# 1) IEC 61131-3 Introduction

# La norme* IEC 61131-3 standardise la programmation des automates

*Nous allons aborder la description des fonctions logiques en langage LD, FBD,ST et IL*

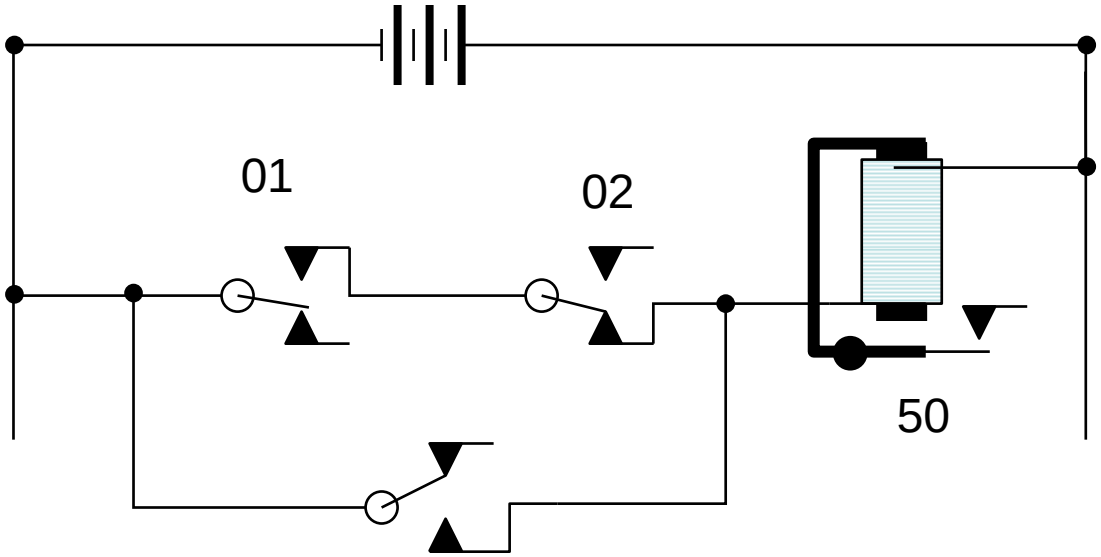
* Document établi par consensus et approuvé par un organisme de normalisation reconnu (ISO, CEI, NF ...).

Notes de cours

Philippe RAYMOND

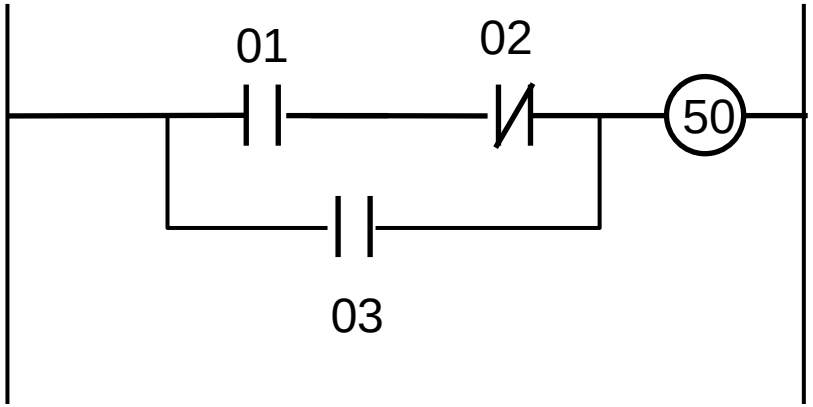
septembre 2005

# Le Langage LD
# Ladder Diagram

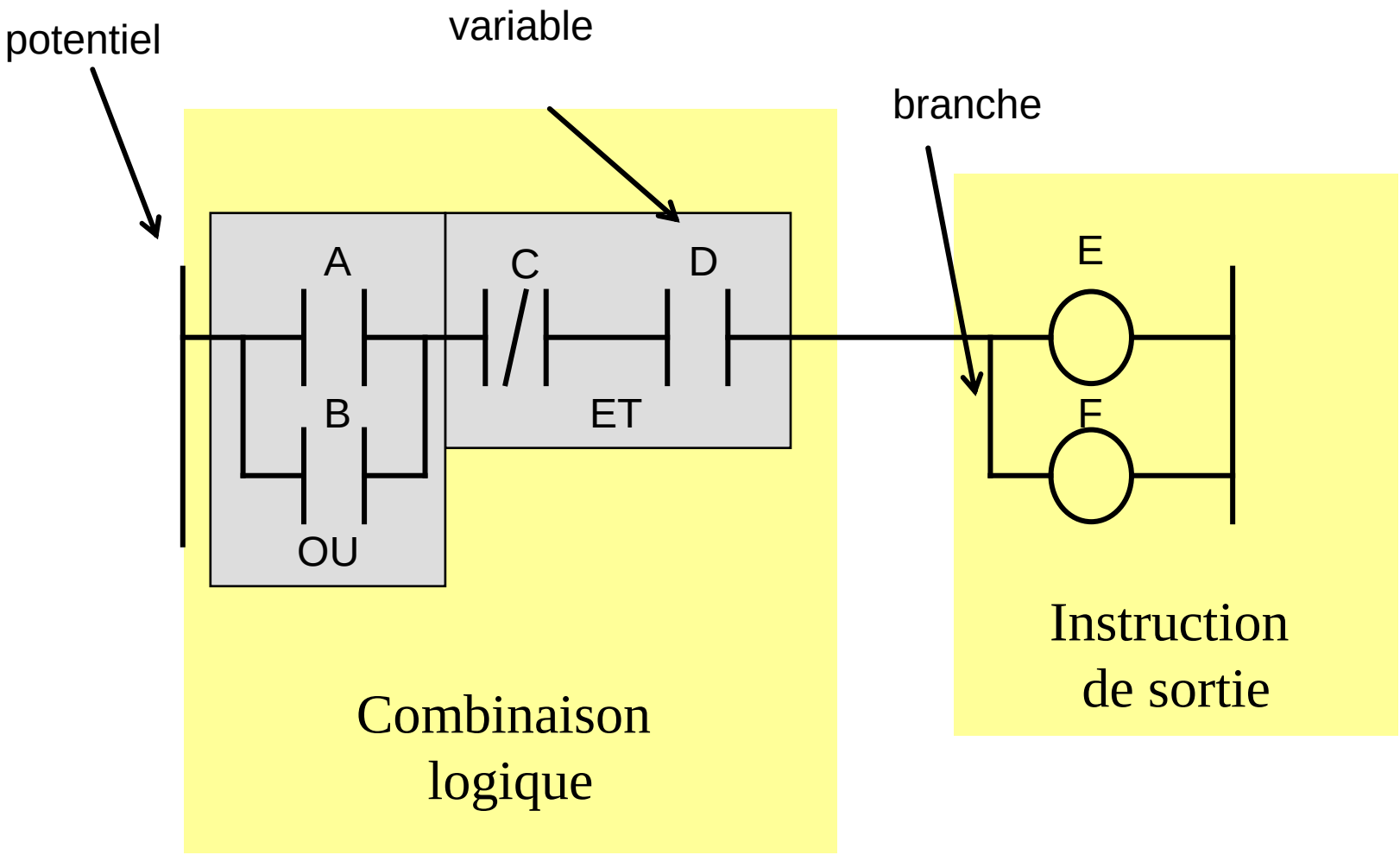



**L'un des premiers langages pour les automates,**
**reconnu depuis longtemps aux USA, en Amérique, et en Asie**

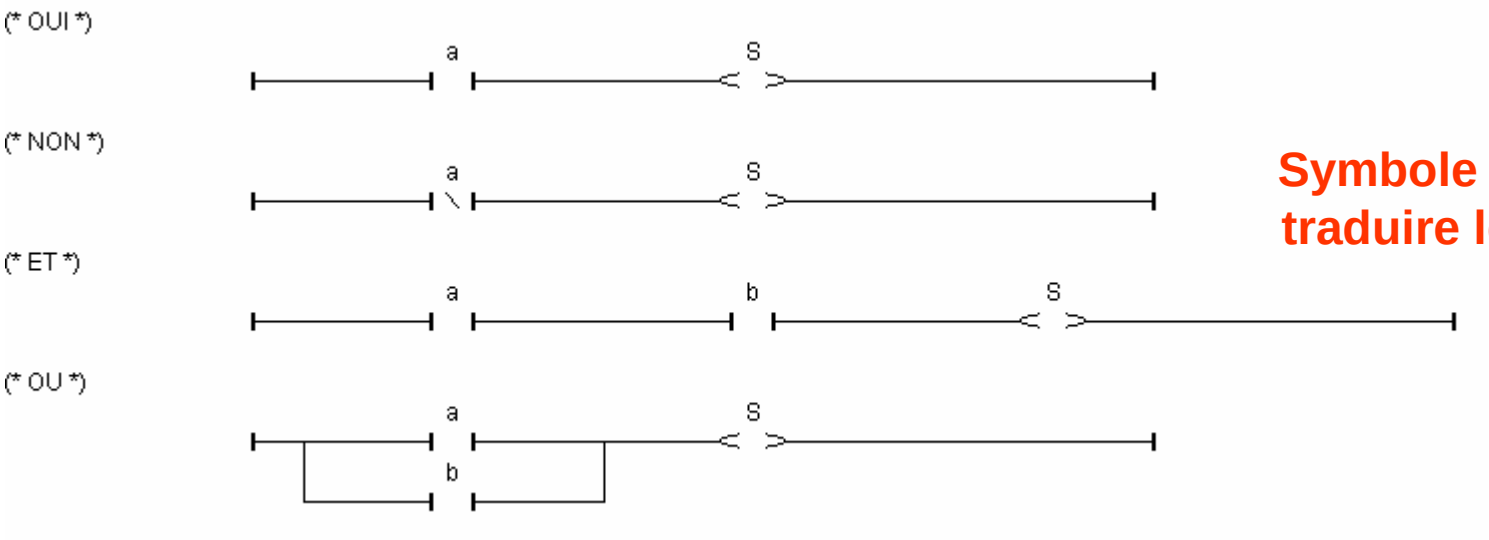
**…transition avec les diagrammes électriques…**



# Structure d’un RUNG



# Eléments



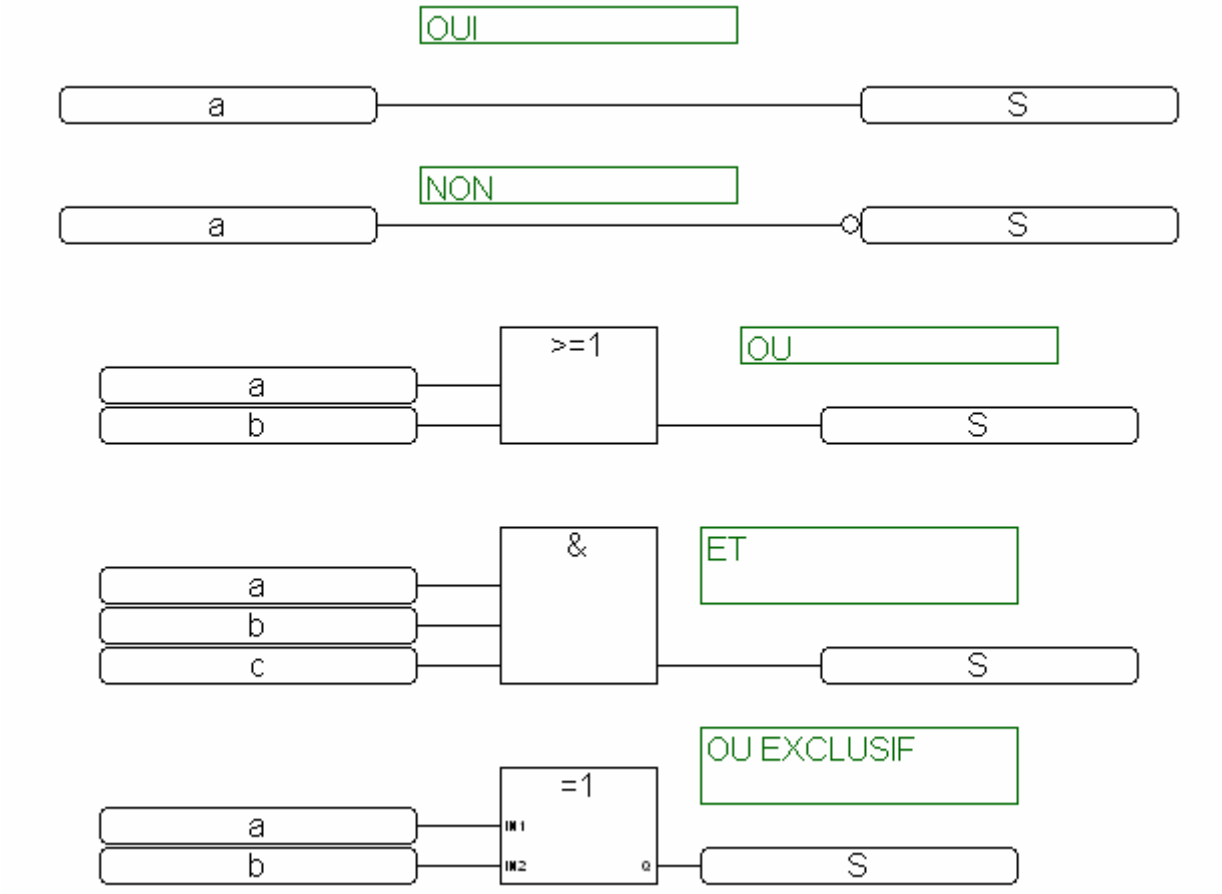

**Symbole \ pour traduire le NON**

**contact NO -| |-**
**contact NF -|/|-**
**contact Front Montant -|P|-**
**contact Front Descendant -|N|-**

**bobine de sortie -( )-**
**bobine Negative -( / )-**
**bobine SET -(S)-**
**bobine RESET -(R)-**

# Le Langage FBD
# Function Block Diagram

**Langage graphique, où les éléments du programme sont représentés par des blocs interconnectés.**




**liaison --o**
**Pour traduire le NON**

# Le Langage ST
# Structured Text

**Langage haute niveau, structuré présentant une syntaxe qui ressemble au langage PASCAL**

```
(*OUI*)
S:=a;
(*NON*)
S:=NOT (a);
(*OU*)
S:=a OR b;
(*AND*)
S:= a AND b;
S:= a XOR b;
```

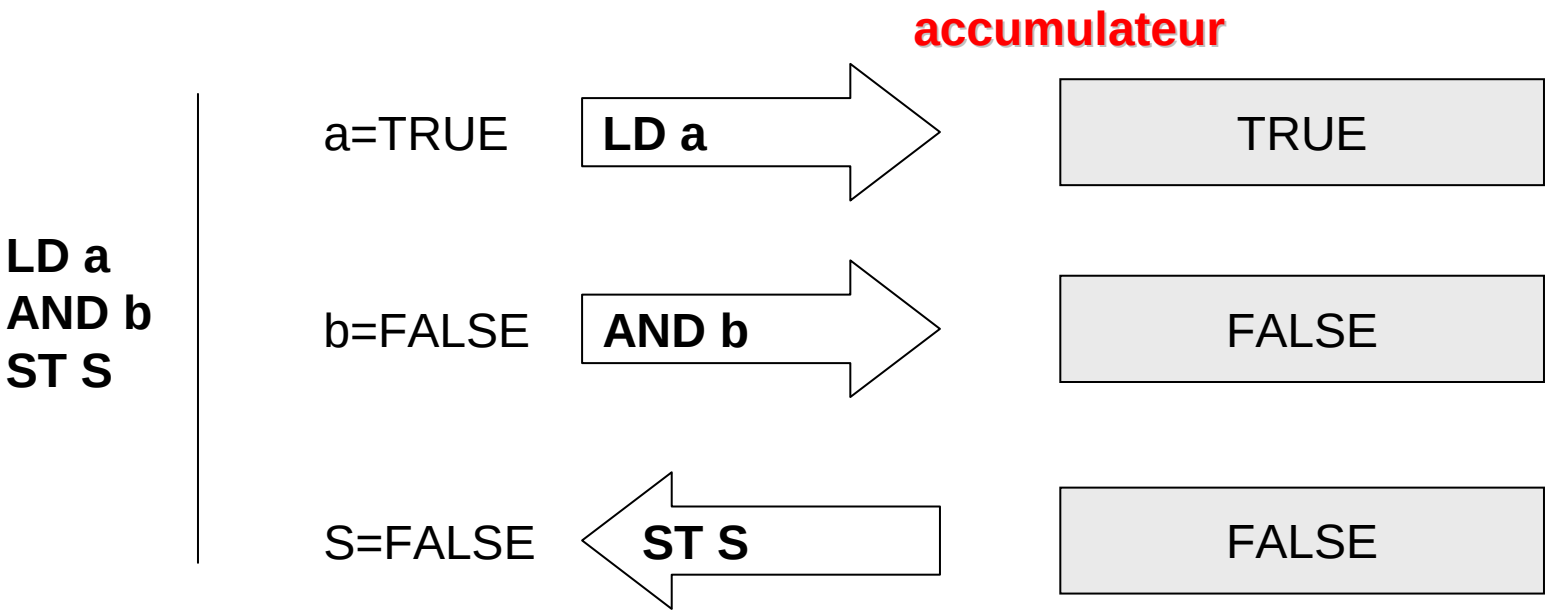
**Le := correspond à l'assignation**

**L'instruction NOT au complément logique**

# LANGAGE IL
# Instruction List

langage textuel de bas niveau, type langage assembleur basé sur le concept d'un accumulateur

**Dans une ligne du programme, seulement une opération d'accès au registre d'accumulateur est autorisée**



# LANGAGE IL

```
(* OUI*)
LD a
ST S

(*NON*)
LDN a
ST S

(*NON*)
LD a
STN S
```

```
(*OU*)
LD a
OR b
ST S

(*ET*)
LD a
AND b
ST S
```

```
(*OU EXCLUSIF*)
LD a
XOR b
ST S
```

**LD charge un opérande (variable ou constante).**
**ST stocke le résultat courant dans la variable.**
**N traduit le NON.**

# Re=ab+cd

**(* Re = ((a.b)+c).d *)**

```
ld   a
and  b
or   c
and  d
st   Re
```

**(* Re = a.b+c.d *)**

```
ld   a
and  b
st   Re
Ld   c
and  d
or   Re
st   Re
```

**(* Re = a.b+c.d *)**

```
ld   a
and  b
st   VAR_1

Ld   c
and  d
st   VAR_2

Ld   VAR_1
or   VAR_2
st   Re
```

# INTERNATIONAL STANDARD

# IEC 61131-3

Second edition
2003-01

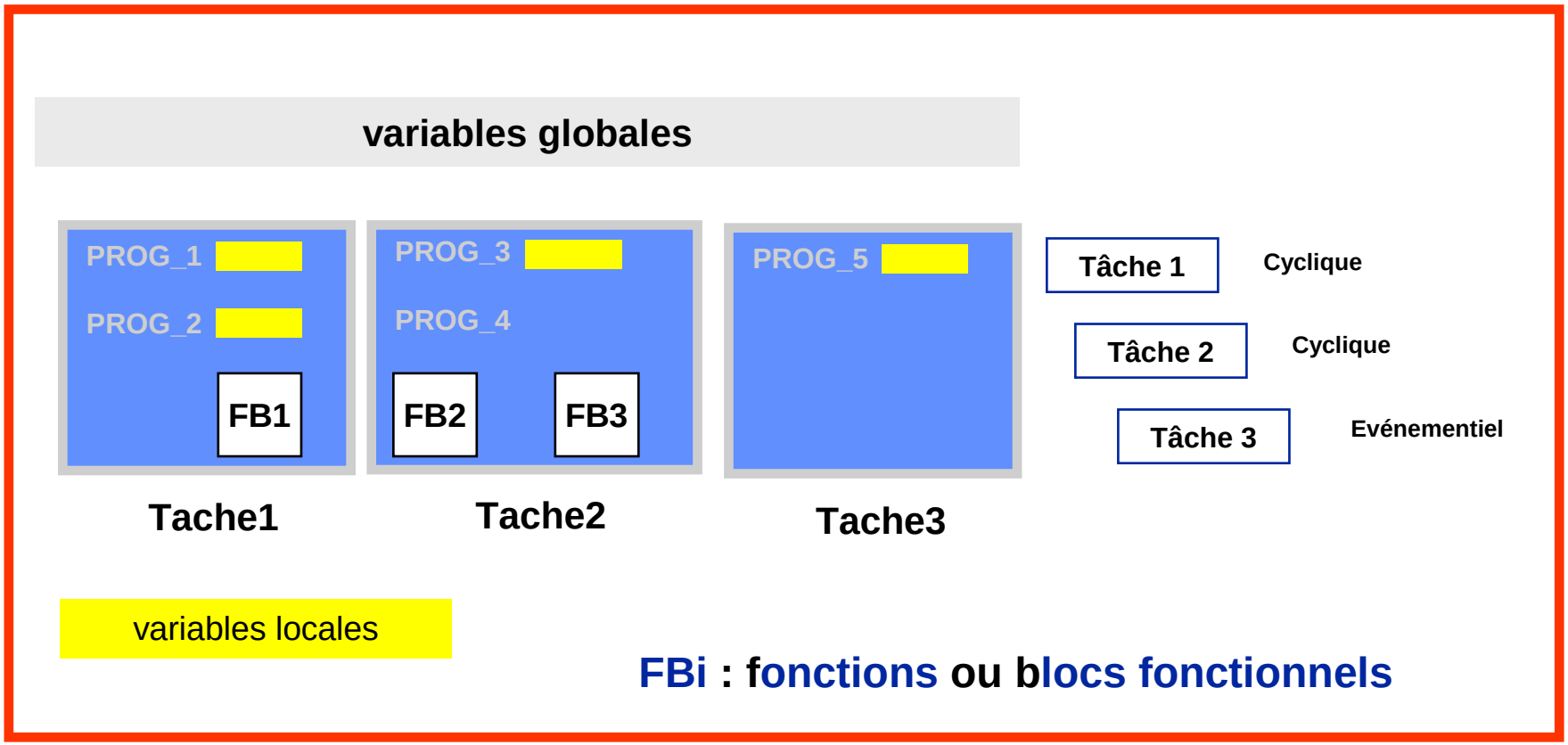

Notes de cours

Philippe RAYMOND

octobre 2005

# Organisation Logicielle

**La norme suppose l 'existence d 'un système (ressource) *multitâche et temps réel*.**



# Notion de POU*
## Program Organization Unit

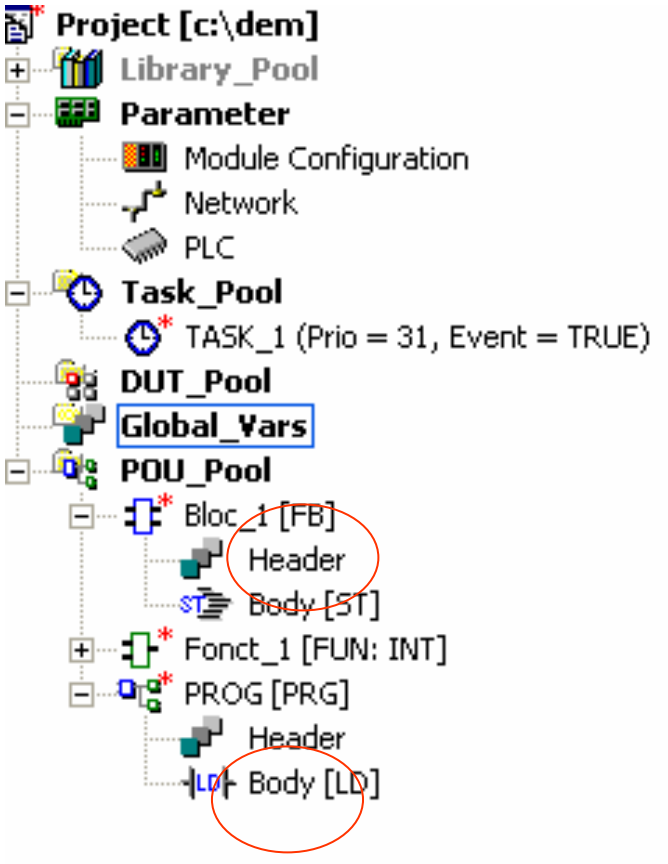
**les Programmes, les Fonctions, les Blocs Fonctionnels** forment les POU.

Le nom d'un POU doit être unique au sein d'un projet

Chaque POU se compose en deux parties différentes :

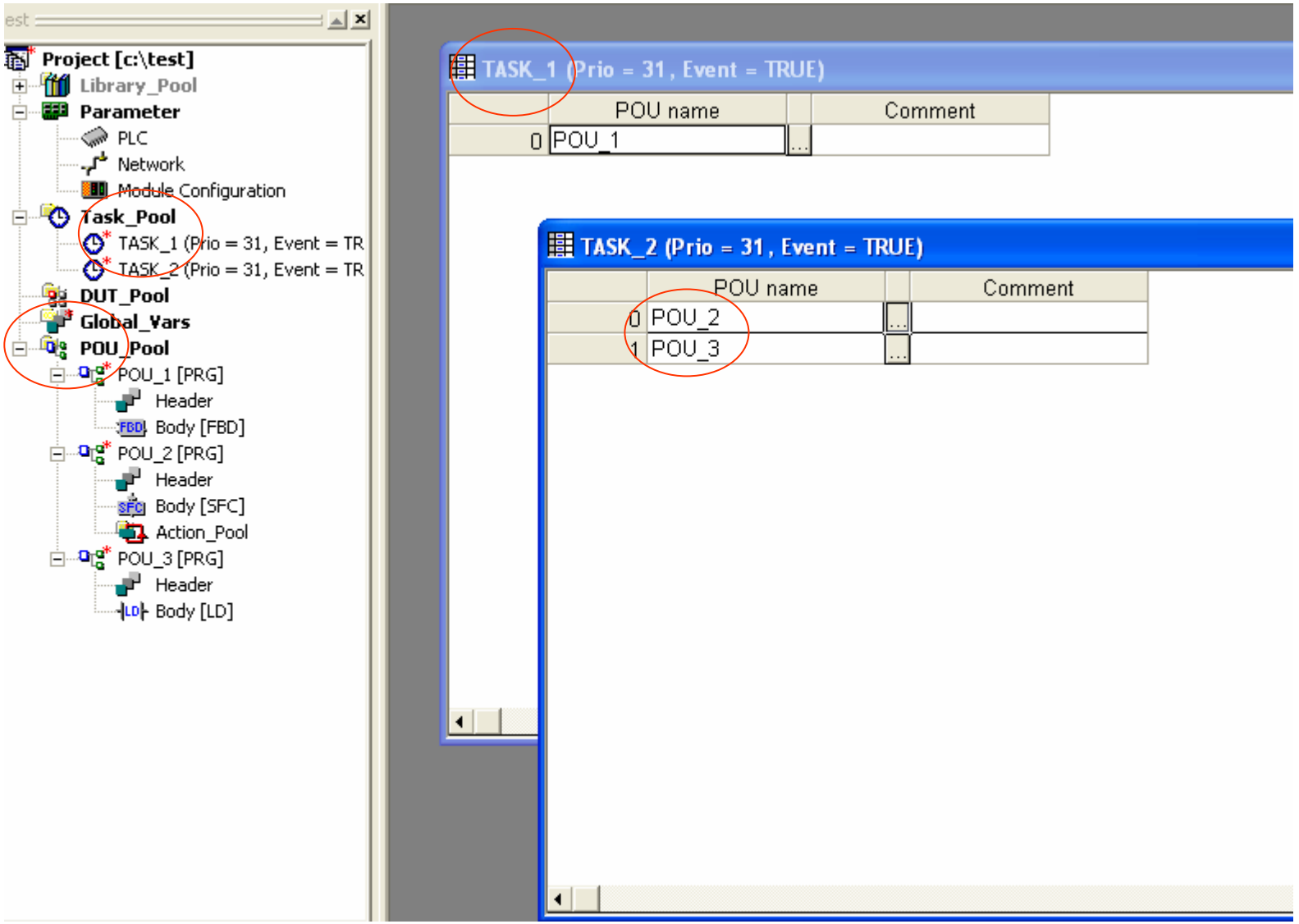
la partie « *Déclaration de Variables* », ou toutes les variables nécessaires sont déclarées (Header)

la partie « *Code du Programme* » qui contient les instructions dans le langage de programmation désiré (Body)

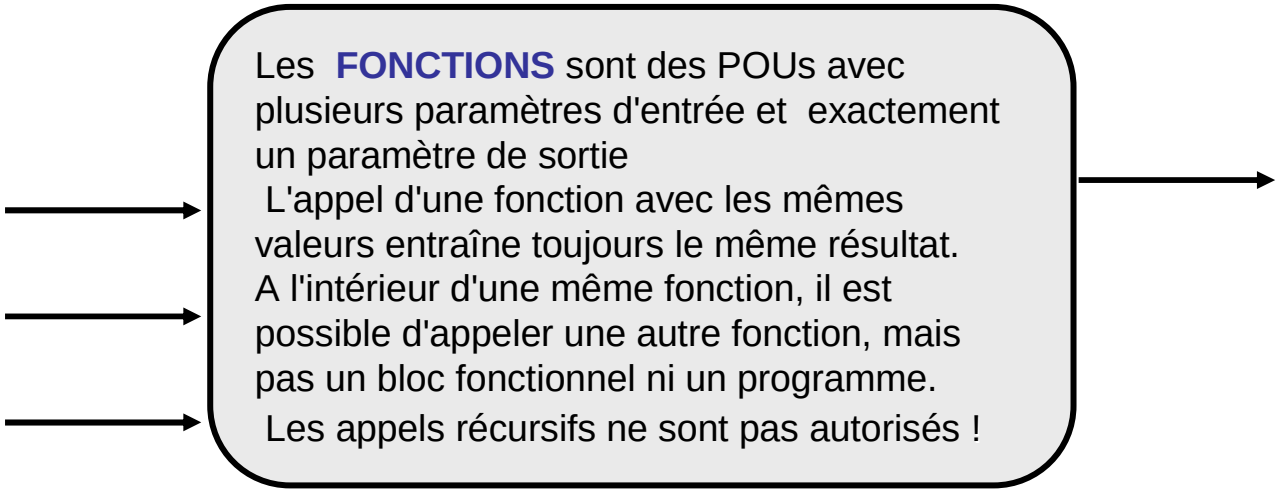



* UOP = Unité d'Organisation de Programmes

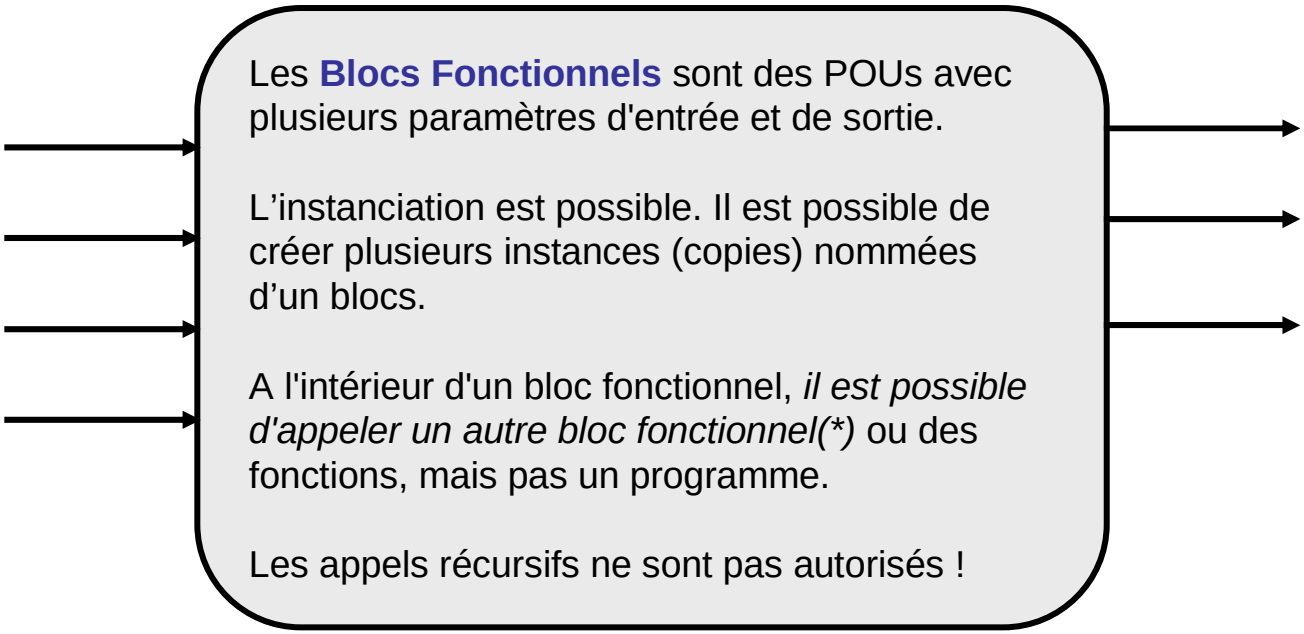
# Exemple organisation sur Mitsubishi



# Notion de Fonction

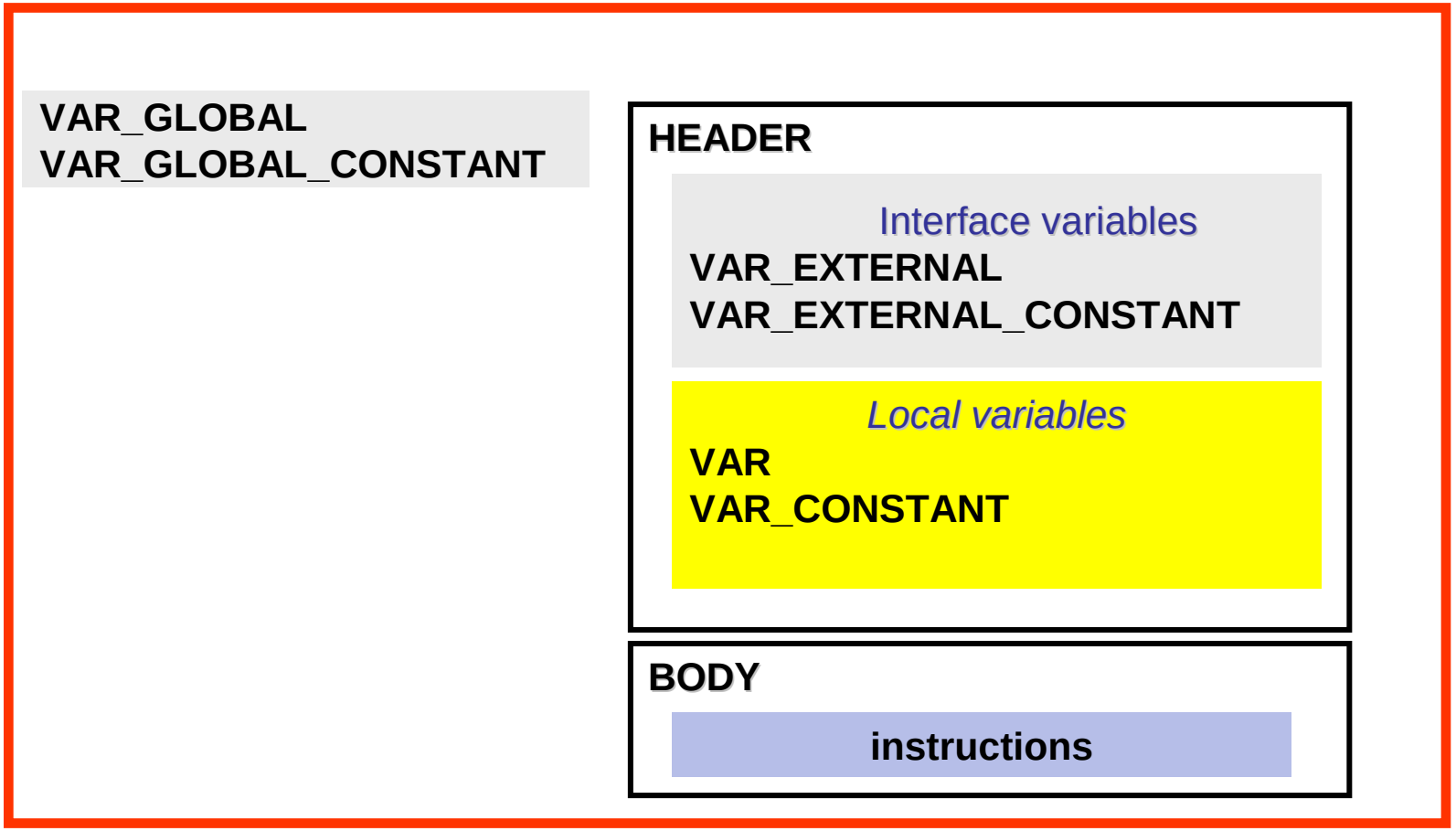


# Notion de bloc fonctionnel

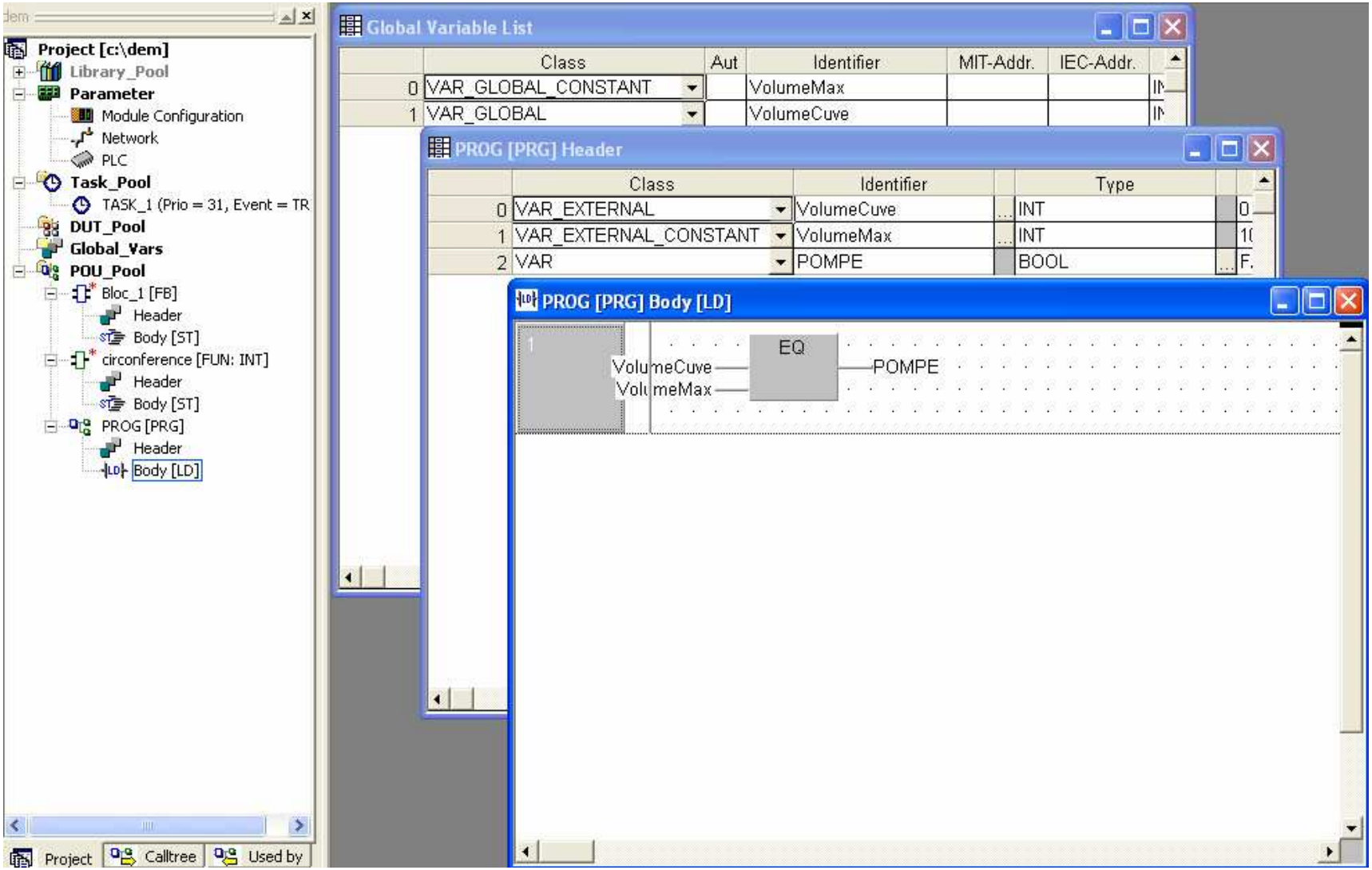



*(*) pas toujours possible…*

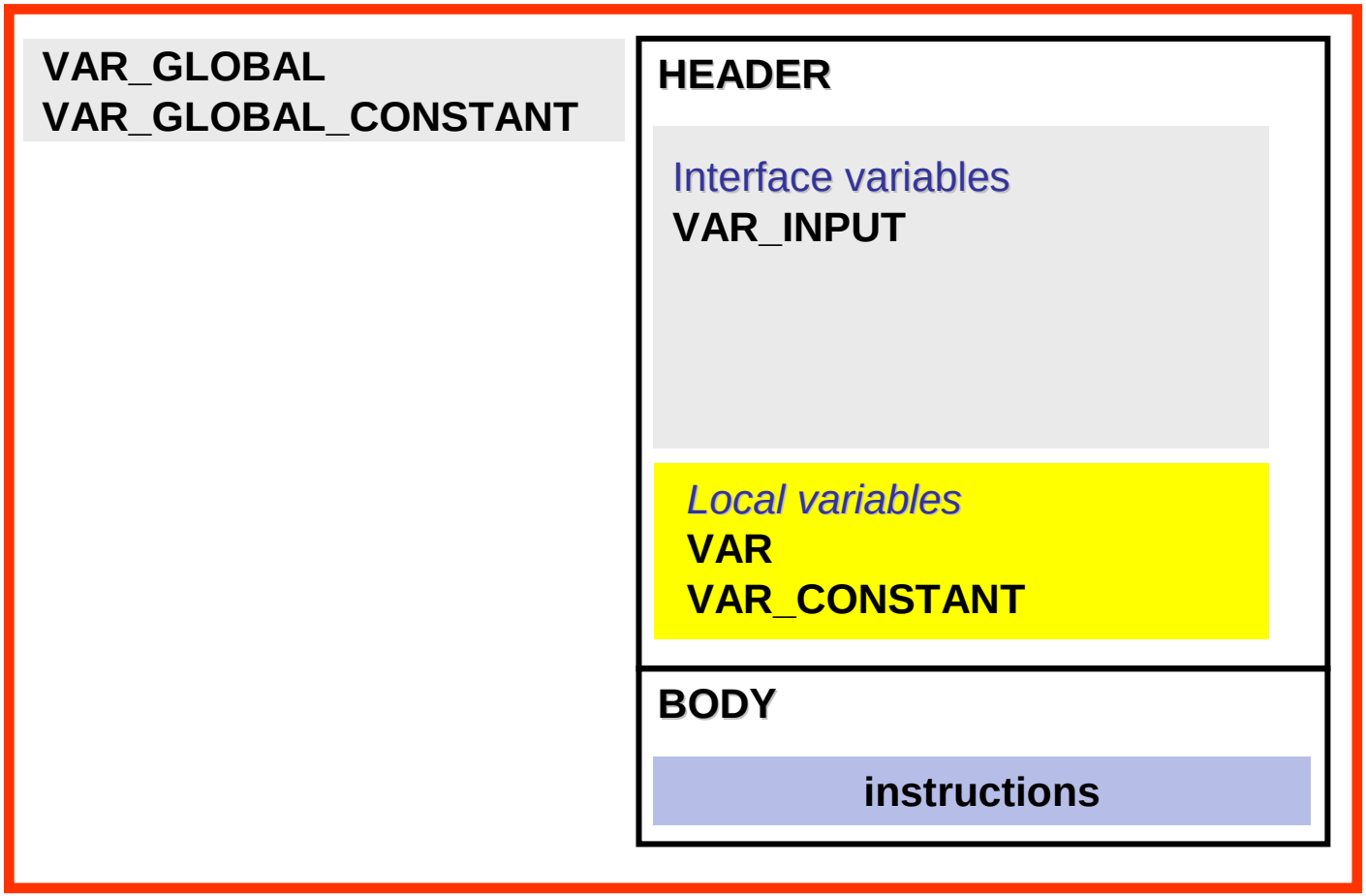
# Variable Declarations
## program



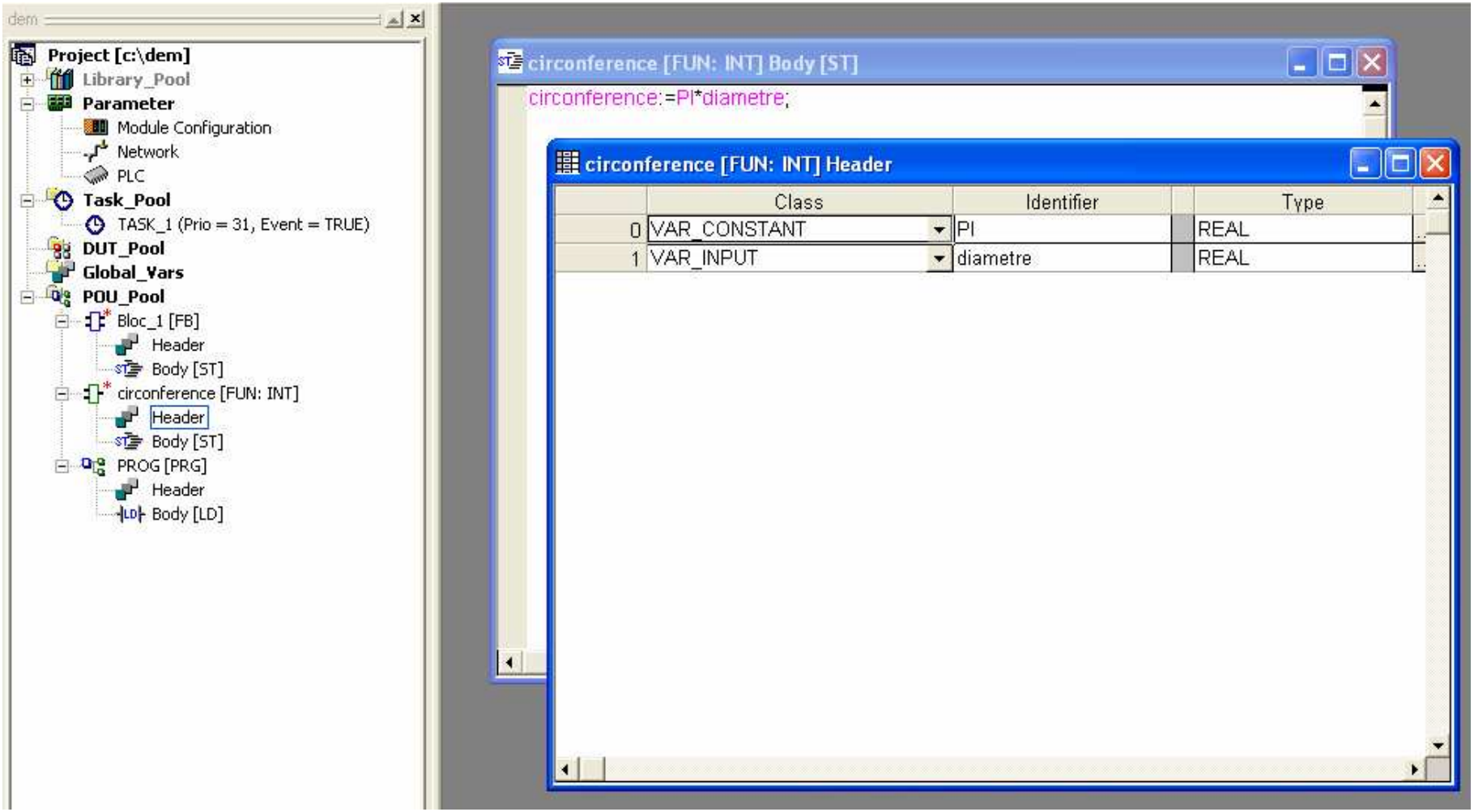
# Exemple sur Mitsubishi



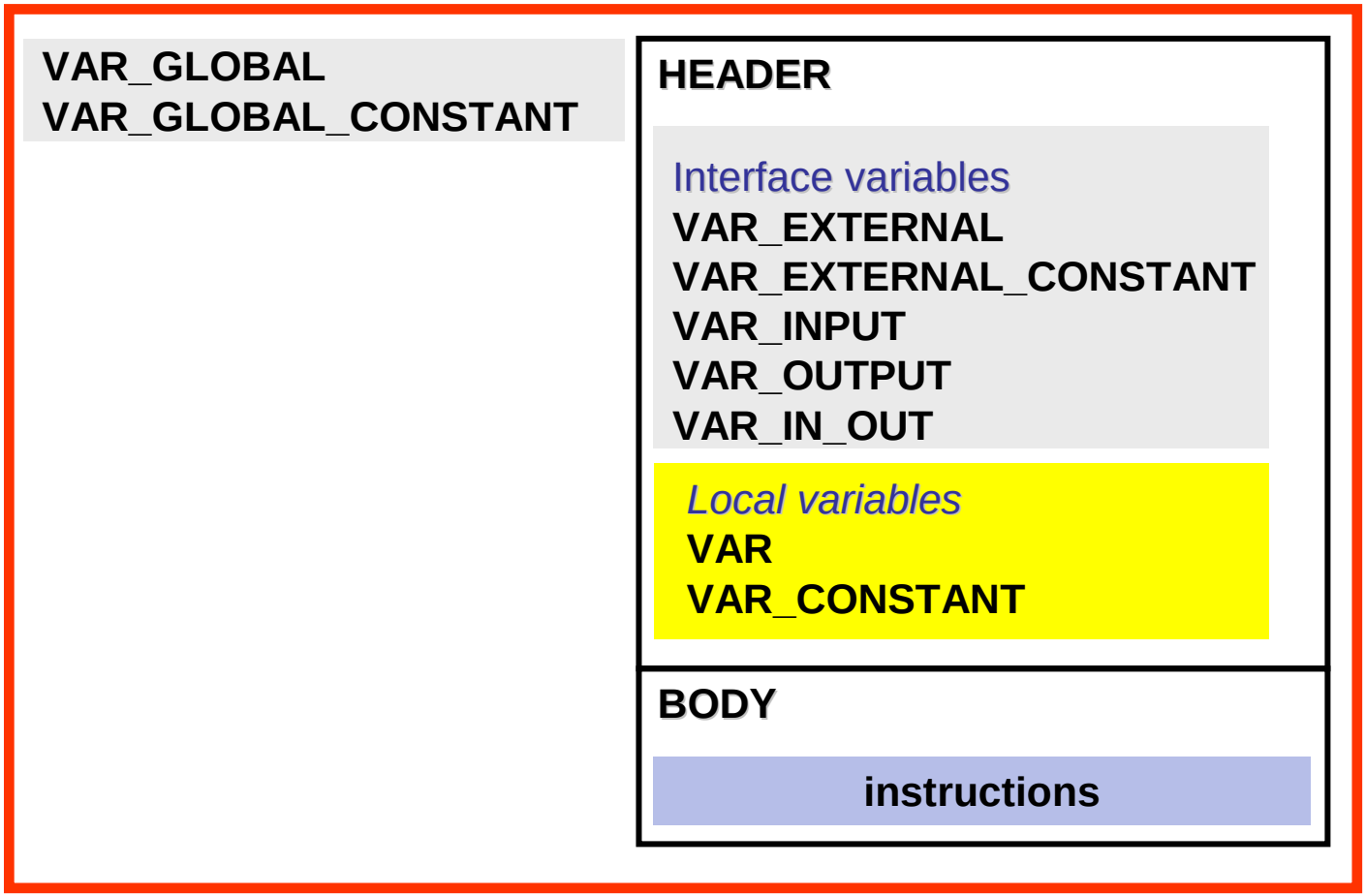
# Variable Declarations
## function



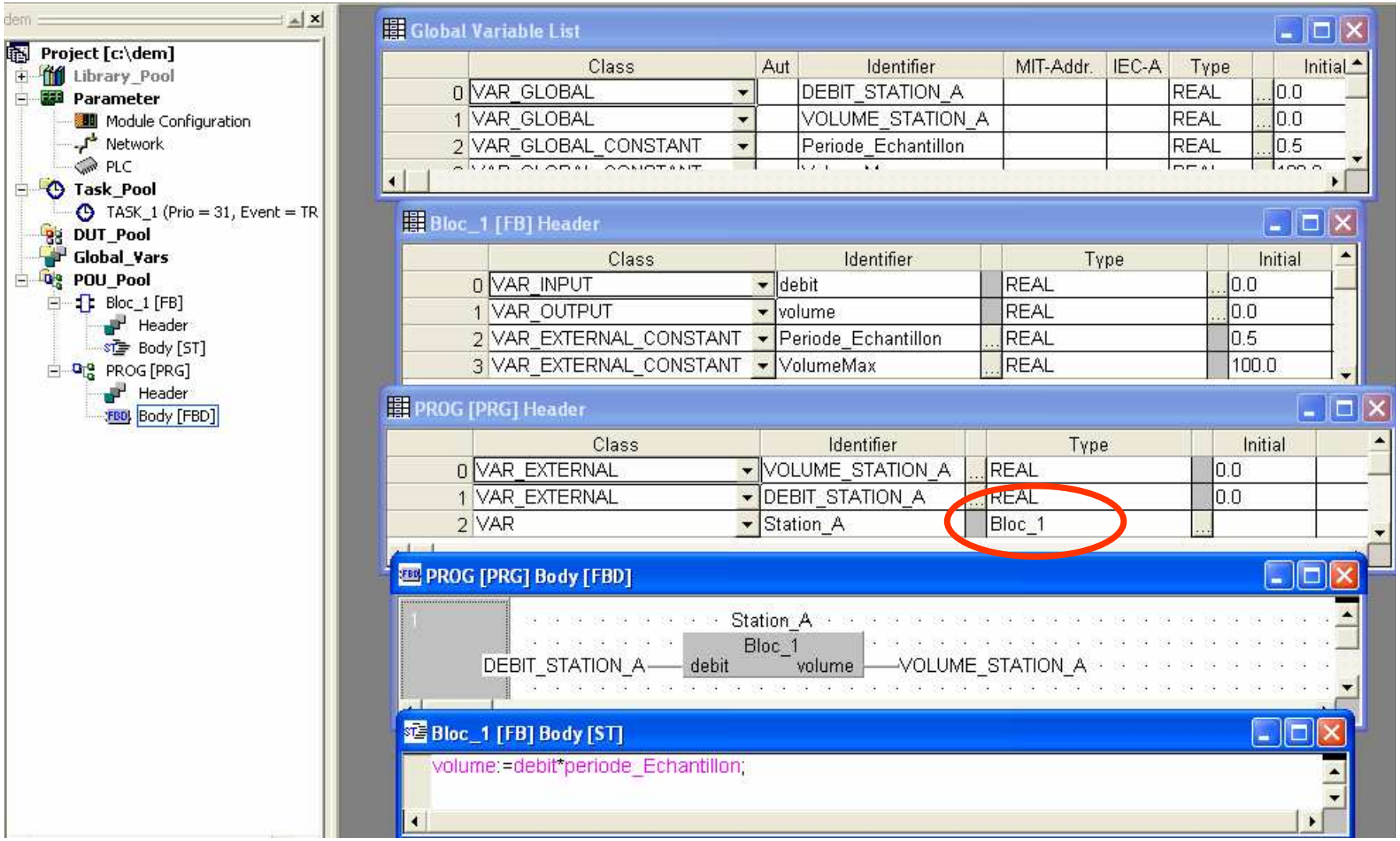
# Exemple sur Mitsubishi



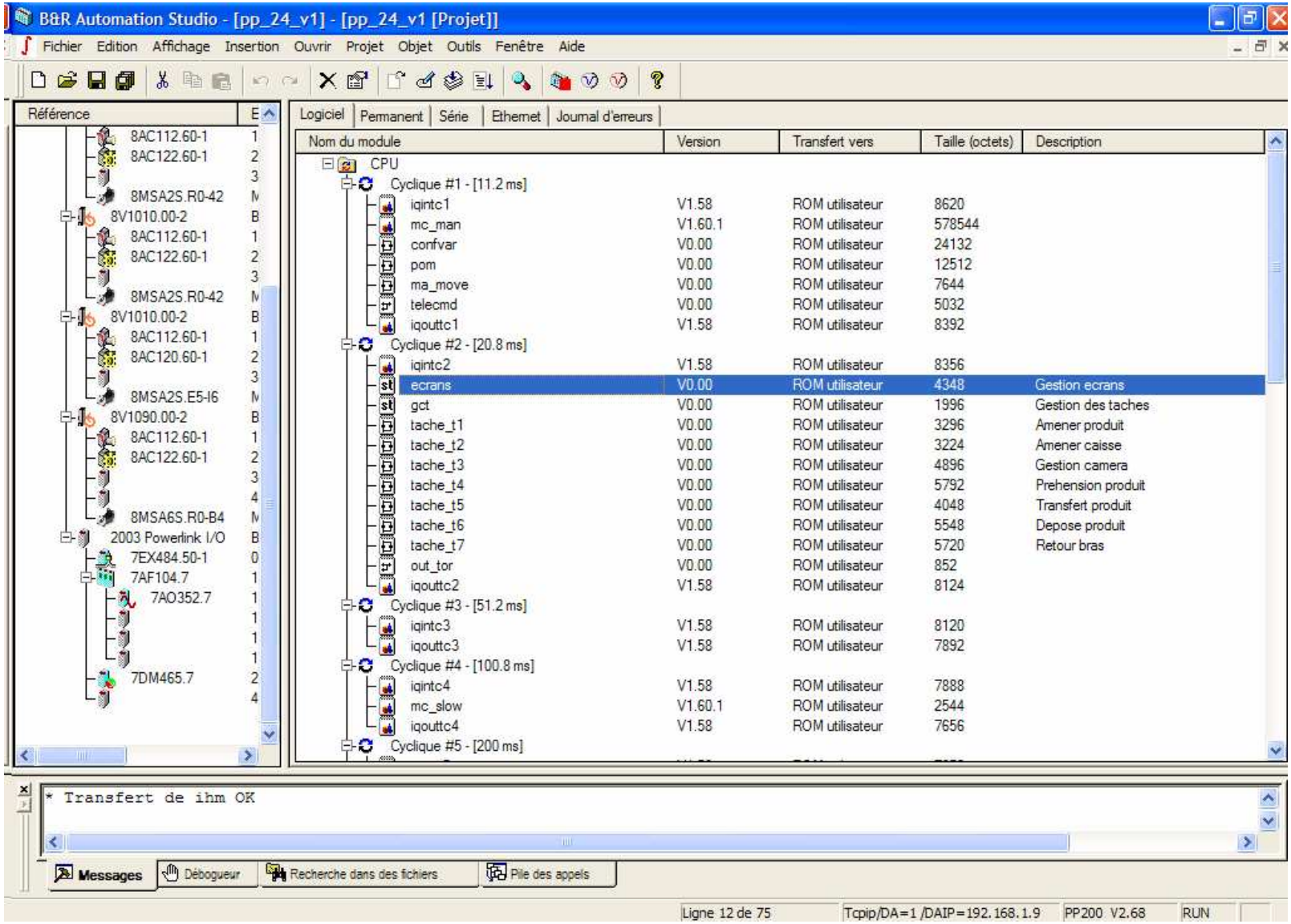
# Variable Declarations
## block



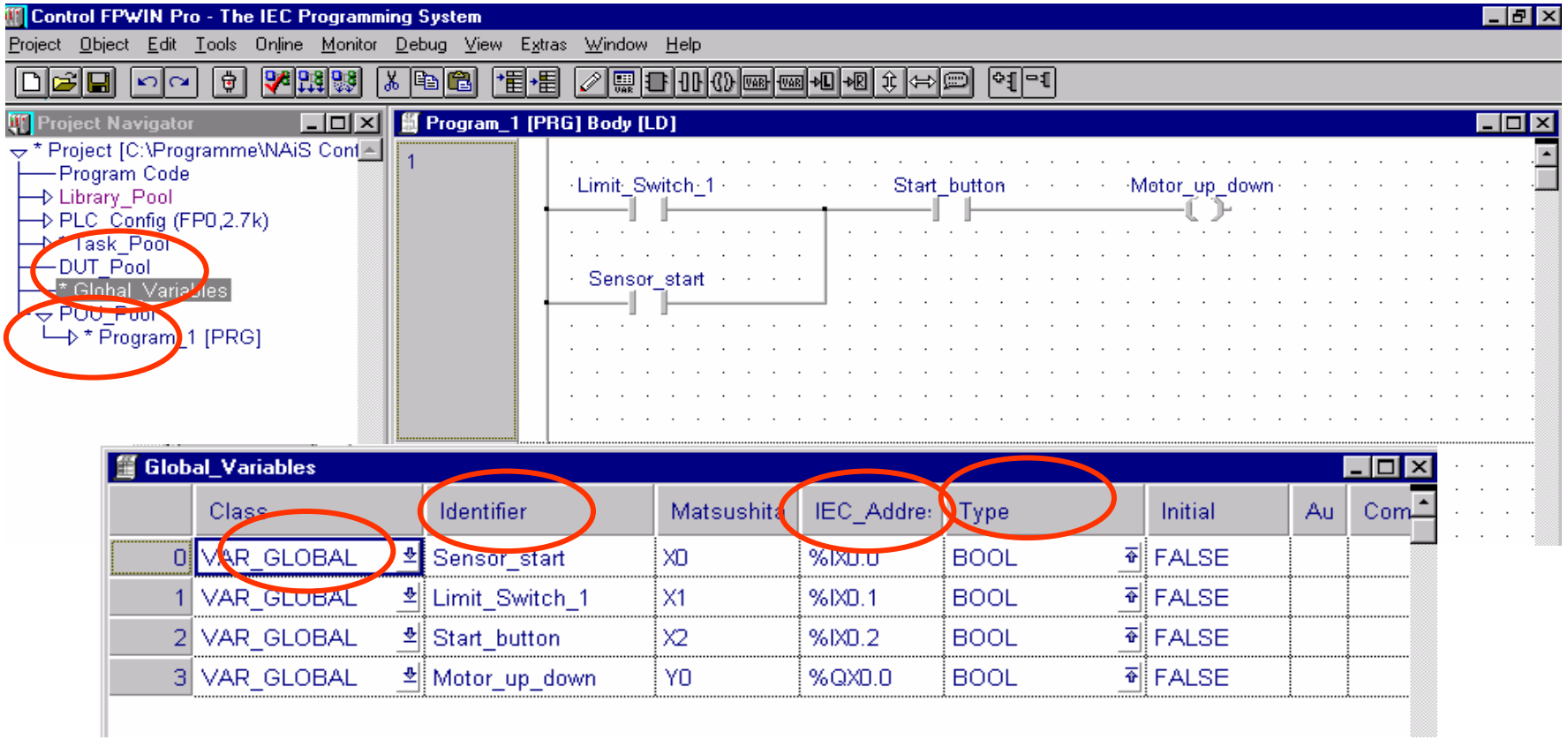
# Exemple Mitsubishi



# Exemple d'organisation B&R



# Les variables



# Type de variables classique

| Type de données | Taille | Etendue |
|---|---|---|
| Boolean **BOOL** | 1 | [0(false),1(true)] |
| Short integer **SINT** | 8 | [-128,127] |
| Integer **INT** | 16 | [-32768,32767] |
| Double integer **DINT** | 32 | [-2.147.483.648,2.147.483.647] |
| Unsigned short integer**USINT** | 8 | [0,255] |
| Unsigned integer **UINT** | 16 | [0,65535] |
| Unsigned double integer **UDINT** | 32 | [0,4.294.967.295] |
| Real numbers **REAL** | 32 | $[-2^{128}, 2^{128}]$ |
| Bit string of length 8 **BYTE** | 8 | [16#00,16#FF] |
| Bit string of length 16 **WORD** | 16 | [16#0000,16#FFFF] |
| Bit string of length 32 **DWORD** | 32 | [16#0000,16#FFFFFFFF] |
| **TIME(*)** | | T#0,00s à T#21 474 836,47s |
| **TIME_OF_DAY, DATE_AND_TIME, DATE,** | | Exemple : DATE_AND_TIME#2001-04-02-10:15:29.00 DATE#2001-04-02 |
| **STRING** | 8 bits / ASCII | 1 à 255 caractères ASCII |

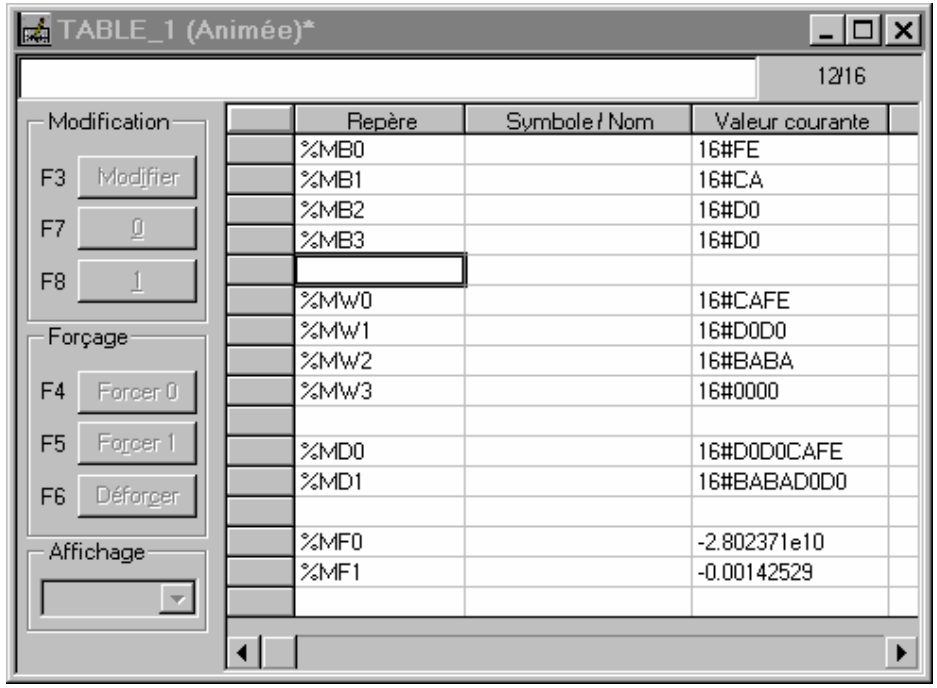
# Adressage IEC
# variables représentées directement

Les variables emplacées sont déclarées en utilisant un nom symbolique et une adresse logique

| % | Attribut | type | i.j.k |
|---|---|---|---|
| | **I: Entrée** | **X: boolean** | **i: *numéro de voie*** |
| | **Q : Sortie** | **B: 8 bits** | **j: numéro de carte** |
| | **M : mémoire** | **W: 16 bits** | **k: numéro de rack** |
| | **K : constante** | **D: 32 bits** | |
| | | **F: flottant** | |

*%IX1.5  Entrée TOR n°5 de la carte n°1 du rack par  défaut n°0*
*%QX2.4.F Sortie TOR voie F du module 4 du rack 2*
*%MX128 bit interne n°128*
*%MW4 entier 16 bits n°4*

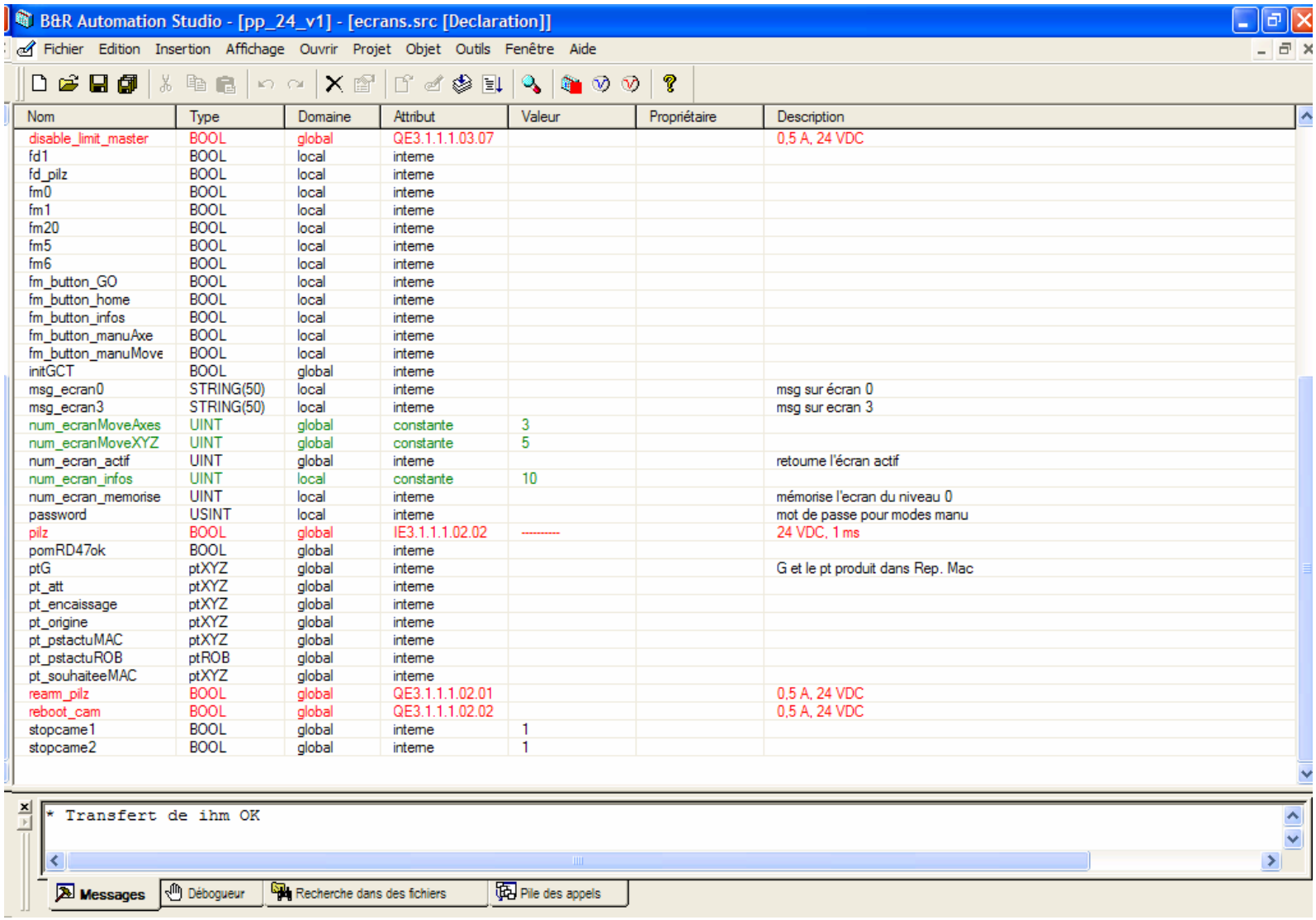
# Exemple Schneider




| Repère | Symbole / Nom | Valeur courante |
|---|---|---|
| %MB0 | | 16#FE |
| %MB1 | | 16#CA |
| %MB2 | | 16#D0 |
| %MB3 | | 16#D0 |
| | | |
| %MW0 | | 16#CAFE |
| %MW1 | | 16#D0D0 |
| %MW2 | | 16#BABA |
| %MW3 | | 16#0000 |
| | | |
| %MD0 | | 16#D0D0CAFE |
| %MD1 | | 16#BABAD0D0 |
| | | |
| %MF0 | | -2.802371e10 |
| %MF1 | | -0.00142529 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | %MD0 (16#D0D0CAFE) | | |
| | | %MW1(16#D0D0) | | %MW0(16#CAFE) |
| | | %MB3(16#D0) | %MB2(16#D0) | %MB1(16#CA) | %MB0(16#FE) |
| %MD1 (16#BABAD0D0) | | | | |
| %MW2(16#BABA) | | %MW1(16#D0D0) | | |
| %MB5(16#BA) | %MB4(16#BA) | %MB3(16#D0) | %MB2(16#D0) | |

# Exemple B&R


B&R Automation Studio - [pp_24_v1] - [ecrans.src [Declaration]]
Fichier Edition Insertion Affichage Ouvrir Projet Objet Outils Fenêtre Aide
Nom | Type | Domaine | Attribut | Valeur | Propriétaire | Description
disable_limit_master | BOOL | global | QE3.1.1.1.03.07 | | | 0,5 A, 24 VDC
fd1 | BOOL | local | interne | | |
fd_pilz | BOOL | local | interne | | |
fm0 | BOOL | local | interne | | |
fm1 | BOOL | local | interne | | |
fm20 | BOOL | local | interne | | |
fm5 | BOOL | local | interne | | |
fm6 | BOOL | local | interne | | |
fm_button_GO | BOOL | local | interne | | |
fm_button_home | BOOL | local | interne | | |
fm_button_infos | BOOL | local | interne | | |
fm_button_manuAxe | BOOL | local | interne | | |
fm_button_manuMove | BOOL | local | interne | | |
initGCT | BOOL | global | interne | | |
msg_ecran0 | STRING(50) | local | interne | | | msg sur écran 0
msg_ecran3 | STRING(50) | local | interne | | | msg sur ecran 3
num_ecranMoveAxes | UINT | global | constante | 3 | |
num_ecranMoveXYZ | UINT | global | constante | 5 | |
num_ecran_actif | UINT | global | interne | | | retoume l'écran actif
num_ecran_infos | UINT | local | constante | 10 | |
num_ecran_memorise | UINT | local | interne | | | mémorise l'ecran du niveau 0
password | USINT | local | interne | | | mot de passe pour modes manu
pilz | BOOL | global | IE3.1.1.1.02.02 | --------- | | 24 VDC, 1 ms
pomRD47ok | BOOL | global | interne | | |
ptG | ptXYZ | global | interne | | | G et le pt produit dans Rep. Mac
pt_att | ptXYZ | global | interne | | |
pt_encaissage | ptXYZ | global | interne | | |
pt_origine | ptXYZ | global | interne | | |
pt_pstactuMAC | ptXYZ | global | interne | | |
pt_pstactuROB | ptROB | global | interne | | |
pt_souhaiteeMAC | ptXYZ | global | interne | | |
rearm_pilz | BOOL | global | QE3.1.1.1.02.01 | | | 0,5 A, 24 VDC
reboot_cam | BOOL | global | QE3.1.1.1.02.02 | | | 0,5 A, 24 VDC
stopcame1 | BOOL | global | interne | 1 | |
stopcame2 | BOOL | global | interne | 1 | |
* Transfert de ihm OK
Messages
Débogueur
Recherche dans des fichiers
Pile des appels

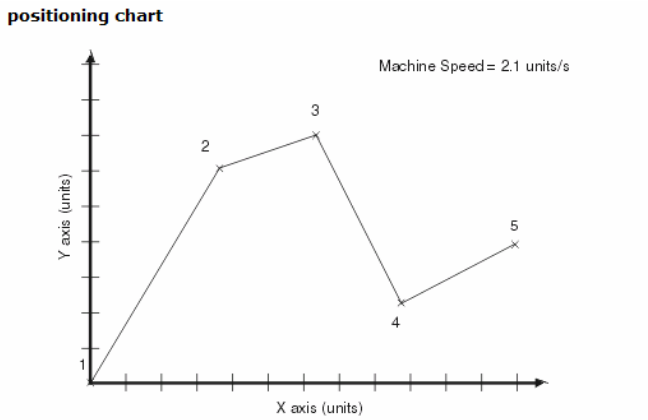
# Notions de Enum, Struct et Array

```
(*Type de données  ENUM *)

TYPE
feux  :  (rouge,jaune,vert);
END_TYPE

VAR
signal : feux;
END_VAR
…
IF signal = rouge  THEN…
```

```
(*Type de données ARRAY*)
(* maximum 3 dimensions *)

TYPE
Graphe   : ARRAY [1..23] OF INT;
Mesure : ARRAY[0..10,0..10,0..10] of REAL;
END_TYPE
```

```
(*Type de données  STRUCT *)

TYPE

alesage : STRUCT
pos_x : INT;
pos_y: INT;
profondeur:INT;
END_STRUCT;

END_TYPE

VAR
alesage_1 : alesage;
END_VAR
…
alesage_1 .pos_x := 100;
alesage_1 .pos_y := 200;
alesage_1 .profondeur := 50;
…
```

# Exemple : calcul de distance

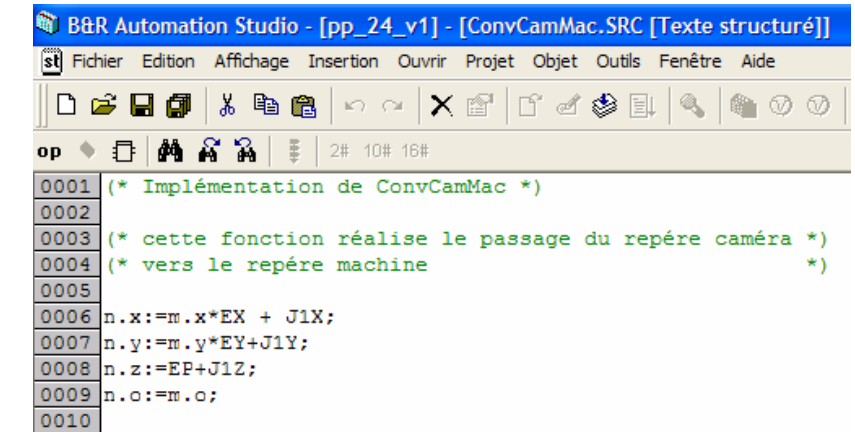


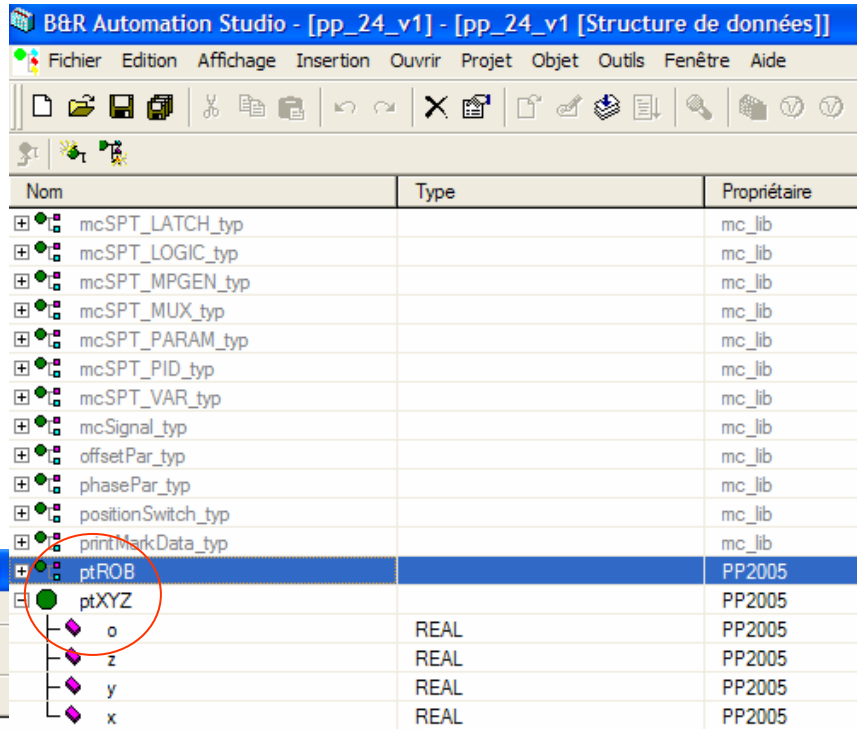

The distance between two points is calculated with the following formula:

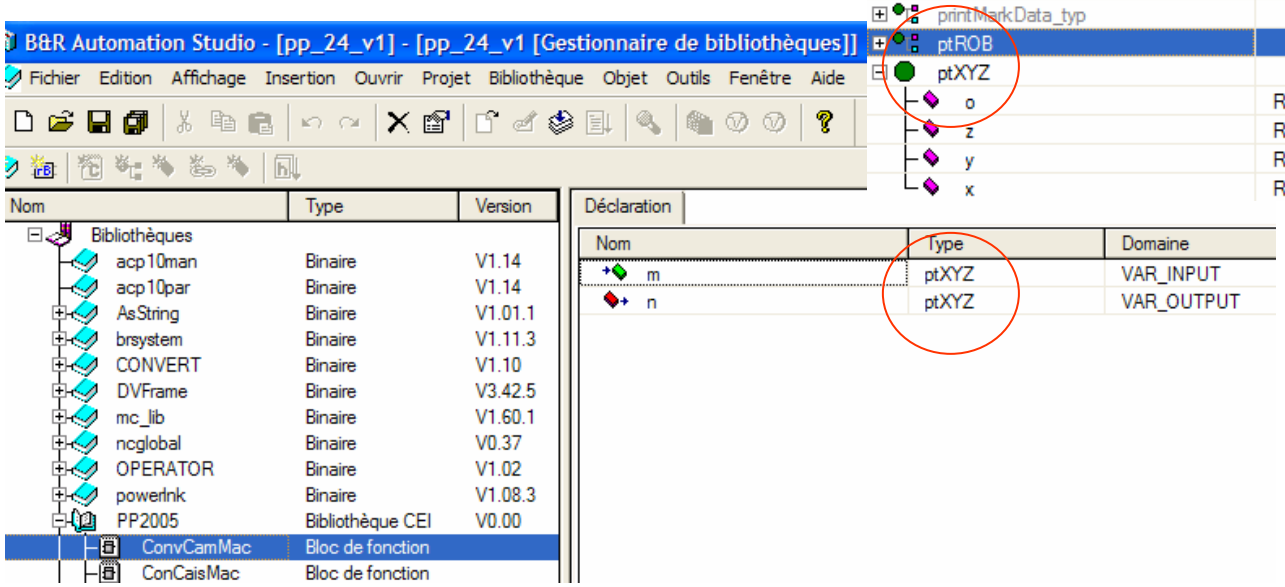
$$dist = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

```
TYPE
COORD :STRUCT
x : REAL;
y : REAL;
END_STRUC;
END_TYPE

VAR
point : ARRAY [0..4] OF COORD;
dist, diff , x_diff , y_diff : REAL;
 index : USINT
END_VAR

dist = 0.0;
FOR index := 0 TO 4 DO
    x_diff := point[index+1].x - point[index].x;
    y_diff := point[index+1].y - point[index].y;
    diff := SQRT(pow(x_diff,2) + pow(y_diff,2));
    dist := dist + diff;
END_FOR;
```

# Exemple sur atelier B&R



# Cinq Langages

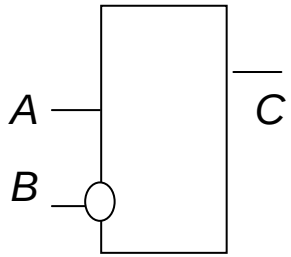
**(*Instruction List*)**

```
LD      A
ANDN    B
ST      C
```

**(*Structured Text*)**

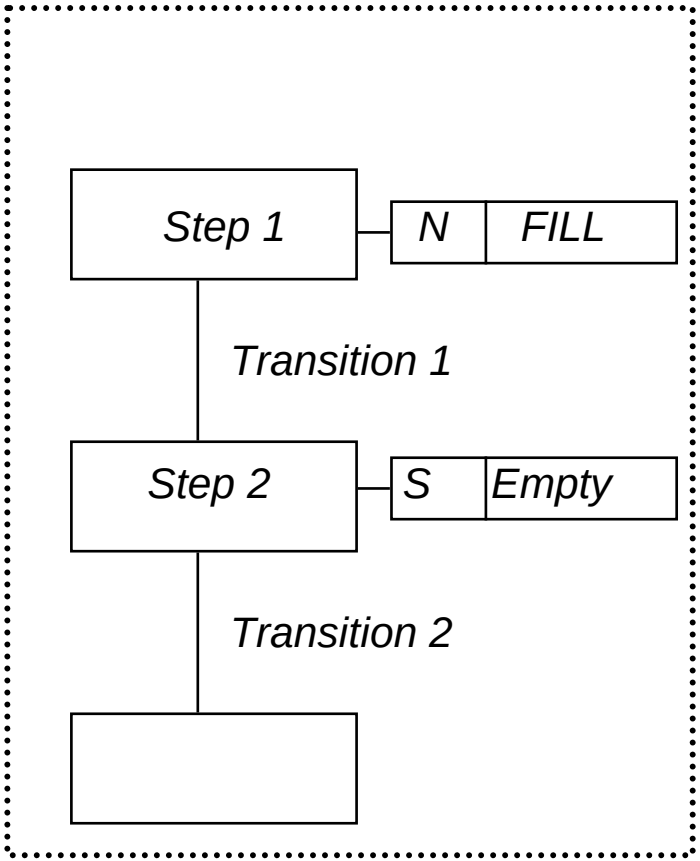
```
C:= A   AND  NOT B
```

**Function Block Diagram**




**Ladder Diagram**

```
A   B                C
-| |--|/|---------------( )
```



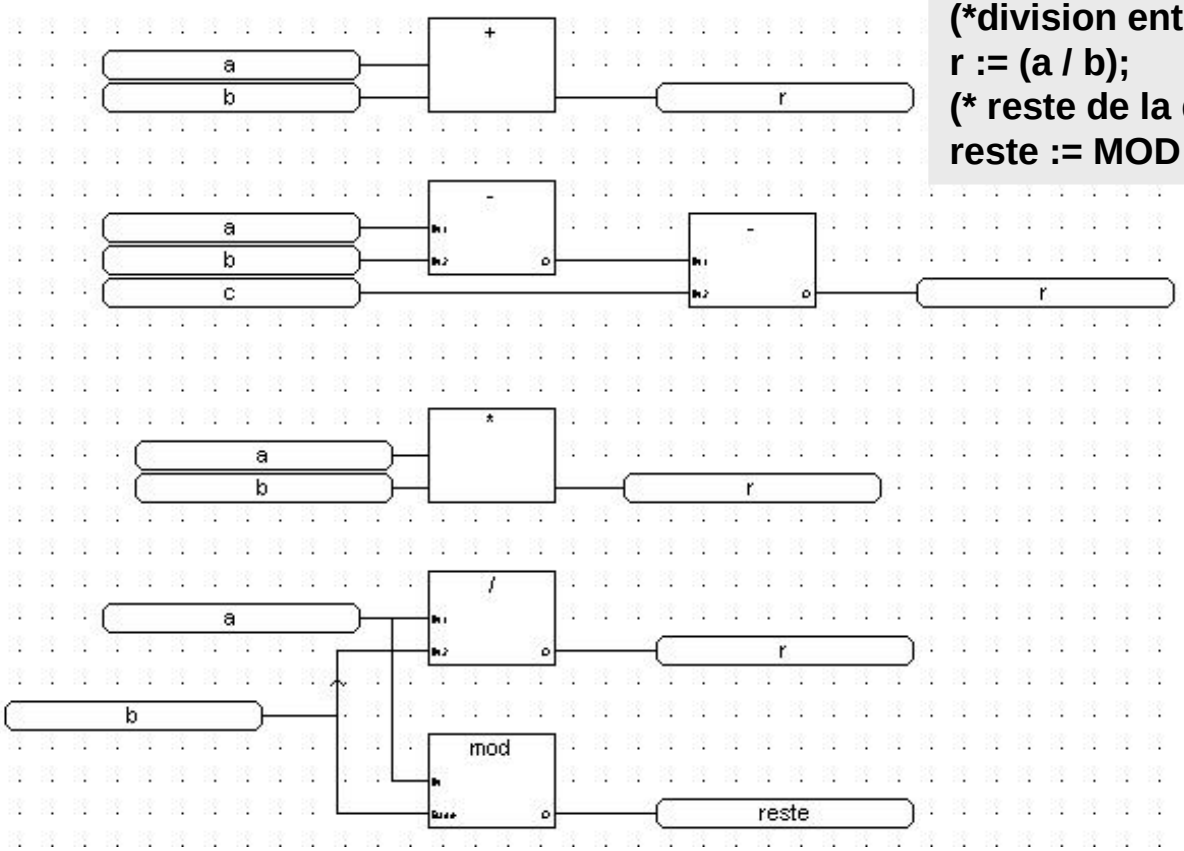
# Fonctions Standards

La norme IEC 6 1131-3 décrit des fonctions standard qui peuvent être utilisées dans le programme API

Opérations sur les cordons de bits :**(AND, OR , XOR , NOT, SHL , SHR, ROL , ROR)**
Fonctions Numériques **(ADD , SUB , MUL , DIV , MOD , EXPT , ABS , SQRT , LN , LOG , EXP , SIN , COS , TAN , ASIN ,ACOS , ATAN)**
Conversions de types **( x_TO_y : ex. USINT_TO_DINT , BOOL_TO_BYTE)**
Fonctions de Sélections **(SEL , MIN , MAX , LIMIT , MUX)**
Fonctions de Comparaison **(GT, GE , EQ , LT , LE , NE)**
Fonctions de Chaînes de caractères **(LEN , LEFT, RIGHT, MID, CONCAT,INSERT, DELETE , REPLACE, FIND)**

# Fonctions numériques

```
LD a
ADD b
ST r

LD a
SUB b
SUB c
ST r

LD a
MUL b
ST r

LD a
DIV b
ST r

LD a
DIV b
ST r
LD a
MOD b
ST reste
```

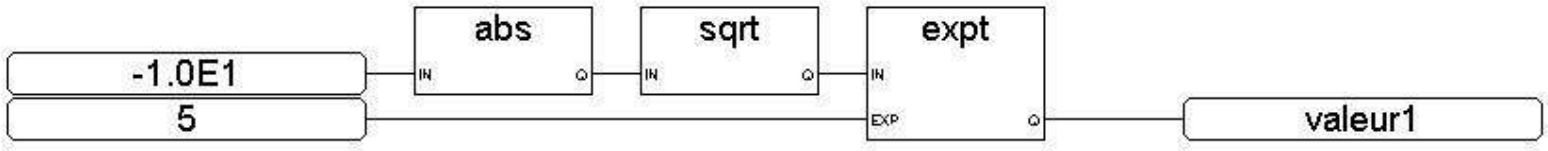



```
r := a + b;
r := a - b -c;
r := a * b;
r := a / b ;
(*division entière *)
r := (a / b);
(* reste de la division *)
reste := MOD (a, b);
```

# Fonctions numériques

```
LD -1.0E1
ABS
SQRT
EXPT 5
ST Valeur1
```

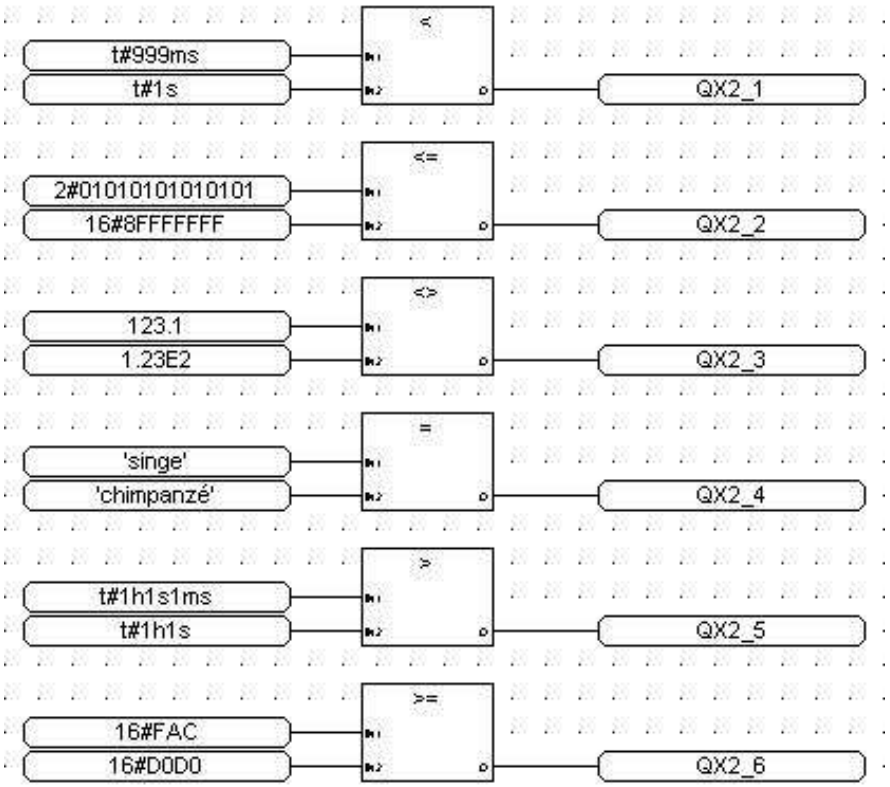
```
Valeur1:=expt(sqrt(abs(-1.0E1)),5);
```




***ABS Valeur absolue***
***SQRT Racine carrée***
***EXPT Exponentiation***
***LOG Logarithme***

***Sortie dans l'intervalle [-1.0 ,+1.0]***
***COS Cosinus***
***SIN Sinus***
***TAN Tangente***
***Entrée dans l'intervalle [-1.0 ,+1.0]***
***Sortie dans l'intervalle [0.0, PI]***
***ACOS Arc cosinus***
***ASIN Arc sinus***
***ATAN Arc tangente***

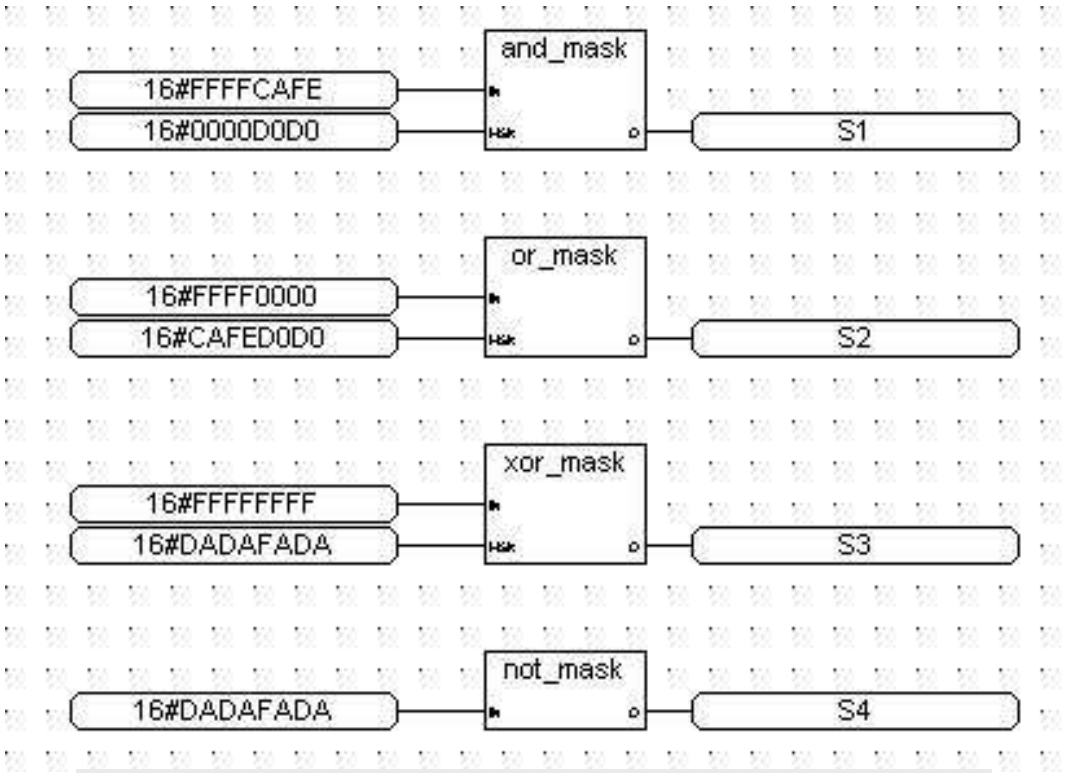
# Fonctions de comparaisons




**QX2_1 :=(t#999ms < t#1s) ;**
**QX2_2 :=(2#010101010101 <= 16#8FFFFFFF) ;**
**QX2_3 :=(123.1 <> 1.23E2) ;**
**QX2_4 :=('singe' = 'chimpanzé') ;**
**QX2_5 :=(t#1h1s1ms > t#1h1s) ;**
**QX2_6 :=(16#FAC >=16#D0D0) ;**


```
LD  t#999ms
LT   t#1s
ST   QX2_1
LD 2#010101010101
LE   16#8FFFFFFF
ST    QX2_2
LD   123.1
NE   1.23E2
ST    QX2_3
LD  'singe'
EQ  'chimpanzé'
ST    QX2_4
LD   t#1h1s1ms
GT   t#1h1sST    QX2_5
LD   16#FACGE
16#D0D0
ST    QX2_6
```

# Opérations sur cordons de bits



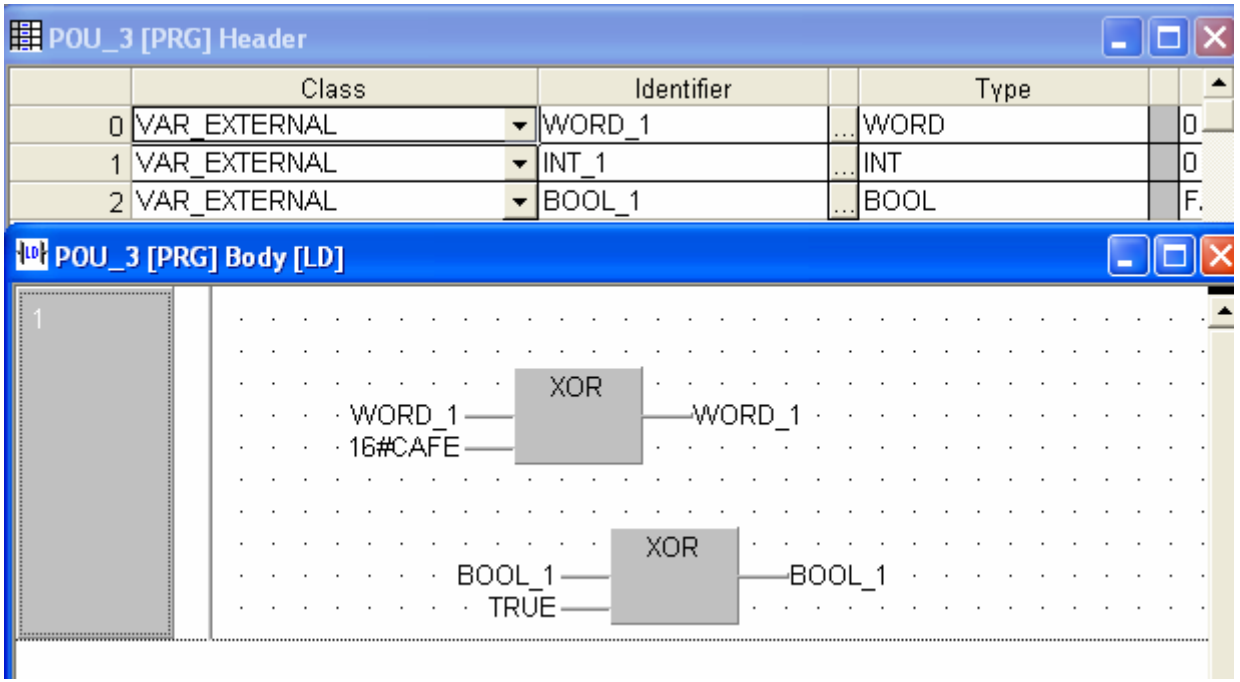

```
LD 16#FFFFCAFE
AND_MASK 16#0000D0D0
ST S1
LD 16#FFFF0000
OR_MASK 16#CAFED0D0
ST S2
LD 16#FFFFFFFF
XOR_MASK
16#DADAFADA
ST S3
LD 16#DADAFADA
NOT_MASK S4
```

```
S1 :=AND_MASK(16#FFFFCAFE,16#0000D0D0) ;
S2 :=OR_MASK(16#FFFF0000,16#CAFED0D0) ;
S3 :=XOR_MASK(16#FFFFFFFF,16#DADAFADA) ;
S4 :=NOT_MASK(16#DADAFADA) ;
```

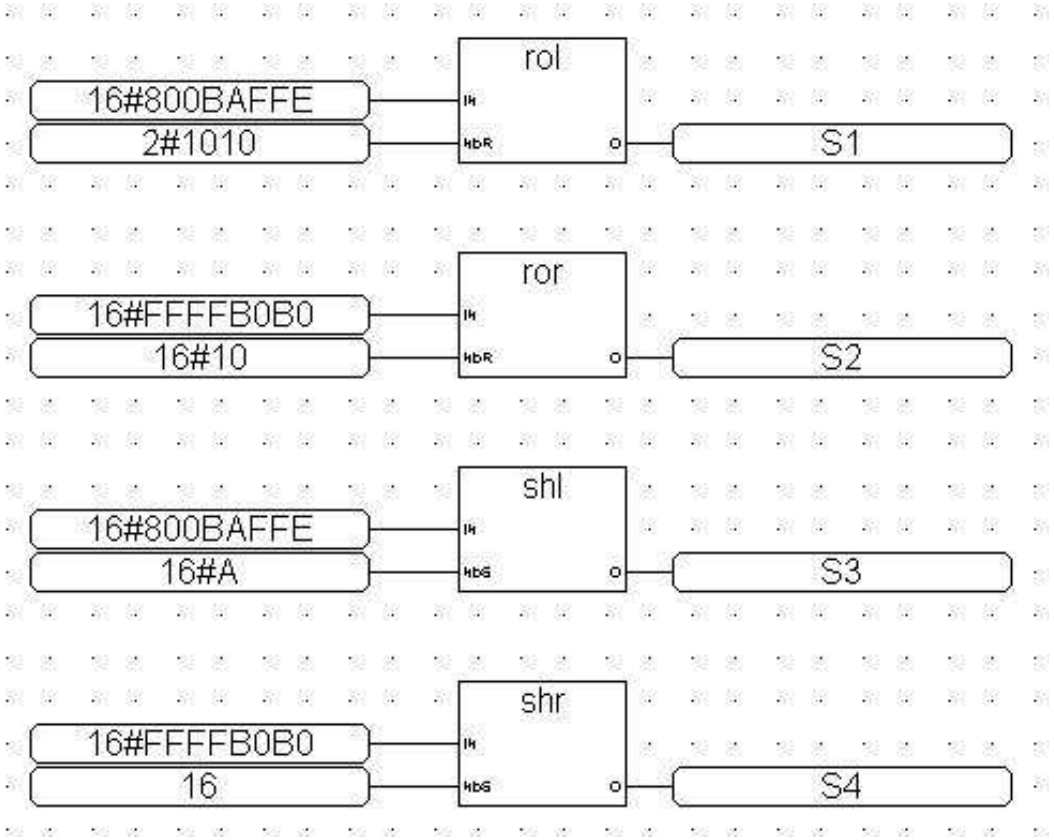
S1=
S2=
S3=
S4=

# Avertissement

*Les exemples de masquage sont issus de Isagraf. Le _mask permettant de faire la différence avec les opérateurs logiques (sur bit). En fait, la norme ne fait pas la différence. Voir cet exemple sous Mitsubishi.*



# Opérations sur cordons de bits




```
S1 :=rol(16#800BAFFE,2#1010) ;
S2 :=ror(16#FFFFB0B0,16#10) ;
S3 :=shl(16#800BAFFE,16#A) ;
S4 :=shr(16#FFFFB0B0,16);
```

```
LD 16#800BAFFE
ROL 2#1010
ST S1
LD 16#FFFFB0B0
ROR 16#10
ST S2
LD 16#800BAFFE
SHL 16#A
ST S3
LD   16#FFFFB0B0
SHR 16
ST S4
```

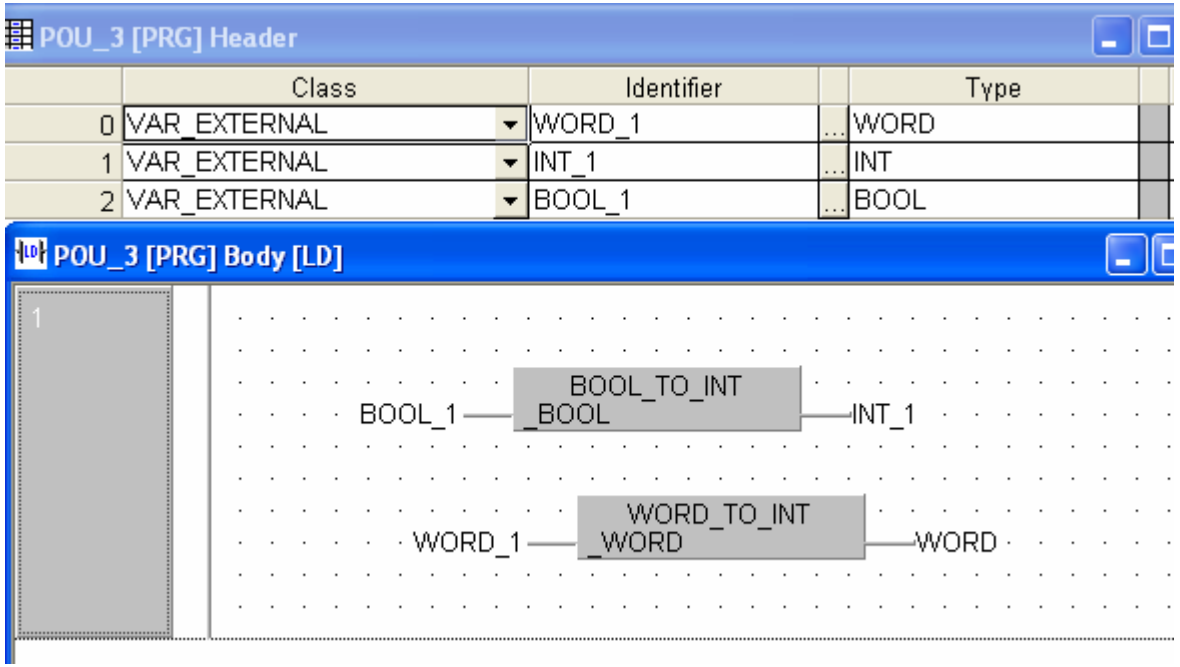
**S1=**
**S2=**
**S3=**
**S4=**

# Conversion de type

**Instruction de la forme *_TO_** permettant la conversion de type**

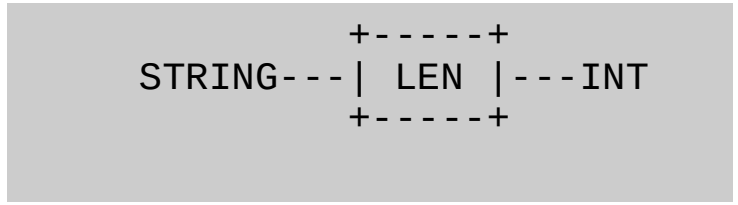
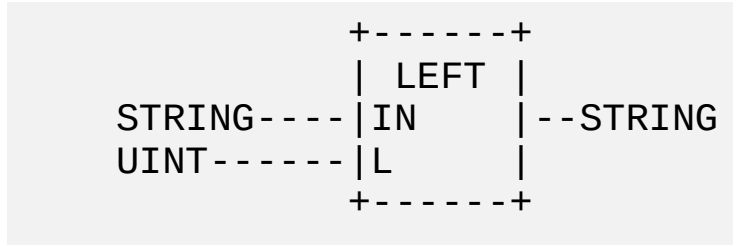
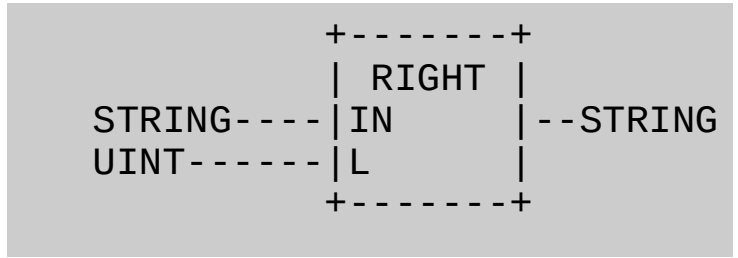
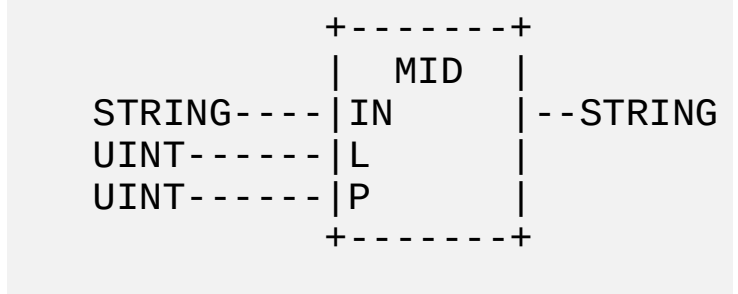
Exemple

A := INT_TO_REAL (198);  (*A = 198.0 *)




*Une liste exhaustive ne présente aucun intérêt.*

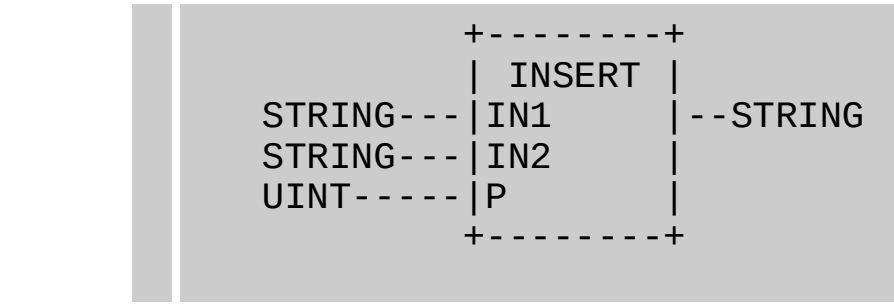
# Manipulation des chaînes de caractères

| | Graphical form | Explanation/example |
|---|---|---|
| |  | String length function<br>Example:<br>A := LEN('ASTRING')<br>is equivalent to A := 7; |
| |  | Leftmost L characters of IN<br>Example:<br>A := LEFT('ASTR',3);<br>is equivalent to<br>A := 'AST' ; |
| |  | Rightmost L characters of IN<br>Example:<br>A := RIGHT('ASTR',3);<br>is equivalent to<br>A := 'STR' ; |
| |  | L characters of IN,<br>beginning at the P-th<br>Example:<br>A := MID('ASTR',2,2);<br>is equivalent to<br>A := 'ST' ; |

# Manipulation des chaînes de caractères


Extensible concatenation

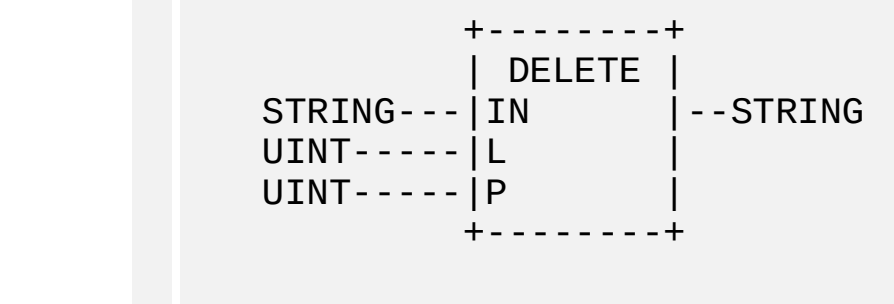
Example:
A :=
CONCAT('AB','CD','E') ;
is equivalent to
A := 'ABCDE' ;




Insert IN2 into IN1 after the P-th character position

Example:
A:=INSERT('ABC',XY',2);
is equivalent to

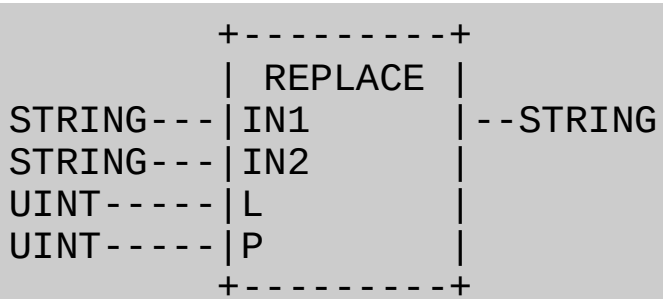
A := 'ABXYC' ;




Delete L characters of IN, beginning
at the P-th character position

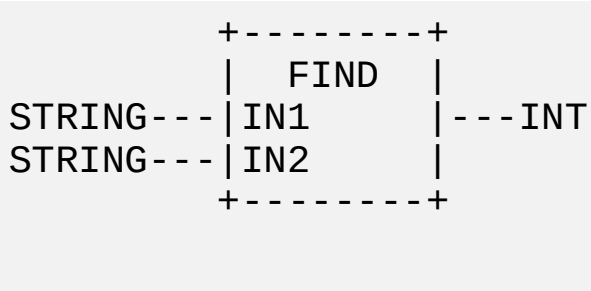
Example:
A :=
DELETE('ABXYC',2,3) ;
is equivalent to
A := 'ABC' ;

# Manipulation des chaînes de caractères




Replace L characters of IN1 by IN2,
starting at the P-th character position

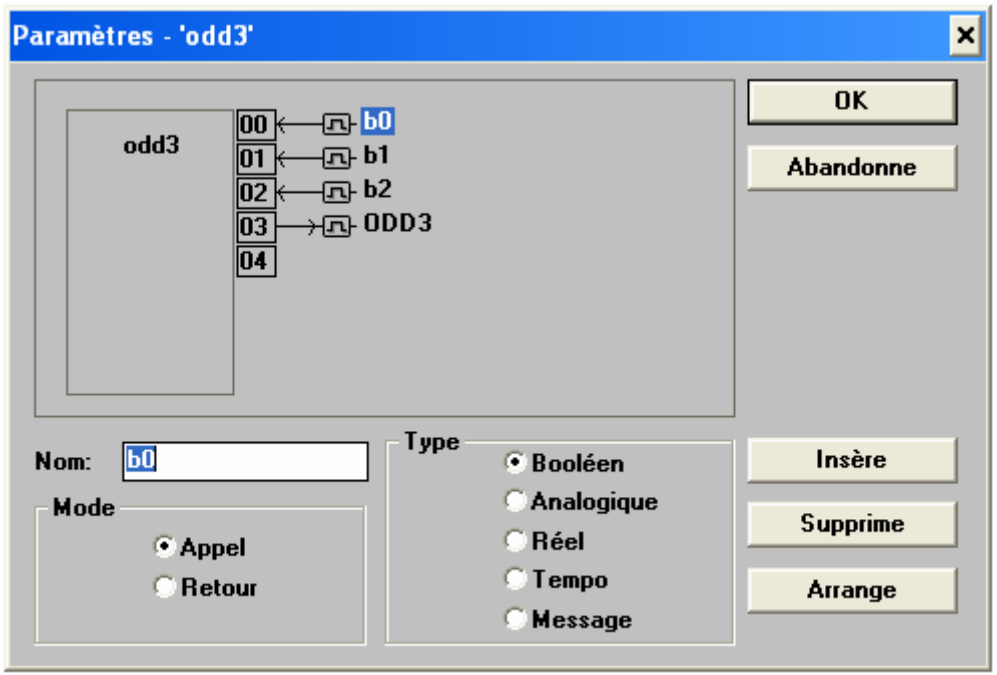
Example:
A := REPLACE('ABCDE','X',2, 3) ;
is equivalent to
A := 'ABXE' ;



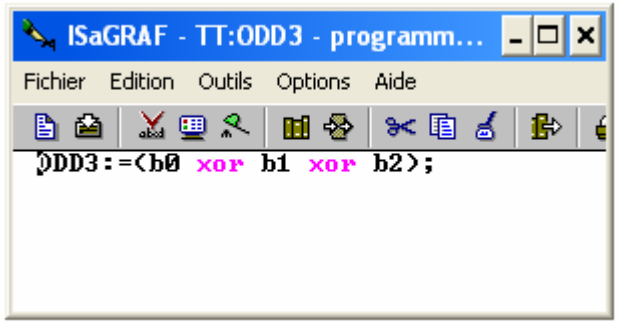

Find the character position of the beginning of the first occurrence of IN2 in IN1. If no occurrence of IN2 is found, then OUT := 0.

Example:
A := FIND('ABCBC','BC') ;
is equivalent to A := 2 ;

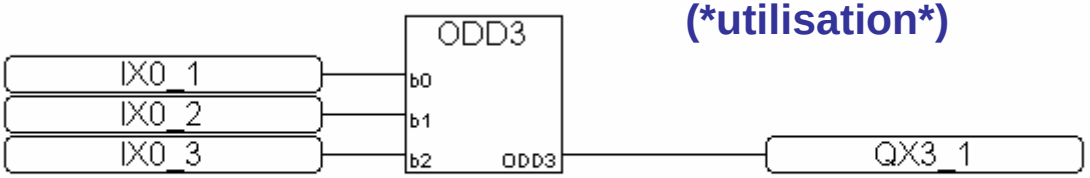
# Exemple de fonction avec Isagraf




**(*définition*)**



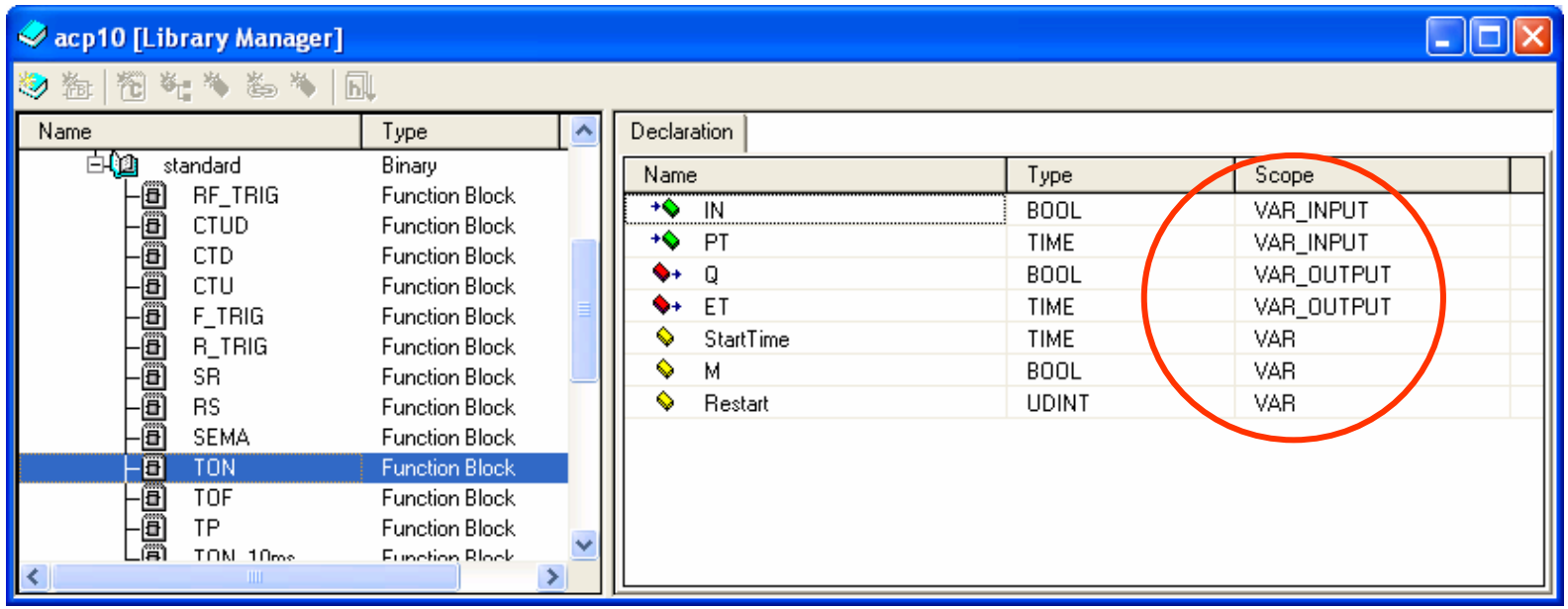

**(*utilisation*)**



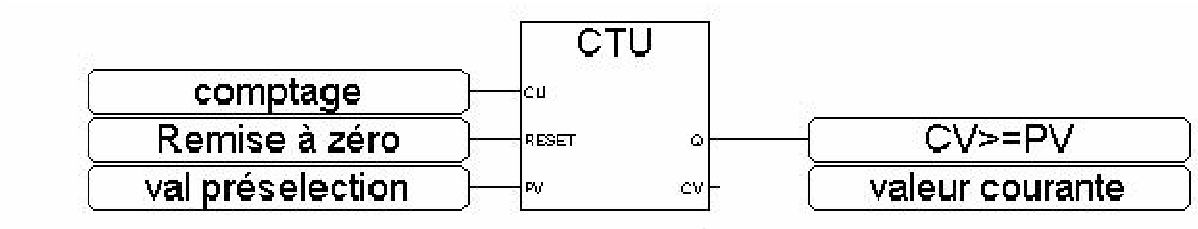
# Blocs fonctionnels standards

**La norme IEC 6 1131-3 décrit des blocs fonctionnels standard qui peuvent être utilisés dans le programme API**

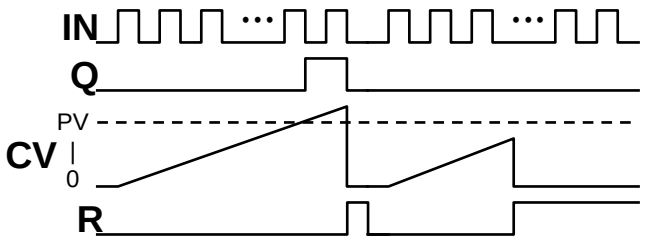
**Compteurs CTU, CTD, CTUD**
**Détecteurs de fronts R_TRIG, F_TRIG**
**Temporisateurs TP, TON, TOF, RTC**
**Bascules SR, RS**



# CTU

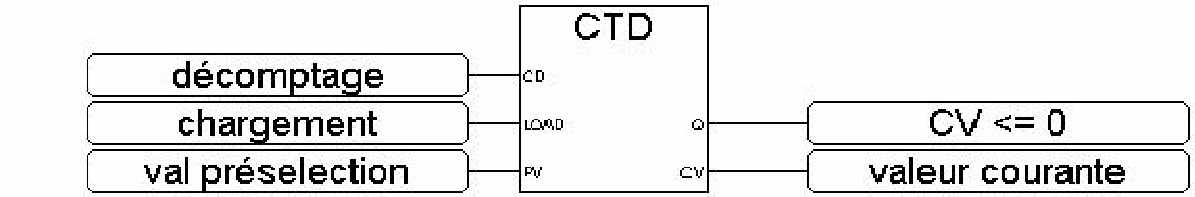



**Count Up (CTU) Counter**

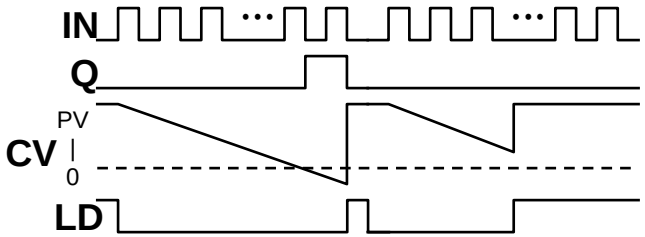



```
(*CTU*)
IF R THEN CV := 0 ;
 ELSIF CU AND (CV < PVmax)
    THEN CV := CV+1;
 END_IF ;
 Q := (CV >= PV) ;
```

# CTD

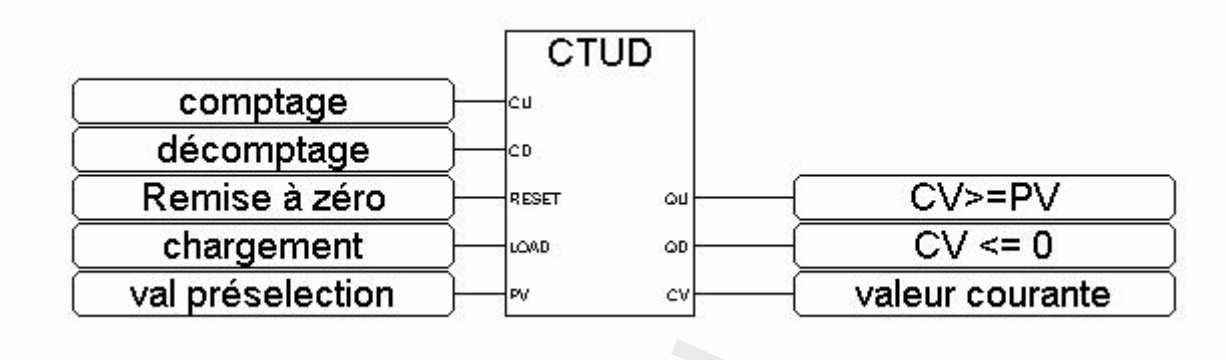



**Count Down (CTD) Counter**

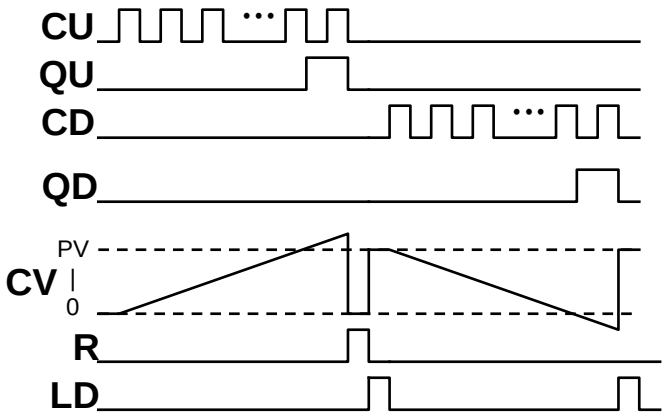



```
(*CTD*)
IF LD THEN CV := PV ;
 ELSIF CD AND (CV > PVmin)
    THEN CV := CV-1;
 END_IF ;
 Q := (CV <= 0) ;
```

# CTUD



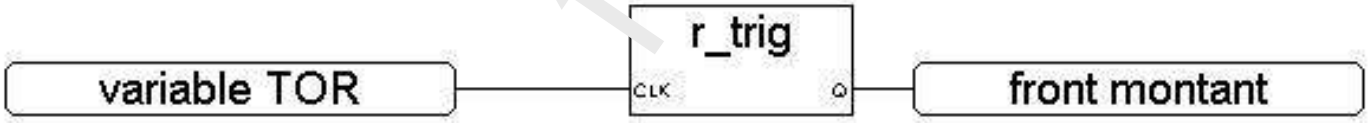

**Count Up/Down (CTUD) Counter**

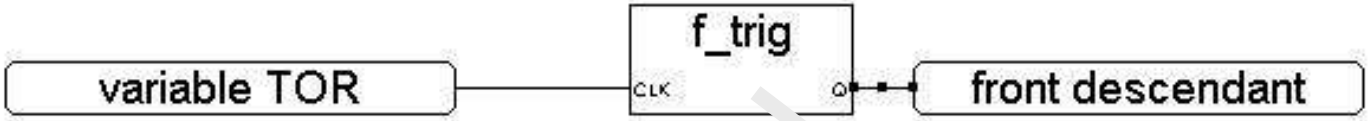



```
(*CTUD*)
IF R THEN CV := 0 ;
 ELSIF LD THEN CV := PV ;
 ELSE
   IF NOT (CU AND CD) THEN
     IF CU AND (CV < PVmax)
     THEN CV := CV+1;
     ELSIF CD AND (CV > PVmin)
     THEN CV := CV-1;
     END_IF;
   END_IF;
 END_IF ;
 QU := (CV >= PV) ;
 QD := (CV <= 0) ;
```

# F_TRIG & R_TRIG

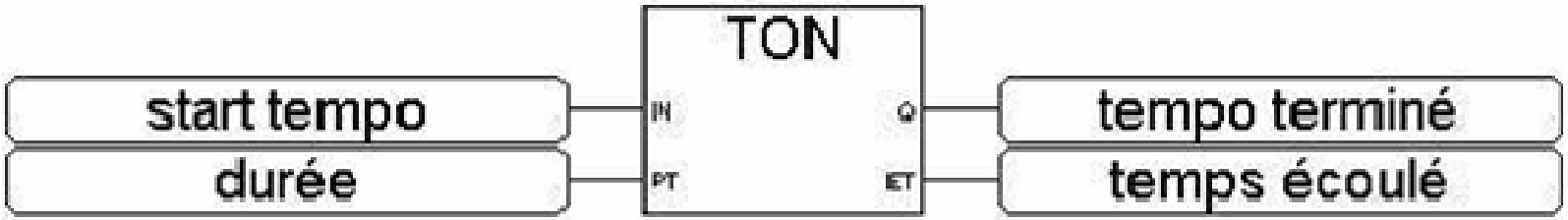
Q := CLK AND NOT M ;
M := CLK ;



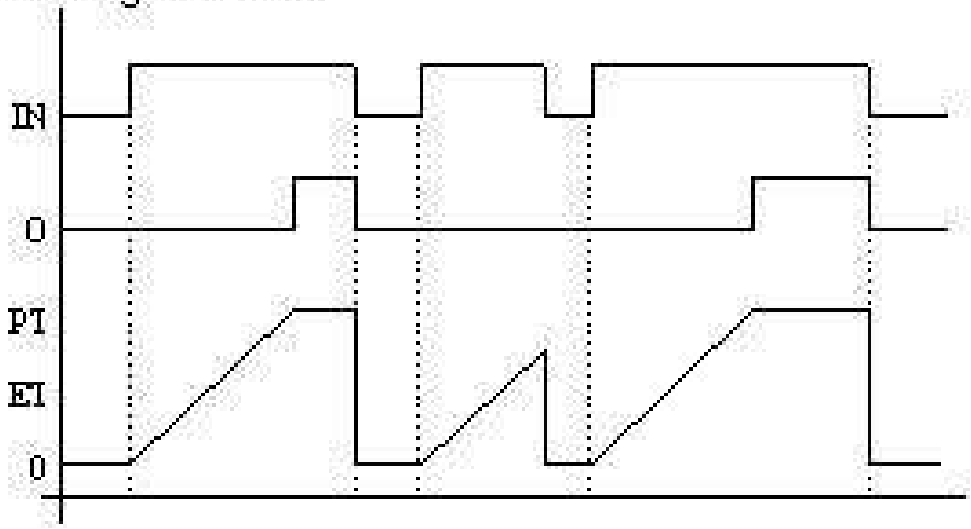




Q :=NOT CLK AND NOT M ;
M :=NOT CLK ;

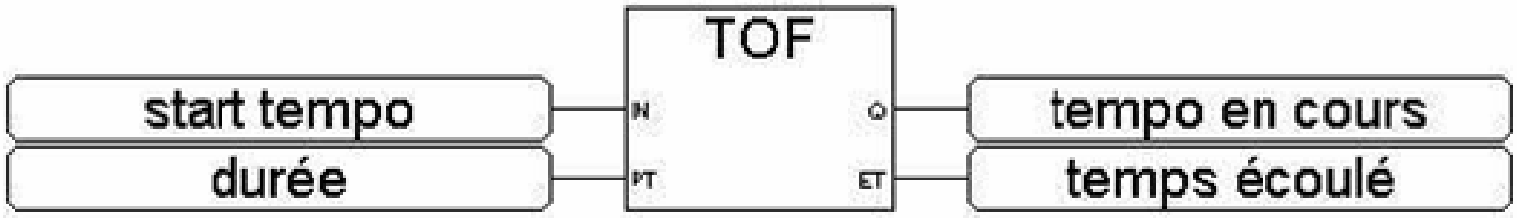
# TON



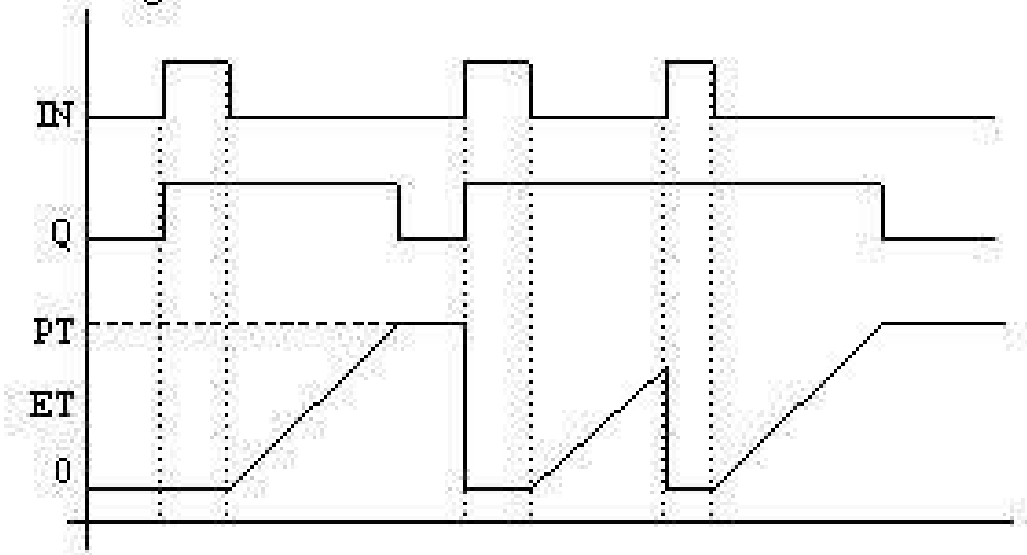

Chronogramme :



# TOFF

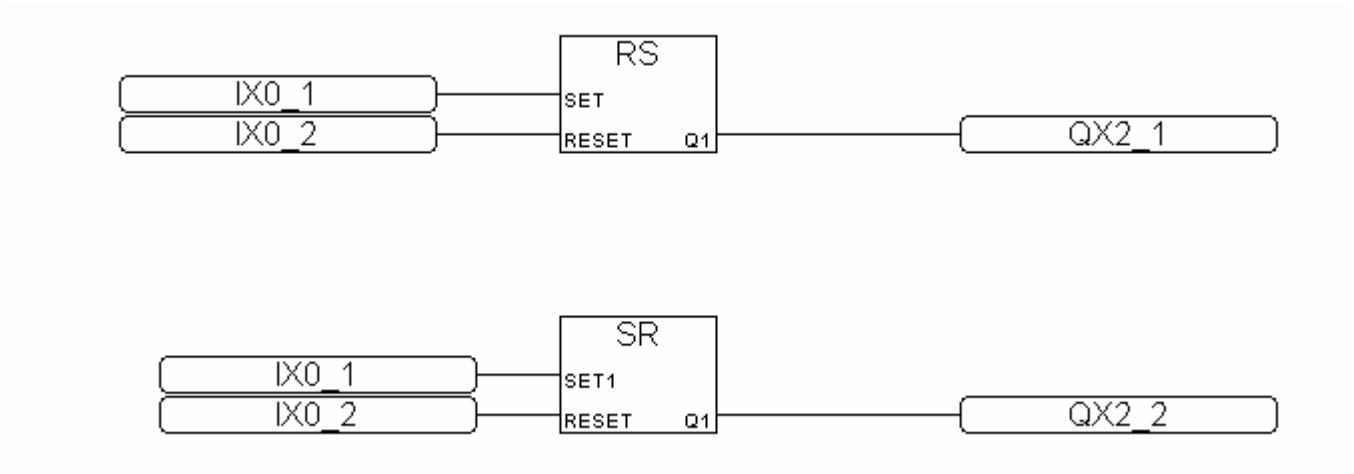



Chronogramme :



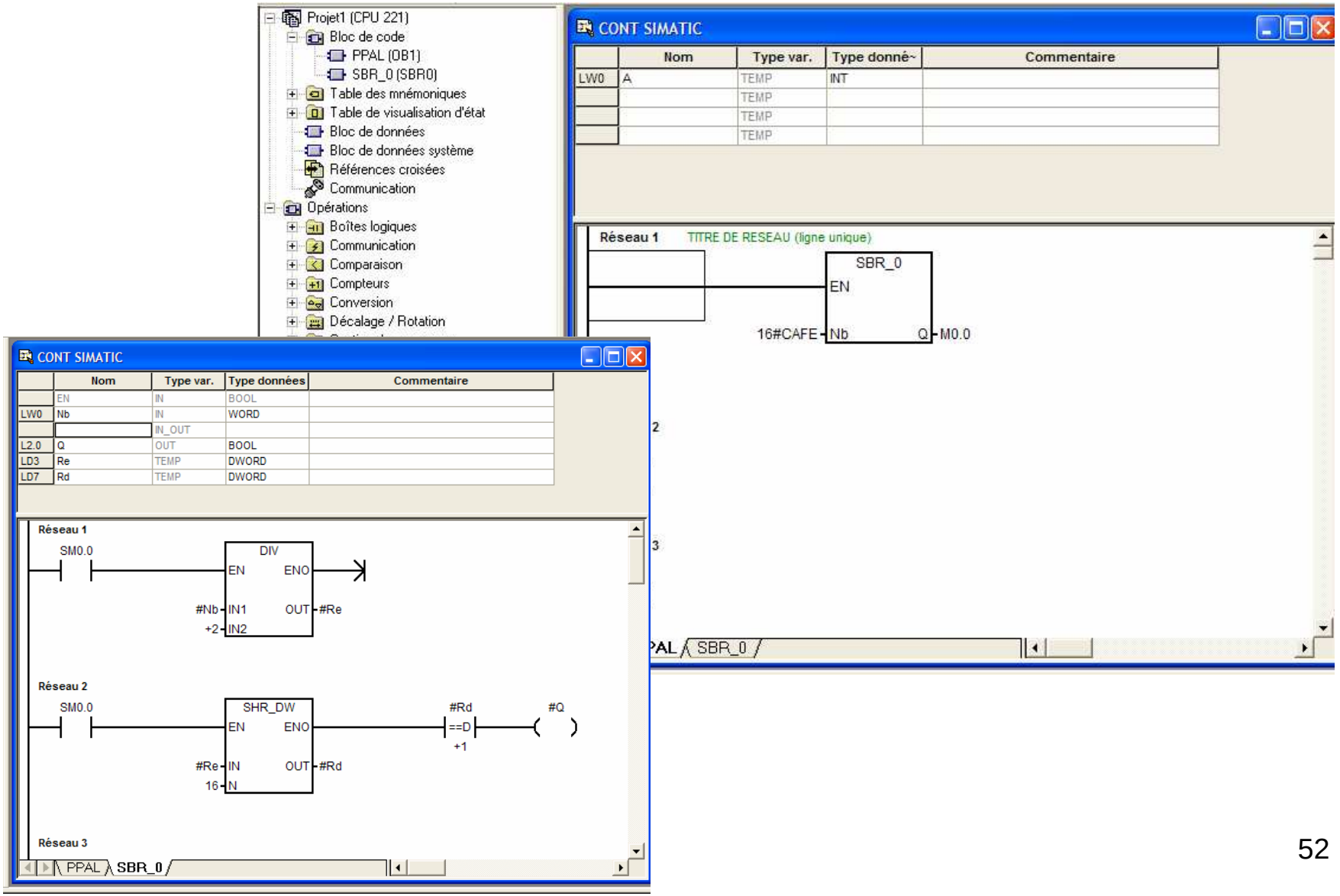
# Bascule RS & SR

| | | |
|---|---|---|
| SET | BOO | si TRUE, force Q1 à TRUE |
| RESET1 | BOO | si TRUE, force Q1 à FALSE (prioritaire) |
| Q1 | BOO | état de la bascule |

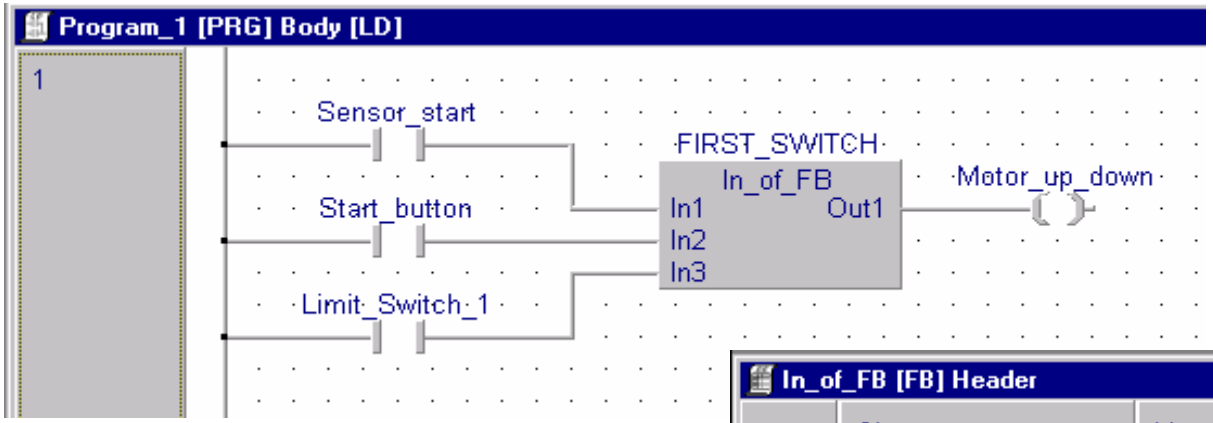


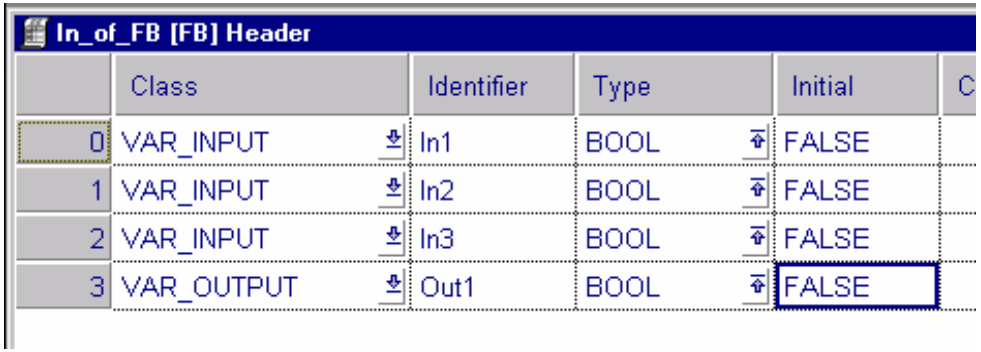

| | | |
|---|---|---|
| SET1 | BOO | si TRUE, force Q1 à TRUE (prioritaire) |
| RESET | BOO | si TRUE, force Q1 à FALSE |
| Q1 | BOO | état de la bascule |

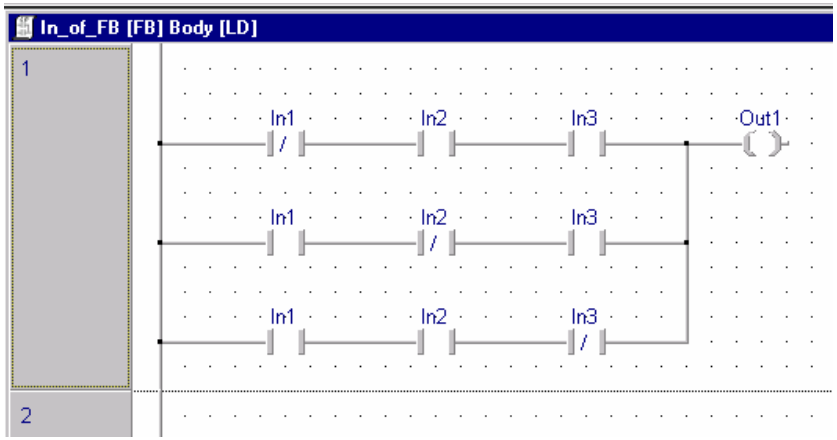
# Exemple de block avec Siemens



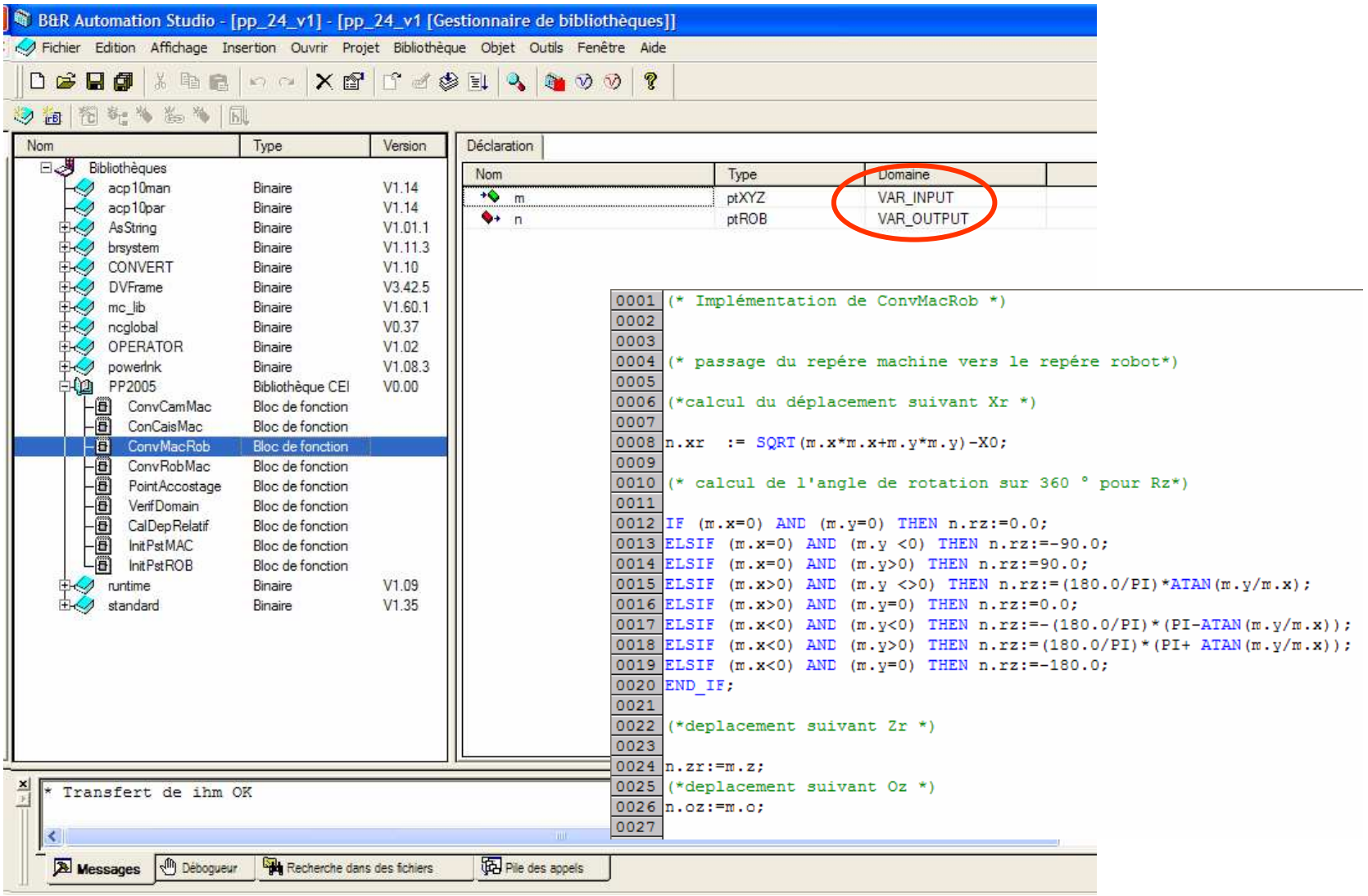
# Exemple de block avec NAIS



# Exemple de block avec B&R



# Avantages

**Standard International**

Pratiquement tous les grands constructeurs des automates proposent des plateformes orientées vers IEC 6 1131 - 3

Structures de l'interface, langages et l'organisation des programmes sont uniformes

**Economie du temps**

Modèle unique du software et des données pour les différents types d'automates

Il suffit d'apprendre une fois pour programmer les différents API

- Risque d'erreurs réduit
- Fonctions et Blocs Fonctionnels standard

Réutilisation et portabilité du software

# Avantages

**Qualité de programmation**

Indépendance du constructeur et du type de l'automate
Structuration des programmes et déclarations des variables comme dans des langages informatiques
Utilisation de données typées et programmation symbolique permettent d'éviter des erreurs de programmation

**Le choix d 'un meilleur langage pour chaque problème**

5 langages de programmation (textuels et graphiques)
Possibilité de mixer différents langages dans le projet utilisateur

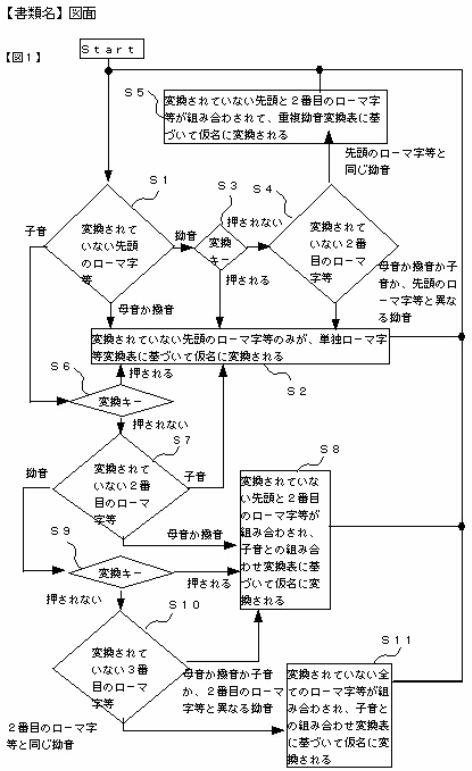
# IEC 61131-3


**www.plcopen.org**

*“The best thing that happened to industrial control”*

# IEC 61131-3 Algorithmique

*« Un algorithme est un ensemble de règles opératoires rigoureuses ordonnant, à un processeur particulier d'exécuter, dans un ordre déterminé, un nombre fini d'opérations élémentaires pour résoudre tous les problèmes d'un type donné. »*

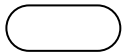



Notes de cours

Philippe RAYMOND

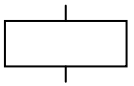
octobre 2005

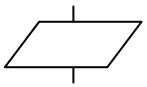
# NFZ 61-100



**Début, fin, interruption**
Début, fin ou interruption d'un programme, point de contrôle, …

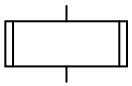
**Symbole général "traitement"**
Opération ou groupe d'opérations sur des données, instructions

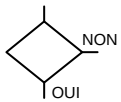




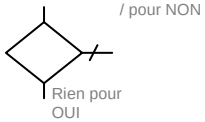
**Entrée-sortie**
Mise à disposition d'une information à traiter ou enregistrement d'une information traitée.

**Sous-programme**
Portion de programme considérée comme une simple opération






**Embranchement ou test logique**
Prise en compte d'une condition variable impliquant un choix parmi plusieurs voies



# Algorithmique en langage ST

***structure conditionnelle :*** elle n'offre que deux issues possibles à la poursuite de l'algorithme en s'excluant mutuellement.

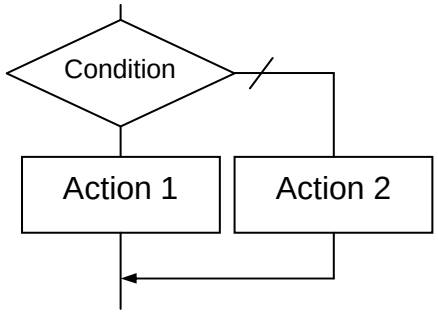
***Structure itérative*** : la structure itérative répète l'exécution d'une opération ou d'un traitement.

***Structure de choix*** : elle permet d'effectuer des actions différentes suivant les valeurs que peut prendre une même variable

.

# structure conditionnelle

## [ IF … THEN… ELSE… END_IF ]

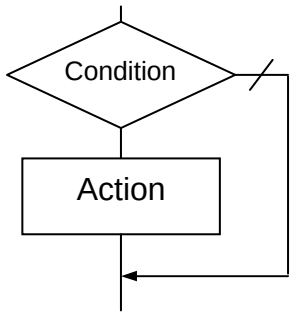



**IF** <condition>
**THEN** "action1"
**ELSE** "action 2"
**END_IF**

```
(*EXEMPLE*)
IF manual AND not (alarm) THEN
level := manual_level;
bx126 := bi12 OR bi45;
ELSIF over_mode THEN
level := max_level;
ELSE
level := (lv16 * 100) / scale;
END_IF;
```

# *structure conditionnelle*

## *[ IF … THEN…END_IF ]*

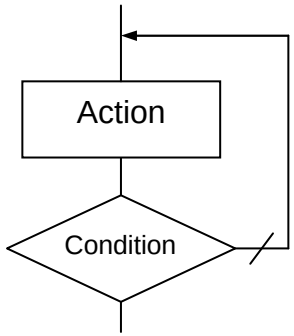



**IF** <condition>
**THEN**
"action"
**END_IF**

```
(*EXEMPLE*)

If overflow THEN
alrm_level := true;
END_IF;
```

# Structure itérative

## [ REPEAT ... UNTIL...END_REPEAT]

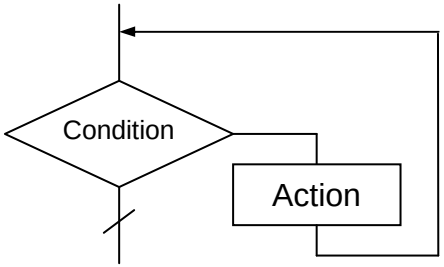



**REPEAT** "Action"
**UNTIL** <condition>
**END_REPEAT**

L'action est toujours exécutée au moins une fois

```
(*EXEMPLE*)
string := ''; (* chaîne vide *)
nbchar := 0;
IF ComIsReady ( ) THEN
REPEAT
string := string +ComGetChar ( );
nbchar := nbchar + 1;
UNTIL ( (nbchar >= 16) OR NOT
(ComIsReady ( )) )
END_REPEAT;
END_IF;
```

# Structure itérative
## [ WHILE ... DO ... END_WHILE]

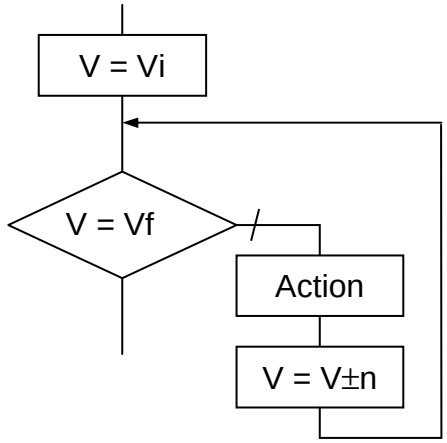



**WHILE <** condition>
**DO** "Action"
**END_WHILE**

L'action peut ne jamais être exécutée

```
(*EXEMPLE*)
string := ''; (* chaîne vide *)
nbchar := 0;
WHILE ((nbchar < 16) & ComIsReady ( )) DO
string := string + ComGetChar ( );
nbchar := nbchar + 1;
END_WHILE;
```

# Structure itérative
## [ FOR ... TO ... BY ... DO ... END_FOR]

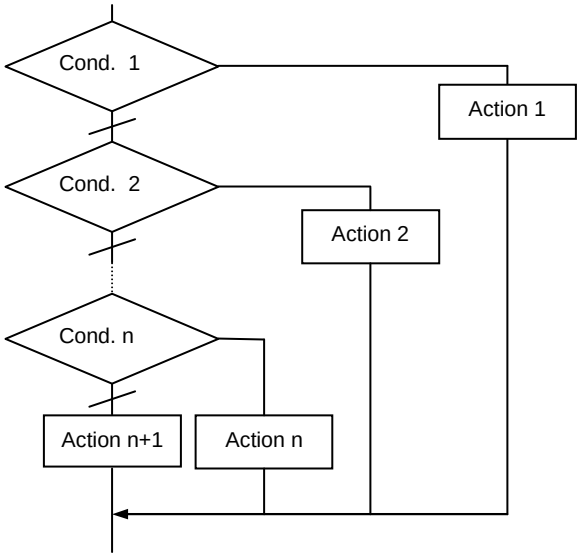



**FOR** V **=** Vi **TO** Vf **BY** n **DO**
"Action"
**END_FOR**

La mention [ BY n ] est optionnelle.
Lorsqu'elle n'est pas spécifiée,
le pas d'incrément par défaut est 1.

```
(*EXEMPLE*)
length := mlen (message);
target := ''; (* chaîne vide *)
FOR index := 1 TO length DO
code := ascii (message, index);
IF (code >= 48) & (code <= 57) THEN
target := target + char (code);
END_IF;
END_FOR;
```

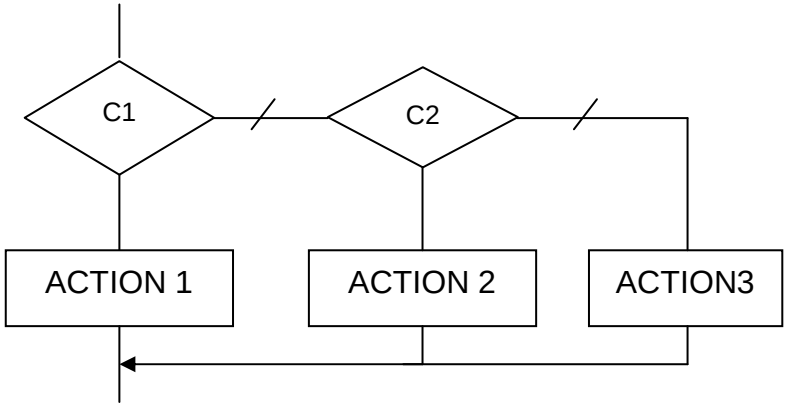
# Structure de choix
## [ CASE … OF… ELSE… END_CASE ]




**CASE** var OF
**Valeur 1 :** "action 1"
**Valeur 2 :** "action 2"
. . . . . .
**Valeur n :** "action n"
**ELSE** action n+1
**END_CASE**

```
(*EXEMPLE*)

CASE error_code OF
255:
err_msg := 'Division by zero';
fatal_error := TRUE;
1:
err_msg := 'Overflow';
2, 3:
err_msg := 'Bad sign';
ELSE
err_msg := 'Unknown error';
END_CASE;
```

# *Autre réalisation (choix multiple)*

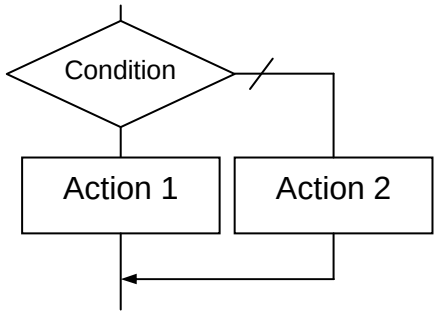



**(*Ci réalise le test**
**(var = valeur i) *)**

**IF** C1**THEN**
ACTION1
**ELSIF** C2 **THEN**
ACTION2
**ELSE**
ACTION3
**END_IF**

# Programmation en IL

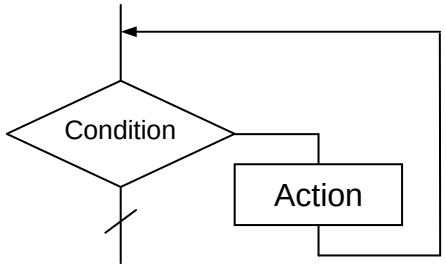
## *[ IF … THEN… ELSE… END_IF ]*




```
LD condition
JMPNC  action2 (*saut a l'étiquette action2 si condition est faux*)
(* ici la description de l'action 1*)
JMP suite (*traitement de l'action 1 termine. poursuite du programme*)
action2:
(* ici la description de l'action 2*)
suite:
(* ici la suite du traitement *)
```

# Programmation en IL

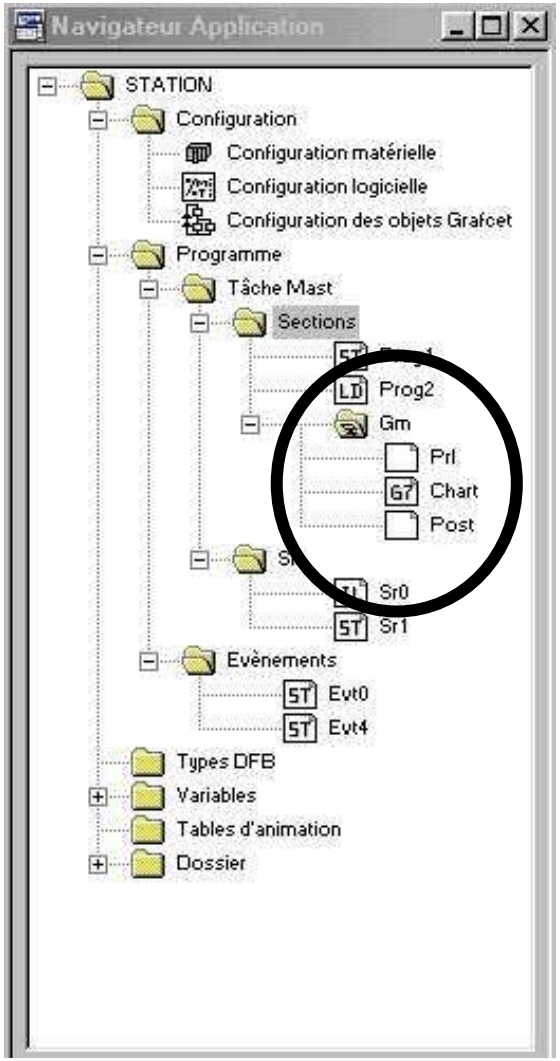
## *[ WHILE ... DO ... END WHILE]*

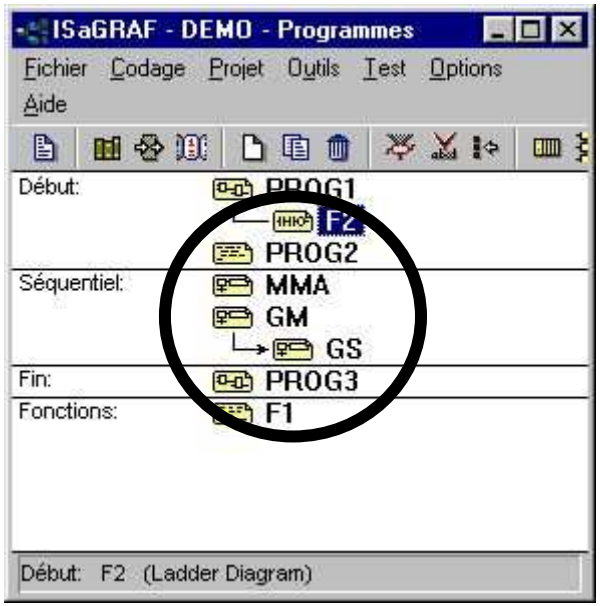



**JMP Jump to label**
**N (not) et C (condition) pour modifier l'instruction JUMP**

*debut :*
LD condition
JMPNC *suite* (*la condition est fausse, donc on saute à la suite *)
(* ici la description de l'action *)
JMP *debut* (*on retourne tester la condition* )
*suite:*
(* ici la suite du traitement *)

# IEC 61131-3
# Sequential Function Chart



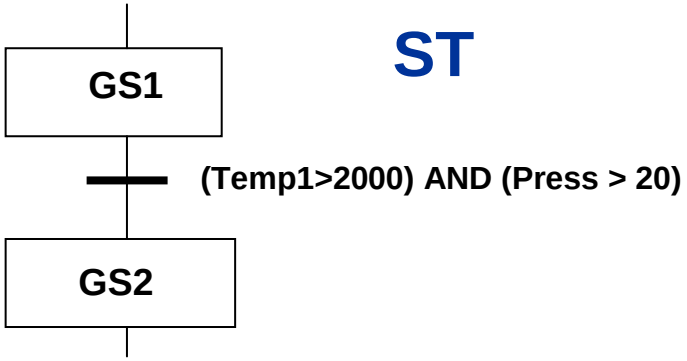



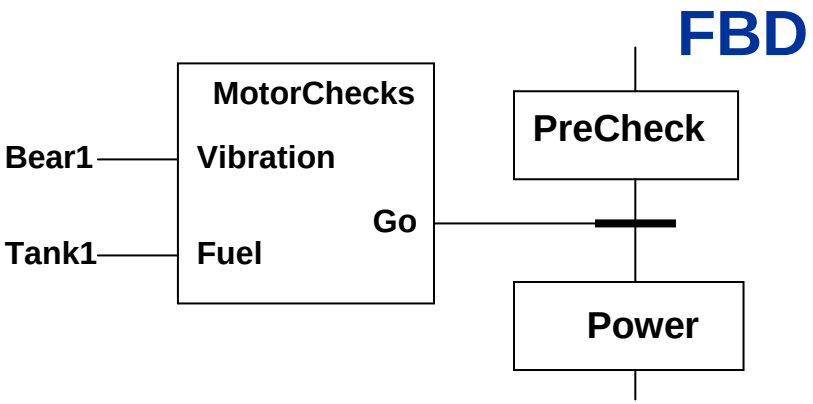

Notes de cours

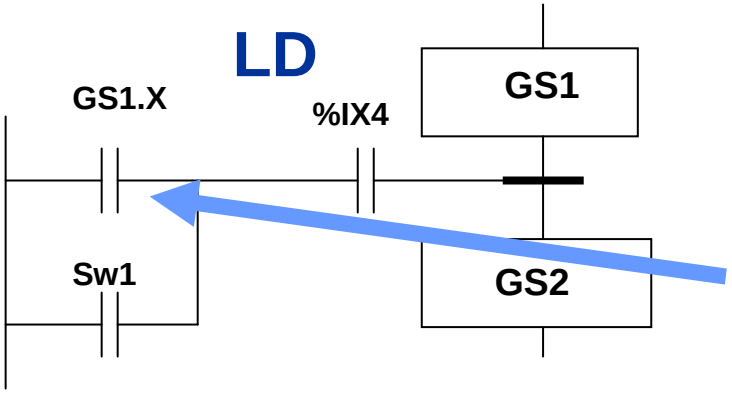
Philippe RAYMOND

mars 2006

# Programmation Des Réceptivités



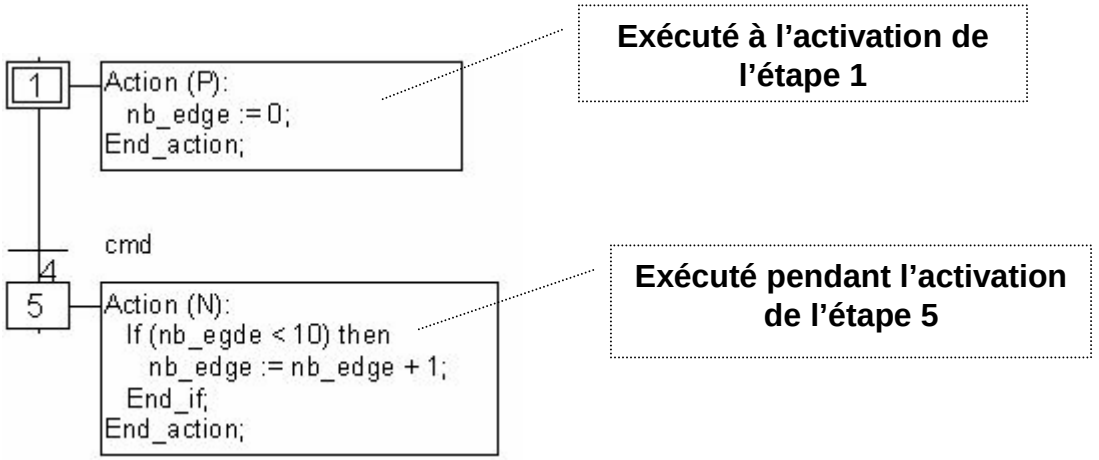



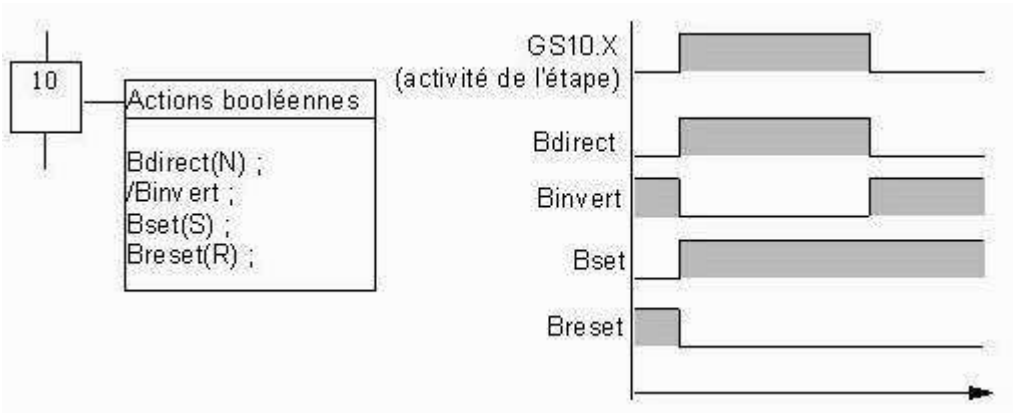




***.X drapeau d'étape

(type booléen, domaine local)

# Bloc Actions
# exemples



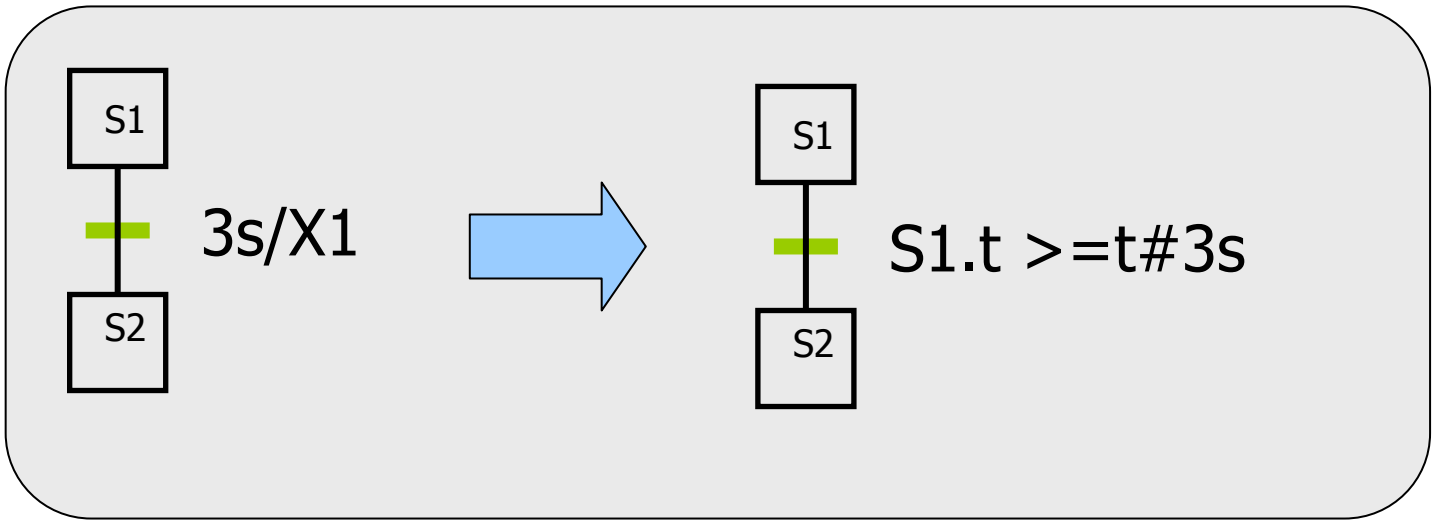
# Bloc Actions possible

| Qualifier | Explanation |
|---|---|
| None | Non-stored (null qualifier) |
| N | Non-stored |
| R | overriding **Reset** |
| S | **Set (Stored)** |
| L | time **Limited** |
| D | time **Delayed** |
| P | **Pulse** |
| SD | **Stored and time Delayed** |
| DS | **Delayed and Stored** |
| SL | **Stored and time Limited** |

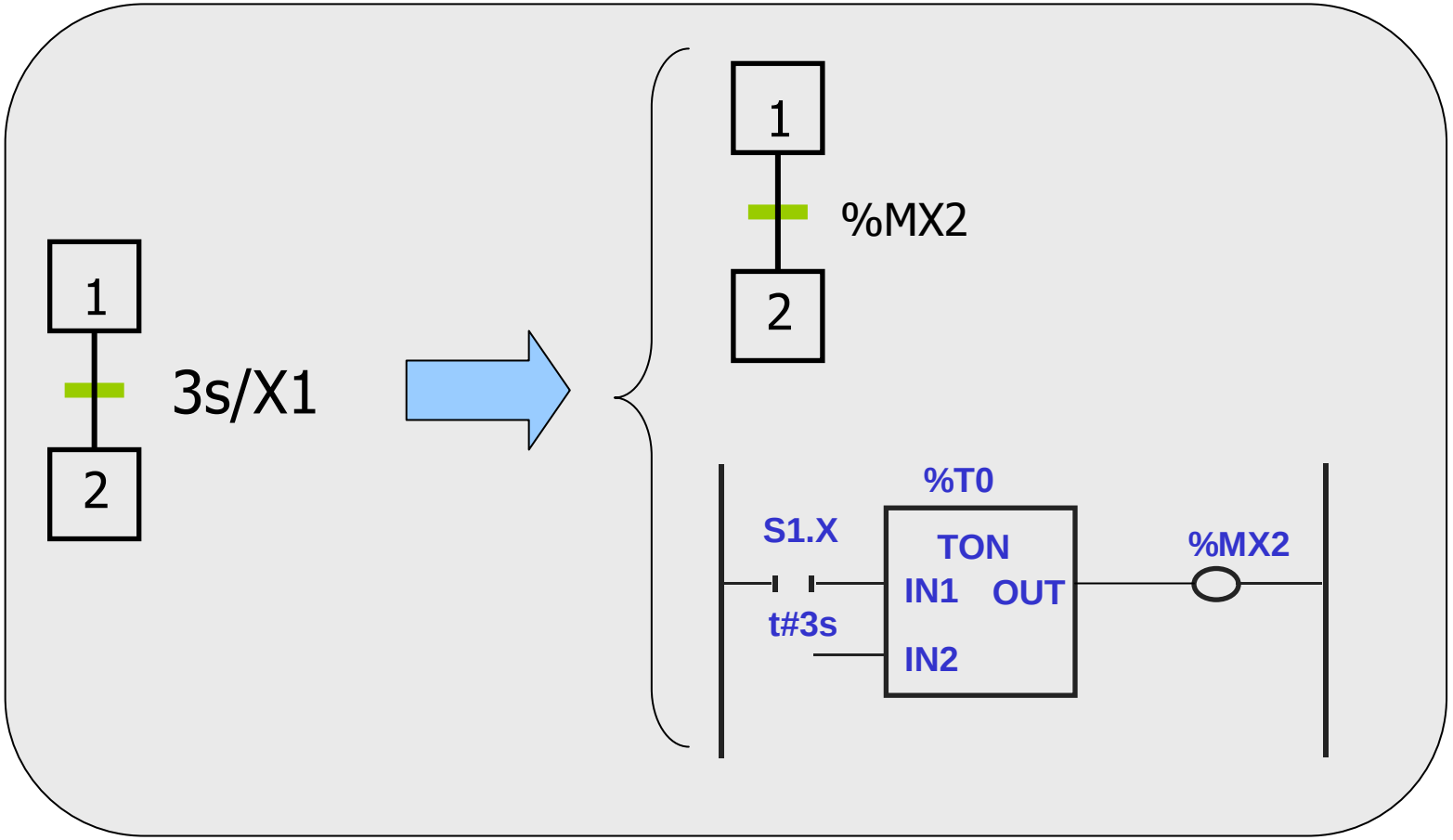
# Réalisation De to/Xi

| * |
|---|

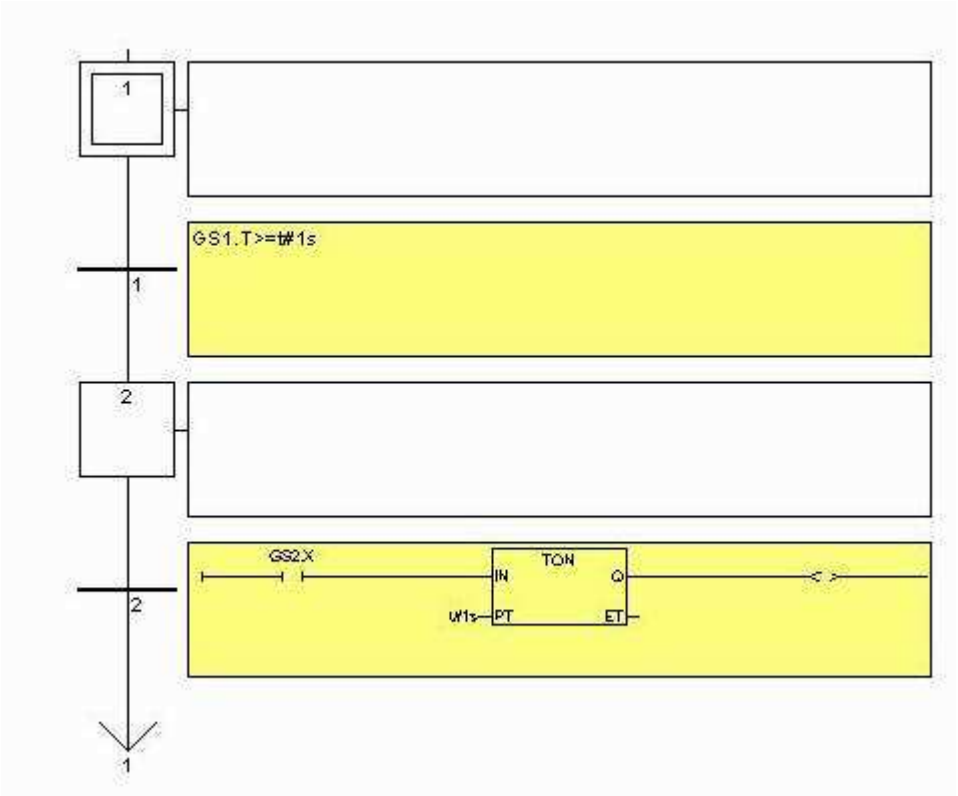
*.t temps écoulé depuis l'activation (type time)



# Réalisation De to/Xi
# (autre méthode)



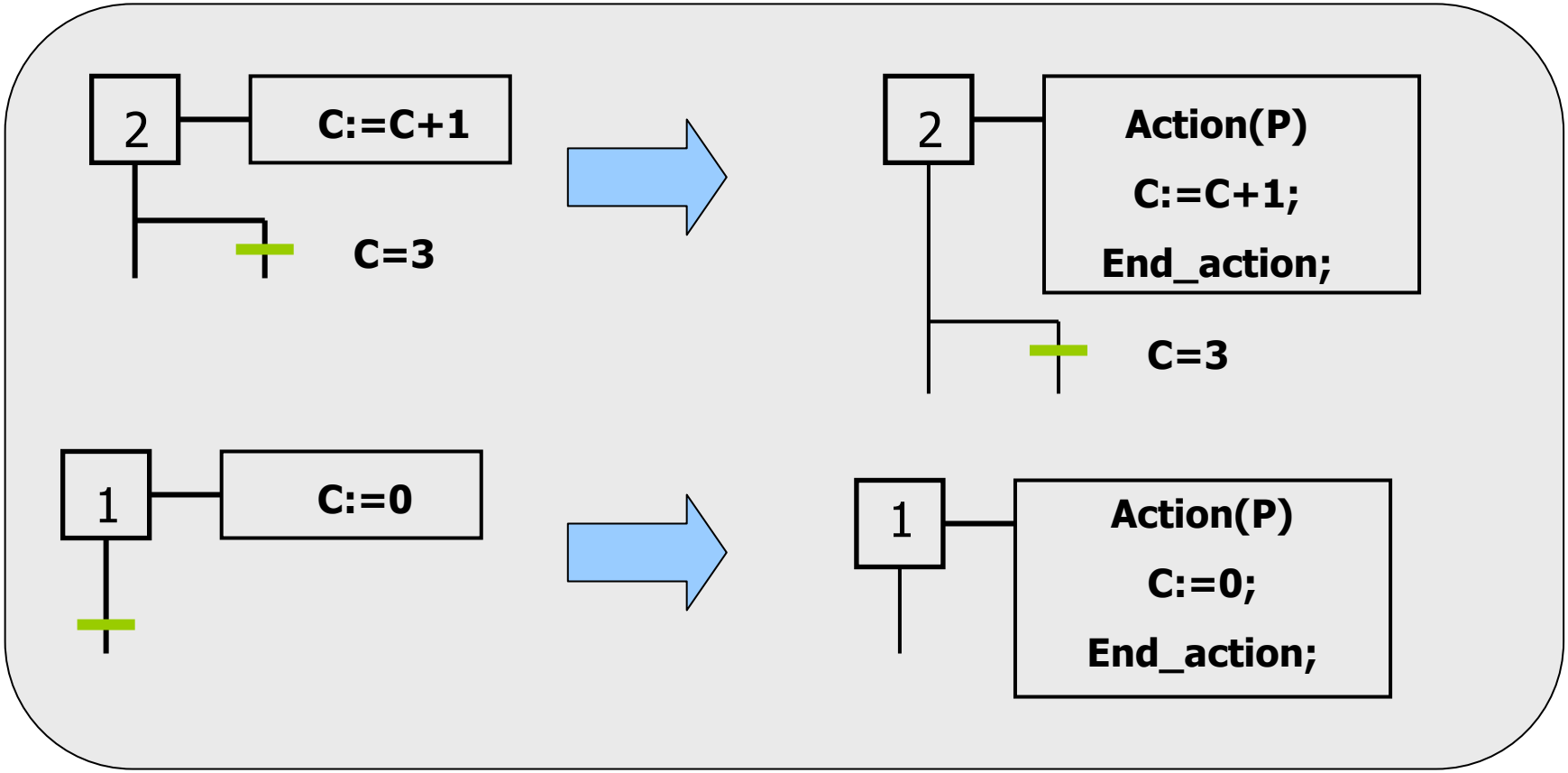
# Exemple isagraf



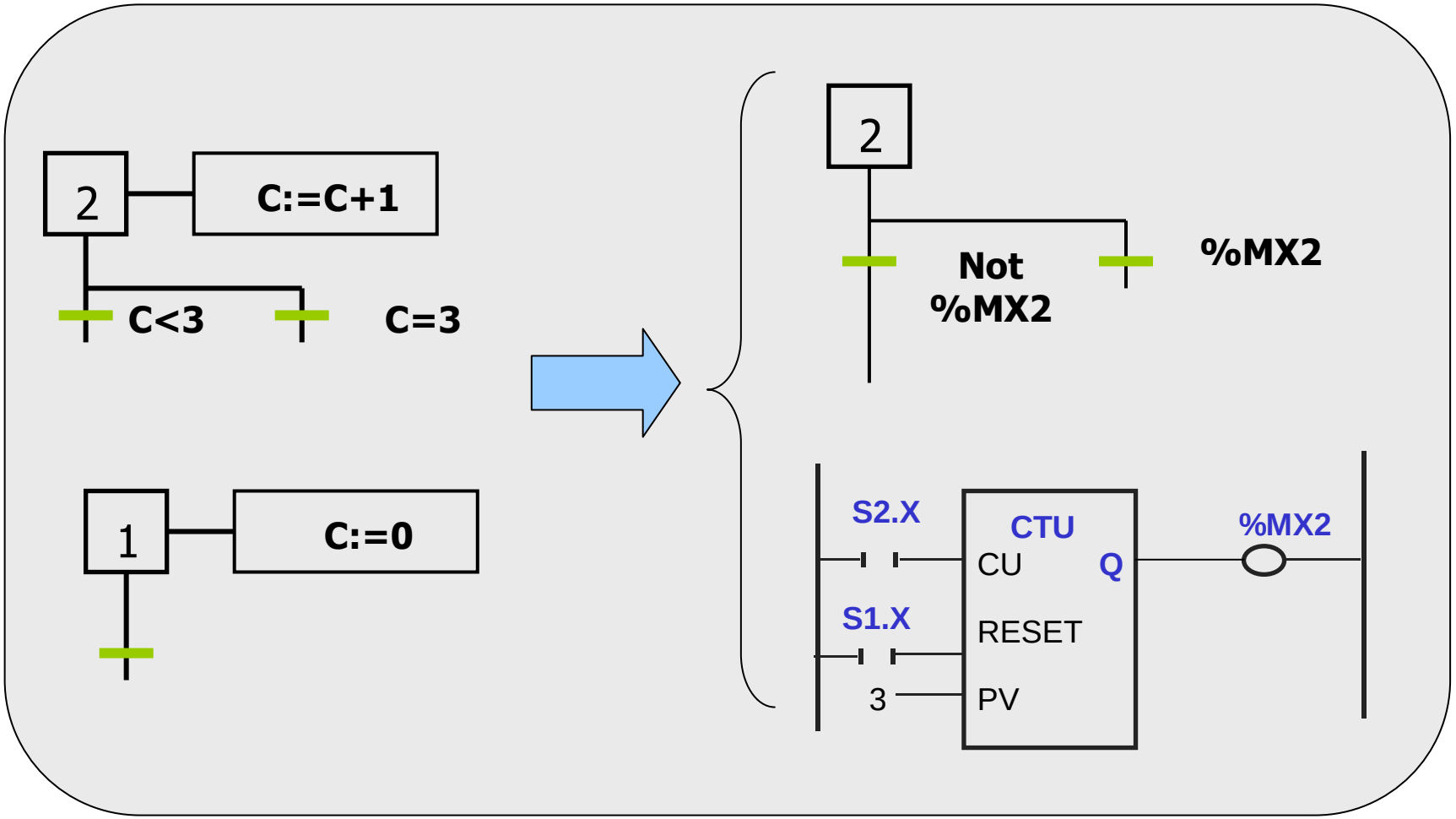

drapeau d'étape (ou variable d'étape) GS*.x pour isagraf ou X* pour pl7

Durée d'activation GS*.t pour isagraf et X*.v pour pl7

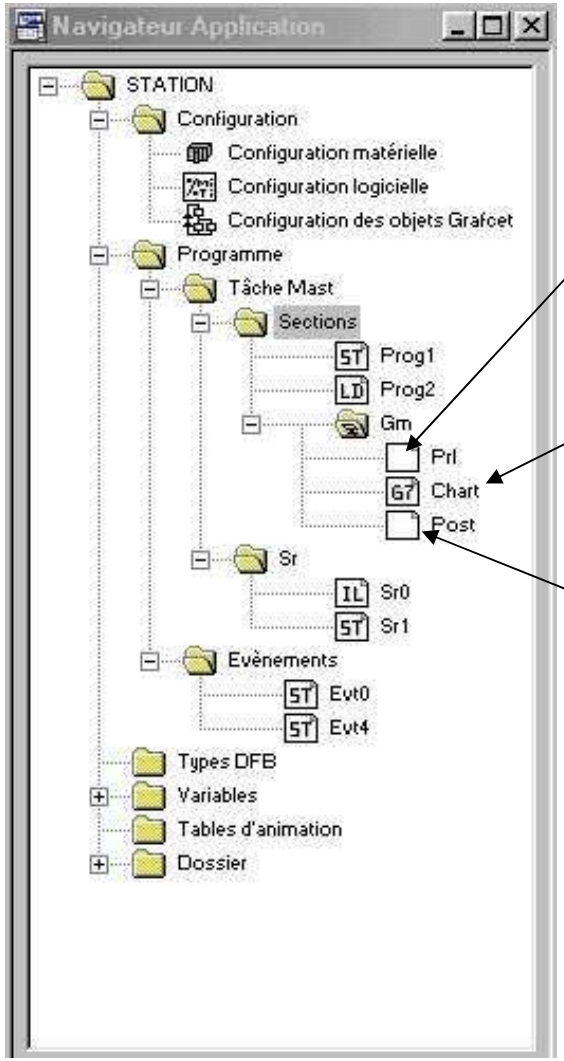
# Réalisation des compteurs…



# Réalisation des compteurs…



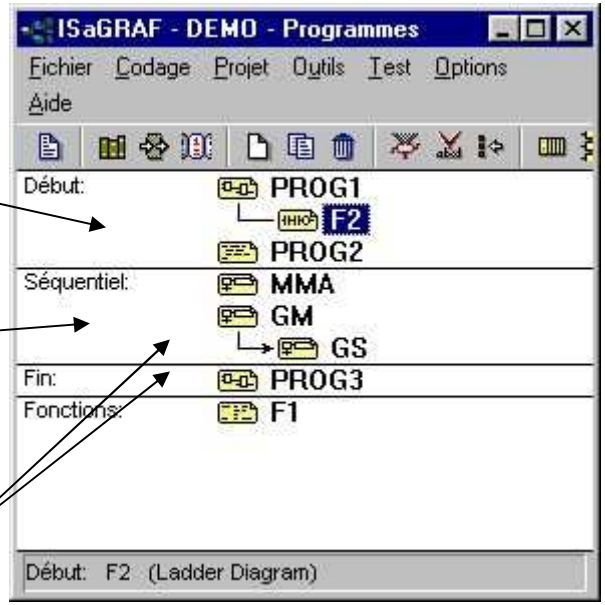
# Structuration




**Traitement préliminaire (fronts,réceptivités,…)**

**Structure**

**Actions associées aux étapes**



# Structuration Des Graphes

**Si les Instructions de forçages ne sont pas définis dans la norme IEC 61131, les ateliers constructeurs offrent parfois des possibilités de hiérarchisation**

**Isagraf : Notion de père et de fils**

**Le père donne naissance au fils (GSTART)**

**Le père tue le fils (GKILL)**

**Le père gèle le fils (GFREEZE)**

**PL7 junior : Notion de bit système**

**Agit sur la totalité du chart !**

**%S21 pour G7 { INIT}**

**%S23 pour G7 {*}**