

LA LOGIQUE FLOUE



01

Introduction

02

**Logique
Floue**

Logique Floue

A glowing blue globe with a network of lines and dots, held by a hand, with the title 'Logique Floue' in the center.

03

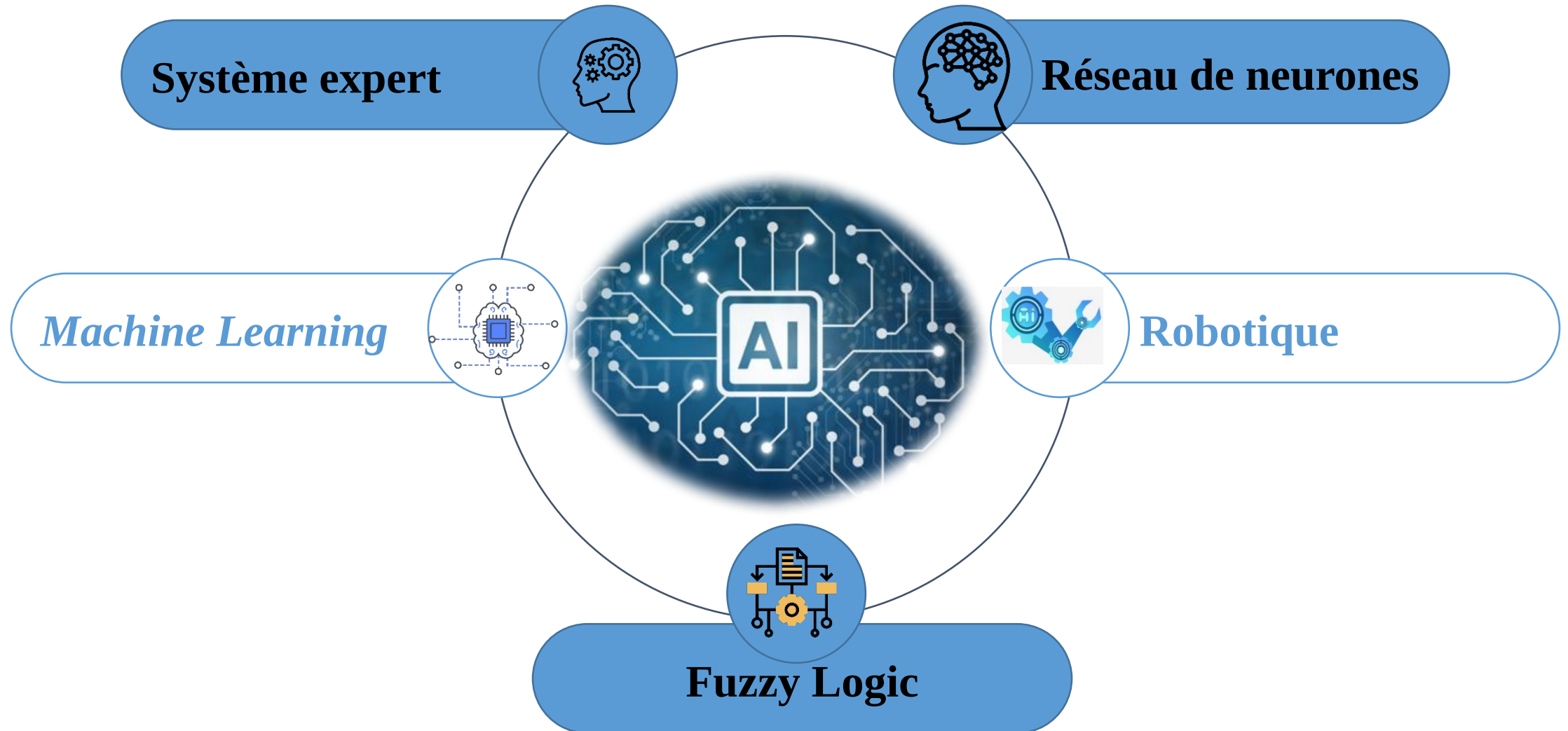
**Architect
ure**

04

**Applicat
ion**

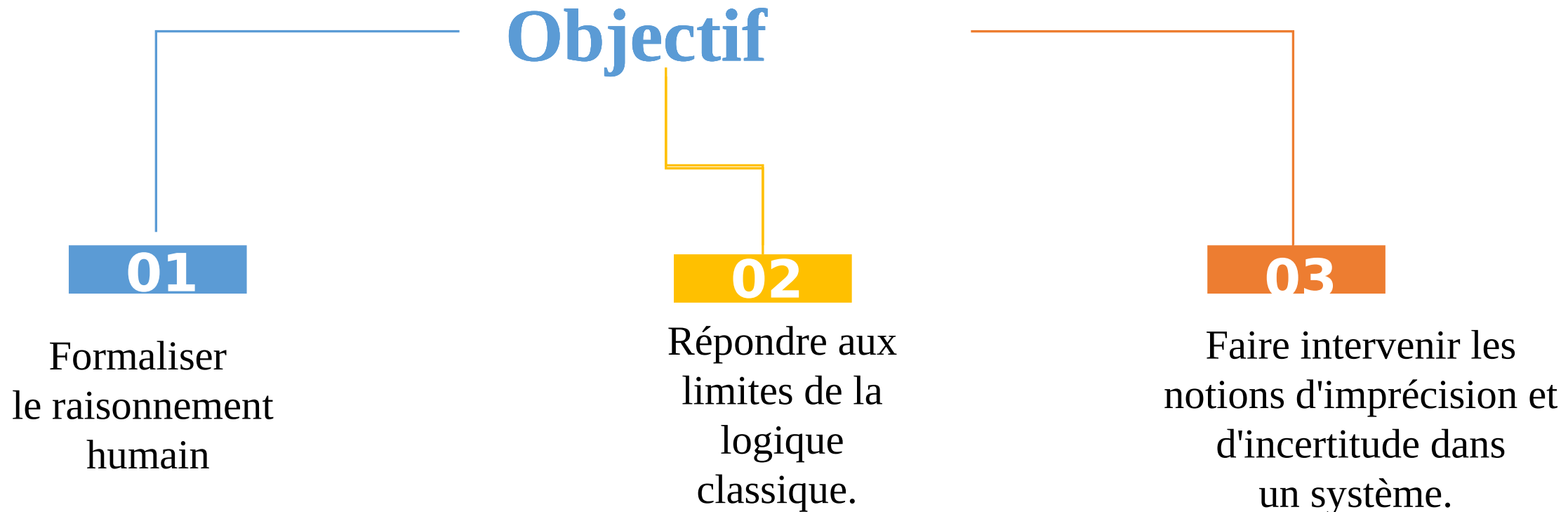
Introduction

l'Intelligence artificielle



Logique Floue

La logique floue est une extension de la logique booléenne créée par Lotfi Zadeh en 1965 en se basant sur sa la théorie mathématique des ensembles flous.

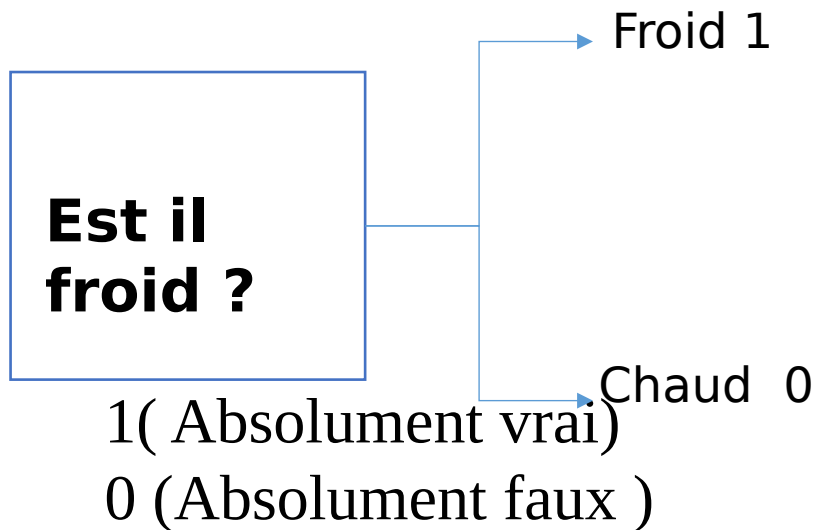


Principe

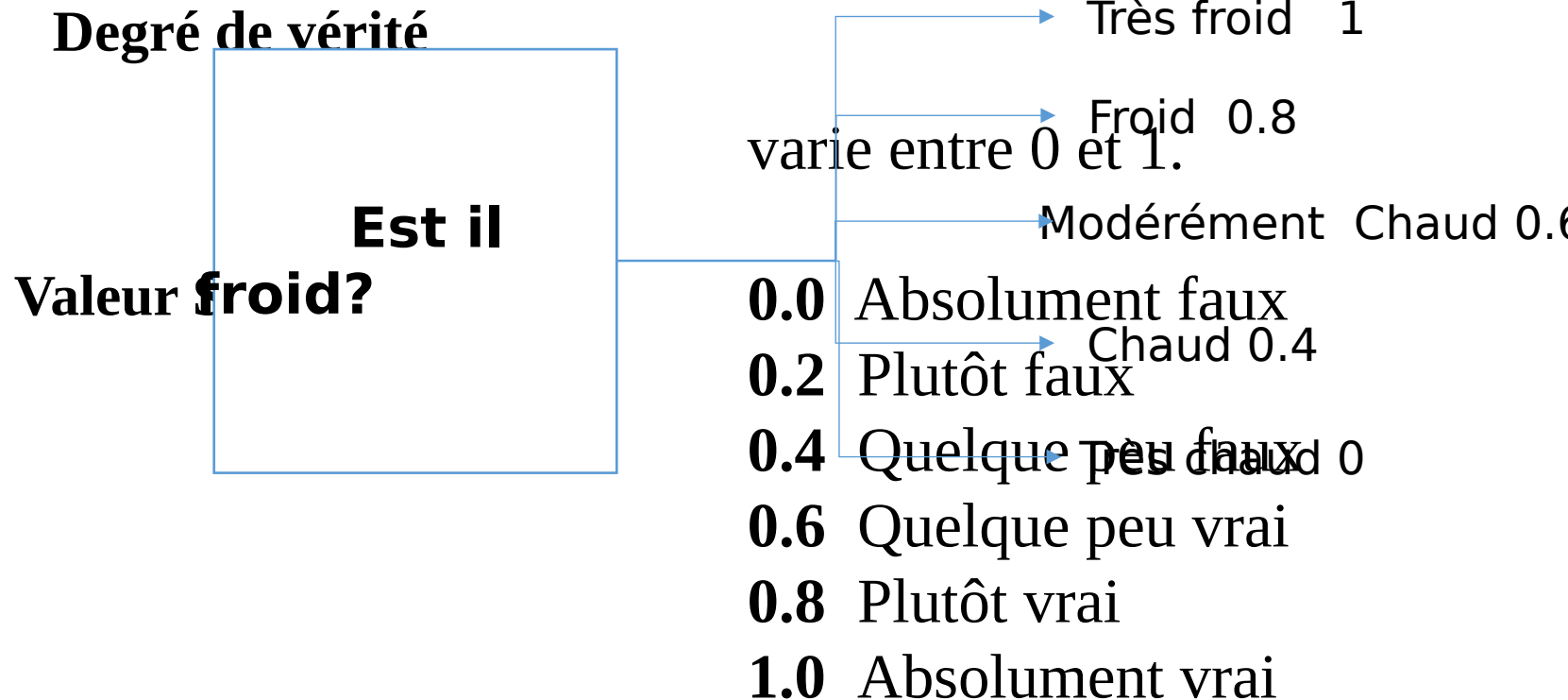
Exemple:

Son principe de raisonnement inspiré du raisonnement humain

Logique Booléenne

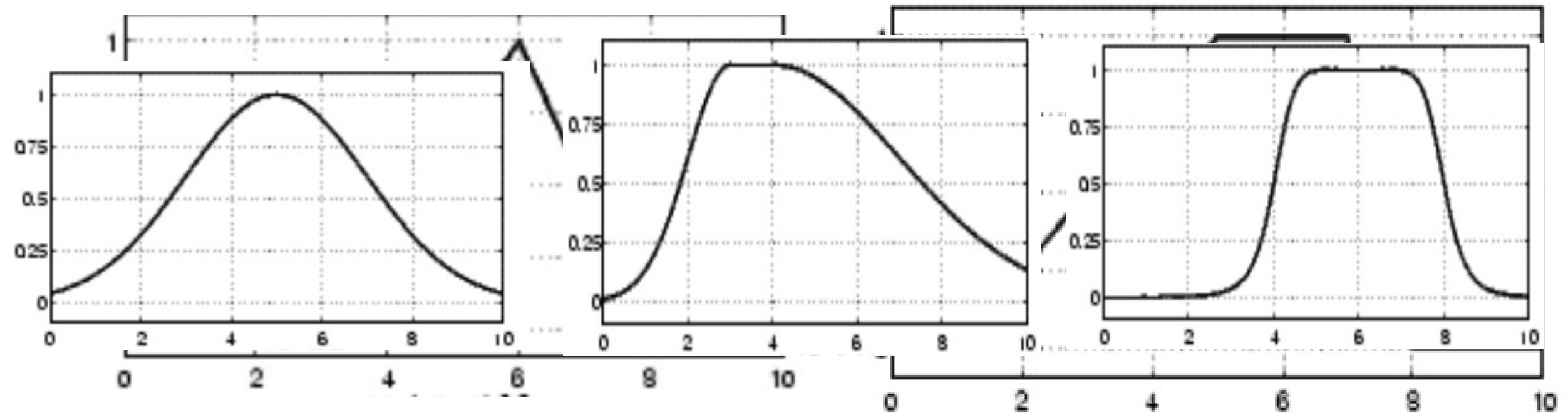


Logique Floue



• Fonction d'appartenance •

La fonction d'appartenance est le degré d'appartenance d'un élément de l'univers de discours U dans le sous-ensemble flou. Il existe plusieurs formes de fonctions d'appartenance.



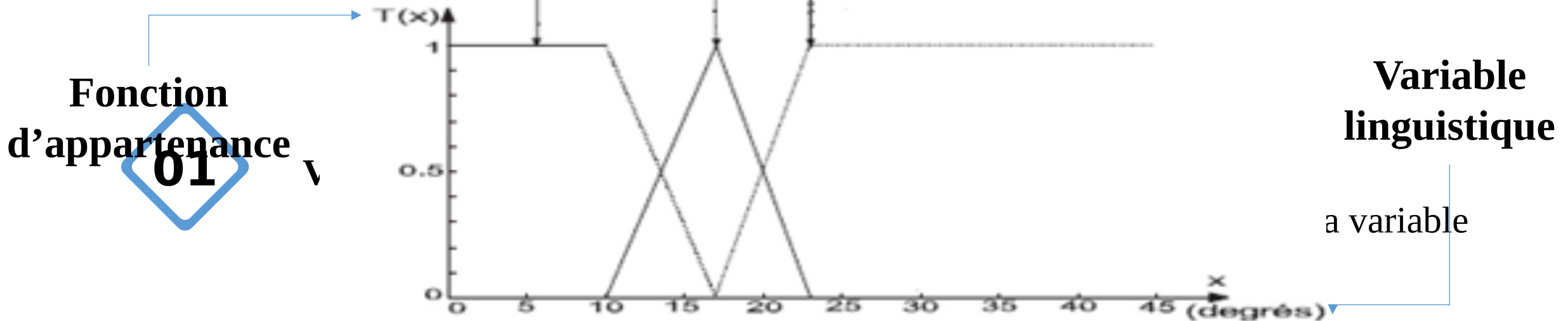
Fonction d'appartenance triangulaire, gaussienne et trapézoïdale.

Variable linguistique

Exemple : Afin de décrire la température d'une pièce par une variable linguistique,

- ❖ La logique floue basée sur des variables linguistiques (Floues)

Une variable linguistique correspond au triplet $(V; X; T_V)$ Avec :



03

$T_V = \{A_1, A_2, \dots\}$ L'ensemble fini ou infini, contenant des sous-ensembles flous (Ensemble des valeurs floues)

Exemples : chaud, rapide
 $T_V = \{\text{«Froid» «Tiède» «Chaud»}\}$

• Ensembles flous •

La logique floue repose sur la théorie des ensembles flous.

Un sous-ensemble flou A de U est caractérisé par une **fonction d'appartenance**.

$$A = \{ (x, Fa(x)) \mid x \in U \}. \text{ Avec } Fa(x) \in [0-1]$$

Ensemble
Flou

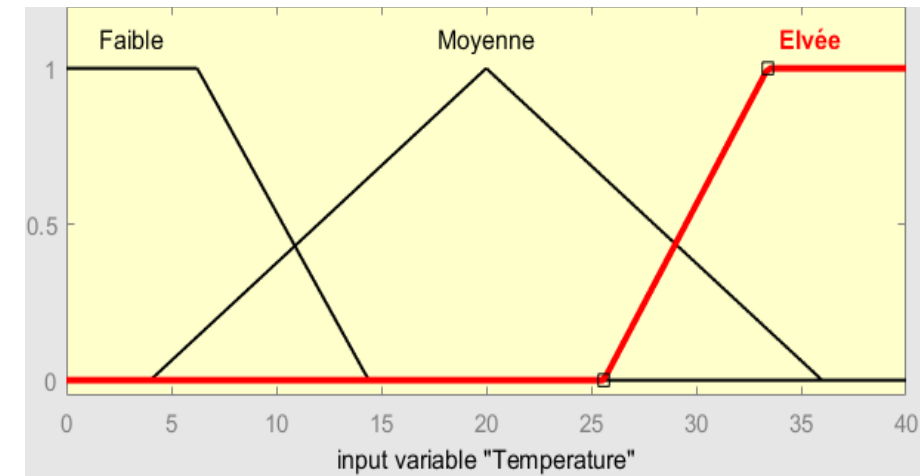
Fonction d'appartenance
 $Fa \in [0-1]$.

L'univers du
discours

Exemple:

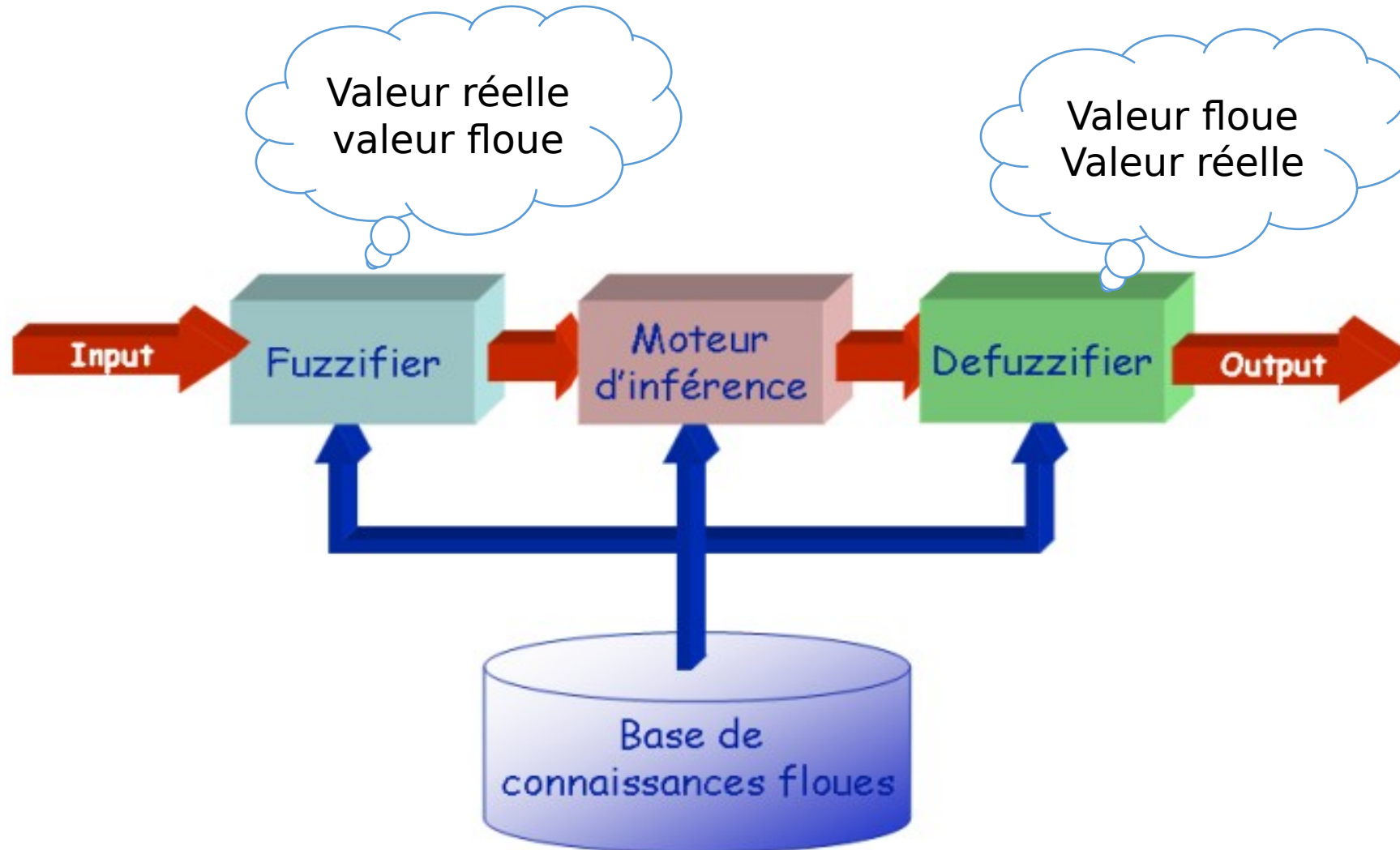
Sous-ensemble flou de la variable température:

« Faible » « Moyenne » « Elevée ».



• Les systèmes d'inférence floue •

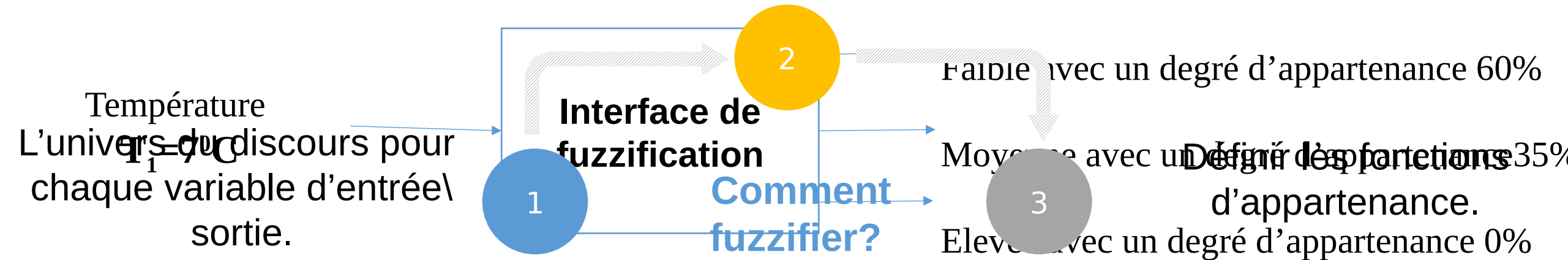
Un système d'inférence floue est un système composé de trois grosses briques :



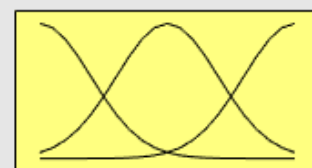
La fuzzification

La fuzzification est l'opération de rendre une entrée classique en valeur linguistique.

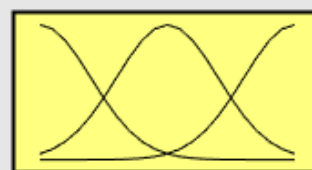
Definir les valeurs linguistiques d'entrée\sortie.



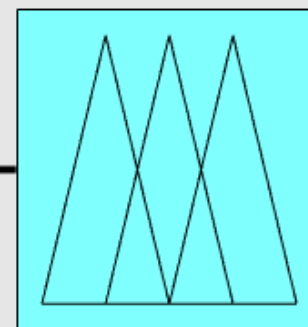
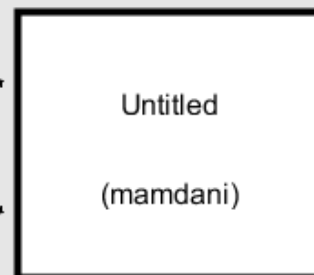
File Edit View



Temperature



Humidité



Vitesse

FIS Name: Untitled

FIS Type: mamdani

And method min

Or method max

Implication min

Aggregation max

Defuzzification centroid

Current Variable

Name

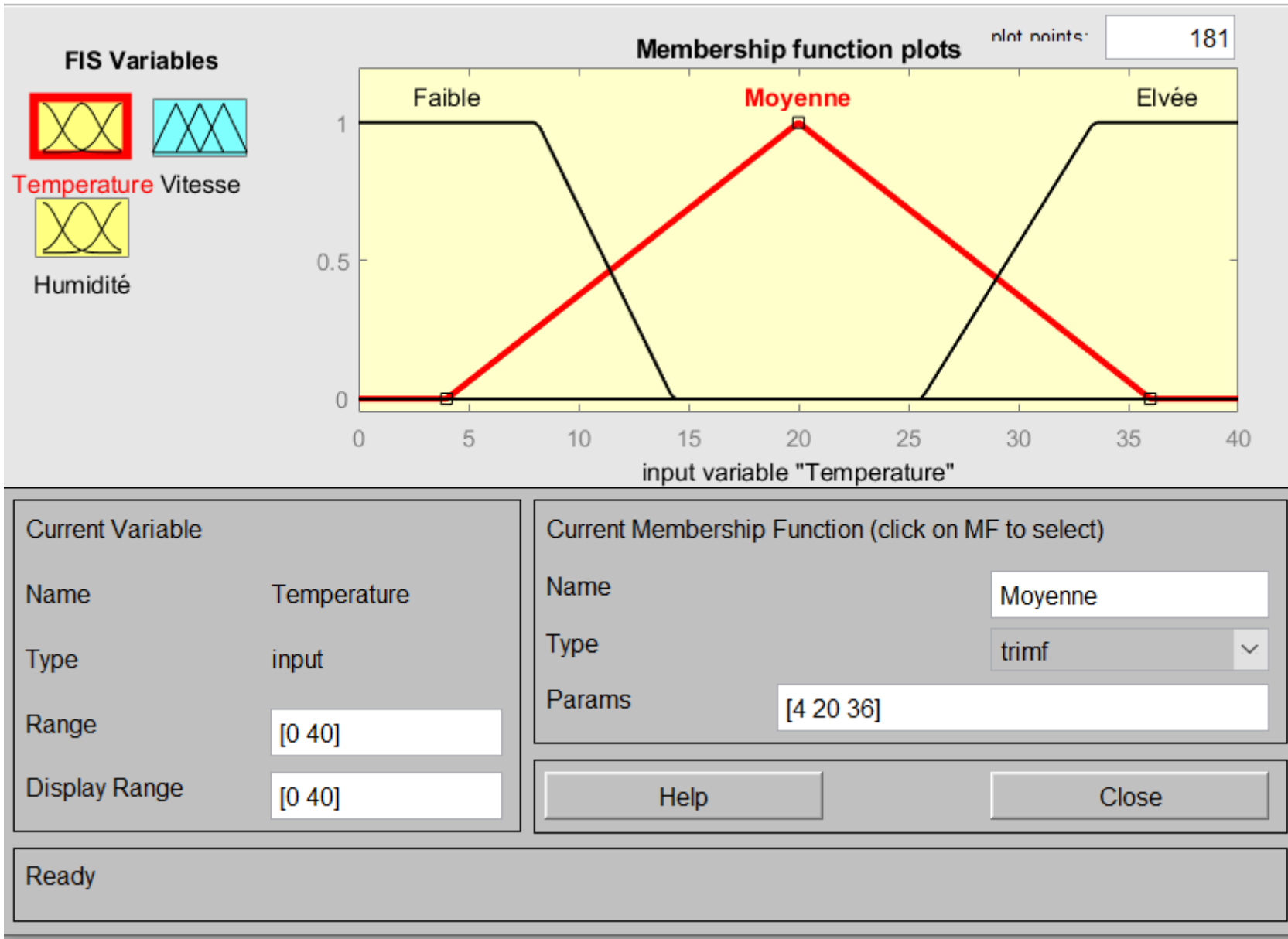
Type

Range

Help

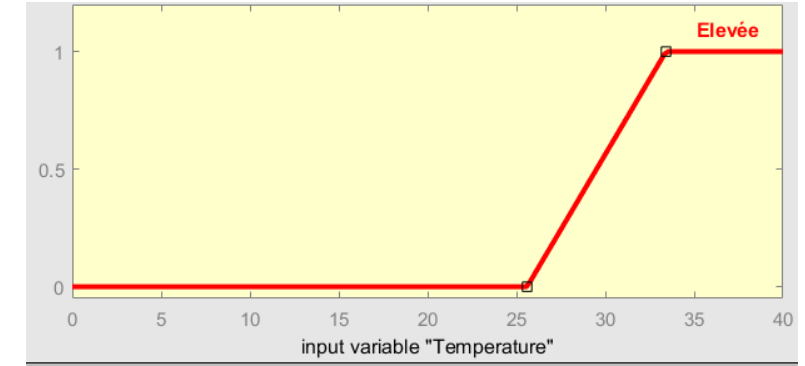
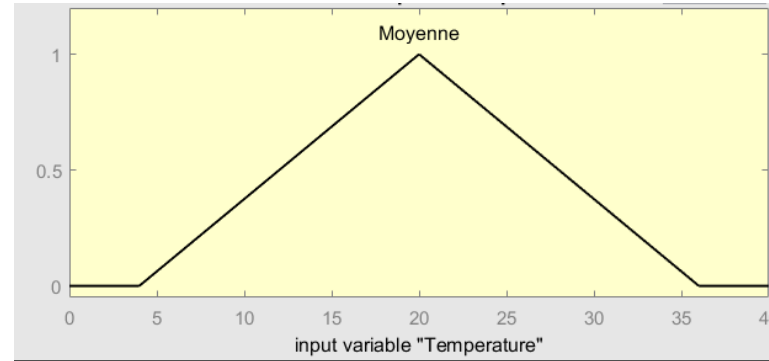
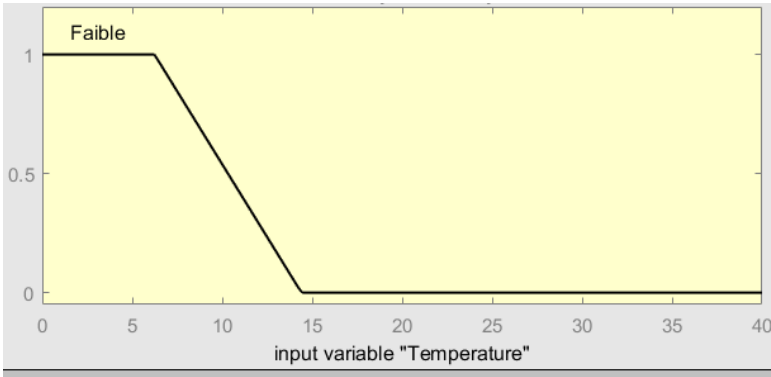
Close

Updating Rule Editor



Fonction d'appartenance des entrées

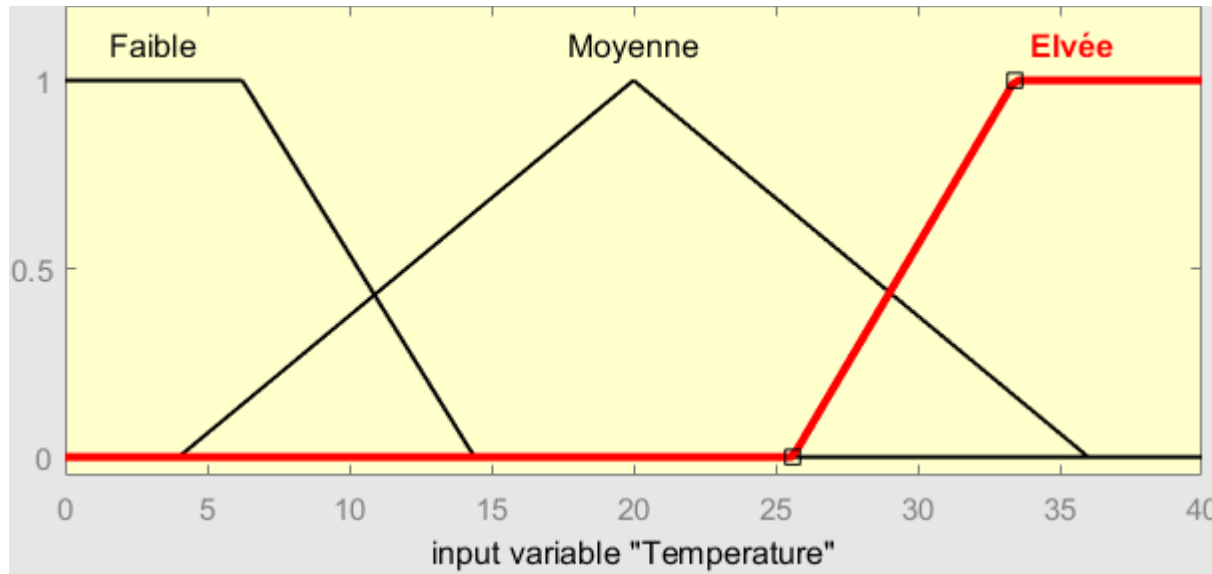
Exemple $T_1=7^{\circ}\text{C}$



Ensemble flou
« température faible »

Ensemble flou « température
Moyenne »

Ensemble flou « température
Elevée »



Une température $T_1=10^{\circ}\text{C}$ correspond à :

Une appartenance de 0.5 à l'ensemble « faible ».

Soit $T(T_1)=0.5$

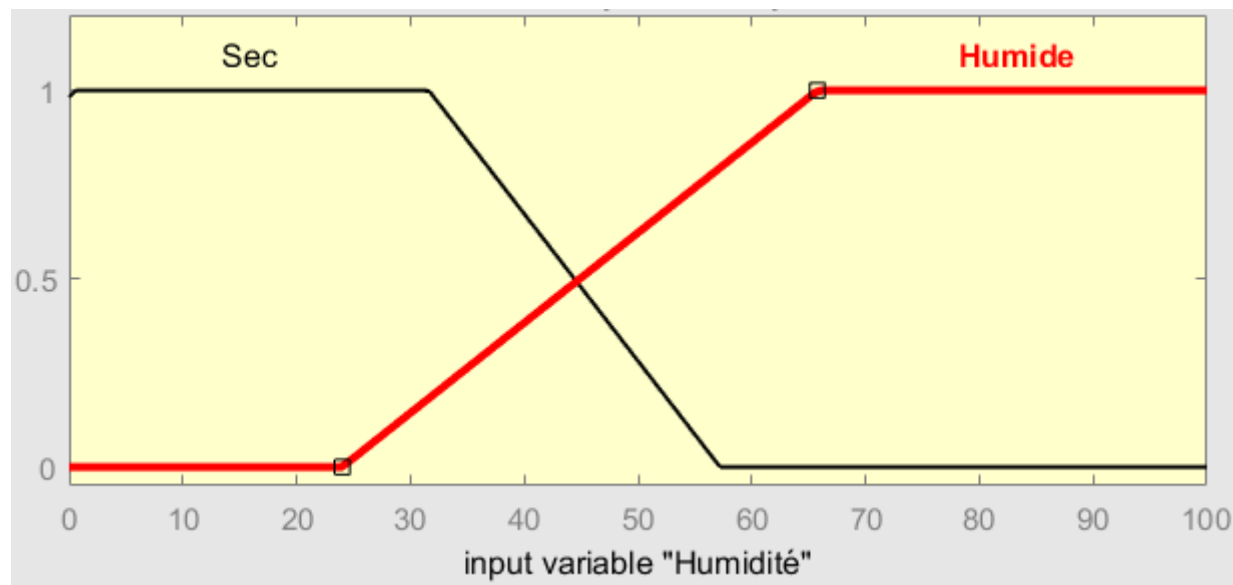
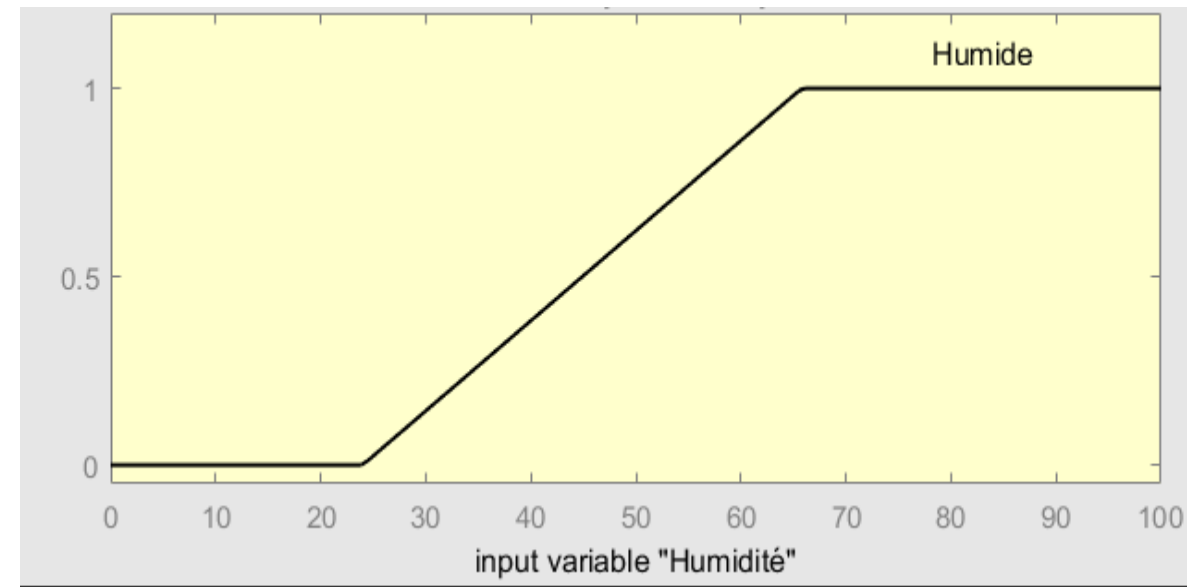
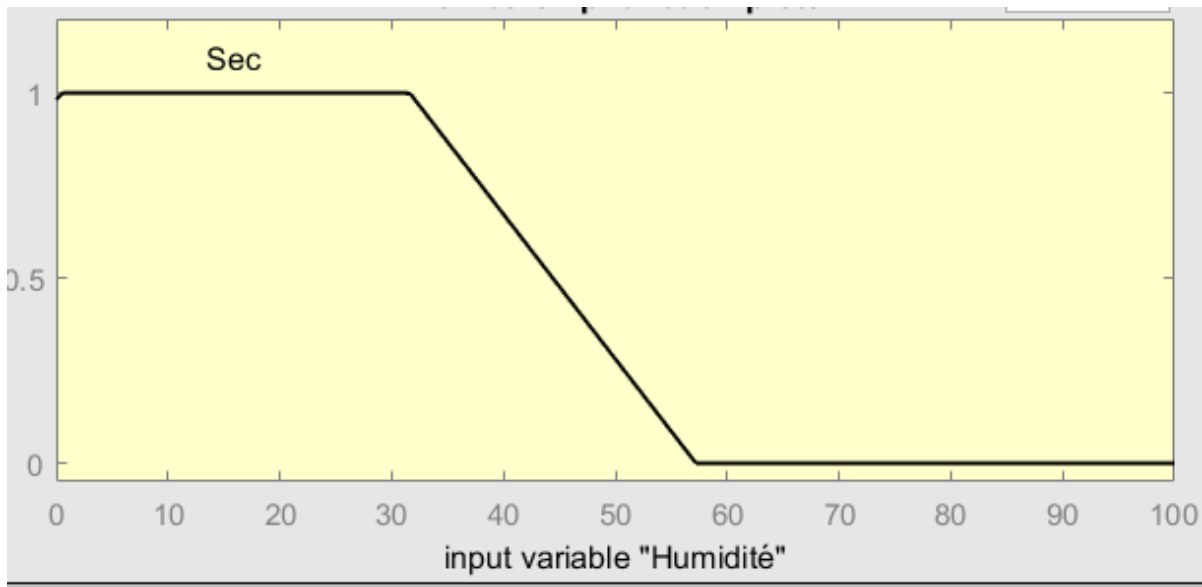
Une appartenance de 0.3 à l'ensemble « Moyenne ».

Soit $T(T_1)=0.3$

Une appartenance de 0 à l'ensemble « Elevée ».

soit $T(T_1)=0.0$.

pas forcément la somme soit 1.



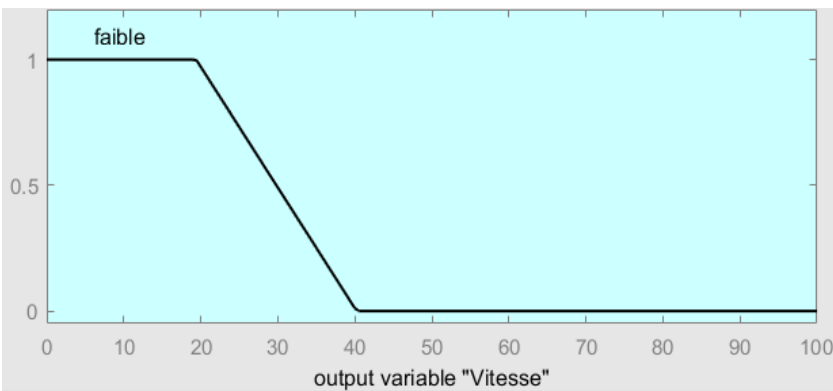
Une humidité $H_1=45\%$ correspond à :

Une appartenance de 0.4 à l'ensemble « Sec ».

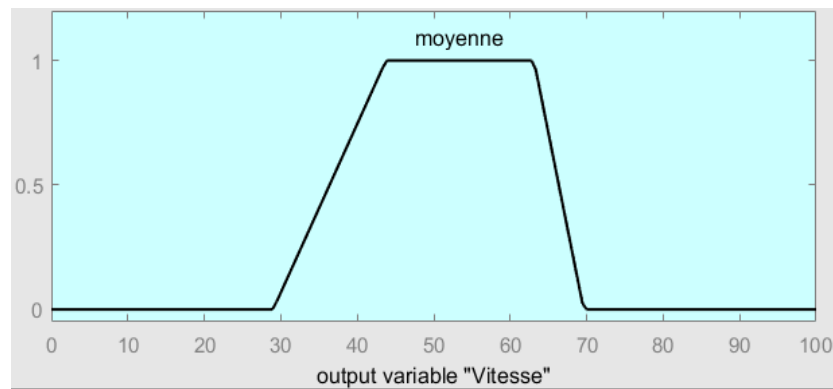
Soit $H(\mathbf{H}_1)=0.4$

Une appartenance de 0.34 à l'ensemble « humide ».

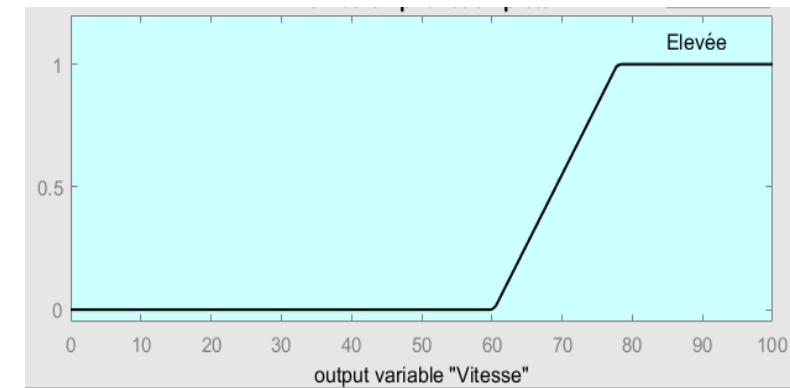
Soit $H(\mathbf{H}_1)=0.34$



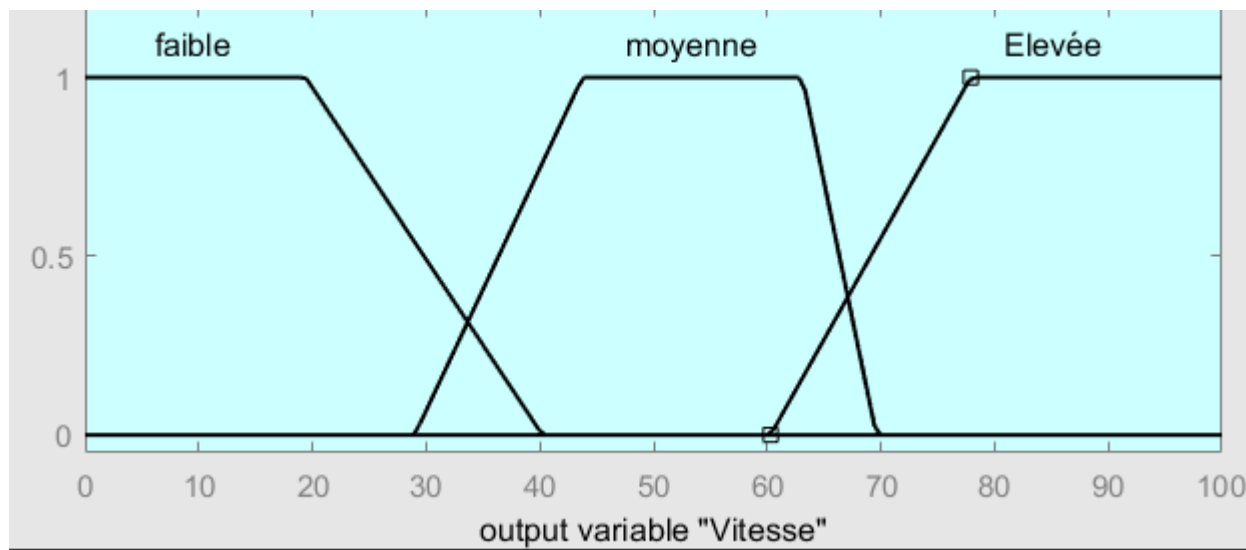
Ensemble flou « Vitesse faible »



Ensemble flou « Vitesse Moyenne »



Ensemble flou « Vitesse Elevée »



Base de règles

Les systèmes basé sur la logique floue utilisent une expertise exprimée sous forme d'une base de règles floues.

Une règle floue est une déclaration de la forme suivante :

Prémisse **Exemple:**

- ❖ Si la température est faible **ou** l'humidité est sec **alors** vitesse est faible.
 - ❖ Si la température est moyenne **et** l'humidité est humide **alors** vitesse est moyenne.
 - ❖ Si la température est élevée **alors** vitesse est élevée.
-
- Diagram illustrating linguistic variables and values:
- Variable linguistique** (circled in yellow) points to **température** in the first rule.
 - Valeur linguistique** (circled in blue) points to **faible**, **moyenne**, and **élevée** in the first, second, and third rules respectively.
 - Arrows indicate relationships between terms: **faible** points to **humidité** and **vitesse**; **humide** points to **vitesse**.

l'ensemble des règles sont définies en se basant sur le savoir-faire de l'expert.

1. If (Temperature is Moyenne) and (Humidité is Humide) then (Vitesse is moyenne) (1)
2. If (Temperature is Elvée) then (Vitesse is Elevée) (1)
3. If (Temperature is Faible) and (Humidité is Sec) then (Vitesse is faible) (1)

If
Temperature is

Moyenne
Elvée
Faible
none

☐ not

Connection

☐ or
☒ and

and
Humidité is

Humide
Sec
none

☐ not

Weight:

1

Delete rule

Add rule

Change rule

<<

>>

Then
Vitesse is

faible
moyenne
Elevée
none

☐ not

The rule is added

Help

Close

Operateurs Flous

Exemple

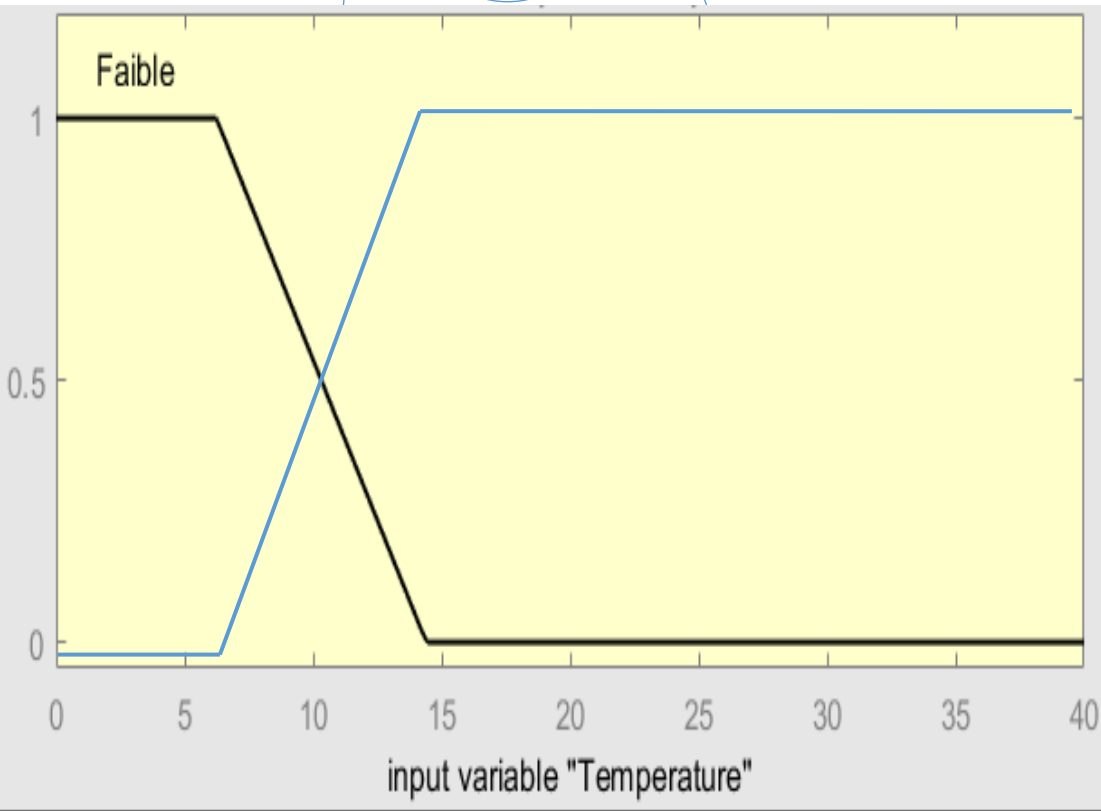
Les opérateurs flous décrivent comment des ensembles flous interagissent

Complément
NON

Faible OU
Moyenne

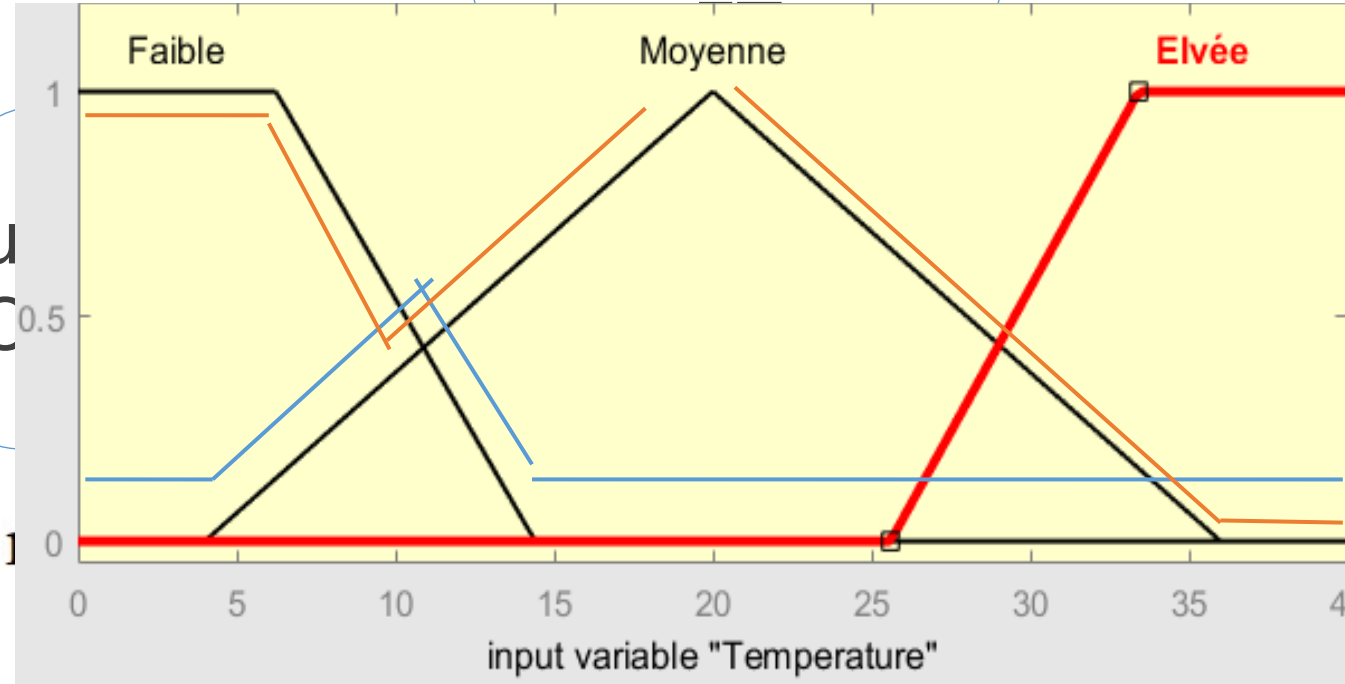
Faible ET
Moyenne

Intersection



Réu
C

c) = 1



• Moteur d'inférence •

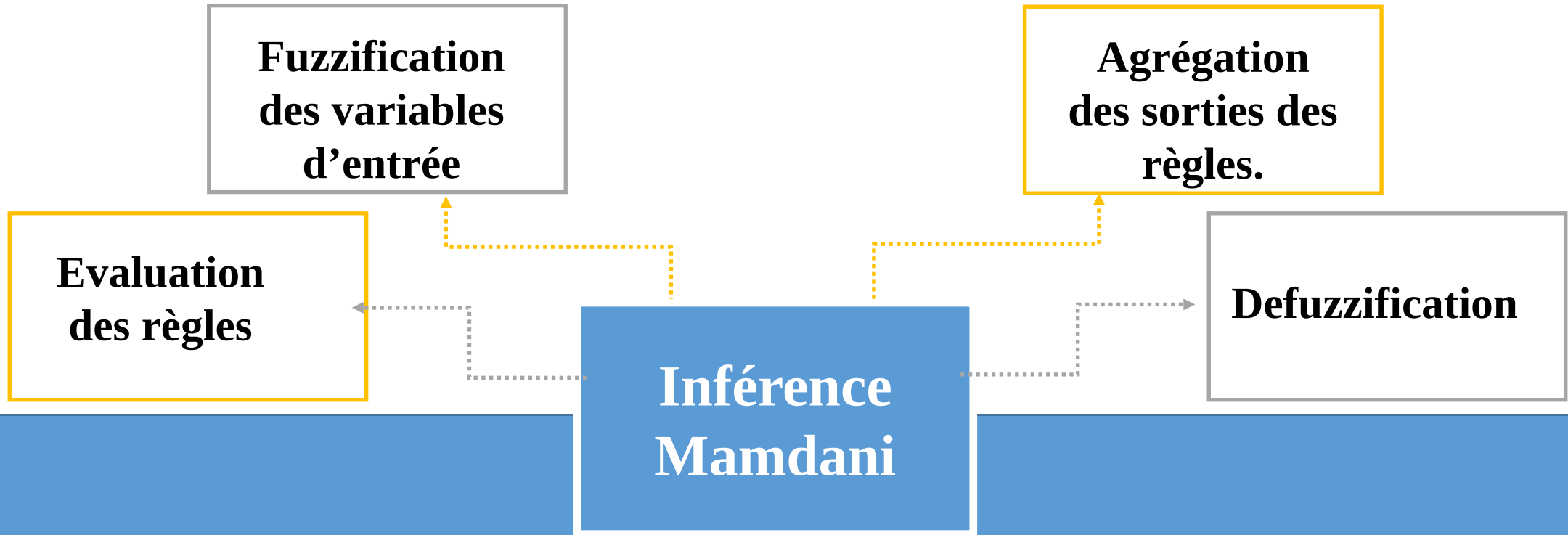
Est l'élément clé dans l'algorithme de la logique floue qui émule la prise de décision de l'expert.

Objectif

Définir les degrés d'appartenance de la variable de sortie aux ensembles flous.

Moteur d'inférence

L'inférence Mamdani procède selon quatre étapes :



Exemple

Soit le système de contrôle d'un ventilateur de maison ayant deux entrées :
Température et Humidité et une sortie: vitesse de ventilateur.



Supposons qu'il fait actuellement 18°C, et que
l'humidité est de 45%.

On applique ces entrées sur les fonctions
d'appartenance.

Evaluation des règles

Exemple

Fonctions d'appartenance :

$$\mathbf{T_e}(T_1)=0.0. \quad \mathbf{H_h}(H_1)=0.45$$

$$\mathbf{T_m}(T_1)=0.3 \quad \mathbf{H_s}(H_1)=0.4$$

$$\mathbf{T_f}(T_1)=0.5$$

Règles:

❖ Si $\mathbf{T_f}$ ou $\mathbf{H_s}$ alors Vitesse faible.

❖ Si $\mathbf{T_m}$ et $\mathbf{H_h}$ alors vitesse moyenne.

❖ Si $\mathbf{T_e}$ (température élevée) alors
vitesse élevée .

Règle 1 :

Si $\mathbf{T_f}(T_1)=0.5$ ou $\mathbf{H_s}(H_1)=0.4$ alors
vitesse faible (?).

On utilisent :

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

Vitesse faible=0.5

Règle 3 :

Si $\mathbf{T_e}(T_1)=0.0$
alors vitesse élevée (?).
Vitesse élevée =0.0.

Règle 2 :

Si $\mathbf{T_m}(T_1)=0.3$ et $\mathbf{H_h}(H_1)=0.34$
alors vitesse moyenne(?).

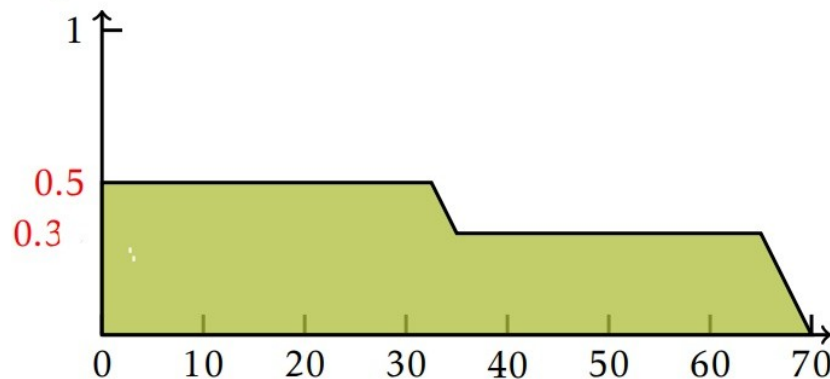
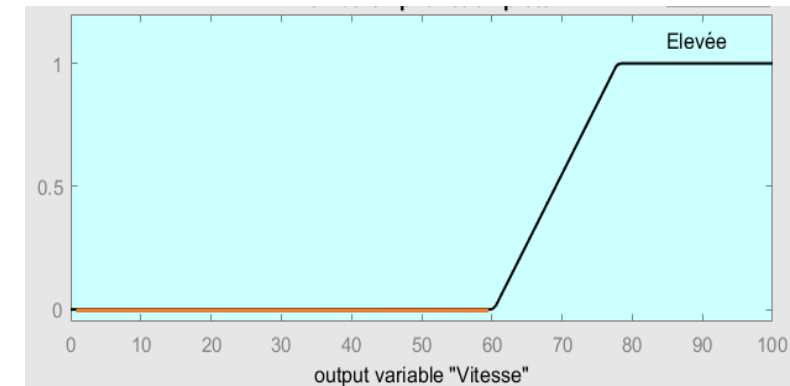
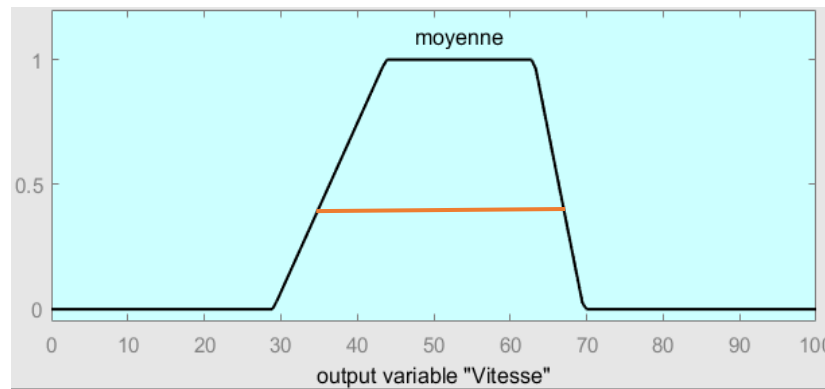
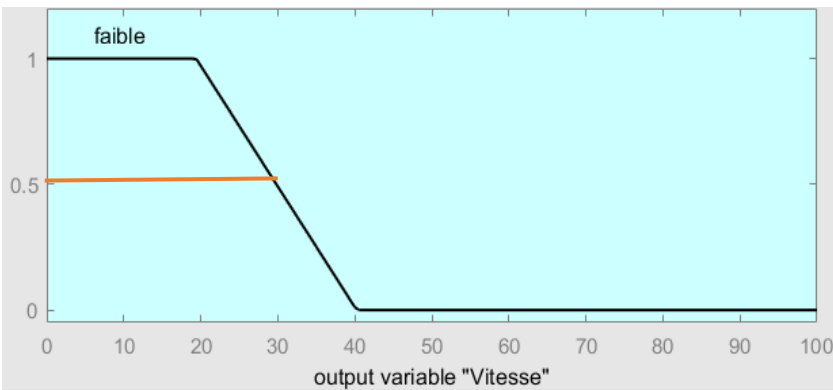
On utilisent :

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min[\mu_A(x), \mu_B(x)]$$

Vitesse moyenne =0.3

Inférence

on utilise la méthode de coupure pour combiner les règles, il faut créer un nouveau polygone à partir des trois fonctions d'appartenance de la conséquence C. La hauteur du polygone est déterminée à partir de la valeur d'appartenance.



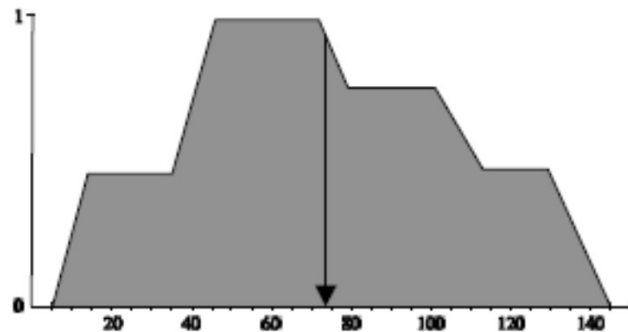
Agrégation des règles de sortie par coupure

Defuzzification

L'étape de la défuzzification consiste à convertir ces valeurs floues en variables réelles qui peuvent être utilisées.
Il existe deux méthodes fondamentales de défuzzification :

Méthode de centre de gravité (COG)

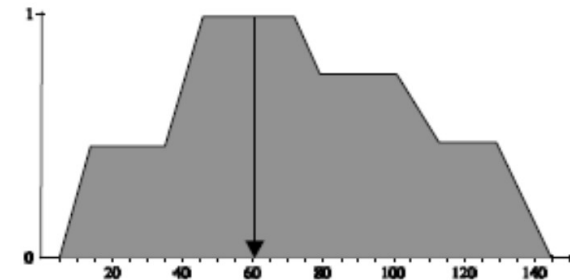
Calcule l'abscisse du centre de gravité de la fonction d'appartenance



La défuzzification par COG

Méthode de centre de maximum (COM)

Calcule l'abscisse pour lequel la fonction d'appartenance est maximale.



La défuzzification par COM

Defuzzification

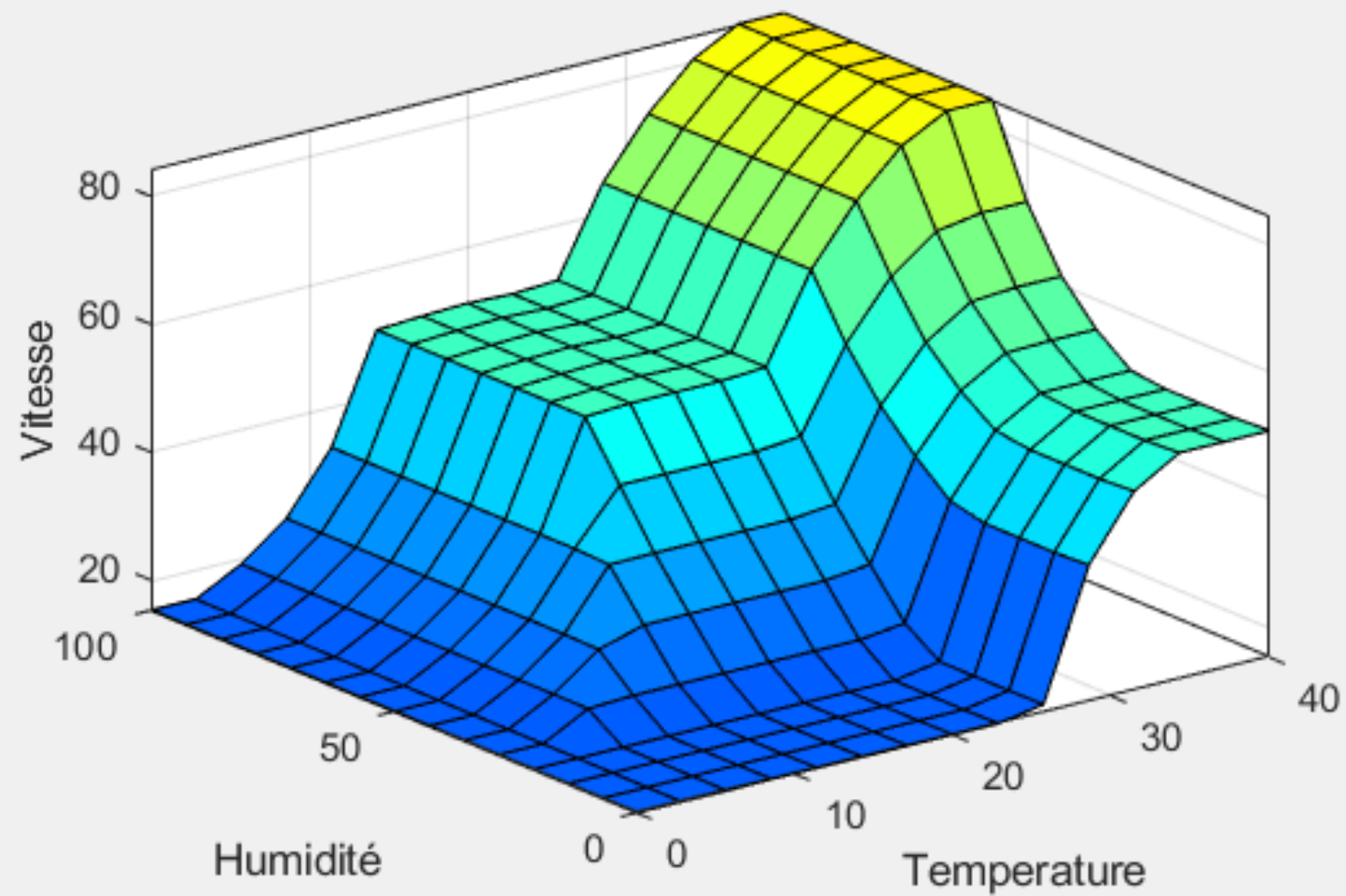
Après avoir combiné les règles, il faut maintenant produire un chiffre net comme sortie. Dans ce cas-ci, la sortie doit être la vitesse du ventilateur. La technique la plus populaire est la méthode du centre de gravité: on cherche le centre de gravité du polygone obtenu

$$CG = \frac{\sum_{x=a}^b \mu_A(x) \cdot x}{\sum_{x=a}^b \mu_A(x)}$$

Exemple: Pour l'exemple précédent :

$$CG = (0 + 10 + 20 + 30)(0,5) + (40 + 50 + 60)(0,3) / 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,3 + 0,3 + 0,3 \\ = 25,86$$

Le ventilateur doit donc être à 25.86% de sa vitesse maximale.



Application

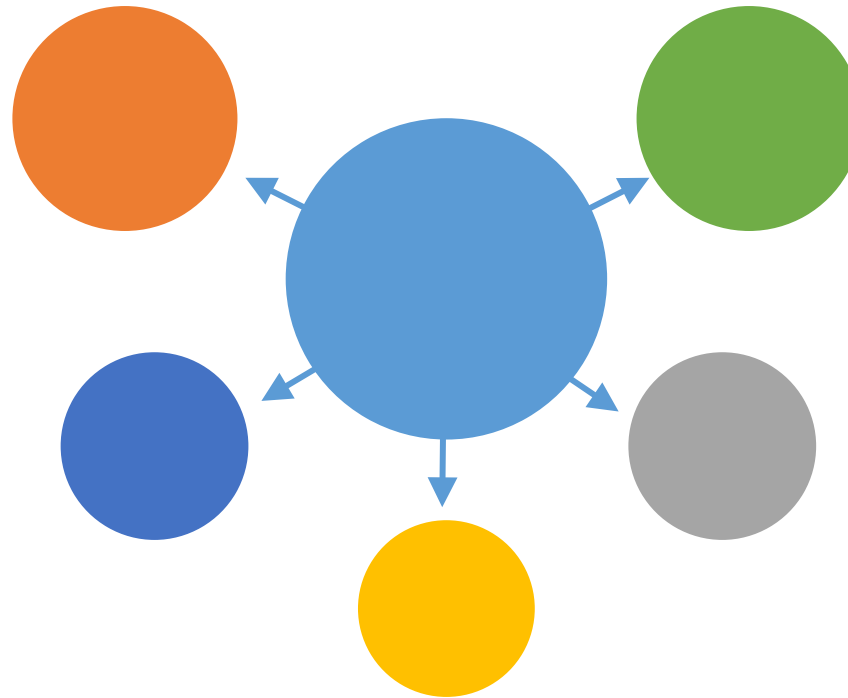
Aérospatial
contrôle d'altitude des
vaisseaux spatiaux et des
satellites.

Médecine
Système expert d'aide au
diagnostic médicale.

Informatique
Système expert.
Base de données relationnelles
Aide à la décision .

Automatisme
Caméras
Pilotes d'avion.

Système automobile
contrôle de la vitesse, contrôle de la circulation
Contrôle de circulation



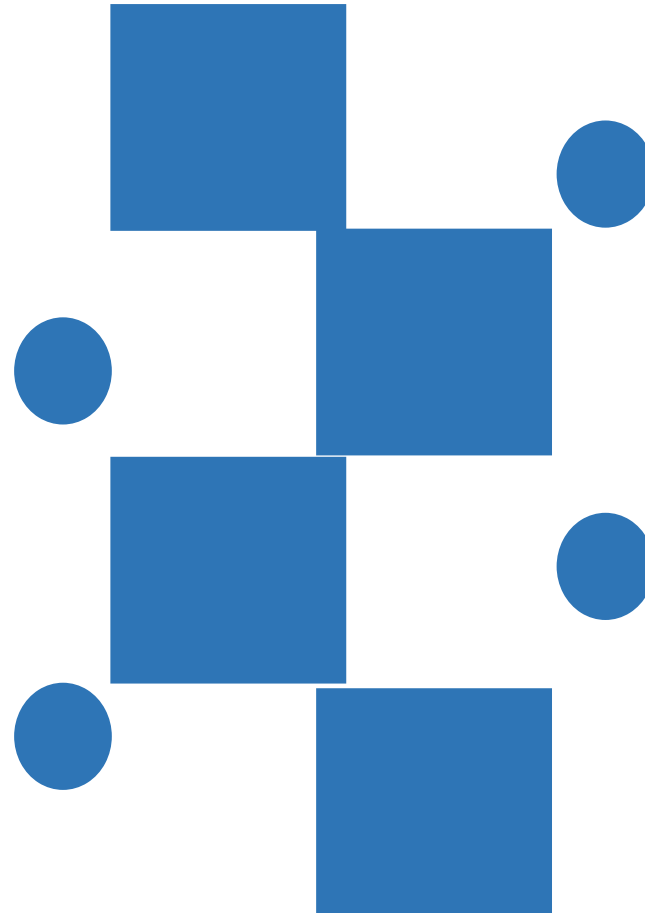
• Avantages & Inconvénients •

La logique floue peut fonctionner avec n'importe quel type d'entrée même .

Construction est très facile à lire et à comprendre

Peut fournir des solutions efficaces à un problème très complexe dans différentes industries.

A besoin de très peu de données pour préparer un modèle fort.



Il n'y a pas de façon standard de résoudre un problème par Fuzzy Logic

Fuzzy Logic System ne peut pas apprendre de ses erreurs ou échecs passés

Il devient parfois difficile de trouver des règles exactes et des fonctions d'adhésion pour certains problèmes.