

# Expérience tracée

## Genèse, théorie, premières pratiques

Alain Mille

**Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information  
Université de Lyon**

LIRIS UMR 5205 CNRS/INSA de Lyon/Université Claude Bernard Lyon 1/Université Lumière Lyon 2/Ecole Centrale de Lyon  
Université Claude Bernard Lyon 1, bâtiment Nautibus  
43, boulevard du 11 novembre 1918 — F-69622 Villeurbanne cedex  
<http://liris.cnrs.fr>



# Genèse de la recherche

- De *l'ingénierie des inscriptions de la connaissance exploitées en « temps réel »*
  - Construction de systèmes à base de connaissances couplés avec l'environnement technique et humain.
  - Les techniques d'intelligence artificielle fondées sur la réutilisation de l'expérience « concrète »

À une ingénierie de la connaissance pour concevoir des environnements informatiques fonctionnant « en intelligence » avec leurs utilisateurs ?

-> une ingénierie de la connaissance dynamique fondée sur les interactions d'utilisation ?

# Questions de recherche

## ☰ Expérience(s), interactions, contexte, situation, mémoire ?

- Chez l'humain -> Sciences cognitives, philosophie...
- *Environnement informatique : Nouveaux objets informatiques ?*

## ☰ Apprendre, se remémorer, réutiliser, partager, transmettre, ...

- En tant que processus humains -> Sciences cognitives, philosophie...
- En tant que processus informatiques (autonomes ?)
- *En tant que processus informatiques en « empathie » avec les processus humains.*

# Prolégomènes (1) : Inscription numérique de connaissance

- ☰ Définition : « Une connaissance est la capacité d'exercer une action pour atteindre un but. »
  - Pas d'action « rationnelle » sans connaissance (l'inverse n'est pas vrai?)
  - L'objet d'une connaissance est le corrélat d'une action possible (un objet n'existe que s'il est possible d'agir, y compris par la pensée, sur lui).
- ☰ L'environnement comprend des structures matérielles, présentant des saillances [Gibson, 1979, Hutchins, 1994] pour notre système perceptif et sensorimoteur. Ces saillances suggèrent des actions au détriment d'autres. L'environnement prescrit ainsi des actions possibles
  - l'environnement permet de mettre en œuvre des connaissances en réalisant les actions qui les définissent.

# Prolégomènes (2) :

## Théorie du support [Bachimont 2004]

☰ La théorie du support s'articule autour de la thèse centrale suivante :

- Les propriétés du substrat physique d'inscription, et du format physique de l'inscription, conditionnent l'intelligibilité de l'inscription.

☰ Elle comprend en outre les thèses suivantes :

- 1. une connaissance est la capacité d'effectuer une action dans un but donné.
- 2. un objet technique prescrit par sa structure matérielle des actions. L'objet technique est l'inscription matérielle d'une connaissance.
- 3. toute connaissance procède d'une genèse technique. Seule la répétition, prescrite par les objets techniques, de l'action permet d'engendrer la connaissance comme capacité à exercer une action possible.
- 4. la connaissance, engendrée par la technique, prescrit une transformation dans le monde des choses (l'objet technique est alors un instrument) ou une explicitation dans le monde des représentations (l'objet technique est alors une inscription sémiotique).
- [5. une pensée est une reformulation effectuée par la conscience sur le support corporel qu'est le corps propre. Penser, c'est s'écrire. Toute pensée, comprise comme reformulation a pour cible de réécriture le corps propre, et comme origine, le corps propre ou une inscription externe quelconque.
- 6. la conscience est un pur dynamisme intentionnel, source des ré-écritures considérées comme des interprétations et non comme un mécanisme.]

## Prolégomènes (3) : Expérience / Connaissance

☰ *« Que toute notre connaissance commence avec l'expérience, cela ne soulève aucun doute. En effet, par quoi notre pouvoir de connaître pourrait-il être éveillé et mis en action, si ce n'est par des objets qui frappent nos sens et qui, d'une part, produisent par eux-mêmes des représentations et d'autre part, mettent en mouvement notre faculté intellectuelle, afin qu'elle compare, lie ou sépare ces représentations, et travaille ainsi la matière brute des impressions sensibles pour en tirer une connaissance des objets, celle qu'on nomme l'expérience ? Ainsi, chronologiquement, aucune connaissance ne précède en nous l'expérience, c'est avec elle que toutes commencent. »*

● Critique de la raison pure Kant, Introduction, Seconde Edition, 1845

☰ **Expérience** singulière **constitutive** du temps (Husserl, Heidegger, Bergson, Merleau-Ponty)

☰ **Individuation** (Simondon), **Genèse instrumentale** (Vigotsky, Rabardel)

# Trace informatique comme conteneur potentiel d'expérience / Genèse des M-Traces

- 1. Expérience « compilée » dans une base de connaissances / inférence logique**
  - 2. Expérience « atomisée » dans une base de cas / inférence analogique**
  - 3. Expérience inscrite dans les traces d'interactions avec l'environnement (informatique)**
  - 4. Première généralisation : le modèle MUSETTE**
- => Seconde généralisation : les M Traces et la notion de système à base de traces**

# Une façon de présenter les choses...

## Du *Raisonnement à Partir de Cas* au *Raisonnement à Partir de l'Expérience Tracée*

- Un principe de raisonnement analogique et interactif sur des « épisodes » construits « à la volée »
- Des traces ?

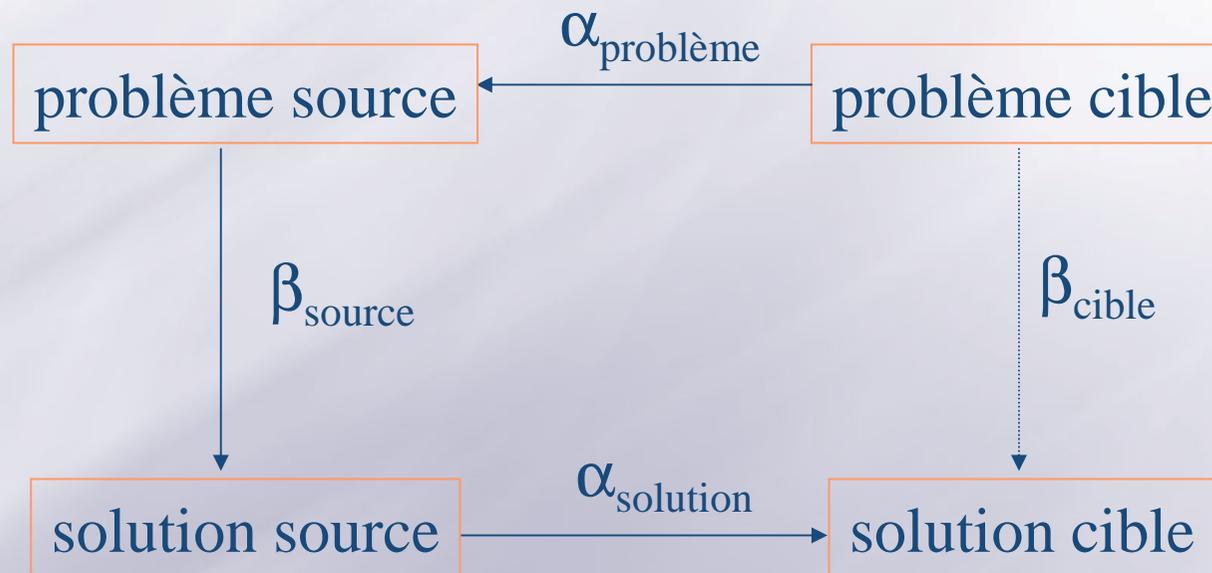
## Une théorie de la trace informatique

## La notion de système à base de traces informatiques

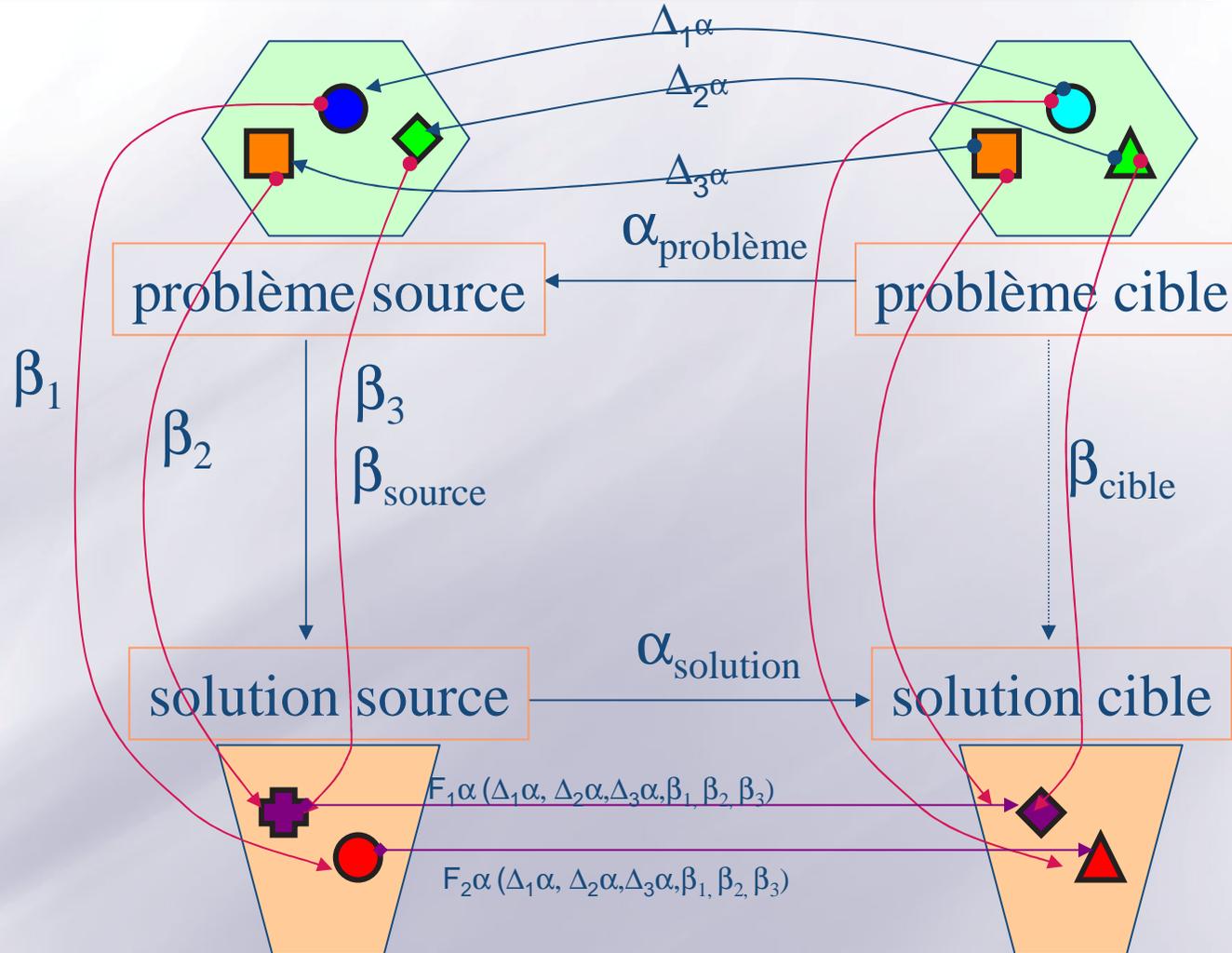
## Illustrations

## Enjeux, chantiers en cours, partenariats

# Raisonnement à partir de cas



# Raisonnement à partir de cas



# Raisonnement à partir de cas

- ☰ Une base de cas (des épisodes de résolution de problème)
- ☰ Une base de connaissances / cas et la façon de les réutilise
  - Ontologie des descripteurs de cas
  - Structure d'un cas
  - Connaissances d'adaptation/remémoration pour la réutilisation
- ☰ Un moteur de raisonnement analogique
  - Un système de résolution de problème « apprenant »

# Limitations...

- ≡ Nécessité d'une « cristallisation » de l'expérience en structures de cas
- ≡ Exploitation comme processus de remémoration, mais pas d'effet de « mémoire » en tant que processus.
- ≡ Nécessité de disposer d'une modélisation *a priori* importante et normalisante
- ≡ Nécessité de définition de « contextes » pré établis
- ≡ Capacités limitées d'accompagnement de la construction de connaissances
- ≡ Application impossible à des problèmes « mal posés »...

# Raisonnement à partir de l'expérience tracée

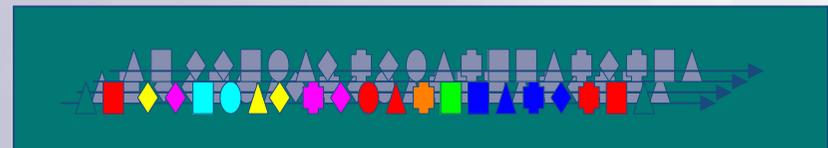


Trace d'interaction 

Signature d'épisode



Base de traces



# Raisonnement à partir de l'expérience tracée



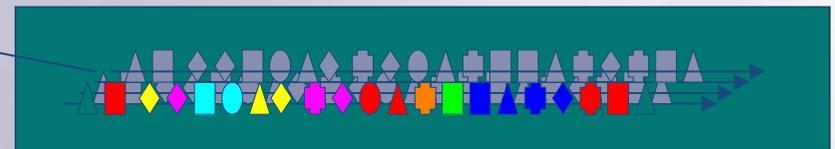
Trace d'interaction



Signature d'épisode



Base de traces



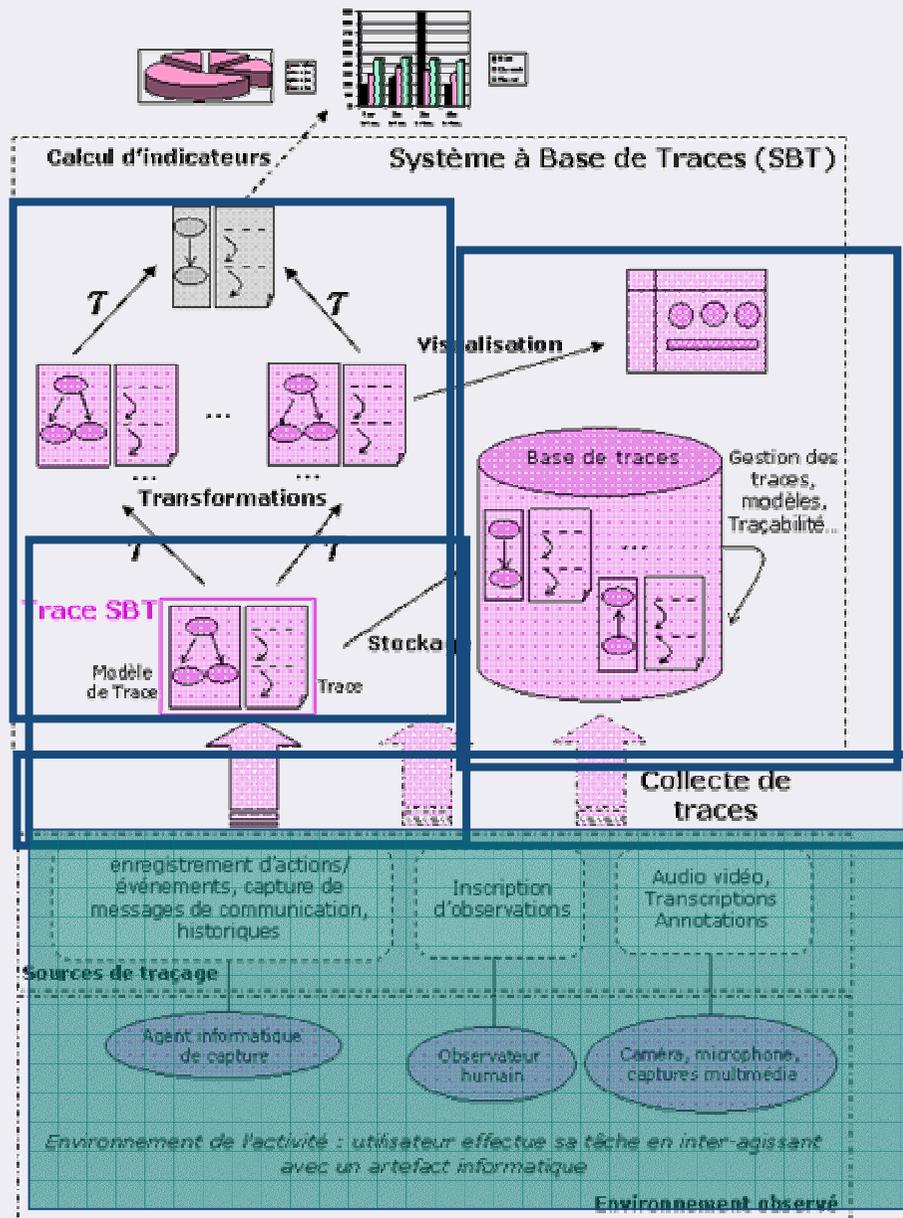
# Hypothèses

- ☰ **L'activité** cible de raisonnement est médiée par l'environnement informatique
- ☰ La trace est volontaire et **attendue**
  - Pour un observateur analyste
  - Pour l'utilisateur en situation d'usage réflexif
  - Pour un groupe en situation d'activité collective
- ☰ La trace est un **objet informatique** tout à la fois:
  - Support à la construction de connaissances (modèles)
    - individuelles (réflexivité)
    - collectives (confrontation)
  - Support à la résolution de problème par réutilisation de l'expérience

# Une théorie de la trace « modélisée » ?

- ☰ Une trace « modélisée » (M-Trace) est une séquence temporelle d'observés d'une activité interactive avec un EI (Environnement Informatique) munie d'un modèle de trace dans un domaine temporel donné.
- ☰ Une séquence temporelle d'observés est définie par un 4-tuple M-Trace =  $(D_p, O_{tr}, R_t, R_s)$  où
  - $D_p$  est un domaine temporel. Par exemple  $D_p \equiv (T, \leq)$  où  $T$  est l'ensemble fini d'intervalles et  $\leq$  est une relation d'ordre dans  $T$ . Les intervalles de temps sont décrits par  $T_d$  et  $T_f$  et notés  $[T_d, T_f]$ .
  - $O_{tr}$  est un ensemble fini d'observés de la M-Trace,  $O_{tr} = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$
  - $R_t$  relations temporelles  $D_t \times O_{tr}$  tel que  $R_t \subseteq D_t \times O_{tr}$
  - $R_s$  relations structurelles  $O_{tr} \times O_{tr}$  tel que  $R_s \subseteq O_{tr} \times O_{tr}$
- ☰ Un modèle de M-Trace est une structure  $\Theta = (\Theta_c, \Theta_r)$ 
  - où  $\Theta_c = \{\theta_{c1}, \theta_{c2}, \dots, \theta_{cn}\}$  et  $\Theta_r = \{\theta_{r1}, \theta_{r2}, \dots, \theta_{rn}\}$
  - $\Theta_c$  est un ensemble fini de classes d'objets  $\theta_{ci}$  (classe au sens du paradigme orienté objet), décrivant les observés de la M-Trace. Une classe est caractérisée par un ensemble d'attributs
  - $\Theta_r$  est un ensemble fini de types de relations entre classes  $\theta_{ci}$ .  $\Theta_r \subseteq \Theta_c \times \Theta_c$

# Systeme à base de M-Traces



- **Collecte / Sources de traçage (inputs)**

- Agent informatique de capture associé au SBT
- + :

- Observateur humain
- *Capteur autonome au SBT* -> flux de traçage (vidéo, audio, logs, API « aspects »...)

- **Traces modélisées**

- Séquence d'observés
- Modèle de M-Trace + domaine temporel
- *Bibliothèque de modèles*

- **Opérateurs de Transformations  $\tau$**

- Reformulation d'une M-Trace en une autre
  - Modification du modèle ou/et
  - Calculs sur la séquence d'observés
- *Bibliothèque d'opérateurs de transformations*

- **Gestionnaire de M-Traces**

- Mémorisation / objets permanents
- Traçabilité / réutilisabilité des transformations
- *Ancrage des sources de traçage*
- *Visualisation standard*

# Exemple 1 : Interface de gestion d'affaires

## Renseignements sur l'affaire N°06 Trace (2006-06-14)

[\[Accueil\]](#) [\[Recherche\]](#) [\[Trace\]](#)

[\[Première\]](#) [\[Précédente\]](#)  [GO](#) [\[Suivante\]](#) [\[Dernière\]](#)

[\[Feuille de pointage\]](#) [\[Explorer\]](#) 



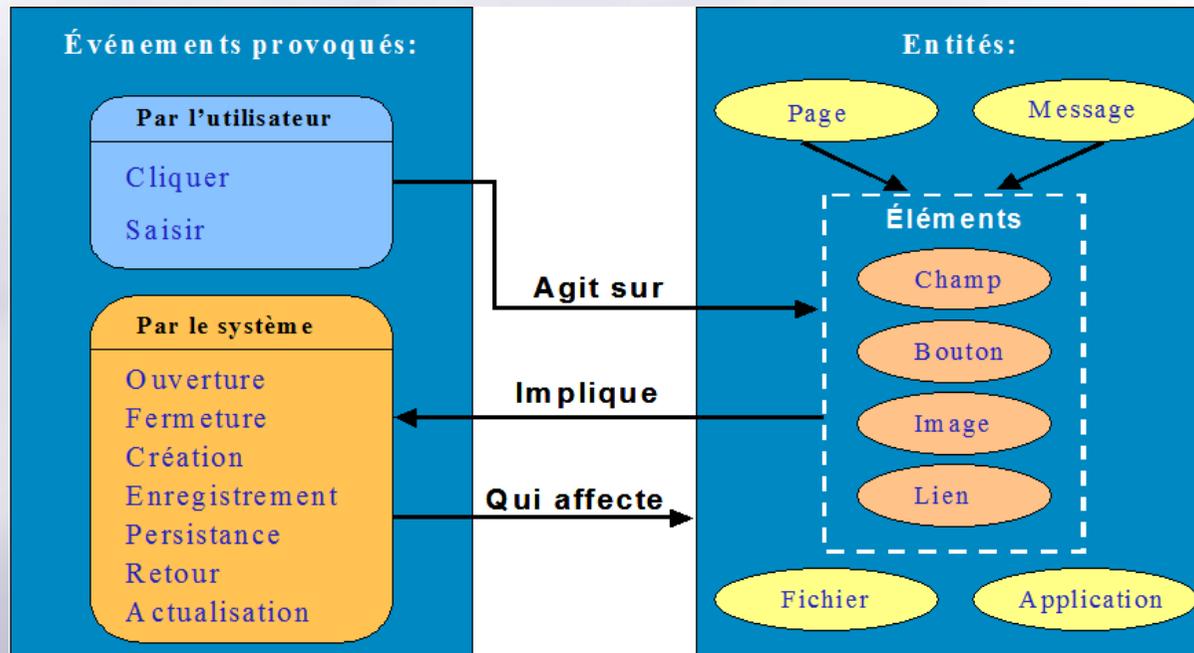
Renseignements sur l'affaire	
Número de l'affaire	<input type="checkbox"/> 060002
Nom d'affaire	Evacuateur de Crue de Chaudane
Type d'affaire	Calcul
Nom de l'entreprise	<input type="text" value="ENTREPRISE2"/>
Nom Interlocuteur	NomClient2
Etat de l'affaire	Facturée <input type="text"/> Codification devis

Date	Auteur	Description de l'évènement	
Création de l'Affaire			
01/01/2005	X6	Création	Aucun
Réception de la Commande			
30/11/2005	X7	BdC 060002_00_a par courrier	Aucun
Début de l'étude			
10/12/2005	X2	Etude correspondant au devis De_060002_00_a	Aucun
15/12/2005	X2	Utilisation de l'affaire XXXXXX comme référence.	Aucun
Demande de Vérification			
21/12/2005	X2	Note de calcul	 <a href="#">Ndc 060002 00 a.doc</a>
14/06/2006	X2	Modèle et fichiers de chargement	 <a href="#">Bd 060002 00 a.db</a>
Validation de document			
Envoi de document			

- Identification
  - Champ Identifiez vous
    - 16:57:23
    - X1
  - Bouton Envoyer
    - 16:57:23
  - Fiche de suivi
    - Lien Accéder aux fiches
      - 16:57:41
      - Renseignements sur l'affaire N° 60001
        - Lien Suivante
          - 16:58:00
      - Renseignements sur l'affaire N° 60002
        - Image +
          - 16:58:23
        - Ajout d'un évènement dans l'affaire N° 60002
          - Champ Description de l'évènement
            - 16:59:26
            - Validation de la note de calcul
          - Champ Nom du Fichier associé dans le répertoire
            - 16:59:34
            - 060002/Adminis/Ndc\_060002\_00\_a.doc
          - Bouton Envoyer
            - 16:59:36
            - N° de l'évènement ajouté: 5126
            - Type de l'évènement: Validation de document

# Les modèles...

## Modèle de collecte



## Exemple 2

# Analyse d'activité d'un conducteur automobile à partir de données comportementales



-  [Olivier.georgeon@inrets.fr](mailto:Olivier.georgeon@inrets.fr)
-  [Matthias.henning@phil.tu-chemnitz.de](mailto:Matthias.henning@phil.tu-chemnitz.de)
-  [Benoit.Mathern@ecl2006.ec-lyon.fr](mailto:Benoit.Mathern@ecl2006.ec-lyon.fr)
-  [Alain.Mille@liris.cnrs.fr](mailto:Alain.Mille@liris.cnrs.fr)
-  [Thierry.bellet@inrets.fr](mailto:Thierry.bellet@inrets.fr)

# La voiture

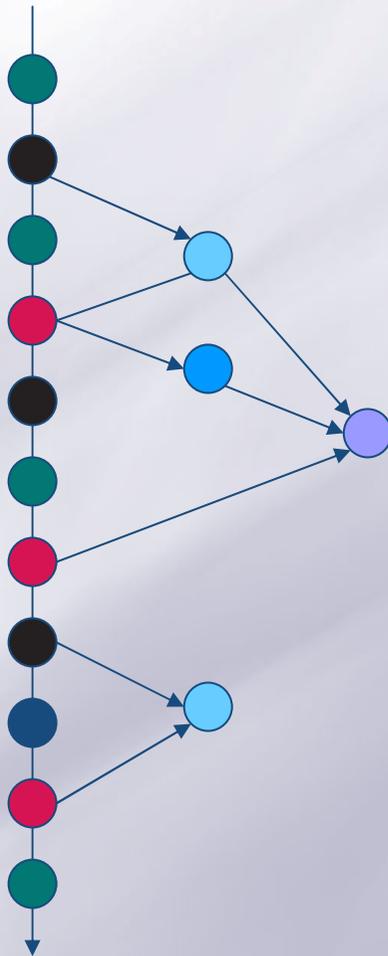


# Abstraction par transformation de trace

5876	3806.32	18496	112	5 Speed	subtype Min	value	111.81	property	0
5877	3807.21	18523.4	112	3 Accelerator	subtype Max	value	50.35	property	0
5878	3807.71	18539.6	113	4 Eye_Left	duration		0.0499985		
5879	3807.76	18540.8	113	4 Eye_Far_Left	duration		0.149996		
5880	3807.77	18540.8	113	4 Speed	subtype Max_Variation	value	112.59	property	0.81
5881	3807.91	18545.8	113	3 Eye_Left_Mirror	duration		0.116997		
5882	3808.03	18549	113	3 Eye_Far_Left	duration		0.0169995		
5883	3808.04	18549.6	113	3 Eye_Left	duration		0.066998		
5884	3808.05	18549.6	113	3 Speed	subtype Max_Variation	value	112.79	property	0.69
5885	3808.11	18551.4	113	3 Eye_Ahead	duration		2.40493		
5886	3808.77	18572.2	113	5 Accelerator	subtype Min	value	46.98	property	0
5887	3808.81	18573.4	113	5 Speed	subtype Max_Variation	value	113.33	property	0.76
5888	3808.93			Close_Left_Up					
5889	3808.93	18577.2	113	5 Steering	subtype Threshold_Up	value	5.03	property	1.13
5890	3808.99	18579.2	113	5 Speed	subtype Max_Variation	value	113.44	property	0.68
5891	3809.03	18580.4	114	5 Accelerator	subtype Max	value	46.99	property	0
5892	3809.38	18591.8	114	6 Accelerator	subtype Min	value	46.92	property	0

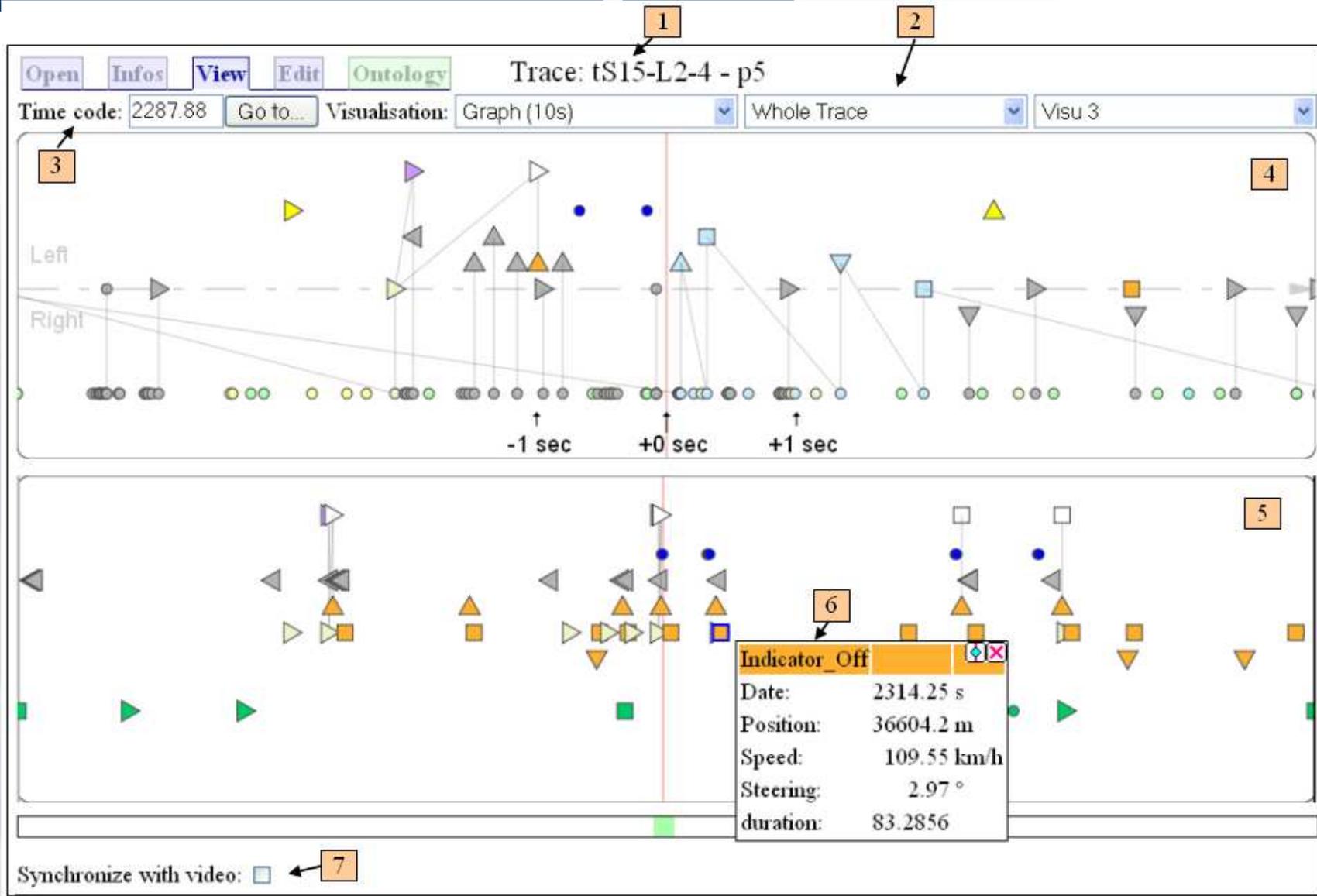
- ≡ Eye\_sequence\_end: Eye\_Ahead pendant plus de 0.9s
- ≡ Short\_Left\_Mirror\_Glance: Séquence plus courte que 0.8s et incluant au moins un Eye\_Left\_Mirror

# Règles d'inférence



- La trace est représentée par un graphe (RDF)
- Les événements sont définis au sein d'une ontologie (RDFS)
- Les règles sont définies par des requêtes (SPARQL)

# L'interface analyste



# Nouvelles signatures expliquées

Trace: tS15-L1-3 - p4  
Time code: 1221  
Visualisation: Graph (10s) Visu 2

**6**

Gaze\_Left\_Mirror  
Date: 1220.09 s  
Position: 10882.4 m  
Speed: 94.32 km/h  
Steering: 4°

-1 sec +0 sec +1 sec

**1** **2** **3** **4** **5** **7**

Rule editor:  
Comments:  
Lane\_Change\_Accelerate

Construct: View Edit  
- Select an action - (reset)

```

?x1 kb inferred _:a .
?x2 kb inferred _:a .
_:a & kb Lane_Change_Accelerate .
_:a kb date ?d2
    
```

Where: View Edit  
- Select an action - (reset)

```

#Obs. 1 is the first resource of type? following Obs. 1 of type?
?x1 kb date ?d1
kb when ?x2 .
?x2 kb date ?d2 .
kb duration ?dur .
FILTER ( us:Double(?dur) < 5 ) .
FILTER ( isyfn:HasDelay: ?d1, ?d2, 4 )
    
```

Rule name: Lane\_Change\_Accelerate Save rule Save and process

```

1 # Lane_Change_Accelerate
2
3 PREFIX myfn: <java:com.lodds.sparql.>
4 PREFIX kb: <http://protege.stanford.edu/kb#>
5 PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
6 PREFIX xs: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
7 PREFIX fn: <http://www.w3.org/2001/paths-functions#>
8
9
10 CONSTRUCT {
11   ?x1 kb inferred _:a .
12   ?x2 kb inferred _:a .
13   _:a & kb Lane_Change_Accelerate .
14   _:a kb date ?d2
15 }
16 SWRL
17
18 #Obs. 1 is the first resource of type? following Obs. 1 of type?
19 ?x1 kb date ?d1
20 kb when ?x2 .
21 ?x2 kb date ?d2 .
22 kb duration ?dur .
23 FILTER ( us:Double(?dur) < 5 ) .
24 FILTER ( isyfn:HasDelay: ?d1, ?d2, 4 )
25
26
27
28
29
30
    
```

Selected element: id=[http://protege.stanford.edu/kb#Collect\\_Tag-43c45864:111b6adf6de-7fd2](http://protege.stanford.edu/kb#Collect_Tag-43c45864:111b6adf6de-7fd2)



# Application cible

- Nombre croissant de systèmes tentant d'améliorer le confort et la sécurité du conducteur
- Améliorer les effets bénéfiques des systèmes de *advanced driver assistance systems* (ADAS) et les *in-vehicle information systems* (IVIS) qui devraient réagir selon
  - les situations de trafic naturellement
  - **selon les intentions du conducteur**
- Exemple : n'alerter le conducteur sur un franchissement de ligne que s'il ne s'agit pas d'une action volontaire.

# Sur simulateur



# Exemple 3

## ☰ **Projet eLycée (-> ANR ITHACA)**

- **Collaboration eLycée - LIRIS**
- **eLycée : formation à la culture et la langue française aux élèves francophones scolarisés aux EU**
- **Volet *informatique* : traitement/visualisation interactive de traces réflexives en temps réel**
- **Volet *sciences cognitives* : étude de l'apport des traces à l'activité d'apprentissage humain (collaboratif)**

## ☰ **Objectifs**

- **Modéliser le plus génériquement possible la visualisation de traces**
- **Montrer le potentiel de la visualisation de traces pour rendre l'activité réflexive en l'appliquant à eMediatheque**

# Plate-forme applicative : eMediatheque

The screenshot displays the eMediatheque application interface. The main window shows a Google Docs document titled "Si j'étais..." edited on December 5, 2006. The document content includes:

Si j'étais...

La séquence "Si j'étais..." est terminée. Elle a duré deux classes et deux conférences.  
Ce blog a pour mission de retracer les expériences vécues pendant ces deux semaines de travail.

Les objectifs de « Si j'étais... » étaient de nous permettre de nous approprier les outils de eLycée, de mieux nous connaître et de comprendre comment nous allons travailler à eLycée.

La classe se compose de quatre élèves (Sam, Max, Adrien et Jérôme) et d'un professeur (Alain)

Below the text, there is a video conference window titled "[Local] Classe 2\_1, Participants ...". It shows a grid of video feeds for participants: Adrien Per..., Alain, Max Matuk..., Samuel Tu..., Jérôme Per..., Christine Fin..., VCR PLAY (C..., christine, Dominique..., and VCR REC..., Julian Hirst.

At the bottom of the document, it says: "Pour mieux nous connaître, nous avons eu de nombreuses activités :"

The interface also shows a sidebar with a file list and a "Media files" section containing a list of video files such as "extrait\_asterix\_muet.wmv", "gignols\_info\_11\_01.wmv", etc.

le”  
(tableau

**eMediatheque**  
 File Edit Session View Tools Help  
 http://dictionnaire.tv5.org/dictionnaires.asp?Action=4&param=amande&che=1

**Trace Viewer** | Media files

**Trace Legend**  
 Text: Text  
 Text color: Actor type  
 Student (Red)  
 Teacher (Blue)  
 Border color: Permanent St:  
 Permanent (Yellow)  
 Not permanent (Red)  
 Image1: Action Type  
 Read (Icon)  
 Write (Icon)  
 Duplicate (Icon)  
 Consult (Icon)  
 Image2: Shared Status  
 Shared (Icon)  
 Not shared (Icon)  
 Image3: Educational Status  
 Resource (Icon)  
 Production (Icon)

Consult group  
 17:02:03 amande

Write group  
 17:00:19 Les recettes bretonne: les recettes bretonnes sont à base de beurre et de sucre  
 16:48:25 bonjour tout le monde!

Read group

**Trace Segment Viewer**

**Trace Legend**  
 Text: Page Title  
 Text color: Actor type  
 Student (Red)  
 Teacher (Blue)  
 Border color: Action Type  
 Read (Black)  
 Write (Yellow)  
 Duplicate (Red)  
 Consult (Blue)  
 Image1: Actor type  
 Student (Icon)  
 Teacher (Icon)  
 Image2: Entity Type  
 Dictionary (Icon)  
 Glossary (Icon)  
 Web Resource (Icon)  
 Media resource (Icon)  
 Whiteboard (Icon)  
 Image3: Educational Status  
 Resource (Icon)  
 Production (Icon)

17:01:50 TV5 - Dictionnaire MEDIADICO  
 17:01:37 TV5 - Dictionnaire MEDIADICO  
 17:01:17 TV5 - Dictionnaire MEDIADICO  
 17:00:19  
 17:00:13  
 16:55:47  
 16:55:27

la recette du kou... »1

**la recette du kouign amann**  
 Plats du terroir et desserts  
 Le kouign aman



Conséquence de l'abus de kouign aman :-)

Le kouign Amann, fondante spécialité de Douarnenez, fut inventée en 1865 par Scordia.

Ingrédients :  
 -150g de farine  
 -200g de sucre

TV5 - Dictionnaire...  
 Bienvenue sur le site de TV5 Monde  
**TV5MONDE**  
 accueil / langue française / le dictionnaire  
**le dictionnaire**  
 SAISISSEZ UN TERME amande  
 DÉFINITIONS | SYNONYMES  
 > amande (nom féminin) almond.

\*Ma création de recette

Bonjour tout le monde!  
 Les recettes bretonne:  
 les recettes bretonnes sont à base de beurre et de sucre

**Palette**  
 Select  
 Marquee  
 Color  
 Rectangle  
 Ellipse  
 Text

disconnected

Windows taskbar: démarrer, CNRS - SG - DRH..., Programme TV.n..., Le Monde.fr : A..., Explorateur..., Master.odt - Op..., Java - SharedSt..., eMediatheque, FR, 17:15



# Enjeux, chantiers, partenaires SHS

## Enjeux : un couplage « Homme(s)-Environnement Informatique » « apprenant » -> plasticité, dynamisme des re-présentations

- Résonances théoriques en sciences cognitives : théorie de l'activité, enaction, émergence, constructivisme, action située
- Association aux processus d'apprentissage automatique et d'acquisition de connaissances
- « Trace informatique » nouvelle classe d'objet informatique avec ses structures, ses méthodes

## Chantiers (voir <http://liris.cnrs.fr/silex>)

- Théorie, modèles génériques de traces, architecture, noyau SBT, visualisation générique, opérateurs, algorithmes... et applications :
  - EIAH (Perlea, Ambre, Geonote, ELycée, Moodle-traces, Ithaca1)
  - Découverte, partage, réutilisation de connaissances : Procogec, Abstract, Ithaca2, EADS, IAKA, FRAKAS, EDF, SAP etc.
  - Facilitateurs (Dassault, Oscar) / Handicaps (mal voyants, personnes âgées, etc.) [nouveau]

## Partenariats avec les SHS

- PPF Apprentice (INRP, ICAR, LIG, LIRIS, ELICO, LEPS, Syscom, LIESP)
- Projet « EIAH adaptatifs » du cluster région ISLE (Grenoble, Lyon, Saint-Etienne)
- Projet « Vieillesse » du cluster région « Handicap » (Grenoble, Lyon, Saint-Etienne)