

# Grafcet Designer v.2.0

## Manuel de Référence

TecAtlant  
Le Fort bloqué  
27 Allée des Macareux  
56270 Ploemeur  
FRANCE  
Tél. : +33 (0)9 80 32 79 40

## Limitations de garantie

Les éventuels supports sur lesquels vous recevez les logiciels de TecAtlant sont garantis contre les défauts survenant lors de l'exécution de programmes, qui seraient dues à des défauts matériels ou de fabrication. La période de cette garantie est de 90 jours à partir de la date de livraison, attestée par les reçus ou autres documents. Le cas échéant, TecAtlant corrigera ou remplacera le support qui ne permettrait pas l'exécution normale des programmes, à condition qu'un tel défaut soit stipulé au cours de la période de garantie. TecAtlant ne garantit pas que le fonctionnement de ses logiciels ne sera pas interrompu ni se déroulera sans erreur.

TecAtlant estime avoir fait tout ce qu'il fallait pour que les informations contenues dans ce manuel soient exactes. Au cas où il resterait malgré tout des erreurs techniques ou des fautes typographiques, TecAtlant se réserve le droit d'apporter des modifications à de futures éditions de ce document sans préavis aux détenteurs de cette édition. Le lecteur est prié de consulter TecAtlant s'il suspecte des erreurs. En aucun cas, TecAtlant ne pourra être tenu responsable des problèmes liés à l'utilisation de ce document ou aux informations qu'il contient.

A L'EXCEPTION DE CE QUI EST SPECIFIE ICI, TECATLANT N'ACCORDE AUCUNE AUTRE GARANTIE, EXPLICITE OU IMPLICITE, ET REJETTE PARTICULIEREMENT TOUTE GARANTIE LIEE A L'ACTE DE VENTE ET A L'ADEQUATION DE SES PRODUITS A UN BESOIN PARTICULIER. LES DROITS DES UTILISATEURS POUR RECOURIR LES DOMMAGES CAUSES PAR UNE FAUTE OU NEGLIGENCE DE LA PART DE TECATLANT SERONT LIMITEES AUX SOMMES VERSEES PAR L'UTILISATEUR. TECATLANT NE SERA PAS PASSIBLE DE DOMMAGES ET INTERETS A LA SUITE DE PERTES DE DONNEES OU DE PROFITS, OU DE TOUS DOMMAGES (ACCIDENTELS OU NON) LIES A L'UTILISATION DE SES PRODUITS, MEME SI ELLE EN AVAIT ETE PREALABLEMENT AVERTIE. Cette limitation de la responsabilité de TecAtlant s'appliquera quelles que soient la nature et l'origine du préjudice, que ce soit à la suite d'un contrat ou la conséquence d'un acte délictueux, y compris par négligence. Toute action contre TecAtlant doit être conduite dans l'année qui suit la cause de cette action. TecAtlant ne pourra être tenu pour responsable de tout retard en performance dû à des causes qui iraient au-delà de ce qu'il lui est raisonnablement possible de faire. La garantie fournie ici ne couvre pas les dommages, défauts, dysfonctionnements, ou défauts de service dus à des erreurs faites par l'utilisateur dans l'interprétation des instructions de TecAtlant en ce qui concerne l'installation, le fonctionnement et la maintenance.

## Copyright

Le logiciel **Grafcet Designer** et son manuel sont reproduits tous droits réservés. Conformément à la loi sur les droits d'auteurs, ce document et le logiciel ne peuvent être ni reproduit ni transmis (sauf pour une copie de sauvegarde du logiciel), sous aucune forme que ce soit, informatique ou mécanique, notamment par photocopie, enregistrement, stockage dans un système d'archivage de documentation, ni traduit intégralement ou en partie, sans l'autorisation écrite de TecAtlant.

## Marques déposées

LabVIEW® est une marque déposée par National Instruments Corporation

Macintosh® est une marque déposée par Apple Computer, Inc

Windows® est une marque déposée par Microsoft Corporation.

Les produits et noms de sociétés cités sont des marques déposées par leurs propriétaires respectifs.

## **Mise en garde concernant l'utilisation des produits de TecAtlant dans les applications médicales et cliniques**

Les produits de TecAtlant ne sont pas conçus avec des composants et suivant des méthodes de tests prévus pour assurer un niveau de fiabilité convenant à leur utilisation dans les applications de traitement et de diagnostic sur les personnes physiques. Les applications des produits de TecAtlant impliquant des traitements médicaux ou cliniques peuvent potentiellement créer des blessures accidentelles à cause d'une panne des produits, ou à cause d'une erreur de la part de l'utilisateur ou du concepteur de l'application. Toute utilisation ou application des produits de TecAtlant pour ou dans des traitements médicaux ou cliniques doit être effectuée par un personnel médical correctement formé et qualifié, et toutes les garanties médicales d'usage, tous les équipements et toutes les procédures qui sont appropriés à cette situation particulière pour éviter les blessures graves ou la mort, doivent toujours être mis en œuvre lorsque l'on utilise les produits TecAtlant. Les produits de TecAtlant N'ONT PAS été conçus pour se substituer à toute forme de procédé, procédure ou équipement utilisé pour la surveillance médicale ou pour garantir la santé publique et la sécurité dans les traitements médicaux et cliniques.

# Table des matières

---

<b>A PROPOS DU MANUEL .....</b>	<b>4</b>
CONVENTIONS D'ECRITURE UTILISEES .....	4
CONTACTS CLIENTS .....	4
<b>CHAPITRE 1. INSTALLATION DE GRAFCET DESIGNER .....</b>	<b>5</b>
MATERIEL REQUIS .....	5
LOGICIEL REQUIS .....	5
INSTALLATION DE GRAFCET DESIGNER .....	5
<b>CHAPITRE 2. RAPPELS SUR LE GRAFCET.....</b>	<b>6</b>
REGLES DE CONSTRUCTION D'UN GRAFCET .....	6
<i>Les étapes</i> .....	6
<i>Les transitions</i> .....	7
<i>Les liaisons orientées</i> .....	7
<i>Les convergences et divergences</i> .....	7
REGLES D'EVOLUTION D'UN GRAFCET .....	7
<b>CHAPITRE 3. UTILISATION DE GRAFCET DESIGNER .....</b>	<b>9</b>
PRINCIPE DE GRAFCET DESIGNER .....	9
DEFINITION DES ENTREES/SORTIES .....	11
<i>Les entrées du Grafcet</i> .....	11
<i>Les sorties du Grafcet</i> .....	11
<i>Personnalisation des entrées/sorties</i> .....	12
EDITION D'UN GRAFCET .....	13
<i>La palette Grafcet Designer</i> .....	13
<i>Les étapes</i> .....	13
<i>La transition</i> .....	18
<i>Les convergences et divergences</i> .....	22
<i>Flèche vers le haut</i> .....	23
<i>Les arcs orientés</i> .....	23
<i>Analyse syntaxique des grafcets</i> .....	24
<i>Grafcets non connexes</i> .....	25
<i>Face Avant du VI Grafcet édité</i> .....	25
REALISATION DE L'APPLICATION .....	26
<i>Visualisation de l'état du grafcet</i> .....	27
<i>LabVIEW Real Time</i> .....	27
LES MENUS ET FENETRES GRAFCET DESIGNER .....	28
<i>Fenêtre des Préférences</i> .....	28
<i>Les exemples</i> .....	29
<i>Les assistants</i> .....	30
<b>ANNEXES .....</b>	<b>31</b>
CONTACTS CLIENTS .....	32
FORMULAIRE DE SUPPORT TECHNIQUE.....	33
FORMULAIRE DE DOCUMENTATION.....	34
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE .....	35
<i>Ouvrages de référence</i> .....	35
<i>Normes</i> .....	35

# A propos du manuel

---



Le *manuel de référence de Grafcet Designer* décrit l'interface utilisateur de la bibliothèque Grafcet Designer.

Pour en tirer pleinement profit, il est préférable que vous soyez familiarisé à Windows et au langage de programmation LabVIEW.

## Conventions d'écriture utilisées

---

Prenez connaissance des conventions d'écriture utilisées dans ce manuel:

- » Le symbole » indique le chemin d'accès aux différents menus et options des boîtes de dialogues en vue d'exécuter une action finale. La séquence **Fichier»Mise en page»Options** vous indique que vous devez dérouler le menu **Fichier**, sélectionner le sous-menu **Mise en page** et cocher l'option **Option** à partir de la boîte de dialogue
-  Cet icône indique une note qui vous indique une information importante
-  Cet icône indique une mise en garde, vous indiquant les précautions à prendre pour éviter les dommages, la perte de données ou un crash du système.
- Gras** Un texte en gras indique les différents éléments que vous devez sélectionner dans le logiciel (menus, options, ...). Il désigne également les noms des paramètres, les noms des contrôles de la face avant, des boîtes de dialogue, les noms des menus, les noms des palettes.
- Italique* Un texte en italique désigne les variables, les références croisées, ou une introduction à un concept clé. Cette mise en page indique également les champs que vous devez remplir.
- Gras italique*** Un texte en gras et en italique indique une remarque, un avertissement ou une mise en garde.

## Contacts clients

---

Vous trouverez des formulaires de support technique et informatif à la fin de ce manuel, dans l'Annexe *Contact clients*. Merci de les remplir et de les renvoyer en indiquant vos commentaires et remarques sur ce produit et le manuel qui l'accompagne.

Vous pouvez également décrire les applications que vous allez développer avec ce produit afin d'obtenir plus de renseignements et d'aide afin de résoudre les éventuels problèmes que vous pourriez rencontrer.

# Chapitre 1.

## Installation de Grafcet Designer

---

Cette partie décrit les éléments requis pour pouvoir utiliser Grafcet Designer, ainsi que la procédure d'installation.

### Matériel requis

---

Grafcet Designer est, tout comme LabVIEW, un produit multi-plateforme.



Une version de Grafcet Designer est disponible pour chaque plate-forme supportée par LabVIEW. La configuration minimale requise est la même que celle pour laquelle est prévue votre version de LabVIEW.

### Logiciel requis

---

Pour installer Grafcet Designer, LabVIEW doit impérativement être installé sur votre plate-forme. Grafcet Designer v.2.0 est disponible pour chaque version de LabVIEW à partir de la version 2010.

### Installation de Grafcet Designer

---

L'installation de Grafcet Designer se fait automatiquement à partir de son installeur disponible sur le support fourni.

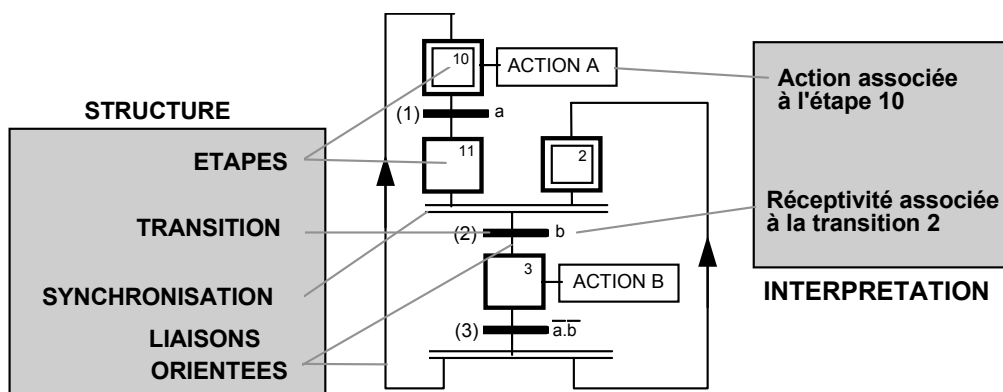
Vous pouvez télécharger un installeur autonome pour Grafcet Designer ou un package VIPM (VI Package Manager).

# Chapitre 2.

## Rappels sur le Grafcet

Le GRAFCET (GRAPhe Fonctionnel de Commande Etape Transition) est un modèle formel servant à spécifier mais aussi à commander des systèmes réactifs de type tout ou rien (entrées et sorties booléennes). Un système automatisé de production (SAP) se décompose en deux parties, la partie commande et la partie opérative. La partie opérative englobe le procédé devant être piloté ainsi que l'opérateur. La partie commande est destinée à traiter les informations provenant de la partie opérative afin de la piloter.

La présentation qui suit ne prétend pas être une définition du GRAFCET mais plutôt un rappel; de plus on n'y fera apparaître que les notions de GRAFCET qui ont été implémentées dans Grafcet Designer.



Structure du GRAFCET et interprétation

## Règles de construction d'un grafcet

Un grafcet est un graphe composé d'étapes et de transitions, reliées entre elles par des liaisons ou arcs orientés.

### Les étapes



Une étape se représente par un carré numéroté de manière unique.



Une étape peut être *initiale* (représentation par un carré double).

Une étape est soit *active* soit *inactive*.

L'ensemble des étapes actives (appelé *situation*) définit entièrement l'état du système. On précise pour chaque étape, les actions à effectuer. Ces actions ne sont effectuées que lorsque l'étape correspondante est active. On peut associer une *condition* à ces actions, l'action n'est alors réalisée que si l'étape est active et la condition remplie.



## Les transitions



Une *transition* se représente par un trait horizontal.

Une transition représente une possibilité de changement de comportement du système. Le passage d'un comportement au suivant, c'est à dire le passage d'une étape à la suivante, correspond au franchissement d'une transition.

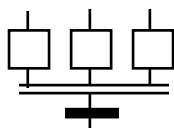
Une transition est dite *validée* lorsque toutes les étapes reliées en amont de cette transition sont actives. La proposition logique qui conditionne la transition est appelée la *réceptivité*

## Les liaisons orientées

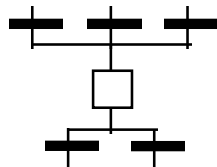
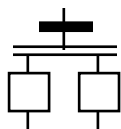


Chaque *liaison orientée* relie une étape à une transition ou une transition à une étape: il y a toujours alternance stricte étape - transition. Lorsque cette liaison est orientée de bas en haut, on fait figurer le sens par une flèche vers le haut.

## Les convergences et divergences



Lorsque des arcs orientés partent de plusieurs étapes (dites étapes "aval") et arrivent sur une même transition ou bien lorsque des arcs orientés partent d'une même transition et arrivent sur plusieurs étapes (dites étapes "amont") alors ces regroupements sont représentés par *deux traits parallèles horizontaux* appelés respectivement convergence et divergence 'en et'.



Lorsque la séparation est dans le sens de plusieurs transitions vers une étape commune (respectivement une étape vers plusieurs transitions) on les nomme convergences (respectivement divergences) 'en ou'. Leur représentation se fait en divisant les liaisons orientées.

## Règles d'évolution d'un grafcet

---

L'évolution d'un grafcet est soumise à cinq règles:

### Règle 1:

#### Situation initiale

La situation initiale d'un grafcet caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative, de l'opérateur et/ou des éléments extérieurs. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement: ces étapes sont les étapes initiales.

### Règle 2:

#### Franchissement d'une transition

Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives.

Le *franchissement* d'une transition se produit:

- lorsque la transition est validée
- ET que la réceptivité associée à cette transition est vraie.

### Règle 3:

#### Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

**Règle 4: Evolution simultanée**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

**Règle 5: Activation et désactivation simultanées d'une étape**

Si au cours du fonctionnement la même étape est simultanément activée et désactivée, elle reste active.



***Deux modes d'évolution sont généralement admis: un mode d'évolution sans recherche de stabilité et un mode d'évolution avec recherche de stabilité. Grafcet Designer implémente la dernière solution.***

*Stabilité :*

Pour une valeur du vecteur d'entrée du système isolé conduisant à une situation donnée, cette situation atteinte sera dite stable si après franchissement de toutes les transitions franchissables, une nouvelle situation ne peut être obtenue que sur occurrence d'un événement externe.

Notamment, les sorties associées aux étapes appartenant à une situation non stable ne sont pas émises. Pour une situation stable donnée, les sorties associées dont les conditions logiques sont vraies sont émises à vrai, les autres sont émises à faux.



***Lors d'une évolution avec recherche de stabilité, une nouvelle valeur du vecteur des entrées n'est considérée que lors de l'atteinte d'un état stable. Par conséquent, une situation totalement instable (retour à une même situation lors d'une même évolution) entraîne un bouclage sans fin.***

# Chapitre 3.

## Utilisation de Grafcet Designer

Cette partie décrit les méthodes et les fonctions permettant de créer, valider et d'exécuter un grafcet avec Grafcet Designer.



L'utilisation de Grafcet Designer requiert une connaissance préalable du logiciel LabVIEW. On rappelle ici que le terme *VI* est l'abréviation de *Virtual Instrument* (*Instrument Virtuel*) : il désigne un programme LabVIEW.

### Principe de Grafcet Designer

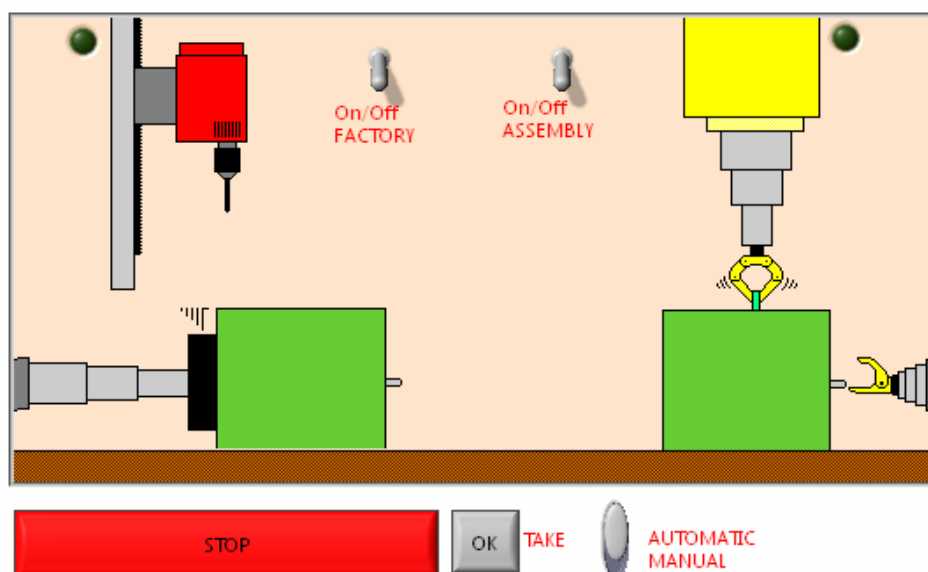
La création d'une application de contrôle de procédé à l'aide de la bibliothèque Grafcet Designer se décompose en trois phases:

1. Définition des entrées/sorties de la partie commande du système piloté. Ces entrées/sorties peuvent être de deux types:
  - Logicielles, par le biais de l'interface graphique (vers ou de l'opérateur),
  - Matérielles, par le biais de moyens physiques (vers ou du procédé) tel que carte d'entrées/sorties numériques, liaison série, parallèle, réseau, etc...
2. L'édition du grafcet spécifiant le comportement de la partie commande.
3. L'intégration des deux précédentes phases dans un VI principal qui permettra le fonctionnement de l'application.

On a choisi d'illustrer chaque point sur une application test, en suivant pas à pas l'élaboration de l'application finale. L'application choisie est un atelier composé d'une partie fabrication et d'une partie assemblage. La partie fabrication reçoit des pièces brutes qu'elle usine. Ces pièces sont ensuite déposées en un lieu de stockage. Puis, soit sur ordre d'un opérateur, soit de manière automatique (lorsque la pièce est détectée), un bras manipulateur récupère la pièce pour la soumettre à une machine de montage où un assemblage est réalisé. La pièce finie est ensuite évacuée.

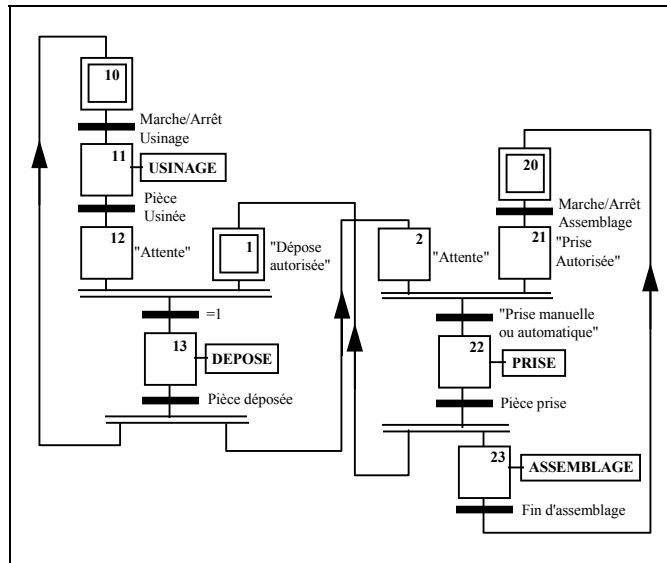


D'autres exemples d'utilisation de Grafcet Designer sont fournis avec la librairie. Vous les trouverez sous le répertoire.../[LabVIEW]/examples/TecAtlant/Grafcet Designer



Synoptique du processus

Le grafcet spécifiant le comportement de notre partie commande est le suivant :



**Grafcet de la partie commande**

Pour ce système, on a défini les entrées de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative, comme suit :

Désignation	Nom De référence	Provenance	
		Opérateur	Carte
Marche/Arrêt Usinage	E0	✓	
Marche/Arrêt Assemblage	E1	✓	
Manuel/Automatique	E2	✓	
Prise	E3	✓	
Pièce usinée	E4		✓
Pièce déposée	E5		✓
Pièce prise	E6		✓
Fin Assemblage	E7		✓

De même, on a défini les sorties de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative, comme suit :

Désignation	Nom De référence	Provenance	
		Opérateur	Carte
Usinage	S0	✓	✓
Attente 1	S1	✓	
Attente 2	S2	✓	
Dépose	S3	✓	✓
Prise	S4	✓	✓
Assemblage	S5	✓	✓



Les notations Ii et Oi peuvent également être employées pour désigner les entrées Ei et les sorties Si.

## Définition des entrées/sorties

Un grafcet spécifie le comportement d'une partie commandée par rapport à une partie opérative (dont fait partie l'opérateur), l'interaction entre les deux parties se fait grâce aux entrées/sorties.

La partie commande reçoit les informations de type Tout ou Rien (ToR) provenant de la partie opérative, ces informations constituent les entrées de la partie commande. La partie commande (dont le comportement est spécifié par un grafcet) élabore alors un ensemble de signaux (aussi de type ToR) destiné à la partie opérative, cet ensemble de signaux constitue les sorties de la partie commande.

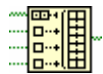
Il faut donc définir ces ensembles de variables booléennes, également appelés respectivement vecteur d'entrée et vecteur de sortie. Ces définitions seront faites dans votre VI principal qui contiendra votre grafcet édité.



Ouvrez le VI 'Running grafcet.vit' à partir de ..\[LabVIEW ]\templates\TecAtlant\Grafcet Designer

## Les entrées du Grafcet

Une entrée doit être une variable booléenne, elle peut provenir de deux sources: l'interface opérative (la face avant d'un VI) ou bien de l'extérieur (par exemple d'une carte d'acquisition, d'une liaison série, ou encore d'un réseau...c'est l'interface procédé). Dans le cas d'une carte d'acquisition, il faut souvent convertir une valeur numérique ou alphanumérique en valeur booléenne.



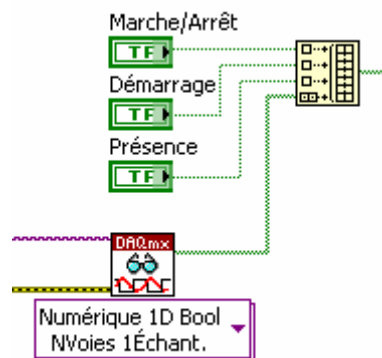
Build Array

En pratique, pour définir le vecteur d'entrée, il suffit juste d'assembler chacune de ses composantes à l'aide de la fonction 'build array'.

L'ordre des composantes est important, car il permet d'indexer les entrées (la notation  $E_i$  désignera la  $i^{\text{ème}}$  composante du vecteur d'entrée).

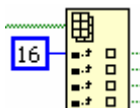
### Exemple

Les entrées 'Marche/Arrêt chaîne de fabrication', 'Marche/Arrêt chaîne de montage', 'Manuel/Automatique' et 'Prise' sont des entrées provenant de l'interface graphique (opérateur). Les entrées peuvent bien sûr venir d'une carte d'acquisition de données.



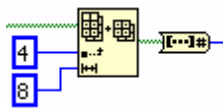
## Les sorties du Grafcet

Une sortie est une variable booléenne, elle peut être dirigée vers deux destinations: l'interface opérative (vers un indicateur booléen) ou bien vers l'extérieur (via une carte d'acquisition, une liaison série, ou encore un réseau...).



Index Array

On peut récupérer les composantes d'un vecteur 1D de booléen, grâce à la fonction 'Index array' du menu 'Array & Cluster'.

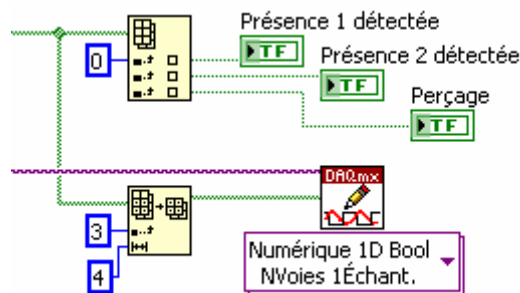


On peut également utiliser la fonction ‘**Array Subset**’ du menu ‘**Array & Cluster**’ pour récupérer une portion de vecteur destinée, par exemple, à être convertie en entier grâce à la fonction ‘**Boolean Array to number**’ afin d’écrire sur un port d’une carte d’acquisition

L’ordre dans lequel on récupère ces composantes a une importance car c’est dans cet ordre que l’on fera ultérieurement référence aux sorties (la notation *Si* désignera la ième composante du vecteur de sortie).

**Exemple**

Les six premières sorties (‘Fabrication’, ‘Attente 1’, ‘Attente 2’, ‘Dépose’, ‘Prise’, ‘Assemblage’) sont des sorties logicielles (destinées à informer l’opérateur sur l’ordre donné à la partie opérative), seules les sorties 0, 3, 4 et 5 sont des sorties matérielles (ce sont les ordres donnés à la partie opérative), elles destinées à une carte d’acquisition de données.

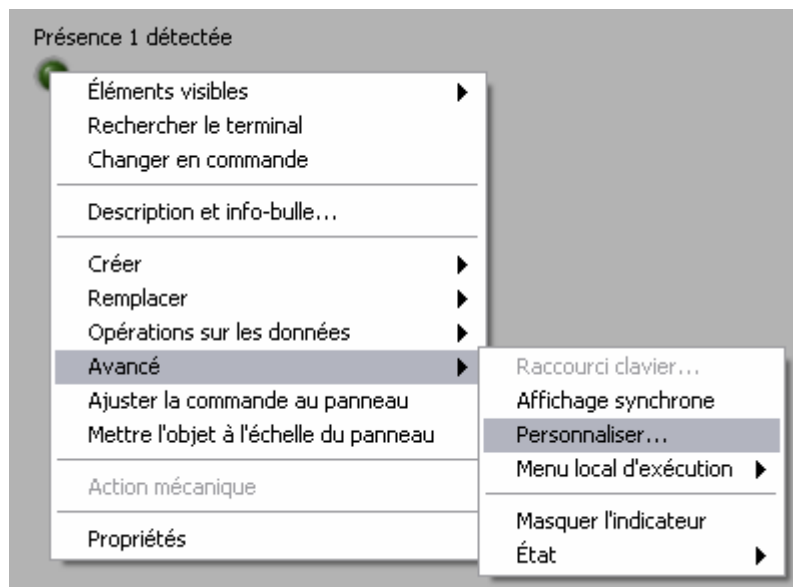


## Personnalisation des entrées/sorties



LabVIEW permet de personnaliser l’aspect des contrôles et indicateurs grâce à l’éditeur de contrôle (cf. manuel de référence LabVIEW).

Grâce à ce mécanisme, il devient possible d’avoir une représentation très réaliste du procédé piloté. Il suffit d’importer les images représentatives des deux états d’une sortie.



**Exemple**

Le booléen ‘Prise’ a pour représentation un bras au repos dans l’état faux et un bras prenant une pièce dans l’état vrai. Ainsi les représentations relâchées et appuyées deviennent respectivement : bras au repos et bras prenant une pièce.

## Edition d'un grafcet

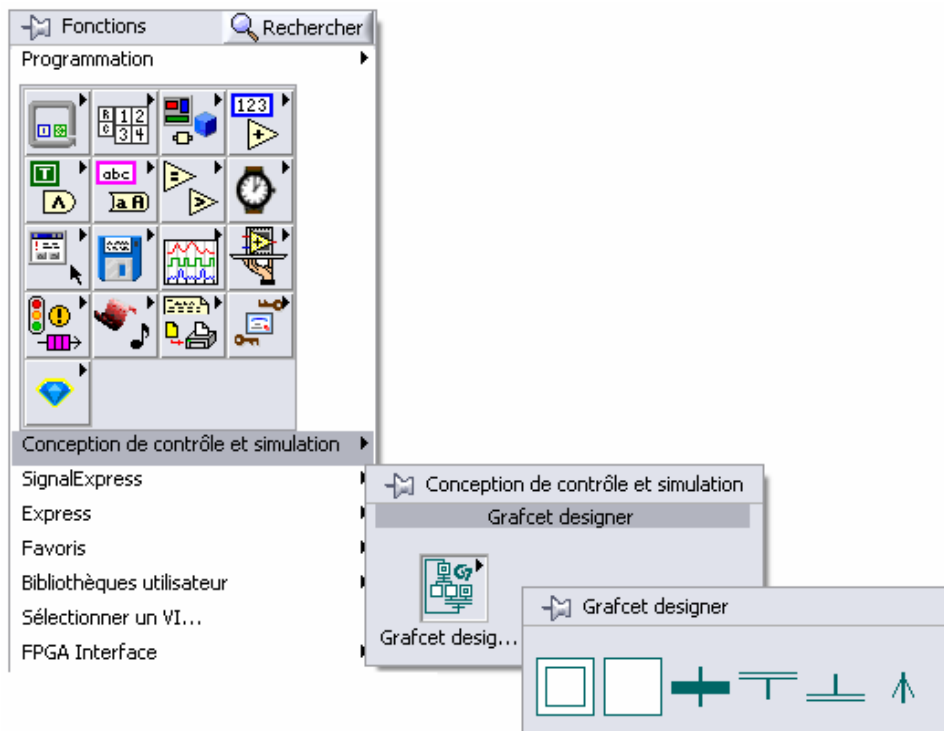
L'édition d'un nouveau grafcet spécifiant le fonctionnement de la partie commande du système que l'on souhaite piloter se fait dans un nouveau VI (**Fichier»Nouveau VI**).



On peut également partir du template 'grafcet.vit' à partir de `..\[LabVIEW]\templates\TecAtlant\Grafcet Designer`

## La palette Grafcet Designer

On dispose dans le *diagramme*, les VIs constituant le grafcet à l'aide de la palette **Grafcet Designer** située dans la palette **Conception de contrôle et simulation** ainsi que dans la palette **suppléments**.

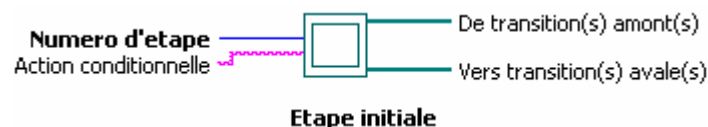


La palette Grafcet Designer

## Les étapes

### L'étape initiale

Ce VI permet de représenter l'étape initiale du GRAFCET, il faut le numéroté (grâce à une constante numérique de type *entier 32 bits*), et éventuellement lui associer une action conditionnelle (grâce à une constante alphanumérique de type *string*).



**Numéro d'étape** spécifie le numéro de l'étape. Le numéro est indispensable et doit être unique.



**Action conditionnelle** spécifie l'action conditionnelle associée à l'étape. Sa syntaxe et sa sémantique sont explicitées ci-après.



**De transitions amont** est reliée aux transitions amont (qui activent l'étape).



**De transitions aval** est reliée aux transitions aval (qui sont validées par l'étape).



*Ce VI est implicitement dirigé du haut vers le bas.*

## L'étape

Ce VI permet de représenter l'étape du GRAFCET, il faut le numéroter (grâce à une constante numérique de type *entier 32 bits*), et éventuellement lui associer une action conditionnelle (grâce à une constante alphanumérique de type *string*).



### Etape



**Numéro d'étape** spécifie le numéro de l'étape. Le numéro est indispensable et doit être unique.



**Action conditionnelle** spécifie l'action conditionnelle associée à l'étape. Sa syntaxe et sa sémantique sont explicitées ci-après.



**De transitions amont** est reliée aux transitions amont (qui activent l'étape).



**De transitions aval** est reliée aux transitions aval (qui sont validées par l'étape).



*Ce VI est implicitement dirigé du haut vers le bas.*

## Les actions conditionnelles

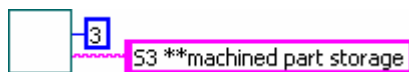
Une action conditionnelle se décompose en deux parties, l'action et la condition, séparées par le mot réservé « **si** ». Il est également possible d'associer des commentaires à chacune des étapes du grafcet.



*L'action* est composée d'une ou de plusieurs sorties, séparées alors par des virgules ( , ). Si l'action est vide alors, aucune action n'est associée à l'étape.



*La condition* ne peut exister que si l'action associée est non vide. C'est une expression logique s'exprimant à l'aide des opérateurs « . » (opérateur **et**), « + » (opérateur **ou**) et « - » (opérateur **non**), des opérandes « **Ei** », « **Xi** » et « **ti/Xj/tk** », ainsi que des parenthèses « ( » et « ) ».



*Les commentaires* sont situés à la fin de l'action conditionnelle. Ils sont définis par l'intermédiaire de l'opérateur « **\*\*** ». Lorsque l'étape est active, le commentaire est retourné sur la sortie *commentaires* du VI contenant le grafcet.



La notation « **MSi** » indique la mémorisation de sortie **Si** à l'état vrai, la notation « **DSi** » indique le passage de la sortie « **Si** » à l'état faux (Set et Reset).



Remarque : la notation « **ISi** » indique que le grafcet doit générer une impulsion sur la sortie « **Si** ».



## Sémantique des actions conditionnelles

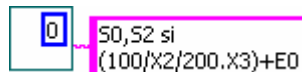
Une action associée à une étape n'est réévaluée que dans les situations stables du grafcet considéré (évolution avec recherche de stabilité).

Lorsque l'étape portant l'action conditionnelle est active alors chaque sortie associée prend la valeur vraie tant que la condition est vraie et que l'étape reste active (action non mémorisée).

Si plusieurs étapes activent la même sortie alors la valeur de cette sortie est la valeur de la disjonction entre les sorties des différentes étapes.

$X_i$  est la variable d'étape associée à l'étape  $i$ , elle vaut vrai si l'étape  $i$  est active.

*Exemple :*



Les sorties nommées  $S_0$  et  $S_2$  (d'indice 0 et 2 dans le vecteur de sortie) prennent la valeur vraie lorsque:

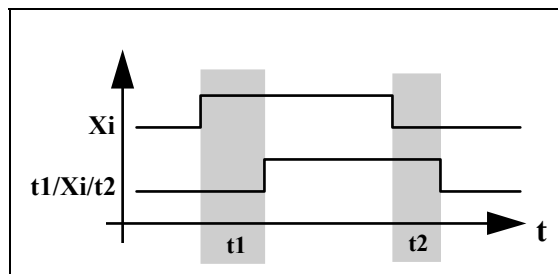
- la situation atteinte est stable
- et l'étape 0 est active
- et si (l'étape 2 est active depuis plus de 100ms ou inactive depuis moins de 200ms, et l'étape 3 est active) ou (l'entrée  $E_0$  est vraie).

$E_i$  a la valeur de la  $i$ ème composante du vecteur d'entrée.

$t_1/X_j/t_2$  est une temporisation associée à la variable d'étape  $j$ , où  $t_1$  et  $t_2$  sont des valeurs entières littérales. Cette temporisation prend la valeur vraie  $t_1$  ms après l'activation de l'étape  $j$  jusqu'à  $t_2$  ms après la désactivation de l'étape  $j$ .



Les notations  $I_i$  et  $O_i$  peuvent également être employées pour désigner les entrées  $E_i$  et les sorties  $S_i$ .



## Syntaxe complète des Actions Conditionnelles :

Les actions associées à une étape peuvent être associées ou non à une condition, et un commentaire.

### Actions sans condition

Action(s) associée(s) émise(s) quand l'étape est active.

Expression de l'action :  $S_i$  /  $MS_i$  /  $DS_i$  /  $IS_i$

$i$  est l'index de la valeur du tableau des sorties booléennes que vous souhaitez mettre à vrai lorsque l'étape est active.

L'action peut être Mémorisée, Désactivée, Impulsionnelle :

$MS_i$  : Mémorisation de la sortie  $i$ . La sortie  $i$  reste vrai jusqu'à ce que vous la désactiviez.

$DS_i$  : Désactivation de la sortie  $i$ . La sortie  $i$  est mise à faux.

ISi : Impulsion sur sortie i. La sortie i est mise à vrai, une seule fois. Le prochain appel au VI grafcet remettra cette sortie à Faux.

FXi : Figeage de l'étape i et de ses tempos associées. Les Actions associées sont émises normalement si l'étape est active.

FOXi : Figeage de l'étape i et de ses tempos associées. Les Actions associées ne sont pas émises si l'étape est active.



Vous pouvez aussi spécifier plusieurs actions associée à une étape : Si,Sj,(M/D/I)Sk

**Exemples d'Actions :**

S0  
S1,S2  
MS1  
DS3  
IS7  
MS2,S7

**Action avec condition**

Action(s) associée(s) émise(s) quand l'étape est active si condition vraie.

Expression de l'action : Si / MSi / Dsi si condition

i est l'index de la valeur du tabelau des sorties booléennes que vous souhaitez mettre à vrai lorsque l'étape est active.

L'action peut être Mémorisée, Désactivée.

Expression de la condition : toute combinaison logique des entrées booléennes (Ei), Variable d'étape (Xi), et temporisations en utilisant les opérateurs logiques "et" ou "ou". (vous pouvez parenthéser les expressions). Vous pouvez aussi utiliser les notations . et +

Ei : valeur booléenne du ieme élément du tableau des entrées

Xi : variable d'étape i. Xi est vraie quand l'étape i est active, faux quand elle est inactive.

t1/Xj/t2: Temporisation. t1/Xj/t2 est vraie t1 ms apres l'activation de l'étape j et reste à vrai jusque t2 ms apres sa désactivation.

**Exemples de conditions :**

E3 and E4	E3.E4	E0.(E3+E5.X7)
E5 or E7	E3+E7	E1+E5+1000/X7/0

**Exemples d'Action avec conditions :**

S1si E2.E5+E7  
MS2 si 1000/X4/0

**Commentaires**

Expression du commentaire : \*\*commentaire

Des commentaires peuvent être ajoutés à la fin d'une action ou action conditionnelle.

Ces commentaires sont émis lorsque l'étape est active.

**Exemple d'action avec commentaires**

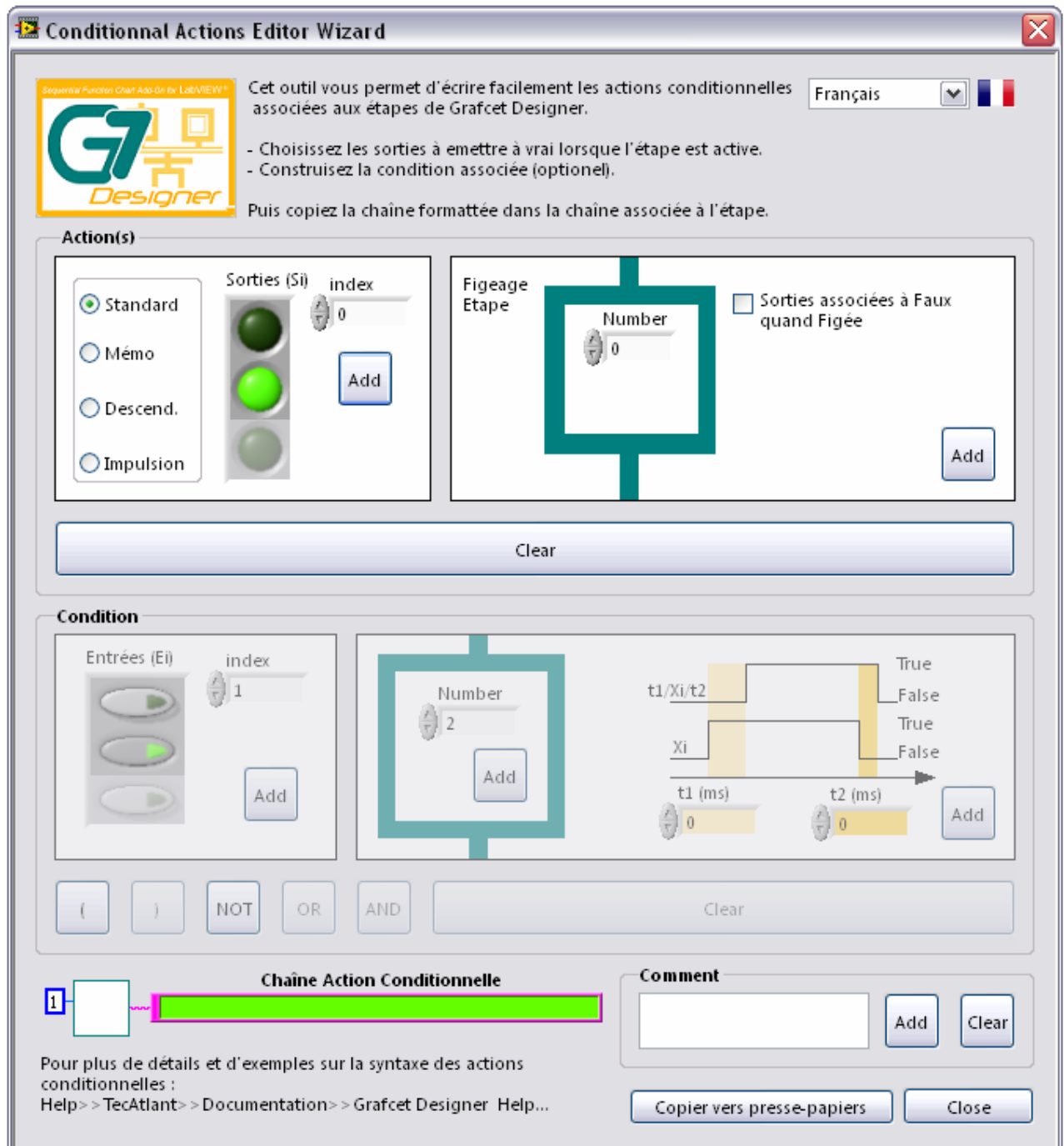
S4 \*\*Hello

## L'Assistant à l'expression des actions conditionnelles

A partir du menu déroulant :

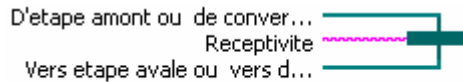
Outils>>Control and Simulation>>Grafcet Designer>>Conditionnal Action Editor..

vous accédez à un assistant vous permettant de facilement générer vos actions conditionnelles, il vous suffit ensuite de coller le résultat obtenu dans la chaîne de caractère associée à votre étape.



## La transition

Ce VI permet de représenter la transition du grafcet, il faut éventuellement lui associer une réceptivité (grâce à une constante alphanumérique de type *string*).



### Transition



**D'étape amont ou de convergence 'en et'** est reliée à l'étape amont qui valide la transition ou d'une convergence 'en et', ou de rien dans le cas d'une transition source.



**Vers étape aval ou vers divergence 'en et'** est reliée à l'étape aval (qui est activée par la transition) ou d'une divergence 'en et', ou de rien dans le cas d'une transition puits.



**Réceptivité** spécifie la réceptivité associée à la transition. Sa syntaxe et sa sémantique sont explicitées ci après.



*Ce VI est implicitement dirigé du haut vers le bas.*

## Les réceptivités

Dans Grafcet Designer, une **réceptivité** se décompose en deux parties, *l'évènement* et *la condition*, séparés par le mot réservé *et*.



ME2 et X4+E2

L'**évènement** est soit un front montant (noté « **M** »), soit un front descendant (noté « **D** ») des variables « **Ei** », « **Xi** », « **t1/Xj/t2** ». L'évènement peut être toujours **occurent**, dans ce cas il est noté **e** (ou non noté). Ainsi un évènement s'écrit « **MEi** », « **DEi** », « **MXi** », « **DXi** », « **Mt1/Xj/t2** », « **Dt1/Xj/t2** », « **e** » ou rien (équivalent à **e**).

L'**évènement** peut également être un ordre (noté « *%nom de l'ordre* »), envoyé au grafcet par l'intermédiaire de l'entrée **Ordre** du VI contenant le grafcet édité.



%Ouvrir



**dans le cas d'un ordre, l'évènement ne peut pas être suivi d'une condition.**

## Sémantique des réceptivités

Une transition sera franchie si elle est validée (toutes ses étapes amont sont actives), si l'évènement associé est arrivé (toujours dans le cas de **e**) et si la condition associée est vraie.



ME0 et 150/X2/50.E3

Cette transition sera franchie lorsque:

- Toutes ses étapes amont sont actives,
- *et* l'entrée **E0** passe de l'état faux à l'état vrai (front montant de **E0**)
- *et* (l'étape 2 est active depuis au moins 150ms ou inactive depuis moins de 50ms) *et* (l'entrée **E3** est vraie).



La notation **Ii** peut également être employée pour désigner l'entrée **Ei**.

## **Syntaxe complète des réceptivités des Transitions :**

### **Réceptivités vide**

la Transition est immédiatement franchie lorsque ses étapes amonts sont actives.

### **Receptivité sans condition**

la Transition est franchie lorsque ses étapes amonts sont actives et la réceptivité est vraie.

Expression de la receptivité :  $E_i / ME_i / DE_i / X_i / t_1/X_j/t_2$

$E_i$  : valeur booléenne du ieme élément du tableau des entrées

$ME_i$  : Front montant de la valeur booléenne du ieme élément du tableau des entrées

$DE_i$  : Front descendant de la valeur booléenne du ieme élément du tableau des entrées

$X_i$  : variable d'étape i.  $X_i$  est vraie quand l'étape i est active, faux quand elle est inactive.

$t_1/X_j/t_2$ : Temporisation.  $t_1/X_j/t_2$  est vraie  $t_1$  ms apres l'activation de l'étape j et reste à vrai jusque  $t_2$  ms apres sa désactivation.

### ***Exemples de Receptivités***

E0

ME3

DE4

1000/X2/500

### **Receptivité avec condition**

la Transition est franchie lorsque ses étapes amonts sont actives et la réceptivité et la condition sont vrais.

Expression des Receptivités :  $ME_i / DE_i$  et condition

$ME_i$  : Front montant de la valeur booléenne du ieme élément du tableau des entrées

$DE_i$  : Front descendant de la valeur booléenne du ieme élément du tableau des entrées

Expression de la condition : toute combinaison logique des entrées booléennes ( $E_i$ ), Variable d'étape ( $X_i$ ), et temporisations en utilisant les opérateurs logiques "et" ou "ou". Vous pouvez parenthéser les expressions. Vous pouvez aussi utiliser les opérateurs . et +

$E_i$  : valeur booléenne du ieme élément du tableau des entrées

$ME_i$  : Front montant de la valeur booléenne du ieme élément du tableau des entrées

$DE_i$  : Front descendant de la valeur booléenne du ieme élément du tableau des entrées

$X_i$  : variable d'étape i.  $X_i$  est vraie quand l'étape i est active, faux quand elle est inactive.

$t_1/X_j/t_2$ : Temporisation.  $t_1/X_j/t_2$  est vraie  $t_1$  ms apres l'activation de l'étape j et reste à vrai jusque  $t_2$  ms apres sa désactivation.

### ***Exemples de conditions :***

E3 and E4

E3.E4

E5 or E7

E3.E7

E0.(E3+E5.X7)

E1+E5+1000/X7/0

***Exemples de Réceptivités avec conditions***

ME11 and E2.E5+E7

DE2 and 1000/X4/0

**Receptivité chaîne de caractère**

la Transition est franchie lorsque ses étapes amonts sont actives et que la chaîne de caractère associée est envoyée au VI Grafcet.

Expression de la réceptivité : %anything

***Exemples d'événement***

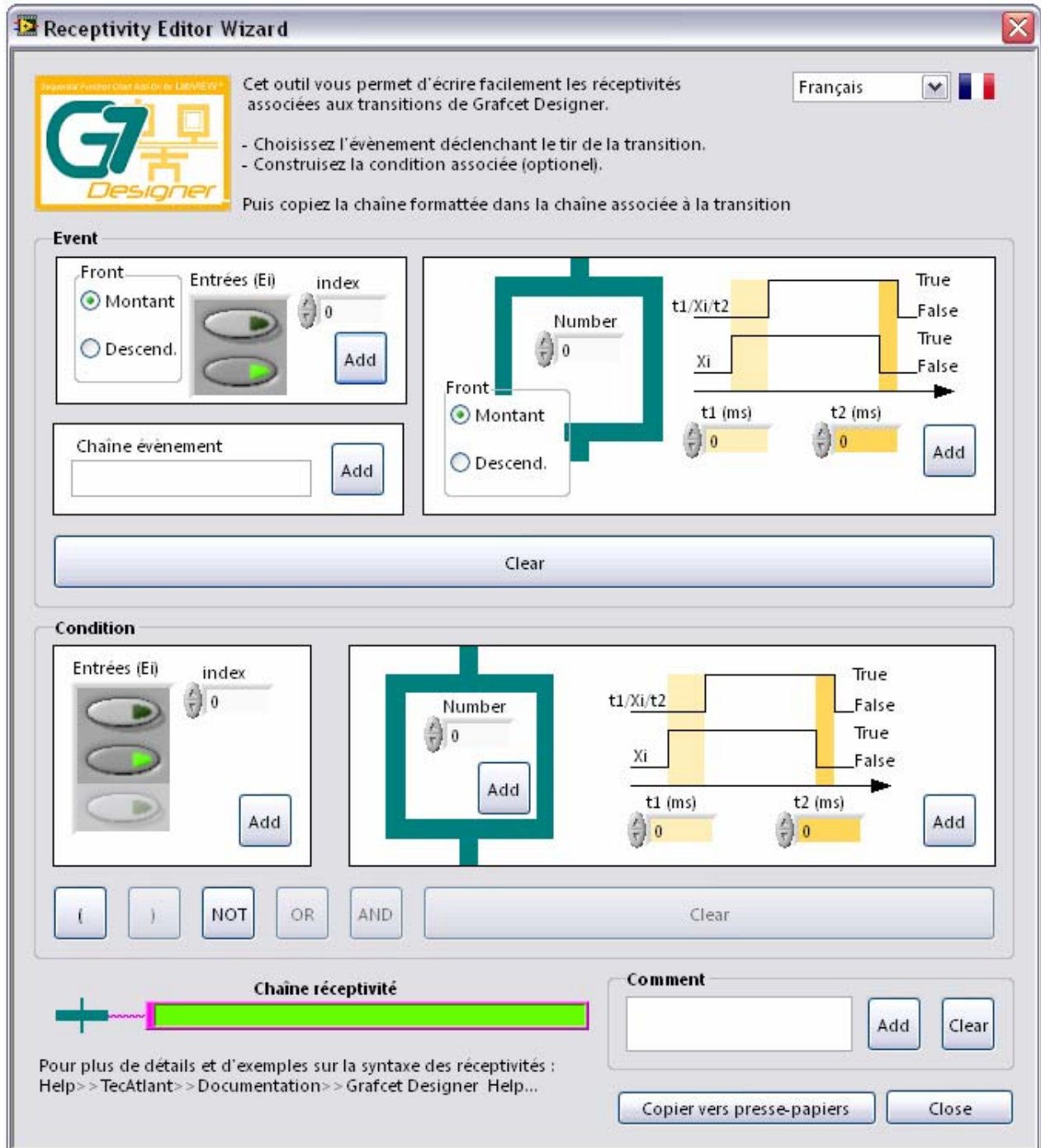
%Go !

## L'Assistant à l'expression des réceptivités

A partir du menu déroulant :

Outils>>Control and Simulation>>Grafcet Designer>>Receptivity Editor..

vous accédez à un assistant vous permettant de facilement générer vos réceptivités, il vous suffit ensuite de coller le résultat obtenu dans la chaîne de caractère associée à votre transition.



## Les convergences et divergences

### Convergence 'en et'

Ce VI permet de représenter la convergence 'en et' du GRAFCET. On peut y relier jusqu'à quatre étapes en amont. Il est possible de mettre plusieurs de ces VI en cascade si l'on souhaite relier plus de quatre étapes.



**D'étape amont** est relié à une étape amont (qui valide la transition).



**Vers transition aval** est relié à la transition aval (qui est validée par les étapes).



*Ce VI est implicitement dirigé du haut vers le bas.*

### Divergence 'en et'

Ce VI permet de représenter la divergence 'en et' du GRAFCET. On peut y relier jusqu'à quatre étapes en aval. Il est possible de mettre plusieurs de ces VI en cascade si l'on souhaite relier plus de quatre étapes.



**Vers étape aval** est relié à une étape en aval (qui est activé par la transition).



**De transition amont** est relié à la transition en amont (qui active les étapes).



*Ce VI est implicitement dirigé du haut vers le bas.*





Les convergences et divergences 'en ou' n'ont pas de représentation par VI (elles se font directement grâce au câblage par la bobine LabVIEW).




## Flèche vers le haut

Ce VI permet de faire figurer des flèches montantes sur les arcs. Les VIs étape, étape initiale, transition, convergence et divergence 'en et' étant implicitement orientées du haut vers le bas, l'utilisation de ce VI n'est pas obligatoire, mais permet de faire figurer de manière explicite l'orientation implicite des arcs montants.



-  **Vers étape amont** est relié à une étape en amont (activée par la transition) ou à une divergence 'en et'.
-  **De transition aval** est relié aux transitions en aval (qui activent l'étape).




 **La connexion basse de ce VI doit aller vers la connexion basse d'une transition et la connexion haute doit venir de la connexion haute d'une étape ou d'une divergence 'en et'.**

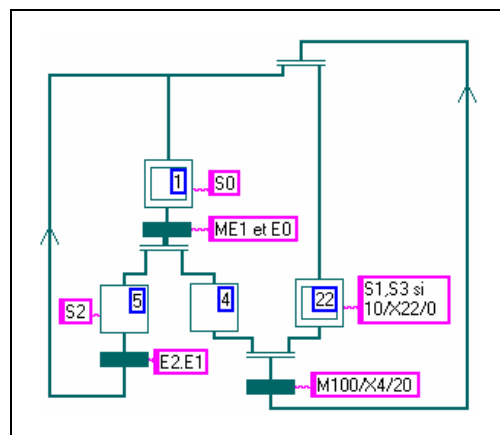
## Les arcs orientés



Une fois les objets (étapes, transitions, etc...) placés dans le diagramme, il ne reste plus qu'à les connecter entre eux à l'aide de l'outil bobine : c'est ce lien qui constitue les arcs orientés entre les différentes entités. Les entités Grafcet Designer étant implicitement orientées du haut vers le bas, les arcs sont donc orientés de l'entité amont vers l'entité aval. Afin de rendre explicite les arcs montants, on peut insérer un VI 'flèche vers le haut' (ce VI recevra obligatoirement son entrée d'une étape ou d'une divergence 'en et' et émettra ses sorties vers une ou plusieurs transitions).

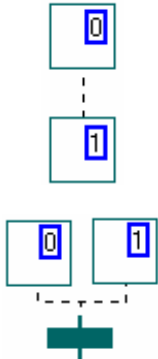


 **Grafcet Designer n'autorise pas à placer des entités autres que le VI 'flèche vers le haut' sur un lien montant (sous peine d'avoir un lien brisé).**



## Analyse syntaxique des grafquets

### Analyse syntaxique graphique



Grafcet Designer tire profit des propriétés de l'éditeur graphique de LabVIEW, ainsi grâce au typage des arcs entre entités, la correction de la syntaxe graphique d'un grafcet est immédiate: si un arc est en pointillé alors une des règles de constructions du GRAFCET n'est pas respectée : non respect de l'alternance étape-transition, plusieurs étapes sont reliées directement à une même transition, etc...

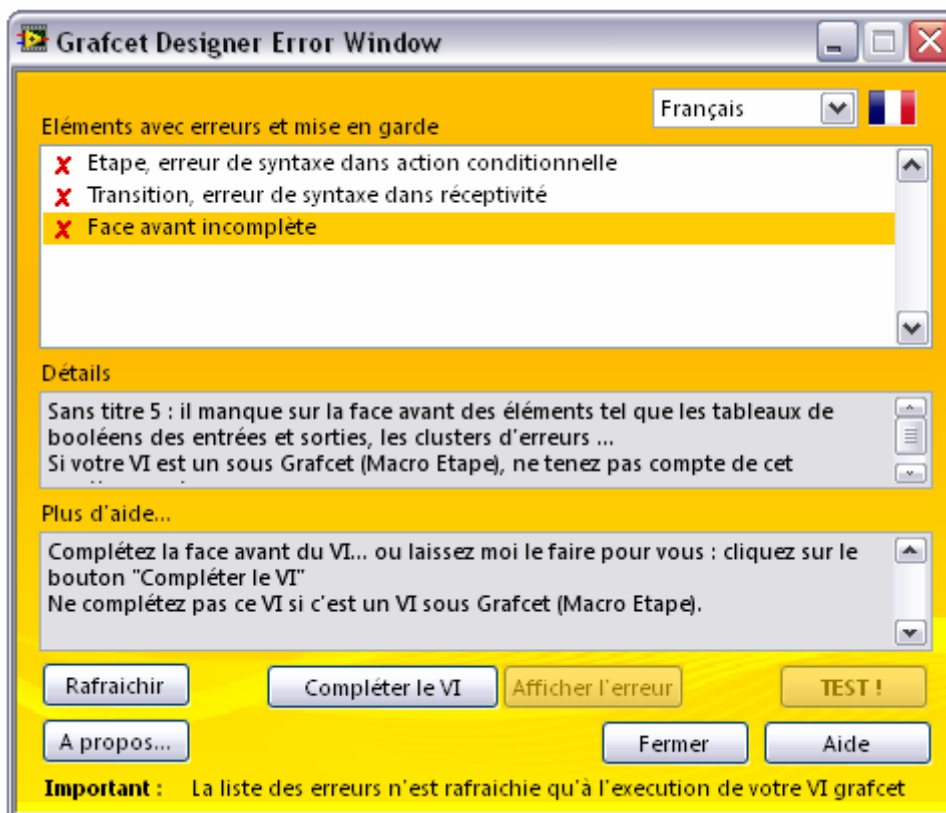
L'apparition de la flèche brisée (VI non exécutable) indique une erreur syntaxique du grafcet en cours d'édition.

### Analyse des actions conditionnelles et des réceptivités

Si la syntaxe graphique du grafcet est correcte, il faut également vérifier que plusieurs étapes n'ont pas le même numéro, qu'il n'y a pas de transition non reliée à une étape, que les actions conditionnelles et les réceptivités sont correctes.

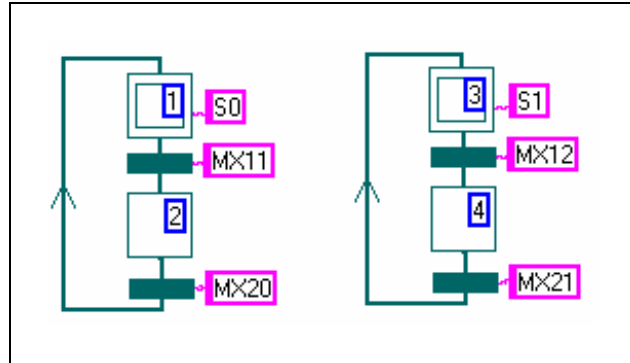


Cette analyse est faite en lançant l'exécution du VI contenant le grafcet édité. En cas d'erreur dans le grafcet, un VI 'fenêtre de report d'erreur' apparaît, contenant la liste des erreurs.



## Grafkets non connexes

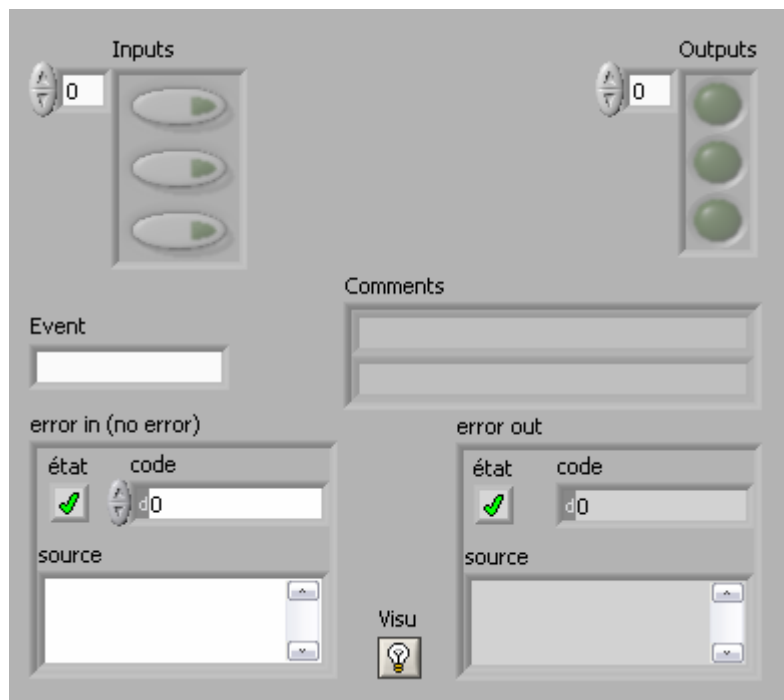
Rien n'interdit de créer des grafkets non connexes (c'est à dire sans liaison orientée les connectant). Notamment de petits grafkets séparés peuvent éventuellement servir de mémorisations... Ils peuvent tout naturellement se référencer par variable d'étape.



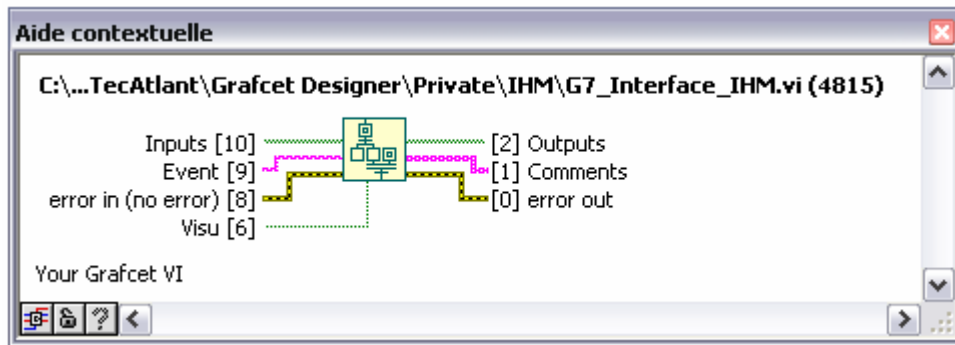
Grafkets non connexes

## Face Avant du VI Grafcet édité

Pour que votre grafcet édité puisse être appelé en tant que sous-VI d'un autre VI, il est nécessaire qu'il possède les commandes et indicateurs suivants sur sa face avant :



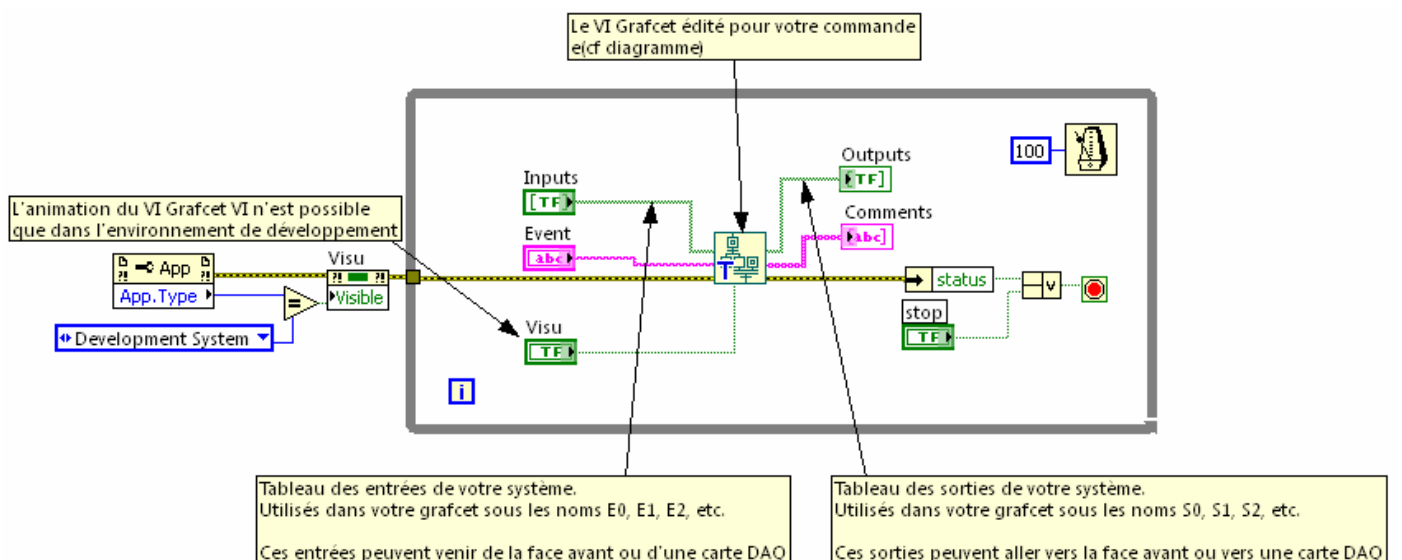
Afin de pouvoir passer des valeurs à ses objets, il vous faudra créer le connecteur associés à ses objets (cf. manuel utilisateur LabVIEW)



En cas d'oubli, lors de l'exécution de votre VI Grafcet, la fenêtre de report d'erreur vous indiquera cet oubli. Grâce au bouton **compléter**, LabVIEW créera automatiquement pour vous les objets nécessaires de la face avant ainsi qu'une icône et un connecteur à votre VI Grafcet.

## Réalisation de l'application

Lorsque les entrées/sorties de notre partie commande ont été définies et que le grafcet spécifiant son comportement a été édité, il ne reste plus alors qu'à intégrer ces différents éléments dans le VI final qui fera vivre notre application.

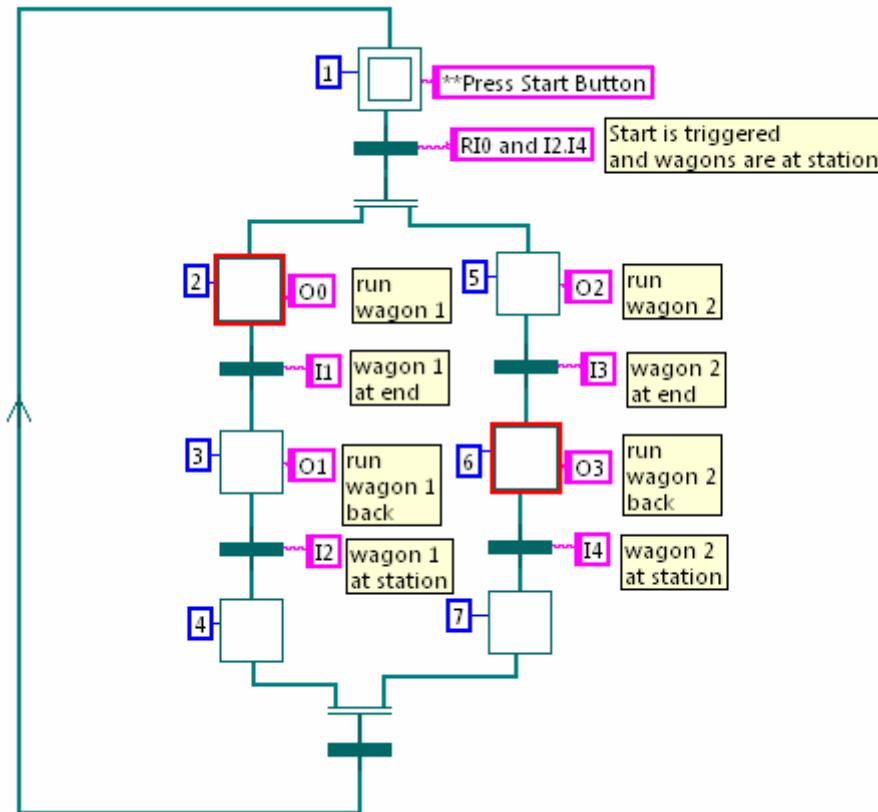


## Visualisation de l'état du grafcet

En passant la valeur « vraie » à l'entrée **Visu** de votre VI Grafcet, vous pouvez visualiser les étapes actives de votre grafcet lors de son exécution dans son VI appelant..



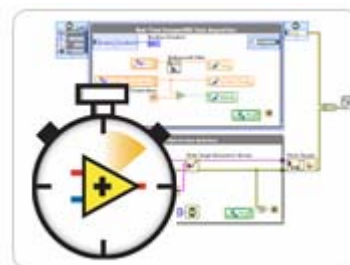
Cette propriété ne fonctionne que dans l'environnement de développement.



Exemple d'exécution en mode «animation»

## LabVIEW Real Time

Grafcet designer est compatible LabVIEW Temps Réel (**NI LabVIEW Real-Time Module**) et fonctionne sur des architectures matérielle de type Compact RIO (**NI CompactRIO embedded control systems**).



Vous devez au préalable exécuter et valider votre grafcet édité sous votre environnement de développement LabVIEW sous Windows.



Vous ne pouvez pas visualiser les étapes actives sous l'environnement Temps Réel.

## Les menus et fenêtres Grafcet Designer

### Fenêtre des Préférences

Via le menu *Aide*>>*TecAtlant*>>*Préférences*>>*Grafcet Designer preferences...* Vous pouvez :

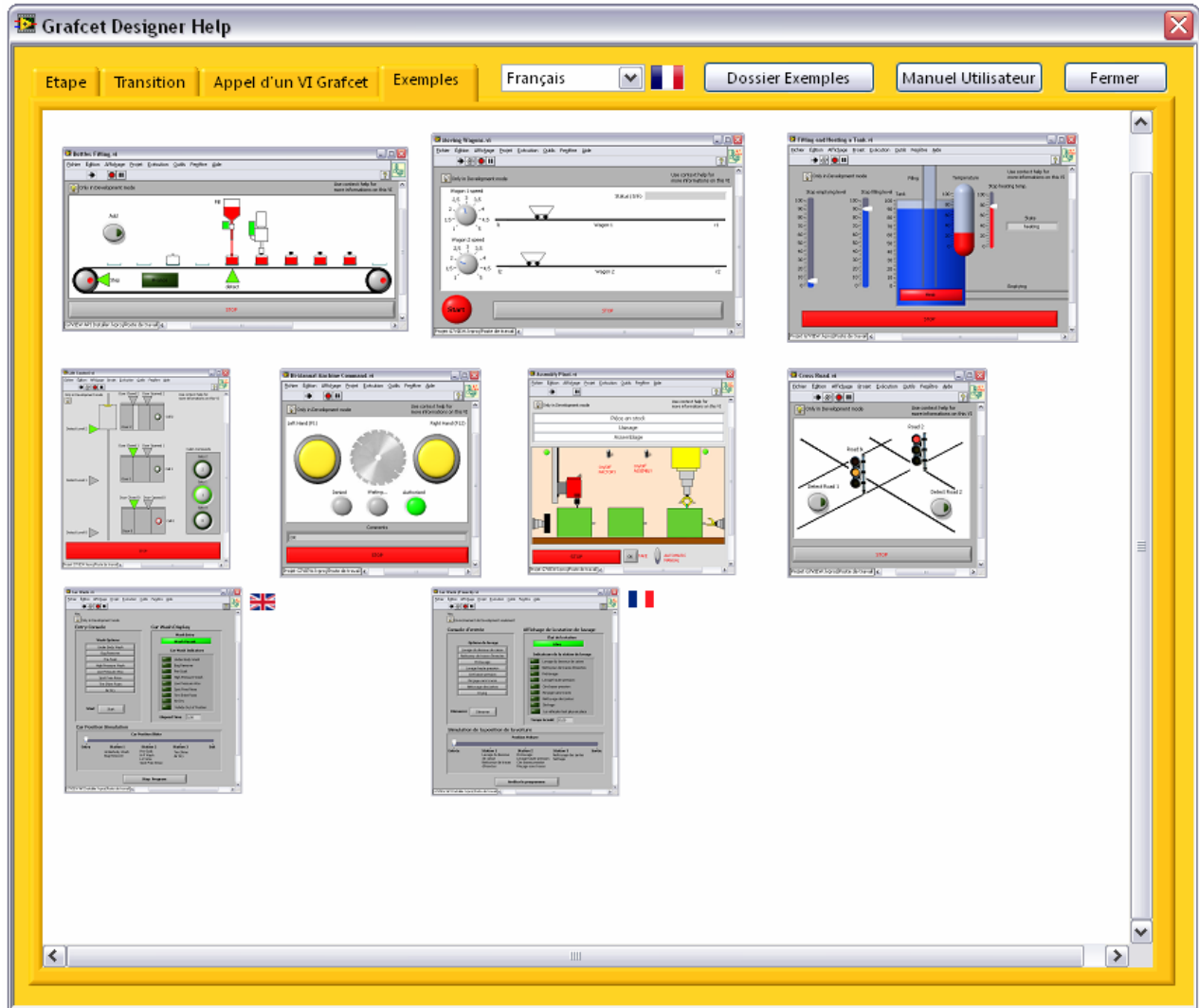
- Modifier la langue de Grafcet Designer : Français ou Anglais,
- Désactiver le routage automatique du cablage (recommandé pour une utilisation plus agréable de Grafcet Designer)
- Activer les grilles de diagramme (recommandé pour une utilisation plus agréable de Grafcet Designer)
- Choisir le type de palette de Grafcet Designer : Classique ou pré-cablée (numéro d'étape, chaîne de caractère de l'action conditionnelle, chaîne de caractère des réceptivités)



## Les exemples

Vous pouvez accéder au VIs d'exemples de Grafcet Designer via l'outil de recherche d'exemples NI (Menu Aide>>recherche d'exemples...) ou via la fenêtre d'aide de Grafcet designer le menu Aide>>TecAtlant>>Documentation>>Grafcet Designer Help...

Ces exemples sont un moyen rapide et efficace pour comprendre et utiliser Grafcet designer.

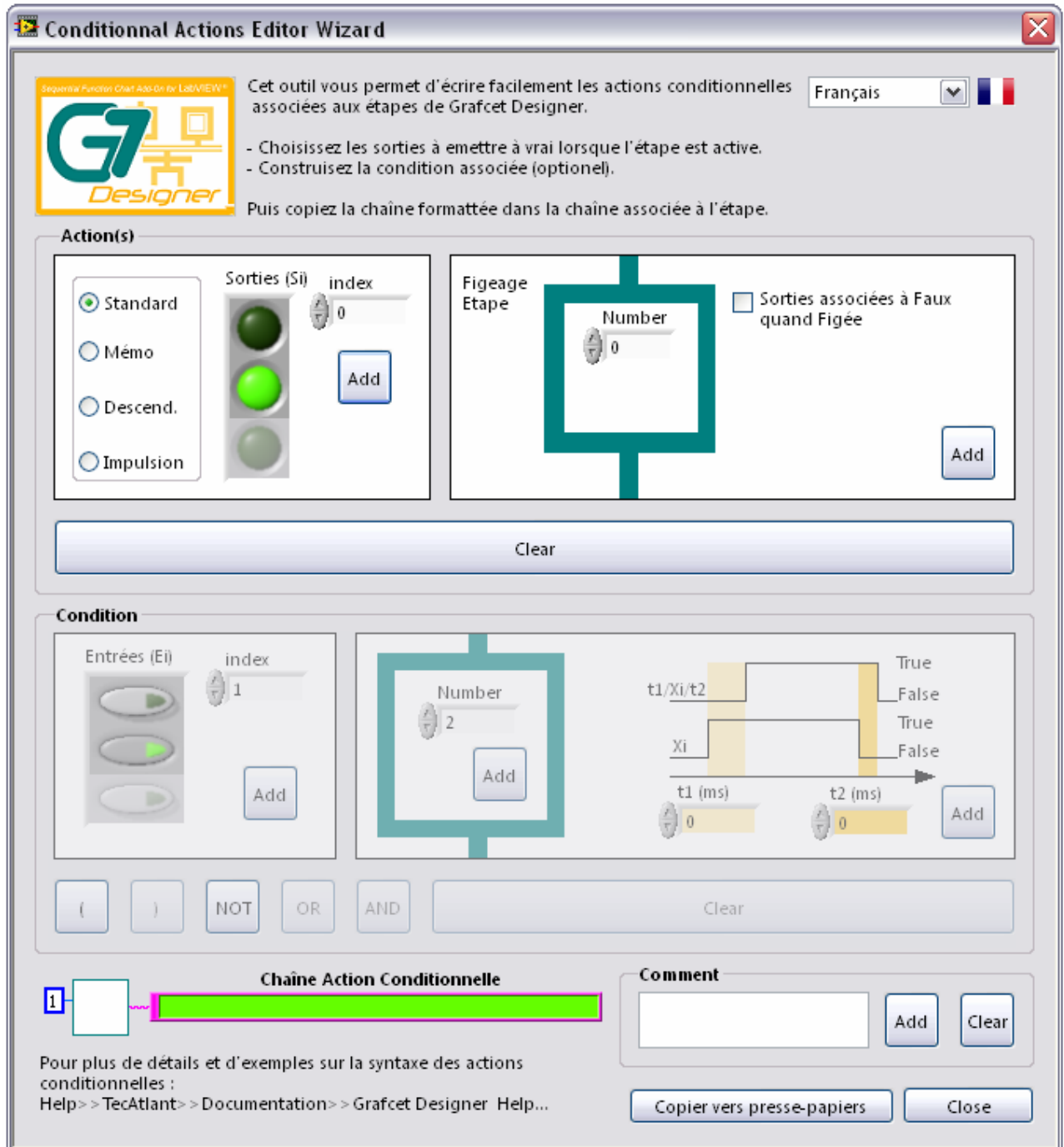


## Les assistants

Vous disposez de deux assistants pour vous aider à exprimer les actions conditionnelles des étapes et les réceptivités des transitions. Vous trouverez ceux-ci sous les menus :

*Outils >> Control and Simulation >> Grafcet Designer >> Conditional Action Editor*

*Outils >> Control and Simulation >> Grafcet Designer >> Receptivity Editor*





# Annexes

## Contacts clients

---

Cette annexe contient deux formulaires. L'un vous permettra, une fois que vous l'aurez renvoyé, d'obtenir des informations utiles qui vous serviront à résoudre d'éventuels problèmes techniques. En le remplissant avant de prendre contact avec nous, vous nous permettrez d'agir vite et bien. En remplissant le second document, vous nous aiderez à connaître vos impressions sur la documentation fournie avec les produits TecAtlant.

### **TecAtlant**

Le Fort bloqué  
27 Allée des Macareux  
56270 Ploemeur  
FRANCE  
Tél. : +33 (0)9 80 32 79 40  
E-Mail: [info@tecatlant.fr](mailto:info@tecatlant.fr)

## Formulaire de support technique

---

Faites une photocopie de ce formulaire et mettez-la à jour chaque fois que vous effectuez des changements matériels ou logiciels. Elle vous servira de référence pour votre configuration actuelle. En remplissant ce formulaire, le plus précisément possible, avant de prendre contact avec TecAtlant, vous obtiendrez des réponses plus précises de nos ingénieurs d'application.

Si vous utilisez d'autres logiciels TecAtlant, veuillez inclure les formulaires de configuration qui se trouvent dans les manuels d'utilisateur correspondants. Ajoutez des pages supplémentaires si nécessaire.

Nom: .....

Société: .....

Adresse: .....

Téléphone: .....

Télécopie: .....

Plate-forme informatique: ..... Modèle: ..... Processeur: .....

Système d'exploitation: .....

Vitesse: ..... MHz RAM: ..... Mo Adaptateur d'affichage: .....

Souris: oui/non Autres adaptateurs installés: .....

Capacité du disque dur: ..... Mo Marque: .....

Instruments utilisés: .....

Logiciel TecAtlant: ..... Version: .....

Configuration: .....

Problème rencontré: .....

Messages d'erreur rencontrés: .....

Les étapes suivantes déclenchent le problème: .....

## Formulaire de documentation

---

TecAtlant vous invite à apporter vos commentaires sur la documentation fournie avec nos produits. Ces informations nous permettront de garantir des produits de qualité adaptés à vos besoins.

Titre: **Grafcet Designer v.2.0, Manuel de Référence**

Date d'édition: **Avril 2014**

Veillez apporter vos commentaires sur l'exhaustivité, la clarté et l'organisation de ce manuel:

.....  
.....

Si vous avez rencontré des erreurs, veuillez noter le(s) numéro(s) de page correspondants et décrire leur nature:

.....  
.....  
.....

Nous vous remercions de votre collaboration.

Nom: .....

Fonction: .....

Société: .....

Adresse: .....

Téléphone: .....

Adressez votre courrier à: .....

.....

### **TecAtlant**

Le Fort bloqué

27 Allée des Macareux

56270 Ploemeur

FRANCE

Tél. : +33 (0)9 80 32 79 40

E-Mail: [info@tecatlant.fr](mailto:info@tecatlant.fr)

## Références bibliographique

---

### Ouvrages de référence

*Comprendre, maîtriser et appliquer le GRAFCET*, M. Blanchard, CEPADUES-EDITIONS, Collection NABLA.

*LE GRAFCET*, N. Bouteille, P. Brard, G. Colombari, N. Cotaina, D. Richet, CEPADUES-EDITIONS.

*Du GRAFCET aux réseaux de Petri*, R. David, H. Alla, HERMES, Traité des Nouvelles Technologies, Série Automatique.

### Normes

Etablissement des diagrammes fonctionnels pour systèmes de commande / Preparation of function charts for control systems. Norme Internationale / International Standard, CEI/IEC 848, décembre 1988, CEI - 3 rue Varembe Genève - Suisse.