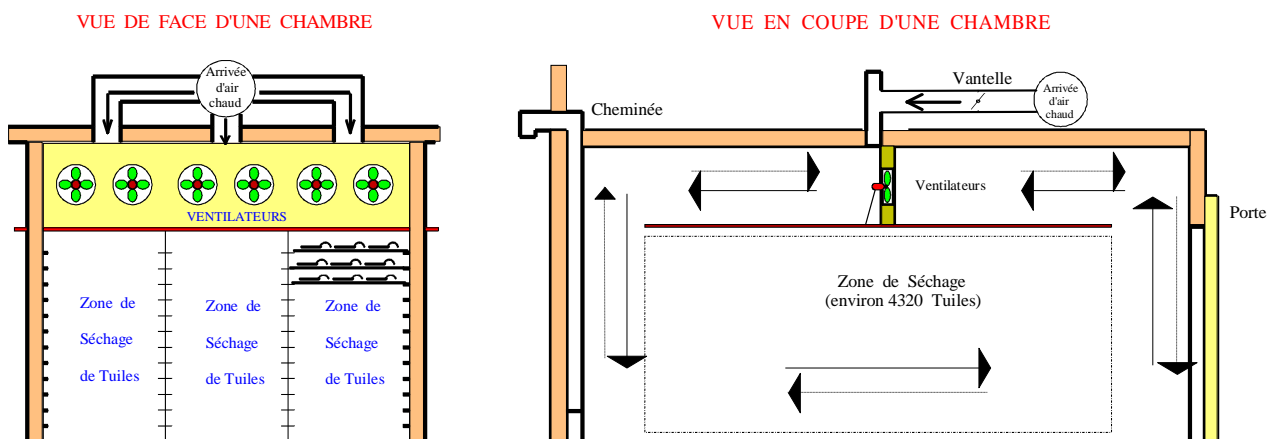


**Une application en logique floue, dans le cadre de l'épreuve de " RTI ",
réalisée par des étudiants de BTS MAI du lycée B.Pascal de Longuenesse
pour les établissements Woestelandt de Nieurlet (Nord)**

SECHAGE DE TUILES

Les tuiles, pressées à l'aide de trois machines travaillant à la cadence de 60 unités par minute, sont déposées sur des claies et transférées dans les chambres de séchage où elles séjournent trois jours. La phase de séchage est importante, car en entrant dans les chambres les tuiles sont encore molles et doivent éviter toute déformation. C'est dans cette phase de fabrication qu'elles acquièrent leurs caractéristiques mécaniques.

La Tuilerie des Flandres possède 2 ensembles de 9 chambres de séchage de tuiles.



Chaque chambre qui contient 4320 tuiles est équipée de :

- * 5 ou 6 ventilateurs (P unitaire 2,2kW) assurant une circulation d'air
- * 1 vantelle (P = 0,18kW) permettant l'admission d'air chaud
- * 1 sonde de température 4 - 20 mA (-30° C à +130° C)
- * 1 sonde d'hygrométrie 4 - 20 mA (0 à 100%)

Chaque ensemble est géré par un automate programmable TSX 37 programmé en langage à contacts (Ladder) et équipé de :

- * 2 cartes de 64 E/S TOR
- * 3 cartes de 8 entrées analogiques
- * 1 carte d'extension mémoire

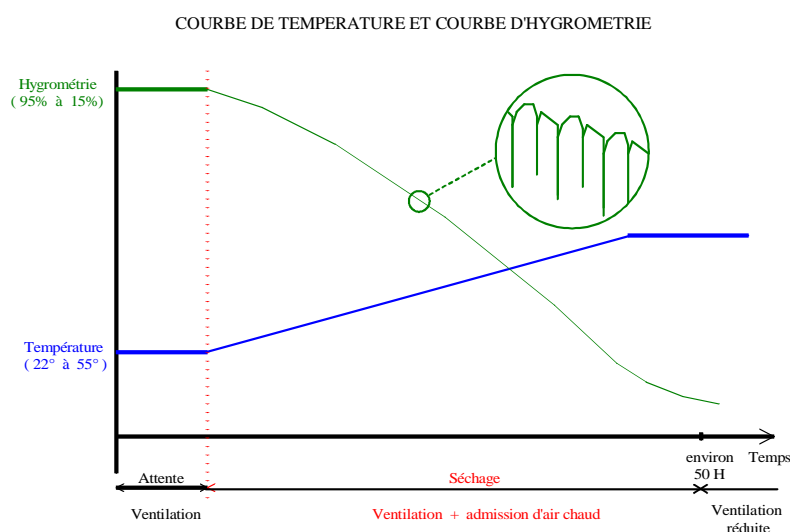
Un terminal de dialogue Magelis branché sur la prise auxiliaire de l'API permet :

- * d'afficher par chambre :
 - la température
 - l'hygrométrie
 - le temps de fonctionnement
 - la position de la vantelle
- * de modifier :
 - le temps d'attente
 - les profils de température
 - les profils d'hygrométrie
- * d'initialiser un certain nombre de paramètres connaissant un « mot de passe »

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Pour éviter la déformation des tuiles, il est nécessaire de prévoir un fonctionnement en 3 phases :

- *première phase* : ventilation des produits sans apport calorifique pendant un certain temps dit « temps d'attente »
- *deuxième phase* : ventilation des produits avec apport calorifique variable jusqu'au séchage désiré en suivant des profils d'hygrométrie et de température.
- *troisième phase* : ventilation des produits avec apport calorifique constant pour conserver le produit en attente de cuisson.



Le programme automate est structuré en une tâche maître pour le fonctionnement séquentiel des ventilateurs et 5 sous programmes pour la gestion des vannes et la gestion du terminal de dialogue Magelis.

Les ventilateurs fonctionnent 10 mn dans un sens, 10 mn dans l'autre sens avec des temps d'arrêts de 1 mn 30s pour les phases 1 et 2 et 15mn pour la phase 3.

Par chambre, un asservissement de température et d'hygrométrie, effectué en logique floue, permet la gestion des vannes en phase 2.

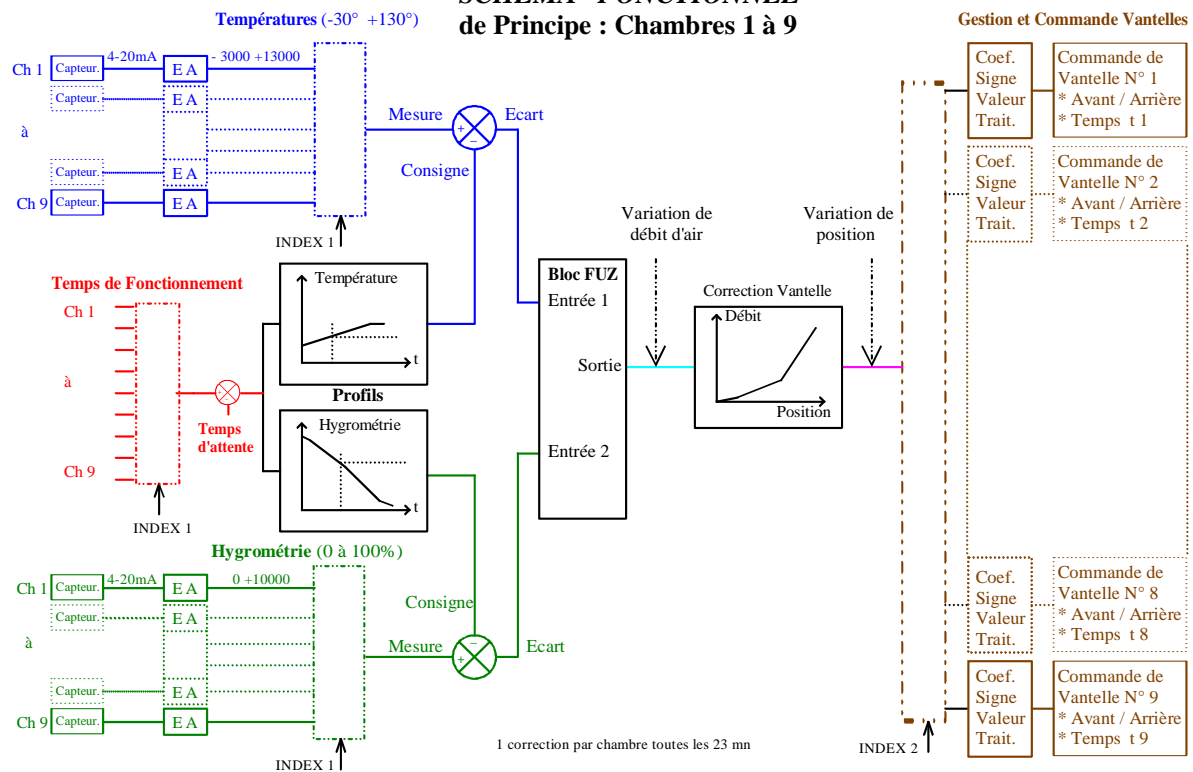
Le logiciel de logique floue, PL7-FUZ, est intégré dans l'automate TSX 37-21. Il permet de construire simplement des règles floues par modélisation du savoir faire de l'opérateur afin de déterminer automatiquement les bonnes consignes pour optimiser le fonctionnement des chambres de séchage.

Remarques :

* une chambre parmi les 9 est considérée comme chambre expérimentale ce qui lui autorise des réglages totalement indépendants des 8 autres chambres.

* l'asservissement étant identique dans sa structure pour les 9 chambres, on utilise le multiplexage et le démultiplexage (programmation en mots indexés) avec un seul bloc FUZ, ce qui limite l'occupation mémoire.

SCHEMA FONCTIONNEL de Principe : Chambres 1 à 9



A la suite d'une demande d'asservissement d'une chambre, le temps de fonctionnement est déterminé ainsi que les valeurs de consignes de température et d'hygrométrie. Après mesure de la température et de l'hygrométrie dans la chambre considérée, le calcul des écarts de température et d'hygrométrie est effectué et entré dans le bloc FUZ.

CONFIGURATION DU BLOC FUZ :

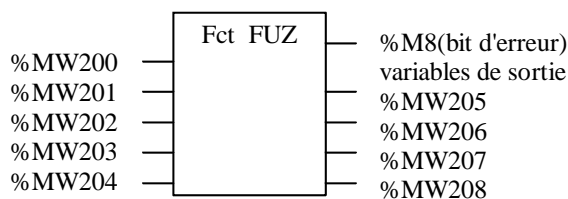
Paramétrage

Tableau constantes (%KW) %KW50:217

Tableau mots (%MW) %MW210:240

Mot Status/Commande %MW209

Paramètres E / S



%MW209:X0 Initialisation

%MW209:X1 Manu / Auto (0:manu et 1:Automatique)

%MW209:X2 Start: déclenche une inférence à chaque cycle si on est en mode "sur demande".

%MW209:X3 Mode continu si = 0
Mode sur demande si = 1

%MW209:X4 Forçage des entrées

Fonctions d'appartenance

%MW200	I
%MW201	I
%MW202	I
%MW203	I
%MW204	I
%MW205	O
%MW206	O
%MW207	O
%MW208	O

Dans notre application (2 entrées et 1 sortie)

%MW200 entrée température

%MW201 entrée hygrométrie

%MW205 sortie vantelle

Termes linguistiques associés (entrées)

> Basse

> Correcte

> Elevée

Termes linguistiques associés (sortie)

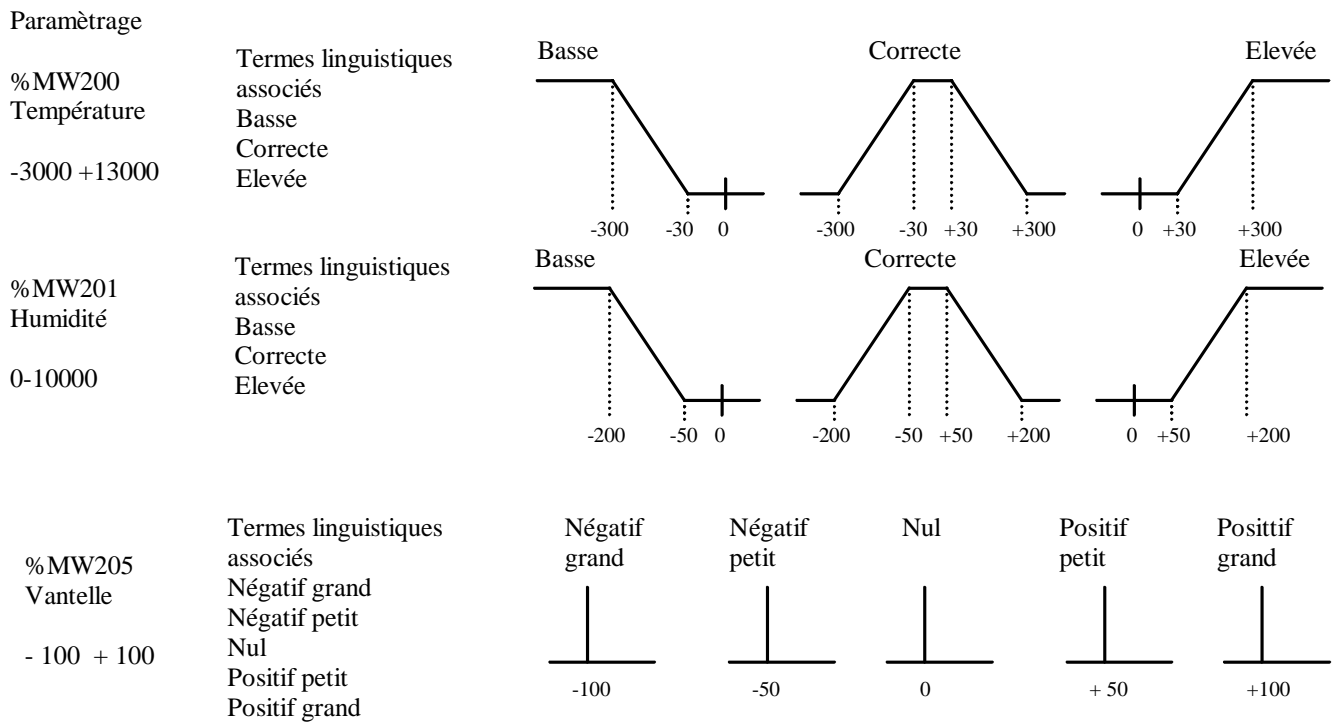
> Négatif Grand

> Négatif Petit

> Nul

> Positif Petit

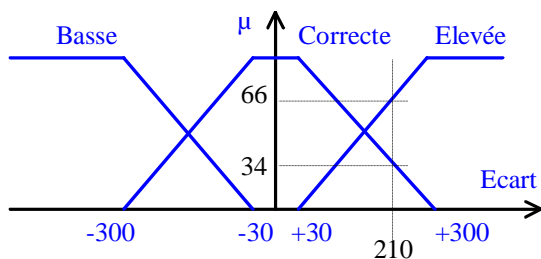
> Positif Grand



Règles	Température		Hygrométrie		Déplacement Vantelle	
	Si	%MW200	Et	%MW201	Alors	%MW205
R1		élevée		élevée		positif petit
R2		correcte		élevée		positif petit
R3		basse		élevée		positif grand
R4		élevée		correcte		négatif petit
R5		correcte		correcte		nul
R6		basse		correcte		positif petit
R7		élevée		basse		négatif grand
R8		correcte		basse		négatif petit
R9		basse		basse		négatif petit

Exemple : Ecart de Température = +210

Température



On peut lire :

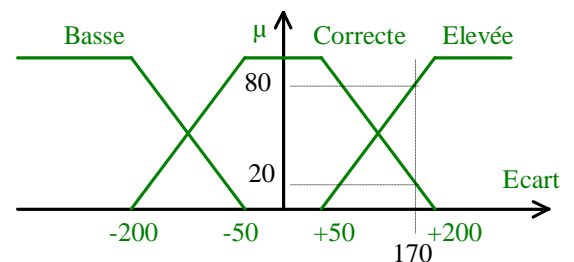
$\mu = 66\%$ sur la caractéristique "élevée"

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

Règles concernées : R1, R2, R4 et R5.

Exemple : Ecart d'Hygrométrie = +170

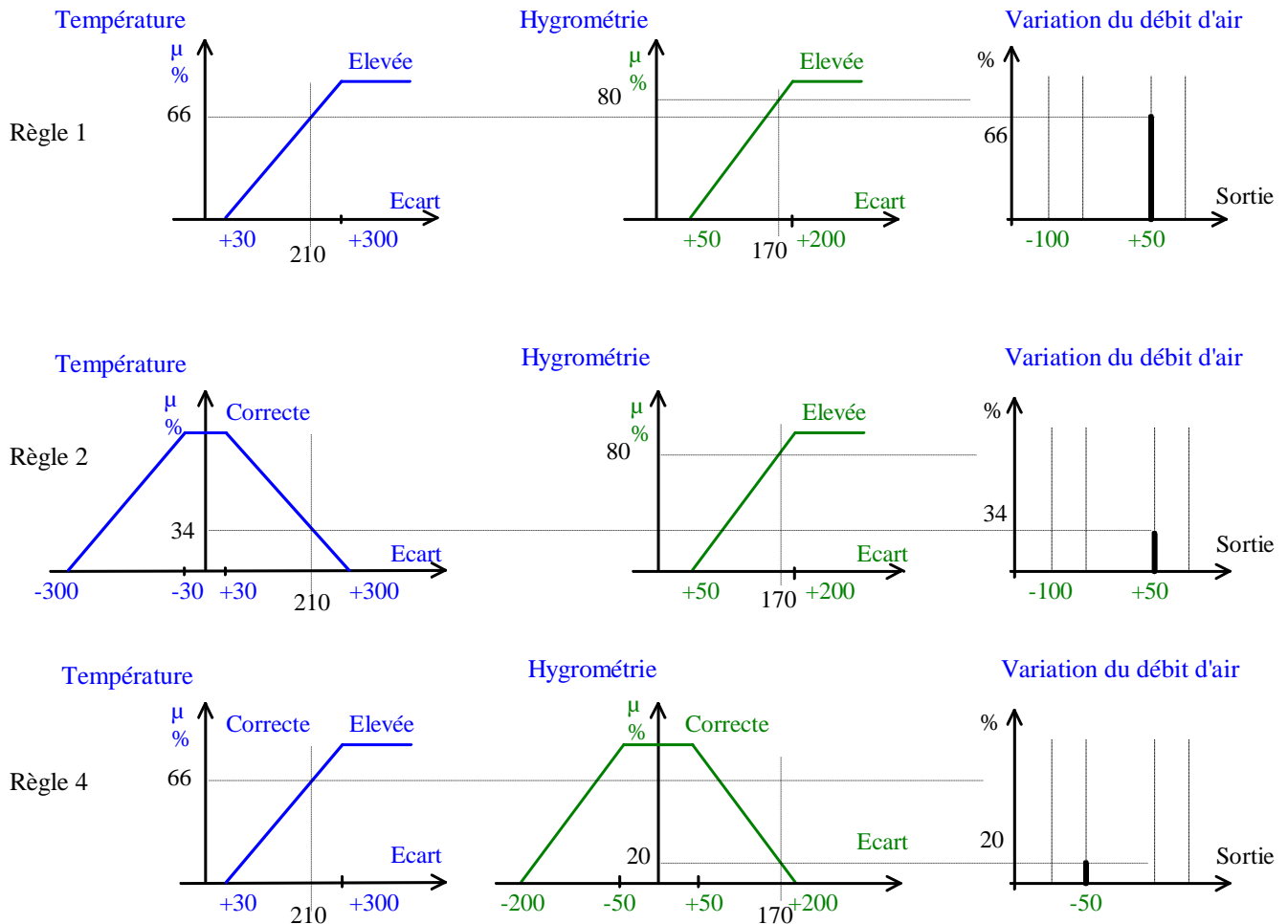
Hygrométrie



On peut lire :

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

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



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 :

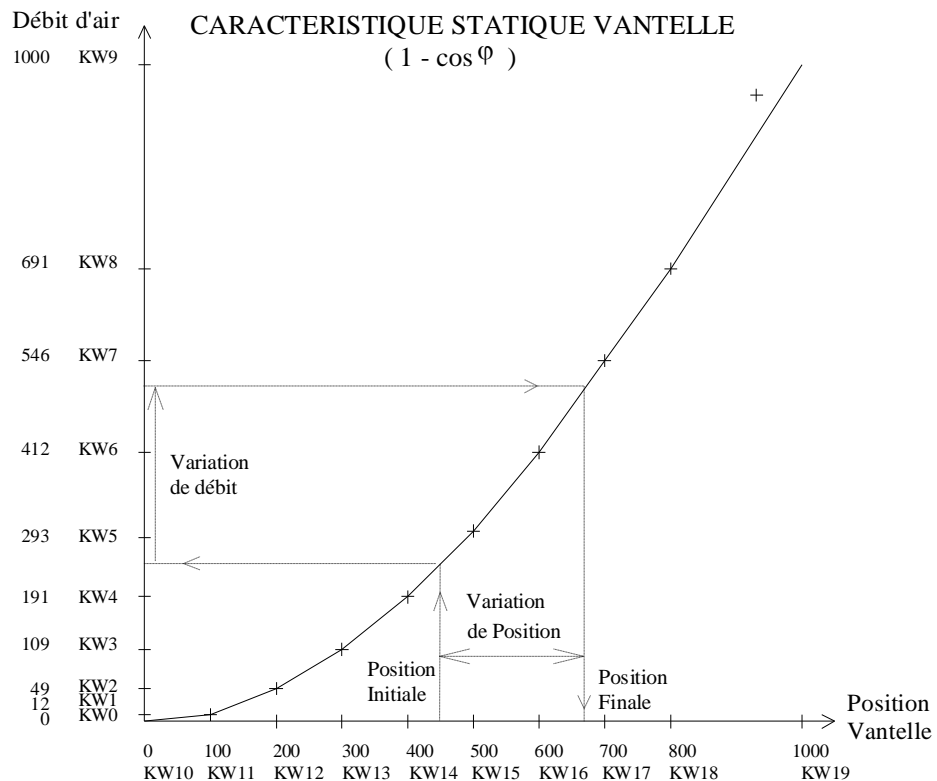
la valeur numérique de la sortie correspond au centre de gravité des singletons :

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

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

La position de la vantelle est obtenue par calcul en s'appuyant sur l'état des interrupteurs de fin de course d'ouverture et de fermeture ainsi que sur le temps d'ouverture et de fermeture.

Pour connaître la variation de position de la vantelle il est nécessaire d'effectuer une correction qui tient compte entre autre de sa position initiale.



Le signal "variation de position " est alors dé multiplexé afin d'assurer le pilotage des 9 vanteles.
Les résultats de calculs sont mémorisés pour permettre, à la scrutation suivante, une demande venant d'une autre chambre.

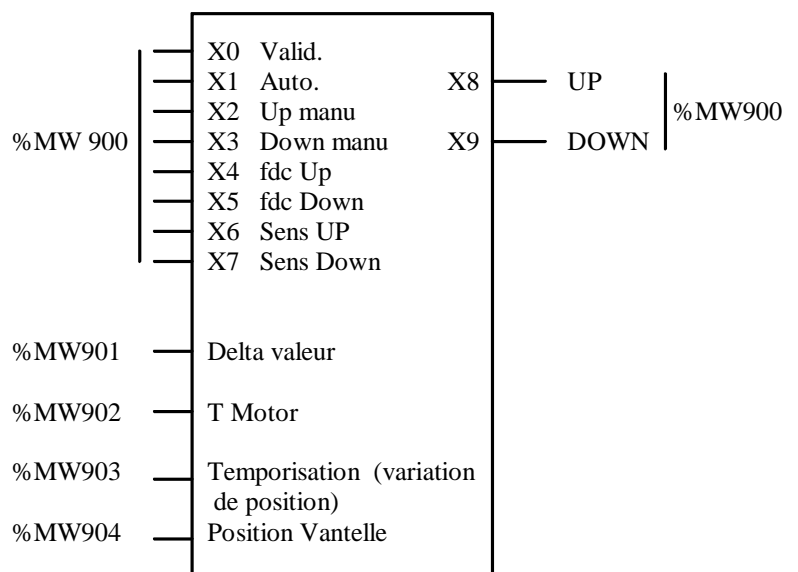
Le signal de variation de position de vantelle est une valeur numérique signée. Il faut donc isoler le signe pour déterminer le sens avant ou arrière de déplacement , la valeur absolue du signal est transformée en temps de fonctionnement du pré actionneur TOR.

Toutes ces informations sont mémorisées dans des zones programmes constituées par des tables de mots organisées comme suit :

9 tables de 8 mots
consécutifs caractérisent
la gestion des vanteles

Vantelle 1(10) : %MW900:8
Vantelle 2 (11) : %MW910:8
Vantelle 3 (12) : %MW920:8
Vantelle 4 (13) : %MW930:8
Vantelle 5 (14) : %MW940:8
Vantelle 6 (15) : %MW950:8
Vantelle 7 (16) : %MW960:8
Vantelle 8 (17) : %MW970:8
Vantelle 9 (18) : %MW980:8

EXEMPLE : chambre 1 (10)



Chaque chambre sollicite le Bloc FUZ toutes les 23 mn en fin de ventilation avant (voir l'évolution de l'hygrométrie en fonction du sens de rotation des ventilateurs).