

Toucher social pour l'interaction humain-agent incarné en environnement virtuel

Fabien Boucaud
Post-doctorat, ISIR

Indira Thouvenin, Heudiasyc (CNRS), UTC
Catherine Pelachaud, ISIR

Travail réalisé dans le cadre du projet ANR Social Touch



Le Toucher Social

Les utilisations et interprétations du toucher dans un contexte social.



Montagu, 1986
Floyd et al., 2014
Cascio et al., 2019

Fonctions du Toucher Social

Le toucher permet d'exprimer de nombreux types d'intentions et remplit de nombreuses fonctions sociales.



Hertenstein et al., 2006
Jones & Yarbrough, 1985

Toucher et Émotions

Le toucher peut communiquer des émotions distinctement reconnaissables.

Emotion	Types de Toucher
Colère	Coup, Tape, Pousser, Secouer, Serrer
Peur	Contact, Soulever, Appuyer, Secouer
Sympathie	Contact, Câlin, Tape, Frottement, Caresse
Tristesse	Contact, Câlin, Soulever, Se blottir, Frottement, Caresse
Dégoût	Contact, Coup de pied, Pousser, Gifler, Jeter

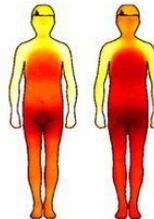
Hertenstein et al., 2006 & 2009
Hauser et al., 2019

Réceptivité au Toucher

Acceptabilité dépend de la relation et de la réceptivité au toucher (*touch avoidance*)



Partner



Friend

Friend



Stranger

Stranger

(Suvilehto et al., 2015)

Andersen et al., 1978
Webb et al., 2015

Agents Conversationnels Animés



Hutchison et al., 2006
Gratch et al., 2007, 2013



Toucher Social avec un ACA



(Haptic Creature, Yohanan et al., 2012)



(PARO™)



(ACES, Tee et al., 2019)



(Huisman et al., 2013)



Questions de Recherche



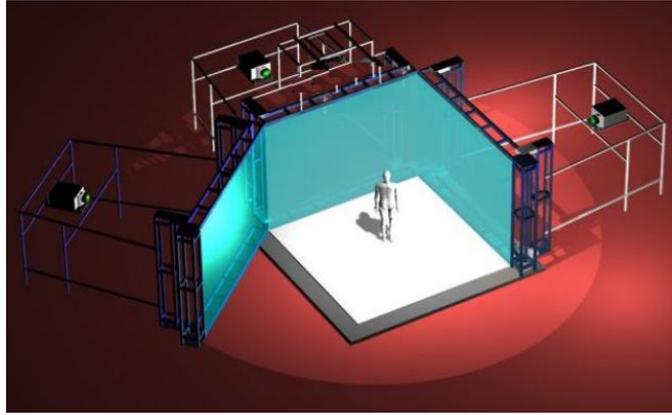
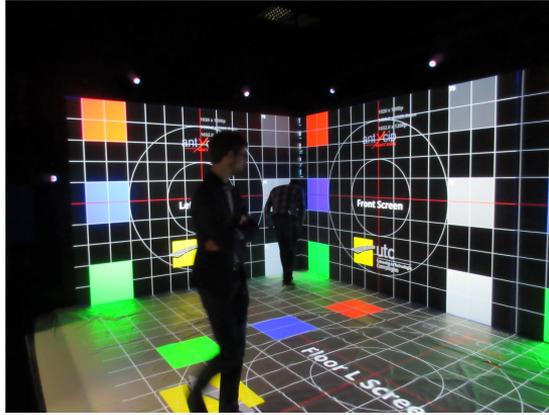
De quoi un agent virtuel a-t-il besoin pour échanger par le toucher avec un humain dans une boucle interactive ?

- Comment construire un sens du toucher virtuel ?
- Quand et comment toucher un humain ?
- Comment rendre un agent virtuel capable de réaliser un toucher sur un humain ?

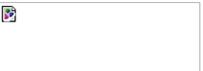
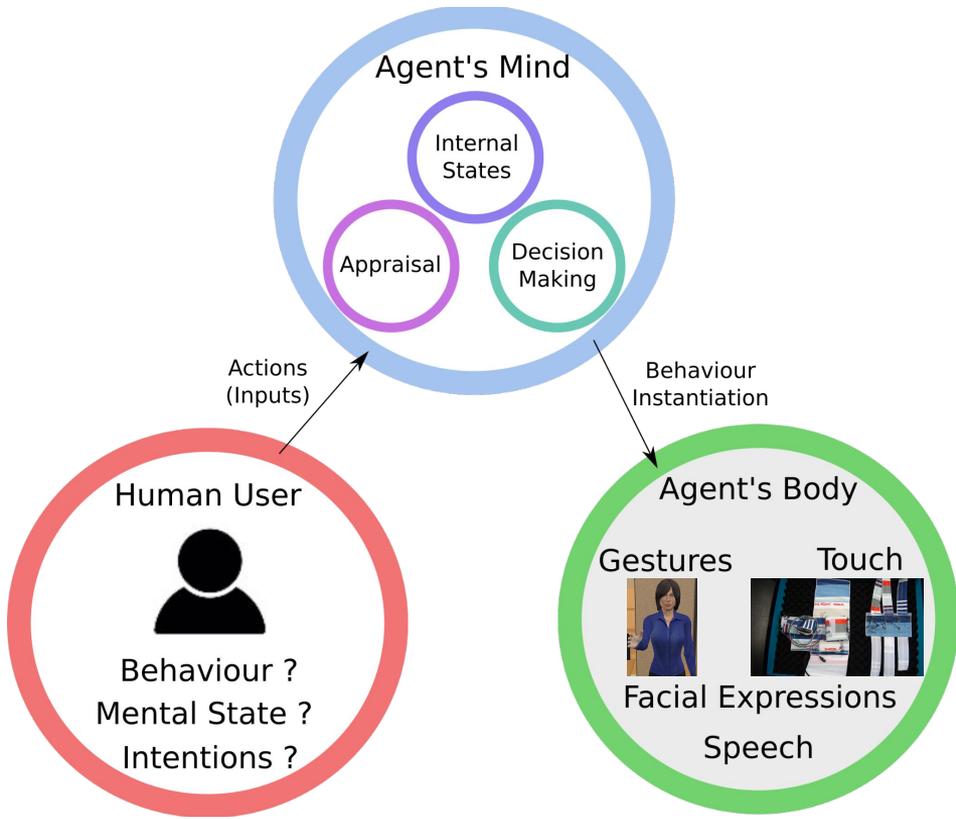
Boucle Interactive



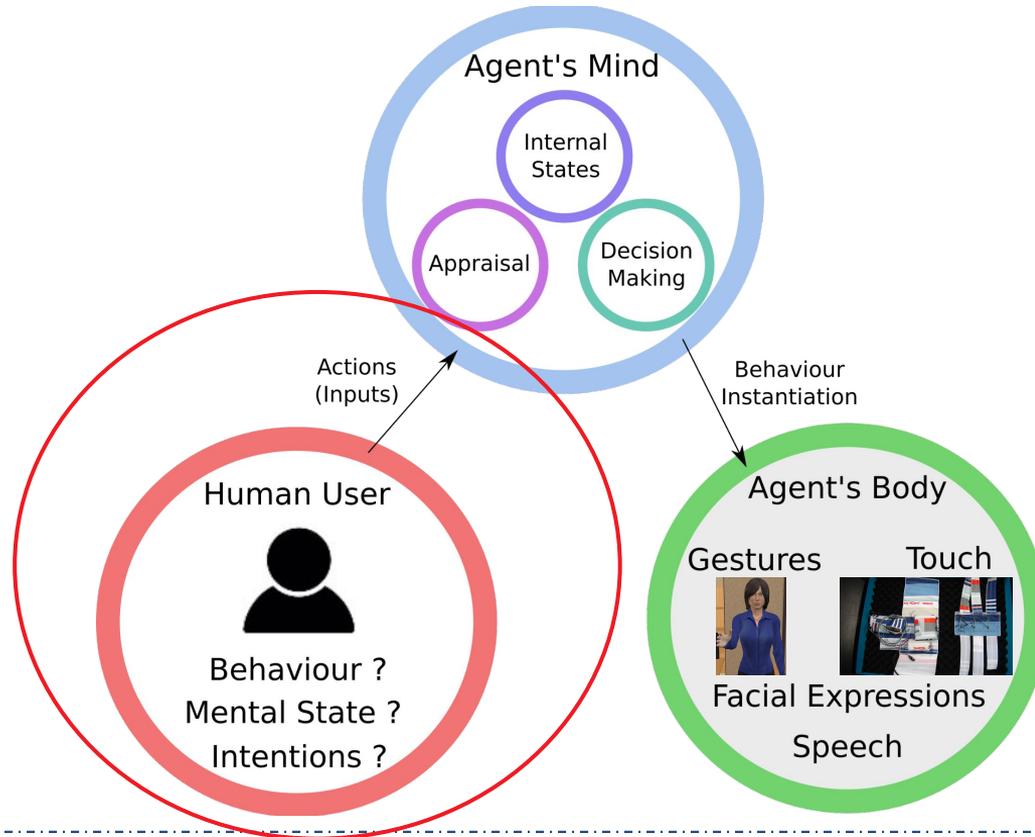
Environnement immersif



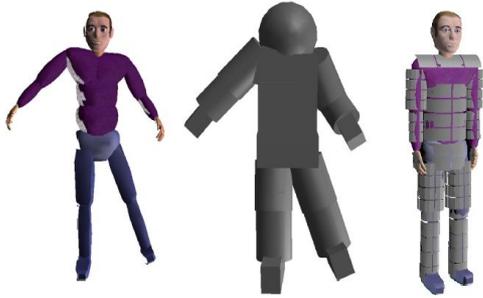
Structure générale



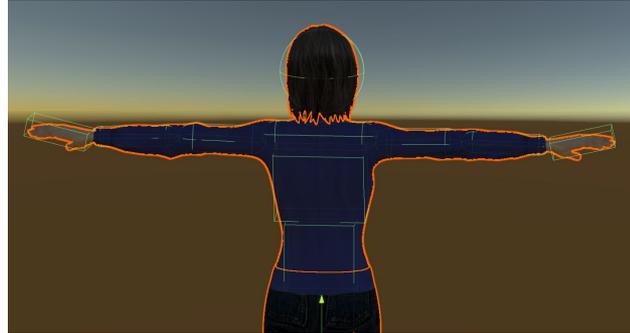
Module de perception



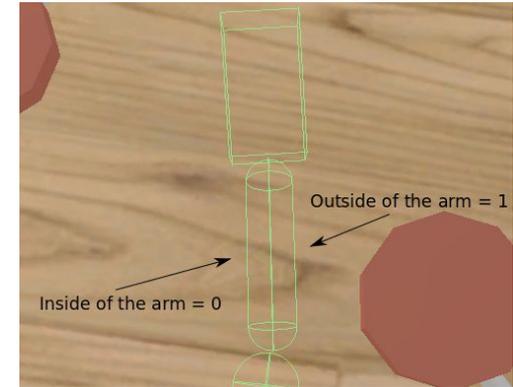
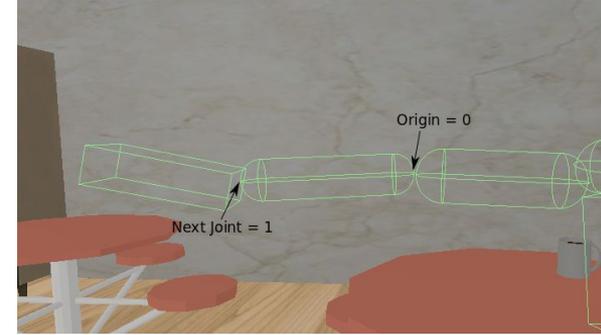
Sens du Toucher Virtuel



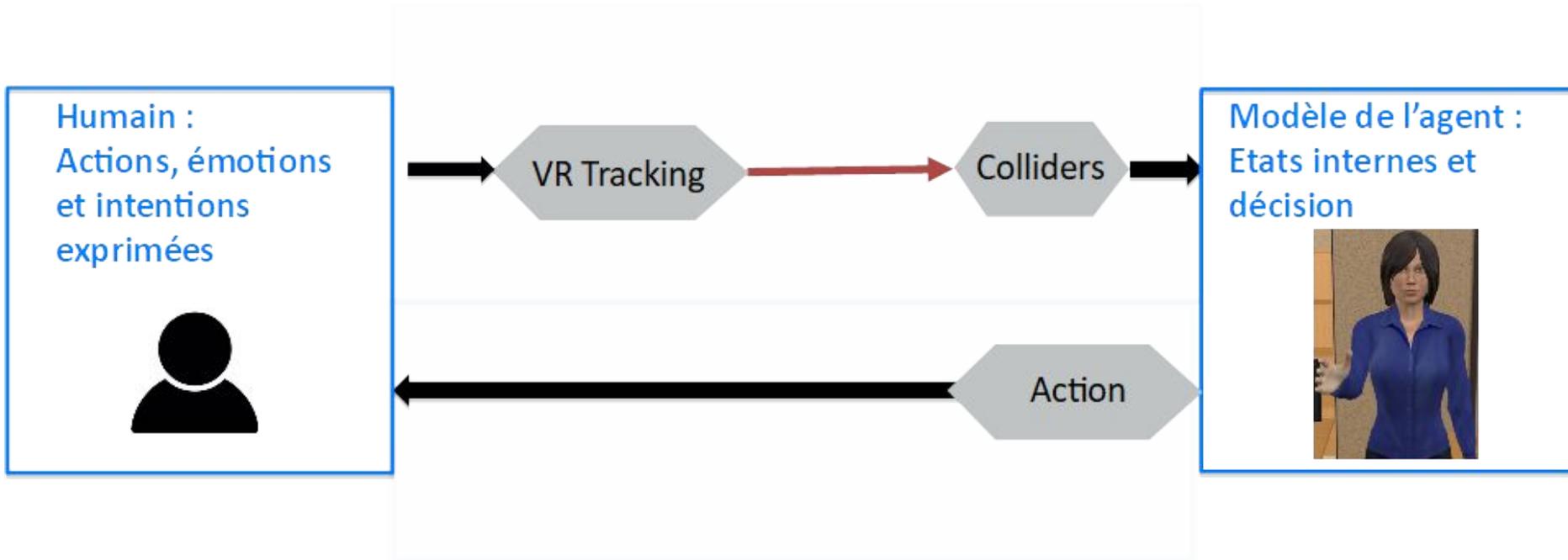
Virtual receptors and proximity zones by Nguyen & Wachsmuth (2009)



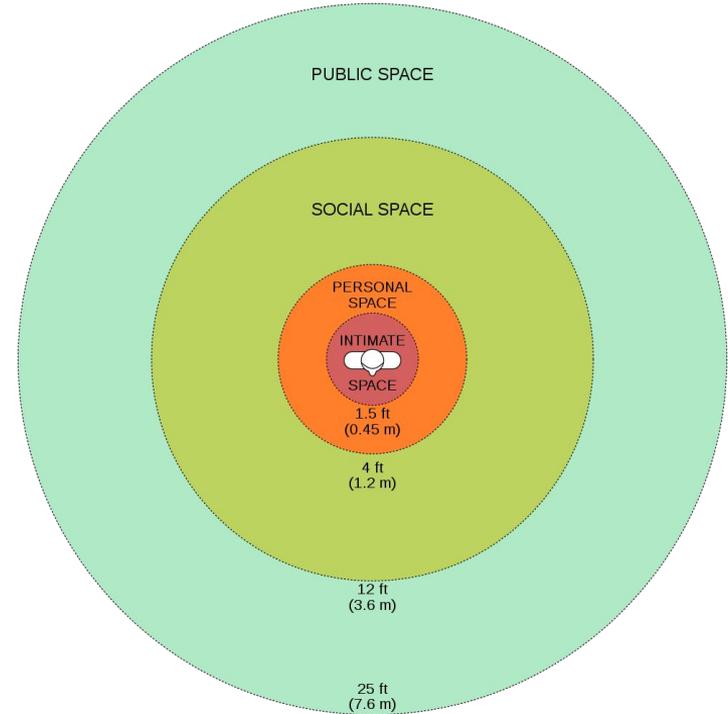
Tactile cells of our agent (back, arms, head)



Boucle Interactive et Toucher

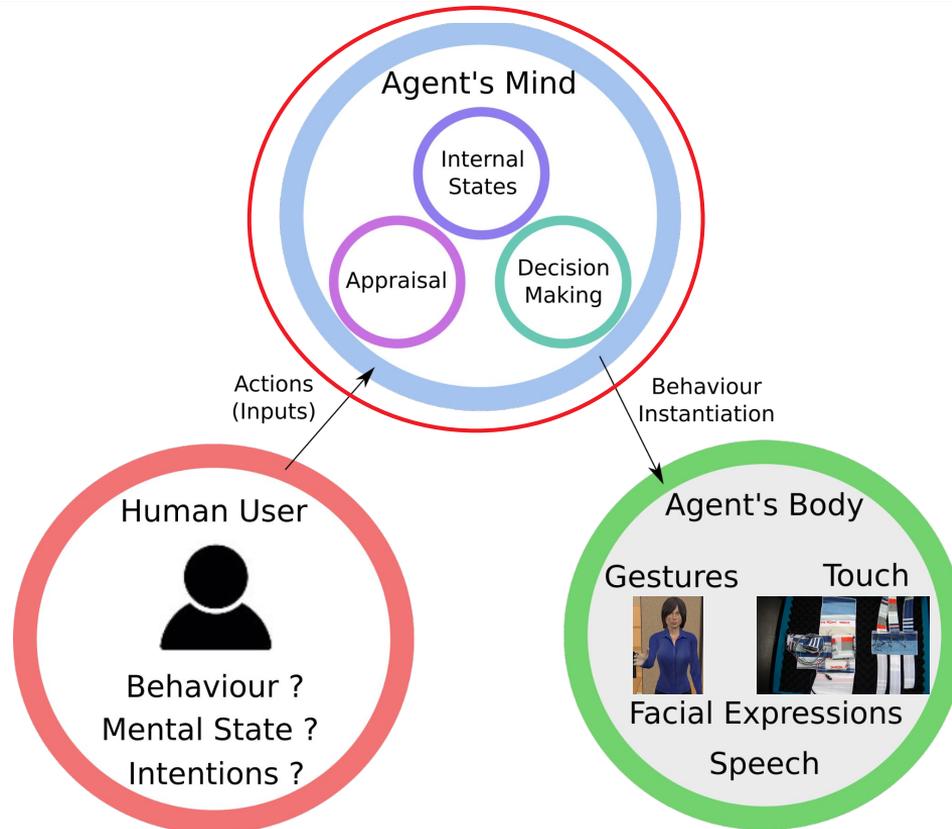


Autres Types d'Entrées

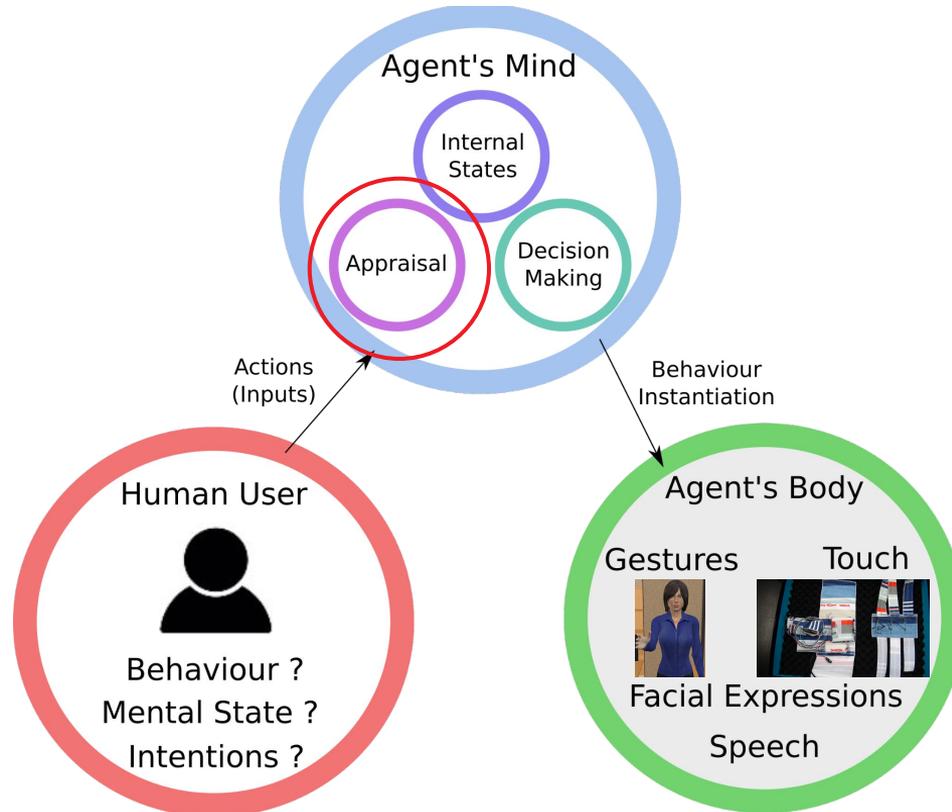


(Hall, 1963)

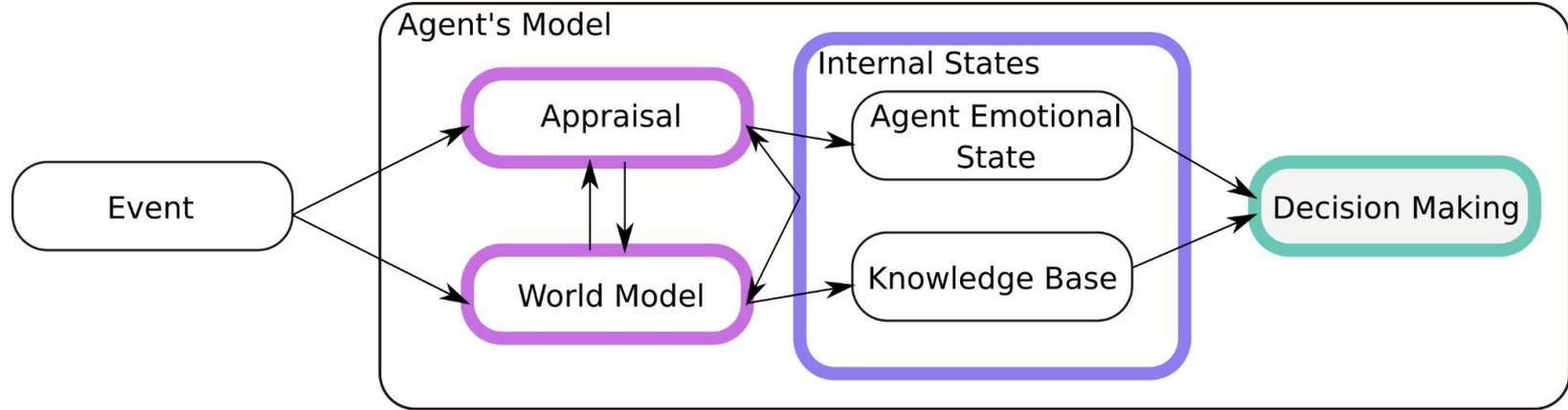
Modèle de Décision



Traitement des Entrées

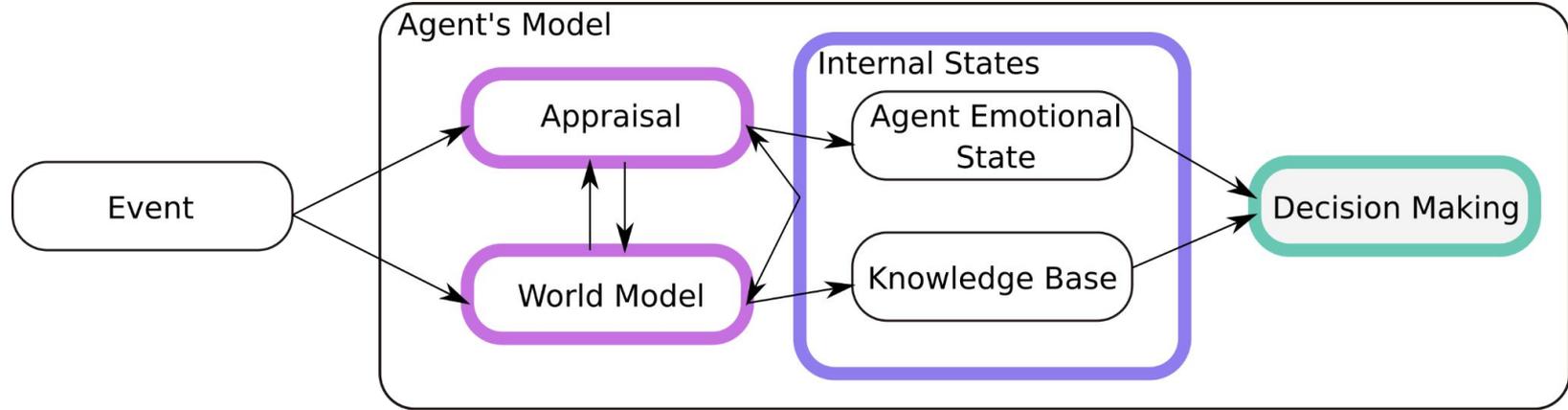


“Appraisal” et Interprétation



Appraisal Variables : desirability, desirability for others, praiseworthiness, like, goal conduciveness

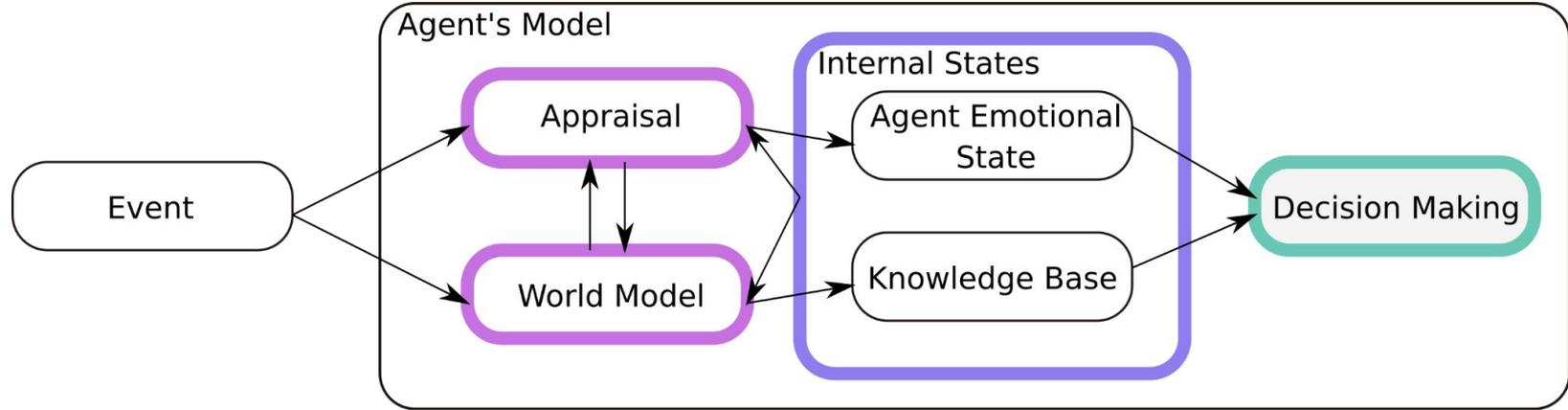
“Appraisal” et Interprétation



Appraisal Variables : desirability, desirability for others, praiseworthiness, like, goal conduciveness

TouchEvent(Location, InitialVelocity, Force, MovementVelocity, Duration, Type)

“Appraisal” et Interprétation

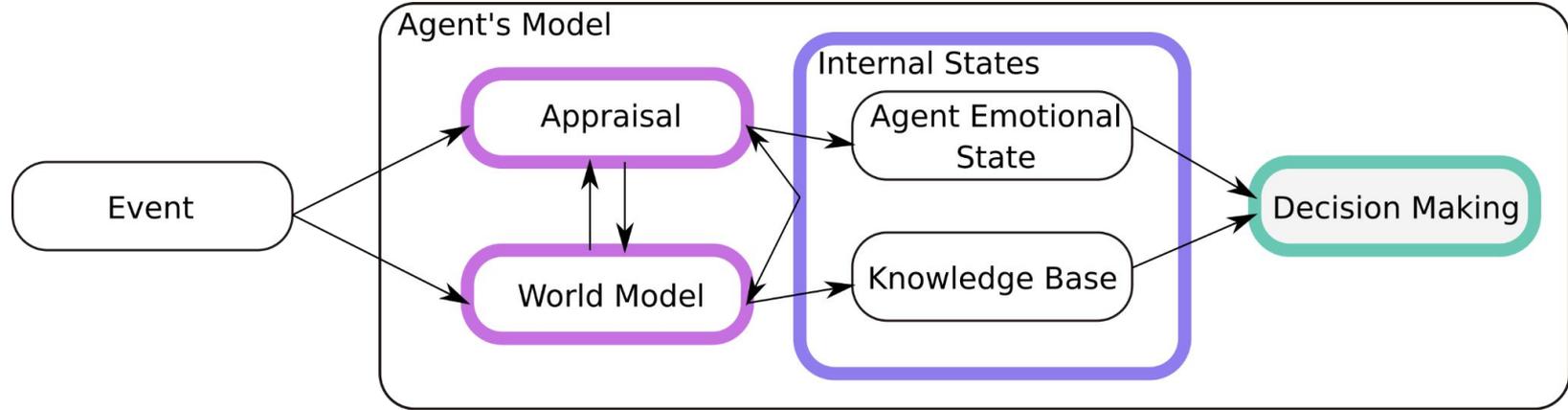


Appraisal Variables : desirability, desirability for others, praiseworthiness, like, goal conduciveness

TouchEvent(Location, InitialVelocity, Force, MovementVelocity, Duration, Type)

→ TouchEvent(Head,

“Appraisal” et Interprétation

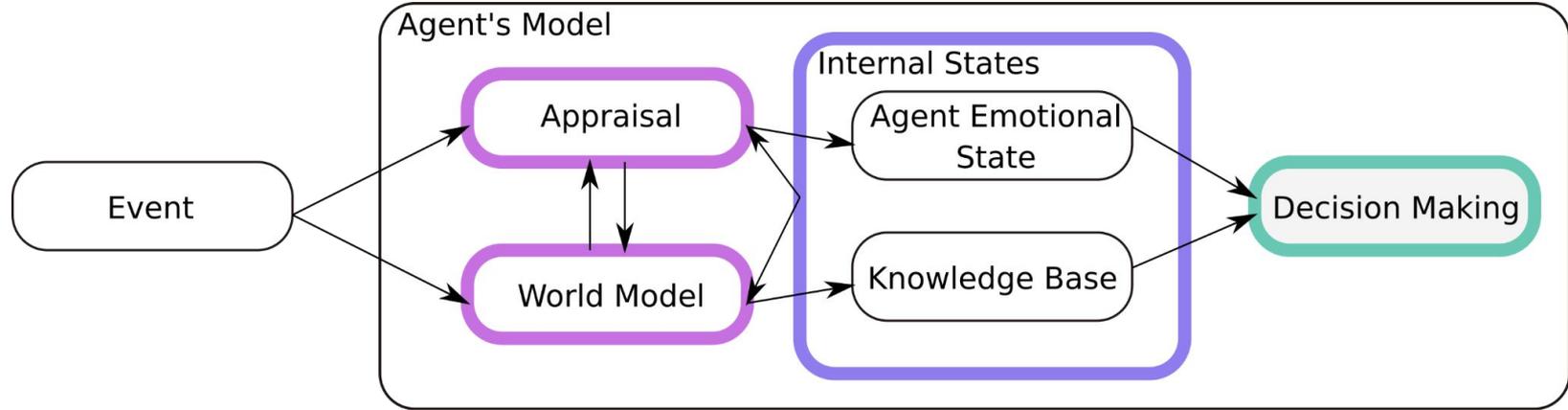


Appraisal Variables : desirability, desirability for others, praiseworthiness, like, goal conduciveness

TouchEvent(Location, InitialVelocity, Force, MovementVelocity, Duration, Type)

→ TouchEvent(Head, High,

“Appraisal” et Interprétation

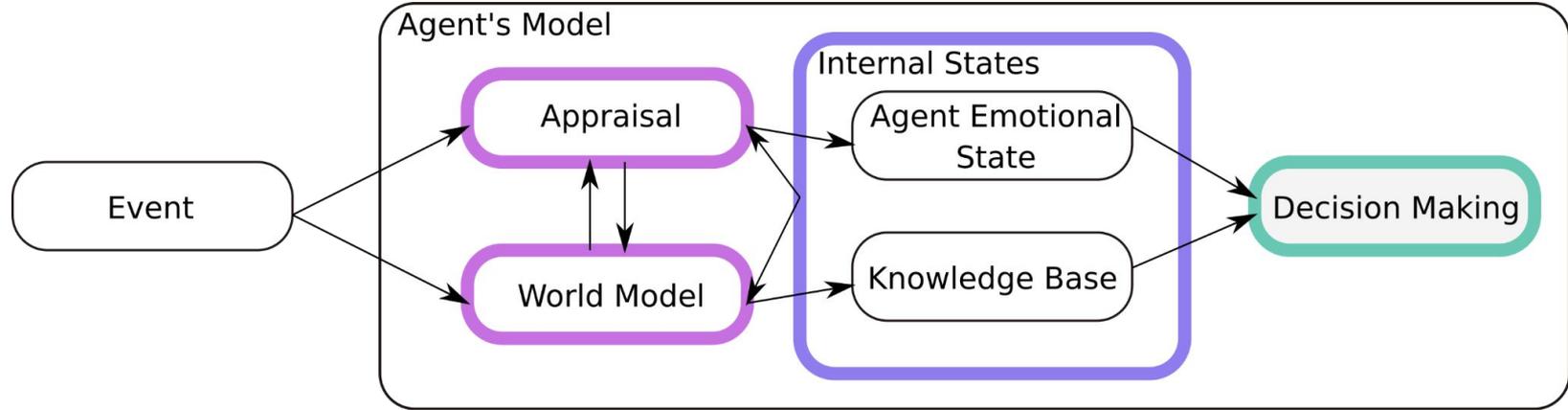


Appraisal Variables : desirability, desirability for others, praiseworthiness, like, goal conduciveness

TouchEvent(Location, InitialVelocity, Force, MovementVelocity, Duration, Type)

→ TouchEvent(Head, High, High,

“Appraisal” et Interprétation

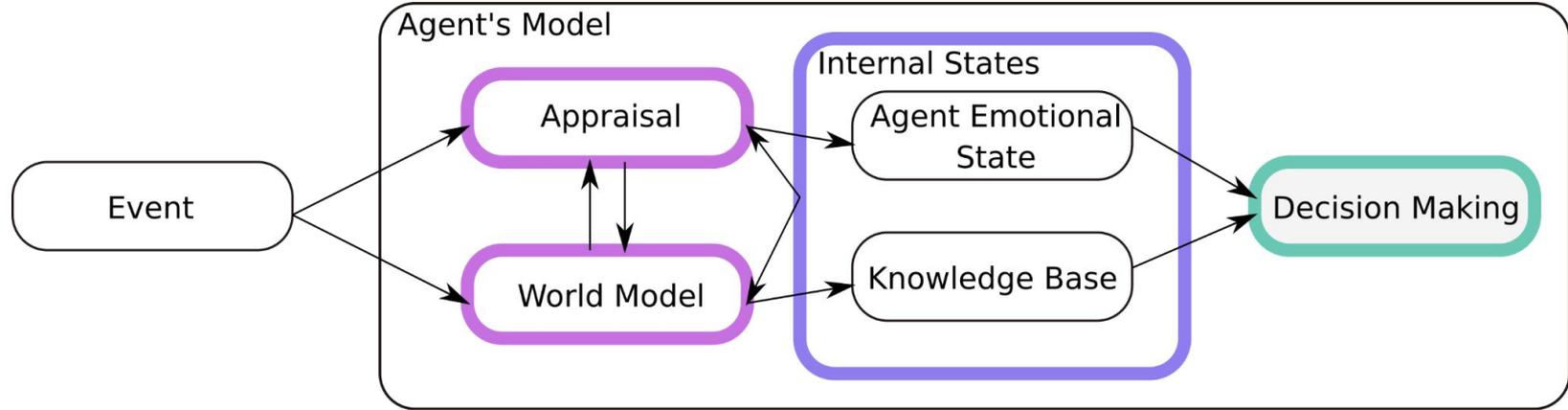


Appraisal Variables : desirability, desirability for others, praiseworthiness, like, goal conduciveness

TouchEvent(Location, InitialVelocity, Force, MovementVelocity, Duration, Type)

→ TouchEvent(Head, High, High, Static,

“Appraisal” et Interprétation

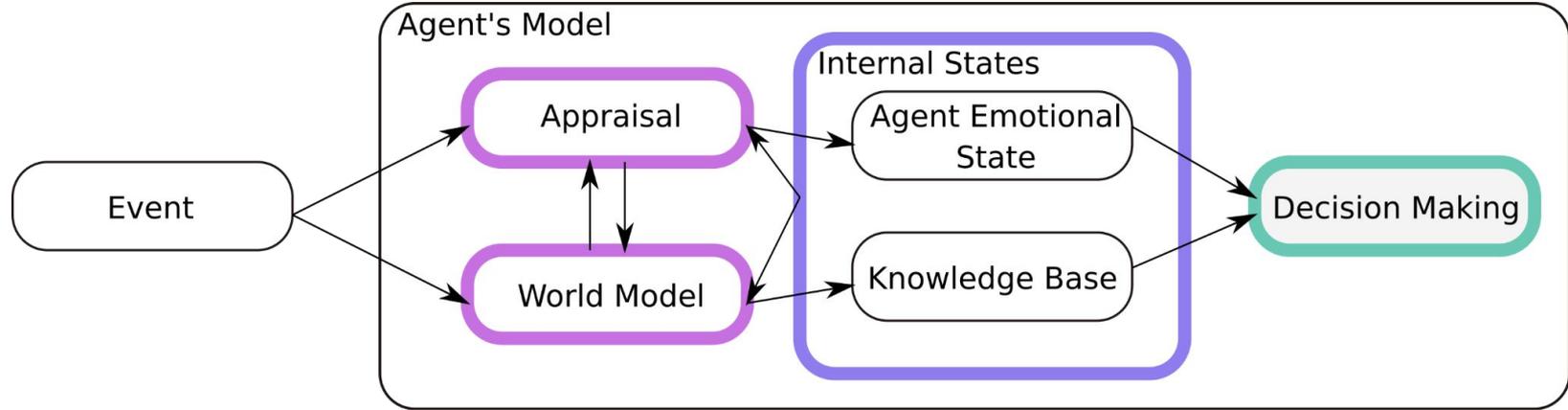


Appraisal Variables : desirability, desirability for others, praiseworthiness, like, goal conduciveness

TouchEvent(Location, InitialVelocity, Force, MovementVelocity, Duration, Type)

→ TouchEvent(Head, High, High, Static, Short,

“Appraisal” et Interprétation



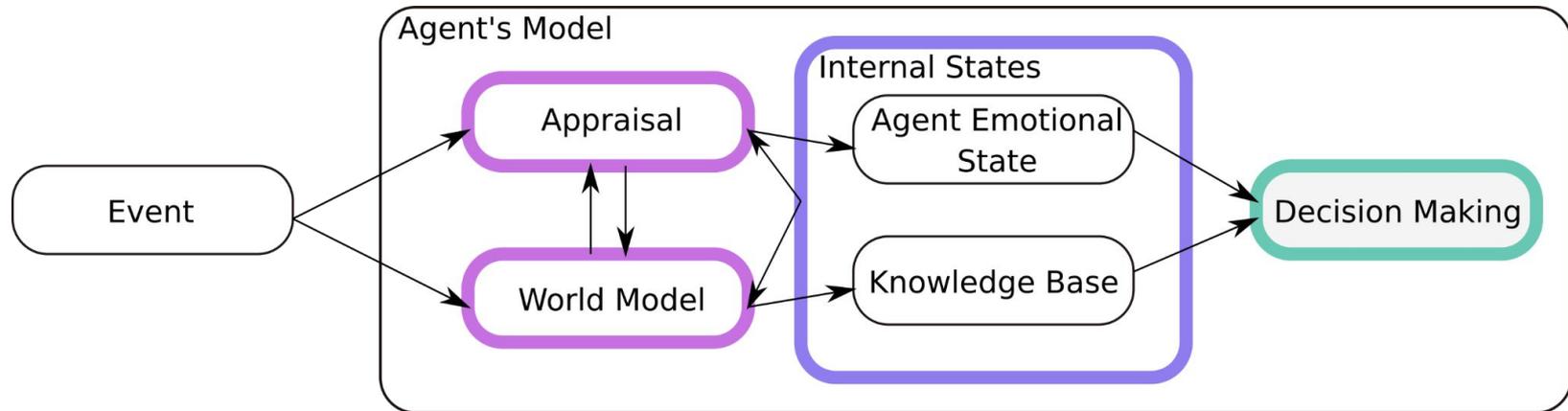
Appraisal Variables : desirability, desirability for others, praiseworthiness, like, goal conduciveness

TouchEvent(Location, InitialVelocity, Force, MovementVelocity, Duration, Type)

→ TouchEvent(Head, High, High, Static, Short, Hit)



“Appraisal” et Interprétation



Appraisal Variables : desirability, desirability for others, praiseworthiness, like, goal conduciveness

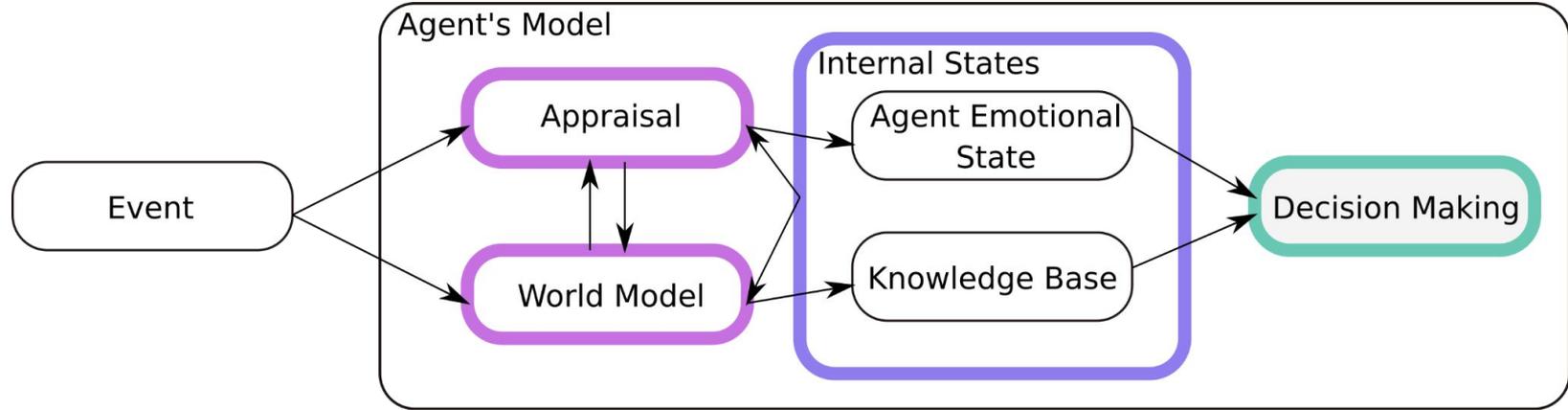
TouchEvent(Location, InitialVelocity, Force, MovementVelocity, Duration, Type)

→ TouchEvent(Head, High, High, Static, Short, Hit)

Humeur de l'agent qui se détériore



“Appraisal” et Interprétation



Appraisal Variables : desirability, desirability for others, praiseworthiness, like, goal conduciveness

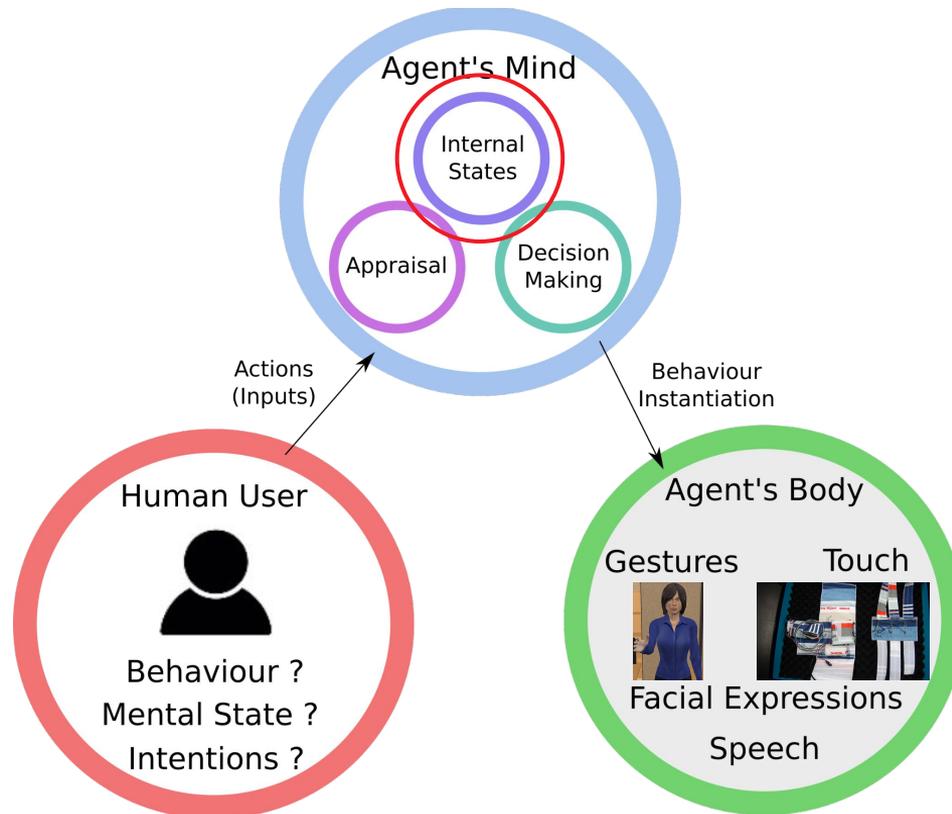
TouchEvent(Location, InitialVelocity, Force, MovementVelocity, Duration, Type)

→ TouchEvent(Head, High, High, Static, Short, Hit)

Humain en colère ?



États Internes de l'Agent



ACAs et “Rapport”

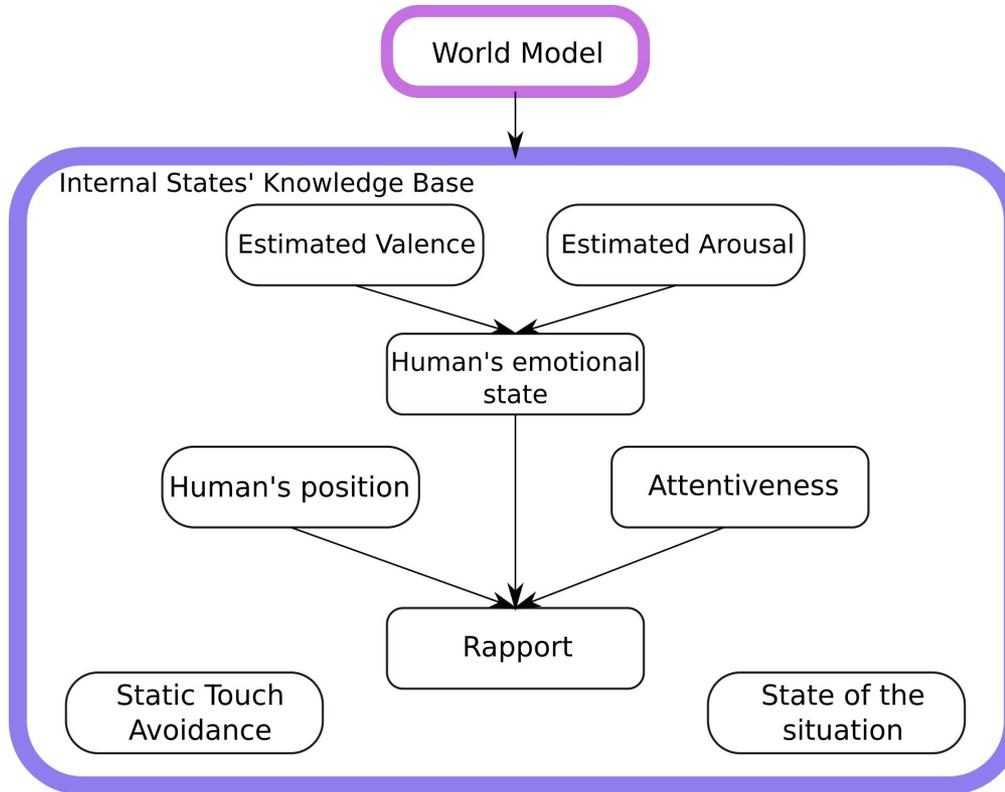
Le toucher est un sens fondamentalement intime et tout toucher n'est donc pas toujours bienvenu.

La notion de “*rapport*” peut être utilisée pour décrire le niveau d'entente dans des interactions courtes:

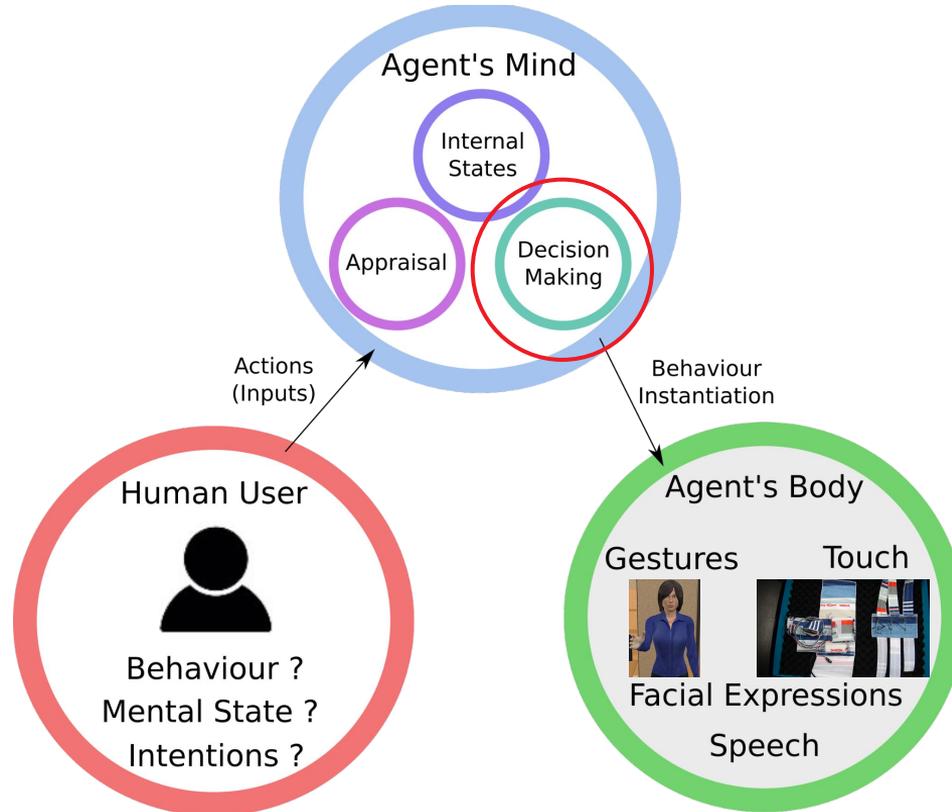
- « Mutual attentiveness, positivity and coordination » (Tickle-Degnen, 1990)



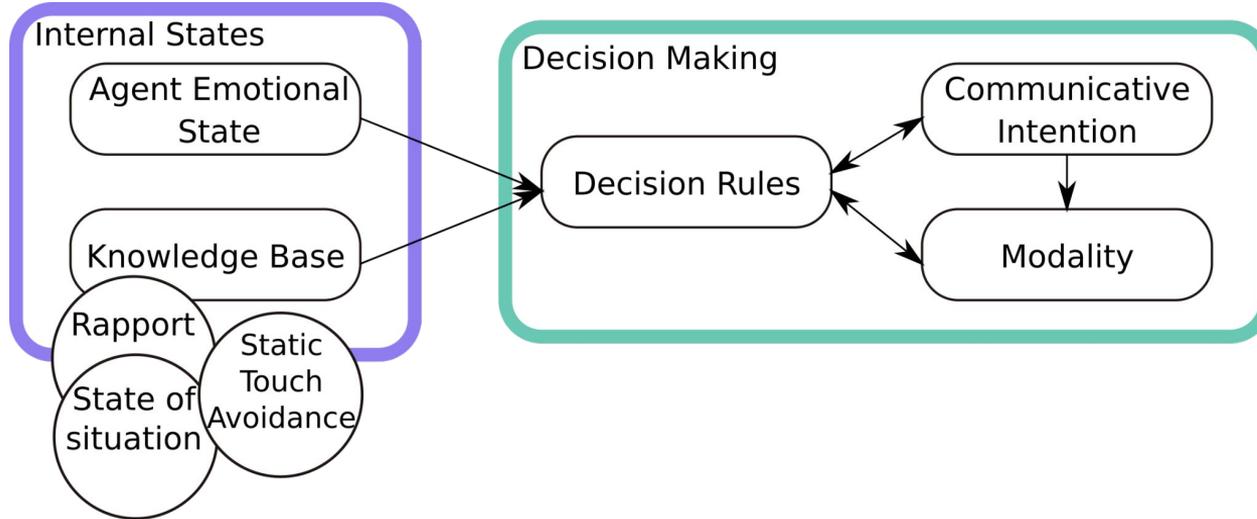
Estimation du “Rapport”



Prise de Décision



Processus de la Décision



.Fonctions du toucher : Get attention, Turn management, Backchannel, Emotional Emphasis, Encouragement, Comforting, Calming

Exemple de Cas d'Usage

Scénario simulé avec une tâche, où l'on considère que les erreurs conduisent à une baisse de la valence de l'humeur de l'humain (H).



Attentiveness	MoodValence	Rapport	Com. Int.	Modality	Static T.A.	Pr. Sp.
2	7	60			Medium	Personal

Exemple de Cas d'Usage

Scénario simulé avec une tâche, où l'on considère que les erreurs conduisent à une baisse de la valence de l'humeur de l'humain (H).

- Donner l'information nécessaire à H



Attentiveness	MoodValence	Rapport	Com. Int.	Modality	Static T.A.	Pr. Sp.
2	7	60	Inform	Gesture	Medium	Personal

Exemple de Cas d'Usage

Scénario simulé avec une tâche, où l'on considère que les erreurs conduisent à une baisse de la valence de l'humeur de l'humain (H).

- Donner l'information nécessaire à H
- Echec de la tâche par H



Attentiveness	MoodValence	Rapport	Com. Int.	Modality	Static T.A.	Pr. Sp.
↘ 1	↘ 5	↘ 40			Medium	Personal

Exemple de Cas d'Usage

Scénario simulé avec une tâche, où l'on considère que les erreurs conduisent à une baisse de la valence de l'humeur de l'humain (H).

- Donner l'information nécessaire à H
- Echec de la tâche par H
- Récupérer l'attention de H



Attentiveness	MoodValence	Rapport	Com. Int.	Modality	Static T.A.	Pr. Sp.
1	5	40	GetAttention	Touch	Medium	Personal

Exemple de Cas d'Usage

Scénario simulé avec une tâche, où l'on considère que les erreurs conduisent à une baisse de la valence de l'humeur de l'humain (H).

- Donner l'information nécessaire à H
- Echec de la tâche par H
- Récupérer l'attention de H
- H regarde l'agent



Attentiveness	MoodValence	Rapport	Com. Int.	Modality	Static T.A.	Pr. Sp.
↗ 3	5	↗ 55			Medium	Intimate

Exemple de Cas d'Usage

Scénario simulé avec une tâche, où l'on considère que les erreurs conduisent à une baisse de la valence de l'humeur de l'humain (H).

- Donner l'information nécessaire à H
- Echec de la tâche par H
- Récupérer l'attention de H
- H regarde l'agent
- H réussit la tâche

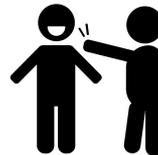


Attentiveness	MoodValence	Rapport	Com. Int.	Modality	Static T.A.	Pr. Sp.
3	↑ 6	↑ 65			Medium	Intimate

Exemple de Cas d'Usage

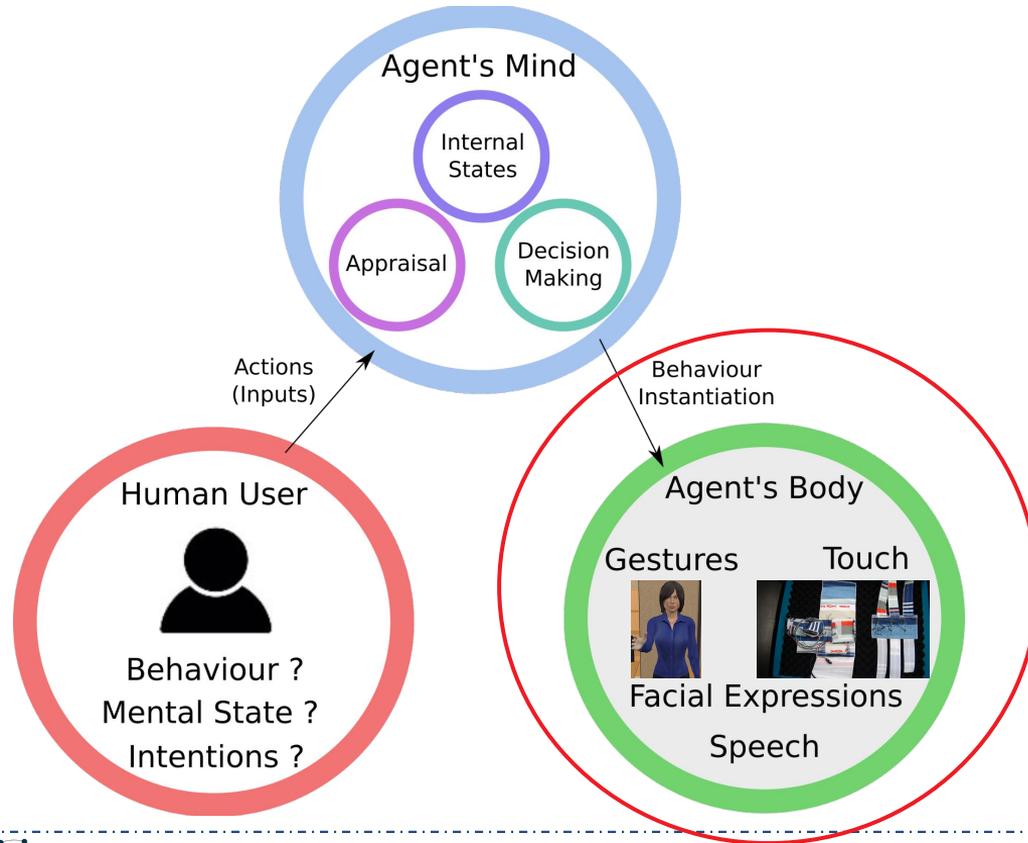
Scénario simulé avec une tâche, où l'on considère que les erreurs conduisent à une baisse de la valence de l'humeur de l'humain (H).

- Donner l'information nécessaire à H
- Echec de la tâche par H
- Récupérer l'attention de H
- H regarde l'agent
- H réussit la tâche
- Encourager et maintenir le niveau de rapport pour la suite



Attentiveness	MoodValence	Rapport	Com. Int.	Modality	Static T.A.	Pr. Sp.
3	6	65	Encouragement	Touch	Medium	Intimate

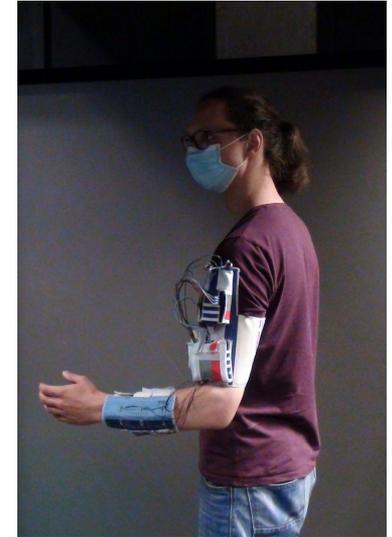
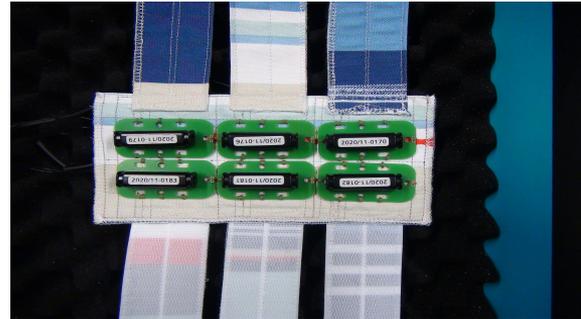
Instanciación de la Decisión



Interface Haptique - SOFTLY

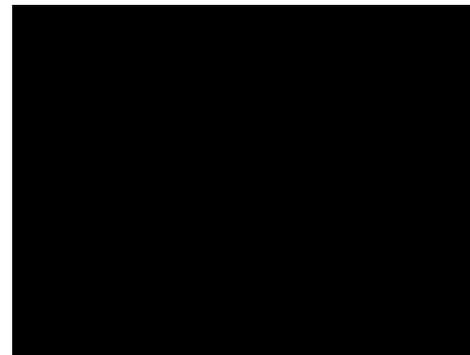
Développements réalisés grâce à la collaboration avec Quentin Duchemin.

- Automatisation de l'algorithme de Tactile Brush (Israr & Poupyrev, 2011) + optimisation (vitesse CT-optimale, modulation de l'amplitude)
- "Voice coils", pour des signaux haptiques variés (sons, différentes formes d'ondes, etc.)

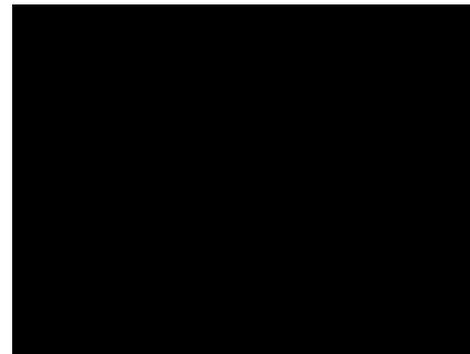


Types de Toucher & Animations

Get Attention	Tap
Turn Management	Sustained Touch
Backchannel	Tap / Sustained Touch
Emotional Emphasis	Sustained Touch / Tap / Caress / Hit
Encouragement	Hit / Tap
Comfort	Caress / Sustained Touch
Calming	Caress / Sustained Touch



Tap animation

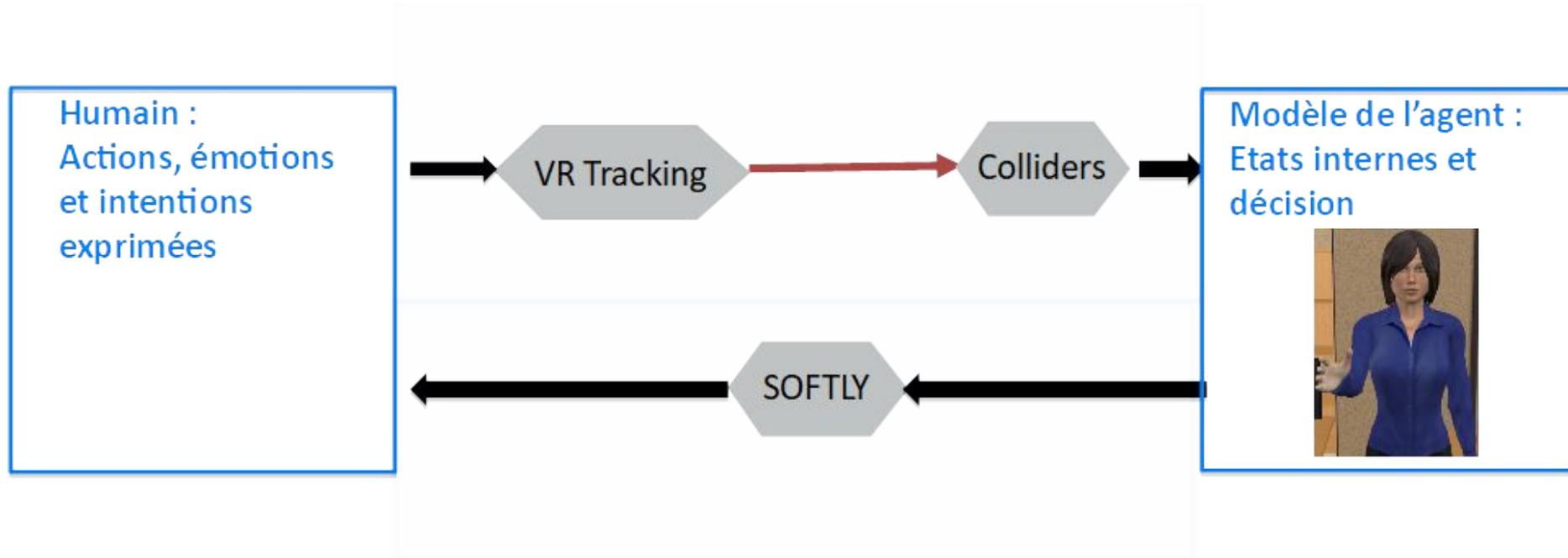


Hit animation

Animations créées sur et gérées par la plateforme GRETA développée par l'équipe de C. Pelachaud.



Boucle Interactive et Toucher



Évaluation en ligne

Evaluation de la cohérence et de l'acceptabilité des décisions de toucher du modèle.

Etude observationnelle (troisième personne) en ligne (pandémie) avec un participant humain simulé (Laura) et l'agent équipé du modèle de décision (Camille).

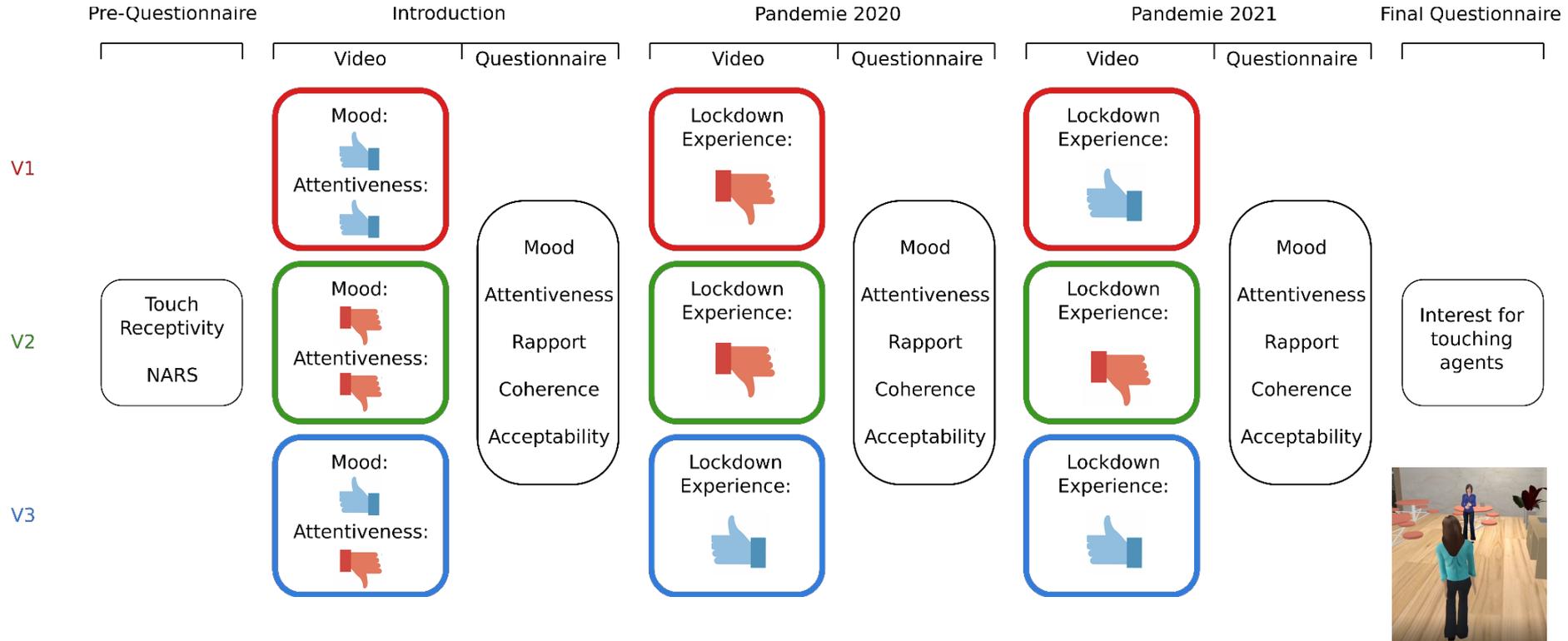


Laura



Camille

Protocole expérimental



Préparation de la Simulation

V1 - Introduction

V3 - Introduction

Résultats

67 participants (18-73 ans, moyenne = 37.5), francophones et de culture occidentale.

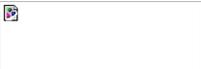
V1 → 22 participants

V2 → 23 participants

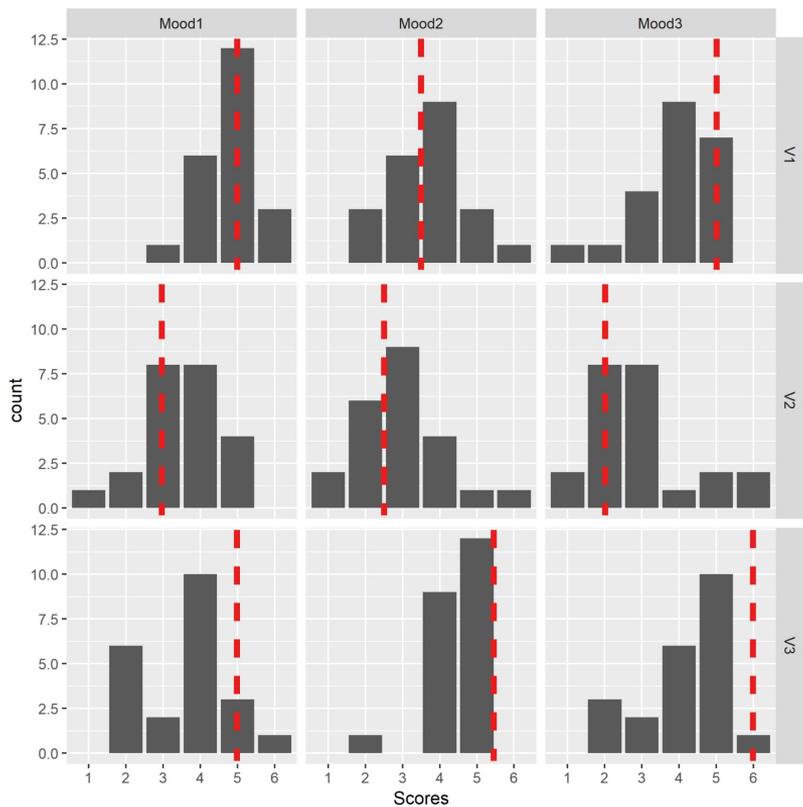
V3 → 22 participants.

Réceptivité au toucher et NARS similaires entre les conditions.

Échelles de Likert à 7 degrés.



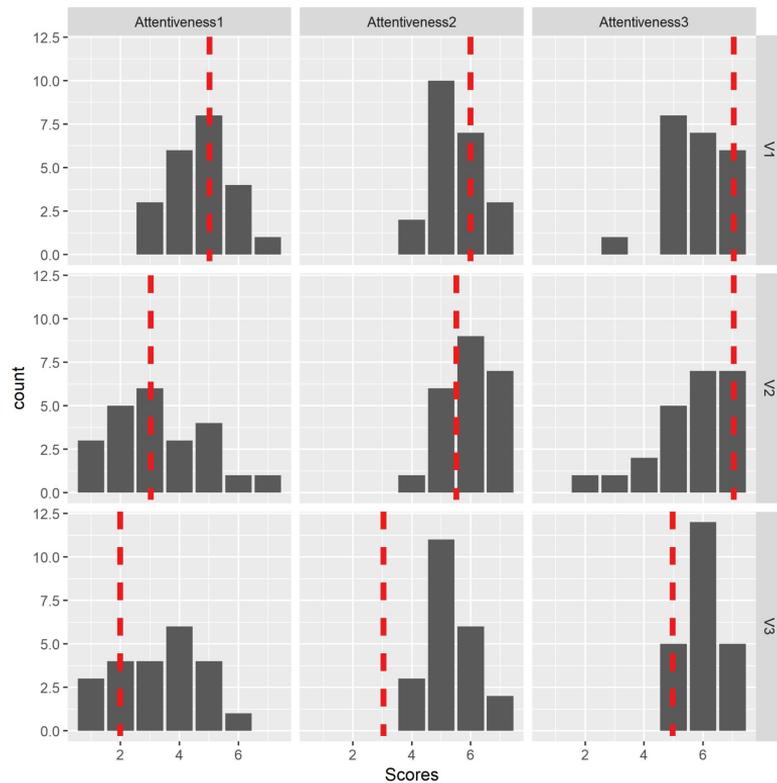
Validation: Humeur et Attention



V1

V2

V3

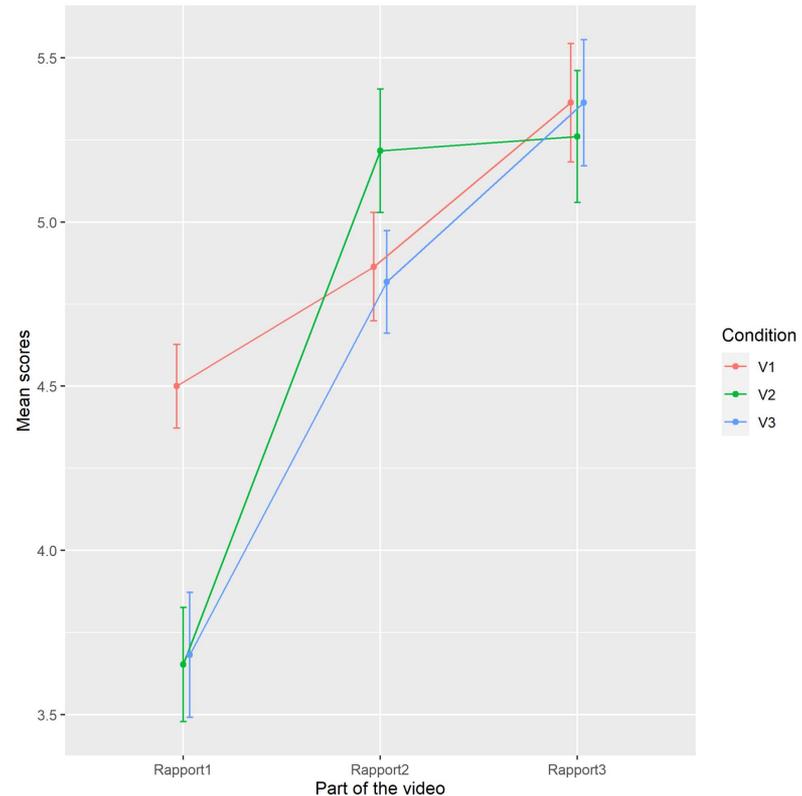


Validation: “Rapport”

Scores moyens des participants sur une échelle de Likert à 7 degrés.

Corrélation statistique avec les scores donnés par les participants à l’humeur.

Seulement une tendance pour l’attention.

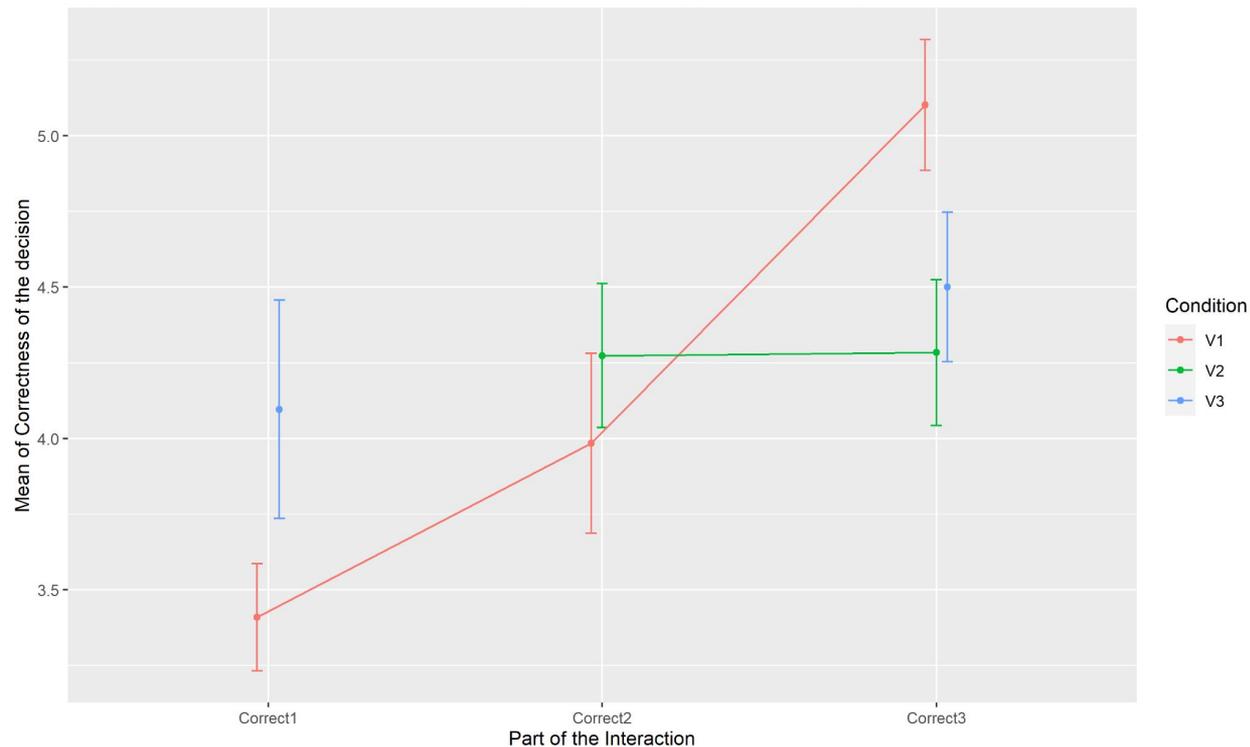


Cohérence et Acceptabilité

Pas de corrélation statistique entre rapport et cohérence/acceptabilité (“justesse”) des touchers.

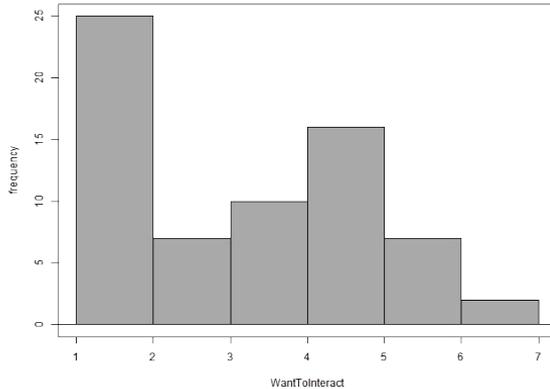
Rapport \neq Relation ?

Impact de la familiarité ?

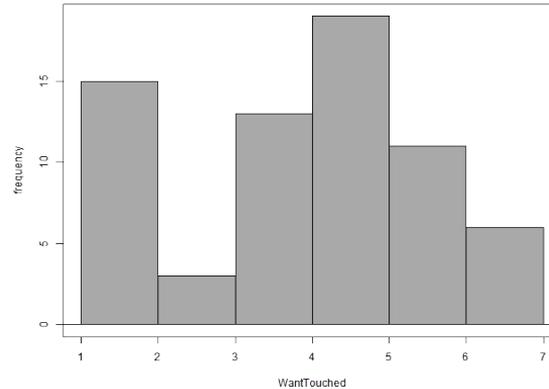


Intérêt pour Agents Touchants

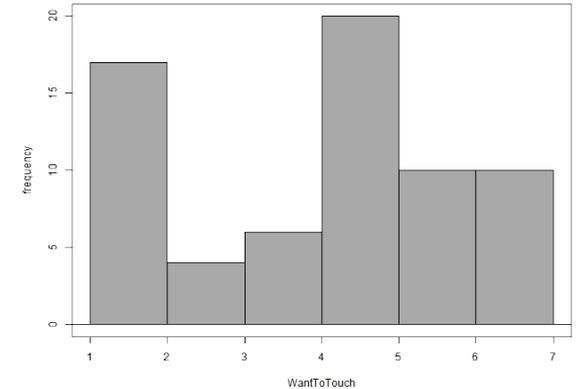
Aucun effet du niveau de réceptivité au toucher sur les estimations des participants, mais un effet du NARS sur l'intérêt exprimé pour les ACAs capables de toucher.



Interagir avec Camille



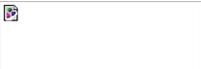
Pouvoir être touché par un agent



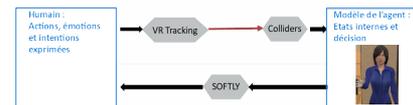
Pouvoir toucher un agent

Limites

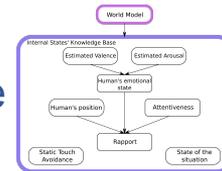
- Évaluation en contexte immersif manquante.
- Dimension de la familiarité nécessaire au rapport.
- Protocole mal adapté à l'évaluation de différentes fonctions du toucher.
- Possibilités émotionnelles du modèle peu utilisées pour le moment.
- Module de perception non calibré et non évalué.
- Possibilités de SOFTLY à explorer.



Conclusion



- Structure théorique et framework fonctionnel pour un agent touchant:
 - Module de perception: Sens du toucher, direction de regard, position
 - Modèle de décision: modèle d'émotions avec *appraisal*
 - Estimation du *rapport*
 - Décision de toucher en fonction de la cohérence et de l'acceptabilité
 - Interface haptique SOFTLY: *voice coils*, algorithme *tactile brush*, wearable
- Evaluation des développements → Limites et perspectives



Perspectives

Ajouter la familiarité au calcul du rapport.

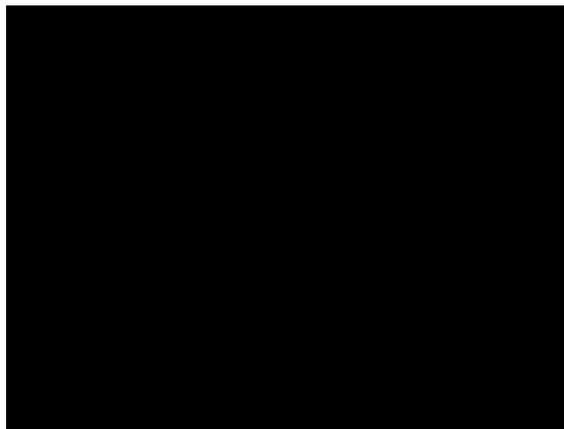
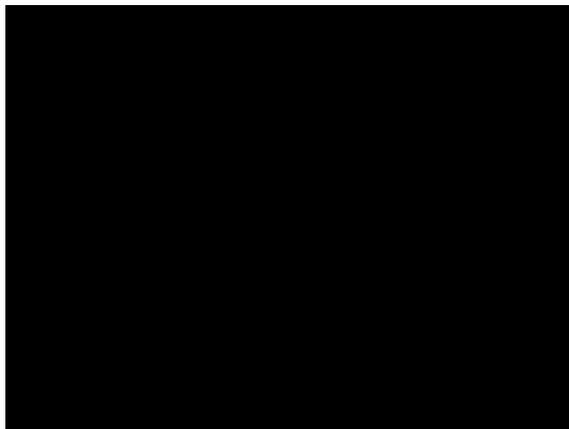
Retravailler la prise en compte de la temporalité des comportements, notamment de toucher.

Évaluer la boucle interactive en temps réel dans la salle immersive avec tous les composants développés.

Un futur pour les agents touchants dans nos vies quotidiennes ? → Potentiels et risques du point de vue de l'ingénierie sociale.



Merci pour votre attention



Publications

Conférences et workshops internationaux:

- Fabien Boucaud, Quentin Tafiani, Catherine Pelachaud, Indira Thouvenin. “Social Touch in Human-agent Interactions in an Immersive Virtual Environment.” *3rd International Conference on Human Computer Interaction Theory and Applications (HUCAPP 2019)*, Feb 2019, Prague, Czech Republic. pp.129-136
- Fabien Boucaud, Catherine Pelachaud, and Indira Thouvenin. 2021. “Decision Model for a Virtual Agent that can Touch and be Touched.” In *Proceedings of the 20th International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems (AAMAS '21)*. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, Richland, SC, 232–241.

Workshops nationaux:

- Fabien Boucaud, Quentin Tafiani, Catherine Pelachaud, Indira Thouvenin. Vers une prise en compte du toucher social dans les interactions humain-agent en environnement virtuel immersif. *Journées de la Réalité Virtuelle (j•RV 2018)*, Oct 2018, Evry, France.
- Fabien Boucaud, Indira Thouvenin, Catherine Pelachaud. “Quand et Comment Toucher un Humain ? Un Modèle de Décision pour un Agent Touchant.” *Workshop sur les Affects, Compagnons artificiels et Interactions (WACAI 2020)*, CNRS, Université Toulouse Jean Jaurès, Université de Bordeaux, Jun 2020, Saint Pierre d'Oléron, France.

Article de journal en préparation pour *ACM Transactions on Affective Computing*.

