

---

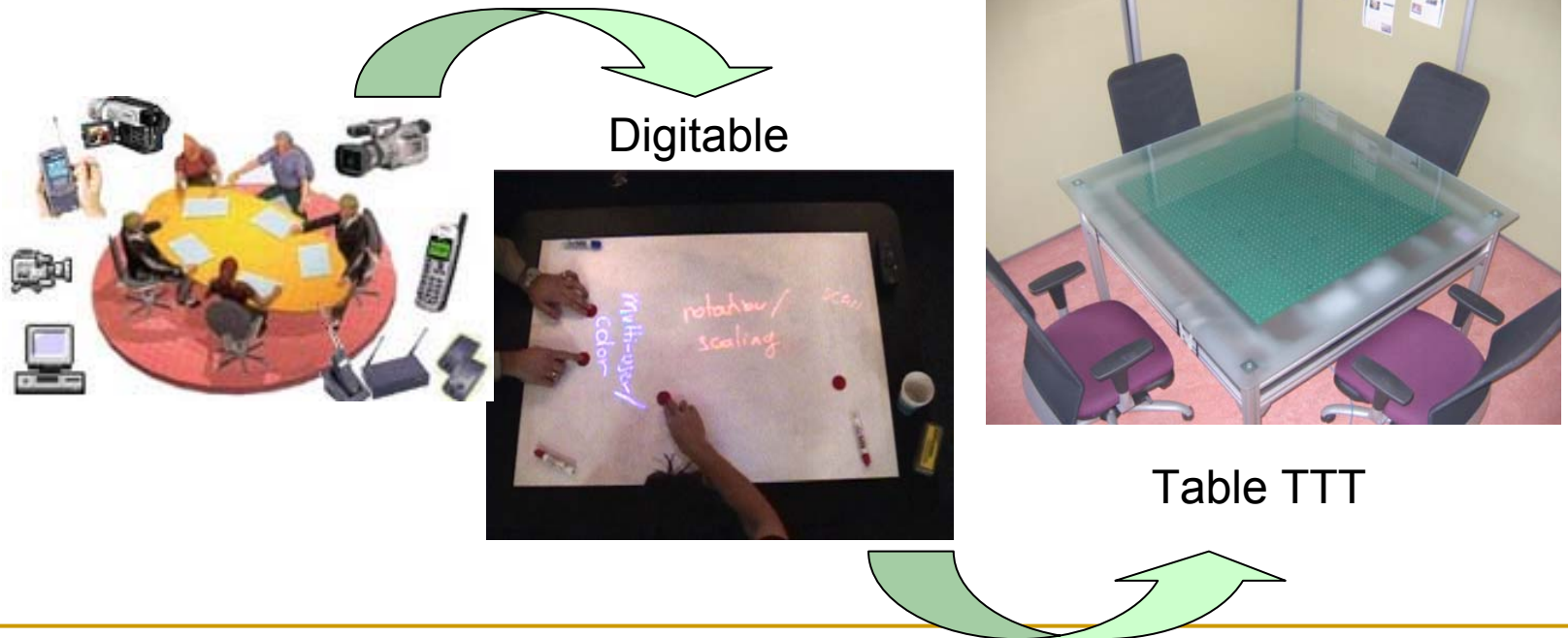
# TTT : Table d'interaction avec des objets Tangibles et Traçables

---

Jean Caelen  
LIG/MultiCom

# Objectifs

Mettre en œuvre et valider une plate-forme technologique constituée d'une table et d'objets physiques utilisés comme une interface tangible. Autre aspect visé : la traçabilité des objets manipulés au cours de séances de travail collective



# Organisation et partenaires

## ANR TECHLOG 2007

- **Thème : Interaction personne-système, visualisation et collaboration**
- **Type : Recherche industrielle**
- **Durée : 24 mois**
- **Coordinateur du projet : Jean Caelen**

- **Partenaires**

**LIG = UMR 5217, UJF/CNRS/INPG/UPMF**

**LAMIH = Valenciennes, UMR 8530**

**TAGPRODUCT, Voiron**

**CEA Grenoble**

- **Sous traitant du LIG**

**Floralis (filiale de l'université Joseph Fourier)** assurera la réalisation des tâches suivantes : la coordination administrative du projet, la gestion de la Propriété intellectuelle issue du projet, l'aide au transfert de technologies, les études ergonomiques de l'équipe MultiCom du LIG

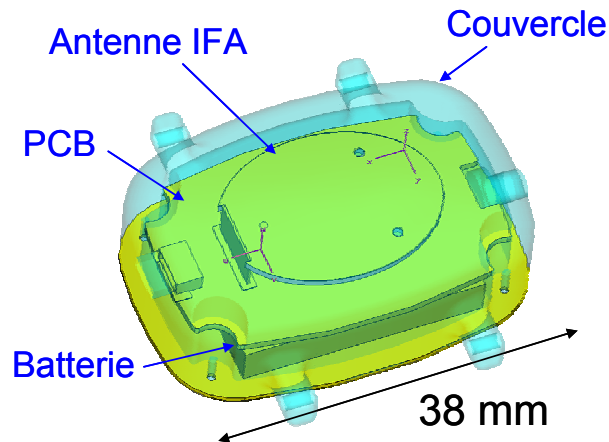
---

# Objectifs scientifiques

- La définition des objets et des agents artificiels qui leur sont liés, de leurs fonctions de communication/interaction entre eux ou avec des agents humains,
  - La définition et la modélisation de leur mémoire des événements, afin qu'ils puissent eux-mêmes tracer leur comportement de manière autonome,
  - Leur identification et leur attitude dans un univers donné à l'aide des signaux qu'ils émettent et de caractéristiques qu'ils possèdent (physiques, passives/actives, dynamiques, etc.),
  - Les fonctions qu'ils engendrent par groupement/dégroupement, déplacement, etc. au cours des manipulations,
  - Les usages qu'ils posent et le bénéfice que l'on peut en tirer dans des applications industrielles (par exemple en conception participative).
-

# Objectifs technologiques

- Réaliser le hardware et le software d'une table interagissant avec des objets munis de RFID et/ou de capteurs.
- Intégrer objets passifs et objets actifs (hypercube)



# Le cadre du problème

- Plusieurs personnes qui manipulent des objets matériels (tangibles) dans le contexte d'un tâche
  - Les objets de la tâche ont une apparence et des fonctions
  - Ils objets évoluent, ils peuvent s'associer, se dissocier, apparaître, disparaître, changer de fonction
  - Ils doivent être inscrits dans « l'état civil » au début et à la fin de leur histoire (par le Génie) et pouvoir « raconter leur vie » eux-mêmes entre-temps. Ils peuvent s'aider du génie pour comprendre leur histoire.
  - Les objets de l'interface ont une apparence et des fonctions de contrôle de la tâche (par ex. l'hypercube)
  - Les objets contextuels peuvent être pris en compte (par ex. les lunettes) par leur apparence
-

# Position du problème

- **Propos** : décentraliser le problème de la traçabilité d'un objet dans l'objet lui-même = c'est un agent autonome qui communique avec d'autres objets partenaires pour se situer, comprendre ce qu'il fait et *in fine* décrire ses actions. Il doit être capable de « raconter sa vie » à un(des) utilisateur(s) extérieur(s), il doit être capable d'apprendre de nouvelles situations d'usage.
  - **Action/énaction** : les objets sont considérés comme artificiellement vivants, ils évoluent avec et dans leur environnement. Ils apprennent et maintiennent leur structure organisationnelle (autopoièse). Ils agissent sans finalité intrinsèque mais construisent leurs propres représentations du monde. Ces représentations résultent du bouclage action/perception.
  - **Extension** : tous les objets n'ont pas les mêmes capacités ni le même degré d'autonomie (certains sont passifs d'autres actifs). On suppose qu'il existe un « génie » qui supplée aux fonctions manquantes de certains d'entre eux.
-

# La métaphore : objets « vivants »

## Exemple

Monde = {Table, Objets, Génie, Utilisateurs}

Objets = {[Stylo, Crayons, Règle, Feuille], [Lunettes]}

Chaque « objet » est un agent plus ou moins doué de perception, de mémoire, de communication, de calcul

Base de tâches = {dessin}, {document écrit}

*Génie* observe et déduit lorsque l'objet manque de capacités en interne, il fait le lien avec les utilisateurs

Chaque objet mène sa propre vie et peut la raconter. Par ex. Stylo dit : « j'ai tracé un trait droit sur la feuille à l'aide de la règle »

---



# Les objets

- Matériels
    - Visibles ou non
    - Manipulés par les utilisateurs sur la table
    - Étiquetés RFID (plusieurs étiquettes pour les objets volumineux)
    - Peuvent avoir des capteurs, une mémoire et un processeur
    - Peuvent communiquer
    - Sont fonctionnellement reconfigurables
  - *Numériques (dans un second temps)*
-

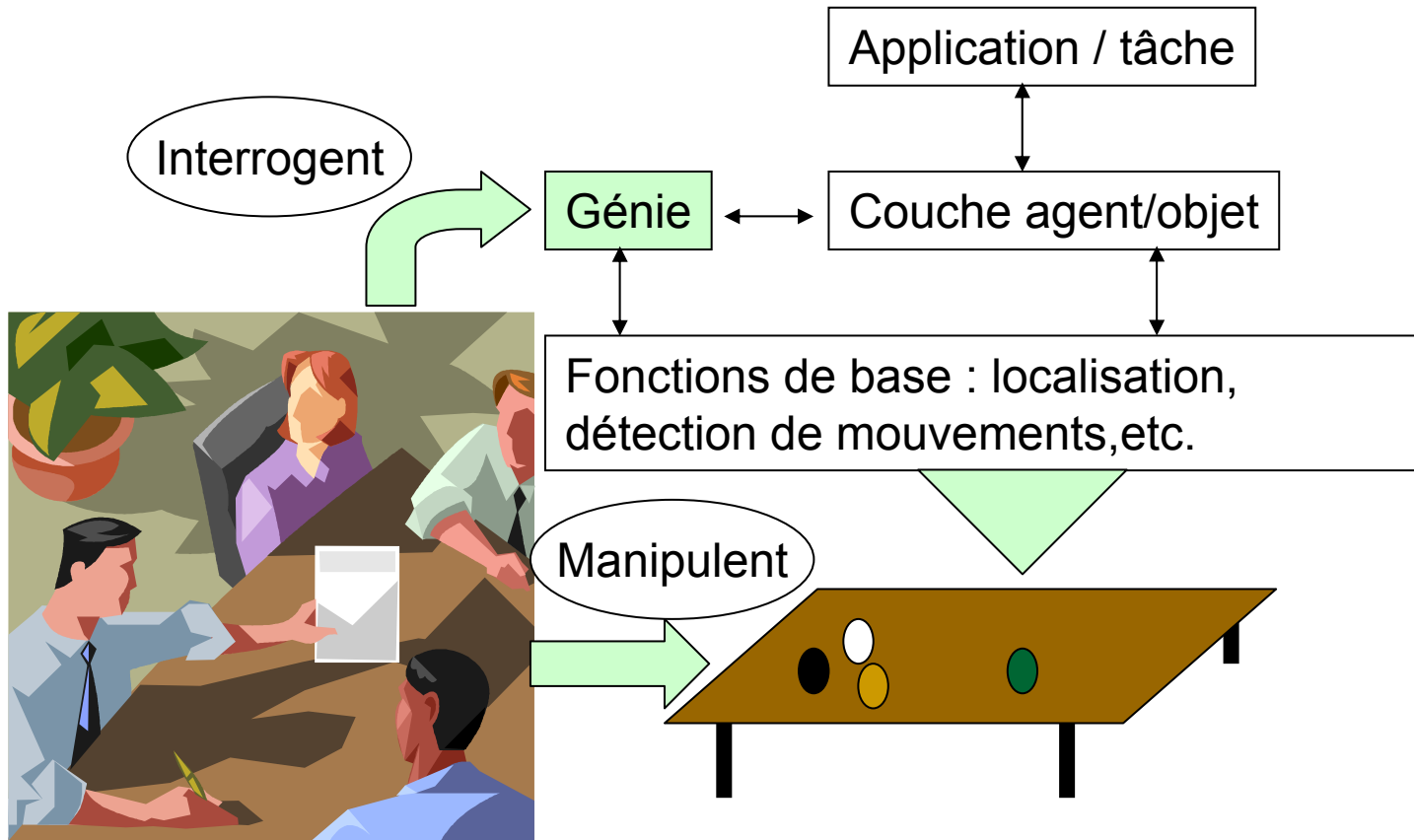
# Usage en traçabilité : Question/Réponse

- Question factuelle : Où est l'objet x ?  
« *x : je suis à côté de l'objet y, je suis caché sous z* »
- Question événementielle : Les objets x1 et x2 ont-ils été utilisés simultanément ? Quand ?  
« *x : j'ai tracé un trait avec y* »
- Question intentionnelle : Les objets ont-ils participé à une même tâche ? Pour quoi faire ?  
« *x, y, z : nous avons fait un dessin* »
- Etc.

Les questions s'adressent aux différentes facettes de l'objet, à plusieurs objets, ou à la couche applicative (niveau tâche) dans laquelle évoluent les objets

---

# Architecture logicielle



# Les objets : formalisation « agent »

- Facette description fonctionnelle (connaître ses capacités et actions)
- Facette apparence (se percevoir comme étant perçu)
- Facette situation (se localiser, se percevoir en action)
- Facette perception de l'environnement (en mesurer l'évolution)
- Facette perception des autres (relation aux autres)
- Facette communication (relation aux utilisateurs)
- Facette mémoire (se décrire dans le temps)

Un objet est un agent au sens de l'IA

---

# Exemple : l'objet stylo

## Stylo

- **Description fonctionnelle (actions potentielles)**
  - **Tracer(trait(A,B))** << A = début, B = fin, détection par la vitesse
  - **Reconnaître(trait(A,B), C)** << C = écriture, courbe, ligne droite, inconnu
- **Apparence**
  - **Visible(0/1)** << occulté ou non par un autre objet
  - **Mine(On/Off)**
- **Situation**
  - **$x_{\text{stylo}}(t), y_{\text{stylo}}(t)$**  << coordonnées à l'instant t
  - **$V_{\text{stylo}}(t)$**  << vitesse estimée
- **Perception de l'environnement**
  - **Table/extérieur** << sur la table ou non
- **Perception des autres**
  - **Concomitance(Règle)** << être en mouvement le long de la règle
  - **Espace(Feuille)** << être dans l'espace de la feuille
  - **Proximité(Objet)** << être proche vs. loin d'un objet
- **Communication**
  - **Reçoit(Q)** << Q question venant d'un utilisateur
  - **Émet(R)** << R réponse à la question Q
- **Mémoire**
  - **Actions exécutées** <<  $t_1, t_2, A$
  - **Fonctions acquises**

# Interprétation

- Lier le modèle de tâche aux activités (signaux produits) des objets
  - Les objets s'identifient et s'introspectent eux-mêmes par rapport à ce modèle
  - Ils disposent de primitives dans la couche basse de base
    - $\text{Pos}(x, t)$  = position de l'objet  $x$  à l'instant  $t$
    - $\text{Traj}(x, t_1, t_2)$  = trajectoire de l'objet  $x$  entre  $t_1$  et  $t_2$
    - $\text{Pts}(x, t_1, t_2)$  = points singuliers de la trajectoire  $\text{Traj}(x, t_1, t_2)$
    - $\text{Dist}(x_1, x_2, t)$  = distance des objets  $x_1$  et  $x_2$  à l'instant  $t$
    - $\text{Inter}(x_1, x_2, t)$  = point d'intersection trajectoires de  $x_1$  et  $x_2$  à  $t$
    - $\text{Conc}(x_1, x_2, t_1, t_2)$  = concomitance des trajectoires de  $x_1$  et  $x_2$  entre  $t_1$  et  $t_2$
    - $\text{Vis}(x, t)$  = visibilité de  $x$  à  $t$
    - Etc.
-

# Premier niveau : déduction

## ■ Exemples

Si  $\text{Concomitance}(x1, x2, t1, t2) \wedge \text{Compatible}(x1, x2)$

Alors  $\text{Associés}(x1, x2, t1, t2) \wedge F(x1, x2)$

Si  $(\text{Position}(x1, t) = \text{Position}(x2, t)) \wedge \text{Visible}(x1, t)$

Alors  $\text{Caché}(x2)$

Si  $\text{Trajectoire}(x, t1, t2) \wedge \text{Stylo}(x) \wedge \text{Conc}(x, y, t1, t2) \wedge \text{Règle}(y)$

Alors  $\text{Tracé}(\text{droite})$

---

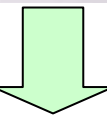
# Deuxième niveau : induction

- Travaux futurs...passer du premier niveau de déduction à l'interprétation pragmatique (action située)

Pos(bleu)  
Pos(rouge)  
Pos(blanc)  
Pos(jaune)  
Pos(noir)  
Pos(vert)  
Conc(paLETTE, couleurs)  
Traj(pinceau)



Tâche = peindre  
Choisir(couleur)  
Tremper(pinceau, couleur)  
Mouvoir(pinceau, surface)



« j'ai peint le mur en vert »

*Qu'as-tu fait ce matin de 9h à 11h ?*



# Synopsis

## Couches logicielles + Usages Démonstrateurs Évaluation

