

# Reconnaissance d'activités en environnement intelligent

Dominique Vaufreydaz

Équipe PRIMA

Inria/Université Pierre Mendès-France

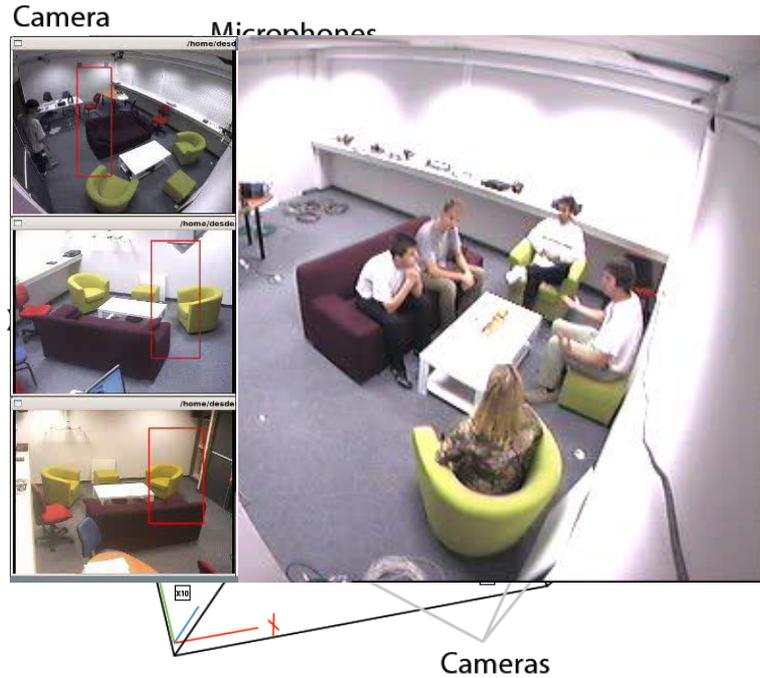
# Reconnaissance d'activités en environnement intelligent

Dominique Vaufreydaz

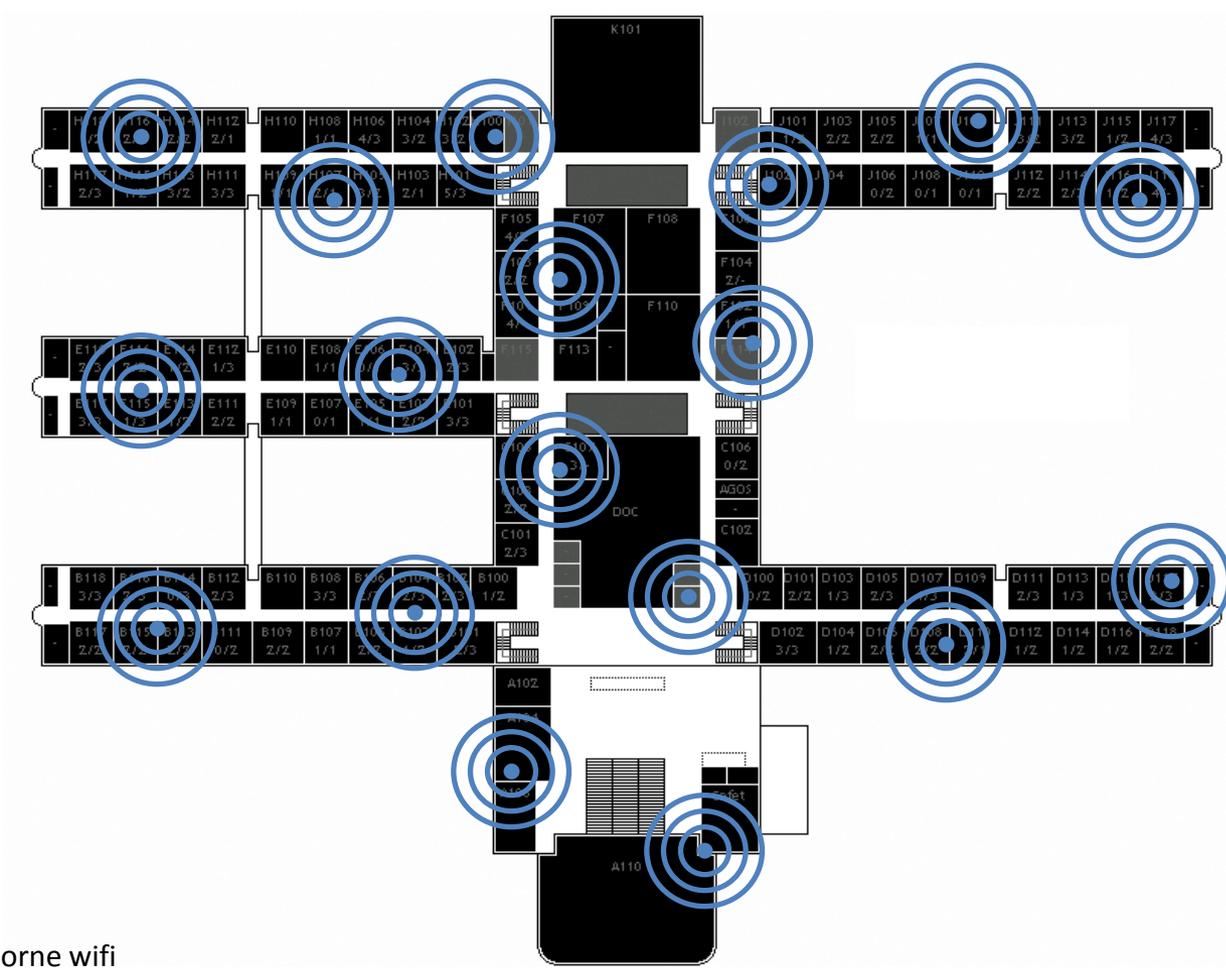
Équipe PRIMA

Inria/Université Pierre Mendès-France

# Environnement « intelligent » ou perceptif



# Exemple d'un maillage Wifi



 : borne wifi

# À quelle échelle ?

- Espaces restreints
  - Simple table
  - Bureau augmenté
  - Salle de réunion
- Espaces perceptifs à grande échelle
  - Couloir d'un centre commercial
  - smart-building
  - smart-campus (ou smart zone industrielle, etc.)
  - De partout !!!!

# Déroulement

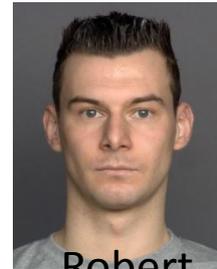
- Introduction
- Perception
  - Détection de la parole
  - Suivi de piétons multi-caméras
  - Actimétrie pour le maintien à domicile de personnes fragiles
- Interaction sociale pour l'acceptabilité des robots compagnons
- Conclusion
- Aspects éthiques

# Percevoir pour faire quoi ?

Reconnaître

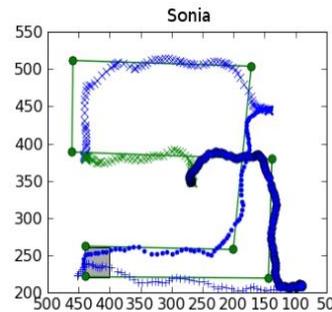


Identifier



Robert

Suivre



# Que peut-on percevoir ?

(Reconnaître/Identifier/suivre)

- **Acoustique**
  - Reconnaissance de bruits/sons
  - Localisation acoustique (d'où vient le son)
  - Reconnaissance de la parole
  - Détection du nombre de participants à une réunion
- **Visuelle**
  - Détection de visage dans l'image
  - Suivi des pulsations cardiaques
  - Suivi de piétons
- **Autre**
  - Utilisation de dispositifs « radios » (Wifi, GSM, GPS, ...)
  - Télémètre laser pour cartographier l'environnement
  - Domotique : ouverture de porte, détection de présence, de fumée, etc.

# Perception de plus haut niveau

- Paramètres en entrée
  - Informations de perception bas niveau
  - Temps
  - Profils des utilisateurs
- Perception et intégration temporelle
  - Action en cours/Comportements
  - Suivi médical/télémédecine
  - Besoins/urgences
  - Buts...

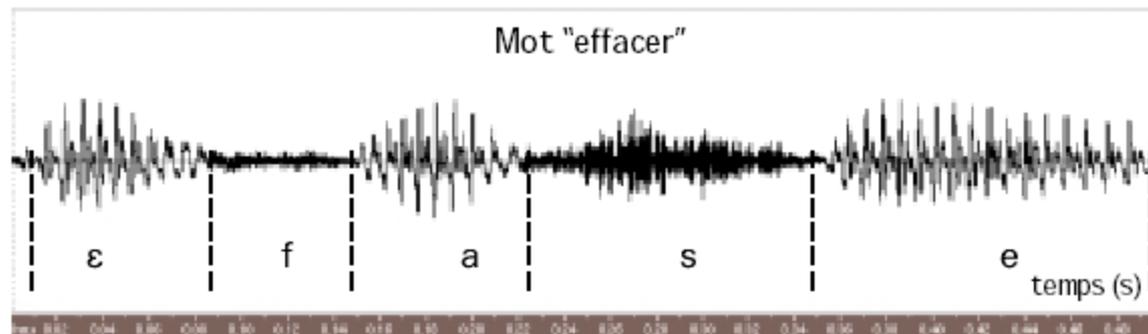
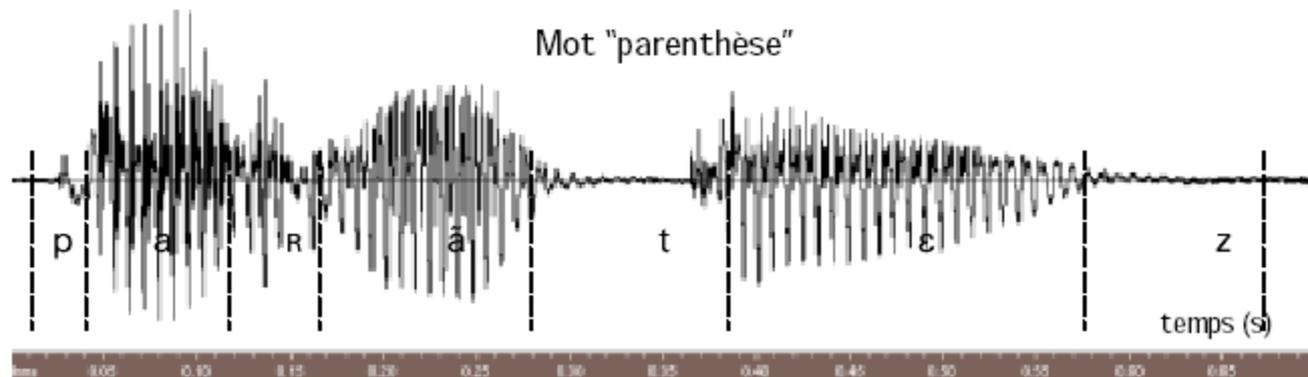
# Déroulement

- Introduction
- Perception
  - Détection de parole
  - Suivi de piétons multi-caméras
  - Actimétrie pour le maintien à domicile de personnes fragiles
- Interaction sociale pour l'acceptabilité des robots compagnons
- Conclusion
- Aspects éthiques

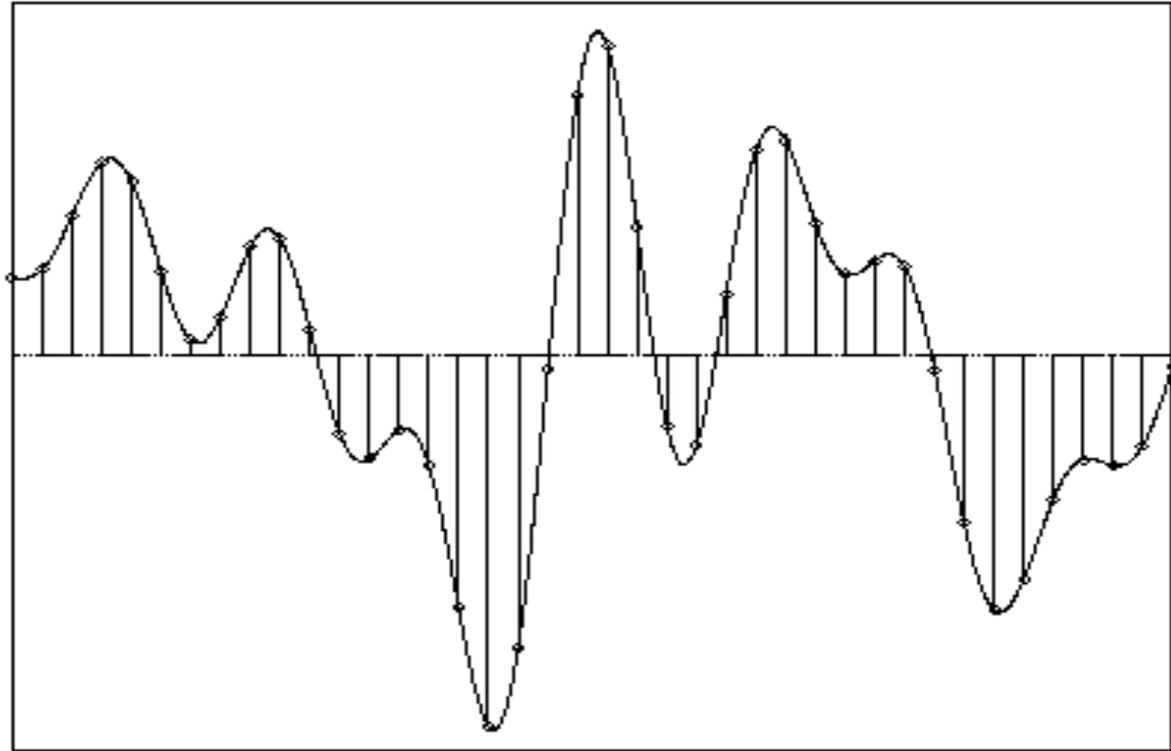
# Détection de parole

- Algorithme
  - Calculs de paramètres acoustiques
  - Utilisation de sous-systèmes de décision
  - Fusion et détection de parole
- Applications
  - Entrée pour la reconnaissance de la parole
  - Visioconférences
  - Actimétrie pour le maintien de personnes âgées à domicile

# Exemple d'une représentation d'un fichier temps/amplitude



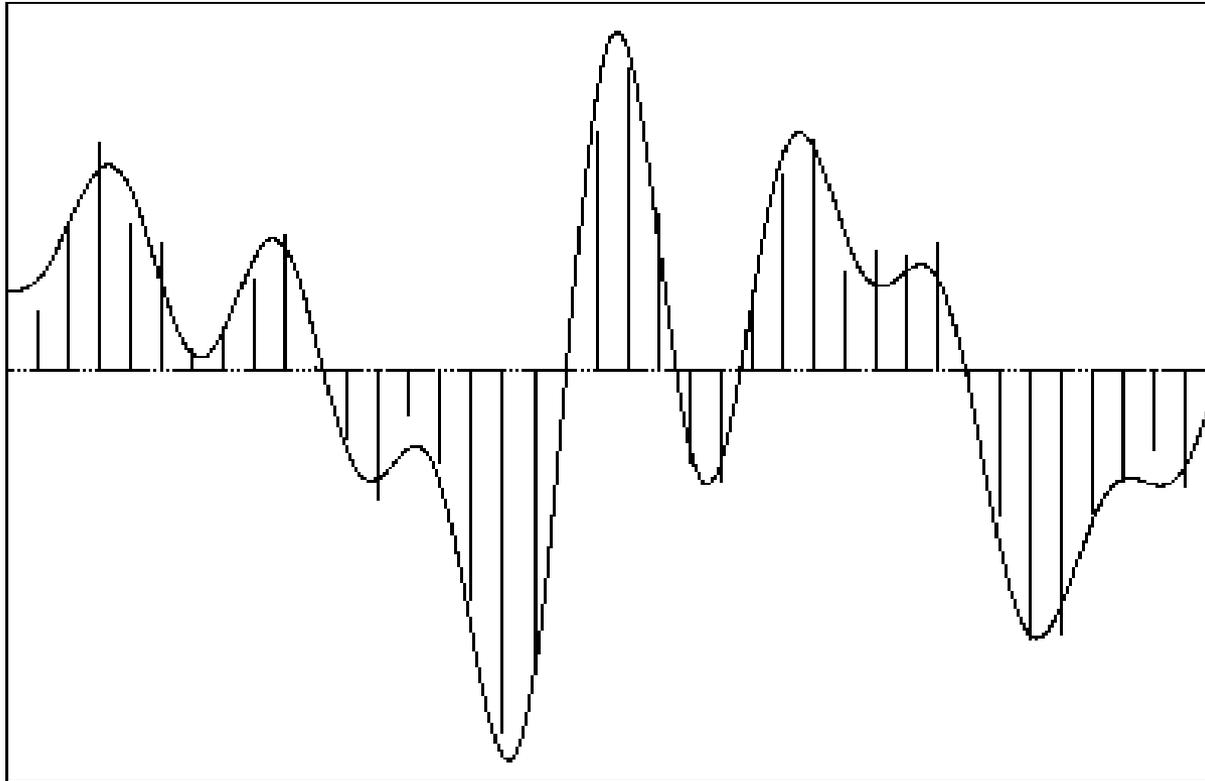
# Échantillonnage



⇒ Attention au théorème de Shannon sur l'échantillonnage !

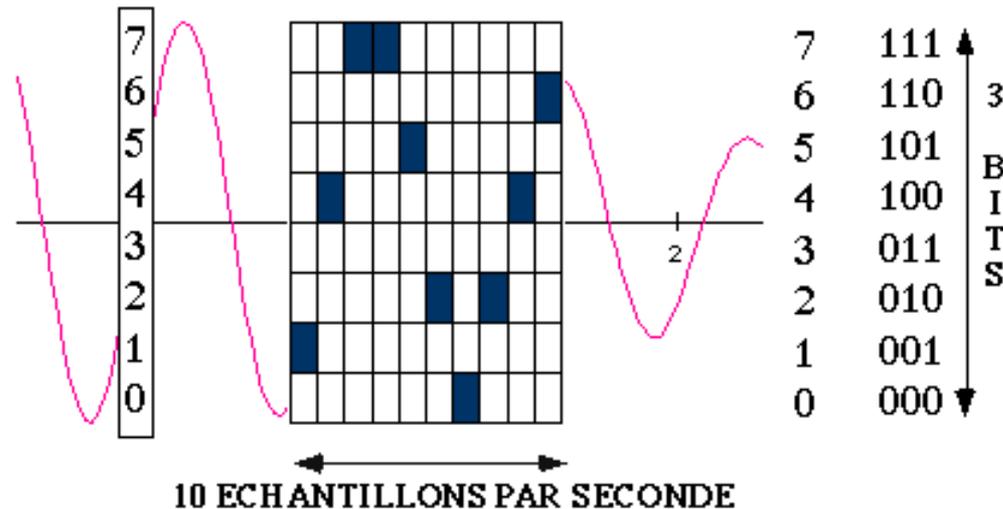
# Quantification

- On discrétise les valeurs d'amplitude



# Exemple complet de numérisation

- À 10 hertz sur 3 bits, on obtient :



- D'après Shannon, les fréquences présentes dans ce signal numérisé vont de 0 à 5 Hertz.

# Transformée de Fourier (TF)

- Joseph Fourier a montré toute onde physique peut être représentée par une somme de fonctions trigonométriques appelée **série de Fourier**.
  - La TF consiste simplement à mesurer le poids relatif de chaque fréquence dans un signal temporel donné.
- Outil de base pour le traitement des signaux sonores

# Transformée de Fourier (TF)

- Joseph Fourier a montré toute onde physique peut être représentée par une somme de fonctions trigonométriques appelée **série de Fourier**.
  - La TF consiste à mesurer le poids relatif de chaque fréquence dans un signal temporel donné.
- Outil de base pour le traitement des signaux sonores

## Calcul de TF

- Pour une fonction temporelle à valeurs complexes  $g(t)$ , on peut associer par la transformée de Fourier  $F[ ]$  une fonction  $G(\nu)$  à valeurs complexes, que l'on appelle spectre de  $g(t)$ , et qui contient le poids de chacune des fréquences dans la fonction initiale.

$$G(\nu) = \int_{-\infty}^{\infty} g(t) e^{-2i\pi\nu t} dt$$
$$G(\nu) = F[g(t)]$$

- Les signaux apériodiques peuvent être considérés comme périodique sur un intervalle infini.

# Transformée de Fourier Discrète

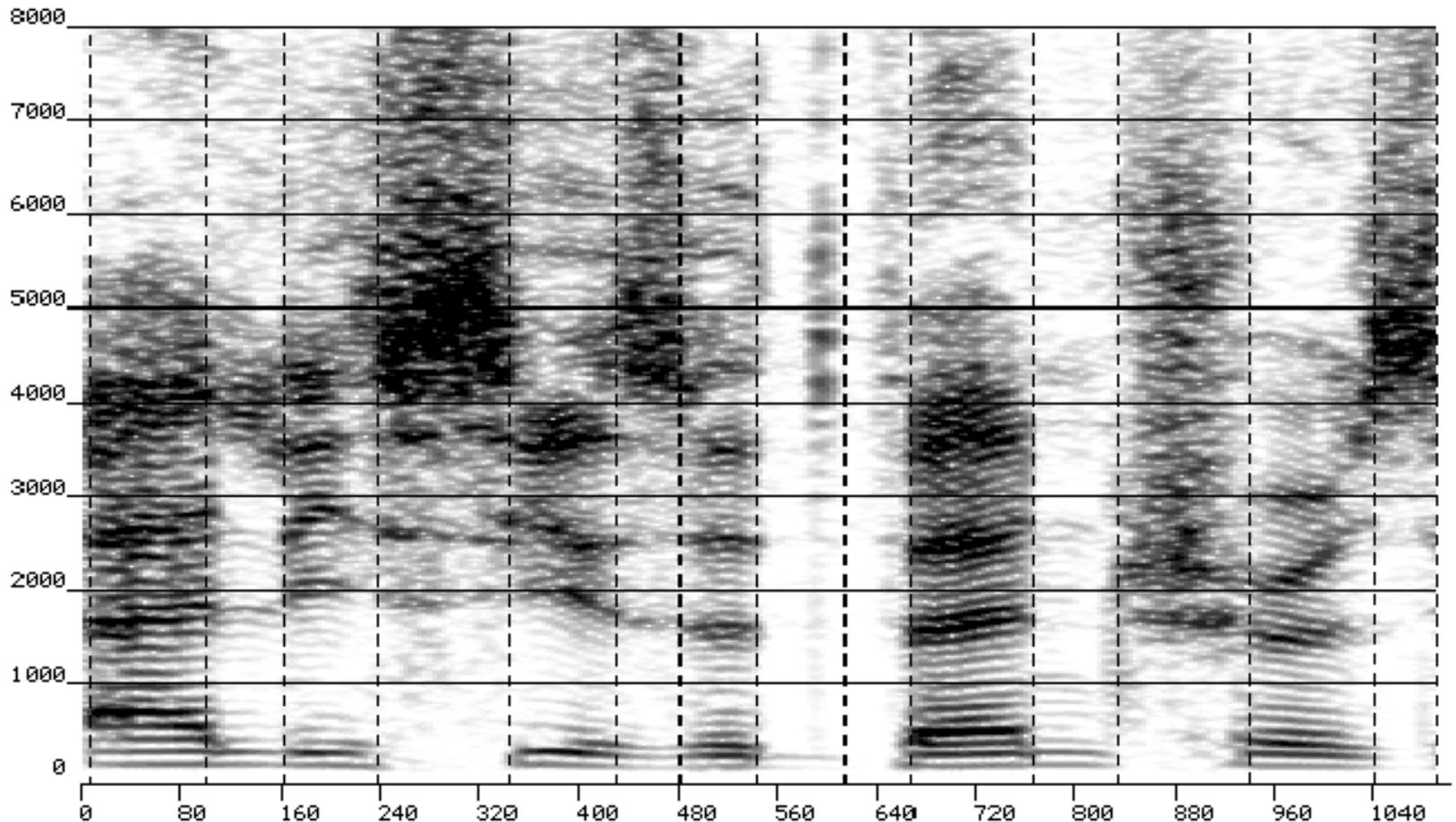
- C'est une version particulière de la FT travaillant sur une séquence  $X$  de  $N$  valeurs discrètes

$$X(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x(k) e^{j k 2\pi (n/N)}$$

- ⇒ pour une valeur suffisamment grande de  $N$ , la TFD est considérée comme une approximation suffisante de la FT.
- En 1965, Cooley et Turkey ont mis au point un algorithme dit de TFD rapide ou FFT (*Fast Fourier Transform*) qui permet de réduire le nombre de calcul de  $N^2$  à  $N \cdot 2^N$  ou  $N \cdot \log_2(N)$  lorsque  $N = 2^n$ .

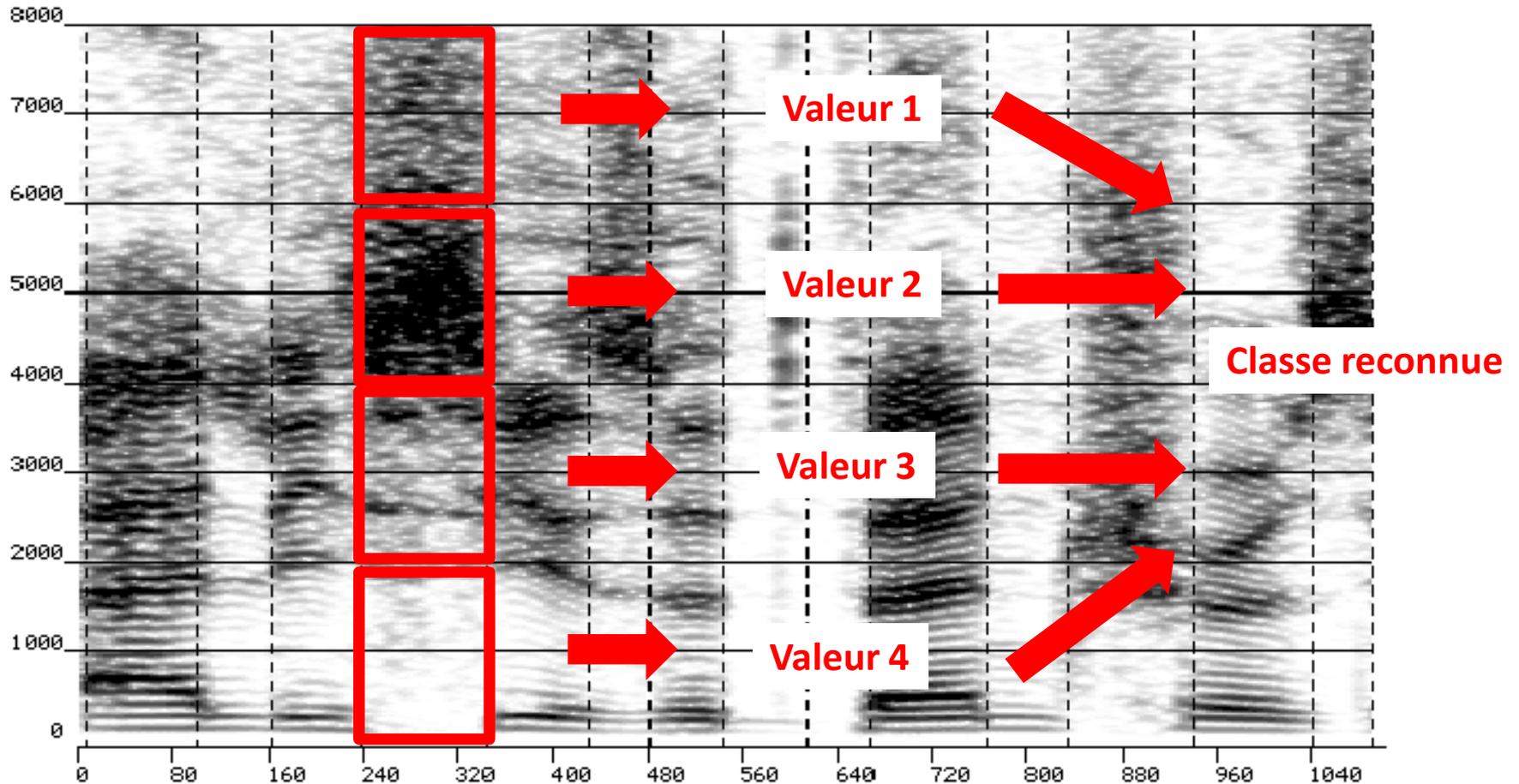
# Exemple de sonagramme

- Sonagramme de « Alice's adventure »

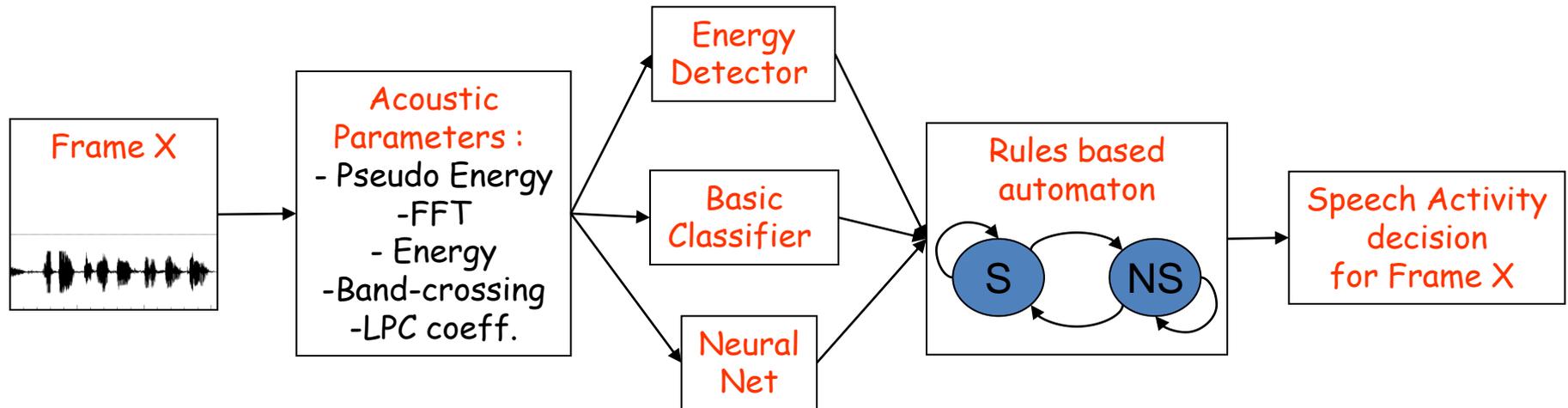


# Classificateur basique

(analyse en bandes de fréquence)



# Détection de parole



# Déroulement

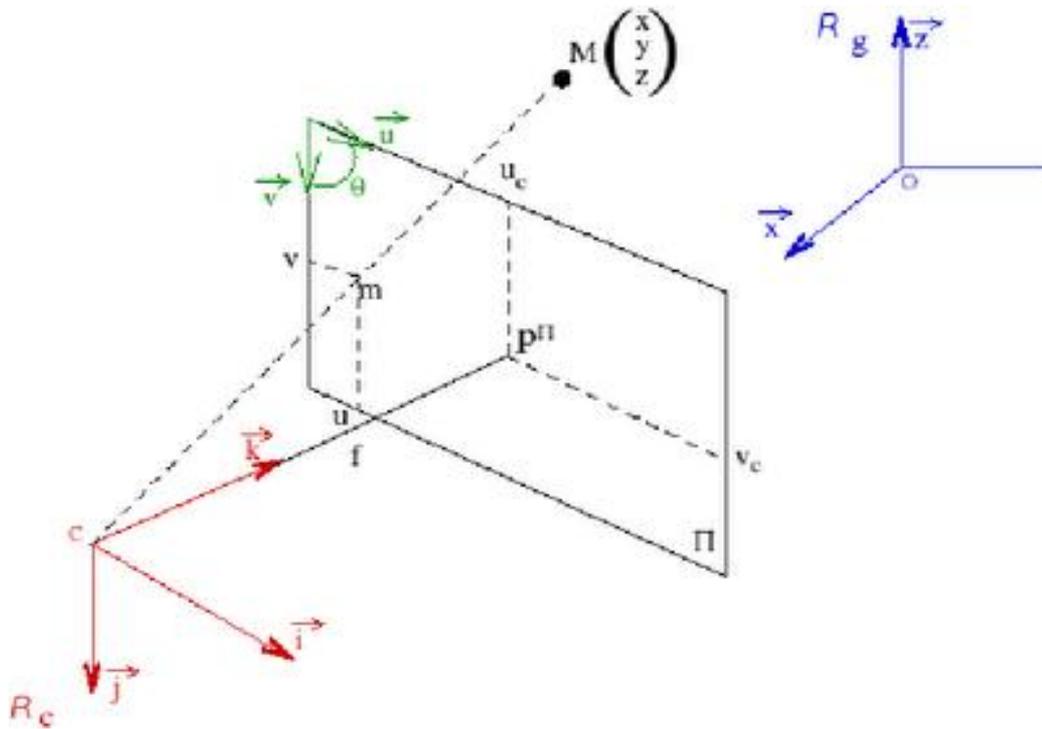
- Introduction
- Perception
  - Détection de parole
  - Suivi de piétons multi-caméras
  - Actimétrie pour le maintien à domicile de personnes fragiles
- Interaction sociale pour l'acceptabilité des robots compagnons
- Conclusion
- Aspects éthiques

# Suivi de piétons

- Algorithme
  - Calibration des caméras
  - Détection des objets mobiles
  - Reconnaissance des piétons
  - Fusions lors de l'utilisation de plusieurs caméras
- Applications
  - Gestion des feux de circulations
  - Gestion énergétiques des bâtiments
  - Mesures de fragilités des personnes âgées



# Calibration des caméras



- $R_g$  repère monde
- $R_c$  repère de la caméra
- $\Pi$  plan image

source: <http://parallaxbarrier.blogspot.com>



source: <http://www.sandydan.com>

# Différence de fond



*fond*



*image reçue*

*image de  
détection*



L'image de fond est adaptative pour prendre en compte les variations (lumières, objets qui bougent, etc.)

# Calcul de détection

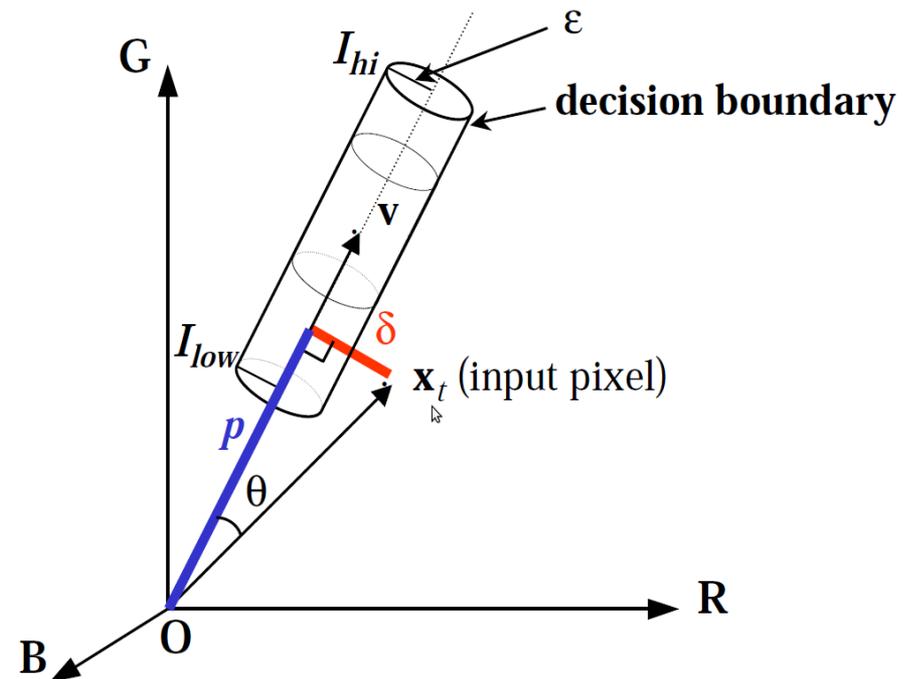
- Distance de mahalanobis :

$$D_M(x) = \sqrt{((x-\mu)^T \Sigma^{-1} (x-\mu))}$$

- Cylindre de décision pour gérer les ombres :

$$p^2 = \|x\|^2 \cos^2 \theta = \frac{\langle x|v \rangle^2}{\|v\|^2}$$

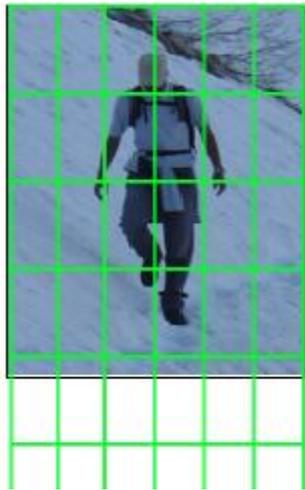
$$\delta = \sqrt{\|x\|^2 - p^2}$$



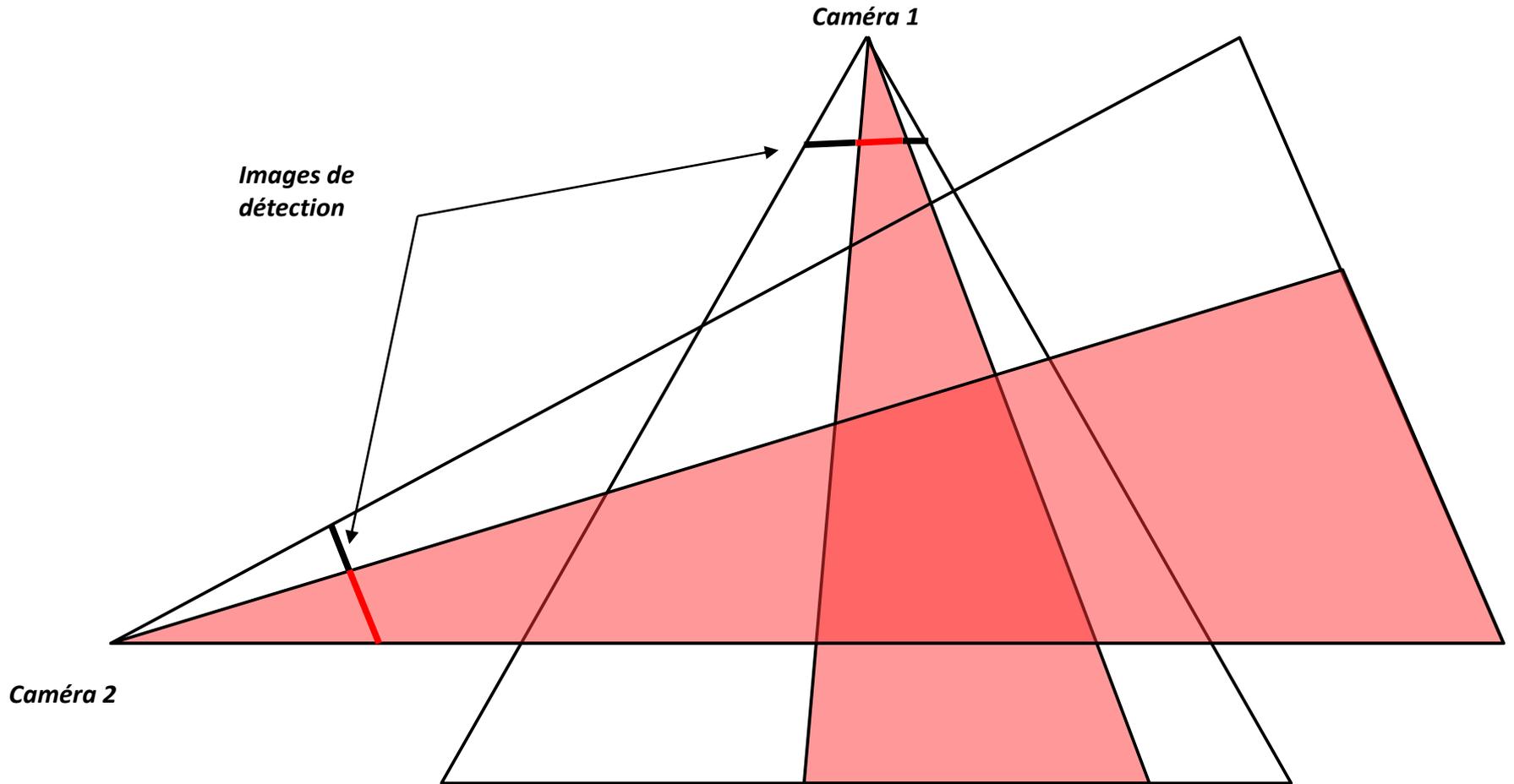
source: "Real-time foreground-background segmentation using codebook model" de Kyungnam Kim

# Reconnaissance de piétons

- Utilisation de *Support Vector Machine (SVM)*

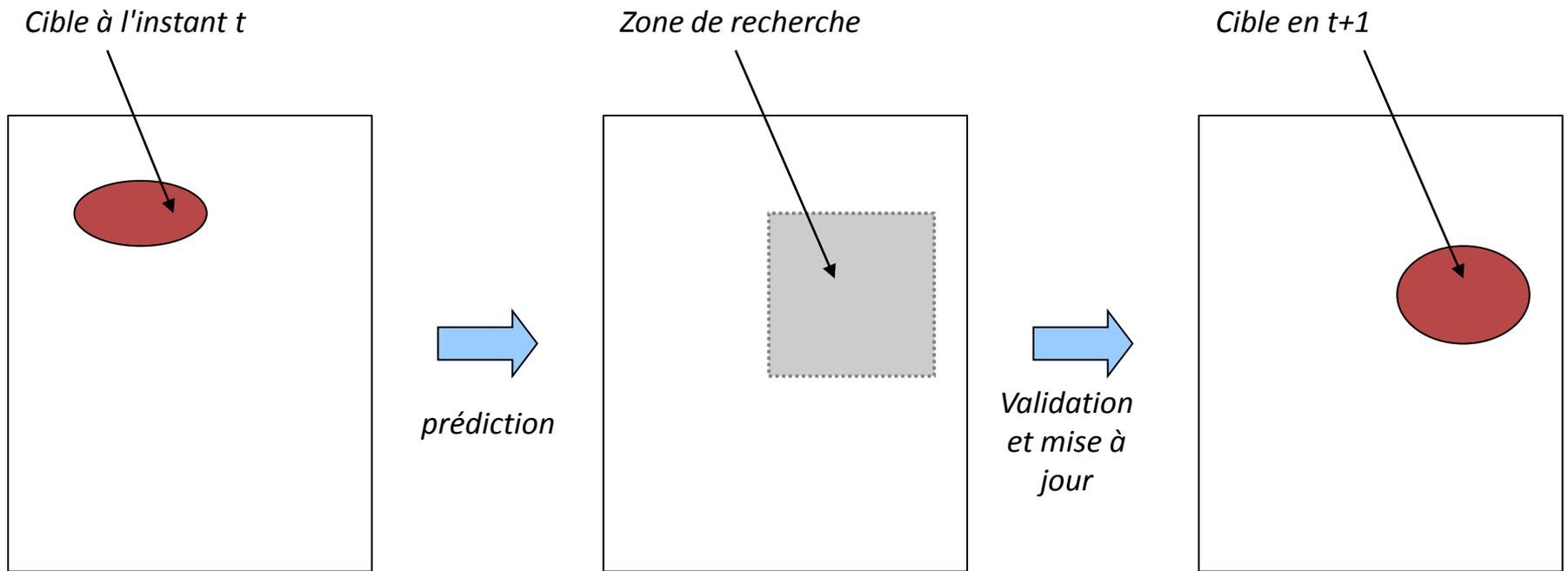


# Fusion des données

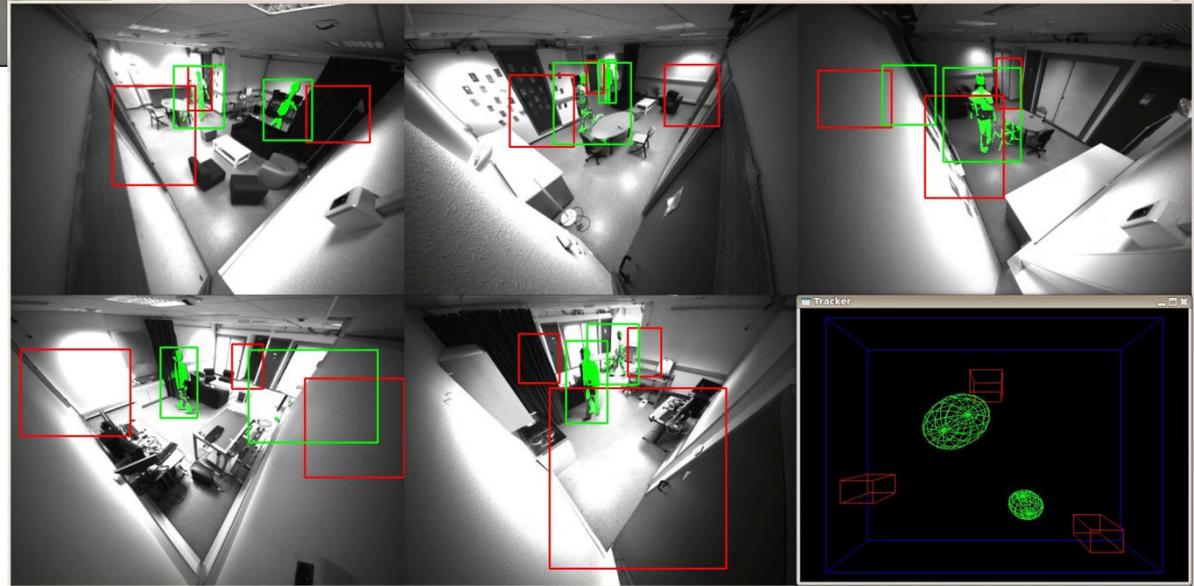


# Suivi des piétons

**Filtre de Kalman** : « ... peut être la mise à disposition, en continu, d'informations telles que la position ou la vitesse d'un objet à partir d'une série d'observations relative à sa position, incluant éventuellement des erreurs de mesures. » [source Wikipédia]



# Applications



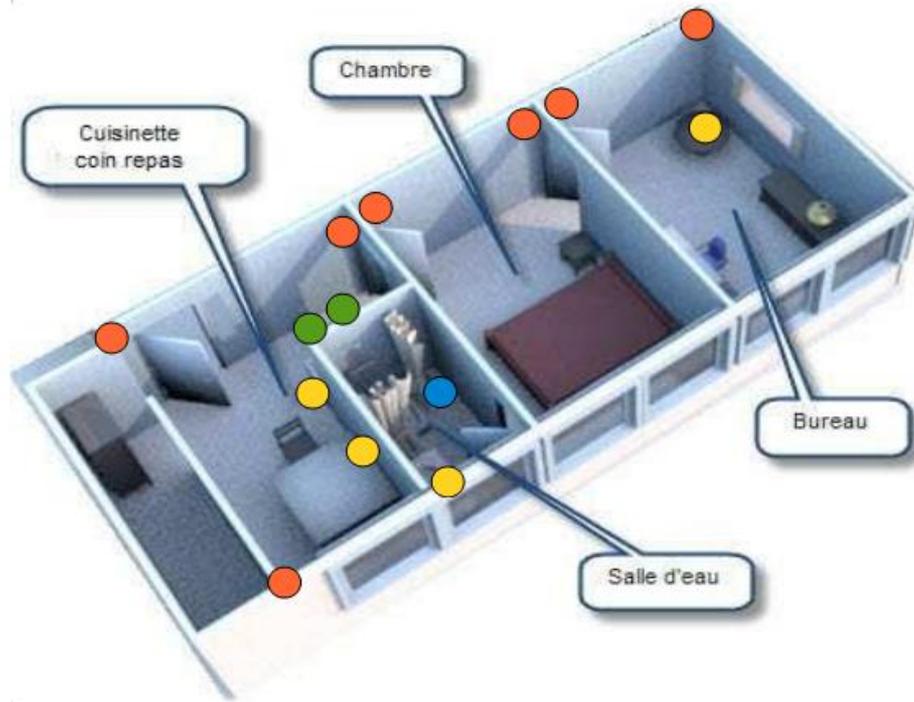
# Déroulement

- Introduction
- Perception
  - Détection de parole
  - Suivi de piétons multi-caméras
  - Actimétrie pour le maintien à domicile de personnes fragiles
- Interaction sociale pour l'acceptabilité des robots compagnons
- Conclusion
- Aspects éthiques

# Actimétrie pour le maintien à domicile

- Les aidants réguliers ne se rendent pas compte des dégradations lentes :
    - Lorsque la *marche* devient plus difficile par exemple
  - Recueil d'informations de l'appartement
    - Apprentissage des journées types
    - Reconnaissance des événements anormaux
      - Non corrélés dans le temps
      - Variations significatives des valeurs
- déclenchement d'une « alarme » à destination des aidants

# Appartement équipé



- Caméras
- Microphones
- Détecteur de présence
- Contacteur de porte



cuisine



chambre



Bureau / salon