



# **GI81 : Réseaux & Travail Collaboratif**

## **Partie I : Travail Collaboratif**

(M1 GEII et M1 RVSI)

Samir OTMANE

Samir.Otmane@ibisc.univ-evry.fr

<http://lsc.univ-evry.fr/~otmane/>

# Plan du Cours

- Introduction
- Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (TCAO)
  - Collecticiel
  - Différentes Typologies
  - Classification fonctionnelle
  - IHM pour les collecticiels
  - Architectures Logicielles
- Collecticiel versus Environnement Virtuel Collaboratif
- Étude de cas :
  - Télétravail Collaboratif via Internet : Téléopération collaborative avec ARITI-C
  - Télétravail Collaboratif assisté par la réalité virtuelle et augmentée

# Bibliographie

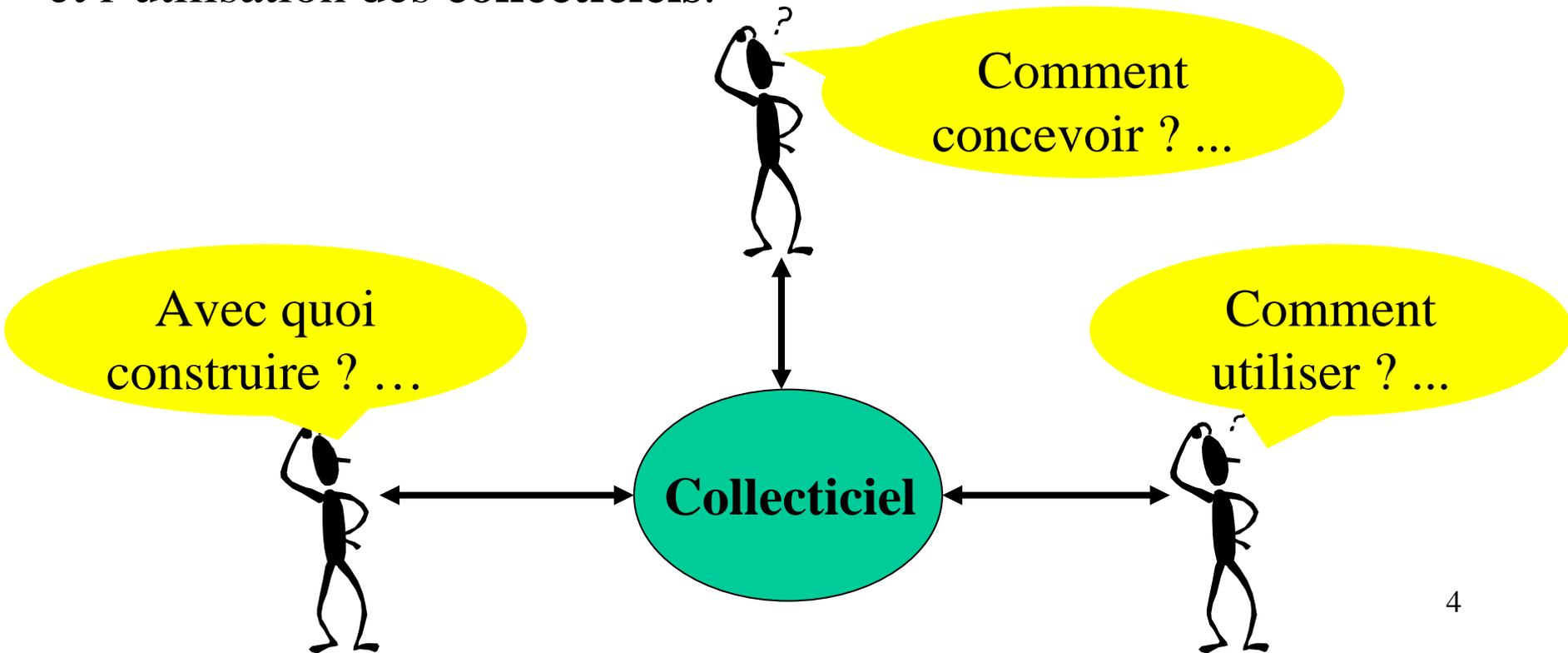
- M. Beaudouin-Lafon (editor), Computer-Supported Cooperative Work. Trends in Software series, volume 7. Wiley, 1999.
- B. David : IHM pour les collecticiels, Réseaux et Systèmes Répartis, 169-206, Novembre 2001, Hermès, Vol. 13.
- Tarpin-Bernard F., David B.T. « Ergonomie du Travail coopératif en conception », *ERGO-IA '96*, Biarritz, Octobre 1996.
- L. Nigay : <http://iihm.imag.fr/nigay/ENSEIG/M23I/COLLECTICIEL/>
- N. Roussel : <http://www.lri.fr/~roussel/enseignement/CIM/>
- Y. Laurillau : Conception et Réalisation Logicielles Pour Les Collecticiels Centrées sur L'activité de Groupe : Le Modèle et la Plate-Forme Clover, Thèse de doctorat en informatique, 2002, Université Joseph Fourier - Grenoble I.
- N. Khezami : Vers un collecticiel basé sur un formalisme multi-agent destiné à la téléopération collaborative via Internet. Thèse de doctorat en informatique, 2005, Université d'Evry. <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/41/88/09/PDF/Khezami05.pdf>
- N. Cheaib : Contribution à la malléabilité des collecticiels : une approche basée sur les services web et les agents logiciels. Thèse de doctorat en informatique, 2010, Université d'Evry. <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/54/10/84/PDF/2010EVRY0011.pdf>
- C. Domingues : Interaction 3D Collaborative en Réalité Virtuelle. Thèse de doctorat en informatique, 2011, Université d'Evry. <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/54/21/70/PDF/Thesis.pdf>
- S. Ullah : Multi-modal Assistance for Collaborative 3D Interaction : Study and analysis of performance in collaborative work. Thèse de doctorat en informatique, 2011, Université d'Evry. <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/56/20/81/PDF/These.pdf>
- S. Otmane : Modèles et techniques logicielles pour l'assistance à l'interaction et à la collaboration en réalité mixte, Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, 2010, Université d'Evry. [http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/62/12/48/PDF/Otmane\\_rapport\\_HDR\\_2010.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/62/12/48/PDF/Otmane_rapport_HDR_2010.pdf)

# Introduction

Domaine du TCAO :

**TCAO = Travail Coopératif Assisté par Ordinateur**  
(**CSCW = Computer Supported Cooperative Work**)

➤ le TCAO est le domaine qui étudie la conception, la construction et l'utilisation des **collecticiels**.



# Introduction

## Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (TCAO)

- le TCAO est un domaine de recherche multi-disciplinaire et impliquant :
  - les sociologues, les psychologues, les ergonomes et les informaticiens, etc.
- les outils mis en jeu dans ce domaine dépassent de loin l'ordinateur :
  - la téléphonie, les messageries, la vidéo et les systèmes d'imagerie, la réalité virtuelle, etc.

# Introduction

## Quelques objectifs du TCAO

- Obtenir des gains de performances :
  - améliorer la gestion des documents ;
  - faciliter la production collective de documents ;
  - accélérer l'accès à l'information ;
  - permettre la confrontation d'idées et de solutions sur un problème donné ;
  - Généraliser la diffusion contrôlée d'information :
    - En donnant différents droits d'accès ;
    - En coordonnant les tâches et les utilisateurs.

# Introduction

## Quelques objectifs du TCAO

- Capitaliser des connaissances :
  - stocker des informations des projets déjà finis, afin de pouvoir les utiliser pour d'autres projets.
  
- Améliorer les temps de réponse :
  - Fournir un accès cohérent aux informations avec des droits d'accès identifiés.
  
- Partager des compétences :
  - Mise en commun des savoir-faire afin de permettre une réelle collaboration par le partage d'informations.
  
- Faciliter le travail à distance :
  - Intervenir passivement ou activement depuis n'importe quelle localisation géographique.

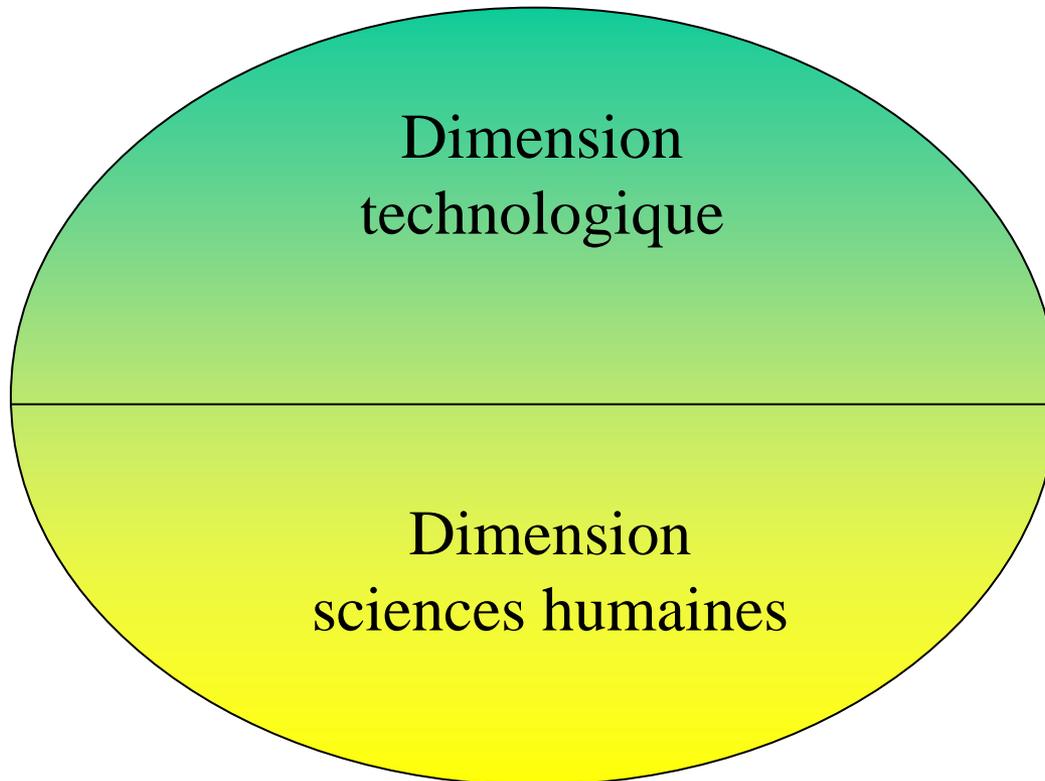
# Introduction

## Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (TCAO)

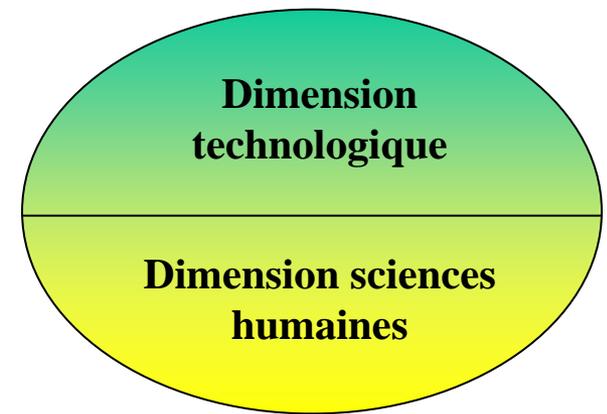
- Les verrous existant sont d'une manière générale à la fois d'ordre :
  - Informatique ou communicationnel :
    - transmettre avec une bande passante suffisante,
    - développer des systèmes d'installation et de maintenance commodes pour des utilisateurs qui ne sont souvent pas les prescripteurs,
  - Ergonomiques et d'usage :
    - développer des interfaces coopératives multimédia conviviales et d'un apprentissage aisé.

# COLLECTICIEL (Groupware)

- Il existe deux dimensions pour caractériser un collectif :



# COLLECTICIEL



- Dimension technologique :
  - Développer des systèmes informatiques qui :
    - assistent un groupe de personnes engagées dans une tâche commune et qui
    - fournissent une interface à un environnement partagé.
  
- Dimension sciences humaines :
  - Essayer de comprendre et étudier :
    - La nature et les caractéristiques du travail collaboratif,
    - les facteurs sociologiques, psychologiques, économiques, etc.

# COLLECTICIEL

## - Différentes Typologies -

- Typologie basée sur :
  - la communication ;
  - la coordination ;
  - la coopération ;
  - le temps ;
  - l'espace ;
  - la matrice espace-temps ;
  - la granularité ;
  - des applications.

## COLLECTICIEL

### - Typologie basée sur la communication -

Un système de communication le plus adapté peut être déterminé en tenant compte de trois variables (T, E, N) :

**T** : Temps,

**E** : Espace,

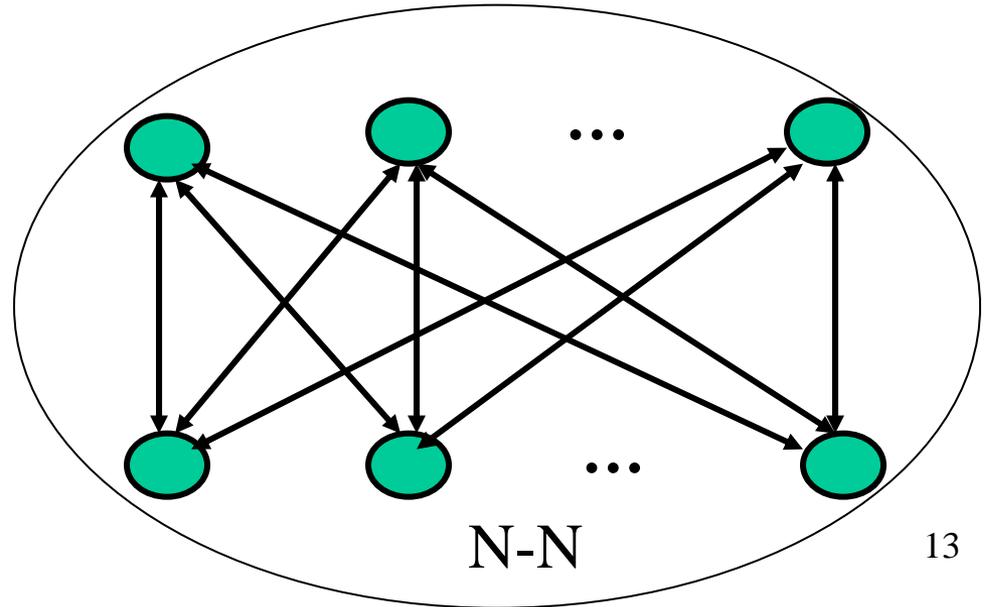
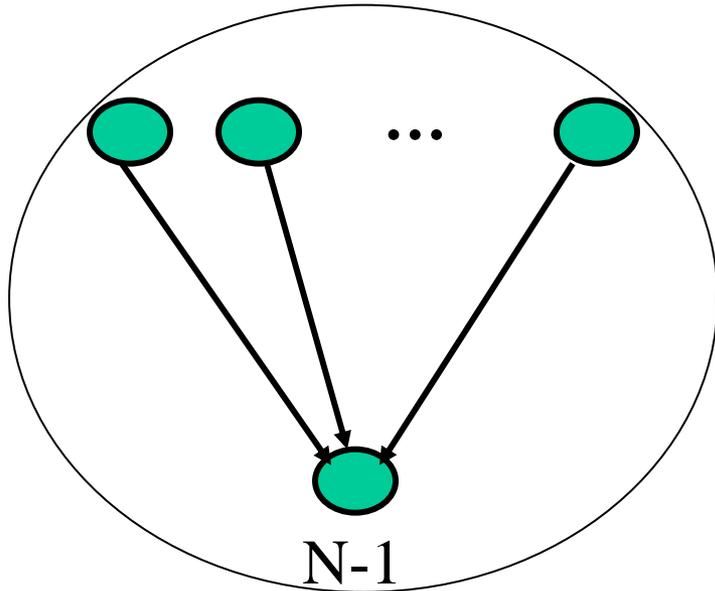
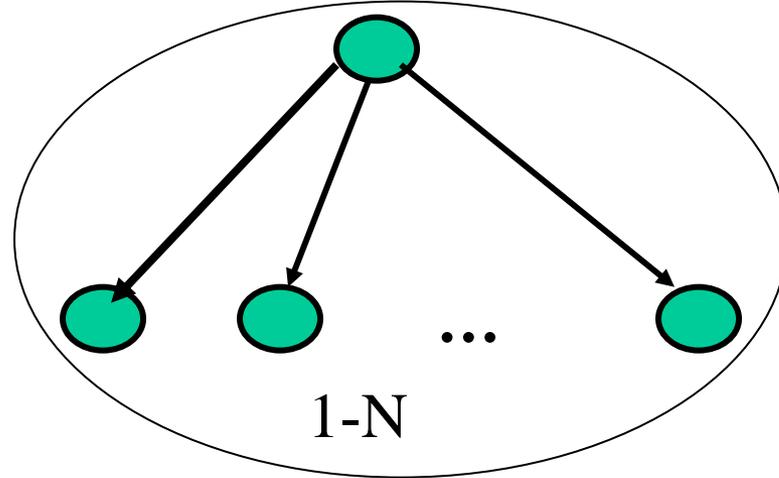
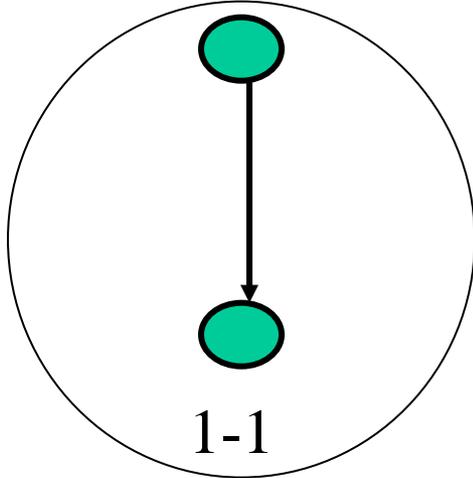
**N** : Nombre de participants.

En générale il existe quatre formes de communication :

- 1-1 : d'une personne à une autre ;
- 1-N : d'une personne à plusieurs personnes ;
- N-1 : de plusieurs personnes à une personne ;
- N-N : de plusieurs personnes à plusieurs personnes.

# COLLECTICIEL

## - Typologie basée sur la communication -



## COLLECTICIEL

### - Typologie basée sur la coordination -

Un ensemble de règles pour décrire la coordination des participants et des tâches.

→ Il faut gérer les tâches et les participants impliqués dans le travail du groupe.

→ utilisation de *WorkFlow*.

*On appelle "WorkFlow" (traduit littéralement "flux de travail") la modélisation et la gestion informatique de l'ensemble des tâches à accomplir et des différents acteurs impliqués dans la réalisation d'un processus métier (aussi appelé processus opérationnel). Le terme de Workflow pourrait donc être traduit en français par **Gestion électronique des processus métier**.*

## COLLECTICIEL

### - Typologie basée sur la coordination -

Un processus métier représente les interactions sous forme d'échange d'informations entre divers acteurs tels que :

- des humains,
- des applications ou services,
- des processus tiers.

De façon pratique, un workflow peut décrire :

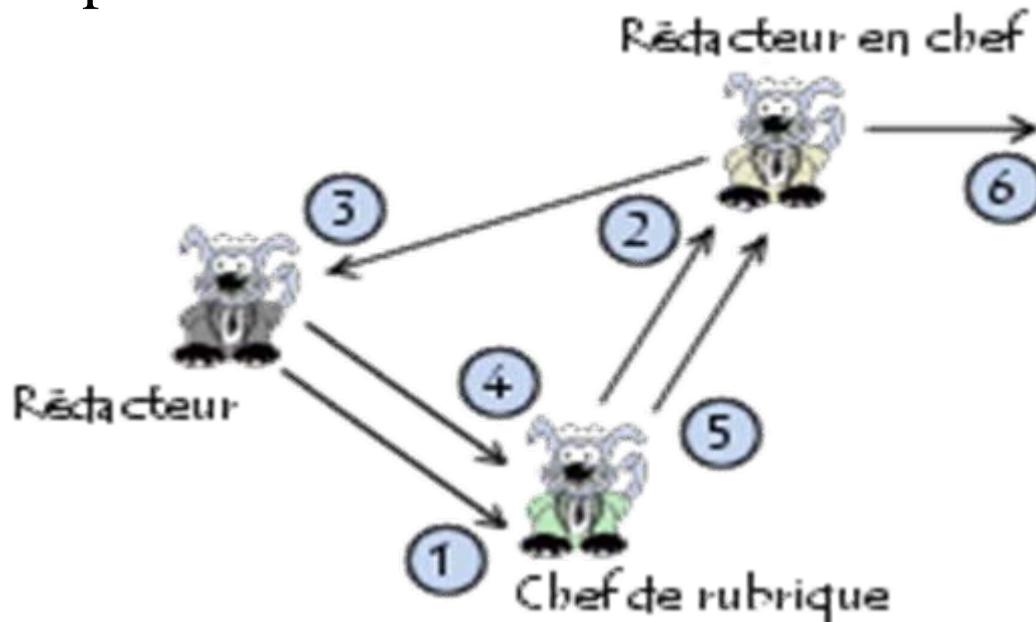
- le circuit de validation,
- les tâches à accomplir entre les différents acteurs d'un processus,
- Les délais à respecter,
- les modes de validation

# COLLECTICIEL

## - Typologie basée sur la coordination - - workflow -

**Exemple** : Processus de publication en ligne de document.

Il s'agit de la modélisation des tâches de l'ensemble de la chaîne éditoriale, de la proposition du rédacteur à la validation par le responsable de publication :



# COLLECTICIEL

## -Typologie basée sur la coordination - - workflow-

1. Le rédacteur propose un article au chef de rubrique
2. Le chef de rubrique regarde le document et le valide
3. Le rédacteur en chef trouve que le document possède des éléments incompatibles avec l'actualité et retourne le document au rédacteur
4. Le rédacteur revoit sa copie et la soumet au chef de rubrique
5. Le chef de rubrique corrige quelques coquilles et transmet l'article au rédacteur en chef
6. Le rédacteur en chef valide le document pour une publication en ligne



# COLLECTICIEL

## -Typologie basée sur la coordination - - Typologies de workflow-

On distingue généralement deux types de Workflow :

- Le **workflow procédural** (aussi appelé *workflow de production* ou *workflow directif*) correspondant à des processus métiers connus (faisant l'objet de procédures pré-établies).
  - ➔ le cheminement du workflow est *plus ou moins statique* ;
- Le **workflow ad hoc** basé sur un modèle collaboratif dans lequel les acteurs interviennent dans la décision du cheminement.
  - ➔ le cheminement du workflow est *dynamique*.

# COLLECTICIEL

## -Typologie basée sur la coordination - - Moteur de workflow -

**Un moteur de workflow** est :

- l'outil permettant de modéliser et d'automatiser les processus métiers.
- Ce type d'outil permet ainsi de formaliser les règles métier afin d'automatiser la prise de décision,
  - ➔ quelle branche du workflow à choisir, en fonction du contexte donné ?

# COLLECTICIEL

## -Typologie basée sur la coopération -

La coopération peut être réalisée entre deux ou plusieurs personnes :

- Peut impliquer le partage d'informations N-N ;
- Permet d'éliminer les contraintes spatiales et éventuellement temporelles.

Coopération asynchrone/synchrone :

- Les éditeurs multi-utilisateurs : permettent de travailler à plusieurs en présentant les contributions de chacun.
  - ➔ Les informations sont partagées par les membre et évoluent de façon asynchrone,
- Le tableau blanc partagé : facilite la coopération en offrant un espace de travail virtuel commun grâce à une interface orientée groupe.
  - ➔ Les informations sont partagées par les membres et évoluent d'une manière synchrone.

## COLLECTICIEL

### -Typologie basée sur le temps -

La typologie basée sur le temps distingue :

- le travail synchrone mené simultanément par les différents participants
- le travail asynchrone permettant à chacun de travailler quand il en a la possibilité.

La simultanéité est également appelée co-présence ou co-temporalité.

## COLLECTICIEL

### -Typologie basée sur l'espace -

La typologie basée sur l'espace fait intervenir la **distance** :

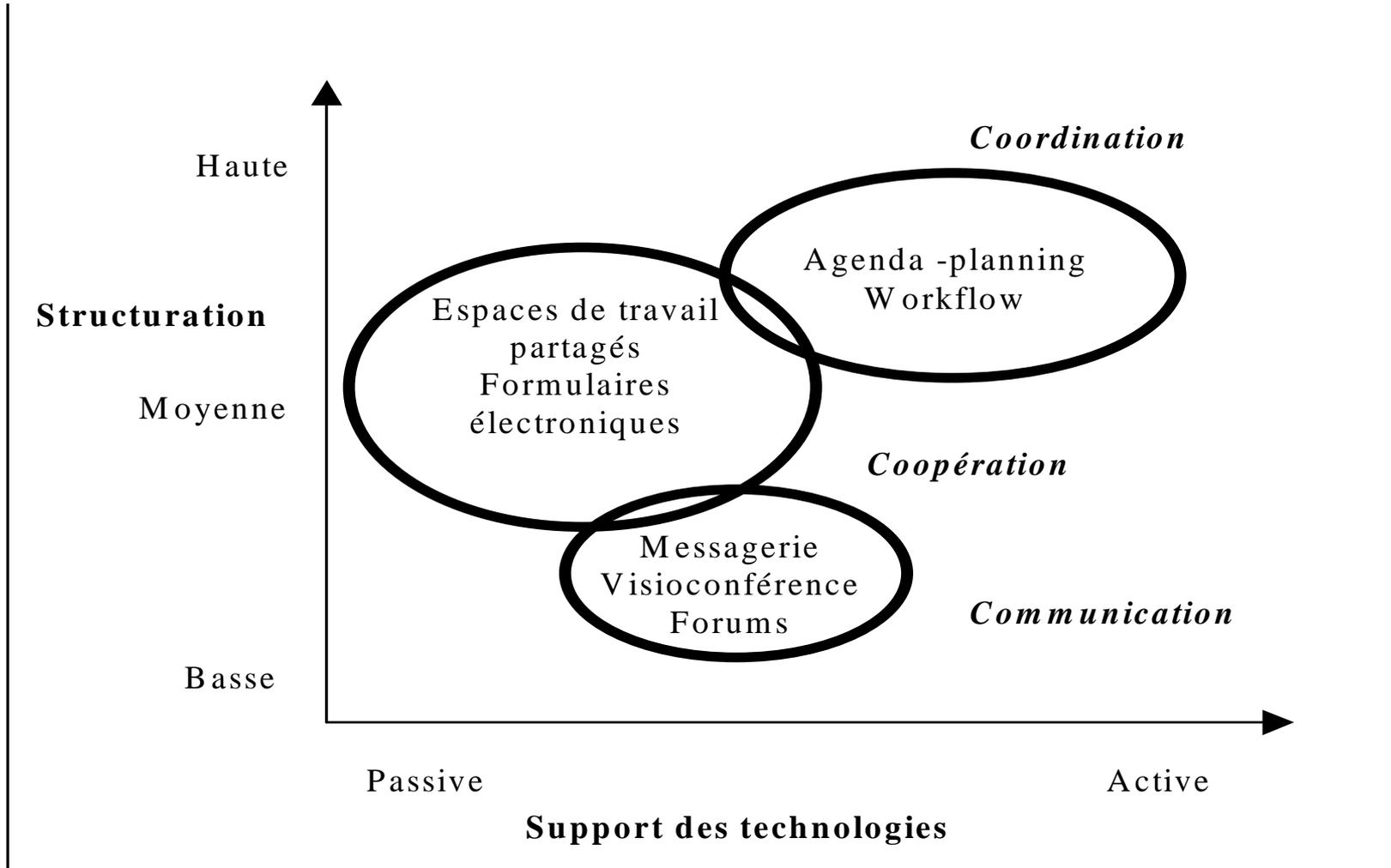
On peut travailler dans le même lieu ou à distance.

- Dans le même lieu : on parle de *co-localisation*
- A distance : on parle de *présence virtuelle*, de télé-présence ou de présence à distance,

➔ utilisation des réseaux de communication.

# COLLECTICIEL

-Typologie basée sur la matrice *espace-temps* [DAV 01]-



# COLLECTICIEL

-Typologie basée sur la matrice *espace-temps* [DAV 01]-

	Même instant	Instants différents
Même lieu	<p>AIDE A LA REUNION</p> <p>Rétro-projection d'écran PC Tableaux électroniques Salles de conférences</p>	<p>AIDE MEMOIRE ELECTRONIQUE</p> <p>Filtrage de messages Partage de fichiers Kiosque électronique</p>
Lieux différents	<p>REUNION VIRTUELLE</p> <p>Audioconférences Vidéoconférences Téléréunions</p>	<p>COORDINATION PERMANENTE</p> <p>Messagerie vocale Agendas partagées Workflow</p>

# COLLECTICIEL

- Typologie basée sur la granularité -

## Définitions :

- La notion de granularité définit la taille du plus petit élément, de la plus grande finesse d'un système.
  - ➔ Quand on arrive au niveau de granularité d'un système, on ne peut plus découper l'information.
  
- Niveau de détails contenus dans une unité d'information.
  - ➔ Plus il y a de détails, plus bas sera le niveau de la granularité.
  - ➔ Inversement, moins il y a de détails, plus haut sera le niveau de la granularité.

Il y a 2 types de granularité : **temporelle et informationnelle**

## COLLECTICIEL

- Typologie basée sur la granularité –  
- **granularité temporelle** -

- La granularité temporelle indique l'espace de temps qui sépare les interventions de différents acteurs.
- Dans le cas du travail asynchrone, cette granularité peut être conséquente, car le temps des interventions est très important.
- Dans le cas du travail synchrone, la granularité temporelle peut être très faible, car on peut obtenir une certaine dynamique, le basculement d'interventions des acteurs peut être plus ou moins rapide.

## COLLECTICIEL

- Typologie basée sur la granularité –  
- **granularité informationnelle** -

- La granularité informationnelle, exprime le degré de simultanéité d'accès aux informations.
  - Elle peut être grande en asynchrone, car c'est le document entier qui est entre les mains d'un des acteurs à un instant donné.
  - En synchrone, pour une meilleure dynamique, il peut être souhaitable de passer à une granularité plus fine, permettant une intervention simultanée de plusieurs acteurs, chacun sur un grain donné.

# COLLECTICIEL

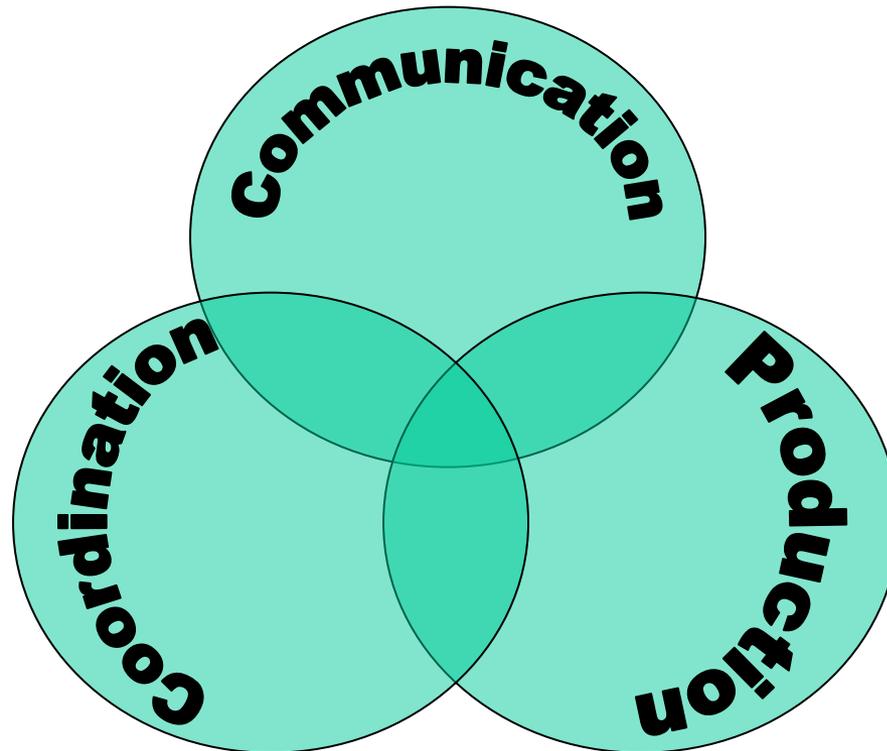
## - Typologie des applications –

- Messagerie électronique,
- Éditeurs multi-utilisateurs (dessin, texte,...),
- Conférences et réunions assistées par ordinateur (médiaspaces, téléconférence, meeting rooms),
- Systèmes de coordination (WorkFlow),
- Etc.

# COLLECTICIEL

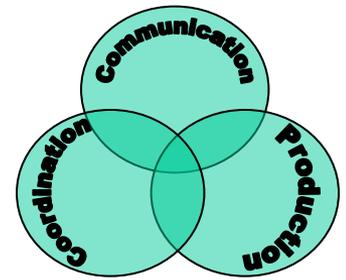
## Classification fonctionnelle

- Les outils de collecticiels sont généralement classifiés selon le trèfle fonctionnel [Travaux d'Ellis]



# COLLECTICIEL

## Classification fonctionnelle



### ➤ Communication :

Communication Homme Homme Médiatisée (CHHM).

- Le contenu sémantique de la communication est étranger au système

### ➤ Coordination :

Produire collectivement nécessite la coordination des utilisateurs, de leurs actions et de leur production :

- gérer les conflits (pour maintenir la cohérence des actions),
- ordonnancement des tâches,
- gérer l'aspect temporel et spatial etc.

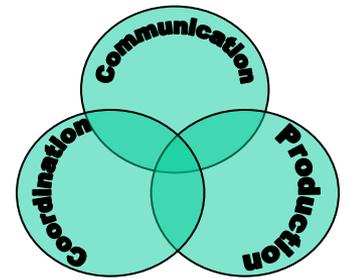
### ➤ Production / coopération :

Les environnements de coopération sont des environnements de production dans lesquels c'est un groupe qui produit.

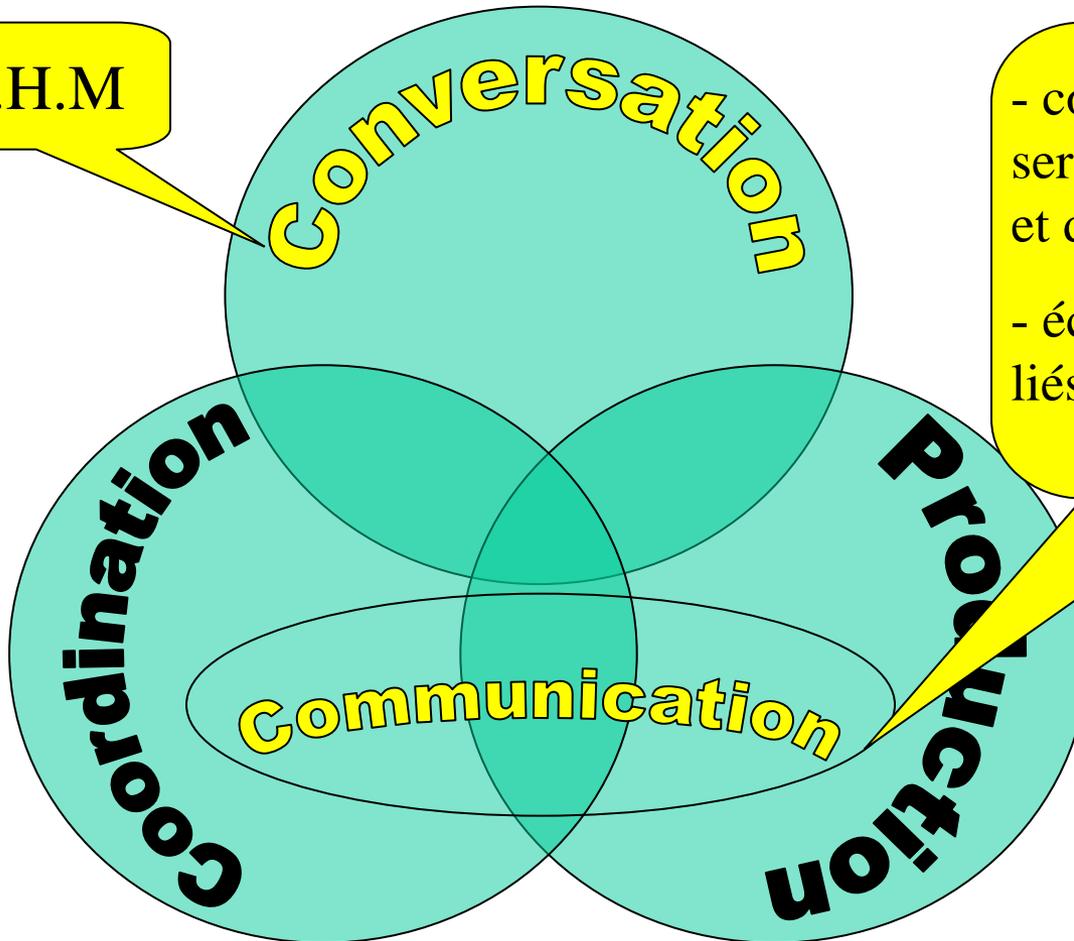
# COLLECTICIEL

## Classification fonctionnelle

- Extension en quatre espaces [B. DAVID]-



C.H.H.M

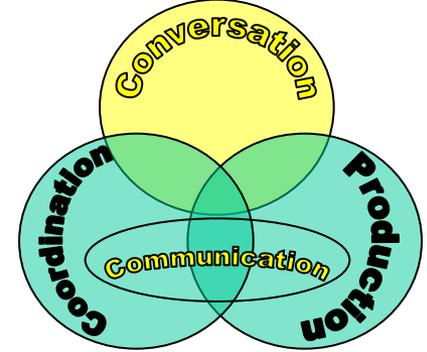


- comme outil au service de la production et de la coordination  
- échange de données liés à la tâche du groupe

# COLLECTICIEL

## Classification fonctionnelle

### - Espace de conversation -



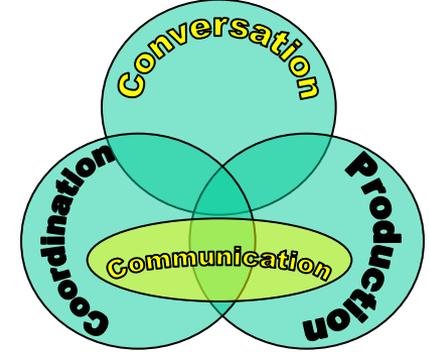
Dialogue entre participants sans échanger des *données persistantes*.

- Activité informelle :
  - synchrone ou asynchrone,
  - textuelle, orale, visuelle, gestuelle, etc.
- La conversation peut être libre ou liée aux deux autres espaces :
  - libre : ne dépend pas de la tâche du groupe,
  - liée à la coordination : dialogue par rapport au mode de fonctionnement du groupe.
  - liée à la production : dialogue par rapport au travail réalisé ou en cours.

# COLLECTICIEL

## Classification fonctionnelle

### - Espace de communication -

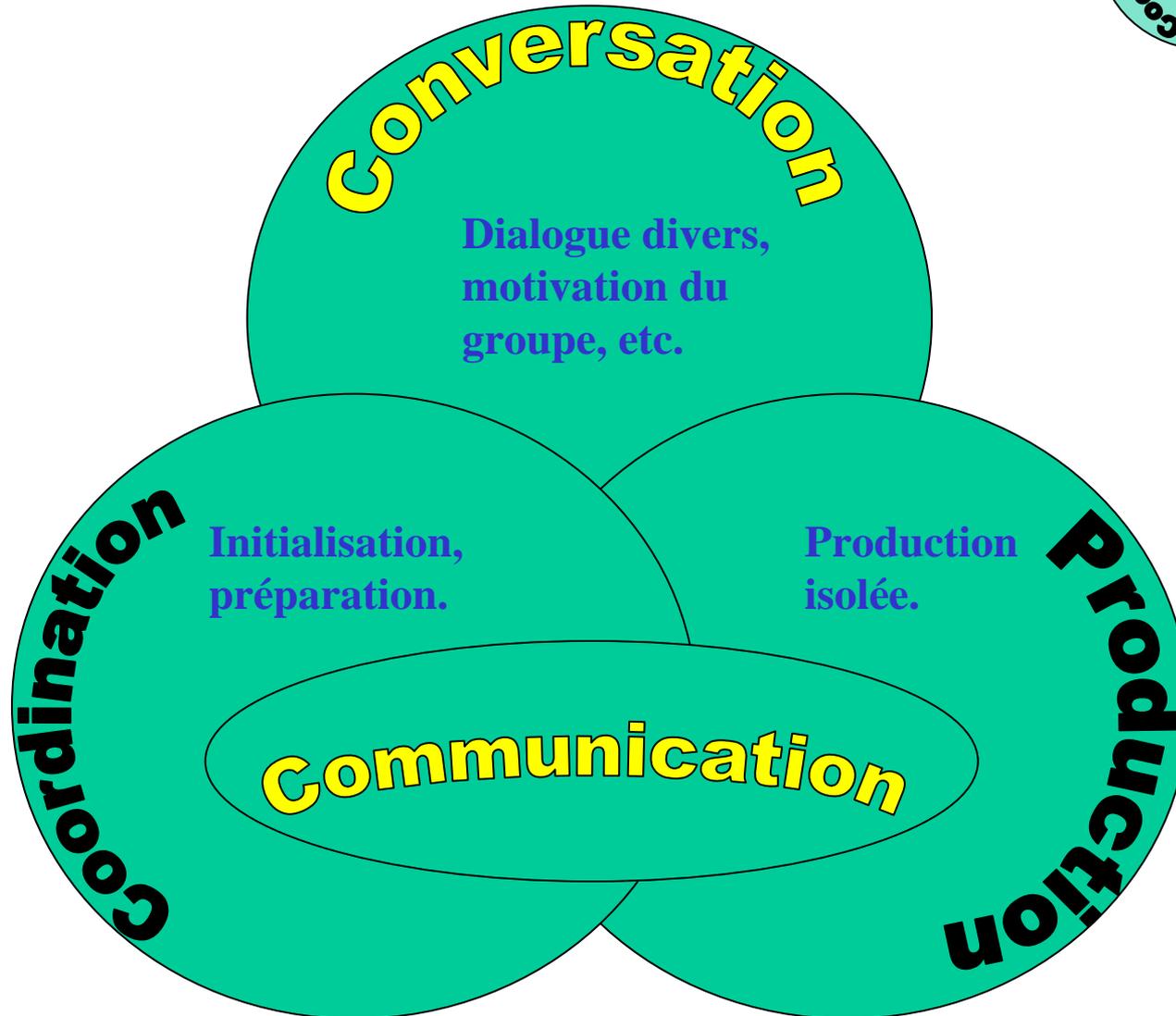
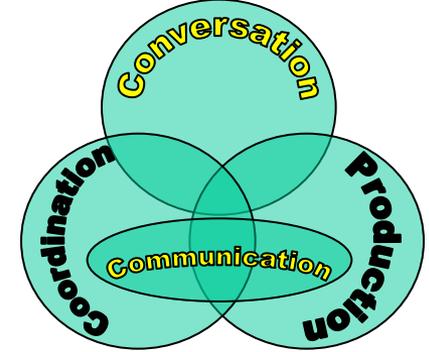


- Échange de *données persistantes* :
  - obligatoirement liées à la tâche du groupe,
  - échange de données entre des espaces communs ou privés,
  - disponibilité permanente des données,
- L'activité de communication peut être considérée comme un moyen ou un outil au service de la coordination et de la production.
- L'échange de données n'est pas étranger au système :
  - puisque les données sont liées à la tâche du groupe.

# COLLECTICIEL

## Classification fonctionnelle

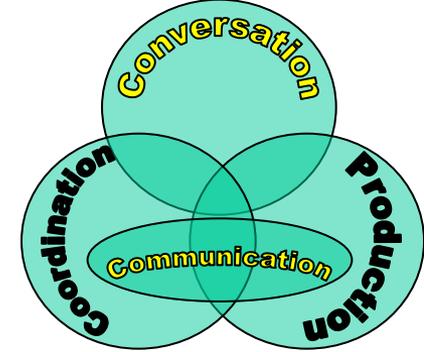
- Espaces et les tâches -



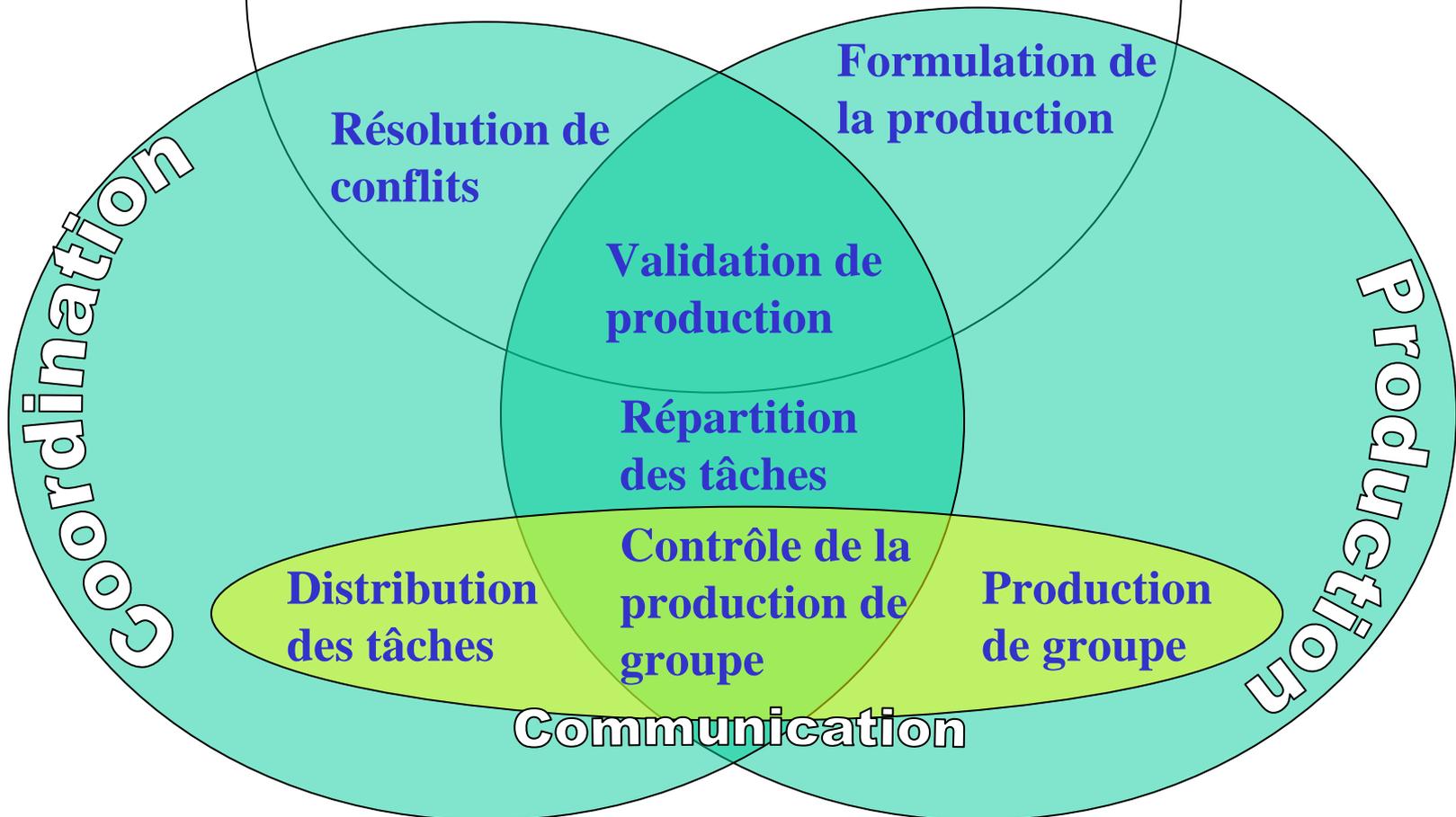
# COLLECTICIEL

## Classification fonctionnelle

- Espaces et les tâches -



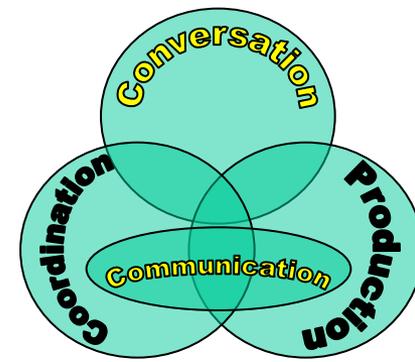
# Conversation



# COLLECTICIEL

## Classification fonctionnelle

- Évolution dans le temps -



Exemple :

Pendant l'utilisation d'un système dédié à la production.

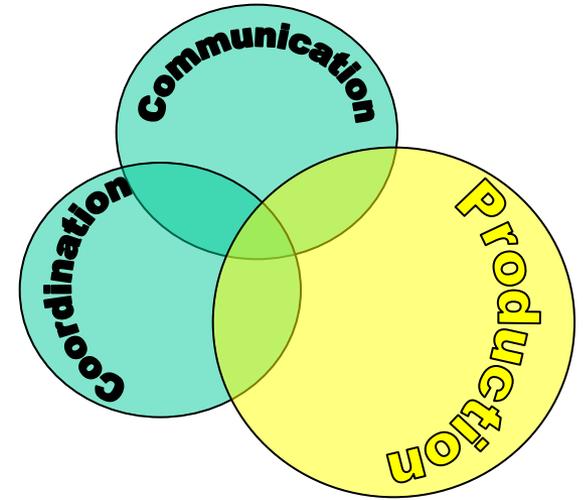
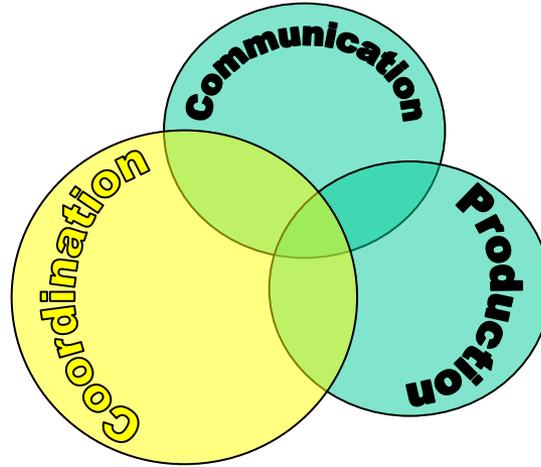
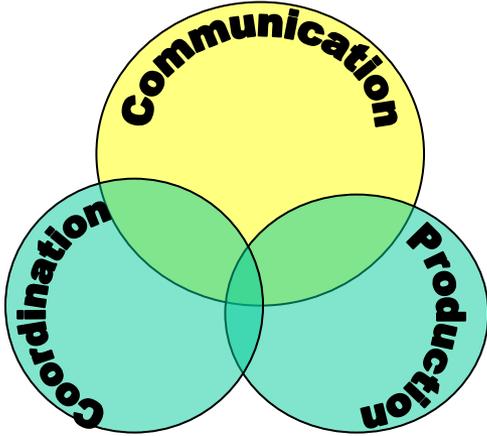
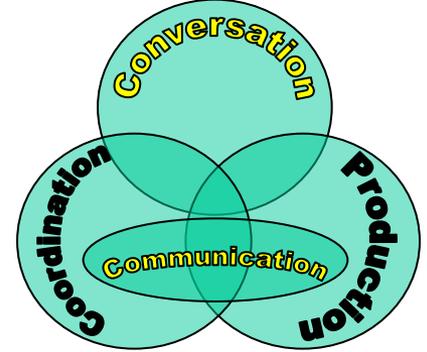
➔ Il est possible à un moment donné que l'activité du groupe soit centrée sur la communication en vue de se **coordonner** afin de redéfinir l'activité de **production**

➔ Approche qui permet de prendre en compte la variabilité de l'activité du groupe au cours du temps

# COLLECTICIEL

## Classification fonctionnelle

- Évolution dans le temps -

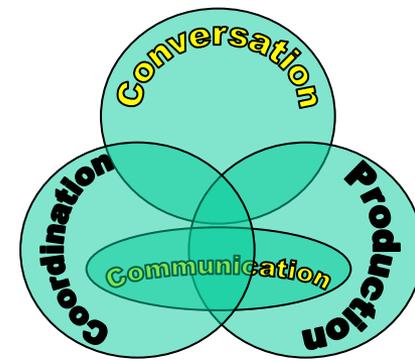


Temps

# COLLECTICIEL

## Classification fonctionnelle

### - Synthèse -



Le modèle du trèfle un modèle fonctionnel du système :

- Décrit les classes de fonction qu'un collectif doit implémenter au niveau logiciel
- Décrit les liens entre les fonctionnalités d'une application et l'architecture logicielle.
- Intervient après la description de l'activité collaborative.
- En pratique il oriente l'analyse du travail coopératif
  - ➔ Pour adapter les services logiciels aux besoins réels de la collaboration.

# COLLECTICIEL

## Les modes de collaboration

Quatre modes de collaboration peuvent être utilisés en conception et peuvent être généralisés dans d'autres domaines d'application :

- Collaboration **asynchrone**
- Collaboration **en session**
- Collaboration **en réunion**
- Collaboration **étroite**

➔ La réussite d'un travail collaboratif peut se mesurer à la difficulté de supporter l'ensemble des quatre modes et également la trans-modalité (passage d'une modalité à une autre)

# COLLECTICIEL

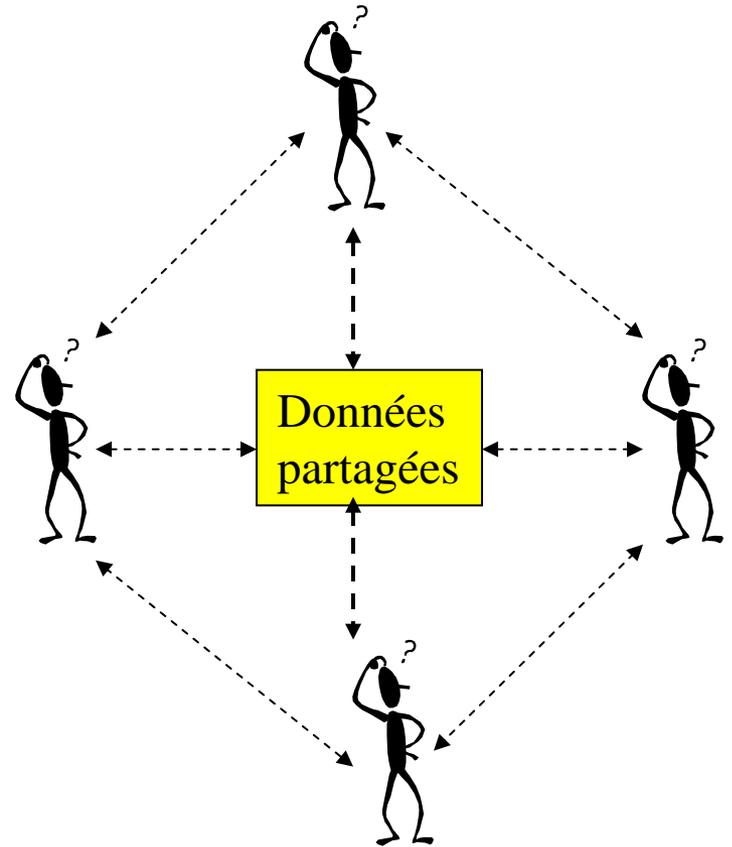
## Les modes de collaboration

[B. David et F. Tarpin-Bernard]

### *La collaboration asynchrone :*

- Les participants interagissent en échangeant les données et en travaillant *quand ils le peuvent*.

➔ Dans le contexte de l'entreprise, la collaboration asynchrone correspond au mode de travail autonome.



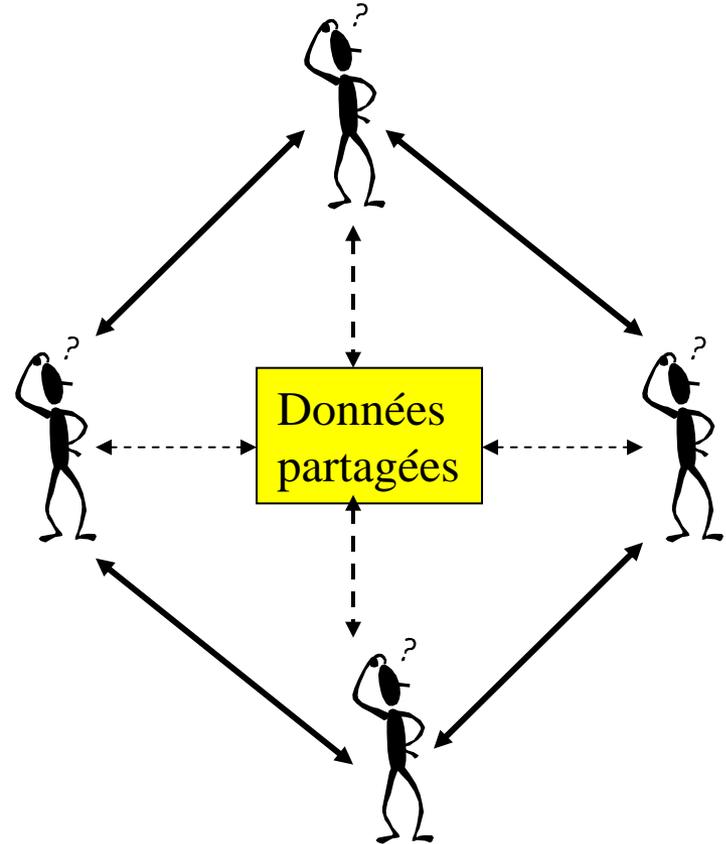
# COLLECTICIEL

## Les modes de collaboration

### *La collaboration en session :*

- Les participants travaillent en même temps sur des données qui leur sont propres.
- Ils peuvent communiquer en même temps, mais sans partager de façon visuelle les objets de leurs discussions.

➔ L'objectif principal est de réduire les délais d'interaction entre les membres du projet.

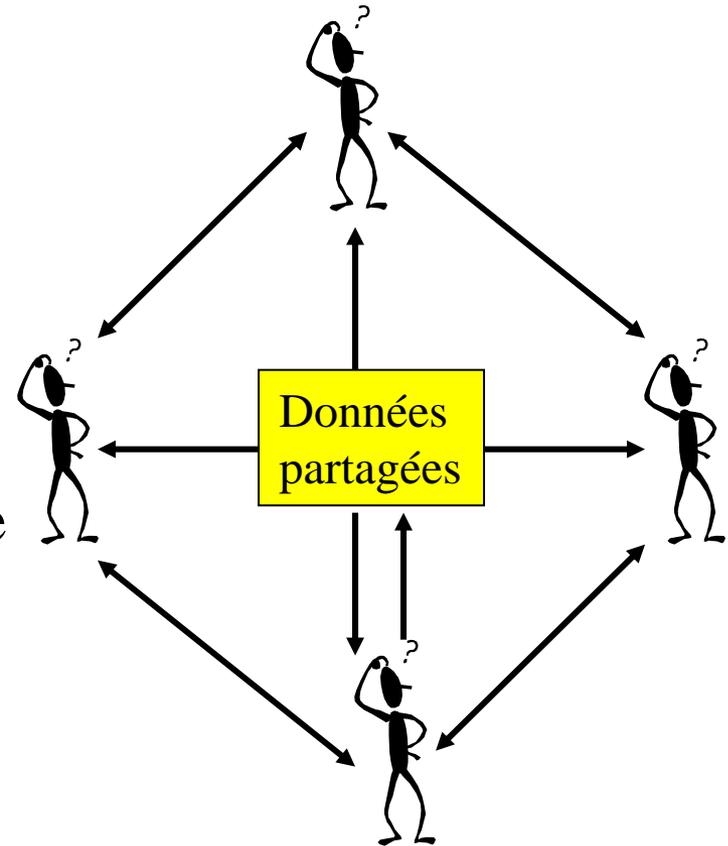


# COLLECTICIEL

## Les modes de collaboration

### *La collaboration en réunion :*

- Les participants travaillent et communiquent en même temps tout en partageant les objets de leurs travaux et discussions.
- Ils se voient attribués des rôles en relation avec le but de la réunion. Leurs interventions sont régies par un mécanisme de type « tour de parole ».
- La collaboration en réunion impose la participation active (par exemple réponse immédiate aux questions).



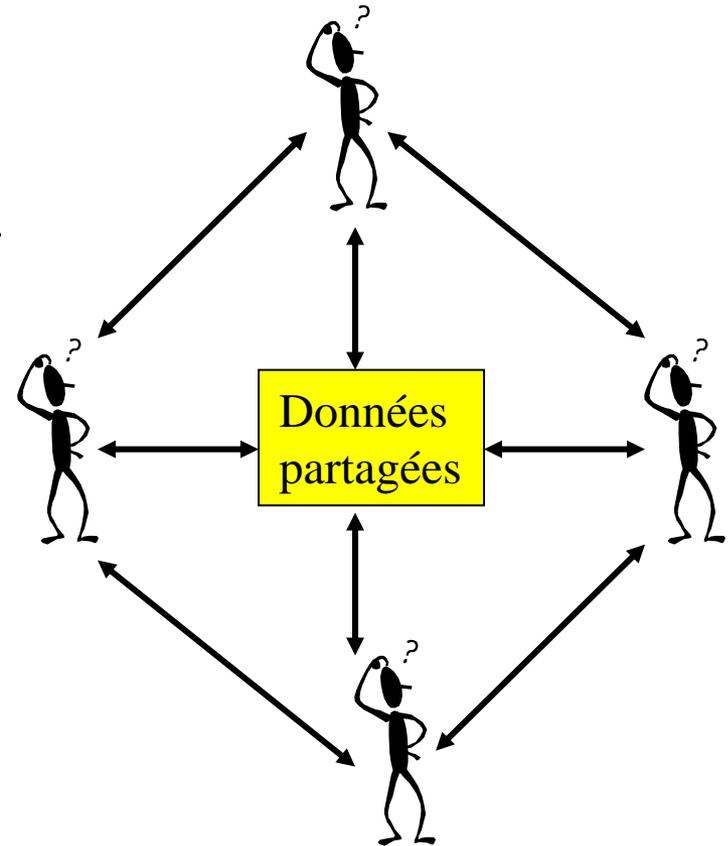
➔ L'objectif principal est d'accroître la coordination entre les membres du projet.

# COLLECTICIEL

## Les modes de collaboration

### *La collaboration étroite :*

- Les participants peuvent travailler, communiquer et interagir en temps réel sur tous les objets partagés du projet.
- Les conséquences de leurs interventions sont directement gérées au niveau des objets manipulés.
- La collaboration **étroite** permet une interaction maximale entre les individus dans un monde cohérent simulant la réalité.



# COLLECTICIEL

## Interfaces Homme-Machine

- L'interaction homme-machine dans les collecticiels est plus complexes que celle dans les applications mono-utilisateur.
  - ➔ Enrichir les outils de *production* classiques avec des outils de *conversation*, de *communication* et de *coordination*).
  - ➔ Prendre en compte les surcharges cognitives qui peuvent survenir (suite à la collaboration à distance)
  - ➔ Prendre en compte certaines adaptations individuelles
  - ➔ Permettre aux utilisateurs de maîtriser les informations transmises les concernant.

# COLLECTICIEL

## Interfaces Homme-Machine

- Il s'agit de permettre d'agir sur toutes les activités dans les quatre espaces du modèle 3C
  - ➔ Conversation, coordination, production et communication.
- Donner une priorité à l'interface multi-utilisateurs qui doit rendre compte de l'activité du groupe.
  - ➔ Faire évoluer les IHMs vers des interfaces **homme-machine-homme** en respectant certains critères.

# COLLECTICIEL

## Interfaces Homme-Machine

### - Critères -

- Le **WYSIWIS** qui garantit une identité de vue à chaque participant :
  - WYSIWIS stricte
  - WYSIWIS relâché
- La **rétroaction** de groupe qui permet à chacun de savoir ce que fait l'autre ;
- Le **télépointeur** qui, est un outil de télé-désignation manipulé par un acteur à la fois mais s'adressant au groupe (ou sous-groupe).  
  
→ Créer une véritable *conscience de la présence des autres ou du groupe (group awareness)*.

# COLLECTICIEL

## Interfaces Homme-Machine

### - Contrôle et partage de données -

• L'utilisation de ressources communes, surtout dans le cas **d'interaction synchrone**, génère obligatoirement des problèmes de conflit lors d'accès concurrents. On retrouve des mécanismes identiques à ceux que l'on trouve dans les systèmes de gestion de bases de données ou de systèmes répartis et qui doivent permettre d'assurer :

- ➔ un contrôle des droits d'accès aux données,
- ➔ un contrôle de la concurrence,
- ➔ un contrôle de la cohérence des informations.

# COLLECTICIEL

## Architecture logicielle

[Laurence Nigay]

### **Modèles classiques**

- centralisé
- répliqué
- hybride

### **Approches multi-agents**

- ALV
- Fermeture-éclair
- CoPAC

# COLLECTICIEL

## Architecture logicielle

### [Définitions]

#### **Le Noyau Fonctionnel (NF)**

Implémente les fonctionnalités et les concepts du domaine indépendamment de leur présentation.

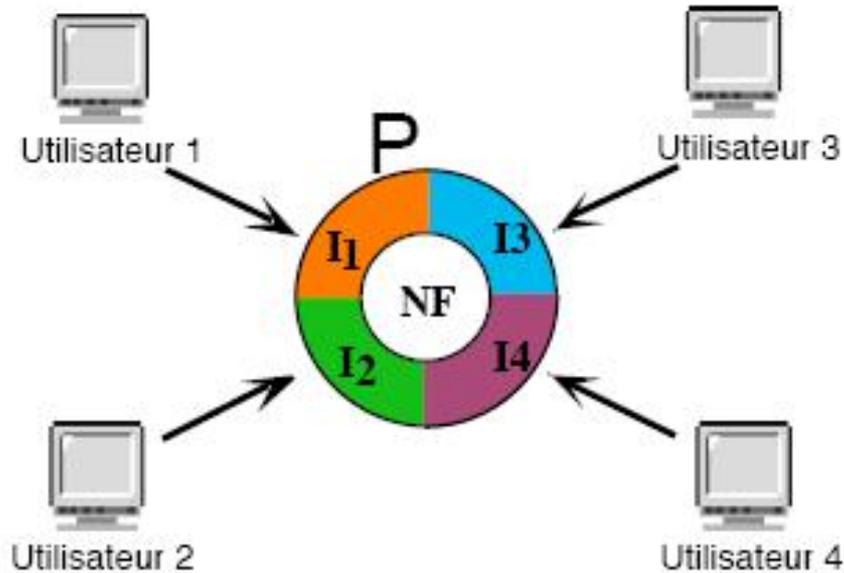
Les structures de données manipulées par ce composant sont les objets du domaine.

**Remarque** : En pratique, le Noyau Fonctionnel ne doit avoir aucune connaissance des fonctionnalités relevant de l'interface utilisateur pour faciliter une conception itérative de l'interface, pour favoriser la réutilisation et pour favoriser la portabilité du logiciel.

# COLLECTICIEL

## Architecture logicielle

### - Modèle centralisé -



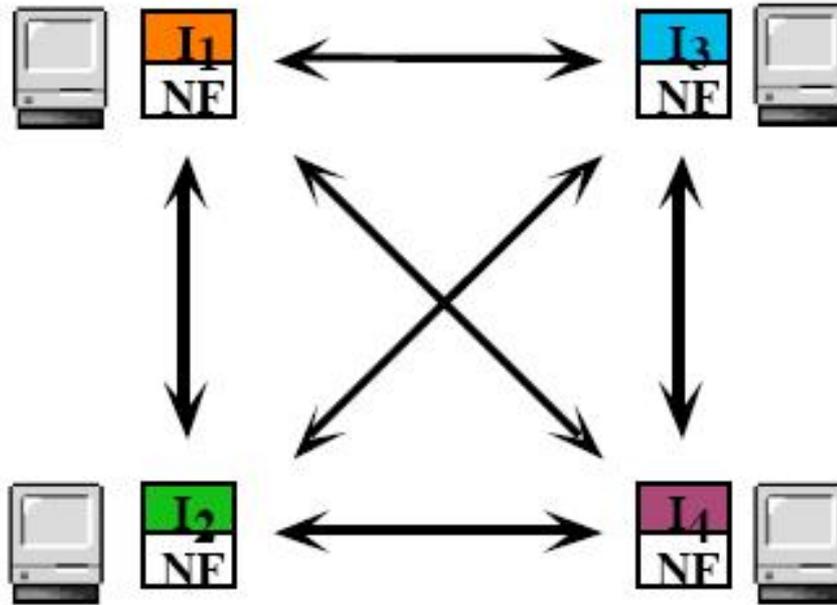
**Avantage** : simple à implémenter

**Inconvénients** : plus de temps de réponse, moins fiable.

# COLLECTICIEL

## Architecture logicielle

### - Modèle répliqué-



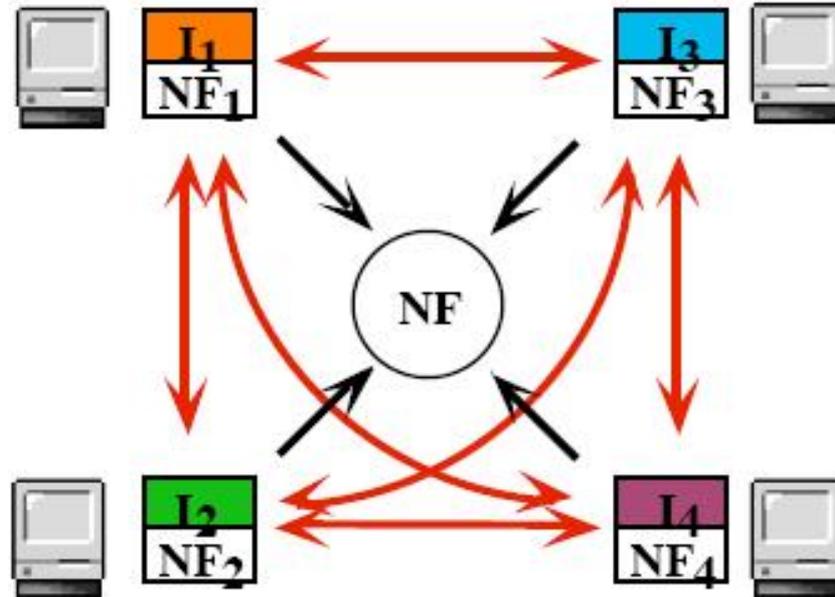
**Avantage** : temps de réponse rapide

**Inconvénients** : difficile à implémenter et à gérer la cohérence.

# COLLECTICIEL

## Architecture logicielle

### - Modèle hybride-



**Avantage** : temps de réponse plus ou moins rapide

**Inconvénients** : difficile à implémenter et à gérer la cohérence.

## Architecture logicielle

### - Modèles d'architecture logicielle [Laurillau 02]-

#### ➔ Modèles d'architecture pour les systèmes interactifs

- Modèle Arch , Modèle MVC, Modèle PAC-Amodeus.

#### ➔ Modèles d'architecture pour les collecticiels

- Modèle Zipper, Méta-modèle d'architecture de Dewan,
- ALV, Clock et DragonFly, AMF-C, CoPAC, PAC\*, Colver

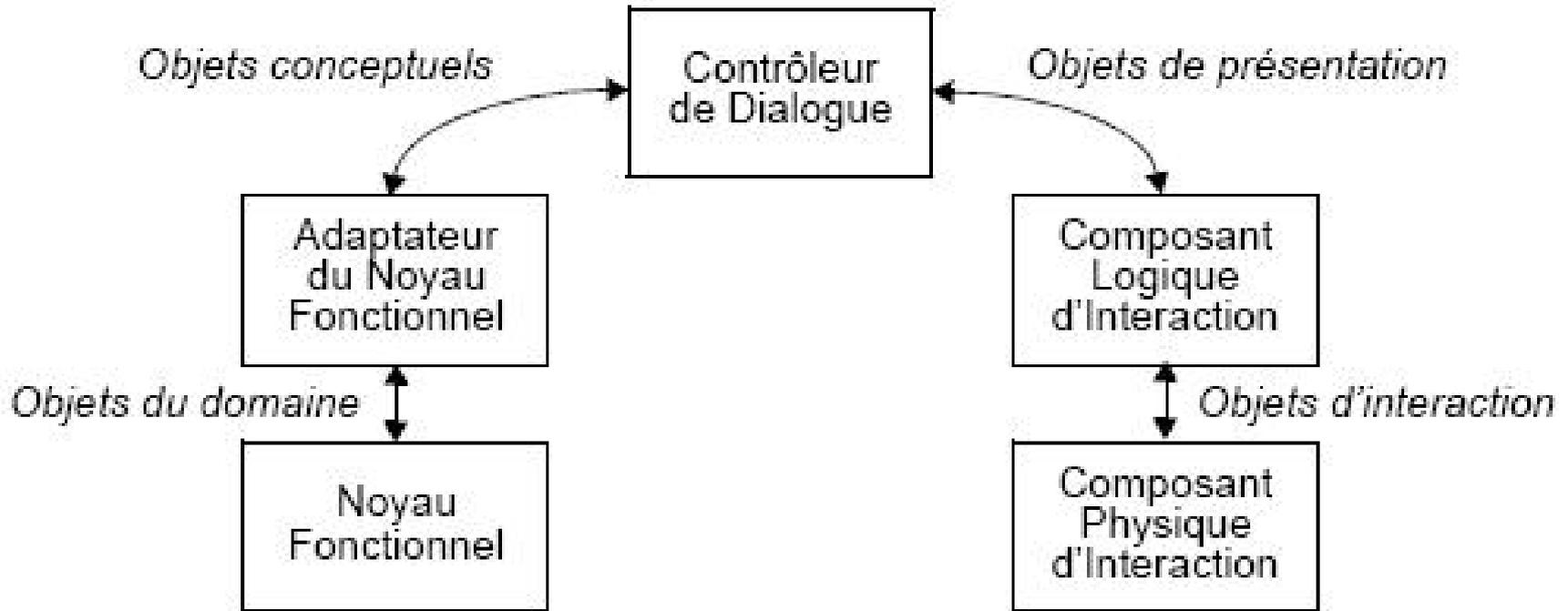
# Architecture logicielle

## - Modèles d'architecture pour les systèmes interactifs -

- Modèle Arch ,
- Modèle MVC,
- Modèle PAC-Amodeus.

# Systemes interactifs

## - Modèle Arch-



Principe : Séparer l'interface utilisateur du Noyau Fonctionnel

➔ Décomposition canonique des principaux composants d'un système interactif.

# Systemes interactifs

## - Modèle Arch-

- **Contrôleur de Dialogue (CD)** représente la pierre angulaire de cette Architecture.

- Ce composant a la charge la gestion du dialogue : l'enchaînement des tâches.

- Ce composant manipule à la fois les objets conceptuels et les objets de présentation nécessaires à l'interaction.

- **Adaptateur du Noyau Fonctionnel (ANF)** joue un rôle de médiateur entre le Noyau Fonctionnel et le Contrôleur de Dialogue.

- Les données échangées avec le Noyau Fonctionnel sont les objets du domaine que le NF exporte vers l'utilisateur.

- Les données échangées avec le Contrôleur de Dialogue sont des objets conceptuels correspondant à une représentation mentale de l'utilisateur des objets du domaine.

# Systemes interactifs

## - Modèle Arch-

- **Composant Physique d'Interaction** (CP) représente les interacteurs logiciels (widget) et matériels. Il s'agit en général d'une boîte à outils graphique (User Interface Toolkit) et des périphériques d'interaction.
- **Composant Logique d'Interaction** (CL) joue aussi un rôle de médiateur entre le Contrôleur de Dialogue et le Composant Physique d'Interaction.
  - ➔ Ce composant est généralement assimilé à une boîte à outils graphique abstraite,
  - ➔ Permet l'indépendance vis-à-vis des boîtes à outils graphiques du niveau du Composant Physique

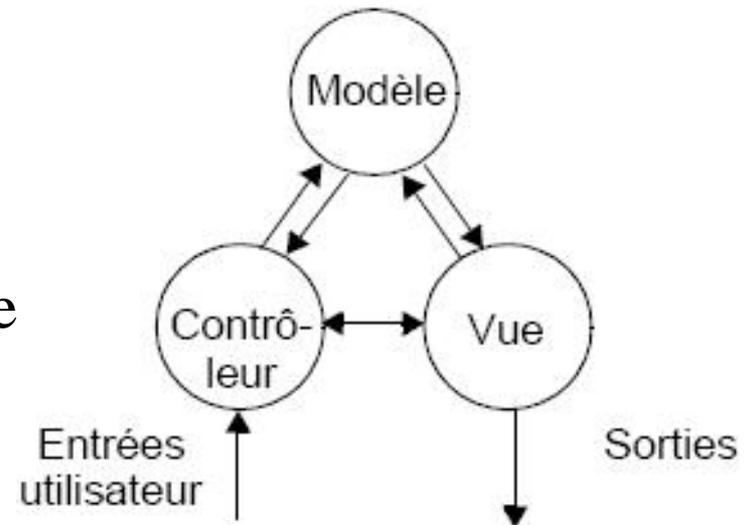
# Systemes interactifs

## - Modèles à agents : MVC-

MVC : Modèle / Vue / Contrôleur

- Le modèle MVC a été introduit dans le langage Smalltalk en 1988.

➔ Il s'agit d'un modèle multi-agent qui s'inscrit dans la même ligne de pensée que le modèle Arch, puisqu'il distingue la partie interface utilisateur du modèle de l'application, c'est-à-dire le Noyau Fonctionnel.



# Systemes interactifs

## - Modèles à agents : MVC-

**Une facette modèle (M)** représente les concepts du domaine.

**Une facette contrôleur (C)** interprète, au niveau de l'interface utilisateur, les entrées.

**Une facette vue (V)** offre une représentation en sortie au niveau de l'interface utilisateur (affichage, son, haptique, etc). Cette facette est le complémentaire de la facette contrôleur, puisque celle-ci gère les sorties vers l'utilisateur.

**Remarque :** La vue et le contrôleur communiquent avec le **modèle** à l'aide d'événements. Par contre la communication entre la **vue** et le **contrôleur** est directe et est réalisée par le biais d'appels de fonction

# Systemes interactifs

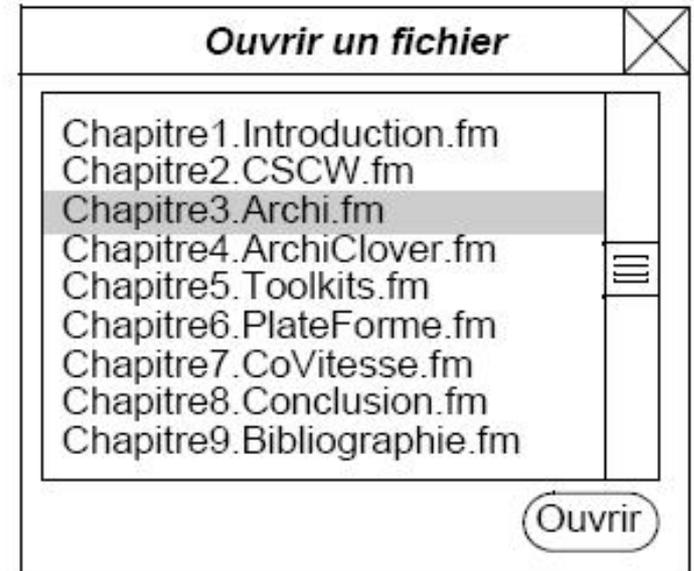
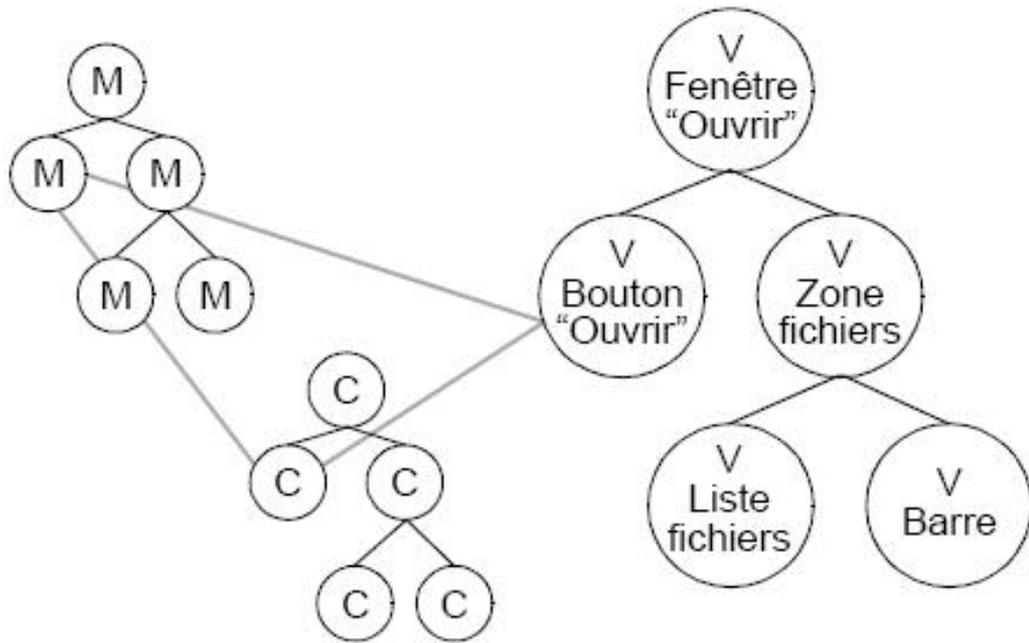
## - Modèles à agents : MVC : exemple -

### Barre de défilement :

- La barre de défilement pourrait être implémentée sous la forme d'un agent dont le **modèle** gère la *position du curseur*.
  - Dès que le curseur est déplacé dans le **contrôle**, le modèle reçoit un événement de modification pour mettre à jour la position du curseur et la **vue** reçoit l'ordre d'afficher le curseur à sa nouvelle position.
- ➔ Pour des raisons de performance, la **vue** et le **contrôleur** peuvent être fusionnés et développés sous la forme d'un seul composant.

# Systemes interactifs

## - Modèles à agents : MVC : exemple [Laurillau 02]

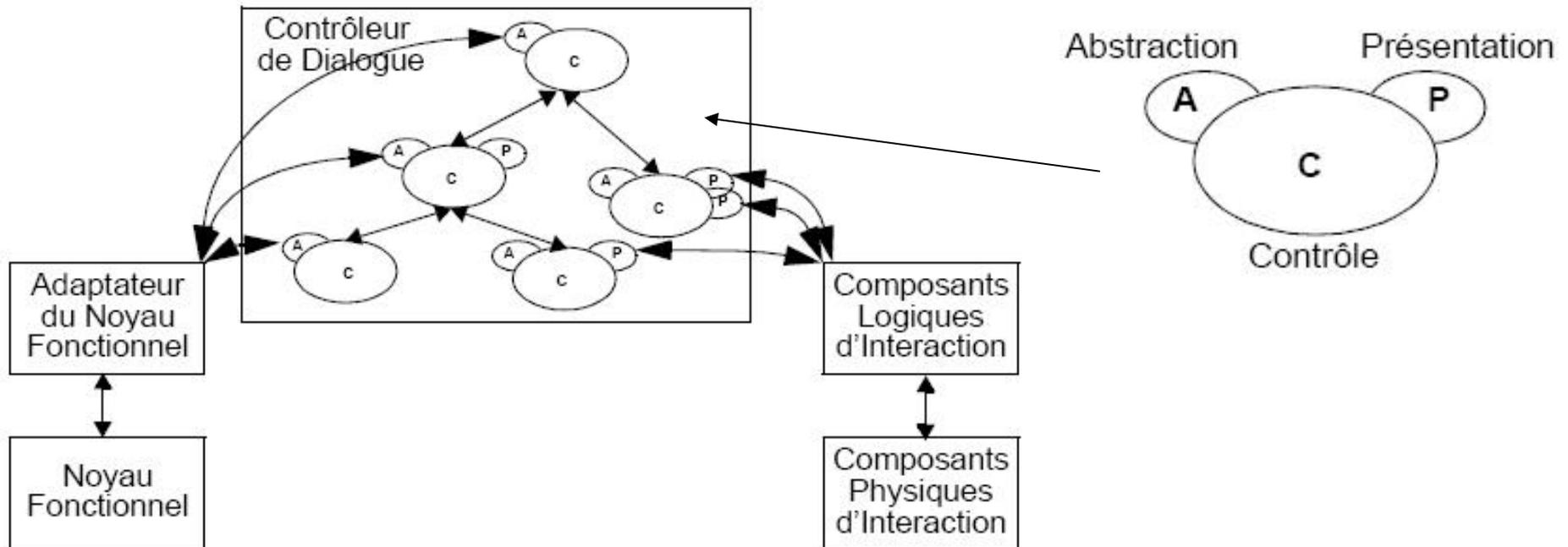


- Relations entre facettes d'un agent
- Relations dans la hiérarchie

# Systemes interactifs

## - Modèle PAC-Amodeus [Nigay] -

- Le modèle PAC-Amodeus est un modèle **hybride** puisqu'il repose sur une extension du modèle **Arch** selon une approche **multi-agent**.
- Ce modèle reprend les cinq niveaux fonctionnels du modèle Arch et structure le Contrôleur de Dialogue avec une hiérarchie d'agents PAC.



# Systemes interactifs

## - Modèle PAC-Amodeus -

- **Facette Abstraction** (A) gère les concepts du domaine et définit la compétence de l'agent indépendamment de la présentation,
  - **Facette Présentation** (P) définit l'interface utilisateur et interprète les entrées et sorties générées par l'utilisateur au cours de l'interaction,
  - **Facette Contrôle** (C) d'une part, fait le lien entre les facettes Abstraction et Présentation, d'autre part, assure et gère les relations avec les autres agents dans la hiérarchie (l'agent père et les agents fils).
- ➔ Les agents communiquent entre eux uniquement à travers cette facette Contrôle.

# Systemes interactifs

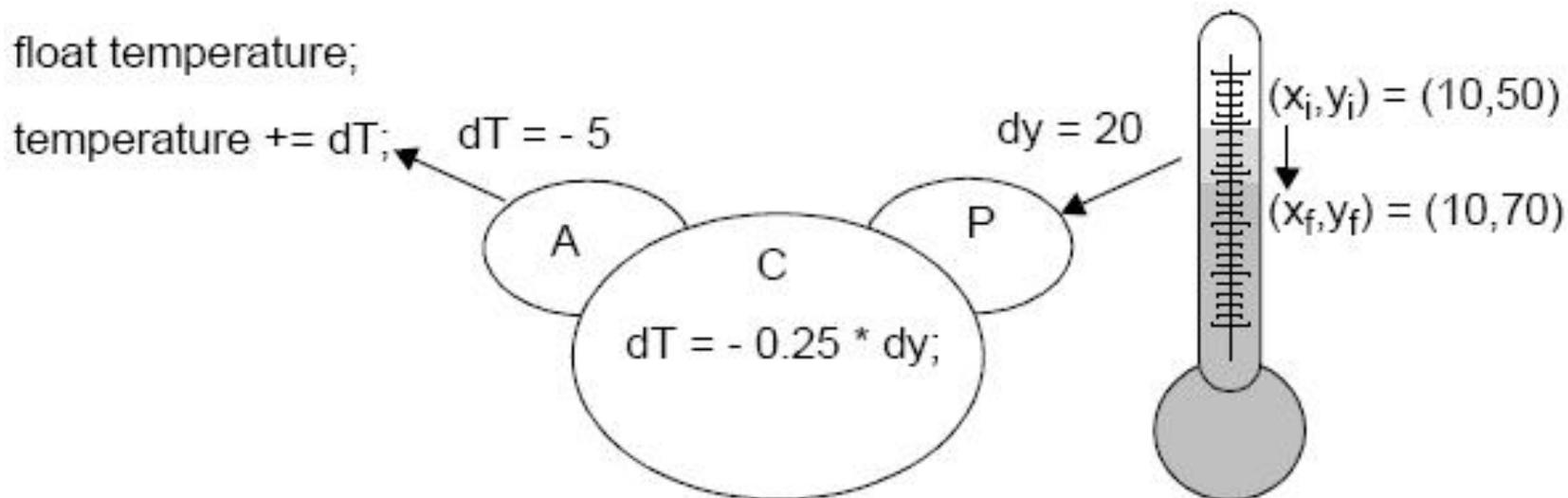
## - Modèle PAC-Amodeus -

### Exemple du thermomètre :

**P** → a la charge de dessiner le thermomètre et d'interpréter les événements utilisateurs en entrée qui modifient la valeur de la température.

**A** → constitue le modèle abstrait du thermomètre représentant la valeur courante en degrés par un nombre réel.

**C** → réalise un lien entre la facette Abstraction et la facette Présentation et se charge de mettre en correspondance les phénomènes concrets avec les phénomènes abstraits.



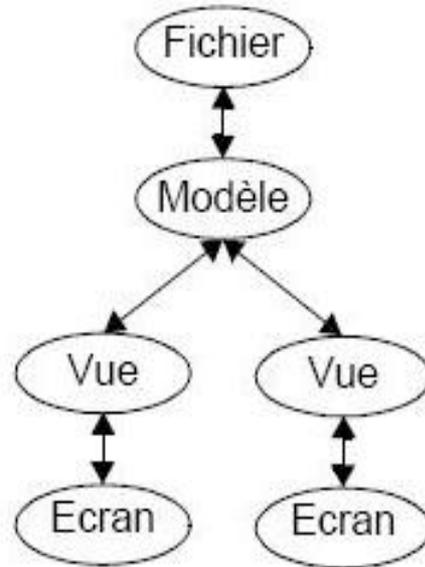
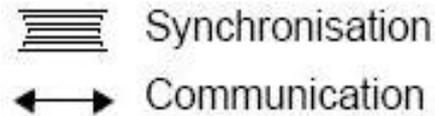
## Architecture logicielle

### - Modèles d'architecture pour les collecticiels -

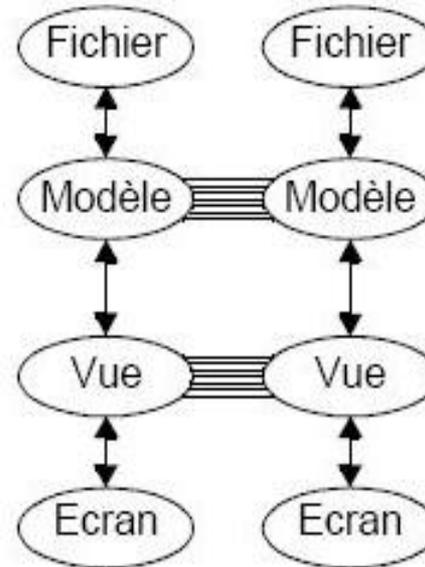
- Modèle Zipper,
- Méta-modèle d'architecture de Dewan,
  - ALV,
  - Clock et DragonFly,
    - AMF-C,
    - CoPAC,
    - PAC\*,
    - Clover

# COLLECTICIEL

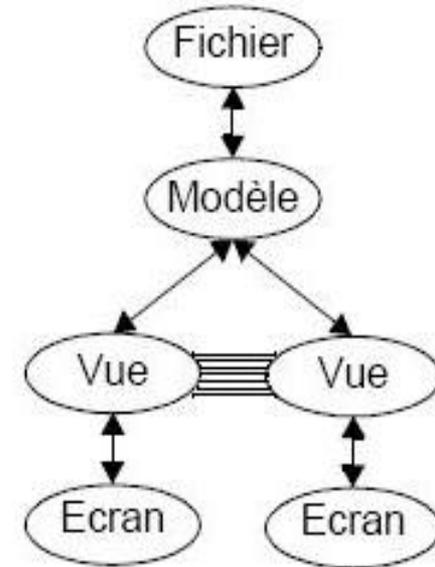
## - Modèle Zipper (Fermeture-éclair) de Patterson-



a) Architecture avec états partagés



b) Architecture avec états synchronisés



c) Architecture hybride

Il repose sur la notion d'états partagés.

➔ un collectif est décomposé, selon quatre niveaux d'états qui définissent des niveaux d'abstraction :

# COLLECTICIEL

## - Modèle Zipper (Fermeture-éclair) de Patterson-

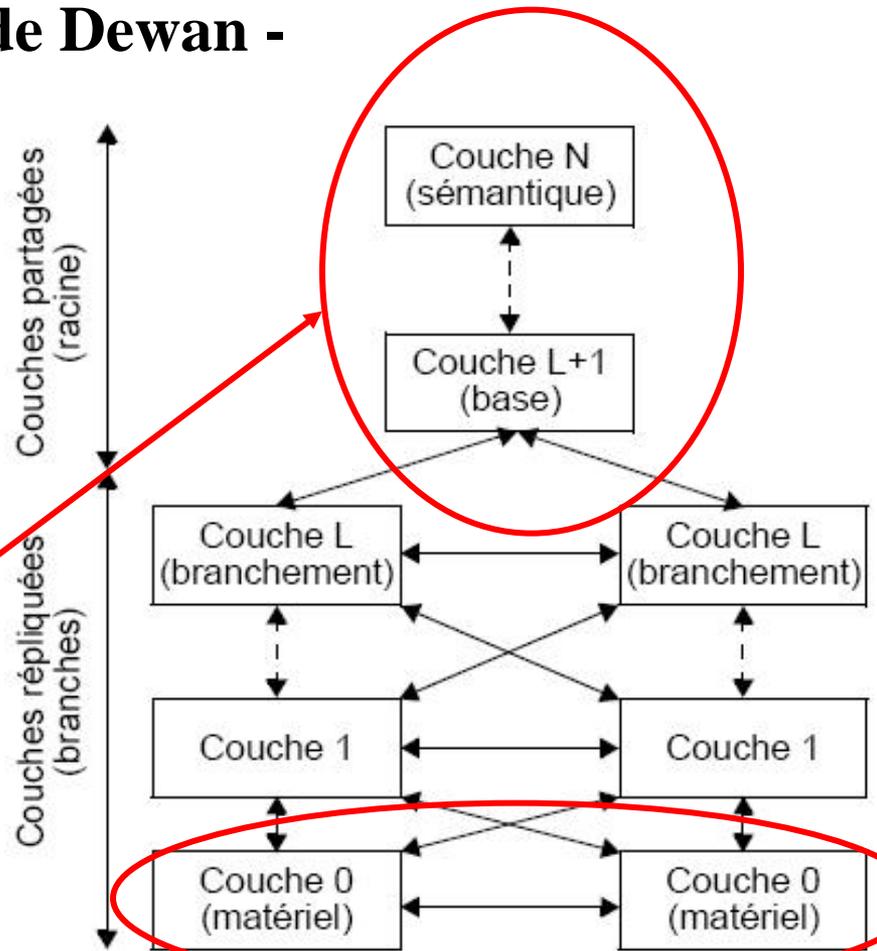
- **État de l'écran (Display)** : correspond à l'état des périphériques d'entrée et de sortie (moniteur, souris, etc.),
  - **État de la vue (View)** : correspond à l'état de la présentation logique des données (l'état de l'interface utilisateur),
  - **État du modèle (Model)** : correspond au noyau fonctionnel et aux objets du domaine,
  - **État du fichier (File)** : correspond à la représentation persistante du modèle.
- ➔ Ces états peuvent être instanciés selon trois modes : **partagé, synchronisé ou répliqué.**

# COLLECTICIEL

## - Métamodèle de Dewan -

Est une généralisation du modèle **Arch** et du modèle de la fermeture éclair (*Zipper model*). → un collectif est constitué d'un nombre variable de couches représentant plusieurs niveaux d'abstraction.

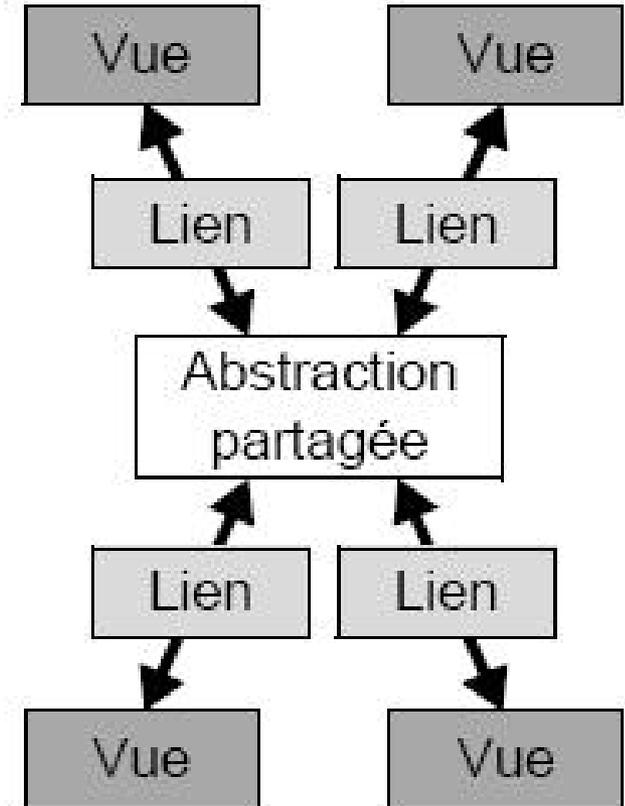
→ la couche la plus haute (niveau N) est de nature sémantique alors que la couche la plus basse (niveau 0) représente le matériel.



# COLLECTICIEL

- ALV -

- **(A) : Abstraction partagée** : gère les objets du domaine, partagés par tous les utilisateurs,
- **(V) : Vue répliquée** : interprète les entrées d'un utilisateur et gère les sorties. Les événements générés par l'interaction sont traités au niveau de la vue par des fonctions dédiées qui modifient les données localement,
- **(L) : Lien** : relie la facette abstraction avec une facette vue et assure que les données locales à une vue sont conformes avec la représentation de la donnée au niveau de l'abstraction.



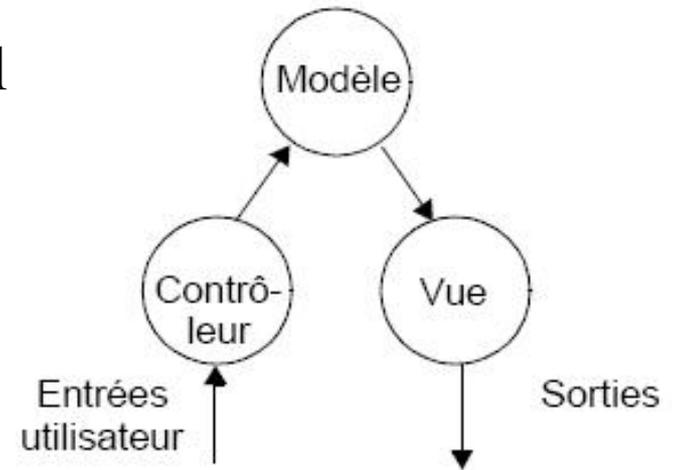
# COLLECTICIEL

## - Modèle Clock -

Est un modèle multi-agent qui repose sur une approche par composants.

→ Il est élaboré à partir du modèle MVC et il est constitué de trois facettes :

- **Modèle** : gère les objets du domaine encodés sous forme de données de type abstrait (*ADT, Abstract Data type*),
- **Contrôleur** : interprète les interactions de l'utilisateur avec le système,
- **Vue** : gère le rendu en sortie.

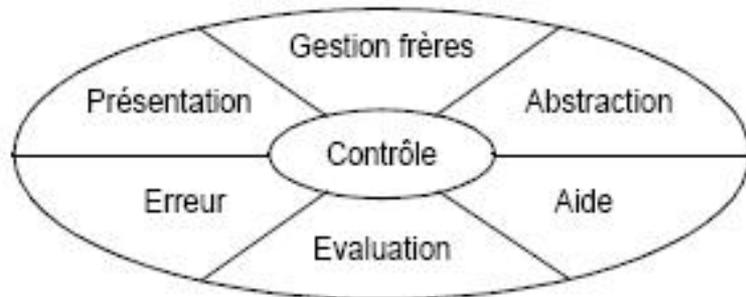


**Remarque :** La différence entre un composant **Clock** et un agent **MVC** est que les deux facettes contrôleur et vue ne peuvent plus communiquer entre elles.

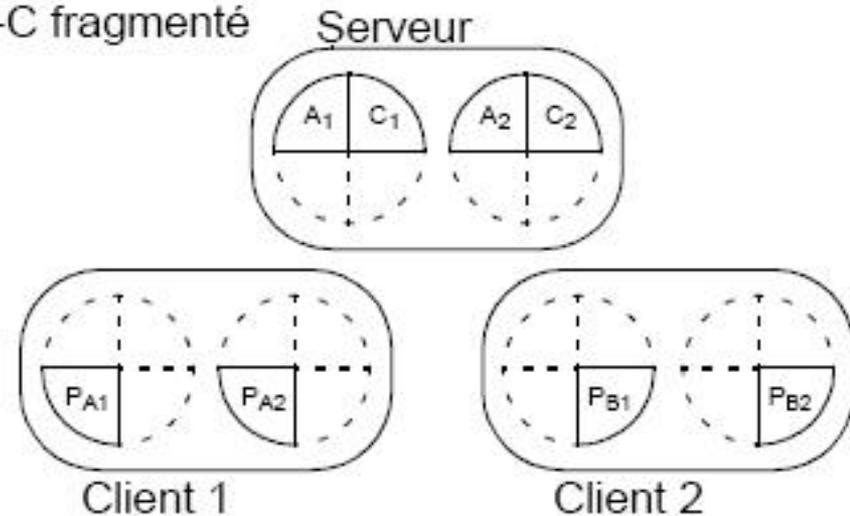
# COLLECTICIEL

## - AMF-C : [Tarpin 1997]

a) Agent AMF



b) Modèle AMF-C fragmenté



→ Le modèle AMF-C (AMF-Collaboratif) est une extension du modèle AMF pour les collecticiels (Agent Multi-Facettes) reposant sur une approche multi-agent multi-facette.

→ Ce modèle autorise, l'ajout de nouvelles facettes.

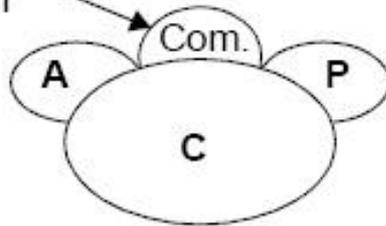
→ L'approche AMF-C repose sur la répartition des agents AMF sur différents sites selon deux stratégies : la **fragmentation de l'agent** et la **réplication de l'agent**.

# COLLECTICIEL

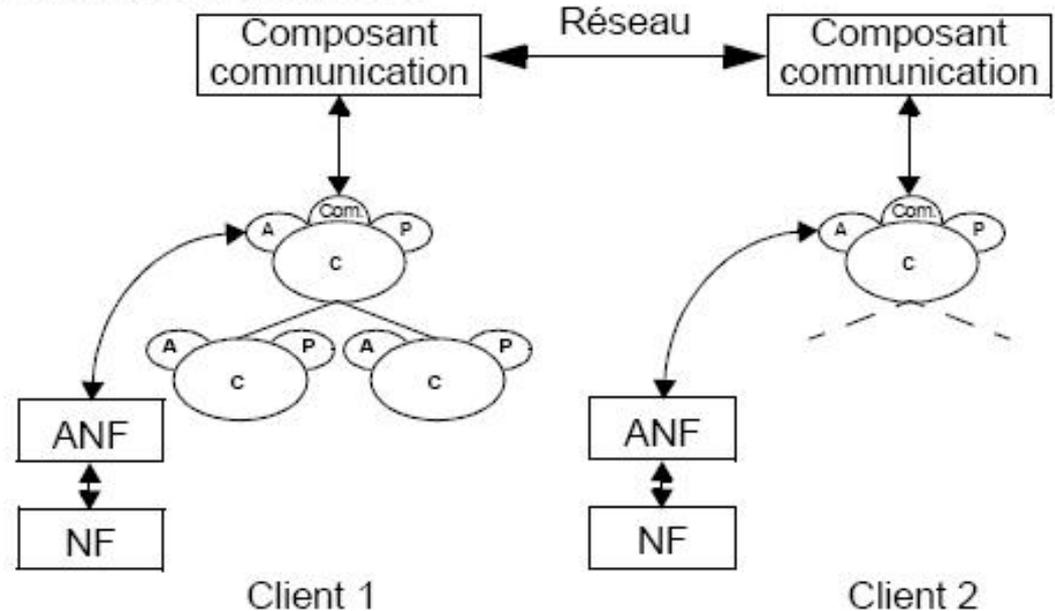
## - Modèles à agents : CoPAC-

a) Agent CoPAC

Facette communication



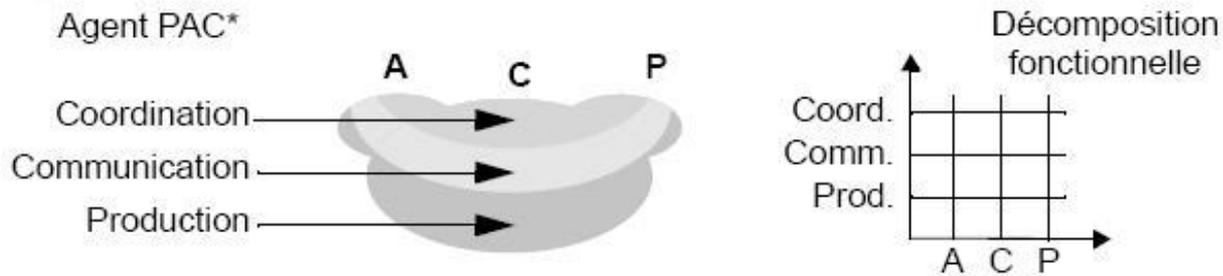
b) Exemple d'architecture



- Est une extension du modèle PAC-Amodeus pour les collecticiels
- Il s'agit, d'un agent PAC augmenté d'une nouvelle facette communication permettant aux agents collaboratifs de communiquer entre eux directement
- La facette Contrôle se charge alors de distribuer les messages en provenance ou à destination des facettes Abstraction et Présentation

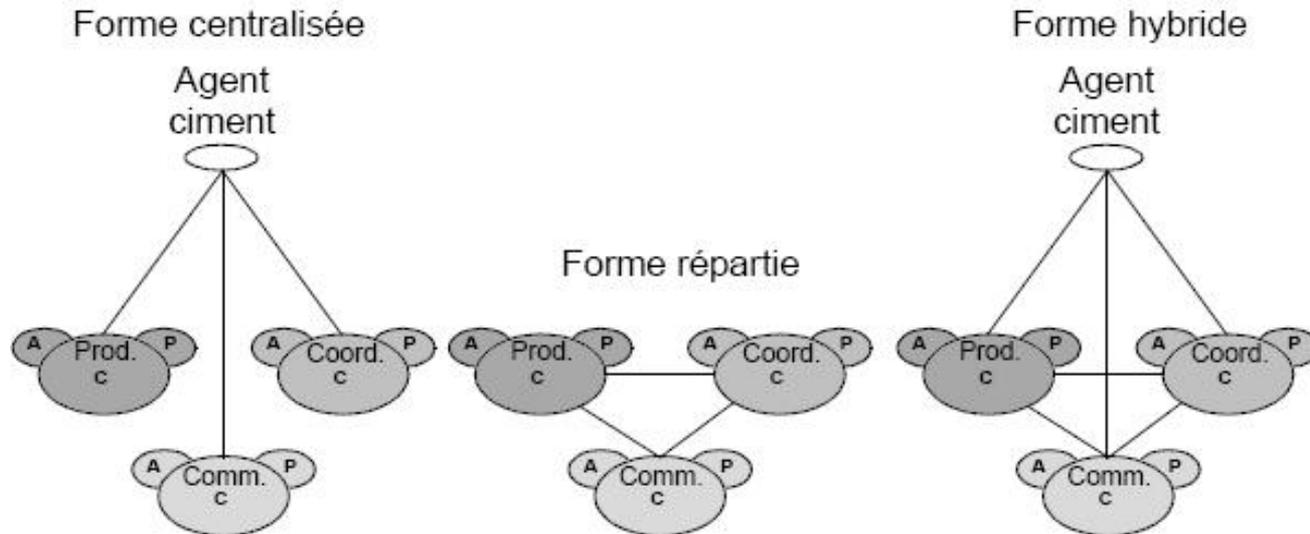
# COLLECTICIEL

## - Modèles à agents : PAC\* -



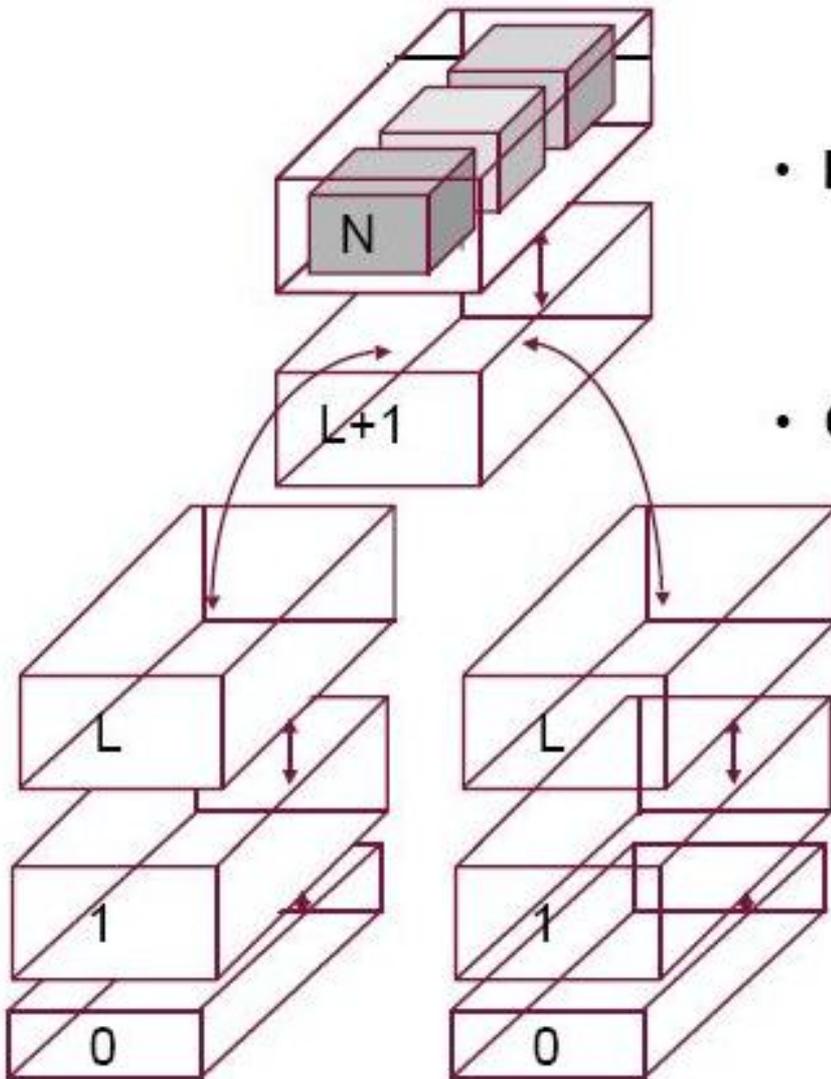
→ Découpage fonctionnel d'un agent PAC selon les trois espaces fonctionnels du modèle du trèfle : production, communication et coordination.

→ un agent PAC\* peut exister sous trois formes différentes : la forme centralisée, la forme répartie et la forme hybride.



# COLLECTICIEL

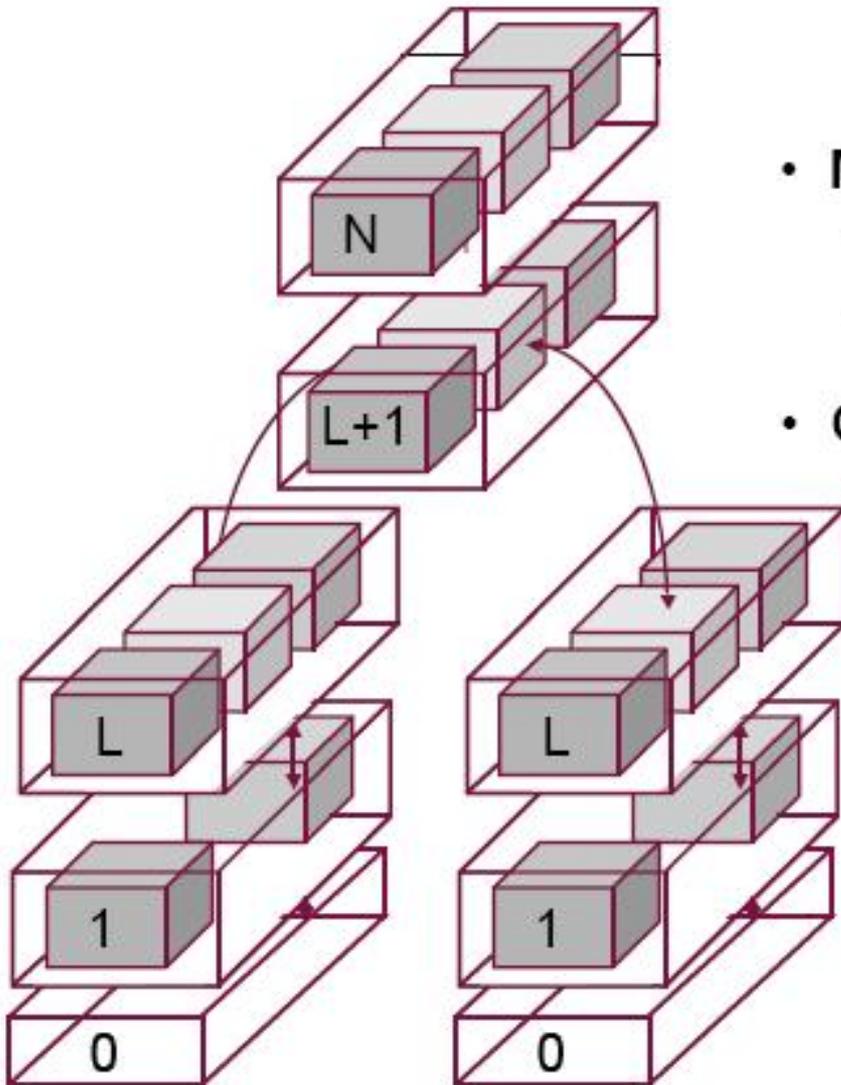
## - Architecture Clover -



- **Métamodèle**
  - Instance d'un métamodèle
  - Plusieurs modèles d'architecture
- **Combinaison de deux modèles**
  - Métamodèle d'architecture de Dewan [Dewan 99]
  - Modèle du trèfle des collecticiels
- **Composant Clover**

# COLLECTICIEL

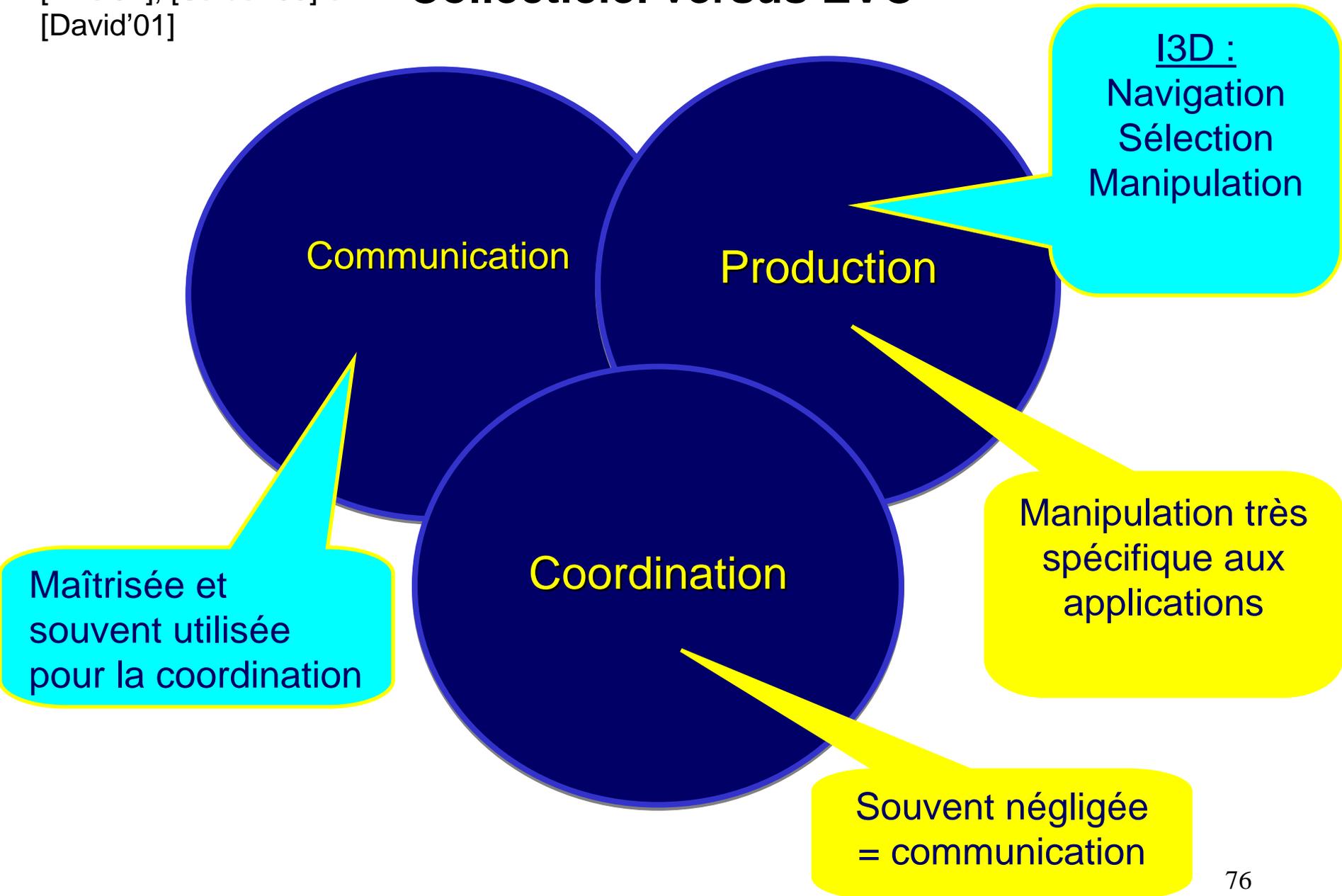
## - Architecture Clover -



- **Métamodèle**
  - Instance d'un métamodèle
  - Plusieurs modèles d'architecture
- **Combinaison de deux modèles**
  - Métamodèle d'architecture de Dewan [Dewan 99]
  - Modèle du trèfle des collecticiels
- **Composant Clover**
  - Trois sous-composants
    - » Production, communication et coordination

[Ellis'94], [Salber 95] et  
[David'01]

# Collecticiel versus EVC

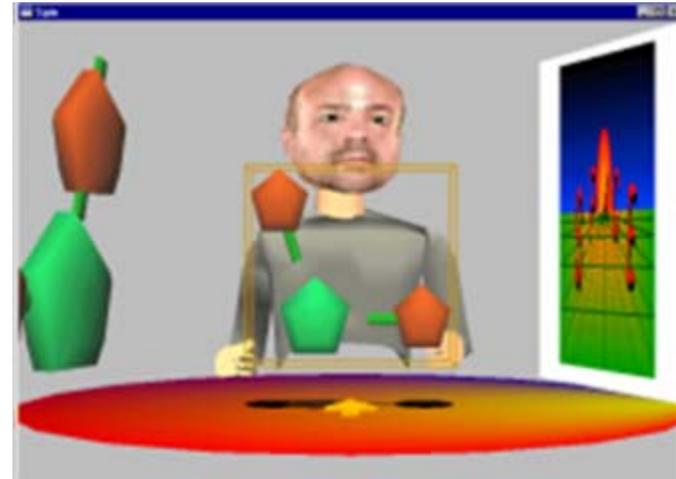


# Les Environnements Virtuels Collaboratifs : EVC

- L'EV dans lequel deux ou plusieurs utilisateurs peuvent travailler ensemble pour atteindre un objectif commun, sont appelés des EVC.
- Les domaines d'applications des EVCs sont nombreux:



(Si (Boussou et al, 1997) DIVIPRO Project interface)



(Du(N(Gunn, 2006)))

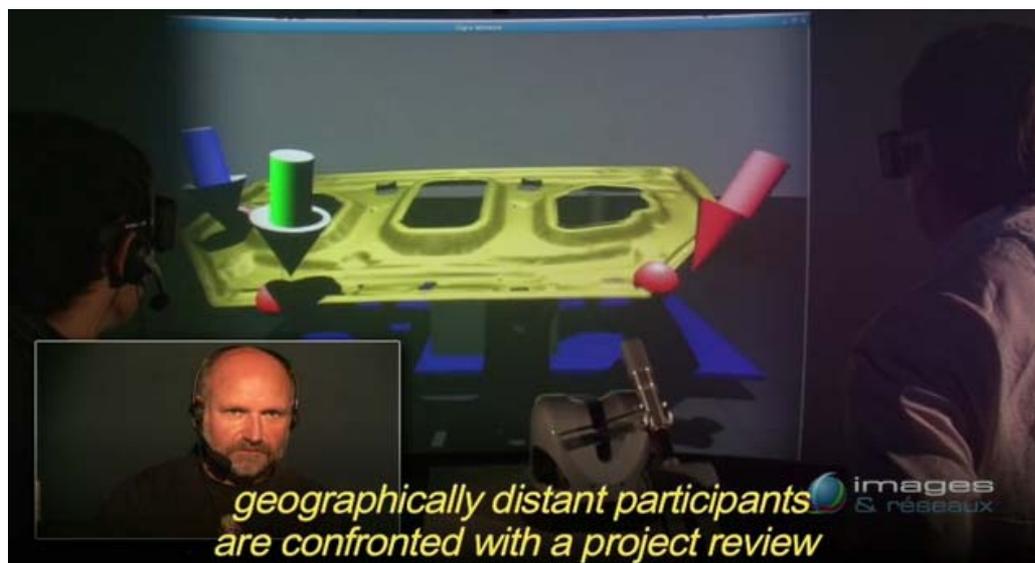
# Les Environnements Virtuels Collaboratifs : EVC

## Interaction 3D Collaborative : Interagir dans un EVC

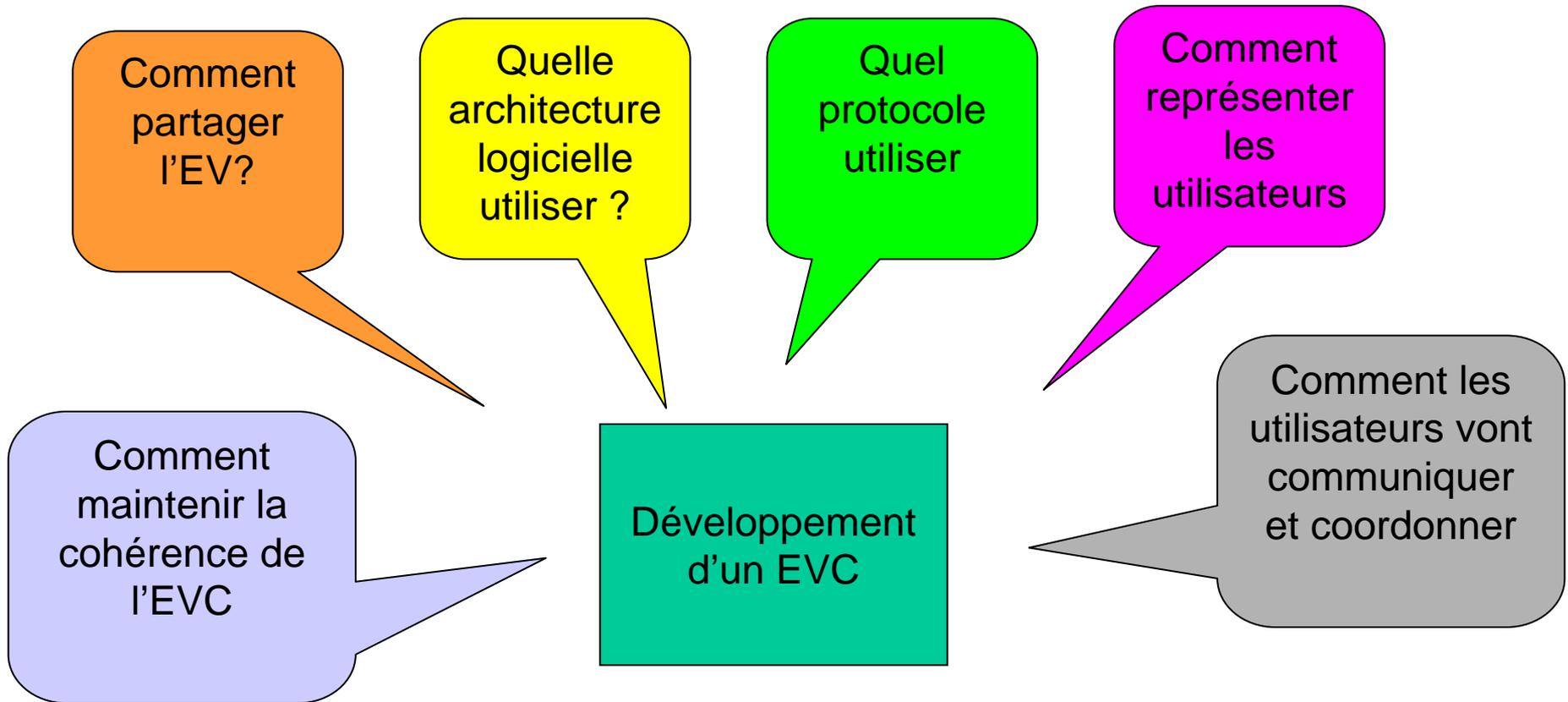
**EVC** : Environnement Virtuel Collaboratif

→ Un **EVC** est un espace virtuel où des utilisateurs peuvent se réunir et interagir sur des objets virtuels

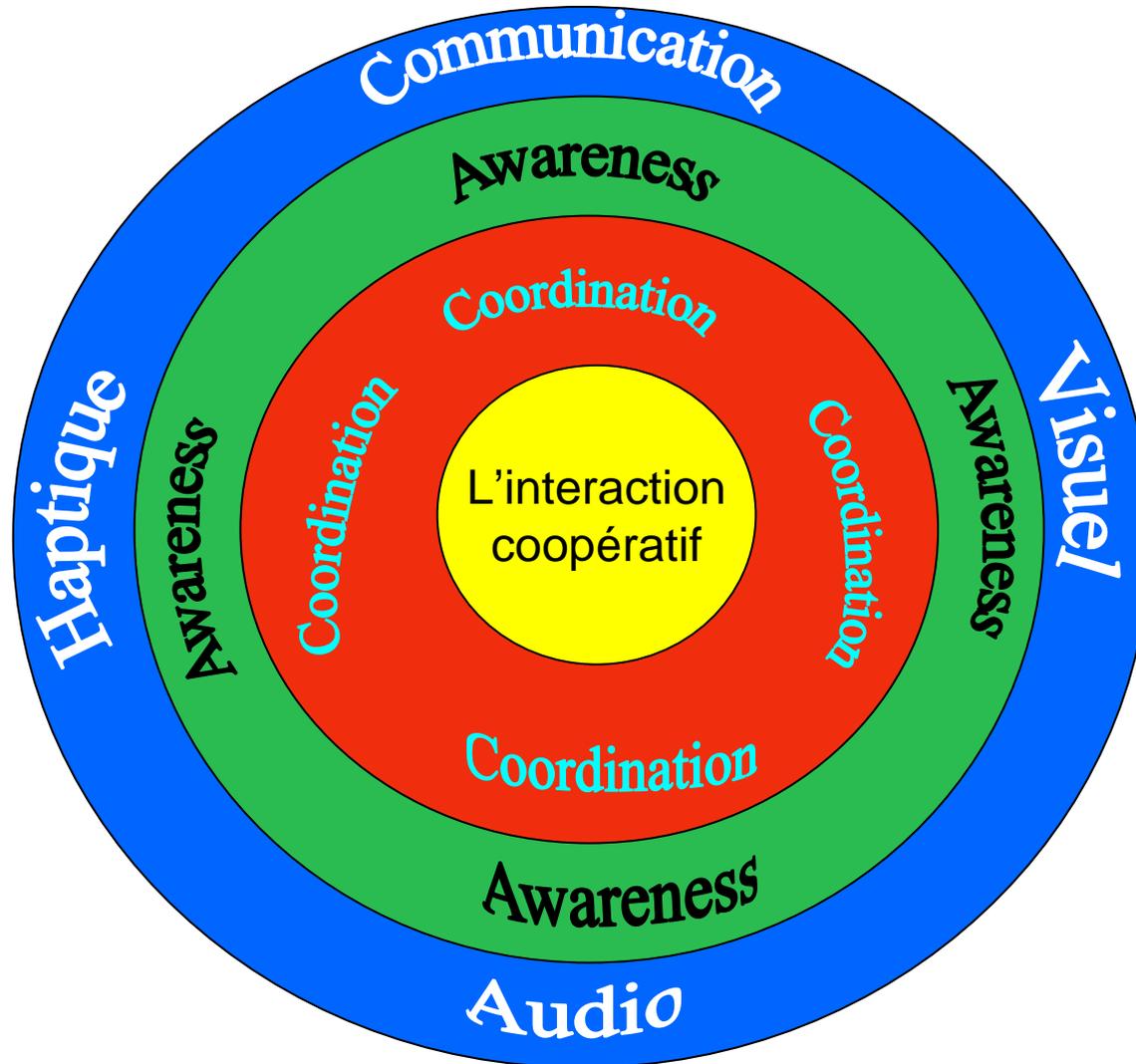
Exemple du projet Part@ge : ANR 2006-2009



# Les Environnements Virtuels Collaboratifs : EVC



# Les Environnements Virtuels Collaboratifs : EVC



# COLLECTICIEL

## Étude de cas

### - Téléopération collaborative via Internet-

- Présentation du projet ARITI
  - Historique
  - Site esclave
  - IHM de ARITI
  - Méthodes et outils
- Vers la Téléopération collaborative via Internet (ARITI-C)
  - Modélisation
  - Conception
  - Implémentation

## Augmented Reality Interface for Teleoperation on the Internet

<http://lsc.univ-evry.fr/Projets/ARITI/>

**Oct. 2006** Version avec un deuxième robot (FANUC à 6ddl) + retour d'effort

**2005** Version Collaborative (collecticiel pour la téléopération : ARITI -C) + création collaborative de Guides Virtuels : <http://lsc.univ-evry.fr/Projets/ARITI/index.html>

**2004** + Télé-calibration de la caméra

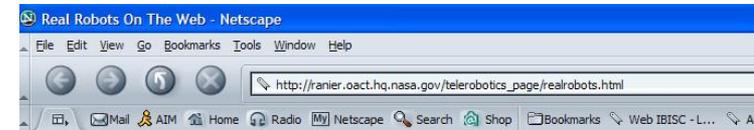
**2003** + Télé-contôle de la lumière

**Nov. 1999** Référencé sur le site web de la NASA :  
[http://ranier.oact.hq.nasa.gov/telerobotics\\_page/realrobots.html](http://ranier.oact.hq.nasa.gov/telerobotics_page/realrobots.html)

**1998** 1ère version du système ARITI avec un robot à 4ddl sur le site web du LSC : <http://gsc3.cemif.univ-evry.fr/site/old/index.html>

**1996** Début du projet (thèse Otmane)

**Téléopération collaborative autour des plate-formes de RV/RA**

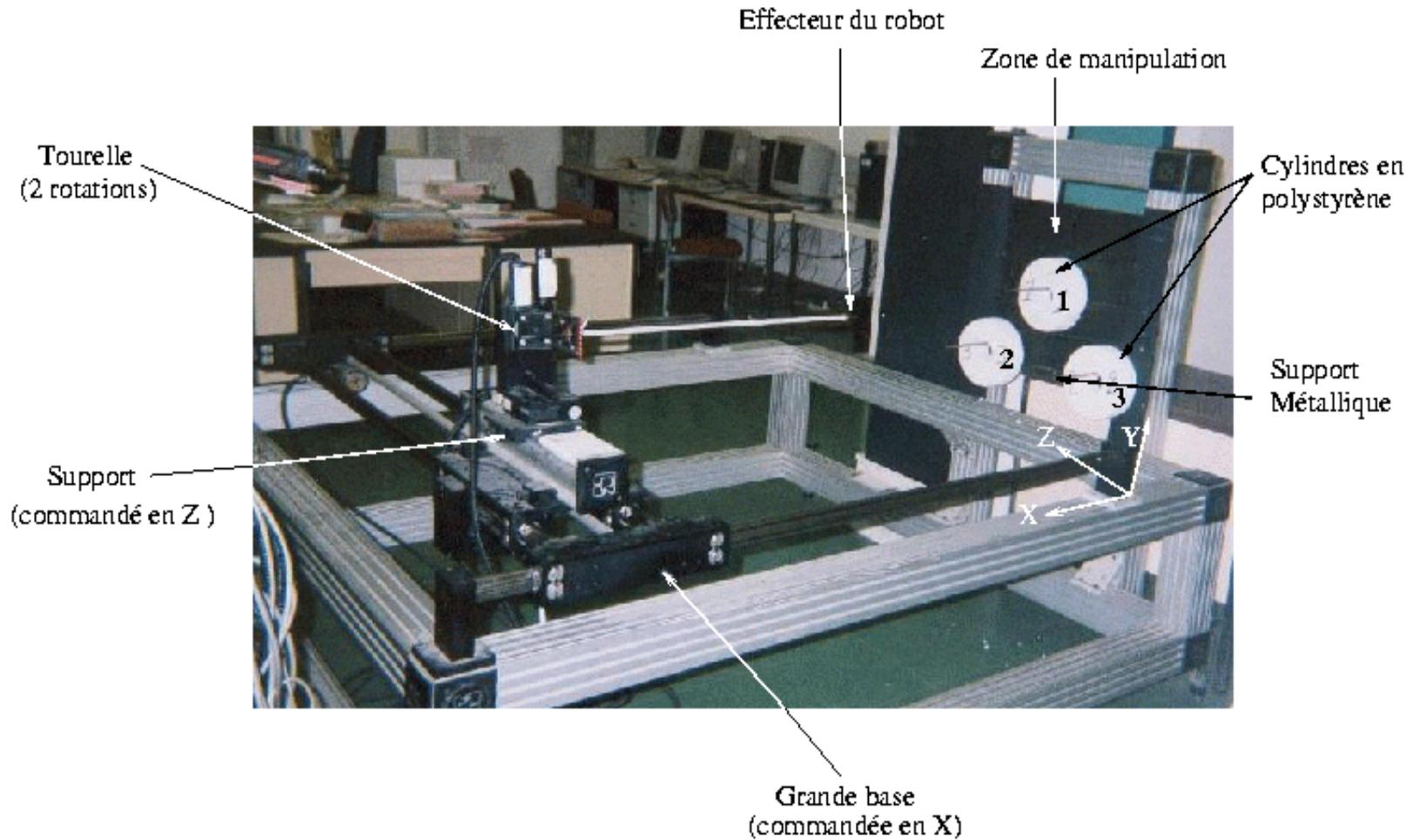


**NASA Space Telerobotics Program**

### Real Robots on the Web:

- **ARITI** - Augmented Reality Interface for Telerobotic applications via Internet - control a 4-DOF robot using
- **Australian Telerobot** - remotely operate a 6-DOF ASEA manipulator located at the University of Western industrial robot on the Web!
- **Bradford Robotic Telescope** - robotic operation of an automated telescope
- **C.A.C.T.** - on-line robot from St. Lawrence University

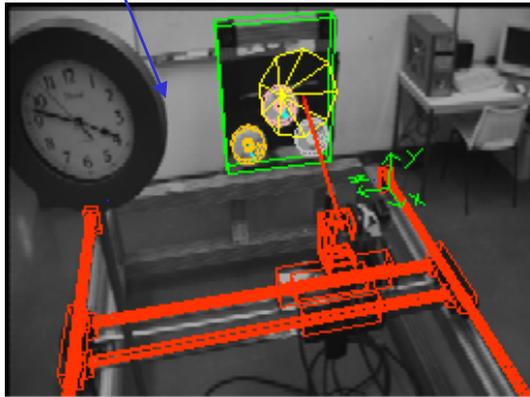
# - Site esclave : robot à 4 ddl -



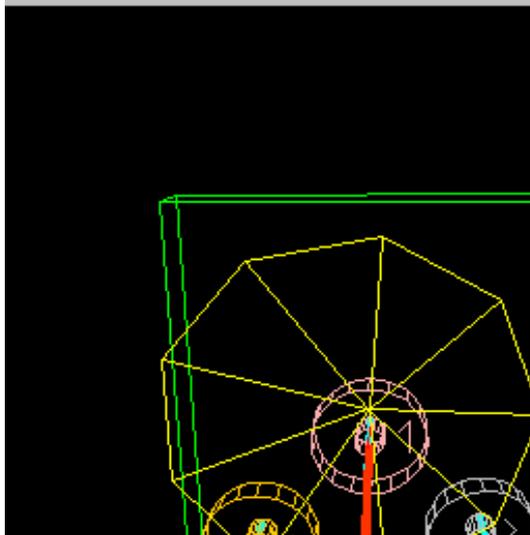
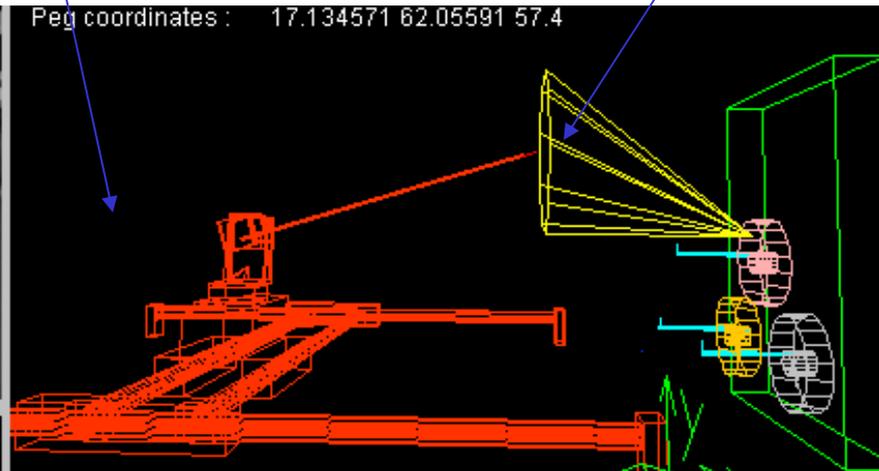
# Projet **ARITI** : IHM

## Augmented **R**eality **I**nterface for **T**eleoperation on the **I**nternet

Réalité Augmentée



Graphique 3D Interactif



TELEPROGRAMMING			TELEOPERATION		
Start teleprog			Video Camera		
Stop teleprog			MCIT		
Step	Activate Fixtures		Cancel Activate		
Platform					
Base	Brace		Support	Peg	
Reset	Side camera		3D point grasping	Cancel grasping	
Tx <	Tx >	Ty <	Ty >	Tz <	Tz >
Rx <	Rx >	Ry <	Ry >	Rz <	Rz >
<input checked="" type="checkbox"/> Show Robot/components			Real Robot		

# Guides Virtuels

## - Générateur de guides -

unNom1

Nom du guide: Guide1  
 Attribuer nom

Composition:  Simple  Compose

Guide de reference:

Guide precedent:

Guide precedent:

Etat du guide:  Actif  Passif

Influence du guide:  Attractif  Repulsif

Etat du guide: Guide autonome

Tx: -13.608337

Ty: 28.768805

Tz: 30.46631

Rx: 0.0

Ry: 0.5

Rz: 0.0

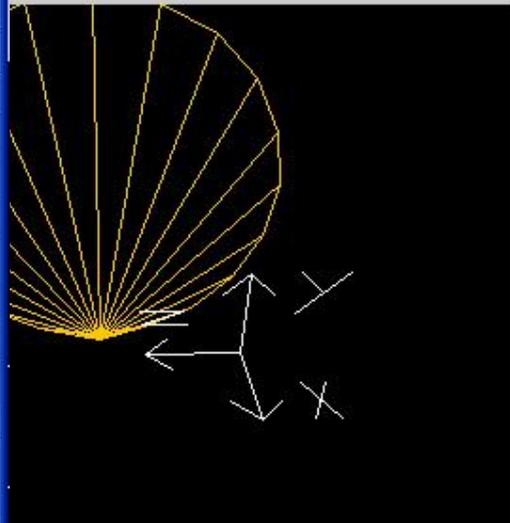
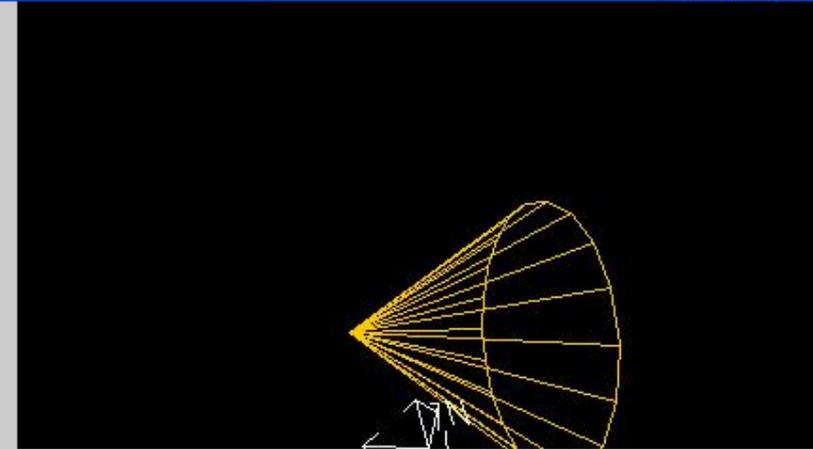
Attachement

Zone d'influence

Mot de passe

Sauver

Java Applet Window



CREER UN GUIDE

Nouveau	Supprimer
Lier deux objets	Delier objets
Deformer l'objet	Deplacer l'objet

Selectionner un objet  Tourner l'objet  
 Axe de rotation  Deplacer l'objet

Axe et angle de la rotation

X  Y  Z

OK

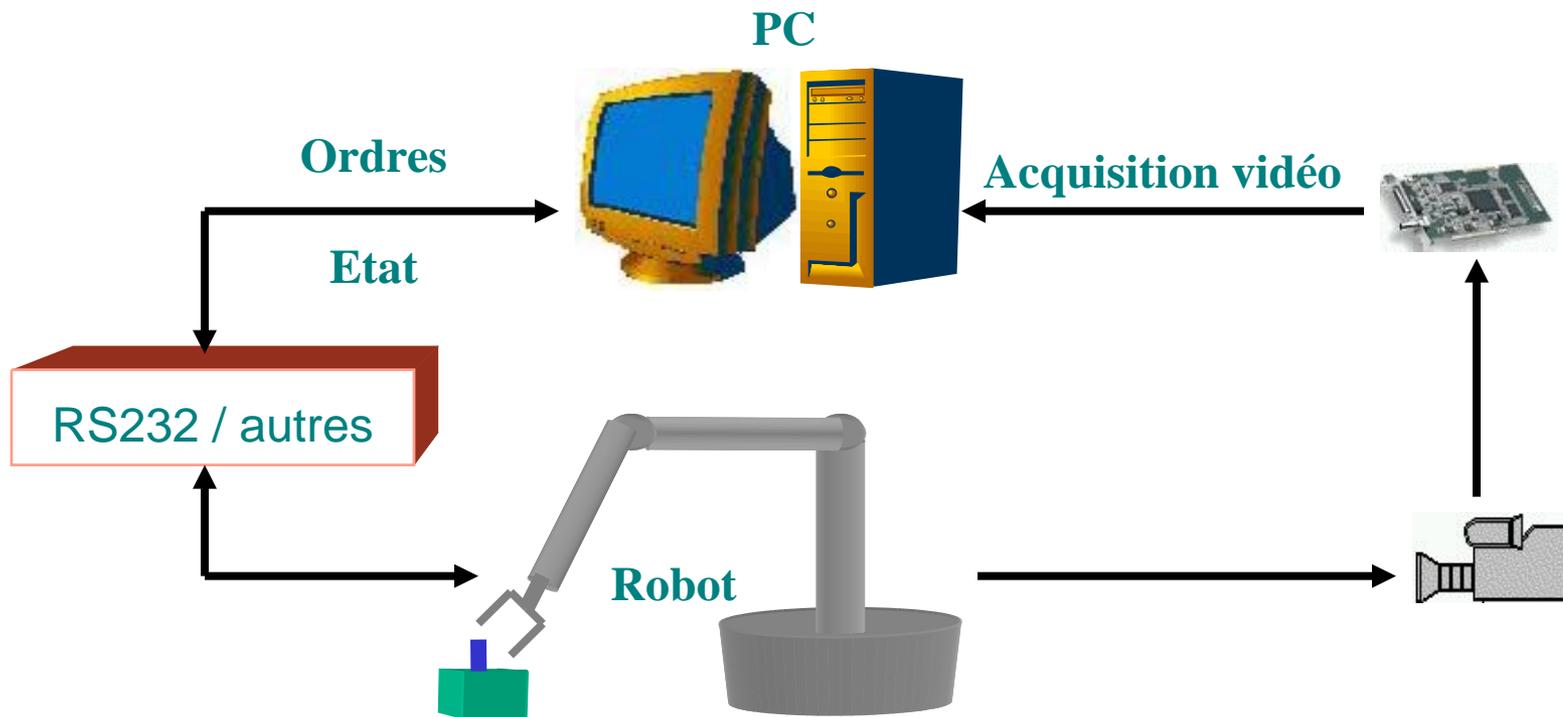
Inserer l'objet / valider l'objet

Recuperer le dernier objet insere

# Outils

## - matériel -

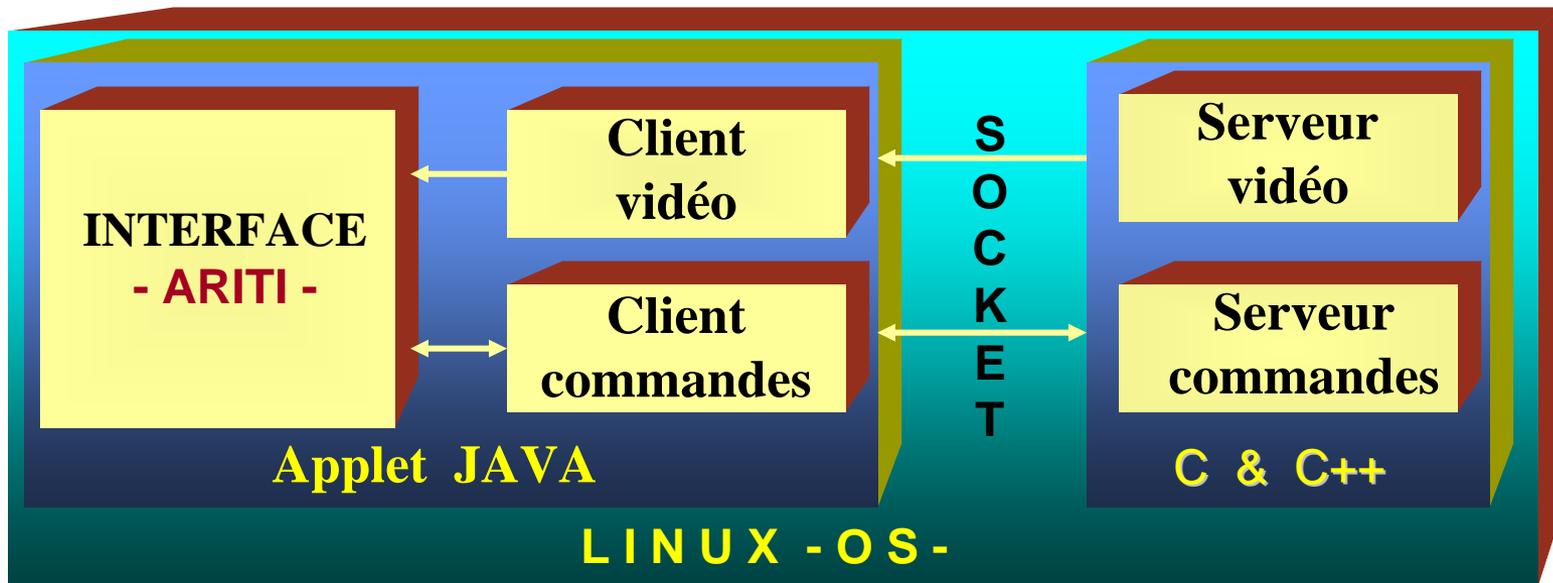
- ◆ Simple PC + Caméra vidéo avec carte d'acquisition  
ou Webcam + Robot + carte réseau.



# Outils

- logiciel -

- ◆ **Système d'exploitation : LINUX**
- ◆ **Outils de développement : JAVA, C et C++**



# - Les sites client de ARITI -



# Collecticiel pour la téléopération collaborative via Internet

## Question :

Comment concevoir un système capable de prendre en charge la collaboration de plusieurs utilisateurs distants pour préparer et réaliser des missions de téléopération ?

## Le système doit :

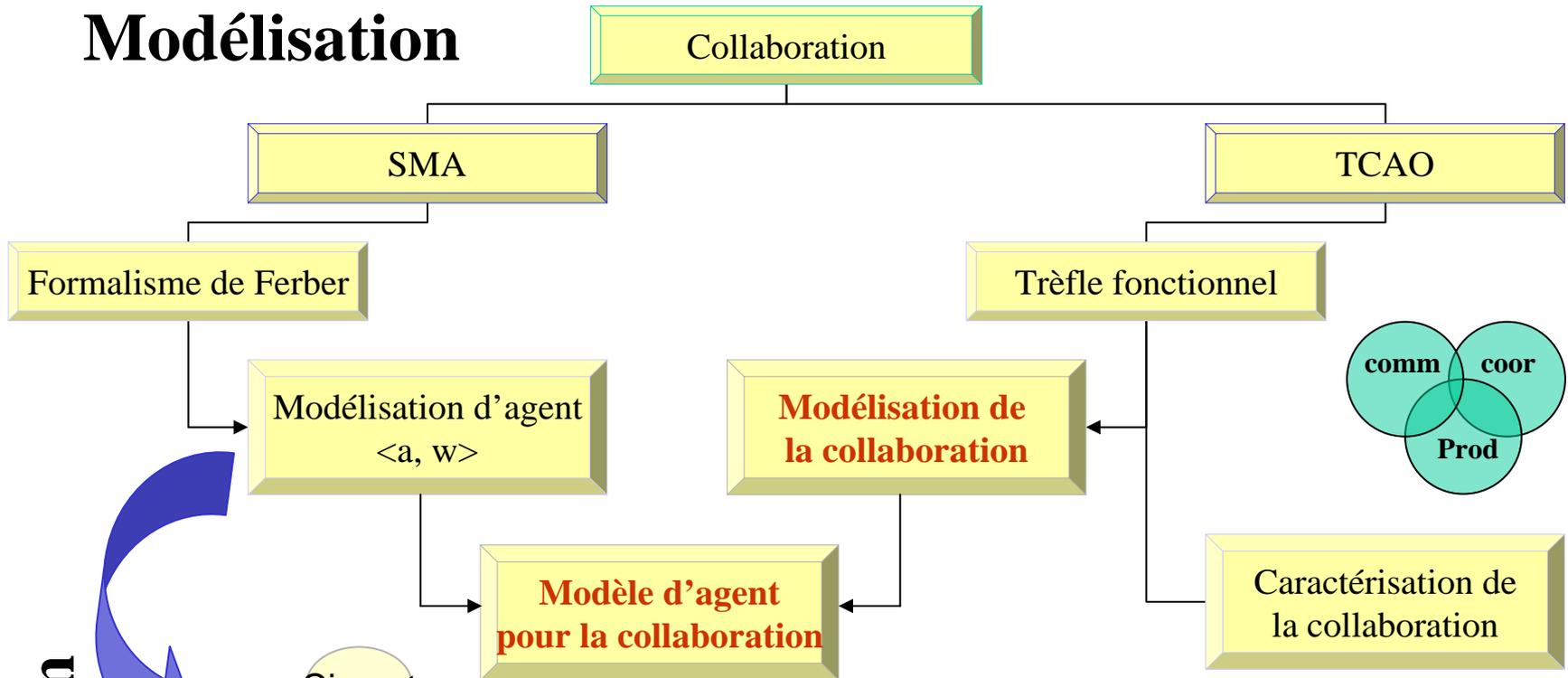
- Supporter un travail collaboratif.
- Assister et superviser les utilisateurs pendant le déroulement de la mission.
- Permettre l'analyse et l'évaluation de la collaboration au sein d'un groupe et/ou de l'ensemble des groupes.
- Permettre la réalisation des tâches en fonction de la mission.
- Posséder une architecture logicielle ouverte pouvant être utilisée dans d'autres domaines d'applications.

## Deux domaines de recherche abordé :

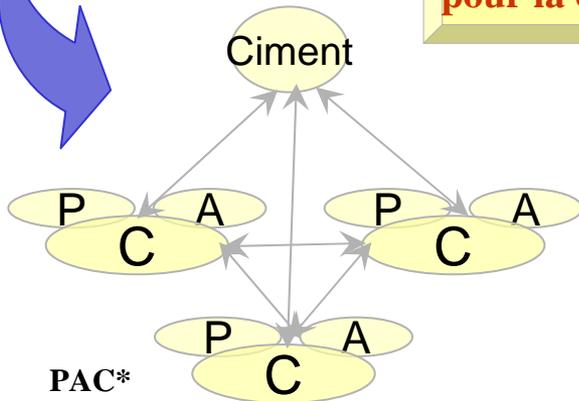
- les Systèmes Multi-Agents (SMA) et
- le Travail Coopératif Assisté par Ordinateur (TCAO)

# Collecticiel pour la téléopération collaborative via Internet

## Modélisation



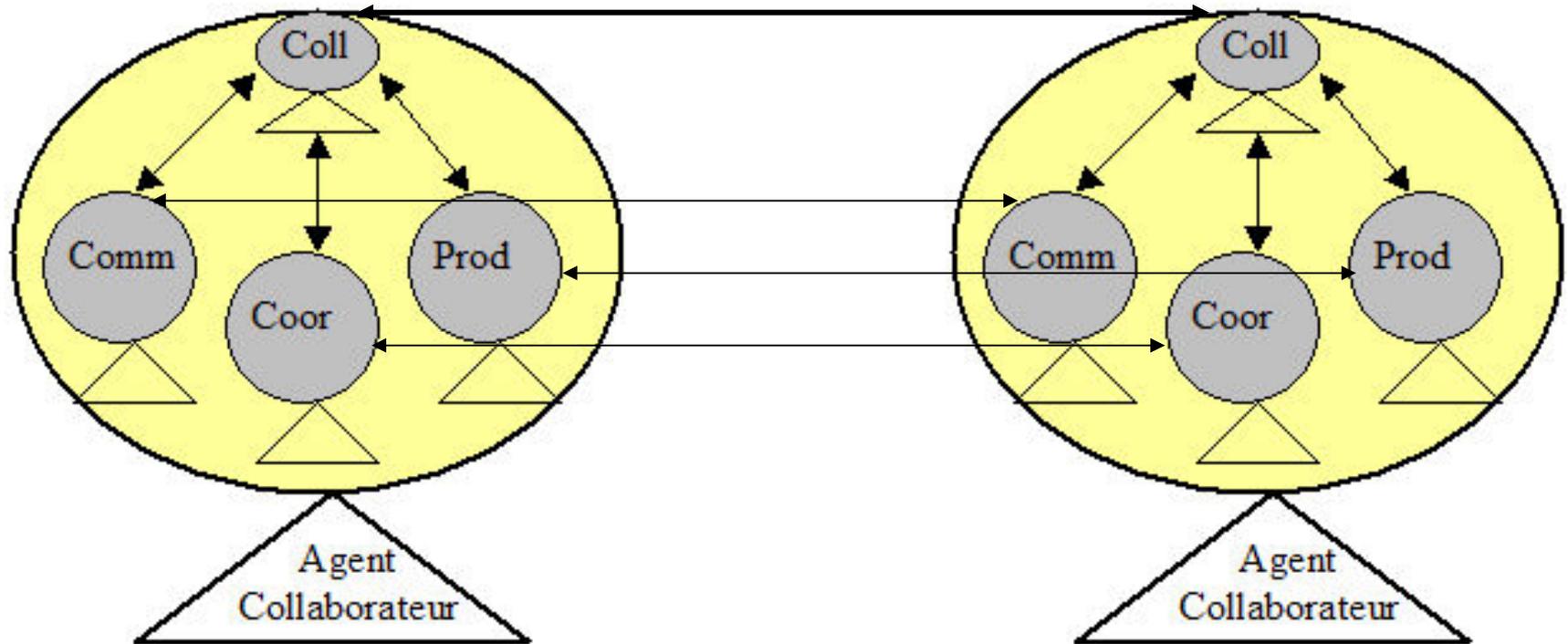
## Conception



## Implémentation

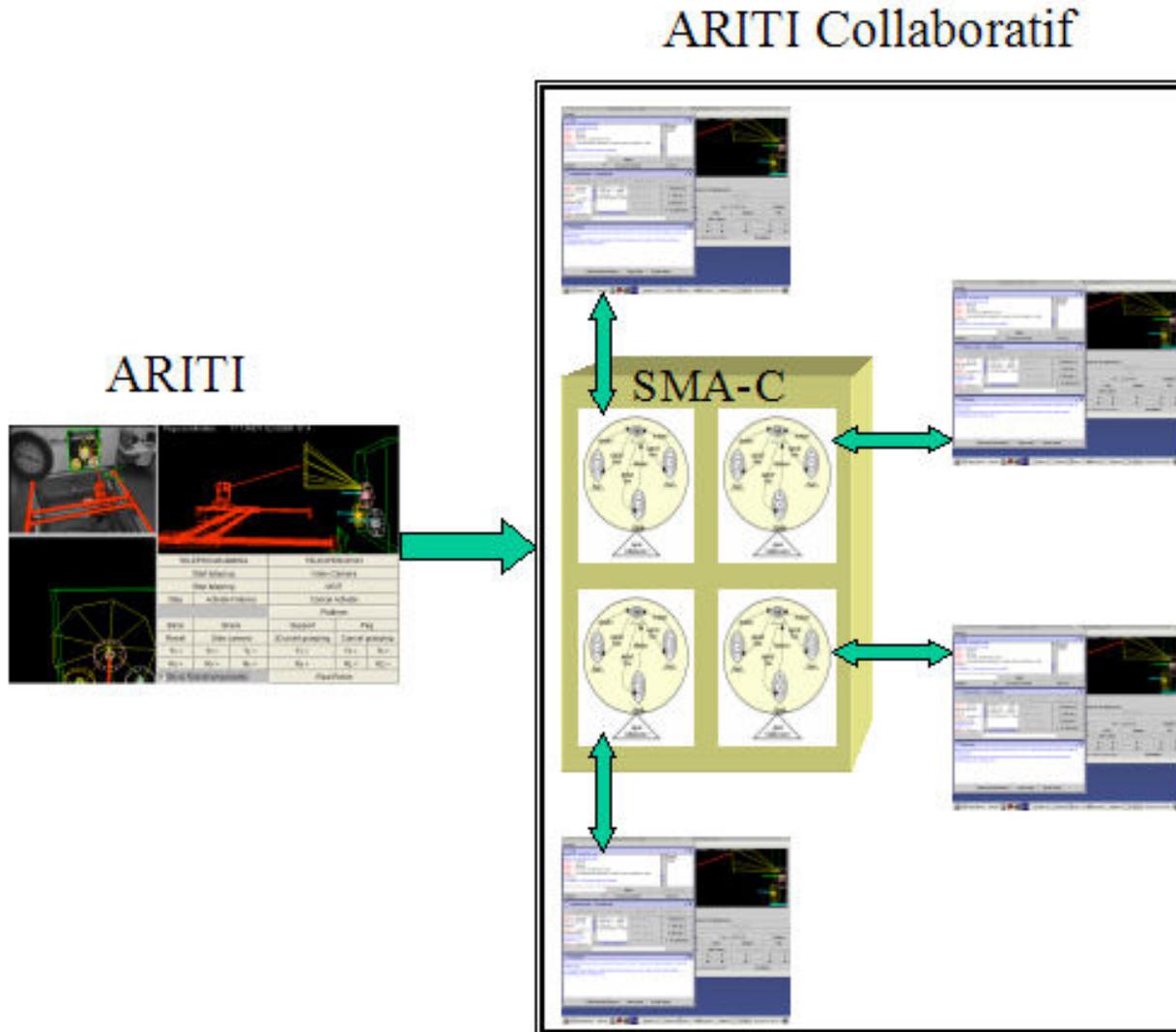
# Collecticiel pour la téléopération collaborative via Internet

## Agent Collaborateur :



# Collecticiel pour la téléopération collaborative via Internet

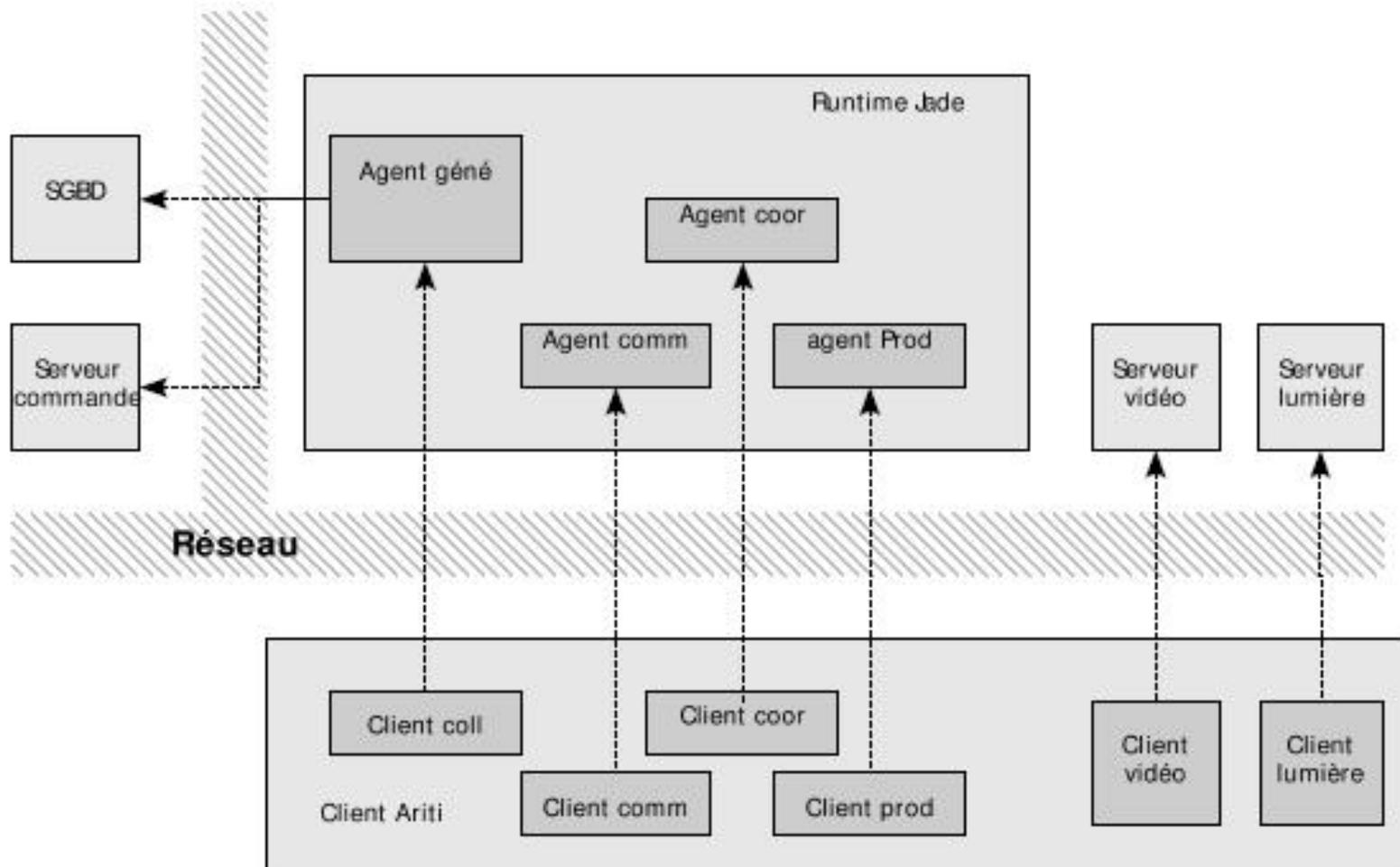
De ARITI vers ARITI-Collaboratif :



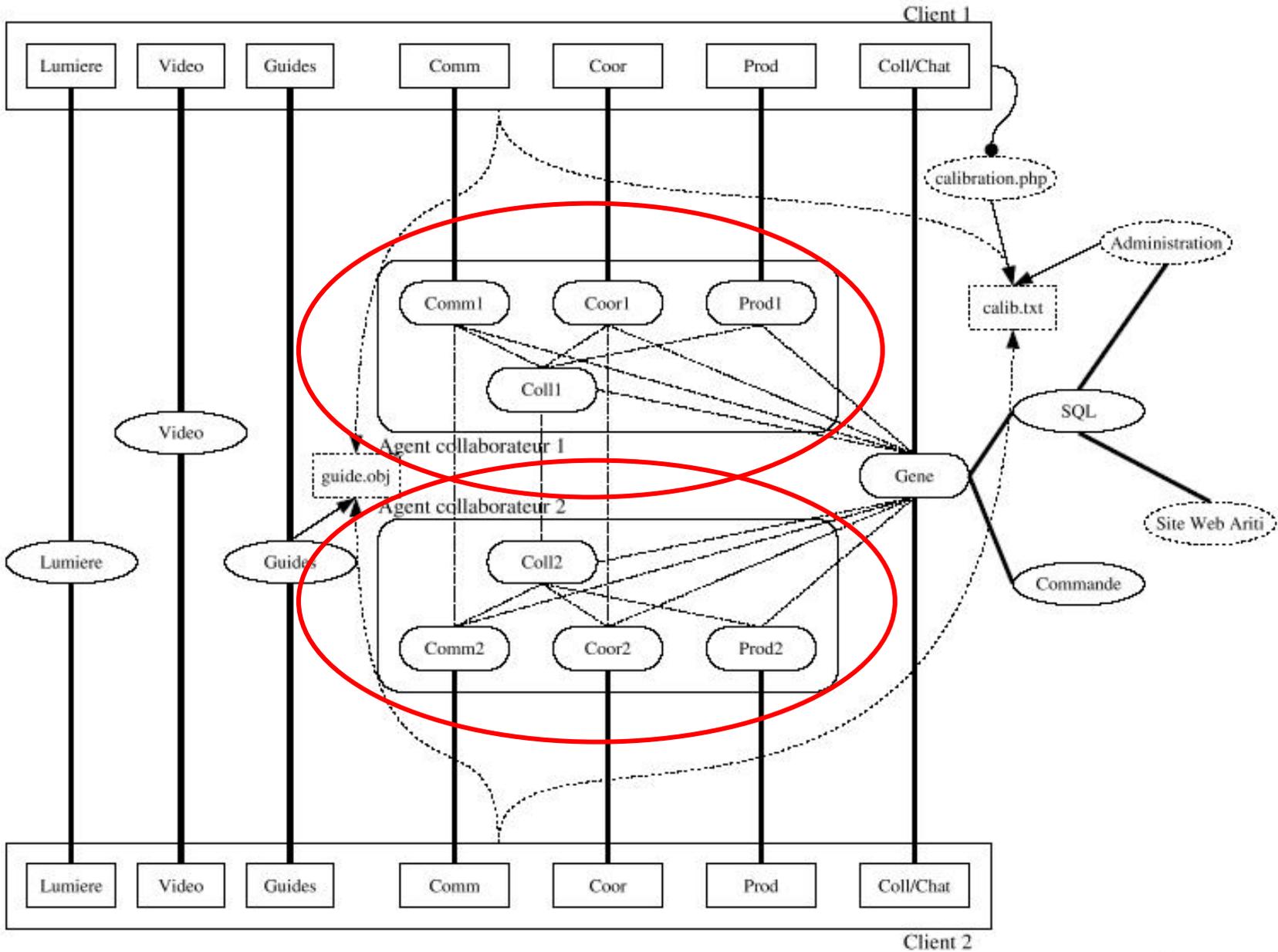
# Collecticiel pour la téléopération collaborative via Internet

## De ARITI vers ARITI-Collaboratif :

Architecture logicielle simplifiée de ARITI-C



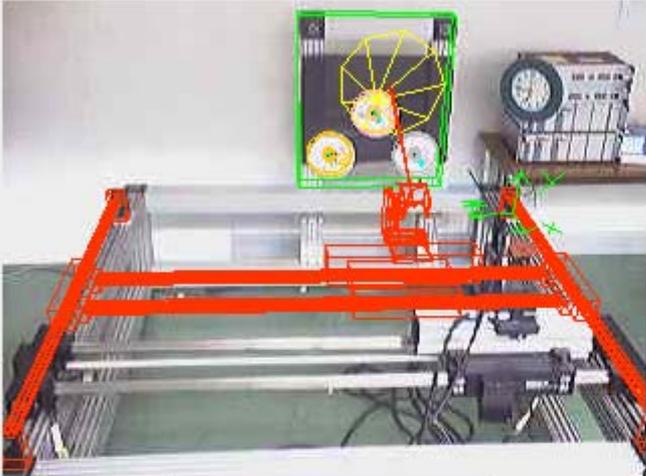
# Collecticiel pour la téléopération collaborative via Internet



# Collecticiel pour la téléopération collaborative via Internet

AppletViewer : ariti.Model.class

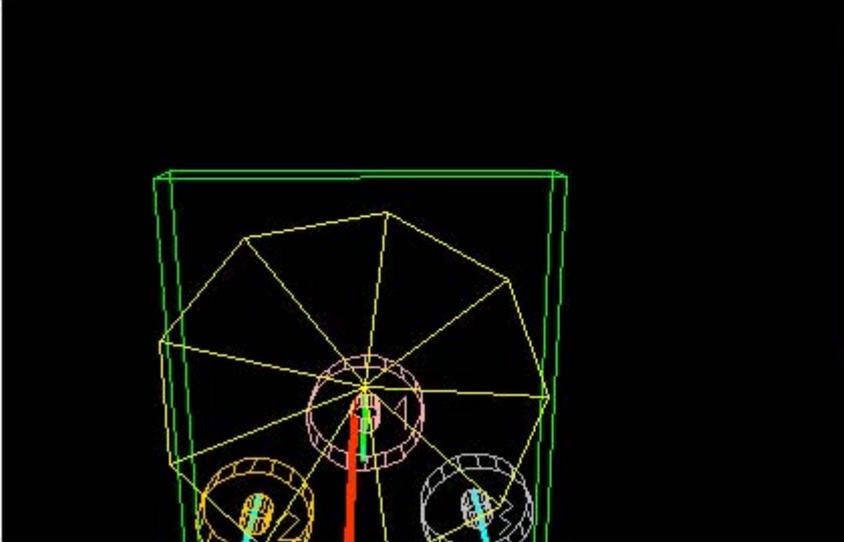
Applet



Peg coordinates : 12.846508 61.10533 59.4



Interrupteur lumiere



Vue	Camera	Controle	Guides virtuels
Socle	Support	Grande base	
Equerre	Tige	<input checked="" type="checkbox"/> Voir robot	

Statut

Trans : 43.71404

Collaboration

Connexi...

C'est a VOUS d'effectuer l'action1-Reach on 1 (virtua

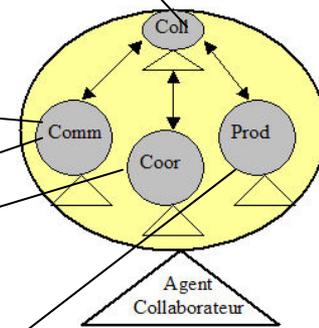
Applet démarré.

# Collecticiel pour la téléopération collaborative via Internet

The screenshot displays the Ariti Collaboratif interface, which is divided into three main sections:

- Discussion:** A chat window showing messages from PremierTesteur and SecondTesteur. It includes buttons for "Reinit", "Composer le groupe", "Rendre select. maitre", and "Exclure select."
- Communication/Coordination : repartition des actions:** A window for group discussion and action distribution. It contains a "Discussion de groupe" section, an "Instructions / Actions" list (Index > User), and a "Choix" section with four action options: "1-Reach on 2", "2-Grab on 2", "3-Hang on 1", and "4-Go backwards". Buttons for "Valider actions" and "Actions auto" are at the bottom.
- Production:** A window for production tasks, showing a message: "C'est a VOUS d'effectuer l'action 1-Reach on 2". It includes buttons for "Avec guides actifs", "Action auto", and "Fin d'action".

Arrows from the diagram on the right point to the "Reinit" button, the "Choix" section, and the "Action auto" button in the interface.

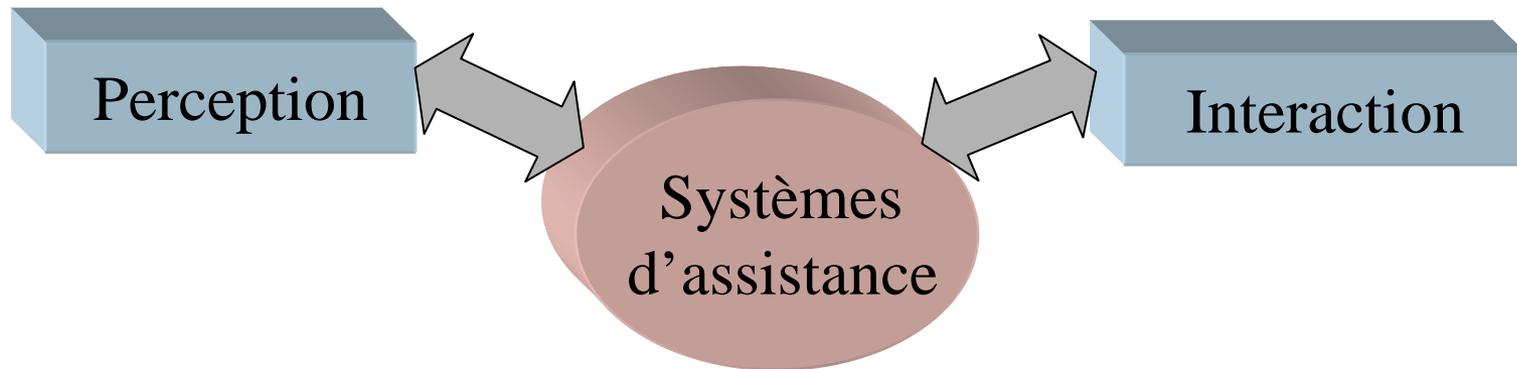


# Téléopération assistée par la RA et la RV

→ Utilisation d'une plate-forme de réalité virtuelle et augmentée

## Objectif :

Étude et conception de nouveaux systèmes d'assistance à la téléopération basés sur les nouvelles modalités de *perception visuelle et d'interaction*.



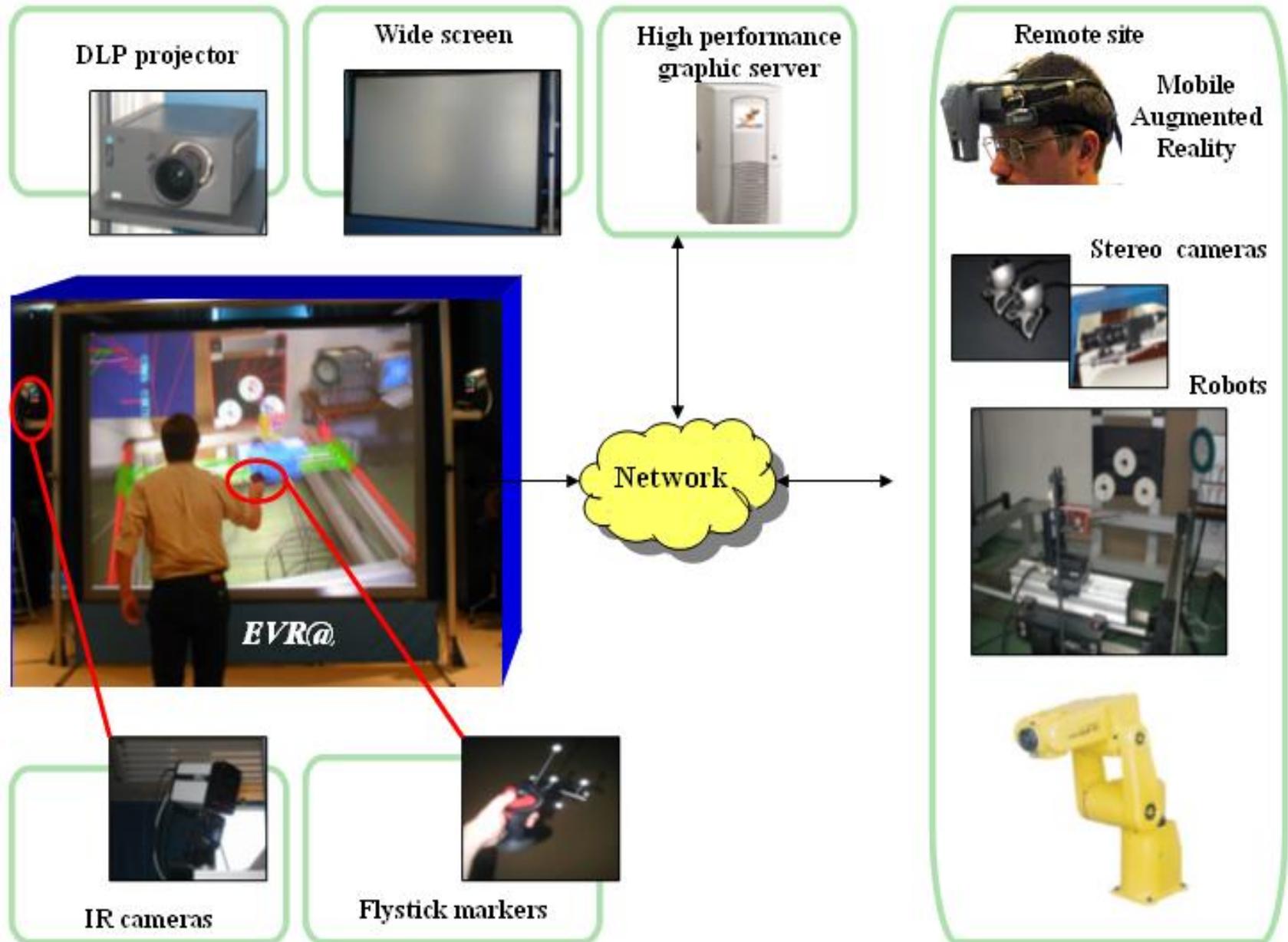
## *Plate-forme EVR@ :*

*Plate forme technologique pour le travail et le télétravail collaboratif en **Environnement Virtuel** et de **Réalité @ugmentée***



- Vision stéréo du site distant + augmentation virtuelle stéréo
- Interaction naturelle par le tracking de la main de l'utilisateur ou d'un dispositif attaché à la main.

# Plate-forme EVR@



# *Plate-forme EVR@*



# *Plate-forme EVR@* : Téléopération en RA

Vidéo



Téléopération d'un robot en stéréo réelle et virtuelle avec tracking du geste de l'opérateur.

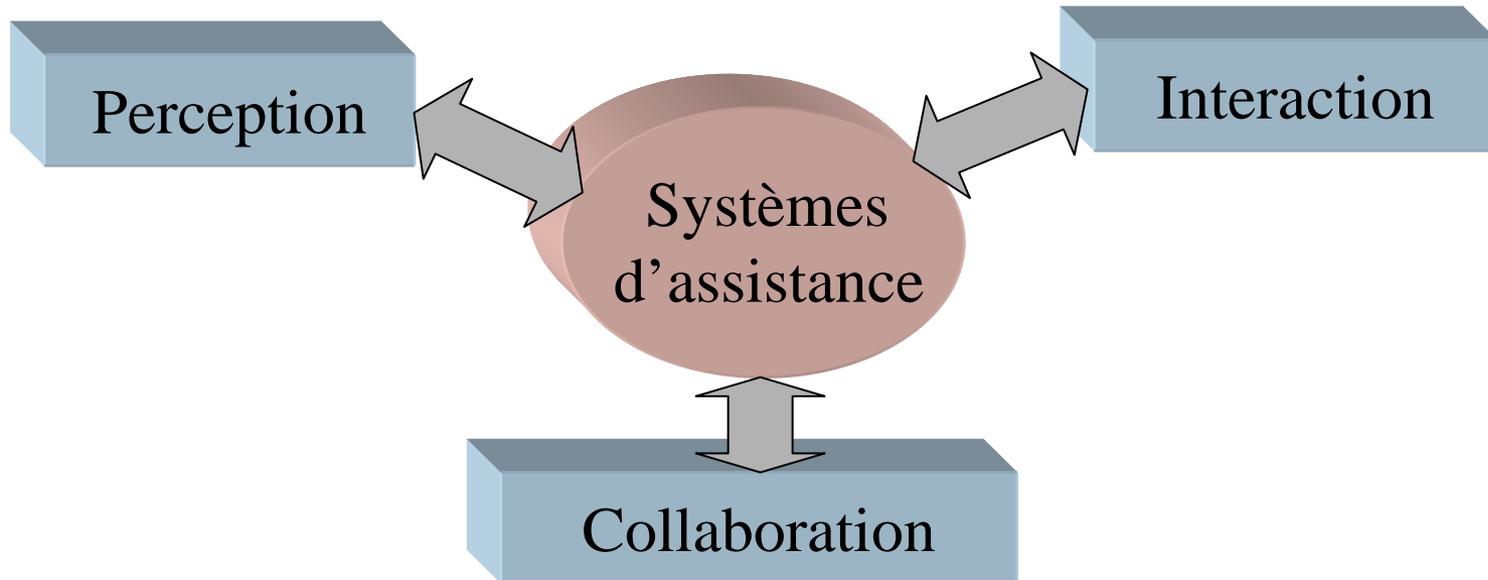
# Téléopération collaborative assistée par la RV et la RA

→ Utilisation d'un réseau de plate-formes de réalité virtuelle et augmentée

## Objectif :

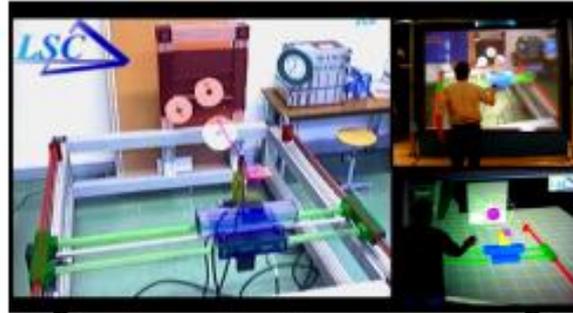
Étude et conception des nouveaux systèmes d'assistance à la téléopération collaborative (collaboration sur le même site ou sur des sites différents) basés sur les nouvelles modalités de *perception visuelle, d'interaction et de collaboration*.

→ **Collecticiels multisensoriels pour la téléopération collaborative**



# Téléopération collaborative assistée par la RV et la RA

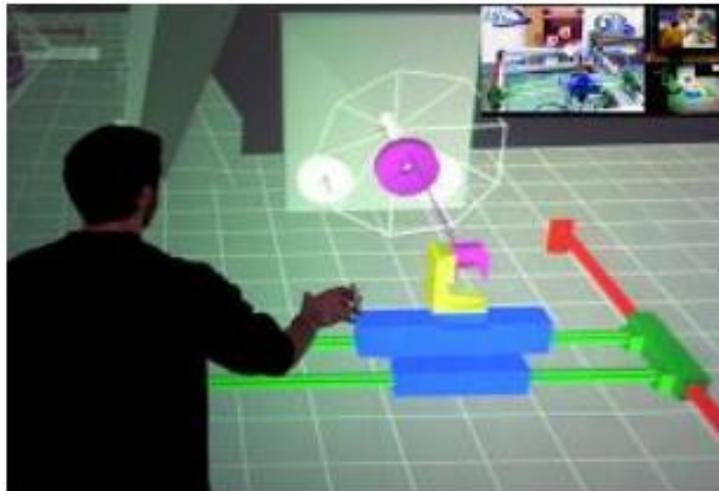
Visioconférence Evr@ - PREVISE  
ARITI - LSC



Site ANGERS  
(Plate-forme PREVISE)

Site EVRY  
(Plate-forme EVR@)

Network



(a)



(b)