

# Seminario Internacional "LOS ESPACIOS DEL CAMINAR EN LA CIUDAD"

**Réalité virtuelle et jeux sérieux  
pour la mobilité des piétons -  
Cas de la traversée la rue :  
vers une prise en compte des facteurs psycho-sociaux.**

Jean-Michel Auberlet

# Schéma

- Enjeux et questions autour de la marche et la nature des réponses
- Quel est le problème – comportement & compétences
- Réalité Virtuelle et jeu sérieux, un outil pour l'apprentissage
- La marche en Réalité Virtuelle
- Verrous
- Modéliser les interactions
  - Exemple pour la traversée de rue
- Discussion



# Principaux enjeux liés à la marche

- Environnement & santé

- Pollution
  - Sonore, qualité de l'air (particules fines)
- Obésité
- Risques cardiovasculaires
- Bien être et confort (au sens de l'OMS)

- Économique

- Bénéfice / coût de la part modale « marche »
  - Rapport OCDE (rabl, 2011) gain de 1200 euros / coût de 200 euros  
abandon voiture =  $T_c$  + marche ou vélo



# Sécurité Routière

- Quelques données

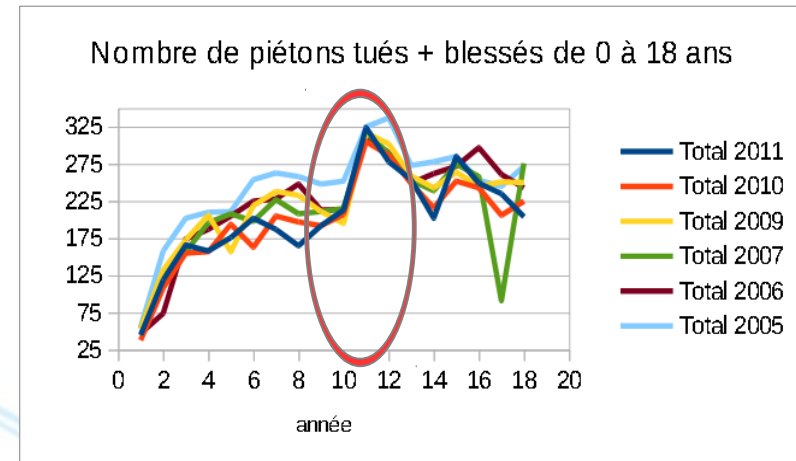
- Mondial,
- 2013, USA – 4 735 piétons tués – ~66 000 blessés
  - 1 tué toutes les 2 heures et 1 blessé toutes les 8 minutes
- 2014, France – 499 tués (15%)
- US : More occurred in the dark (72%) than in daylight (25%), dawn (2%), dusk (2%).

- Populations

- Senior : 52,5 % >65 ans (ONISR, 2014),
- Enfant – US : 5 % des <14ans (21% intra)

- Type et Localisation

- Traversée de rue
- 20 % en intersections et 2/3 en section courante



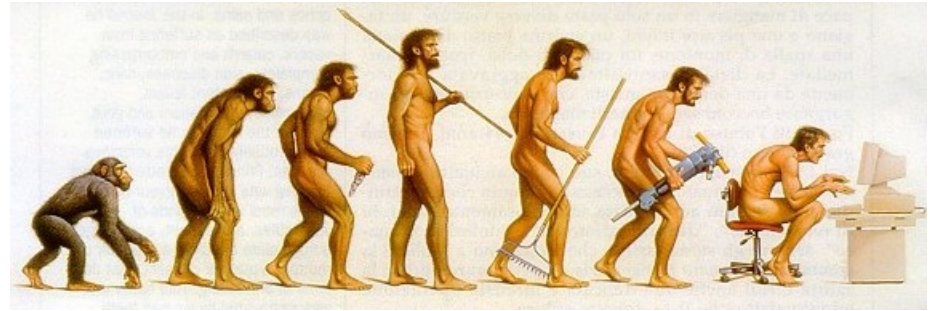
# Réponses

- Solutions dans un cadre législatif
  - Diminuer la part modale voiture
    - Incitatif (covoiturage)
  - coercitif (radar)
  - Militantisme et Politique (zone 30, zone de rencontre)

## POINT DE VUE DU CONDUCTEUR

### COURT TERME





- La marche est le moyen de transport le plus ancien
- Chacun marche (au moins) depuis ses deux ans
- Certains oublient qu'ils marchent
  - Enquêtes indiquent que 10% ne marchent jamais
  - Dans un article de Gibson
    - *A Theoretical Field-Analysis of Automobile-Driving, 1938*
    - “The driver has learned at least the essentials of locomotion when he learned to walk, and learning to drive is mostly learning the use of the tool.”
- Marche = action revendicative
  - Piéton est il une unité véhiculaire ?
- Transfert des connaissances conducteurs → piétons





# Illustration



# Illustration





# Existe t il d'autres réponses ?

## POINT DE VUE DU MARCHEUR MOYEN/ LONG TERME

- Promotion, éducation
  - améliorer, transformer les comportements
    - APPRENTISSAGE, FORMATION



# La traversée de rue

- Plusieurs manières de traverser
  - Norme (législative) : code de la route
  - Règle informelle
    - relève de chaque individu et des ses compétences
  - Norme (sociale) → homogénéisation des comportements
    - Acceptation des différences dans la pratique et l'usage de la voirie
- Point de vue du gestionnaire



# Selon Tolmié

- Point de vue du marcheur
- 4 grandes compétences
  - choisir un lieu sur
  - analyser la situation
  - identifier les créneaux temporels
  - anticiper les comportements d'autrui,



# Comportement d'un individu

- **Compétence**

- mobilisation d'un ensemble de ressources (savoirs, savoir-faire, savoir être) en vue de résoudre une situation complexe appartenant à une famille de situations problèmes

- **Savoirs, savoir-faire, et savoir être**

- Savoirs : connaissances
- Savoir-faire : expérience (mise en œuvre des connaissances)
- **Savoir être** : Capacité à s'adapter à des situations variées et à ajuster ses comportements en fonction des caractéristiques de l'environnement, des enjeux de la situation et du type d'interlocuteur

- **Relève de l'individu**





Peut on concevoir et développer un outil permettant un apprentissage de la traversée de rue pour le plus grand nombre ?



# Réalité virtuelle

- **Domaine des transports**
  - Simulateurs de conduite, de marche (vélo, moto, PL...)
- **Usages**
  - Connaissance sur les comportements
  - Évaluation de dispositifs
  - Apprentissage/formation/ré-entraînement
    - « permis virtuel » pour les cérébro lésés





IFSTTAR - LEPSIS 2013

# Simulateurs

- Environnement pauvre en interaction
  - Toute chose égale par ailleurs (*Ceteris paribus*)
  - Nombre d'interactions limité
    - Complexité du scénario (chorégraphie)
- Peu favorable au développement du savoir-être





# Jeu sérieux (serious game)

- Populaire depuis 2000's
  - Système immersif (casque, ACA)
- Usages : santé, éducation, formation ...
  - Phobies (vertige)
  - Chirurgie éveillé (projet CERVO)
- Les interactions : limités et contraintes



Développer son savoir-être en réalité virtuelle suppose interagir avec son environnement et en particulier avec les entités virtuelles



# Problématique

Concevoir un serious game pour le développement des savoirs dans le cadre de la tâche de traversée de rue

Interagir avec les usagers virtuels (PNJs)



# Interaction avatar – PNJ

- **Modéliser et simuler les PNJs**

- Crédible (# automate)
- 3 niveaux de validations
  - Macroscopique = flux → point de vue externe
  - Microscopique = individu (moyenne) → point de vue externe
  - Nanoscopique = individu (perçu) → point de vue de l'individu

- **Perception des PNJs**

- Doit répondre aux attentes
  - non respect des règles
  - Voire commettre des erreurs





# PNJs

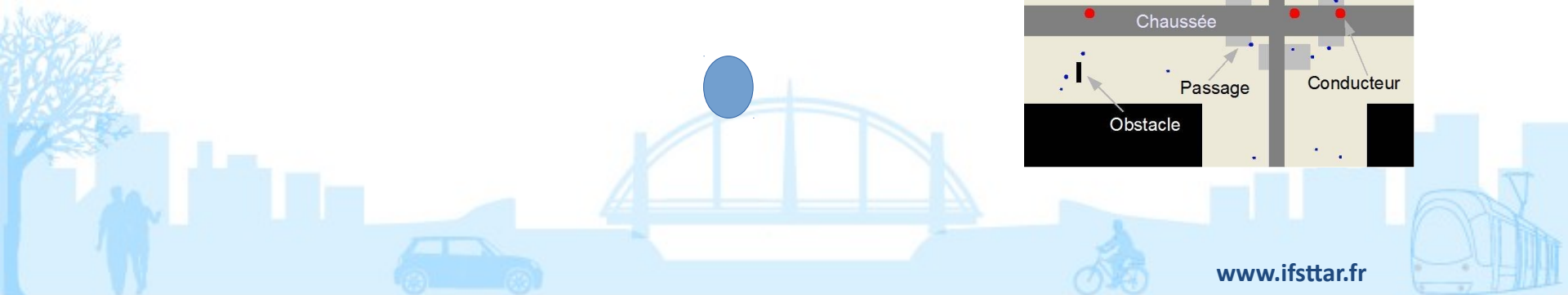
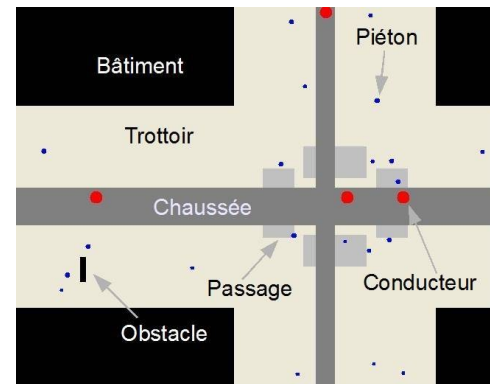
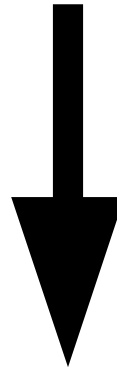
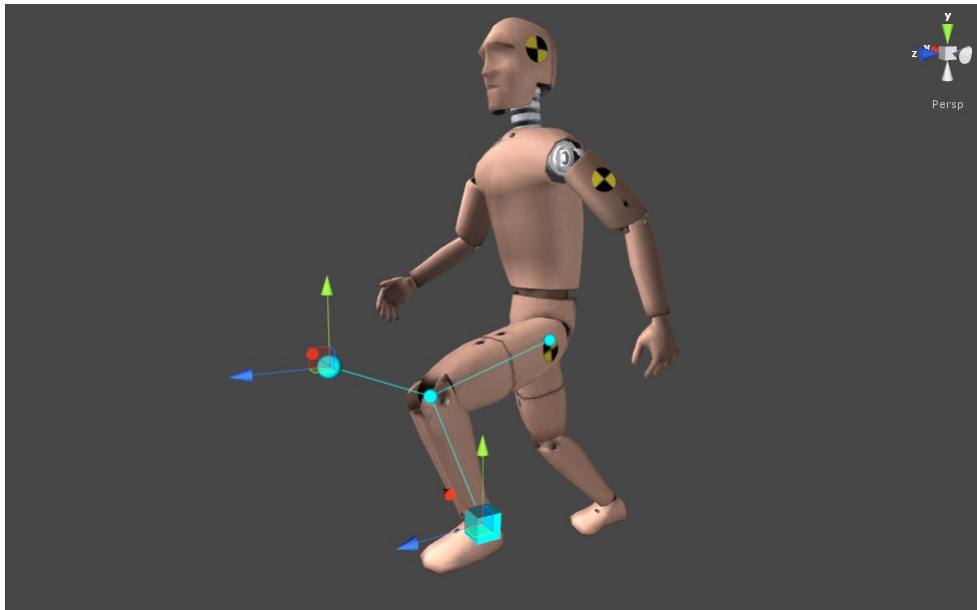
- **Modélisation classique**

- Observation → modélisation → reproduction
  - **Actions sans les intentions**

- **Modélisation « moderne »**

- stimulus → verbalisation → modélisation → production
- Contrainte : doit reproduire l'observable
- Apport des facteurs humains (inter individus)





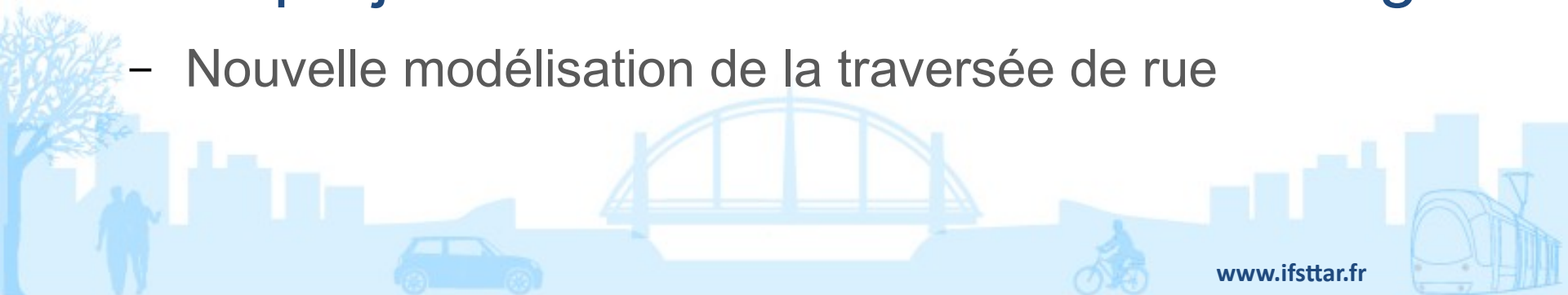
# Exemple d'une modélisation de traversée de rue

- PNJ : trouver un créneau temporel « sur »
  - Traverser de rue = retard pour les véhicules
  - Piéton = feu rouge
- En automatique
  - Temps disponible entre véhicule N et N+1 =  $T_v$
  - Temps de traversée par le PNJ (vitesse préférentielle) :  $T_p$
  - Si  $T_p < T_v$  alors PNJ traverse
  - Tous les comportements sont similaires
    - Paramètre → variabilité des comportements
    - Si  $a \times T_p < T_v$  alors PNJ traverse
- Paramètre  $a$  = aucune réalité physique

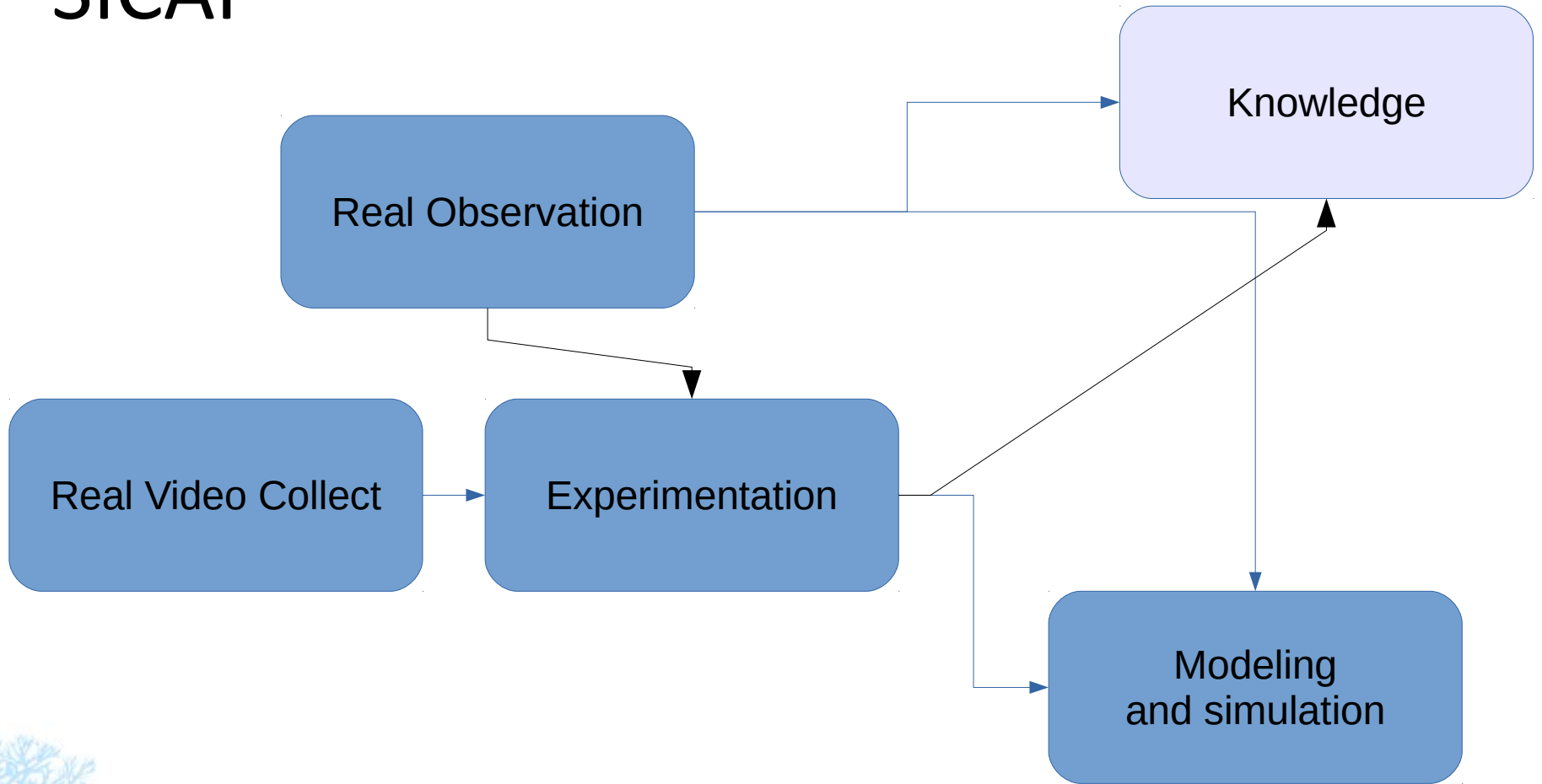


# Comment donner du sens à « a »

- **Projet SICAP (Fondation Sécurité Routière)**
- **Projet pluridisciplinaire**
  - Expérimentation de terrain
  - Expérimentation en environnement contrôlé
  - Modélisation et simulation
- **Post-projet Erreur réalisée et futur envisagé**
  - Nouvelle modélisation de la traversée de rue



# SICAP





# Recueil vidéo



3 HD cameras – 160°





# Résultats



Base de données de 41 clip vidéos (<15 sec)

3 intersections : 1 familiarisation 1 sans feux 1 avec feux

4000x900 pixels

# Observation

- Grille

- Genre, respect de la règle

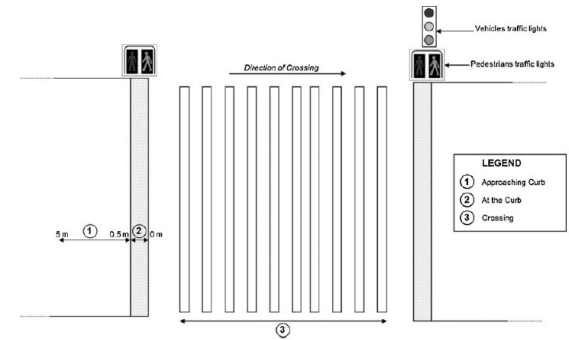


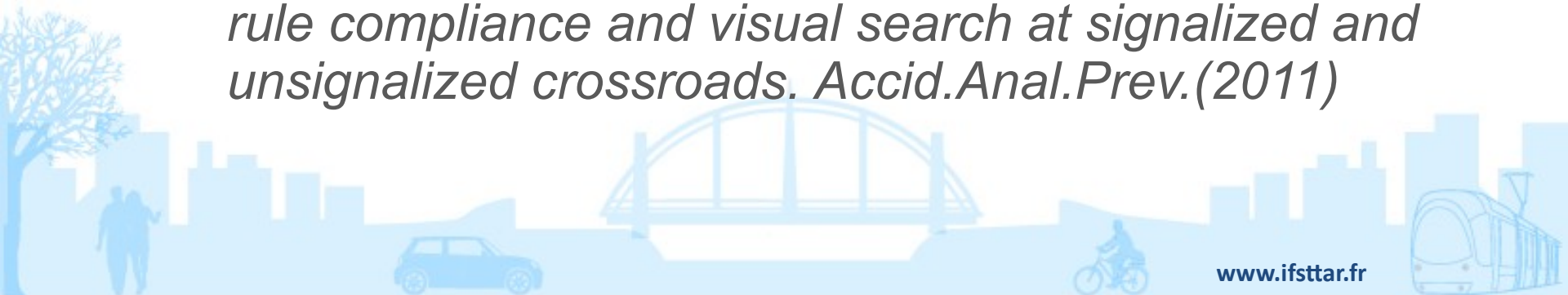
Fig. 1. Experimental zones.

**Table 1**

Density of traffic, presence of traffic lights and number of male and female pedestrians observed on each site.

Site	City	Density of traffic per day	Traffic lights	Number of pedestrians observed	
				Males	Females
A	Paris	7595	Yes	50	50
B	Paris	7185	Yes	50	50
C	Paris	4183	No	50	50
D	Rouen	4792	No	50	50

- *Tom, A., Granié, M.-A., Gender differences in pedestrian rule compliance and visual search at signalized and unsignalized crossroads. Accid. Anal. Prev. (2011)*



# Quelques résultats

- Focalisation sur les trafics
  - Hommes → véhicules
  - Femmes → autres piétons
- Femmes respectent + la règle
- Stationnement impacte la fin de la traversée

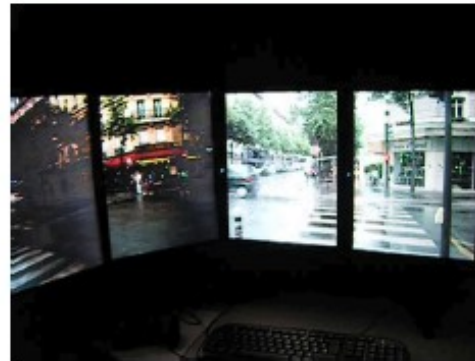


# Experimentation

- 32 participants
  - 23 (15 M & 8 W)
- 41 clips (12 sec à 1/1)
  - 5 familiarisation
  - 18 intersections sans feux
  - 18 intersections avec feux

## 4 questions

- Traverser vous ou pas ?
- Pouvez vous décrire la scène ?
- Qu'est ce qui est important ?
- Pouvez dire ce qui va arriver ?



# Quelques Résultats

- Pas de modèle unique
- Taux de non respect ~ 26%
- Analyse statistique
  - Logit model / influence des indices visuels

TABLE 5 Model computed from the subjective variables at the signalized crossroads

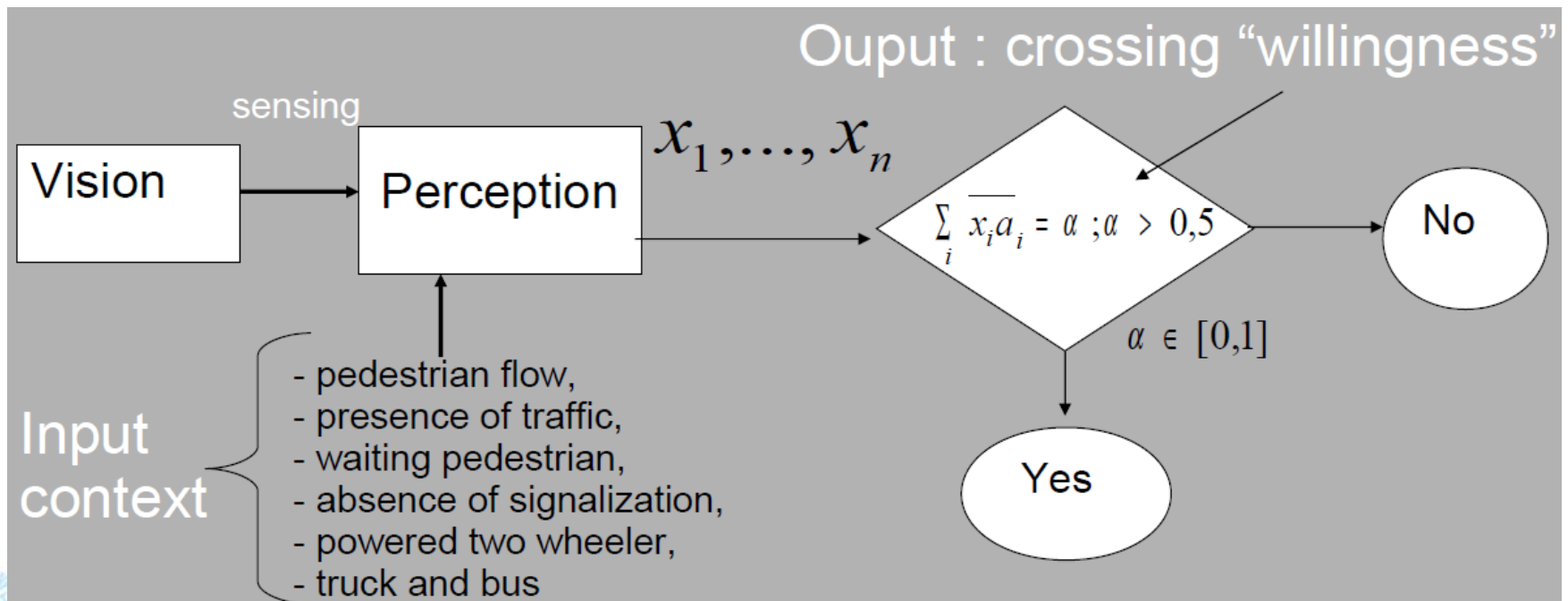
	Coefficients	p
Constant	-0.671	0.000
Single pedestrian	-1.535	0.014
No cross signal	-0.383	0.083
Infrastructure	0.459	0.062
Single vehicle	0.535	0.000

TABLE 6 Model computed from the subjective variables at the unsignalized crossroads

	Coefficients	p
Constant	-0.456	0.004
Absence of signal	0.820	0.020
Traffic	0.408	0.050
Single Pedestrian	1.185	0.000

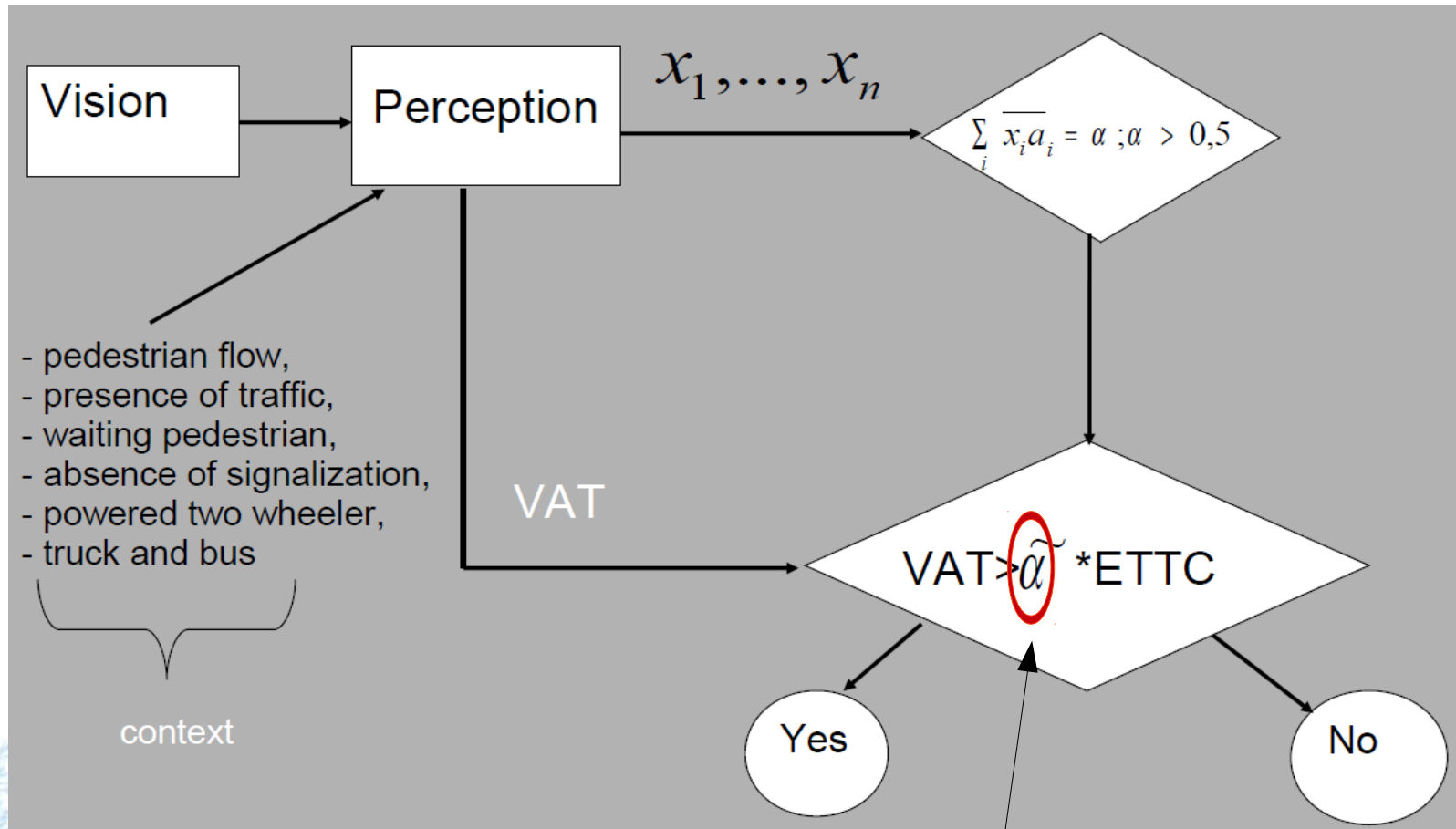


# Modélisation de la perception

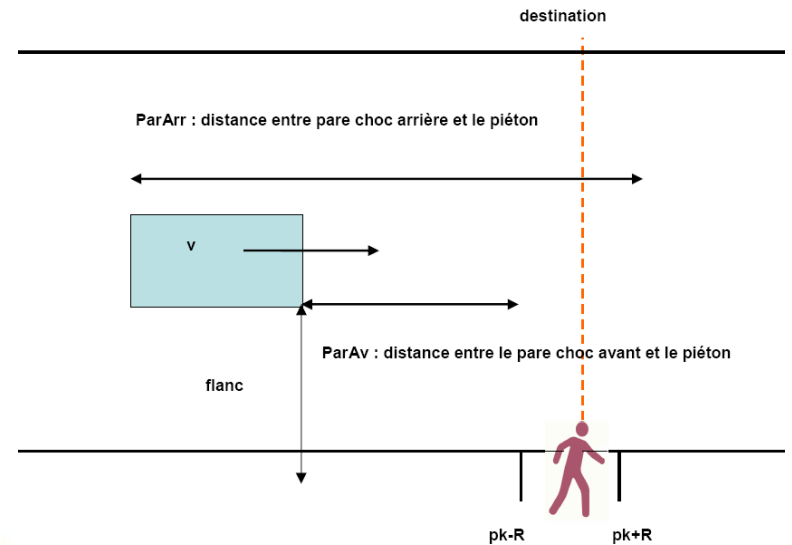
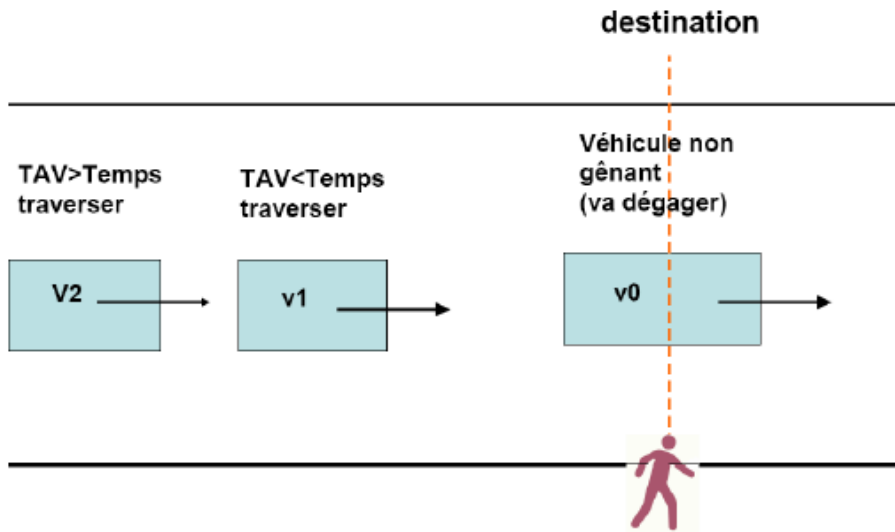




# Our new gap acceptance model



# Nouveau modèle



# Résultats de simulation

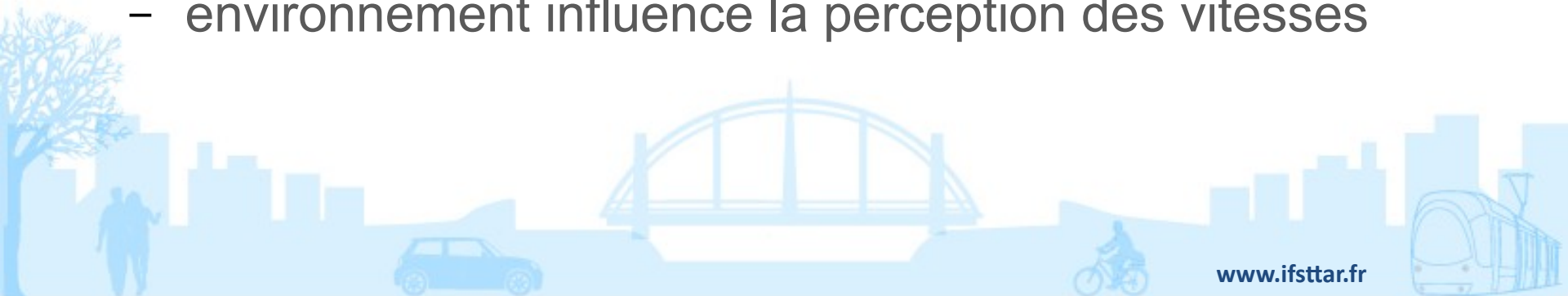
- Comparaison avec la littérature

- R. Lobjois, V. Cavallo, The effects of aging on street-crossing behavior: From estimation to actual crossing, Accident Analysis and Prevention, Vol. 41, pp. 259-267, 2009
- Lag réalisées [5.07 – 7.80 sec]
  - 95% traversées réalisées en expérimentation (littérature)
- entre 30 and 40km/h, une traversée peut débuter même à proximité d'un véhicule (proche ou devant)
  - $TIV > lag$



# Modèle faux (n'est pas fidèle)

- MA Granie, T Brenac, MC Montel, M Millot, C Coquelet
  - “Influence of built environment on pedestrian's crossing decision”. Accident Analysis & Prevention 67, 75-85
- $a \times T_p < T_v$ 
  - $\rightarrow \underline{a \times T_p < b \times T_v}$
  - environnement influence la perception des vitesses



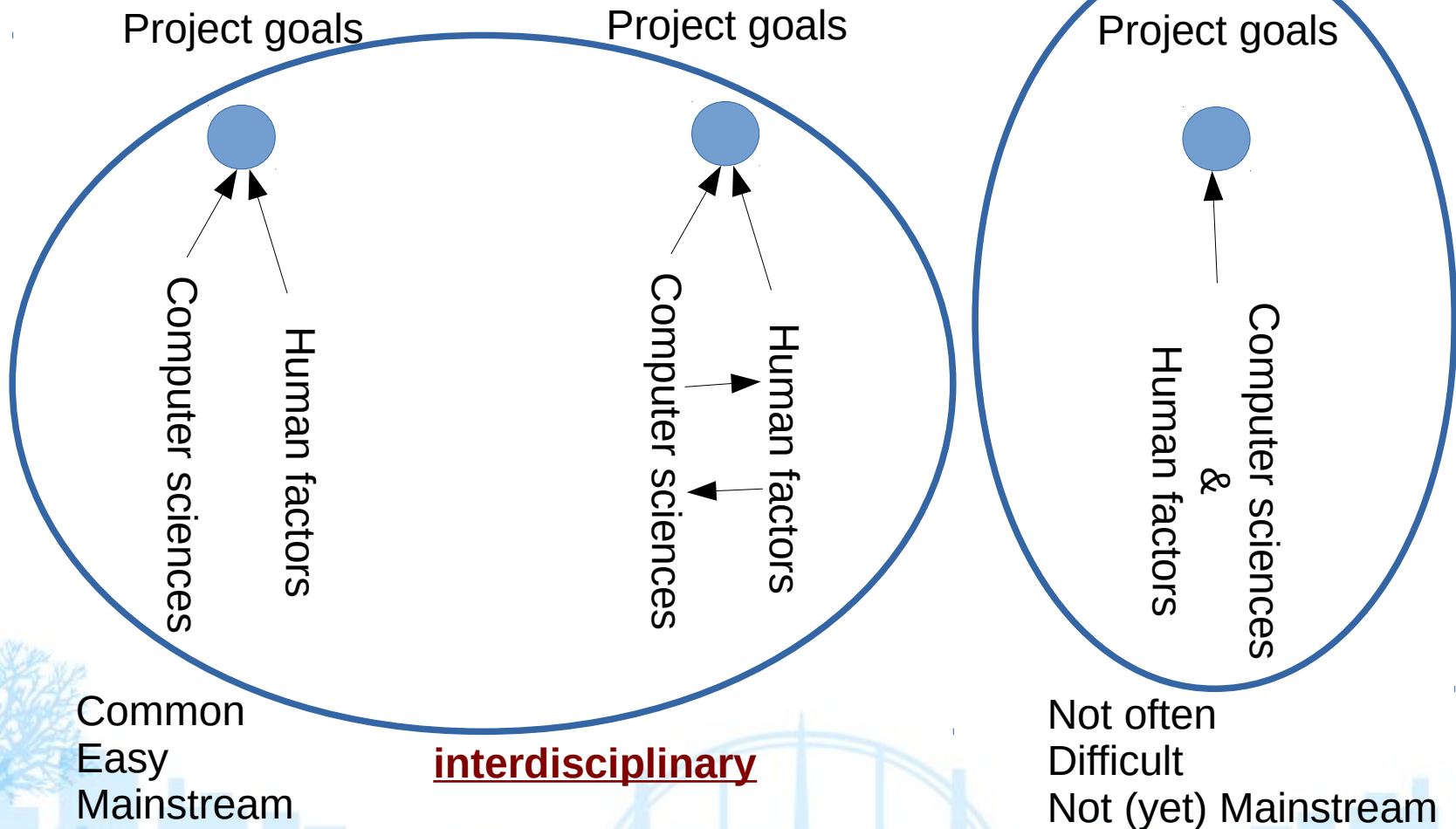
# Discussion

- **Retourner les paradigmes**
  - « oublier » les flux pour se focaliser les individus
- **Compréhension des phénomènes**
  - Compréhension de l'individu
- **Les facteurs humains (+) pour les ingénieurs**
  - Psychologie cognitive (+)
  - La dimension sociale ne doit pas être mise de côté
    - *Attente vis à vis d'autrui (âgés)*
- **Les projets doivent être « interdisciplinaires »**



# Faire coexister les disciplines

interdisciplinarity



Not often  
Difficult  
Not (yet) Mainstream



Merci pour votre attention  
gracias por su atención



# Prochaine étape ?



