



EXPRESSIF OU LE RAISONNEMENT FLOU APPLIQUÉ À DES FLUX DE DONNÉES OU D'ÉVÈNEMENTS

1^{ère} journée RoD | 23/06/2017

Laurence Boudet
Groupe Raisonnement Artificiel et Modélisation de l'Expertise
CEA LIST, LADIS



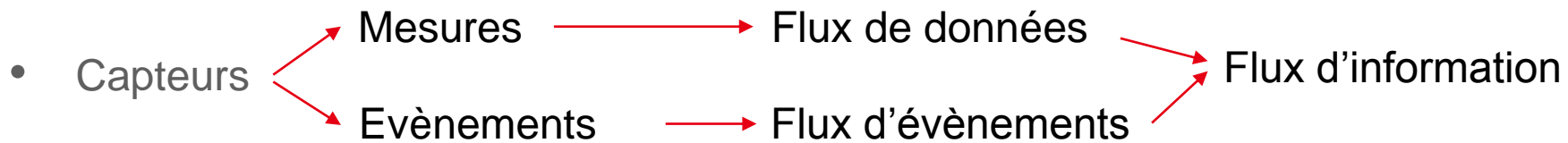
- **Contexte**
 - Il existe des connaissances et/ou des données modélisables sous forme de règles

- **Objectif**
 - Surveiller un système complexe (monitoring)
 - Filtrer ou corréler des données ou des événements
 - Lever des alertes
 - Paramétrer / configurer en fonction d'un contexte
 - Proposer un diagnostic
 - ...

Il s'agit donc de récolter, filtrer et combiner les informations pour construire une information de plus haut niveau

- **Différents types d'information**

- Objets connectés, Internet des objets → acquisition de données continue



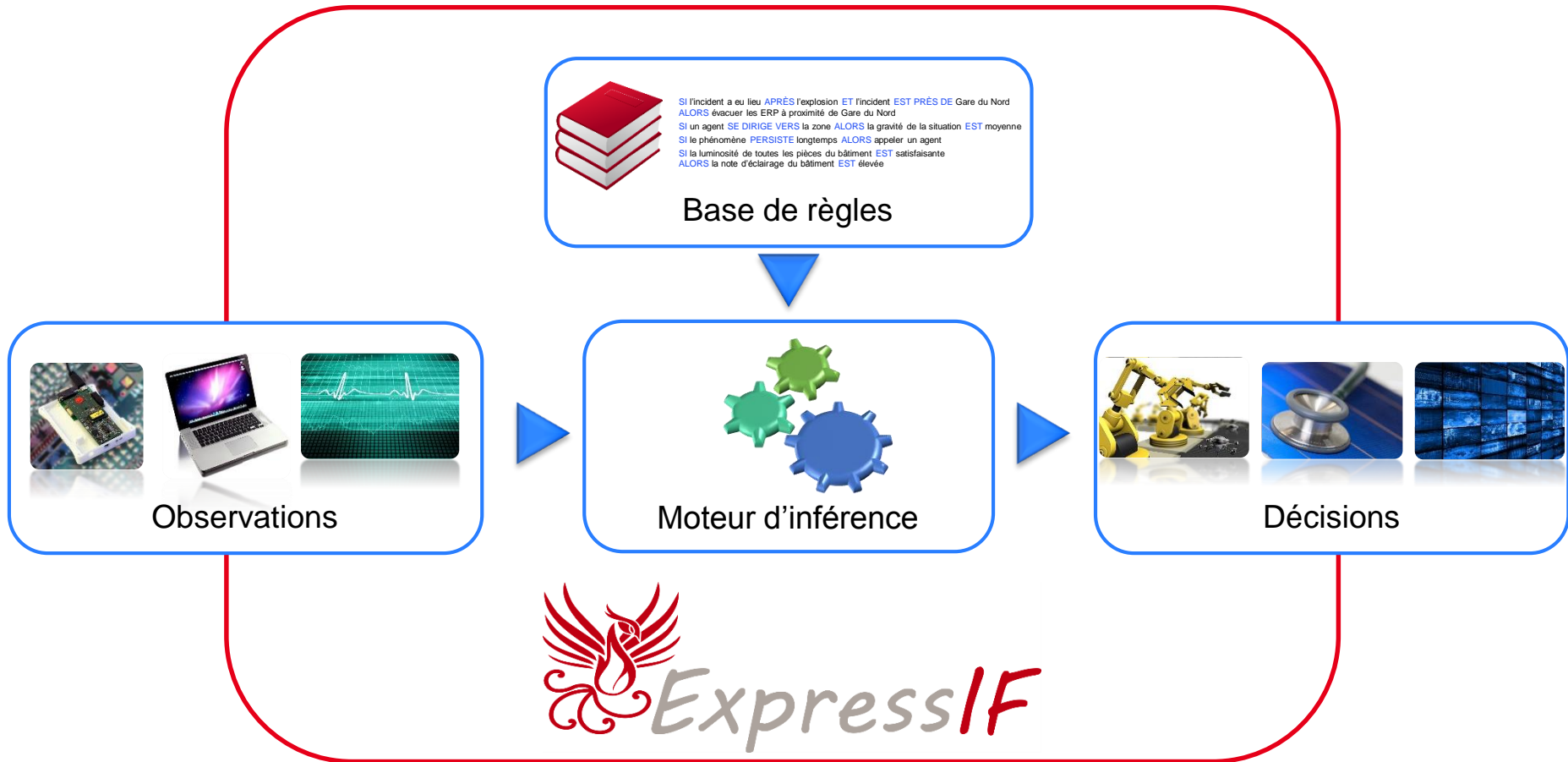
- **Les traitements doivent donc pouvoir être réalisés en ligne**

- **Les informations et/ou leurs combinaisons peuvent être incertaines ou imprécises : on se place dans le formalisme de la logique floue**

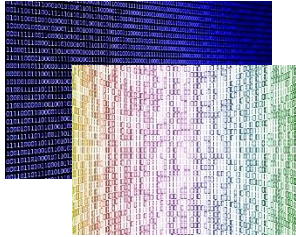
- **On veut pouvoir expliquer les décisions / recommandations**

- xIA : Intelligence Artificielle Explicable (DARPA, 2016)

UN SYSTÈME EXPERT FLOU MODERNISÉ



Données numériques
et/ou symboliques



Modélisation des connaissances
des experts




Documents textuels



Apprentissage
Optimisation

Extraction

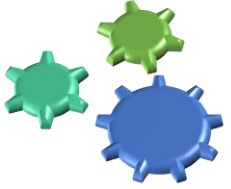


Si l'incident a eu lieu **APRÈS** l'explosion **ET** l'incident **EST PRÈS DE** Gare du Nord
ALORS évacuer les ERP à proximité de Gare du Nord
 Si un agent **SE DIRIGE VERS** la zone **ALORS** la gravité de la situation **EST** moyenne
 Si le phénomène **PERSISTE** longtemps **ALORS** appeler un agent
 Si la luminosité de toutes les pièces du bâtiment **EST** satisfaisante
ALORS la note d'éclairage du bâtiment **EST** élevée


Base de règles



Observations



Moteur d'inférence



Décisions

- Des Systèmes Experts Flous à  ExpressIF

Modélisation de la connaissance

- Experts métier

+ d'expressivité

Traitement de données, d'évènements

- Prise en compte de leur incertitude et/ ou imprécision

+ en flux
+ d'efficacité

Expérience utilisateur

- Création et édition des règles par les utilisateurs
- Décisions justifiables

+ intuitive

- **Règles dans les Systèmes Experts Flous**

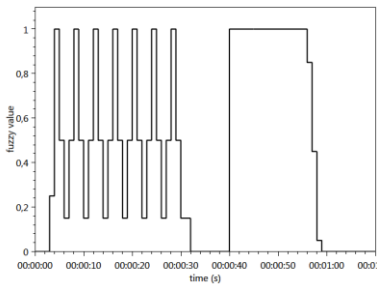
Un ensemble de règles floues détermine les liens entre les entrées et la (les) sortie(s)

- (R1) Si la qualité du service est faible et le gout de la nourriture est ranci alors la valeur du pourboire est faible
- (R2) Si la qualité du service est bonne et le gout de la nourriture est délicieux alors la valeur du pourboire est élevé
- ...

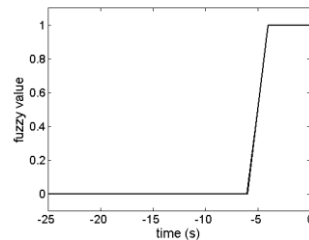
En fonction de la valeur des variables d'entrée, le système détermine la valeur de sortie

- ➔ Choix restreint d'opérateurs dans les prémisses: ET, OU, NON
- ➔ Données temporelles, spatiales, évènements ... ➔ nécessité d'une sémantique plus riche pour évaluer des relations plus complexes

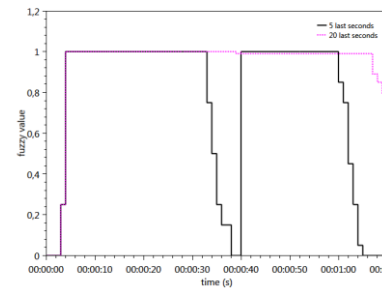
- Définition de nouveaux opérateurs temporels flous :
 - Occurrence d'un phénomène :
(The temperature is high) OCCURED in the last 20 seconds
 - Persistance d'un phénomène
(The temperature is high) PERSISTED throughout the last 20 seconds



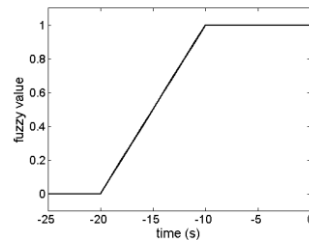
La température est élevée



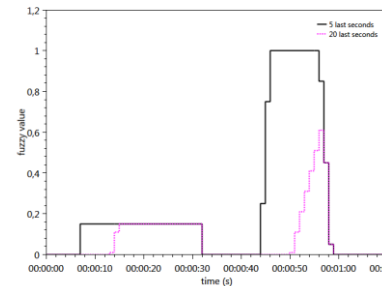
Les dernières 5 secondes



La température a été élevée dans les 5 / 20 dernières secondes



Les dernières 20 secondes

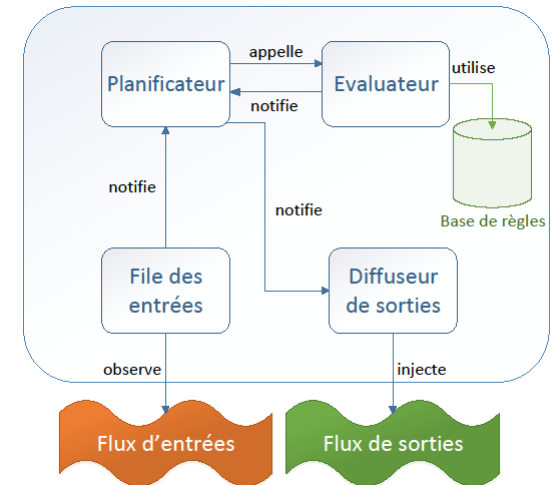


La température a toujours été élevée dans les 5 / 20 dernières secondes

- **En temporel :**
 - Persistance tolérante (Ratio) : la température est restée élevée pendant une heure
 - A persisté sur une période : la température a toujours été élevée pendant au moins une heure au cours de la nuit dernière (au cours des 5 derniers jours)
 - A commencé avant
 - Augmente, Décroît, Varie, ...
- **En spatial :**
 - Est proche de, Est à une distance entre d1 et d2 de, Est à droite de, Est à l'intérieur de, ...
- **En spatio-temporel :**
 - Se déplace, S'approche, Longe, Traverse, ...
- **Dans un bâtiment:**
 - Est adjacent à, Est au dessus de, ...

- **Architecture modulaire:**

- Moteur d'inférence synchrone ou asynchrone
- Comportement adaptable (via des politiques)



- **Beaucoup de règles, beaucoup d'évènements, opérateurs complexes → nécessité d'évaluer efficacement la base de règles**
 - Représentation des règles sous forme d'un graphe dirigé
 - Réévaluation des nœuds du graphe uniquement quand nécessaire grâce à un mécanisme de propagation
- **Interruption du flux d'information → nécessité de s'assurer de la validité des expressions temporelles**
 - Introduction d'un mécanisme d'expiration : les expressions expirables notifient qu'elles peuvent ne plus être valides.

AXE 3 : INTERFACE TACTILE DE SAISIE DE RÈGLES

- **Motivation :**
 - Installation de notre système expert flou chez nos partenaires industriels
 - Ils veulent pouvoir changer les bases de règles eux-mêmes : expertise métier
 - Mais, ils ne sont pas tous informaticiens / mathématiciens !
 - Un outil de productivité
- **Développement agile d'une interface sous contraintes:**
 - Facile à utiliser
 - Intuitive
 - Mobile
- Interface tactile dont le principe est le drag-and-drop

AXE 3 : INTERFACE TACTILE DE SAISIE DE RÈGLES

Si Force de {Vent} est Fort alors Position de {Stores} est Ouvert

Si (Présence de {Employé} est Non and (Température de {Thermomètre ext.} est Basse or Température

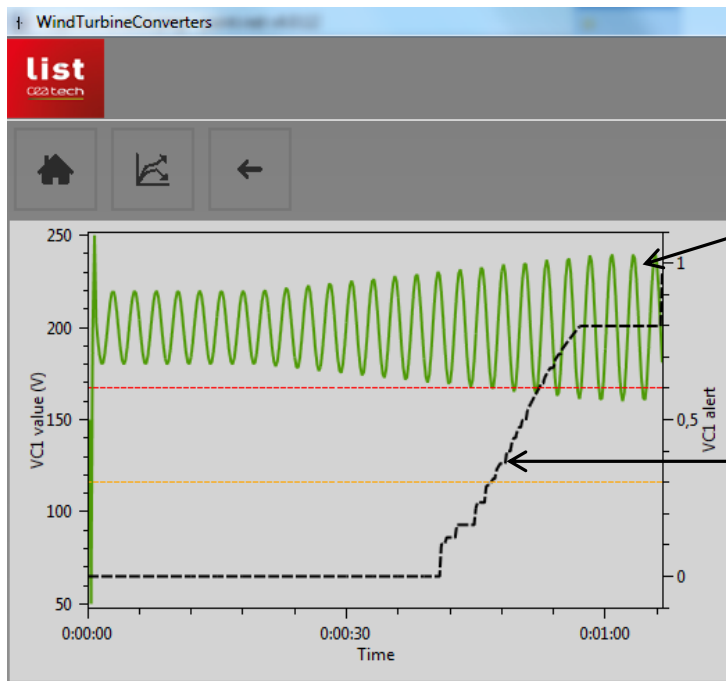
Si (Présence de {Employé} est Non and (Température de {Thermomètre int.} est Basse or Température

Si Proposition alors Grandeur de Sortie est Terme

EXEMPLES DE RÉALISATION

- Analyse de données énergétiques
- Analyse de données pour la sécurité de sites
- Aide à la décision pour la maintenance de gazoducs enterrés
- Recommandations pour la conception de bâtiment
- Détection de dérive dans des signaux de convertisseurs (éoliennes)

- Détection de dérive dans des signaux
- Ecriture de règles floues
 - Permet de suivre certaines de leurs caractéristiques
 - Evalue un niveau d'alerte
- Application aux signaux de tension de convertisseurs d'une éolienne

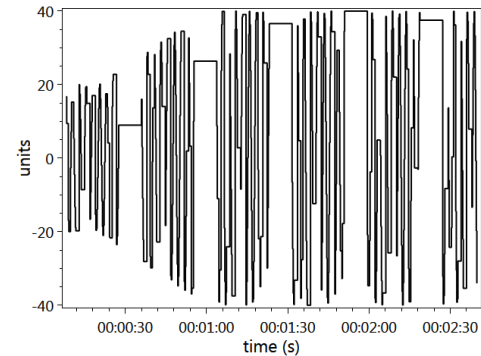


Signal de VC₁

Niveau de l'alerte associé à une dérive de la tension de VC₁ (entre 0 et 1)

EXEMPLE : DÉTAILS POUR L'ANALYSE DES SIGNAUX DE TENSION

- 1^{ère} étape : Calcul des résidus de VC₁



- 2^{ème} étape : évaluation par les règles floues d'un niveau d'alerte
 - 1/ identifie si un état stationnaire de VC₁ a été observé (règles 2 et 3)
 - 2/ évalue un niveau d'alerte en fonction de l'écart à la valeur de référence (règles 1, 4 et 5)

Filter by category: VC1		
Category	Activation	Rules
VC1	1	if Steady state of VC1 is observed and (amplitude(VC1 Residual) over 20s is much higher than reference value (40) during the last 20 seconds) then Level of alert on VC1 is high
VC1	0.91	if amplitude(VC1 Residual) over 20s is very close to reference value (40) during the last 20 seconds has occurred during the last 3 hours then Steady state of VC1 is observed
VC1	0.09	if not (amplitude(VC1 Residual) over 20s is very close to reference value (40) during the last 20 seconds has occurred during the last 3 hours) then Steady state of VC1 is not observed
VC1	0.04	if Steady state of VC1 is observed and (amplitude(VC1 Residual) over 20s is slightly higher than reference value (40) during the last 20 seconds) then Level of alert on VC1 is low
VC1	0	if Steady state of VC1 is not observed or (amplitude(VC1 Residual) over 20s is very close to reference value (40) during the last 20 seconds) then Level of alert on VC1 is nul

- **ExpressIF :**
 - Raisonnement sur des données ou des événements, en flux ou par interrogation
 - Données complexes et hétérogènes
 - Utilise la logique floue et ses mécanismes d'inférence
 - Nouvelles capacités de traitement des informations par la définition de relations qui font sens pour tout un chacun à quelques experts
 - Munie d'une IHM conviviale et ergonomique pour faciliter l'édition des règles par les utilisateurs

- **Poursuivre les travaux engagés et les étendre :**
 - Modélisation de nouvelles relations en fonction des besoins
 - Règles génériques
 - Optimisation des règles
 - Apprentissage des règles
 - Justification des décisions
 - ...

MERCI de votre attention !

Pour citer l'équipe

Jean-Philippe Poli
Bruno Espinosa

Laurence Cornez
Laurence Boudet

Et merci aux autres membres du LADIS utilisateurs ou développeurs d'ExpressIF

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Institut List | CEA SACLAY NANO-INNOV | BAT. 861 – PC142
91191 Gif-sur-Yvette Cedex - FRANCE
www-list.cea.fr

Établissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019