

# Chapitre 7

## Logique floue

### Objectifs

1. Comprendre le raisonnement derrière la logique floue (Fuzzy Logic)

Logique floue, en anglais fuzzy logic, est une théorie qui a été mise au point dans les années '60 du dernier siècle par le professeur Zadeh. Aujourd'hui cette technique est utilisée dans beaucoup d'applications comme dans des laves vaisselle jusqu'aux compresseurs. Tout ce qui n'est pas spécifié exact est mis dans le sac de logique floue. Professeur Zadeh est parti de ce point de vue pour développer sa théorie. Les mathématiques 'normales' sont bien connus. Des ensembles avec leurs éléments. Soit l'élément appartient à cet ensemble soit il n'y appartient pas. L'élément appartient à un ensemble ou plusieurs ou aucun mais le concept reste la même : oui ou non, vrai ou pas. Logique binaire. Mais que ce passe t'il si tout n'est pas clair ? Un élément contient un peu à un ensemble, un peu à un autre et le reste n' appartient à aucun ensemble. Maintenant nous sortons du raisonnement binaire et entrons dans la logique floue. Comment peut on utiliser cette théorie dans la théorie de réglage ? Supposons qu'il faut réchauffer une chambre. Dans cette chambre il se trouvent plusieurs gens. Chaque personne a sa température préférée. Une personne veut une température de 20 degrés l'autre de 22 degrés encore une autre 18 degrés. Que faut il faire maintenant parce qu'il n'y a pas de situation claire, de consigne claire. La logique floue nous aide.

### 7.1 Représentation floue

La logique binaire est basée sur vrai ou faux. De temps en temps cette méthode n'est pas applicable pour formaliser des actions humaines.

Un exemple est le phénomène 'être vieux'. Demandons nous : quand est on vieux ? La logique binaire poserait simplement : mettez une frontière avec une valeur numérique par exemple quelqu'un est vieux à 60 ans. Mais cela veut dire que quelqu'un le jour avant son anniversaire est encore jeune et le jour après il est

vieux. Cette transition est trop brusque. On peut exprimer le terme linguistique vieux d'une façon mathématique par construction d'une transition qui donne une certaine valeur de vérité selon l'âge. On peut interpréter ceci comme une valeur de probabilité. On demande à cent personnes quand une personne est vieille il y en a qui vont répondre à 52, d'autres répondent à 55, encore un autre à 66. Le groupe va construire une valeur de vérité pour la notion vieux. Le nombre de personnes qui trouve quelqu'un vieux à un certain âge est la valeur de vérité. Par exemple dans un groupe de cent personnes 5 personnes trouvent que quelqu'un est vieux à 55 et 7 personnes trouvent que quelqu'un est vieux à 67 et 25 personnes trouvent que quelqu'un est vieux à 60. Donc 60 ans a la valeur de vérité de 25 et 67 a une valeur de vérité de 7. D'une telle manière on construit une courbe qui représente 'être vieux' et cette courbe est appelée *fonction d'adhésion*.

**En fait on donne une variable linguistique une expression mathématique sous forme d'un nombre ou d'une fonction.**

**La construction d'une fonction d'adhésion est la première étape dans le processus d'automatisation flou et est appelée fuzzification .**



FIGURE 7.1 – source : regeltechniek2, Die Keure

## 7.2 Notions de base

- Fonction d'adhésion : Mettre la norme d'un ensemble flou veut dire que l'on accorde une valeur entre 0 et 1 aux éléments de cet ensemble.
- degré d'adhésion : ceci est le résultat de fuzzification. Un élément est accordé à une valeur qui exprime dans quel degré cet élément appartient à l'ensemble.

Dans la figure ci dessous on voit une application des deux notions.

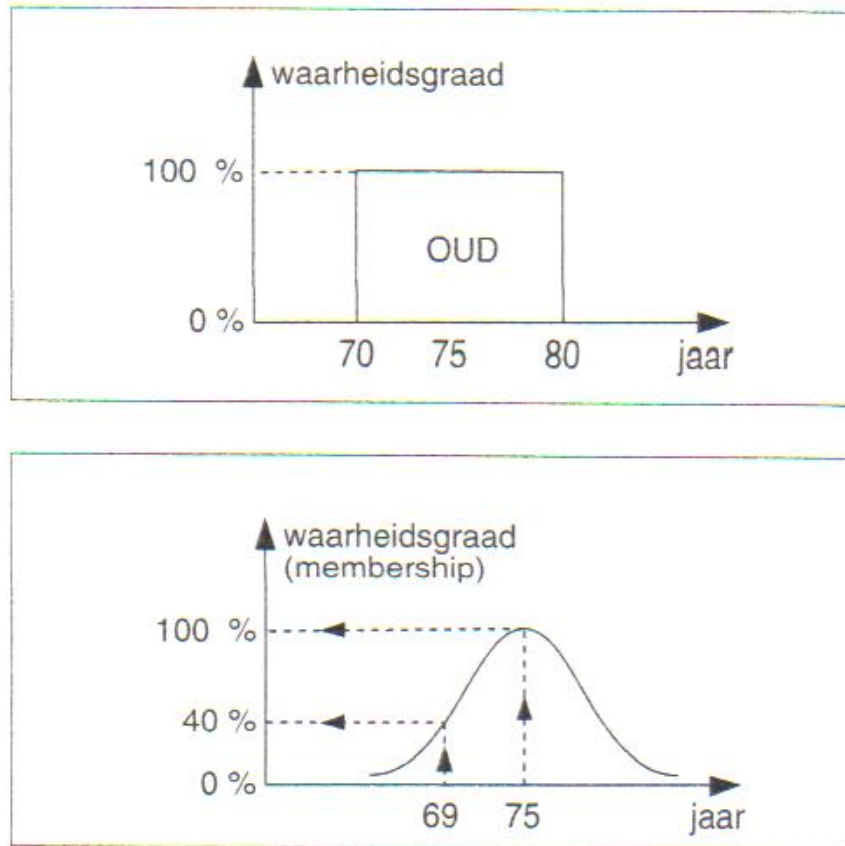


FIGURE 7.2 – source : regeltechniek2, Die Keure

### 7.3 Opérations de base

Comme ailleurs on va travailler avec des opérateurs dans la logique floue, plus spécifiquement avec des opérateurs de Boole. Les opérateurs ET,OU,NON peuvent coupler ces variables linguistiques. Chaque opération accordera avec une valeur selon le degré d'adhésion.

- ET= minimum degré d'adhésion
- OU= maximum degré d'adhésion

- NON=1-degré d'adhésion

Ces opérations nous permettront de construire des règles pour régler le processus. En générale on peut dire que la relation entre entrées et sorties sont exprimées en règles. **La construction des règles est la deuxième étape du processus d'automatisation floue et est appelée inférence floue.**

Par exemple : Si la température est basse ET la pression haute ALORS on ouvre la vanne à moitié.

## 7.4 Réglage floue

Le processus d'automatisation floue existe en trois étapes.

- **Fuzzyfication** : Les entrées du régulateur floue sont les sorties du processus et donc ne sont pas des valeurs floues mais des valeurs exactes. Il faut transformer ces valeurs exactes en valeurs floues. Il faut accorder des fonctions d'adhésions aux valeurs d'entrées.
- **Fuzzy inference** : ceci est la partie la plus difficile. On va construire des règles à l'aide des opérateurs Boole.
- **Defuzzification** : Ceci est la prescription de décodage par rapport au résultat de la conclusion floue pour spécifier une valeur exacte à la sortie. Il y a plusieurs possibilités mais la plus utilisée jusqu'à maintenant est la méthode des points de gravité. On la fait comme ceci. On prend la somme logique des règles du processus et de la surface qui suit de cette somme on prend le point de gravité. La figure ci dessous vous donne un exemple.

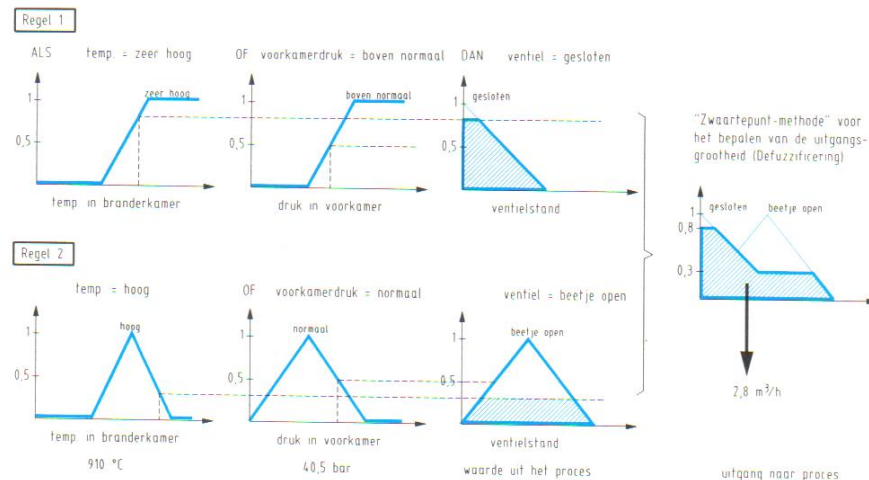


FIGURE 7.3 – source : regeltechniek2, Die Keure

## 7.5 Régulateurs flous

Quand est il sensé d'utiliser la logique floue ? :

- Est le système non-linéaire ou difficile à linéariser.
- Le système est équivoque.
- On peut exprimer le système mathématique mais il y a des cas spéciaux où le modèle ne marche pas.

On ne peut pas utiliser la logique floue quand :

- Le processus est discontinu
- Les méthodes classiques fournissent de bonnes solutions

Concernant la stabilité des circuits d'automatisations flous il n'y a pas d'épreuves de stabilités. Donc les conditions de stabilité ne sont pas encore fournies. La stabilité doit être éprouvée par expérience.

## 7.6 Casestudy

Pendant les leçons nous allons faire des exemples de processus réglée avec la logique floue.