

## PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA FONCTION FUZ

### ALGORITHME D'INFERENCE FLOUE

La fonction FUZ assure le calcul des inférences floues en réalisant les étapes suivantes :

- \* lecture des valeurs numériques des variables d'entrée
- \* évaluation de chaque fonction d'appartenance (Fuzzification)
- \* évaluation de chaque règle
- \* calcul des fonctions d'appartenance de sortie résultantes
- \* calcul des valeurs numériques des variables de sortie (Défuzzification)

### Règles floues

Les règles floues utilisées sont basées sur le type de règles "de Mamdani".

Les règles sont toutes activées en même temps et acceptent au maximum trois prédicats (conditions) et deux conclusions.

### Fonctions d'appartenance

Les fonctions d'appartenance peuvent être définies relativement à des entrées et des sorties de la fonction. Elles sont toutes "normalisées", c'est-à-dire que les degrés d'appartenance minimal et maximal atteints par la fonction d'appartenance sont 0 et 100%. La normalisation n'est pas faite entre 0 et 1 du fait que les calculs sont réalisés en nombres entiers.

On dispose des possibilités suivantes:

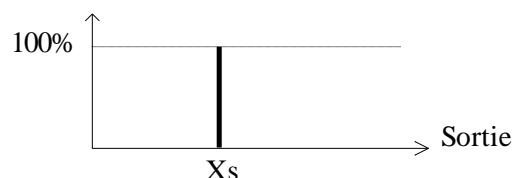
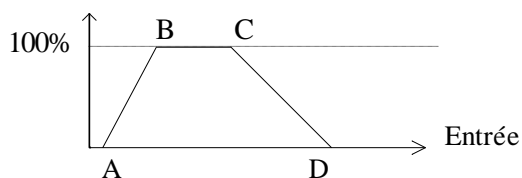
*Pour les fonctions d'appartenance des entrées :*

- \* triangulaire symétrique
- \* triangulaire asymétrique
- \* demi-trapèze gauche
- \* demi-trapèze droit
- \* trapèze symétrique
- \* trapèze asymétrique

*Pour les fonctions d'appartenance des sorties :*

- \* singleton (réduite à un point).

Les fonctions d'appartenance d'entrées sont représentées dans la fonction sous forme des abscisses  $X_a$ ,  $X_b$ ,  $X_c$ ,  $X_d$  de quatre points caractéristiques successifs. Les fonctions d'appartenance des sorties sont représentées par la seule valeur du singleton correspondant  $X_s$ .



### Méthode d'inférence

La fonction FUZ utilise des règles floues de Mamdani avec les opérateurs suivants :

- \* opérateur "ET" : MIN
- \* opérateur d'implication : MIN
- \* opérateur d'agrégation ou "OU" : MAX

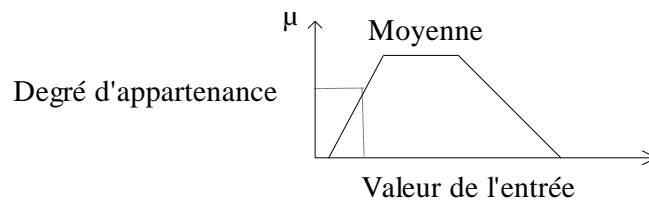
### Défuzzification

La fonction FUZ utilise la méthode de défuzzification par calcul du centre de gravité des singletons.

## UTILISATION DES OPERATEURS DE LOGIQUE FLOUE DANS LE CALCUL DES INFERENCEES

### Fuzzification

Correspondance directe entre valeur numérique d'entrée et degré d'appartenance :

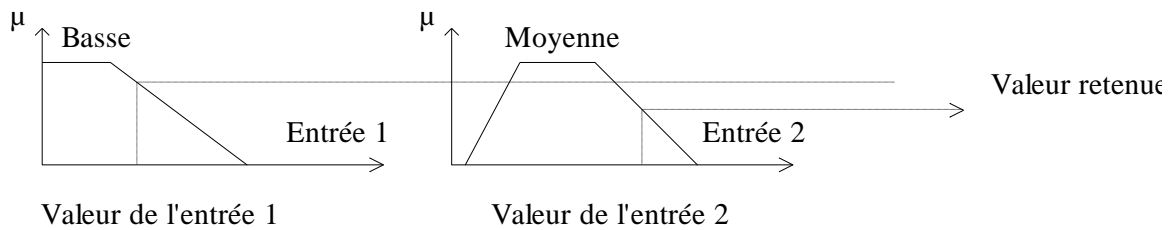


### Règles

\* Opérateur ET: MIN

La valeur retenue comme degré d'activation de la règle est le minimum des degrés d'appartenance des prédicats

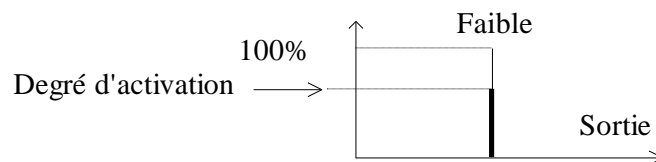
ex: Si Entrée 1 Basse ET Entrée 2 Moyenne ALORS .....



\* Opérateur d'implication : MIN

La fonction d'appartenance de sortie est "écrêtée" à la valeur du degré d'activation de la règle.

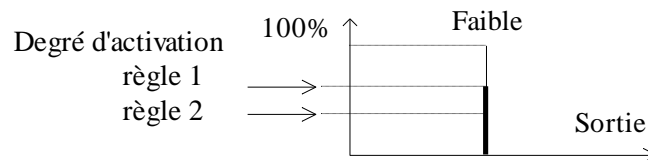
ex: .....ALORS Sortie Faible



\* Opérateur d'agrégation : MAX

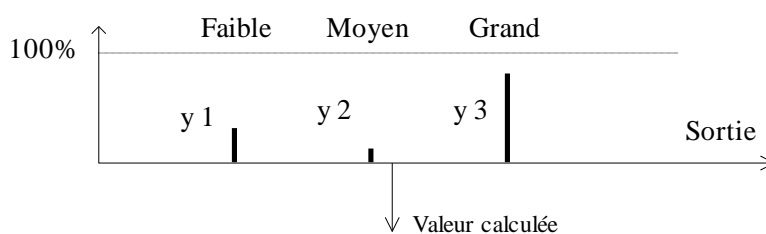
Si plusieurs règles utilisent une même conclusion, la fonction d'appartenance de sortie est finalement "écrêtée" à la valeur du degré d'activation de règle le plus élevé.

ex:



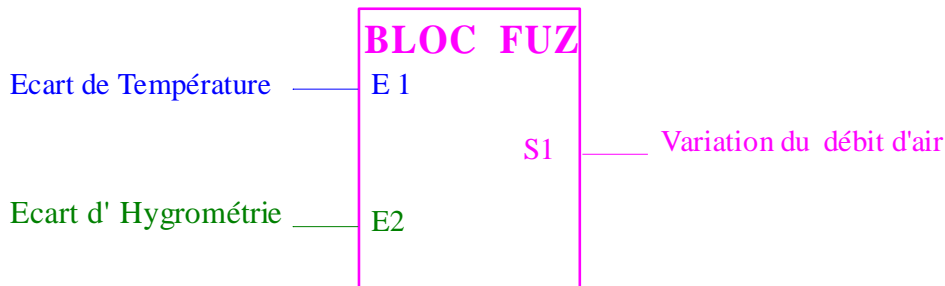
### Défuzzification

La valeur numérique calculée de la sortie correspond au centre de gravité de l'ensemble des singletons de la sortie.



## EXEMPLE

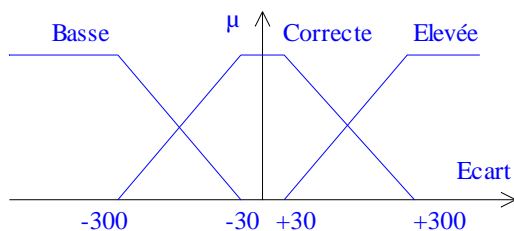
Paramètres entrées / sorties



Fonctions d'appartenance pour les variables d'entrées :

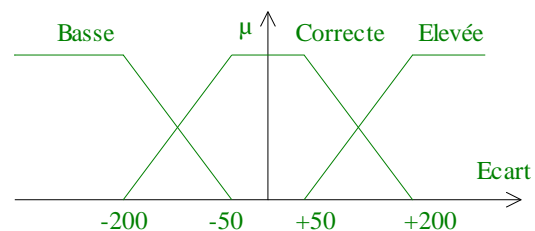
Température : - 30° à + 130°  
Echelle : - 3000 à + 13000

Température



Humidité : 0 à 100 %  
Echelle : 0 à 10 000

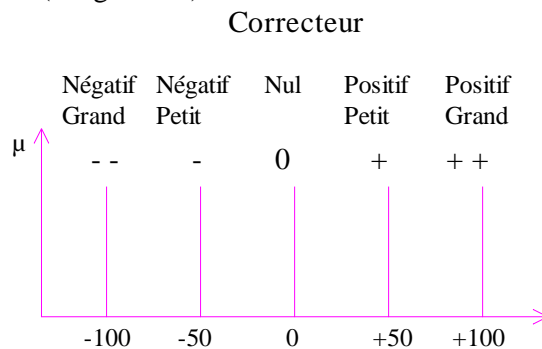
Humidité



Matrice d'inférence

	Ecart de température			
	+300	+30	-30	-300
Ecart d' humidité	+200	+	+	++
	+50	—	○	+
	-50	—	—	○
	-200			

Fonction d'appartenance pour la variable de sortie  
( singletons )

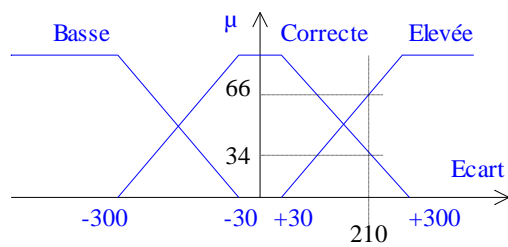


Règles d'inférence:

- R1: SI la température est Elevée ET l'hygrométrie est Elevée ALORS déplacement vantelle Positif Petit
- R2: SI la température est Correcte ET l'hygrométrie est Elevée ALORS déplacement vantelle Positif Petit
- R3: SI la température est Basse ET l'hygrométrie est Elevée ALORS déplacement vantelle Positif Grand
- R4: SI la température est Elevée ET l'hygrométrie est Correcte ALORS déplacement vantelle Négatif Petit
- R5: SI la température est Correcte ET l'hygrométrie est Correcte ALORS déplacement vantelle Nul
- R6: SI la température est Basse ET l'hygrométrie est Correcte ALORS déplacement vantelle Positif Petit
- R7: SI la température est Elevée ET l'hygrométrie est Basse ALORS déplacement vantelle Négatif Grand
- R8: SI la température est Correcte ET l'hygrométrie est Basse ALORS déplacement vantelle Négatif Petit
- R9: SI la température est Basse ET l'hygrométrie est Basse ALORS déplacement vantelle Négatif Petit

Exemple : Ecart de Température = +210

Température



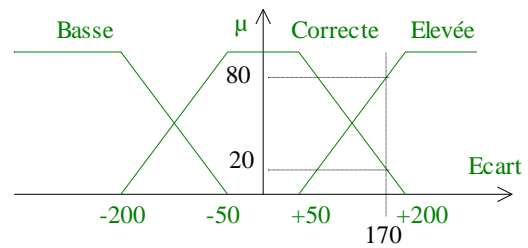
On peut lire :

$\mu = 66\%$  sur la caractéristique "élevée"

$\mu = 34\%$  sur la caractéristique "Correcte"

Exemple : Ecart d'Hygrométrie = +170

Hygrométrie



On peut lire :

$\mu = 80\%$  sur la caractéristique "élevée"

$\mu = 20\%$  sur la caractéristique "correcte"

Règles concernées :

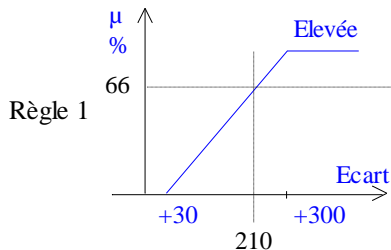
R1: écart de température élevé ET écart d'hygrométrie élevé ALORS déplacement positif petit de la vantelle

R2: écart de température correct ET écart d'hygrométrie élevé ALORS déplacement positif petit de la vantelle

R4: écart de température élevé ET écart d'hygrométrie correct ALORS déplacement négatif petit de la vantelle

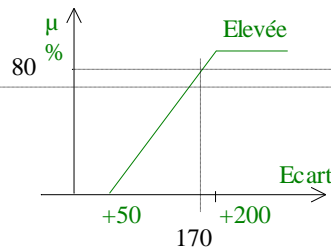
R5: écart de température correct ET écart d'hygrométrie correct ALORS déplacement nul de la vantelle

Température

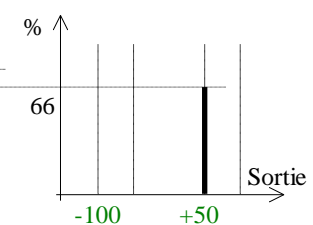


Règle 1

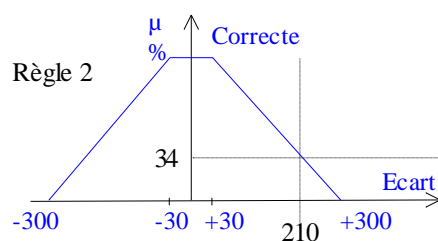
Hygrométrie



Variation du débit d'air

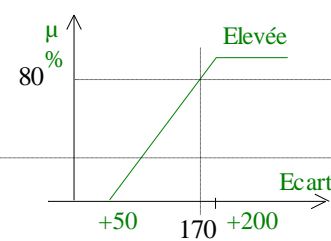


Température

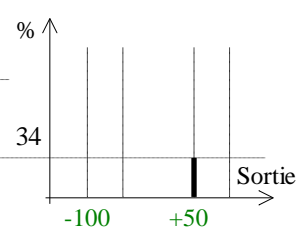


Règle 2

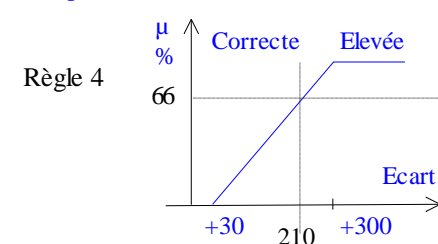
Hygrométrie



Variation du débit d'air

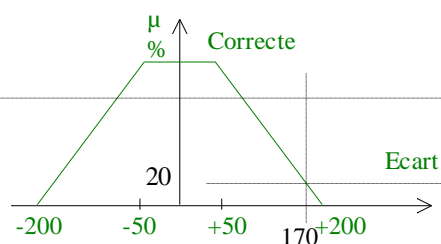


Température

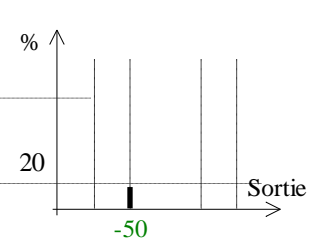


Règle 4

Hygrométrie



Variation du débit d'air



La règle 5 provoquant un déplacement nul n'est pas prise en compte dans le calcul de la défuzzification. Les règles 1 et 2 utilisent la même conclusion (variation=+50), la fonction d'appartenance de cette sortie est "écrêtée" à la valeur du degré d'activation de règle le plus élevé (66%).

DEFUZZIFICATION :

la valeur numérique de la sortie correspond au centre de gravité des singletons :

$$(+50 \times 66/100) + (-50 \times 20/100) = +33 - 10 = +23.$$

La vantelle doit s'ouvrir (+) de manière à obtenir une variation de débit d'air de 23%.