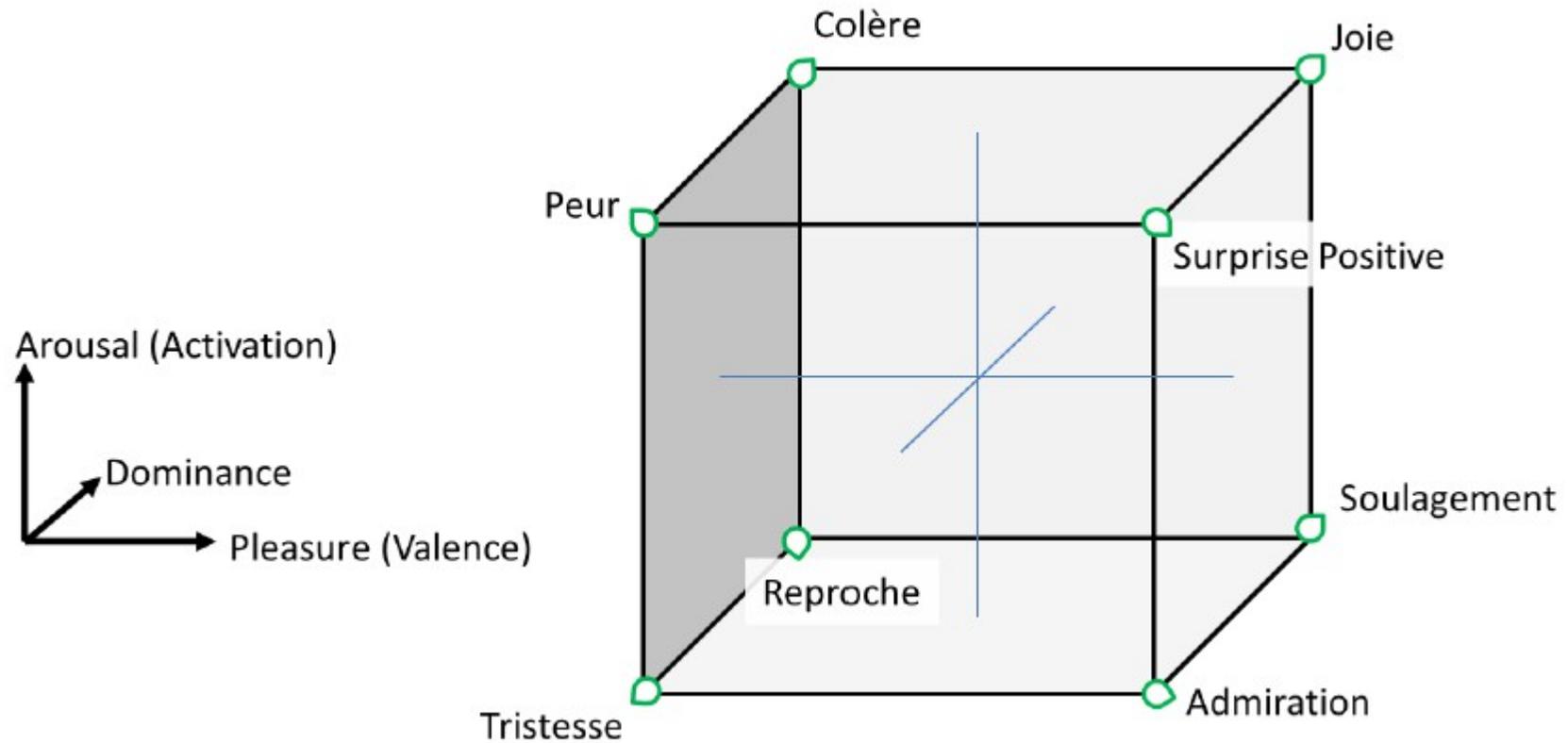
Raisonnement contrefactuel

(comparer la réalité avec ce qui aurait pu se produire)

→ induit la notion de **responsabilité**

→ Emotions telles que la culpabilité, la gratitude, le regret ...

Colère - reproche



*Espace PAD (Russel & Mehrabian 1977)
d'après (Courgeon 2011)*





163 verbes illoc. (Vanderveken 1988)



Actes	Formalisation des états mentaux
<i>Assertifs</i>	<i>i croit à ce qu'il affirme (φ) et a le but que j sache φ</i>
Dire Informer Affirmer Nier Croire Contredire Rappeler	$Bel_i\varphi \wedge Goal_i Bel_j\varphi$ $Bel_i\varphi \wedge Goal_i Bel_j\varphi$ $Bel_i\varphi \wedge Goal_i(1)Bel_j\varphi$ $Bel_i\neg\varphi \wedge Goal_i Bel_j\neg\varphi$ $Bel_i\varphi \wedge Goal_i(-1)Bel_j\varphi$ $Bel_i\varphi \wedge Goal_i Bel_j\varphi$ $Bel_i\varphi \wedge Goal_i Bel_j\varphi$
<i>Engageants</i>	<i>i a l'intention de faire ce à quoi il s'engage (φ) et a le but de le faire savoir à j</i>
Promettre Assurer Accepter Refuser Offrir Renoncer	$Goal_i Resp_i\varphi \wedge Goal_i Bel_j Goal_i Resp_i\varphi$ $Goal_i Resp_i\varphi \wedge Goal_i(1)Bel_j Goal_i Resp_i\varphi$ $Goal_i Resp_k\varphi \wedge Goal_i Bel_j Goal_i Resp_k\varphi$ $\neg Goal_i Resp_k\varphi \wedge Goal_i Bel_j \neg Goal_i Resp_k\varphi$ $Goal_i Resp_i\varphi \wedge Goal_i Bel_j Goal_i Resp_i\varphi \wedge$ $\neg Goal_i Resp_i\varphi \wedge Goal_i Bel_j \neg Goal_i Resp_i\varphi$
<i>Directifs</i>	<i>i a le but que j fasse ce qu'il lui demande (φ) et que j le sache</i>
Demander Exiger Conseiller Suggérer	$Goal_i Resp_j\varphi \wedge Goal_i Bel_j Goal_i Resp_j\varphi$ $Goal_i Resp_j\varphi \wedge Goal_i(1)Bel_j Goal_i Resp_j\varphi$ $Goal_i Resp_j\varphi \wedge Goal_i(-1)Bel_j Goal_i Resp_j\varphi$ $Goal_i Resp_j\varphi \wedge Goal_i(-2)Bel_j Goal_i Resp_j\varphi$



Un début de solution : La modélisation des émotions

Rôle central des émotions dans les interactions et la communication

(*Piaget 1989, Picard 1997*)

→ Les agents virtuels qui expriment des émotions sont jugés plus **crédibles**

Cependant,

- Les émotions **ne sont pas les seuls états mentaux** exprimés
 - *Etat mental* : état cognitif dirigé vers un objet (*Searle 1984*)
 - *Croyances, buts, intentions, émotions ...*
- « *In order to **interact socially** with a human, a robot must convey intentionality, that is, **the human must believe that the robot has beliefs, desires, intentions** » (*Breazeal 1999*)*

L'ACA doit montrer à l'humain qu'il a des états mentaux et des émotions.



Objectifs et contributions

Objectif de thèse : rendre un ACA *sincère, affectif et expressif*

- Rendre **crédible** l'agent quand il **exprime ses états mentaux**

Contributions:

1. Un **Langage de Conversation Multimodal** reliant états mentaux, langage et modalités d'expression.



Objectifs et contributions

Objectif de thèse : rendre un ACA *sincère, affectif et expressif*

- Rendre **crédible** l'agent quand il **exprime ses états mentaux**
- **Donner des états mentaux** réalistes à l'agent et lui permettre de **les exprimer**

Contributions:

1. Un **Langage de Conversation Multimodal** reliant états mentaux, langage et modalités d'expression.
2. Un **moteur de raisonnement** mettant à jour les états mentaux de l'agent dans le dialogue et décidant de ce qu'il va exprimer.

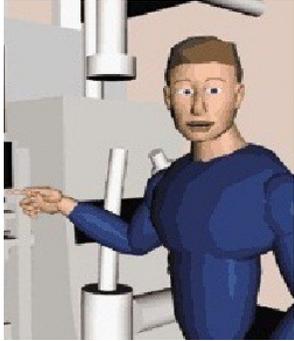


Evaluation du LCM

- Vérifier que **l'expression d'émotions appropriées améliore la crédibilité**
- Contexte : Greta joue le rôle d'un compagnon capable de recommander des films
- Evaluation des ACM *Se réjouir* et *S'excuser*
- 3 conditions d'expression : *congruente* (acte + émotion), *neutre* (acte), *non-congruente* (acte + émotion inverse)
- 23 sujets ont évalué les vidéos

Résultats : l'expression d'émotions appropriées (liées aux ACM expressifs) améliore la sincérité et la crédibilité de l'ACA aux yeux de l'utilisateur

Problématique



Steve (Rickel 1997)



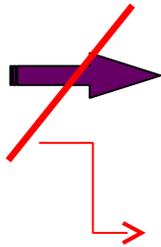
Greta (Poggi 2005)



Mary (MARC, Courgeon 2011)



Réalisme graphique des personnages



**Comportement
crédible**

- Emotions
- Intentions, désirs, croyances ...
- Capable de s'exprimer
- Capable de comprendre
- ...

Dissonance entre le réalisme des personnages et le comportement **attendu**

→ Rejet du personnage - « Uncanny valley » (Mori 1970, Lee 2005)

Le rejet du personnage par l'humain empêche la mise en place d'une interaction affective

Objectifs et contributions

Proposition : concevoir un ACA *sincère, affectif et expressif*

Objectifs :

1. Donner des états mentaux à l'agent
2. Mettre en place des mécanismes de déduction, mise à jour des états mentaux et décision de l'intention communicative
3. Rendre crédible l'agent quand il exprime ses états mentaux



Contributions :

1. Le modèle **BIGRE**
2. Le **Langage de Conversation Multimodal** (LCM)
3. **Moteur de raisonnement**



Objectifs et contributions

Proposition : concevoir un ACA *sincère, affectif et expressif*

Objectifs :

1. Donner des états mentaux réalistes à l'agent et lui permettre de les exprimer
2. Rendre crédible l'agent quand il exprime ses états mentaux

Contributions :

1. Un **Langage de Conversation Multimodal** (LCM) reliant états mentaux, langage et modalités d'expression.
2. Un **moteur de raisonnement** mettant à jour les états mentaux de l'agent dans le dialogue et les exprimant par le LCM