



# La logique floue

Septembre 2002

La logique floue est née de la constatation que la plupart des phénomènes ne peuvent pas être représentés à l'aide de variables booléennes qui ne peuvent prendre que deux valeurs (0 ou 1). Peut-on considérer une eau à 18°C comme étant chaude ou froide ? N'est-elle pas ni vraiment chaude, ni vraiment froide mais tout simplement tiède ?

Pour répondre à ce type de question, la logique floue considère la notion d'appartenance d'un objet à un ensemble non plus comme une fonction booléenne mais comme une fonction qui peut prendre toutes les valeurs entre 0 et 1.

## Table des matières

<b>1.</b>	<b>DEFINITION</b>	<b>3</b>
1.1.	Principe	3
1.2.	Logique booléenne, logique floue et fonction d'appartenance	3
1.3.	Intérêt	3
<b>2.</b>	<b>APPLICATIONS</b>	<b>3</b>
2.1.	Systèmes de contrôles	4
2.2.	Classification	4
<b>3.</b>	<b>SYSTEME FLOU</b>	<b>4</b>
3.1.	Principe de fonctionnement	4
	Fuzzification ou quantification floue	4
	Inférence	4
	Défuzzification	4
3.2.	Logique floue et système expert	4
<b>4.</b>	<b>CONCLUSION</b>	<b>4</b>

## 1. Définition

### 1.1. Principe

La logique floue est née de la constatation que la plupart des phénomènes ne peuvent pas être représentés à l'aide de variables booléennes qui ne peuvent prendre que deux valeurs (0 ou 1). Peut-on considérer une eau à 18°C comme étant chaude ou froide ? N'est-elle pas ni vraiment chaude, ni vraiment froide mais tout simplement tiède ?

Pour répondre à ce type de question, la logique floue considère la notion d'appartenance d'un objet à un ensemble non plus comme une fonction booléenne mais comme une fonction qui peut prendre toutes les valeurs entre 0 et 1.

### 1.2. Logique booléenne, logique floue et fonction d'appartenance

Pour illustrer très concrètement le principe fondamental de la logique floue, nous allons prendre l'exemple de la température de l'air ambiant. Nous souhaitons évaluer la température extérieure. Fait-il chaud ou froid ?

Dans le cadre de la logique booléenne, il est nécessaire d'introduire un seuil correspondant à la valeur limite de la température extérieure qui va déterminer s'il fait chaud ou froid (figure 1).

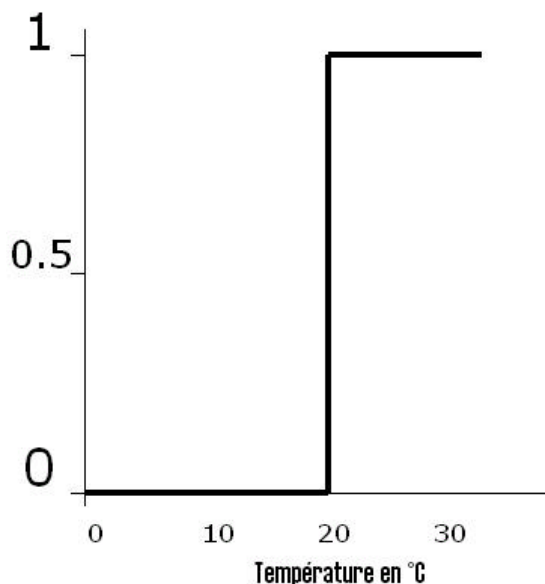


Figure 1

On s'aperçoit immédiatement que la logique booléenne est difficilement applicable à notre problème. Son utilisation en devient même complètement absurde : un simple degré d'écart entre deux températures peut faire basculer notre perception de la température d'un état à l'autre.

La logique floue, qui introduit une infinité de valeurs entre vrai et faux, permet de déterminer un degré d'appartenance à l'un ou l'autre état (figure 2). La logique floue comble donc les lacunes de la logique booléenne en introduisant la notion de continuité entre les états.

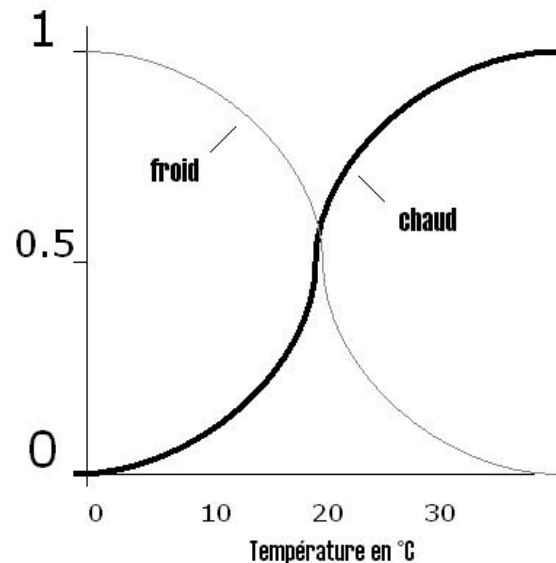


Figure 2

Par exemple, si nous constatons que la température extérieure est de 22°C, nous pouvons dire qu'il fait plus chaud que froid sans pour autant affirmer qu'il fait vraiment chaud !

### 1.3. Intérêt

Alors que les ordinateurs ne traitent que des nombres, les individus utilisent essentiellement des concepts liés entre eux par des règles logiques. Ces concepts, qui possèdent un fort contenu sémantique, sont matérialisés par des mots, plus ou moins vagues. La logique floue se propose de formaliser l'usage des termes vagues, dans le but de les rendre manipulables par les ordinateurs.

Ainsi, l'intérêt de la logique floue réside dans sa capacité à simplifier la réalisation et l'utilisation d'applications informatiques. Elle permet de remplacer des modèles mathématiques par des modèles basés sur des descriptions verbales simples.

## 2. Applications

La logique floue, qui possède les mêmes capacités de représentation que les réseaux de neurones, est surtout utilisée pour des applications où l'on dispose d'une expertise humaine pour résoudre un problème (contrairement aux réseaux de neurones qui nécessitent essentiellement des données). Elle est ainsi utilisée dans le cadre des systèmes de contrôle et, dans une moindre mesure, pour faire de la classification.

## 2.1. Systèmes de contrôles

De nombreux systèmes de contrôles pourraient être pilotés par un expert humain. Prenons l'exemple de la régulation d'un système d'arrosage de jardin. L'expert serait capable d'expliquer sa stratégie de contrôle en termes de règles floues. Par exemple : « S'il a fait relativement chaud dans l'après midi et s'il a fait beaucoup de vent, alors il faut arroser abondamment ». La logique floue possède donc sa place dans les systèmes de contrôles.

## 2.2. Classification

Comme pour l'automatisme, il existe des situations où un expert humain procéderait naturellement à une classification en utilisant, plus ou moins consciemment, des règles floues.

# 3. Système flou

## 3.1. Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement d'un système flou est simple. Celui-ci se décompose en trois étapes distinctes.

### Fuzzification ou quantification floue

Cette première étape consiste à déterminer le degré d'appartenance de chaque variable d'entrée à chaque état. Celui-ci est déterminé à l'aide des fonctions d'appartenance définies dans le système.

Ces fonctions d'appartenances, qui utilisent en général entre trois et sept états flous pour chaque variable, possèdent différentes formes : en triangles, en cloche ou encore en trapèze.

### Inférence

Les degrés d'appartenance de chaque variable à chaque état permettent d'appliquer les règles floues qui ont été préalablement définies. Le degré d'appartenance des variables de sortie à chaque état est ainsi obtenu.

### Défuzzification

En sortie, le système flou ne peut pas communiquer des valeurs floues qu'il peut seul exploiter. Il lui est donc nécessaire de fournir des valeurs précises, c'est le rôle de la défuzzification.

Cette étape s'effectue toujours à l'aide des fonctions d'appartenance. A partir des degrés d'appartenance, on obtient autant de valeurs qu'il y a d'états. Pour déterminer la valeur précise à

utiliser, on peut soit conserver le maximum, soit calculer la moyenne pondérée, soit déterminer le centre de gravité des valeurs obtenues.

## 3.2. Logique floue et système expert

Logique floue et système expert sont fortement liés. En effet, la construction d'un modèle en logique floue passe toujours par la transcription d'une expertise humaine sous la forme de règles floues. Celles-ci sont ensuite utilisées par le moteur d'inférence d'un système expert.

Comme ces règles sont exprimées en langage naturel à l'aide de termes vagues, elles sont en général facilement formulable par l'expert lui-même, ce qui n'est pas du tout le cas pour les systèmes experts classiques qui nécessitent des valeurs précises pour les variables manipulées.

# 4. Conclusion

La logique floue ouvre des possibilités remarquables de codification des connaissances des experts. Cependant, les applications utilisant la logique floue ne sont pas fondamentalement plus performantes. Elles sont tout simplement plus faciles à réaliser et à utiliser : l'utilisation faite par la logique floue d'expressions du langage courant permet au système flou de rester compréhensible pour les personnes non expertes. C'est ainsi que des machines complexes peuvent devenir plus conviviales grâce à l'utilisation de la logique floue.

Malheureusement la manipulation de règles non précises peut générer un nombre d'erreurs non négligeable. La mise en place d'un système flou nécessite donc une attention particulière lors de la phase de test de manière à détecter les éventuelles aberrations du système.



## Gestion des connaissances

outils et applications du knowledge management

Gestion des connaissances et knowledge management font partie des termes "à la mode" qu'il est de bon ton d'employer lors de réunions. Ces termes sont utilisés pour couvrir des notions parfois très éloignées les unes des autres et c'est ainsi que l'incompréhension peut s'installer. Pour dissiper cette incompréhension, il est indispensable que chacun connaisse la réponse à certaines questions essentielles.

Qu'est ce que la connaissance ? Quel est son rôle au regard de l'activité de l'entreprise ? Comment et pourquoi mettre en place une démarche de gestion des connaissances ? Quelle est la place des outils informatiques dans cette démarche ? Quelles sont leurs possibilités et leurs limites ? Quelles sont les applications possibles ? Autant de questions auxquelles cet ouvrage apporte des réponses claires.



## La logique floue

Septembre 2002

Gilles Balmisse