

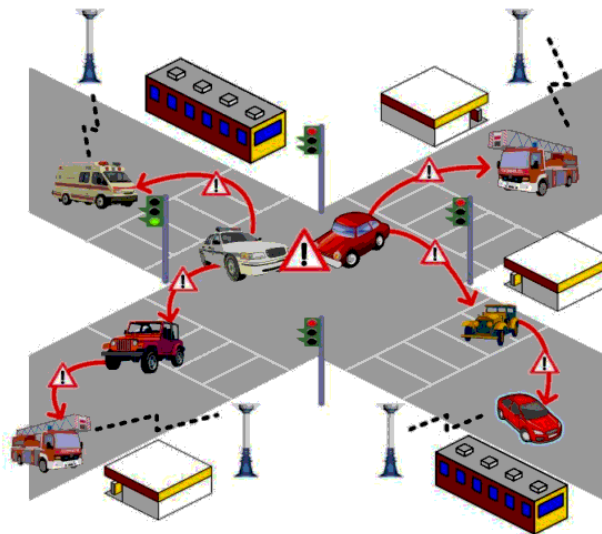
FUSION DE DONNEES DANS UN RESEAU DE VEHICULES

Nicole EL ZOGHBY
Doctorante en troisième année

Directeurs de thèse : Véronique Cherfaoui et Thierry Denoeux

Contexte de la thèse

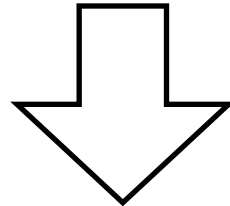
- Problèmes de fusion de données réparties et incertaines au sein d'un réseau de véhicules.
- Les véhicules sont considérés comme les nœuds d'un réseau ad-hoc sans fil.



<http://monet.postech.ac.kr/researchht.ml>

Problématique

- Identifier les informations échangées dans le réseau en fonction des applications envisagées.
- Fusion des informations transmises par d'autres véhicules pour arriver à un état de connaissance global.
- Définir un opérateur de combinaison réparti et robuste.



Fusion Distribuée

PLAN

- **Introduction**
- **Détection de l'attaque Sybil**
- **Carte Locale Dynamique Distribuée**
- **Conclusion et perspectives**

VANETs

- VANETs (Vehicular Ad hoc NETWORKs) réseaux décentralisés
 - Mobilité des nœuds.
 - Pertes de données dues à la communication sans fil.
 - Cycles de disséminations des données.
- Vulnérables aux différents attaques comme l'intrusion.
- Echanger les données dans un VANET implique l'introduction de la notion de confiance.

Confiance et réseaux

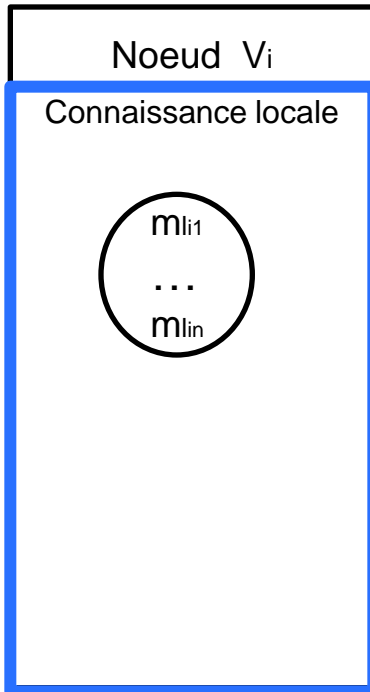
- Les nœuds doivent avoir confiance dans les autres nœuds ou dans les données reçues .
- Certains travaux portent sur :
 - le management de la confiance dans les sources de l'information (nœuds)
 - mécanismes de réputation
 - évaluation du « trust »
 - l'agrégation des données sans prendre en compte la confiance dans les sources.

Détection de l'attaque Sybil

Carte locale dynamique distribuée

Connaissance de chaque noeud

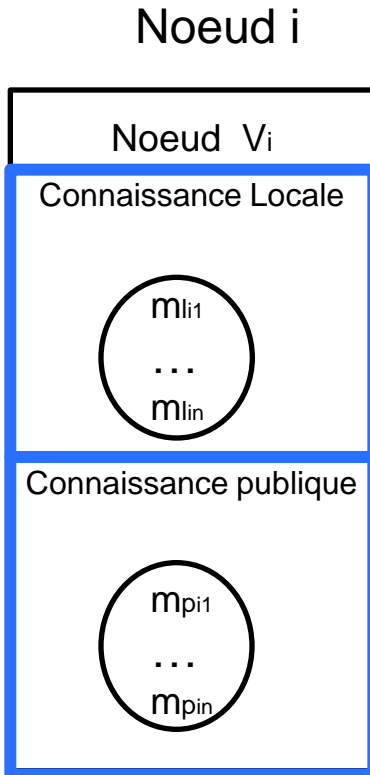
Noeud i



$$C_{locale_i}(t) = [m_{lij}^{(t)}]$$

Mesure directe du noeud
dans son voisinage

Connaissance de chaque noeud

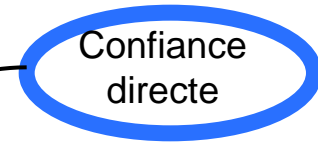
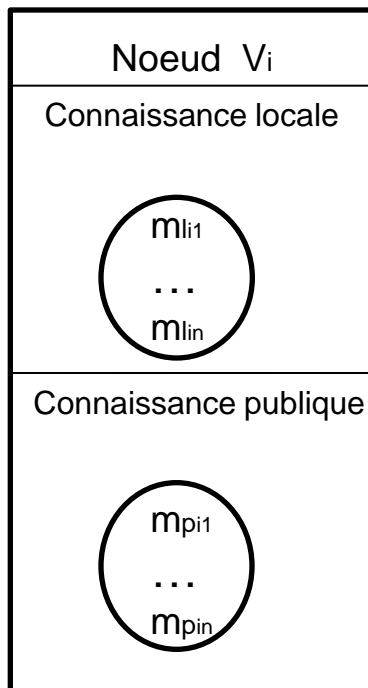


$$C_{publique_i}(t) = [m_{pij}^{(t)}]$$

Résultat de la combinaison
des contenus des messages

Algorithme fusion distribuée

Récepteur



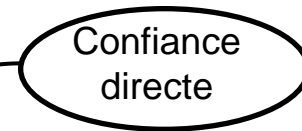
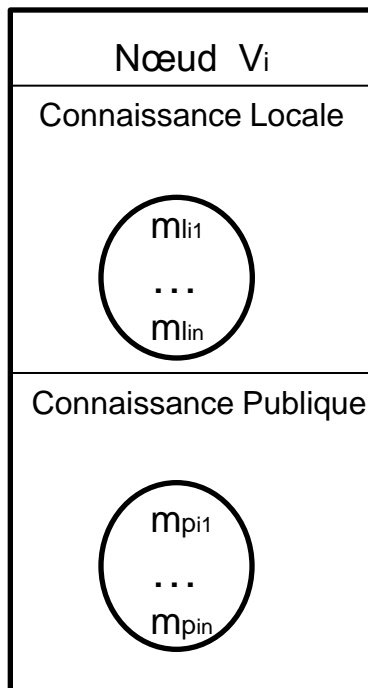
Message



Capteur

Algorithme fusion distribuée

Récepteur



Message



Capteur

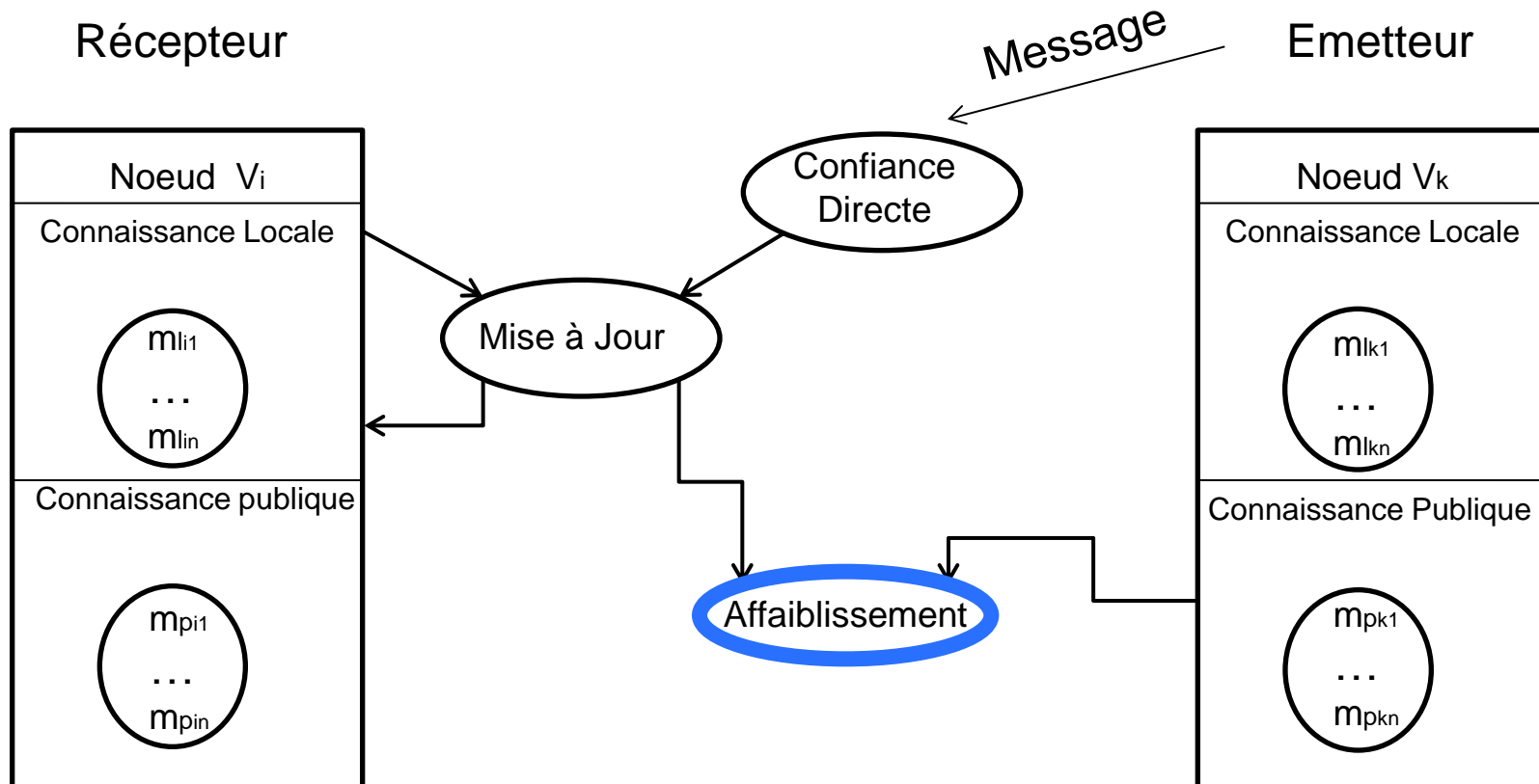
Mise à jour Connaissance Locale

- La confiance directe est indépendante des messages précédents et n'est pas le résultat d'autres combinaisons.
- La règle de Dempster [8]:

$$m_{lik}^{(t)} = m_{lik}^{(t-1)} \oplus m_{dik}^{(t)}$$

 [1] Dempster, Upper and lower probabilities induced by a multivalued mapping, 1967

Algorithme fusion distribuée



Affaiblissement de la connaissance de l'émetteur

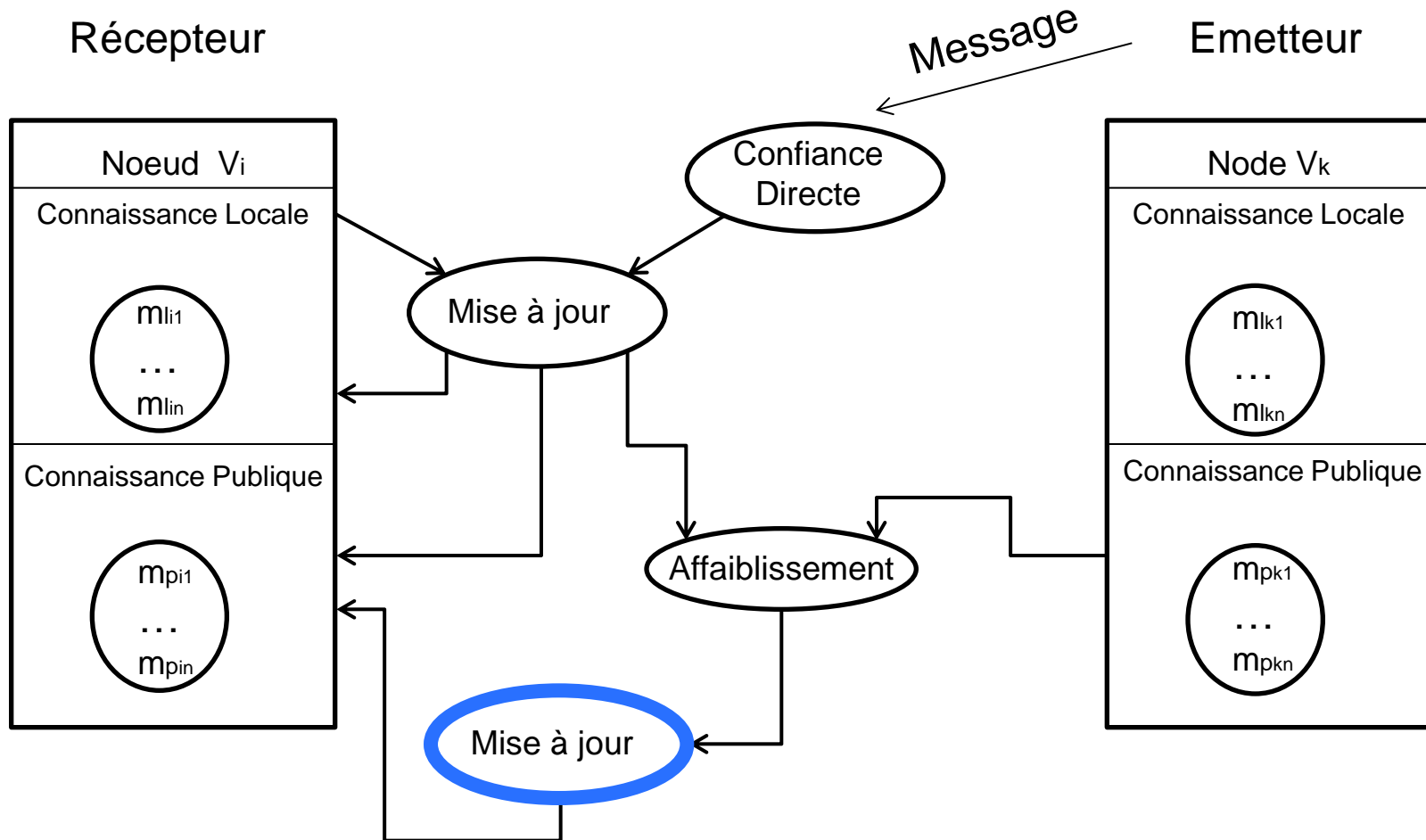
- L'émetteur n'est pas nécessairement fiable; son avis est affaibli.
- Le coefficient d'affaiblissement est la plausibilité que le nœud émetteur est non fiable.

$$\alpha = 1 - m_{l_{ik}}(1)$$

- La connaissance de l'émetteur affaiblie:

$$\alpha m_{p_{kj}}^{(t)} = (1 - \alpha).m_{p_{kj}}^{(t)} + \alpha.m_{\Omega}^{(t)}$$

Algorithme fusion distribuée



Mise à jour Connaissance Publique

- Dans un système distribué, la même information peut être reçue et traitée différentes fois.
- Règle Prudente [2]:

$$m_{p_{ij}}^{(t)} = m_{p_{ij}}^{(t-1)} \otimes^{\alpha} m_{p_{kj}}^{(t)}$$



[2] Denoeux , Conjunctive and disjunctive combination of belief functions induced by nondistinct bodies of evidence, 2008

La convergence de cet algorithme a été démontrée et publiée.

B. Ducourthial, V. Cherfaoui, T. Denoeux «Self-stabilizing distributed data fusion», 14th International Symposium on Stabilization, Safety, and Security of Distributed Systems (SSS 2012)

Détection de l'attaque Sybil

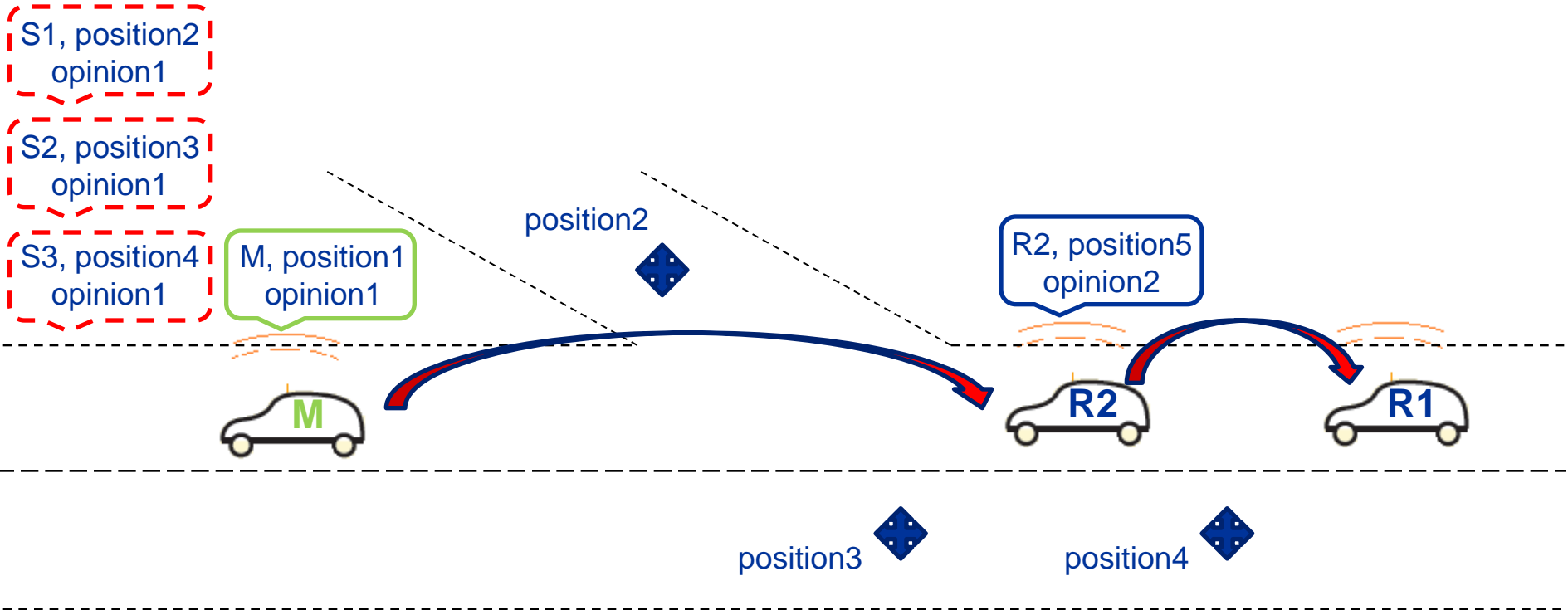
Attaque Sybil


- Affecte le fonctionnement du réseau de véhicules.
- Un seul nœud, appelé nœud malveillant, crée des identités multiples connues par les nœuds sybils ou les faux nœuds [3].
- L'attaquant envoie des messages avec différentes identités aux autres nœuds.



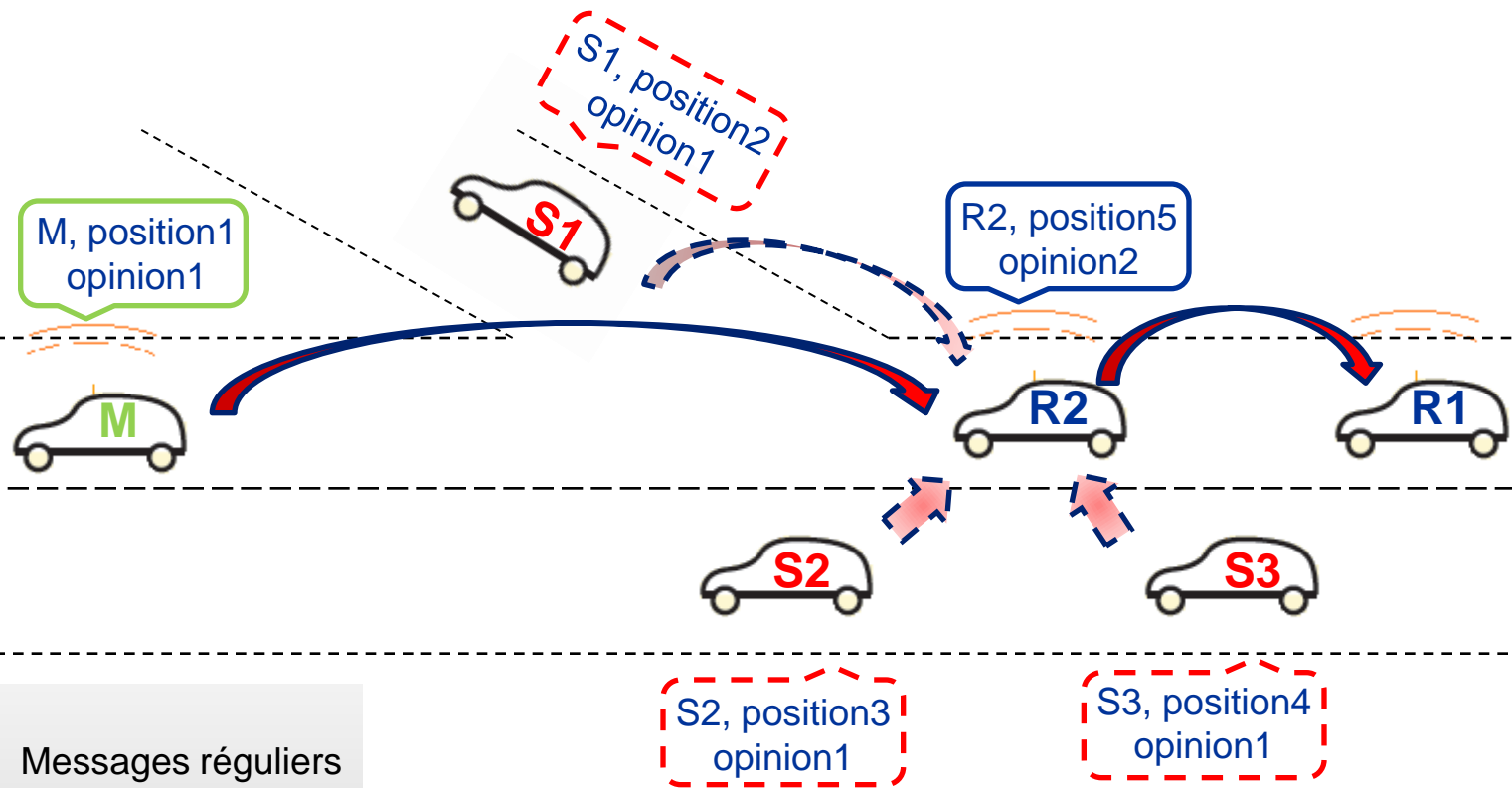
[3] Douceur, The sybil attack, 2002.

Exemple de l'attaque Sybil



 Messages réguliers
 Faux messages

Exemple de l'attaque Sybil

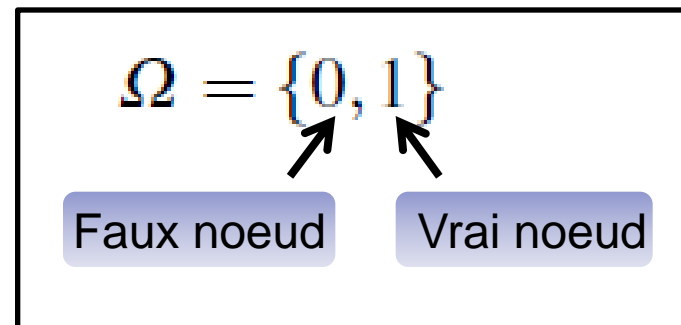


Messages réguliers

Faux messages

Cadre de discernement

Noeud i



$$m_{ij}(\emptyset) = 0$$

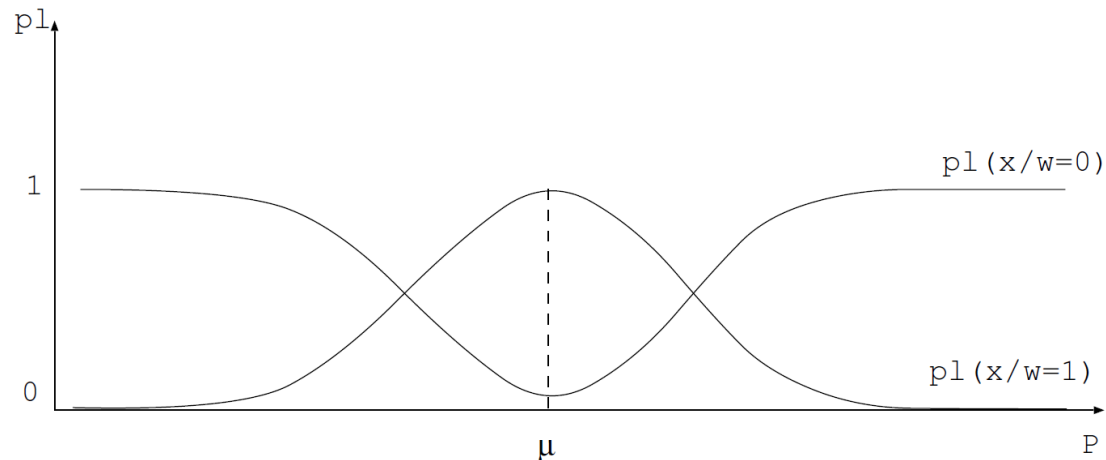
$$m_{ij}(0) = p_{ij}$$

$$m_{ij}(1) = q_{ij}$$

$$m_{ij}(\Omega) = 1 - p_{ij} - q_{ij}$$

Confiance directe

- Basée sur l'analyse de la puissance du signal [4], permet de convertir une mesure réelle en fonction de masse.
- Compare la puissance estimée à la puissance théorique afin de détecter d'éventuels faux nœuds.



- Calculée en utilisant le théorème de Bayes Généralisé [5].

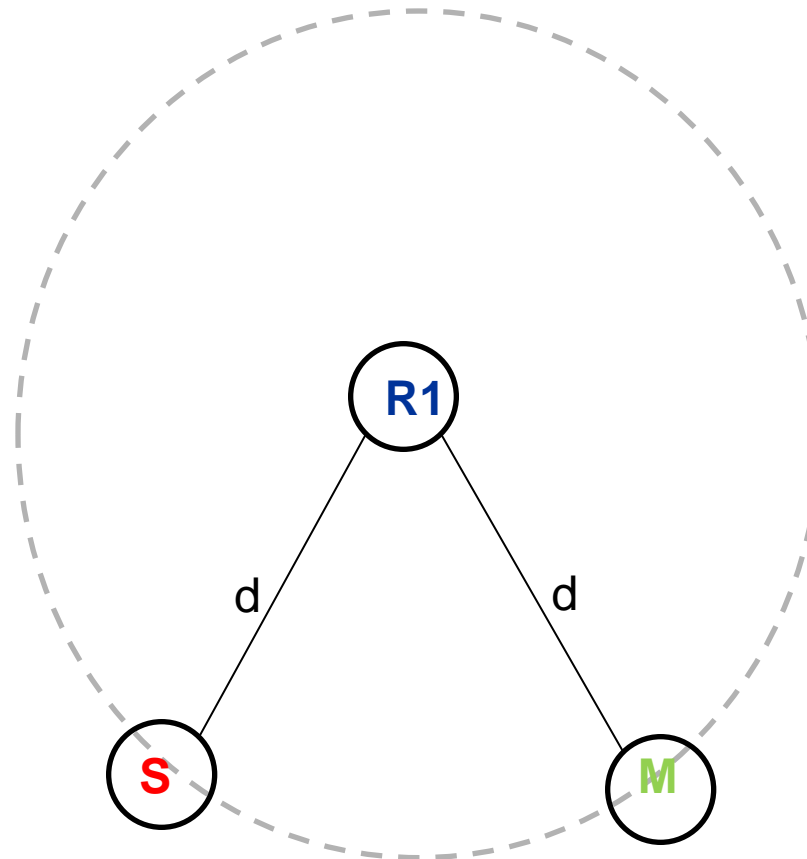
$$m_{dik}^{(t)} = m^{\Omega}(. / x) = m_0^{\Omega} \odot \{0\}^{pl(x/w=1)} \odot \{1\}^{pl(x/w=0)}$$



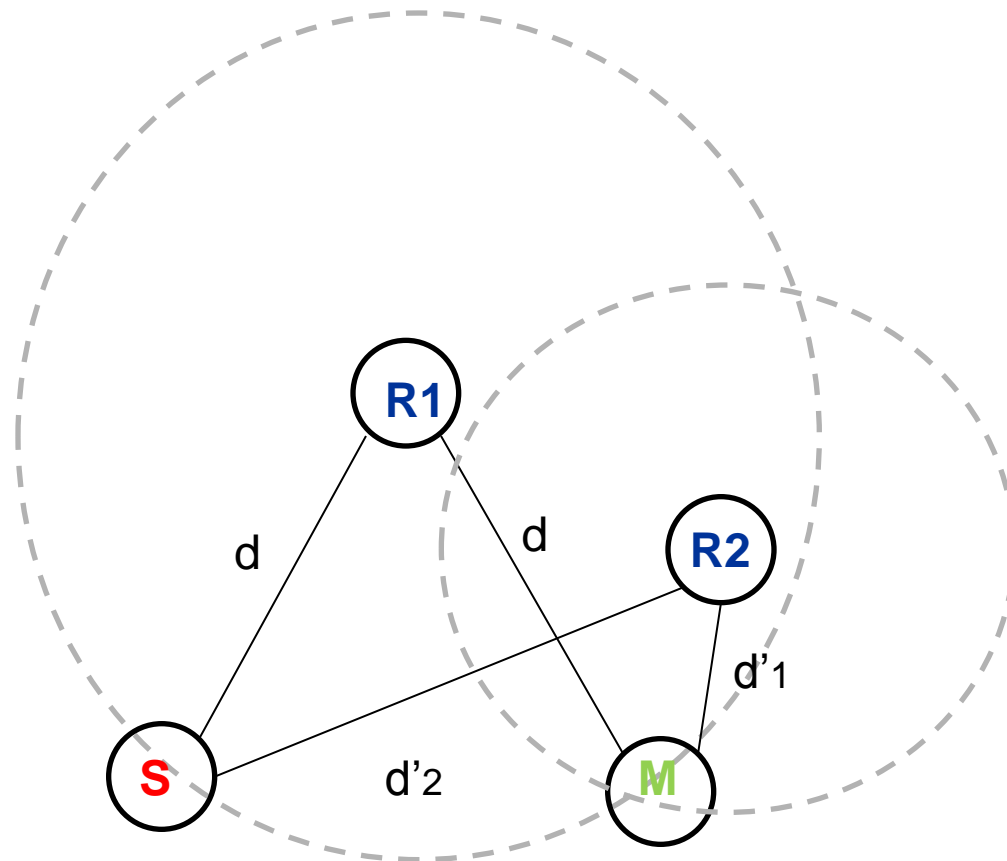
[4] Guette & Ducourthial, On the sybil detection in vanet, 2007



[5] Smets, Belief Fuctions: The disjunctive rule of combination and the generalized Bayesian theorem, 1993



R1 ne peut pas distinguer entre les nœuds quand ils sont à la même distance.



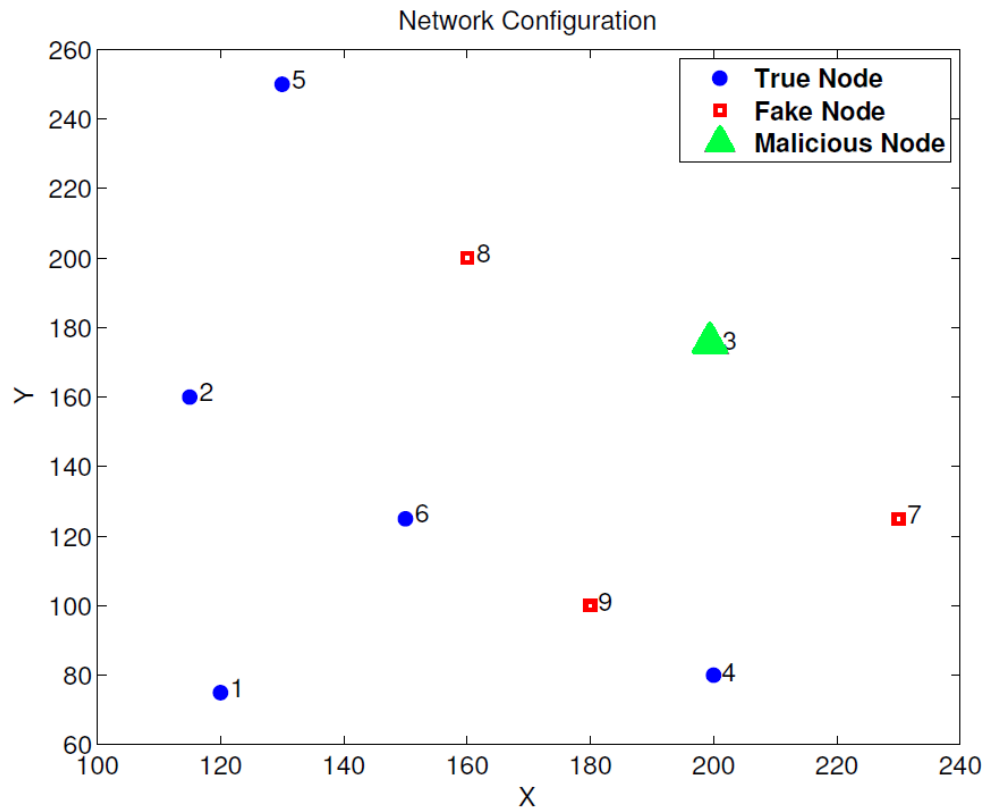
Résultats

Implémentation de l'algorithme

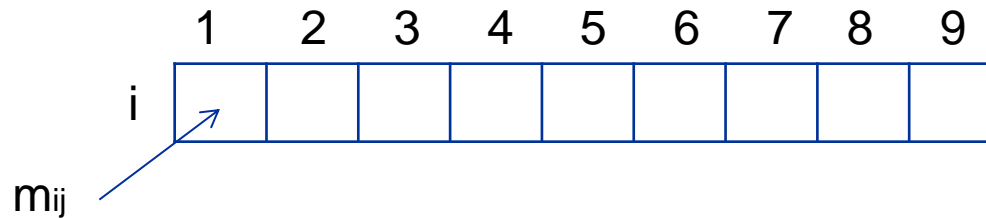
- Simulations en Matlab.
- Les noeuds ont le même système de transmission (même antenne “D-link”, même puissance de transmission).
- Chaque nœud a un identifiant.
- Un seul nœud malveillant.
- Scénario dynamique où les nœuds évoluent dans la même direction comme sur une autoroute.
- L'émetteur est choisi d'une manière aléatoire.

Résultats

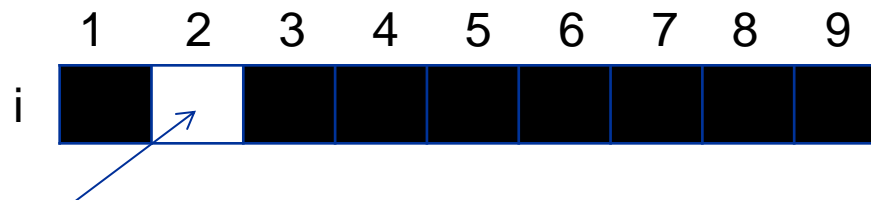
Un exemple de scénario



Résultats

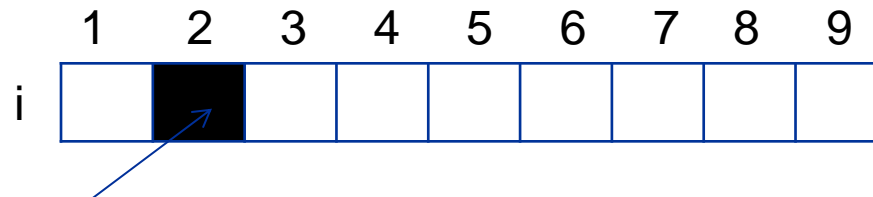


$m_{ij}(0)$



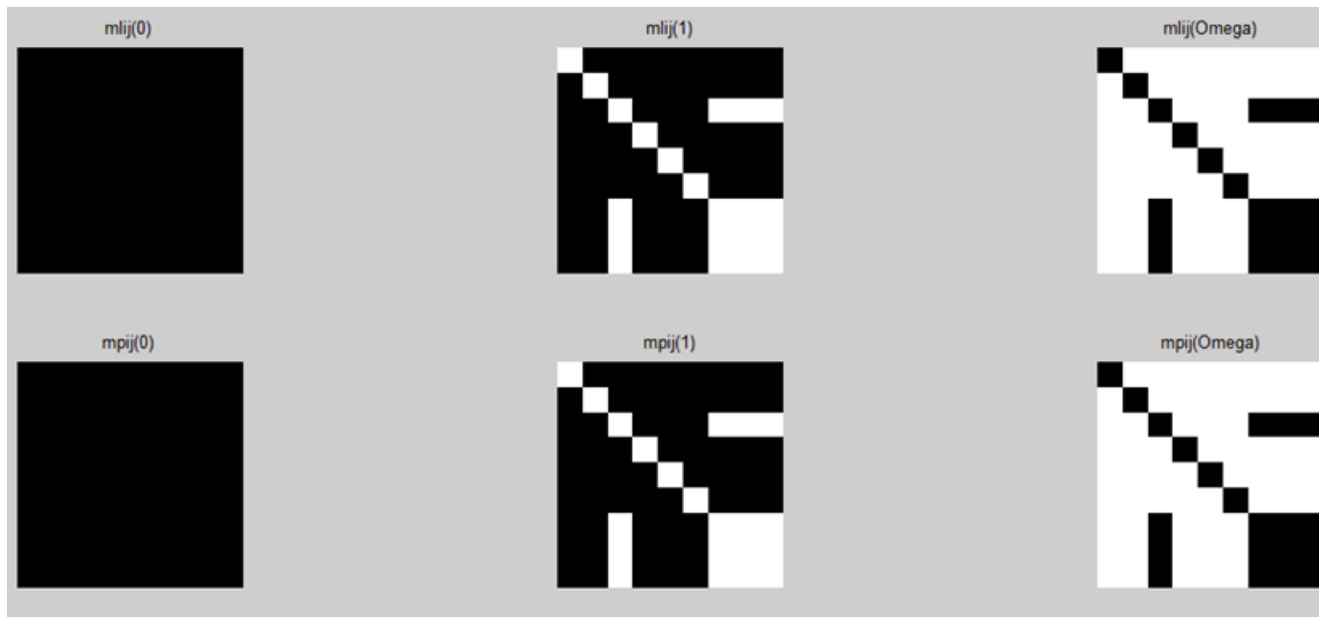
Nœud i n'a pas confiance en nœud 2

$m_{ij}(1)$



Nœud i n'a pas confiance en nœud 2

Résultats



Résultats

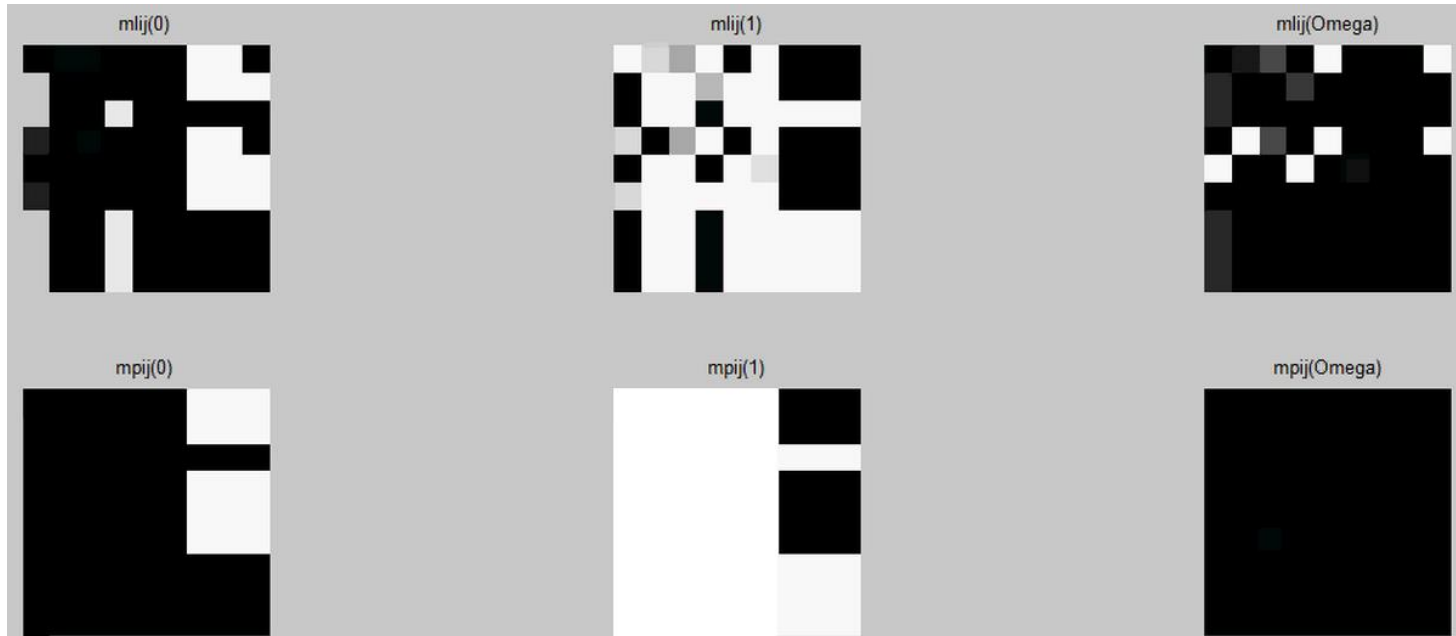


Table 2 Results for dynamic networks with different node configurations

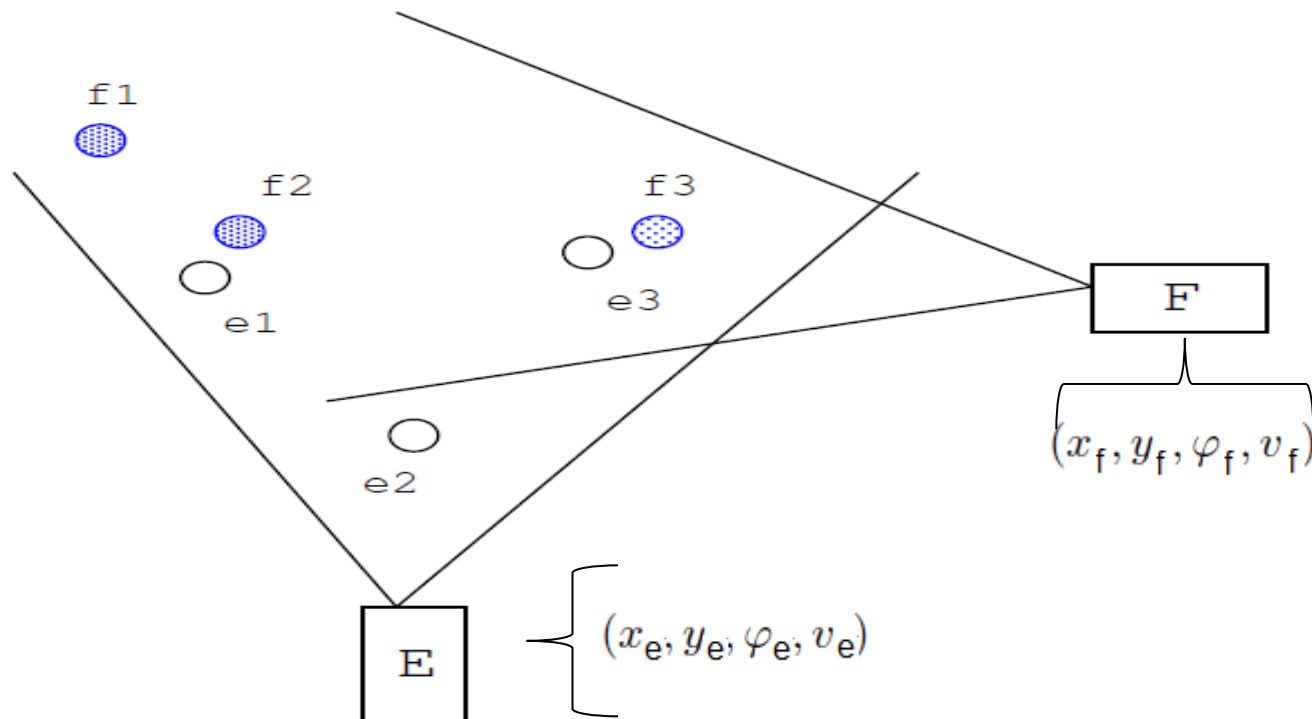
Nodes Configurations	Average of the number of iterations ^a	Standard deviation
True Nodes=6 Fake Nodes =3	119.3	45.88
True Nodes=6 Fake Nodes =4	274.4	40.96
True Nodes=6 Fake Nodes =5	361.1	54.23
True Nodes=6 Fake Nodes =6	376.3	32.05

^a These results represent the average of 10 simulations.

Carte Locale Dynamique Distribuée

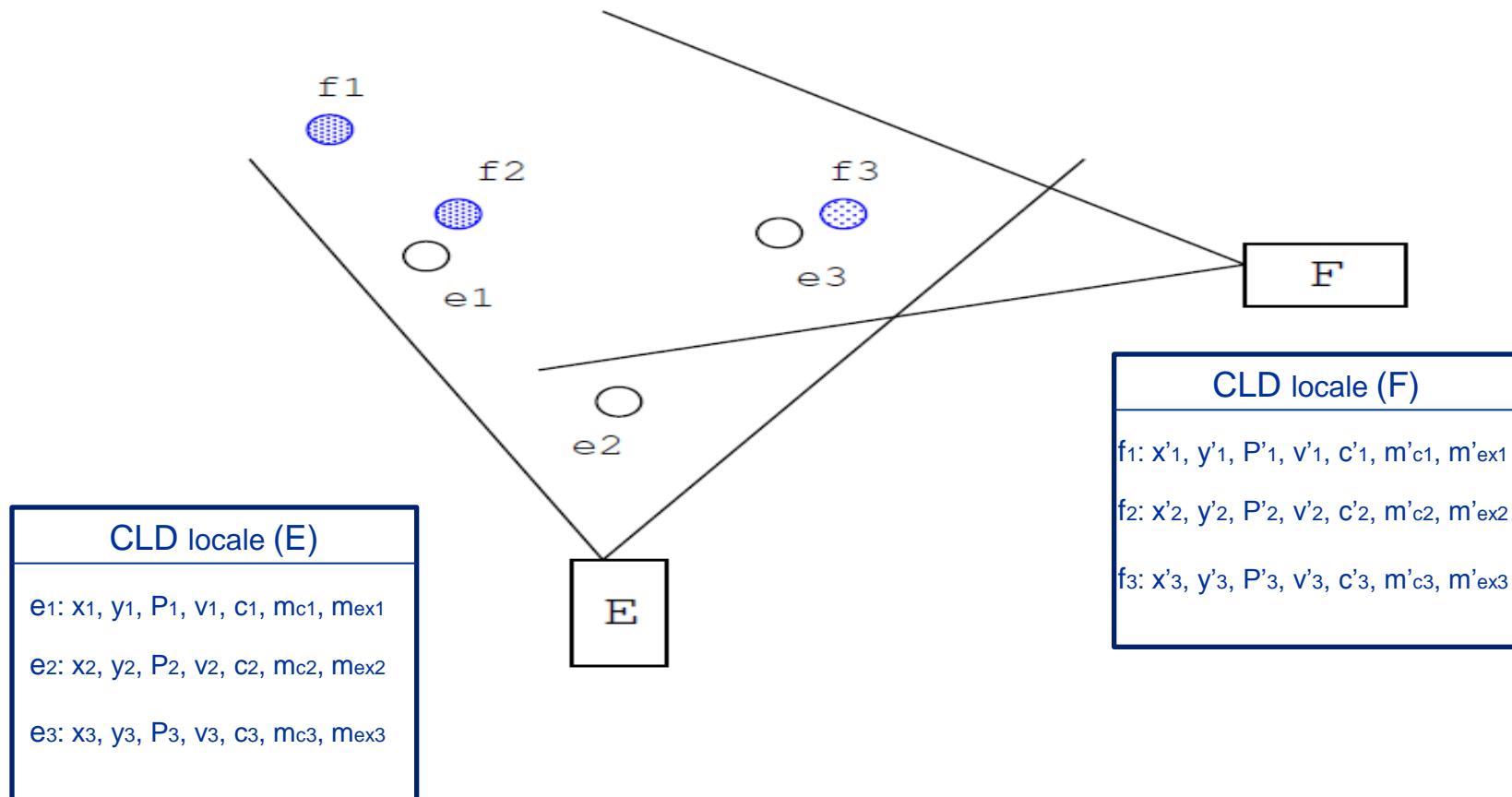
Problème à résoudre

N véhicules qui détectent les objets mobiles dans une scène

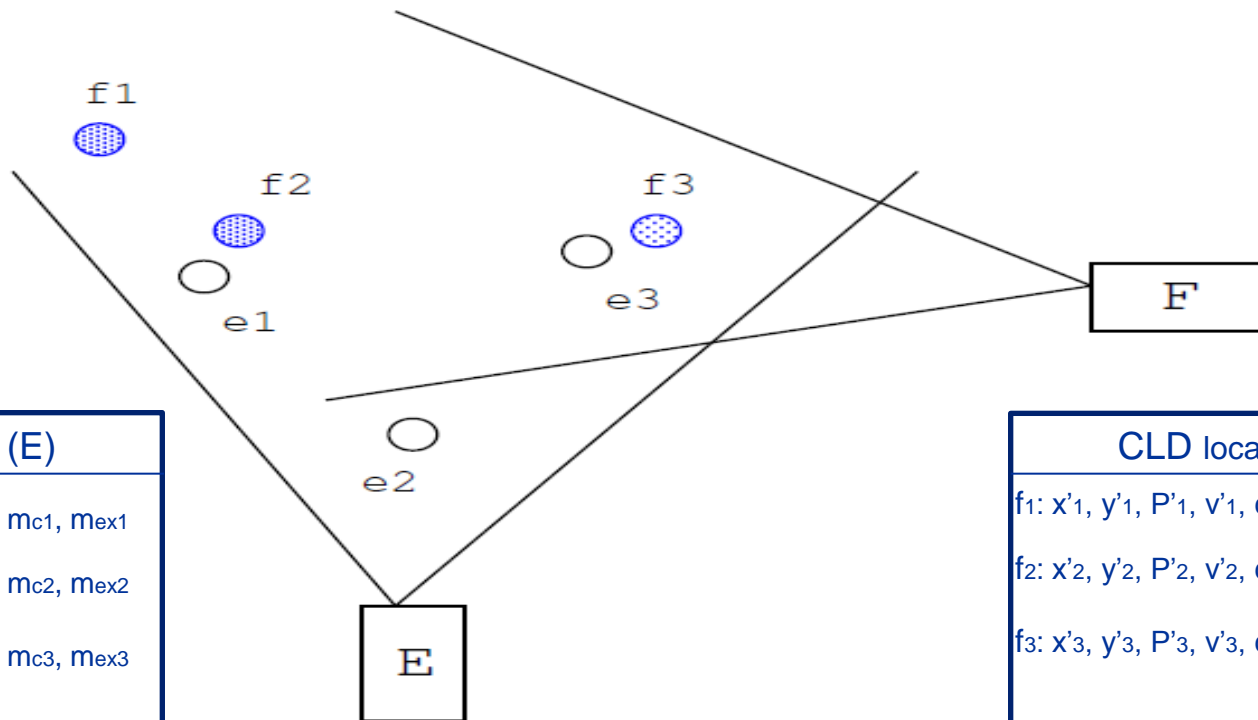


But: Augmenter le champ de perception des véhicules par la communication

Connaissance des véhicules



Connaissance des véhicules



CLD locale (E)

e1: $x_1, y_1, P_1, v_1, c_1, m_{c1}, m_{ex1}$

e2: $x_2, y_2, P_2, v_2, c_2, m_{c2}, m_{ex2}$

e3: $x_3, y_3, P_3, v_3, c_3, m_{c3}, m_{ex3}$

CLD distribuée (E)

e1: $x_1, y_1, P_1, v_1, c_1, m_{c1}, m_{ex1}$

e2: $x_2, y_2, P_2, v_2, c_2, m_{c2}, m_{ex2}$

e3: $x_3, y_3, P_3, v_3, c_3, m_{c3}, m_{ex3}$

CLD locale (F)

f1: $x'1, y'1, P'1, v'1, c'1, m'c1, m'ex1$

f2: $x'2, y'2, P'2, v'2, c'2, m'c2, m'ex2$

f3: $x'3, y'3, P'3, v'3, c'3, m'c3, m'ex3$

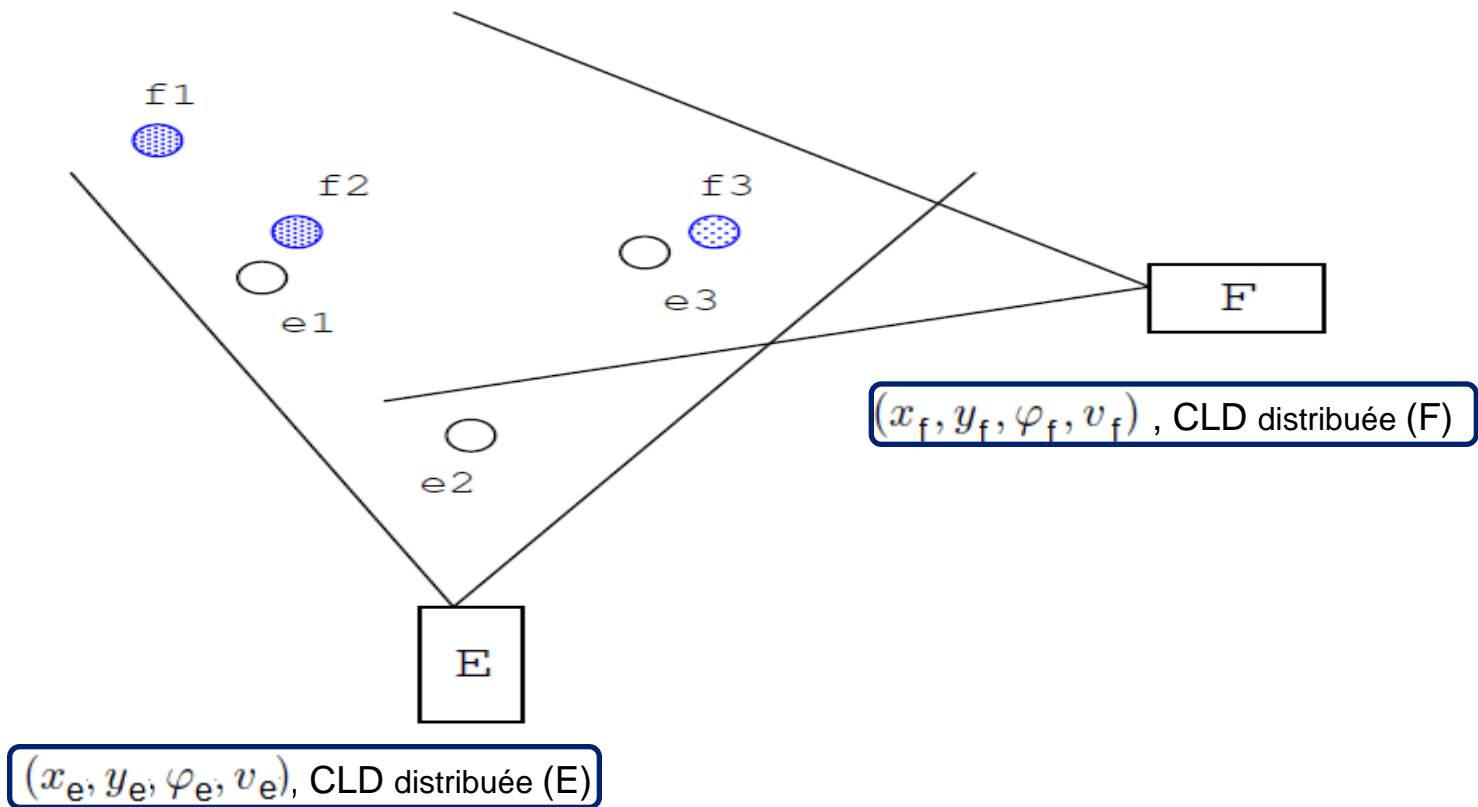
CLD distribuée (F)

f1: $x'1, y'1, P'1, v'1, c'1, m'c1, m'ex1$

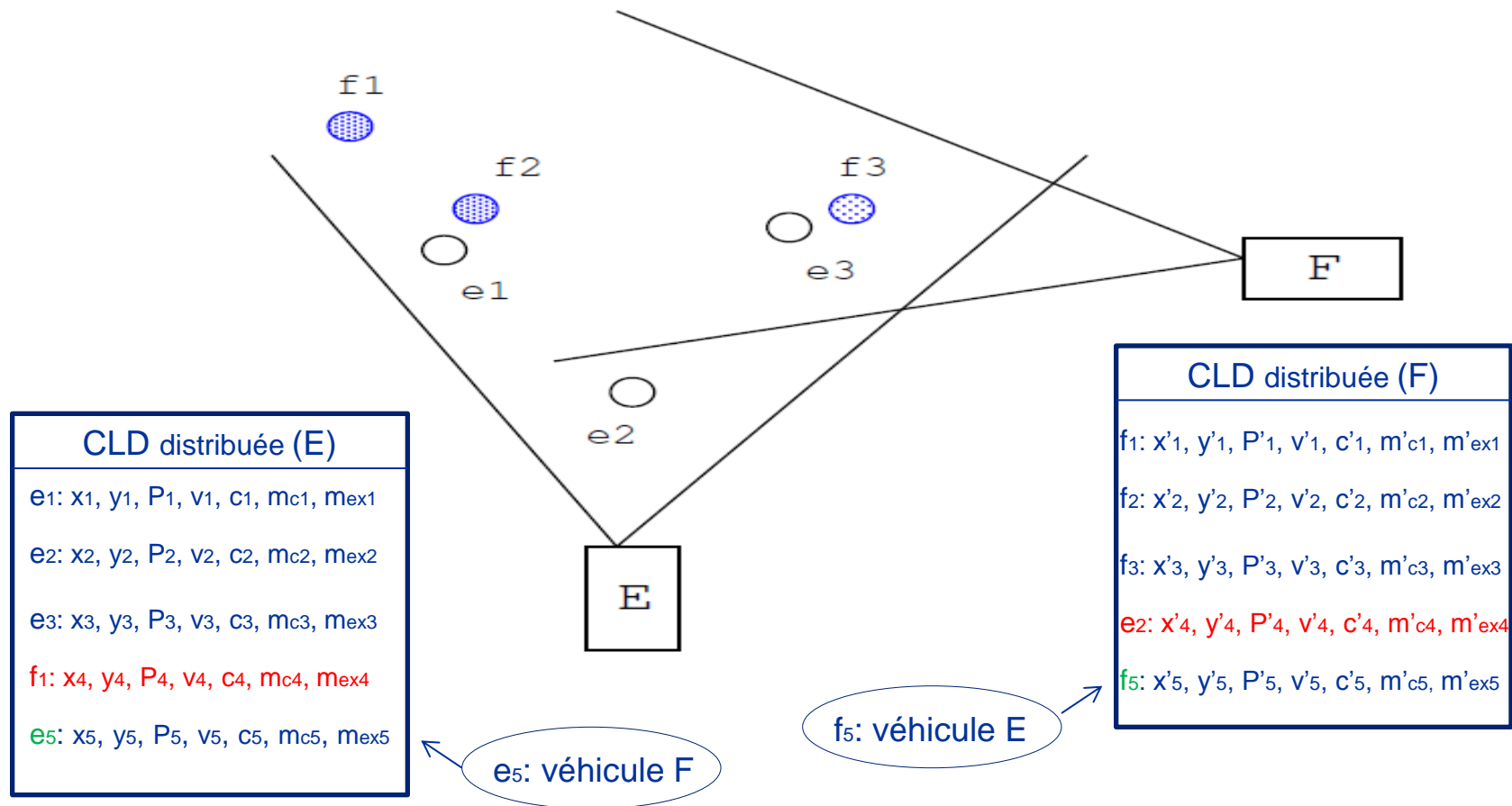
f2: $x'2, y'2, P'2, v'2, c'2, m'c2, m'ex2$

f3: $x'3, y'3, P'3, v'3, c'3, m'c3, m'ex3$

Connaissance des véhicules



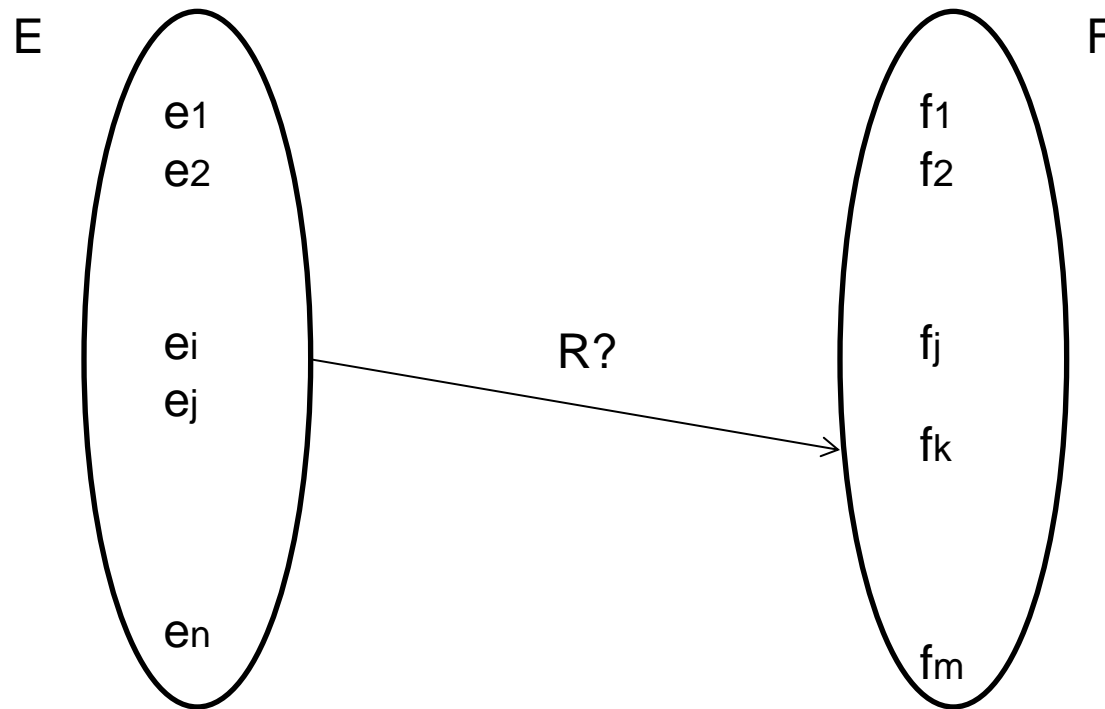
Connaissance des véhicules



Différentes tâches doivent être envisagées:

- Synchronisation temporelle
- Recalage spatiale
- Association des objets
- Gestion des occultations
- Fusion des cartes

Association des objets

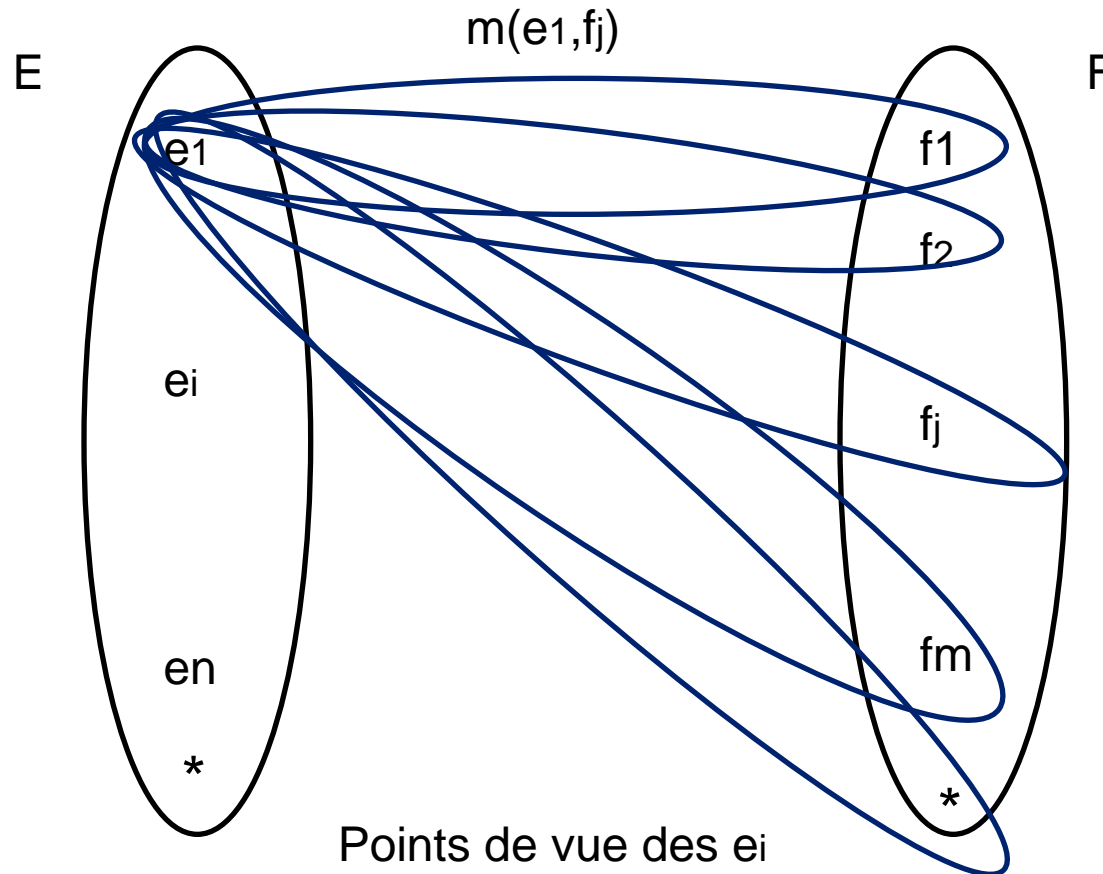


$$(e_i, f_j) \in R \quad \& \quad (e_i, f_k) \in R \Rightarrow j = k$$

$$(e_i, f_k) \in R \quad \& \quad (e_j, f_k) \in R \Rightarrow i = j$$

Association des objets

Etat de l'art



[6] Gruyer et al., Matching and decision for vehicle tracking in road situation, 1999



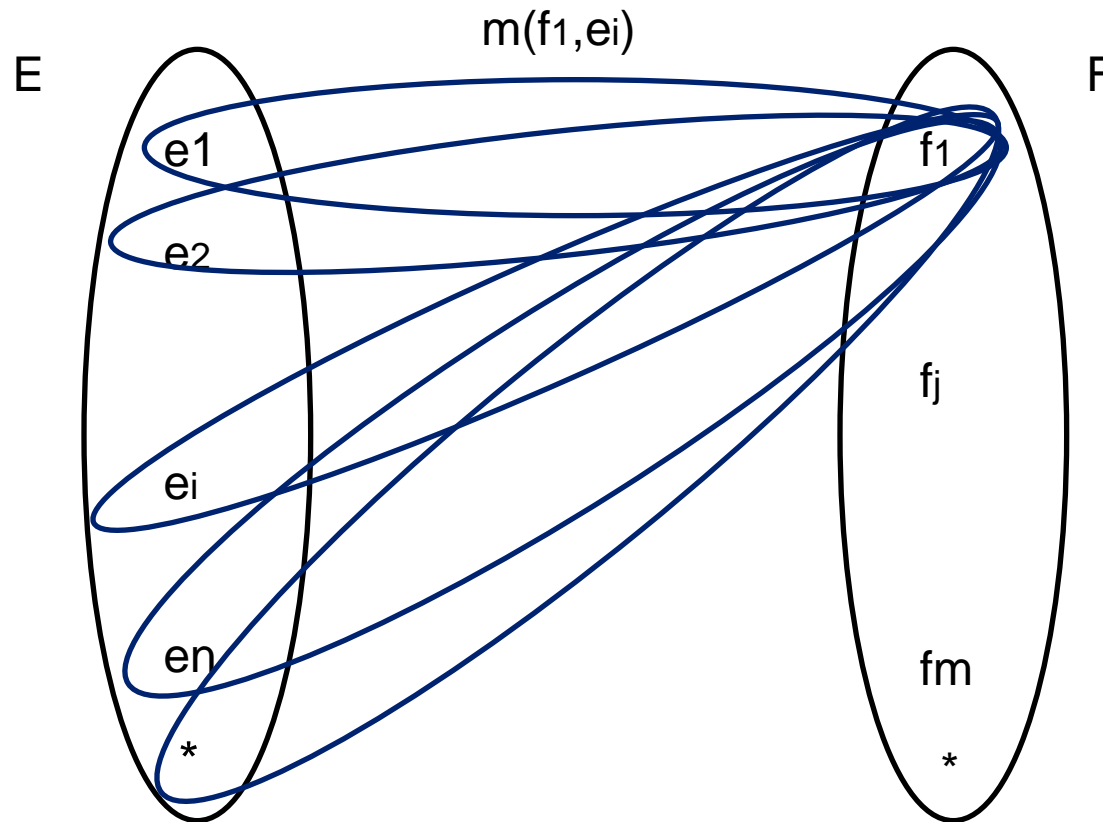
[7] Rombaut, Decision in multi-obstacle matching process using the theory of belief, 1998



[8] Mercier et al., Object association with belief functions, an application with vehicles, 2011

Association des objets

Etat de l'art



Points de vue des f_j

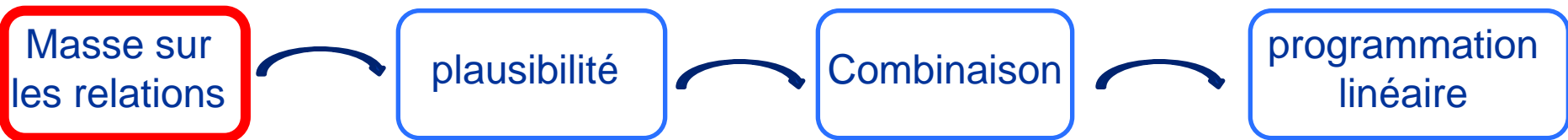
Association des objets

- Prise de décision en calculant la probabilité pignistic.
- Augmentation de la taille du cadre du discernement.
- Conflit entre les deux points de vue.
- Mesure de dissimilarité entre les données cinématiques: position, vitesse.


Association des objets

L'ensemble des solutions pour lesquelles l'objet i est en relation avec l'objet j .

$$\mathfrak{R}_{ij} = \{R \in \mathfrak{R} \mid R_{ij} = 1\}$$



$$\begin{aligned} m_{ij}(\mathfrak{R}_{ij}) &= \alpha_{ij}, \\ m_{ij}(\overline{\mathfrak{R}_{ij}}) &= \beta_{ij}, \\ m_{ij}(\mathfrak{R}) &= 1 - \alpha_{ij} - \beta_{ij} \end{aligned}$$



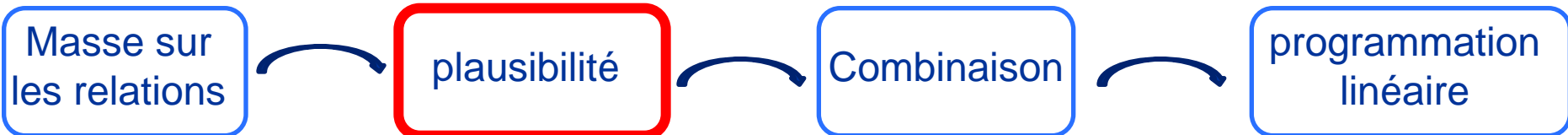
$$\begin{aligned} R_{ij} &= 1 \\ \text{ou} \\ R_{ij} &= 0 \end{aligned}$$

On utilise tous les attributs des objets pour leur association: position, vitesse, classe.


Association des objets

L'ensemble des solutions pour lesquelles l'objet i est en relation avec l'objet j .

$$\mathcal{R}_{ij} = \{R \in \mathcal{R} \mid R_{ij} = 1\}$$



$$pl_{ij}(R) = \begin{cases} 1 - \beta_{ij} & \text{if } R \in \mathcal{R}_{ij}, \\ 1 - \alpha_{ij} & \text{otherwise.} \end{cases}$$



$$R_{ij} = 1$$

ou

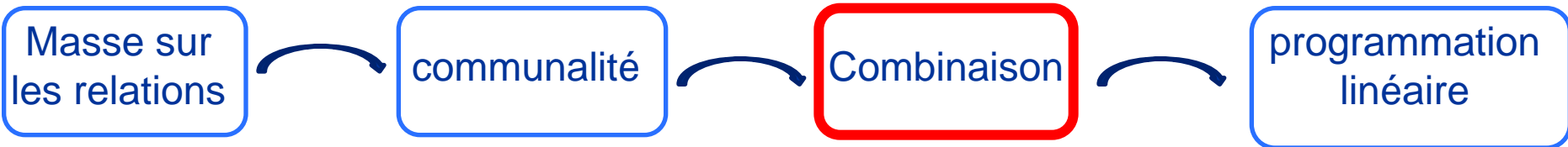
$$R_{ij} = 0$$

On utilise tous les attributs des objets pour leur association: position, vitesse, classe.

Association des objets

L'ensemble des solutions pour lesquelles l'objet i est en relation avec l'objet j .

$$\mathfrak{R}_{ij} = \{R \in \mathfrak{R} \mid R_{ij} = 1\}$$



$$pl(R) \propto \prod_{i,j} (1 - \beta_{ij})^{R_{ij}} (1 - \alpha_{ij})^{1-R_{ij}}$$



$$R_{ij} = 1$$

ou

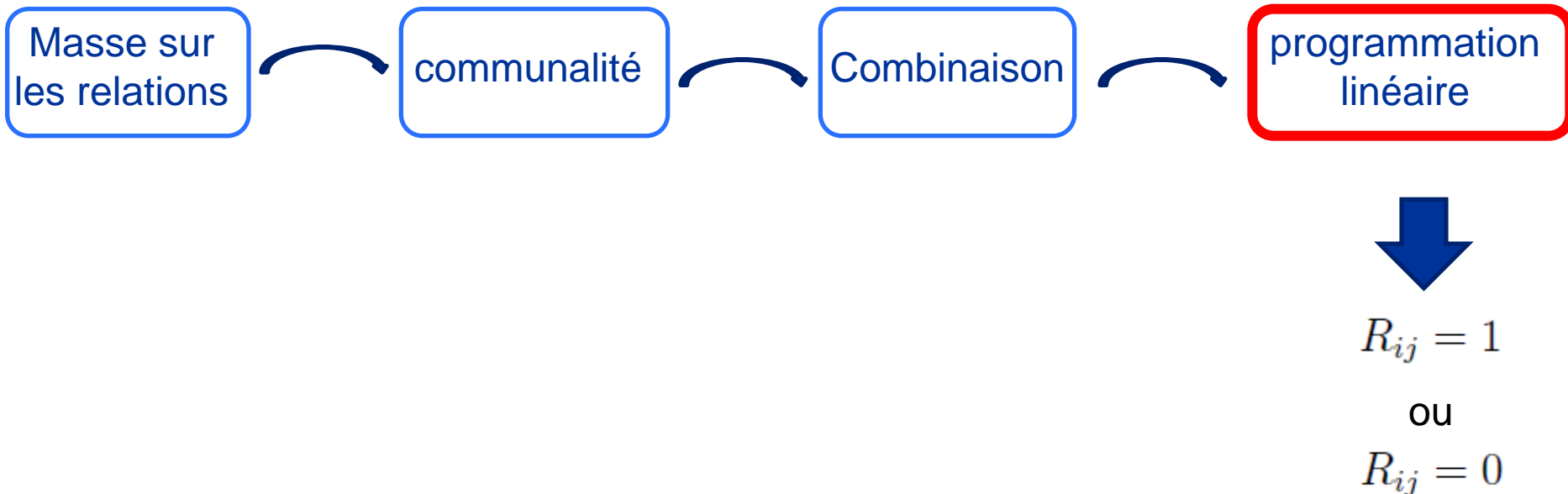
$$R_{ij} = 0$$

On utilise tous les attributs des objets pour leur association: position, vitesse, classe.

Association des objets

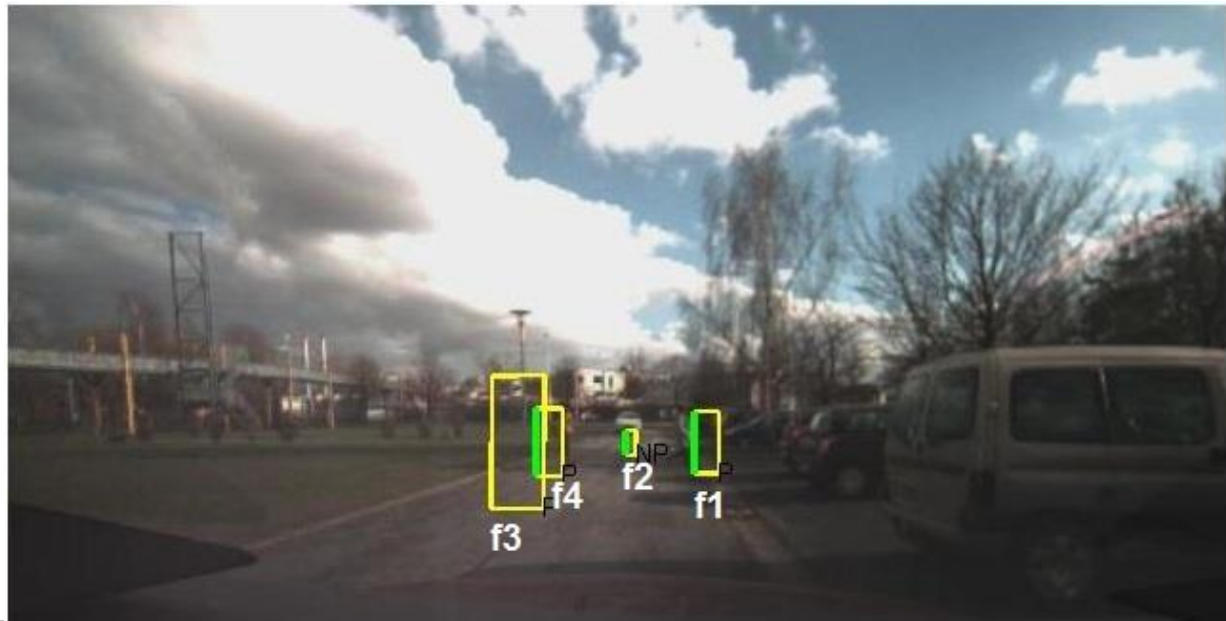
L'ensemble des solutions pour lesquelles l'objet i est en relation avec l'objet j .

$$\mathfrak{R}_{ij} = \{R \in \mathfrak{R} \mid R_{ij} = 1\}$$



On utilise tous les attributs des objets pour leur association: position, vitesse, classe.

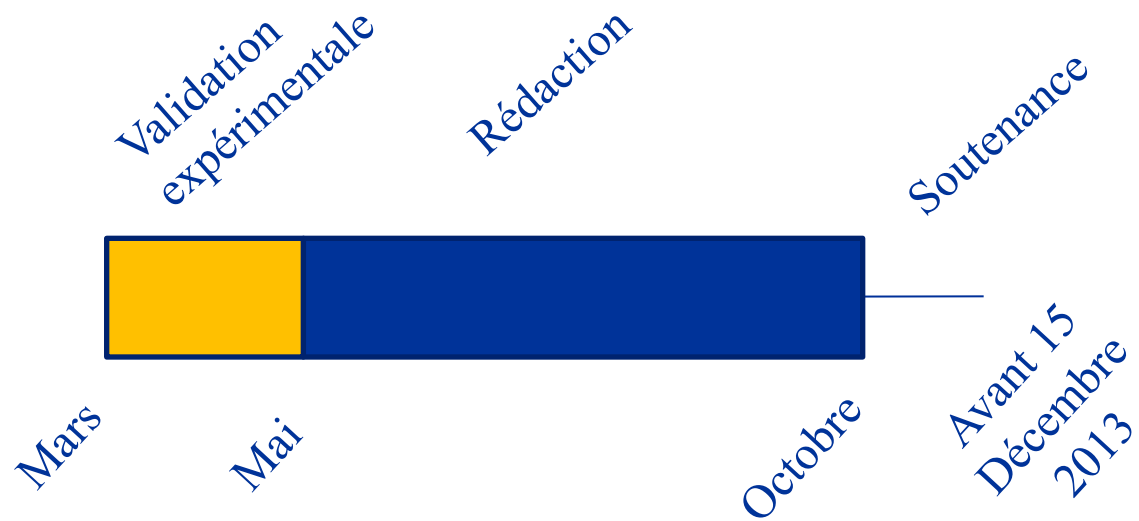










Conclusion et Perspectives

- Approche de fusion distribuée pour la détection de l'attaque Sybil et validation par simulation.
- Développement d'une nouvelle application dans le but de communiquer pour améliorer la perception.
- Expérimentation sur les véhicules pour valider l'approche de la carte locale dynamique distribuée.
- Rédaction d'une publication à ce propos.



Publications

-  N. El Zoghby, V. Cherfaoui, B. Ducourthial and T. Denoeux. Distributed Data fusion for detecting Sybil attacks in VANETs. In T. Denoeux and M.-H. Masson (Eds), Belief functions: theory and applications. Proc. of the 2nd Int. Conf. on Belief Functions, Springer, AISC 164, Compiègne, France, 9-11 May 2012, pages 351-358.
-  N. El Zoghby, V. Cherfaoui, B. Ducourthial et T. Denoeux. Fusion distribuée évidentielle pour la détection d'attaques sybil dans un réseau de véhicules. In Rencontres Francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA 2012), pages 63-70, Compiègne, France, November 2012, Cépaduès-Éditions.
-  N. El Zoghby, V. Cherfaoui, T. Denoeux. Optimal object association from pairwise evidential mass functions. Article soumis à Fusion 2013.
-  Article de revue sur l'association des objets.

Merci pour votre attention.