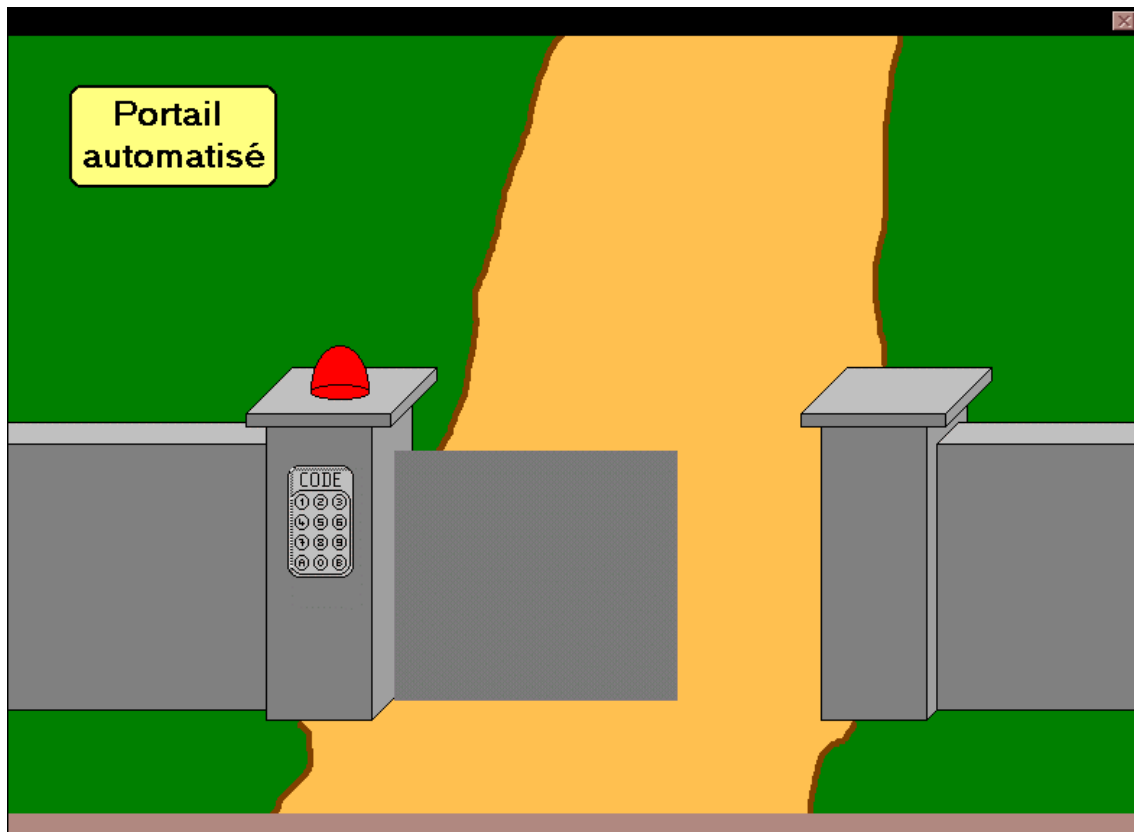


Mémoire Professionnel :

La simulation de Parties Opératives en AII



Contexte du mémoire :

Discipline : Génie Electrotechnique – AII

Automatique et Informatique Industrielle

Classes concernées : Premières STI GE 1 et 2

LGT Jean Moulin, Béziers

Tuteur du mémoire : DUPARAY Marc

Assesseur : CABANEL Jean-Claude

Année universitaire : 2002-2003

Résumé :

L'objectif de ce mémoire est de définir la place des outils de simulation de Parties Opératives en enseignement d'Automatique et Informatique Industrielle (AII) pour les classes de STI Génie Electrotechnique. Il expose les intérêts de la simulation en AII, réalise un état des lieux des logiciels existants et employés en enseignement, puis, à partir d'un choix motivé d'un logiciel (Automgen associé à Iris), ce document montre comment exploiter ses possibilités afin de construire une séance de Travaux Pratiques basée sur des simulations de Parties Opératives. Enfin, nous montrerons les résultats obtenus lors de cette séance.

Summary :

The objective of this report is to define the system simulation tools' place of Automatic and Industrial Computing teaching (AII) for STI Electrotechnic classes. It exposes interests of the simulation in AII, carries out an inventory of existing softwares, then, from on a justified choice of a software (Automgen and Iris), this document shows how we can exploit its possibilities in order to construct a practical work session based on simulated systems. At last, we will show the results obtained on this session.

Mots-clé :

Simulation, Automatique, AII, Automgen, IRIS, TP, Travaux Pratiques, PO, Partie Opérative

Remerciements :

Je tiens à remercier dans ce mémoire, mon tuteur de mémoire et de stage en responsabilité, M. Marc DUPARAY pour sa patience et sa très grande disponibilité. Sa conscience professionnelle l'honore et son enthousiasme vis-à-vis de l'enseignement est contagieux.

Je tiens également à remercier M. Adel SOUSSI (mon tuteur de stage pratique accompagnée) pour ses conseils et sa gentillesse.

Enfin je remercie l'ensemble du personnel du lycée Jean Moulin et notamment l'équipe de professeurs de la section Electrotechnique pour leur accueil chaleureux.

Observations et commentaires du jury :

Sommaire

Afin de faciliter la lecture sous forme informatique, des liens hypertextes sur chaque titre renvoient à la partie correspondante. Des liens inverses situés sur les titres renvoient à ce sommaire.

Introduction p. 5

I) Les intérêts de la simulation p. 6

- I-1 La pédagogie par Travaux Pratiques (TP)
- I-2 Problèmes liés aux TP tournants
- I-3 Le travail sur ordinateur
- I-4 Et en AII ? La simulation de Parties Opératives

II) Les logiciels de simulation en AII p. 9

- II-1 PL7-pro (Télé mécanique)
- II-2 Processim (Schneider)
- II-3 Automgen associé à Iris (IRAI)

III) AUTOMGEN et IRIS : utilisation p. 11

- III-1 Présentation sommaire d'Automgen
- III-2 La création de PO simulée sur Iris
- III-3 Difficultés rencontrées et points forts

IV) Expérimentation en TP p. 18

- IV-1 Choix réalisés
- IV-2 Objectifs du TP
- IV-3 Conception du sujet
- IV-4 Organisation de la séance

V) Résultats de l'expérimentation p. 22

- V-1 Déroulement et observations
- V-2 Objectif atteint ?
- V-3 Avis des élèves : sondage
- V-4 Perspectives

Conclusion p. 25

Annexes p. 26

- A. Texte du TP réalisé en première STI GE : "**Découverte de l'outil GRAFCET**"
- B. Document réponse pour le TP
- C. Sondage auprès des élèves – leur avis sur le TP réalisé
- D. Traitement du sondage

Introduction

Les outils informatiques sont de plus en plus utilisés de nos jours, que ce soit dans l'entreprise ou dans la vie courante. La plupart des disciplines scientifiques s'appuient sur la simulation par ordinateur pour l'étude et la conception, comme par exemple la C.A.O. et D.A.O. en mécanique. Pendant leur formation, les élèves se doivent donc d'acquérir une bonne connaissance de ces outils informatiques, notamment ceux de simulation.

Les objectifs visés par ce travail sont de montrer les intérêts des plate-formes de simulation (ou supervision) des logiciels de programmation en Automatique et Informatique Industrielle et de mettre en évidence les qualités mais aussi les défauts des enseignements apportés par l'utilisation de ces logiciels.

Ce mémoire s'articulera autour de 5 points : nous verrons tout d'abord les intérêts de la simulation dans les enseignements en classes de lycée, puis les divers logiciels existants utilisables en automatique. Nous aborderons succinctement comment utiliser le logiciel choisi (Automgen et Iris) ; puis nous nous intéresserons à une expérimentation en TP de ce logiciel et enfin nous conclurons sur l'analyse des résultats d'un point de vue pédagogique.

I) Les intérêts de la simulation

Nous allons développer dans cette partie les intérêts de la simulation d'un point de vue pédagogique. Pour cela nous allons tout d'abord nous intéresser à l'enseignement par Travaux Pratiques et à ses intérêts d'un point de vue pédagogique, puis nous verrons les problèmes liés à l'utilisation de TP tournants. Enfin nous verrons les intérêts du travail sur ordinateur et notamment de la simulation. Tous ces points seront traités en gardant un oeil critique vis-à-vis de la qualité des enseignements apportés par l'intermédiaire de l'outil informatique.

I-1) La pédagogie par Travaux Pratiques (TP)

Dans beaucoup de disciplines scientifiques et techniques, les enseignements intègrent une partie pratique. Cette pratique permet indéniablement aux élèves de s'intéresser davantage à leur travail par le fait qu'ils soient acteurs et non plus spectateurs et leur permet d'avoir une démarche déductive. En effet, l'élève qui manipule peut vérifier et s'approprier les théories vues en cours ou même échafauder ces théories par l'observation, la mesure puis l'analyse. Il élabore donc lui-même son savoir-faire.

Dans les disciplines techniques, on peut même dire que les enseignements sont basés sur la pratique, celle-ci représente la majeure partie du temps de travail des élèves. Par exemple : en classe de Terminale STI Génie Electrotechnique, le volume horaire des Travaux Pratiques d'Electrotechnique est de 7 heures par semaine pour 2 heures de cours de synthèse.

Ces séances de Travaux Pratiques sont généralement effectuées en groupant les élèves par binôme ou trinôme. Cette méthode de travail leur permet d'apprendre à travailler à plusieurs et donc à gérer un comportement social vis-à-vis du travail, ce qui semble réaliste par rapport au monde de l'entreprise auquel il sont amenés à être confrontés. La pratique leur permet ainsi de former un savoir-être.

I-2) Problèmes liés aux TP tournants

Le budget disponible pour l'acquisition de matériel de Travaux Pratique n'étant pas illimité, nous avons rarement assez de matériel pour que tous les élèves réalisent le même TP en même temps. Les enseignants font donc travailler leurs élèves en rotation sur plusieurs séances : lors de la première séance, les binômes font des TP différents puis ils permutent les séances suivantes.

Le principal problème rencontré lors de l'enseignement en TP tournant est la durée souvent excessive des rotations. En effet, lorsqu'il n'y a pas possibilité matérielle de "doubler" les TP, le nombre de séances (et donc de semaines, à raison d'une séance par semaine) sera égal au nombre de binômes (ou trinômes) du groupe ; ce qui amène souvent à 6 semaines ou plus pour une rotation de TP. Lorsque la rotation est terminée, le professeur se doit de mettre en place une remédiation, le plus souvent en proposant une correction puis une synthèse des connaissances apportées par les différents TP de la rotation. Cette correction est donc souvent mise en place au moins 1 mois et demi après le début d'une série de TP, les élèves ne se rappellent alors que vaguement le premier TP qu'ils ont fait sur cette série et la remédiation ne leur en est que moins profitable.

I-3) Le travail sur ordinateur

L'emploi de logiciels (par l'intermédiaire d'un ordinateur) comporte plusieurs avantages. Tout d'abord, lorsqu'il est utilisé dans le cas de TP tournants, l'ordinateur (associé à un logiciel pédagogique) permet de réduire le nombre de rotations en augmentant le nombre de supports disponibles. Par exemple, sur une rotation avec 8 binômes, si nous n'avons à notre disposition que 3 supports doublés, il est possible de créer un TP supplémentaire sur support logiciel.

L'usage de l'ordinateur peut faire réaliser une économie sur les systèmes ou sous-systèmes pédagogiques. On pourrait simuler davantage de système au lieu de les avoir physiquement en salle de TP ; et le prix de revient d'ordinateurs et des logiciels nécessaires au TP sont incomparables à celui des systèmes réels. Ceci étant, il faut aussi compter que l'ordinateur peut être utilisé pour faire plusieurs types de travaux. Nous verrons les problèmes liés au réalisme des simulations en AII dans le paragraphe suivant (I-4).

Un autre intérêt du travail sur ordinateur est qu'il plaît aux élèves en grande majorité. L'enquête réalisée au cours de la séance de TP de simulation a permis de le montrer : 84% des 43 élèves sondés apprécient le travail sur ordinateur (cf. Annexes "C : Sondage auprès des élèves" et "D : Traitement du sondage"). Le but des enseignants n'est pas de divertir les élèves, mais il faut toutefois s'efforcer de trouver des sujets ou des supports qui les intéressent afin de les motiver. On peut obtenir ainsi une plus grande autonomie et responsabiliser les élèves quant à leur formation.

I-4) Et en AII ? La simulation de Parties Opératives

Référentiel B1 (AII) : partie A - Objectifs du programme d'AII

« L'automatique est la science des méthodes et démarches permettant l'étude et la réalisation des automatismes industriels.

Elle s'intéresse aux "modèles", qui décrivent l'évolution temporelle du fonctionnement d'un système en réponse à des informations, consignes qu'il reçoit et aux perturbations qu'il subit.

C'est une discipline qui privilégie l'aspect "système" dans les démarches qu'elle utilise. Elle impose de s'intéresser aux fonctions des objets qui constituent :

- les parties commandes,*
- les parties opératives,*
- les interfaces de commande, de dialogue et de puissance, et aux contraintes physiques et humaines de l'environnement.*

L'informatique industrielle est étroitement associée à l'automatique, dans la réalisation des fonctions caractéristiques des objets de commande et de traitement.

L'enseignement de l'automatique et de l'informatique industrielle vise essentiellement à faire acquérir aux élèves, par l'assimilation des principaux concepts de base, une formation d'esprit leur permettant de bien appréhender le fonctionnement des automatismes.

Il doit en particulier leur permettre de décrire avec une précision suffisante les relations et les interactions entre le système et le milieu extérieur d'une part, entre les constituants de ce système d'autre part.

Cet enseignement, qui permet l'exploration de quelques solutions technologiques relatives aux constituants qui coopèrent dans l'automatisme, a pour objectif principal l'identification dans le système des fonctions originales de cet automatisme. »

Ainsi, l'Informatique Industrielle prend part au fonctionnement des automatismes en ce qui concerne la commande et le traitement des systèmes. Dans cette perspective, un logiciel est utilisé pour programmer des applications de commande de systèmes. Ces applications sont généralement transférées sur cible automate, lui-même pilotant une Partie Opérative. Pour ce qui est de la simulation proprement dite, la différence essentielle est que la cible sur laquelle le programme sera compilé et transféré est l'ordinateur lui-même (l'exécuteur PC dans le cas d'Automgen) ; le système n'étant alors plus physique mais simulé à l'aide de ce même logiciel.

Le problème devient alors le réalisme de l'enseignement dispensé. Les élèves doivent acquérir certaines compétences notamment sur le comportement et la structure des systèmes réels, sur les solutions technologiques employées.

Le référentiel précise : « *L'enseignement de l'automatique et de l'informatique industrielle se doit d'éviter les études théoriques sans relation avec le concret. L'aptitude à poser et à résoudre un problème, la prise en compte des phénomènes physiques ne seront obtenus qu'en prenant d'abord la mesure des réalités* » (référentiel B1, §C:Aspects méthodologiques).

Je pense qu'il est intéressant d'utiliser des Parties Opératives simulées ; il faudra néanmoins toujours avoir à disposition des systèmes réels pour répondre complètement aux critères du référentiel. Par ailleurs, il me paraît impensable d'utiliser uniquement l'outil informatique pour les TP. Seulement, la simulation permet de travailler sur des systèmes non présents au lycée, d'ouvrir ainsi l'esprit des élèves, de leur montrer différents types de systèmes, réels ou non. L'outil de simulation peut alors être utilisé à cette fin, de manière épisodique.

Nous verrons dans la partie suivante les différents logiciels permettant de simuler des Parties Opératives en AII.

II) Les logiciels de simulation en AII

Nous allons voir dans cette partie quels sont les logiciels permettant de faire de la simulation de Parties Opératives, nous exposerons également les raisons du choix du logiciel Automgen (associé à Iris).

II-1) PL7-pro (Télé mécanique)

PL7-pro (de Télé mécanique) est un des logiciels utilisés en AII en terminale STI GE cette année au lycée Jean Moulin de Béziers ; il est utilisé en parallèle avec le logiciel PL7-2. J'ai tout d'abord essayé de me servir de ce logiciel afin de pouvoir «tester» un TP en terminale s'appuyant sur une PO simulée.

J'ai pu constater après quelques essais infructueux que ce logiciel ne permettait pas de faire de la simulation de Partie Opératives proprement dite ; il permet seulement de faire fonctionner une application de supervision. En effet, il est possible de dessiner des Parties Opératives notamment à partir d'une bibliothèque assez complète de composants de systèmes (boutons poussoirs, voyants, cuves, vannes, etc...) ; cependant, cette Partie Opérative simulée ne peut pas fonctionner en autonomie, les informations permettant de la rendre mobile devant venir d'un système réel. Il est donc impossible de se servir de ce logiciel sans avoir une connexion sur un automate. Les Entrées/Sorties doivent être externes, on ne peut pas actionner un bouton poussoir sur la PO simulée et un capteur ne peut pas être actionné par une partie de cette PO.

Il aurait été néanmoins possible de se servir de ce logiciel en "simulation", en connectant un automate à l'ordinateur et en simulant les boutons poussoirs et capteurs par des boutons poussoirs directement branchés à l'automate. Outre le fait que cette utilisation paraissait trop "artificielle", un problème matériel se posait : nous n'avions à notre disposition qu'un seul automate compatible avec PL7-pro : le TSX-micro présent sur la station de brunissage qu'il aurait fallu décâbler entièrement du système.

Note : nous avons arrêté d'utiliser ce logiciel en enseignement d'Automatique et Informatique Industrielle en Terminale : nous ne pouvions l'utiliser que sur un automate et il fait double emploi avec le logiciel PL7-2 déjà connu des élèves.

II-2) Processim (Schneider)

J'ai eu à ma disposition le logiciel Processim (de Schneider) en version d'évaluation. Cette version permet d'essayer ce logiciel pour une durée limitée à 60 minutes, ou 5 minutes en liaison avec un automate. Les principales fonctions sont interdites sur cette version, se rendre compte de l'intérêt d'un logiciel dans ces conditions est assez difficile.

Ce logiciel paraît plutôt intéressant à première vue, la PO de démonstration (porte automatique de magasin) est bien réalisée. D'après mes observations, l'utilisation d'une PO simulée semble assez simple, celle-ci étant la partie principale de ce logiciel.

Nous n'avons pas acheté ce logiciel, le budget de la section étant déjà complètement utilisé et la version d'évaluation ne permettant pas de se faire une idée réelle des intérêts de Processim. Une autre raison est que nous avons déjà à notre disposition un autre logiciel permettant de simuler des Parties Opératives : Automgen (associé à Iris).

II-3) AUTOMGEN associé à IRIS (IRAI)

Automgen (version 6.3) est le logiciel utilisé en 1ère STI GE en enseignement d'AII depuis cette année. Ce logiciel sera le seul logiciel d'AII au BAC 2004 (l'année prochaine) pour les élèves de STI GE du lycée Jean Moulin et à priori ce sera celui employé en grande majorité dans l'académie de Montpellier. Ce logiciel permet effectivement de simuler des Parties Opératives à travers le module Iris (version 3.0). Le principal intérêt d'utiliser ce logiciel est qu'il est le plus employé ; de plus, la majorité des collègues de la discipline l'utilise et donc le connaît grâce aux formations académiques qui ont déjà eu lieu.

J'ai donc retenu ce logiciel afin de pouvoir expérimenter sur les élèves un travail s'appuyant sur une Partie Opérative simulée. Le nombre de licences disponibles m'a permis de réaliser un TP unique sur lequel tous les élèves de chaque groupe de premières ont travaillé pendant la même séance (7 postes informatiques équipés d'Automgen et Iris). Le déroulement de la séance et les choix effectués sont détaillés dans la partie IV- "Expérimentation en TP". Les résultats obtenus sont présentés dans la partie V- "Résultats de l'expérimentation".

Il est à noter qu'il existe une version plus récente d'Automgen : la version 7. Cette version semble assez conviviale et facile d'utilisation. Les PO simulée sur la version d'Iris correspondante ont un gros avantage par rapport à la version précédente : elles peuvent être réalisées en 3 dimensions, et il est possible de déplacer l'angle de vue autour de cette PO très simplement.

III) AUTOMGEN et IRIS : utilisation

Comme nous l'avons dit dans la partie précédente, il y a eu des formations académiques sur ce logiciel ; de plus, beaucoup de professeurs le connaissent déjà (la plupart du temps). Par conséquent, je n'exposerai pas en détail comment il fonctionne.

Cette partie expose donc succinctement la mise en œuvre d'une PO simulée sur Automgen (associé à Iris). Après une présentation sommaire d'Automgen, je donnerai quelques pistes permettant de se familiariser avec la création de Parties Opératives avec Iris.

La partie III-3 mentionnera les problèmes rencontrés, les limitations de ce logiciel ainsi que ses points forts.

III-1) Présentation sommaire d'AUTOMGEN

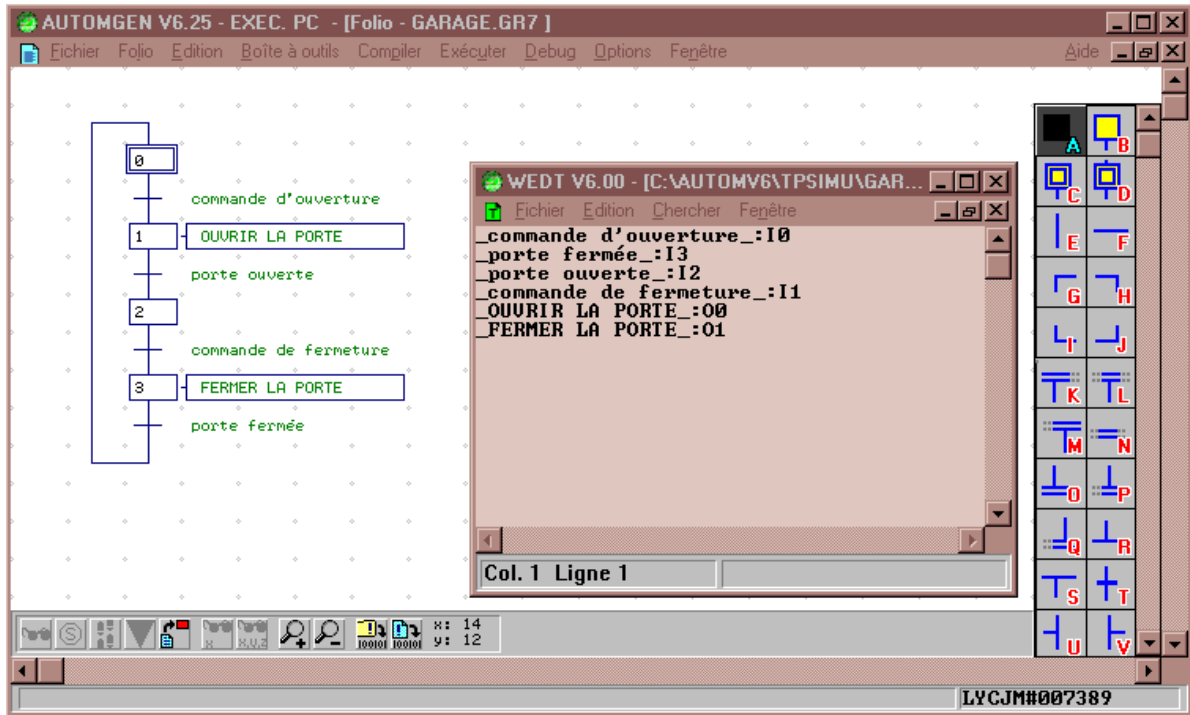
Cette partie vise à montrer une première approche du logiciel Automgen. Tout d'abord, il existe une documentation complète fournie avec le logiciel permettant d'apprendre à s'en servir. Il existe aussi beaucoup d'aide sur Internet, sous différentes formes, des tutoriaux, des exemples, des documents (pdf, word)... Néanmoins, je voudrais donner ici les principales étapes de la construction d'une application programmée en GRAFCET :

- Dessiner la structure du GRAFCET
- Renseigner les transitions et les actions
- Etablir la table des Entrées/Sorties (fichier de symboles)
- Compiler, transférer et tester

Pour dessiner le GRAFCET, plusieurs possibilités sont offertes. On peut utiliser un assistant du logiciel, le clavier par l'intermédiaire de "blocs de fonction" affectés à chaque touche, la souris en sélectionnant puis posant chaque bloc ; le clic droit de la souris sur un endroit du folio fournit quant à lui plusieurs possibilités de bloc "allant bien" à cet endroit. Il y a donc de multiples façons de tracer le GRAFCET, cette action ne pose en général pas de problème, que ce soit au professeur, mais aussi aux élèves.


Une fois le GRAFCET tracé, il suffit de cliquer aux bons endroits pour renseigner les transitions, les actions et les numéros d'étape. Plusieurs types de variables peuvent être utilisés : les variables Automgen (I1 ; O2 ...), les variables de la norme CEI (%I0,1 ; %Q1,2...) ou encore des variables avec des noms "conviviaux" (appelées symboles sur Automgen et écrits entre "_" ; par exemple : **_SORTIR VERIN_**) dont il faudra saisir les affectations dans le fichier des symboles. La figure de la page suivante est un exemple de GRAFCET réalisé sur Automgen (système "Porte de garage automatisée").




Le fichier des symboles est une table d'affectation des Entrées/Sorties (et variables internes). Automgen se sert de ce fichier au moment de la compilation pour connaître l'affectation des symboles utilisés dans le GRAFCET. La façon de renseigner cette table des variables est la suivante (même exemple) :

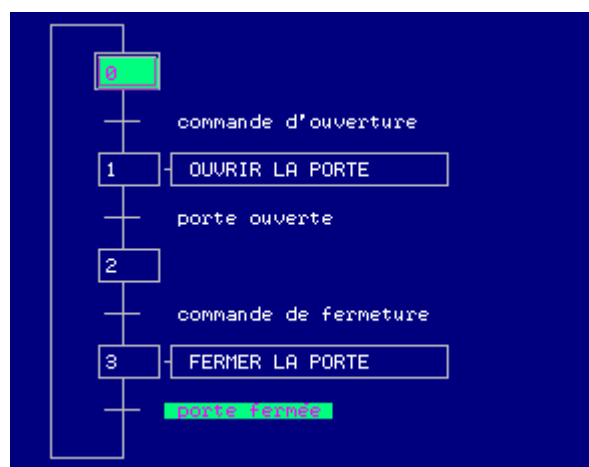


Exemple de GRAFCET et de fichier de symboles ; système "Porte de garage automatisée"

Avant de compiler, nous devons choisir le Post-Processeur de la cible sur laquelle sera transféré le programme (PL72 pour un TSX17, TSX07 pour l'automate correspondant, exécuteur PC pour une PO simulée...)

La compilation se lance à l'aide du bouton : .

Le test du programme se fait en transférant le programme compilé sur la cible :  ; un automate dans le cas d'un système réel, un "exécuteur PC" dans le cas d'une PO simulée ; puis en mettant en RUN :  . Il peut être utile de visualiser de manière dynamique l'évolution du GRAFCET sur la cible (supervision) en utilisant le bouton :  . En vert apparaissent alors les variables actives.



Exemple de GRAFCET en visualisation dynamique

III-2) La création de PO simulée sur IRIS

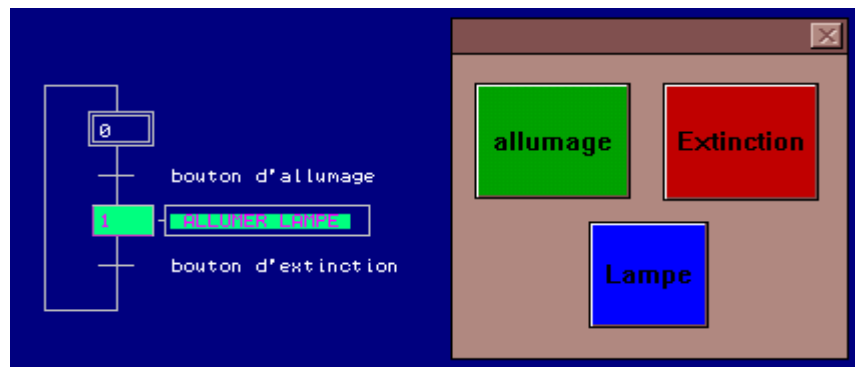
a) Fonctionnement du logiciel

Le fonctionnement de ce logiciel est assez simple : lorsqu'un programme est compilé et transféré, la partie Iris lit l'état des variables de l'application (étapes, actions) et agit en conséquence. Iris peut en retour modifier l'état d'une variable vers Automgen (exemple d'un capteur fin de course). En fait, pour Automgen, une PO simulée sur Iris se comporte exactement comme une PO d'un système réel.

La création de PO simulée sur Iris se fait de la manière suivante : des "objets" (Boutons Poussoir, voyants, parties mobiles...) réagissant avec l'application (en RUN) sont placés sur un objet principal : le pupitre. Ces objets peuvent être déplacés ou redimensionnés simplement, les liens vers l'application (état de variables) peuvent être modifiés pendant que l'application est en RUN.

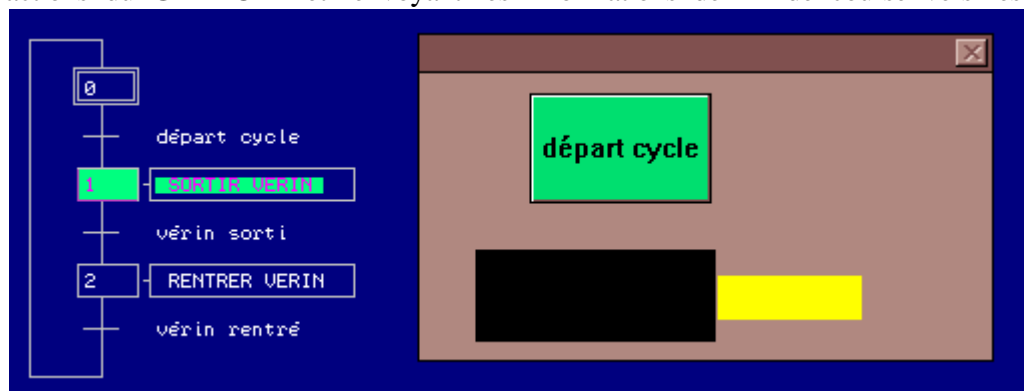
b) Apprentissage

Le cheminement que j'ai utilisé pour apprendre à utiliser ce logiciel a été le suivant. J'ai commencé par les premiers exemples simples présents sur la documentation fournie. La première approche de cette plate-forme de simulation n'est pas aisée, mais en suivant bien les instructions données, il est possible d'obtenir le résultat suivant au bout de quelques temps (20 minutes environ) : deux Boutons Poussoir permettant de commander l'application (transitions) et un voyant réagissant à une action du GRAFCET.



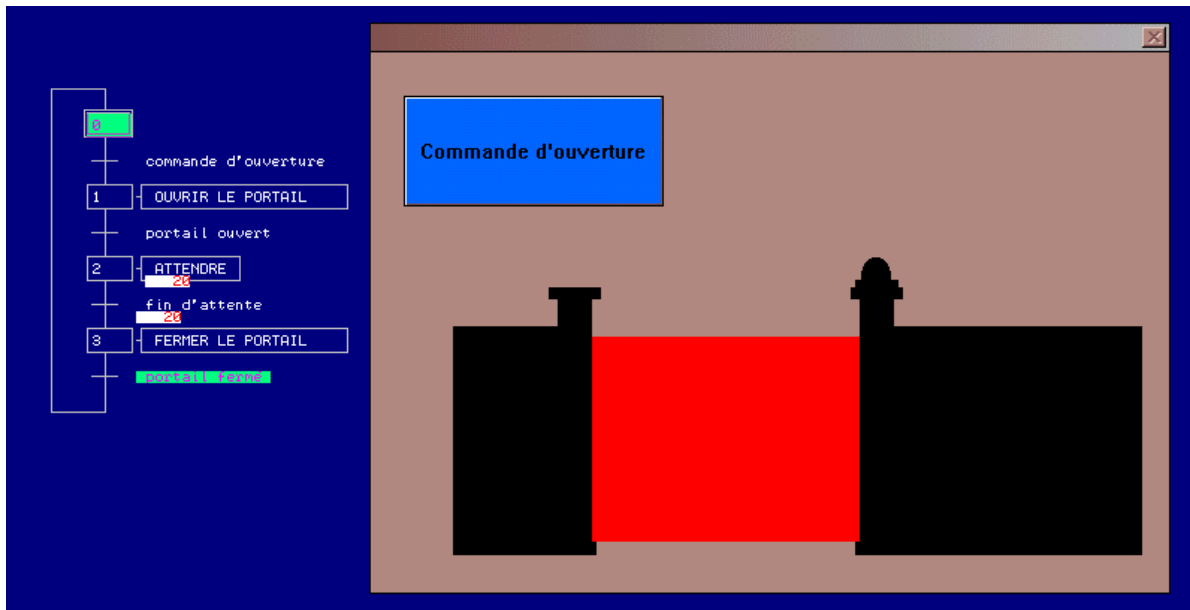
Premier pas sur IRIS

L'étape suivante a consisté à créer une partie mobile. Toujours en s'appuyant sur la documentation, on obtient après quelques essais le résultat suivant : un vérin se déplaçant en fonction des actions du GRAFCET et renvoyant les informations de fin de course vers les transitions.



Exemple de partie mobile : un vérin

J'ai ensuite voulu créer ma propre PO simulée : un portail automatisé. Le premier résultat obtenu après quelques heures de travail a été le suivant :

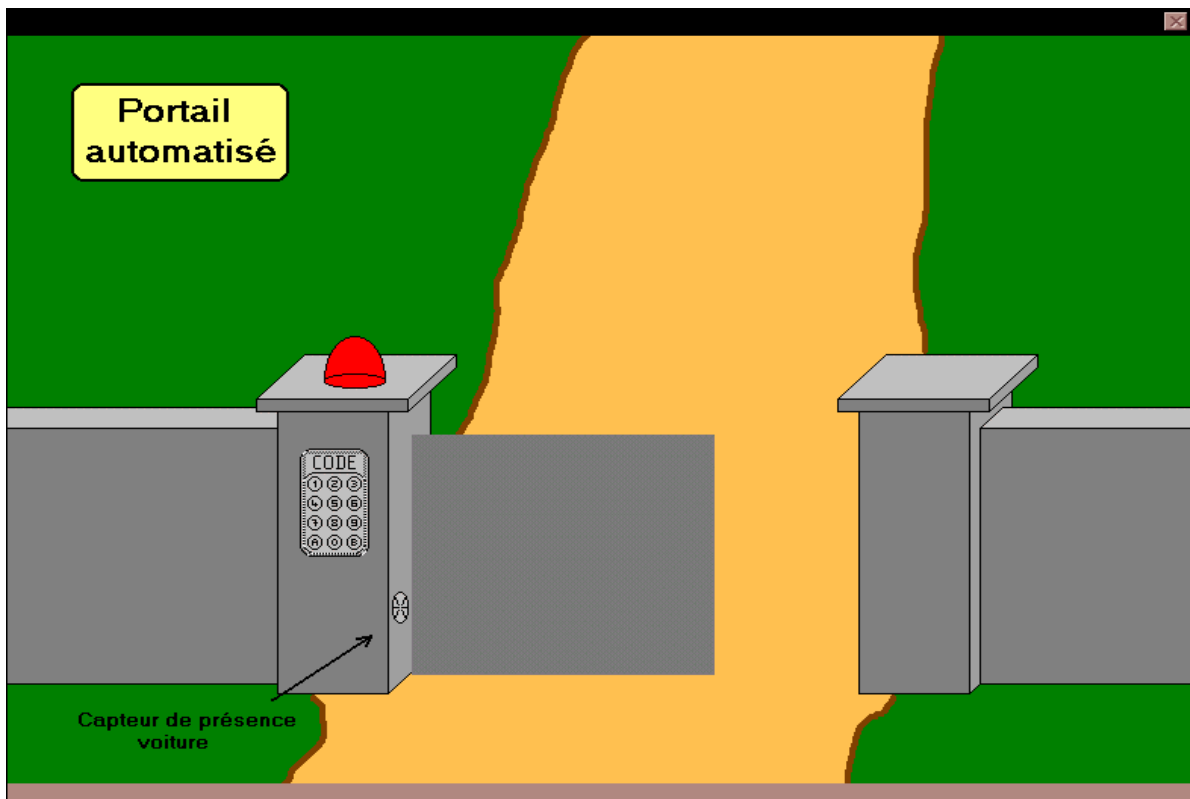


Exemple de PO simulée (1^{ère} version) : système "Portail automatisé"

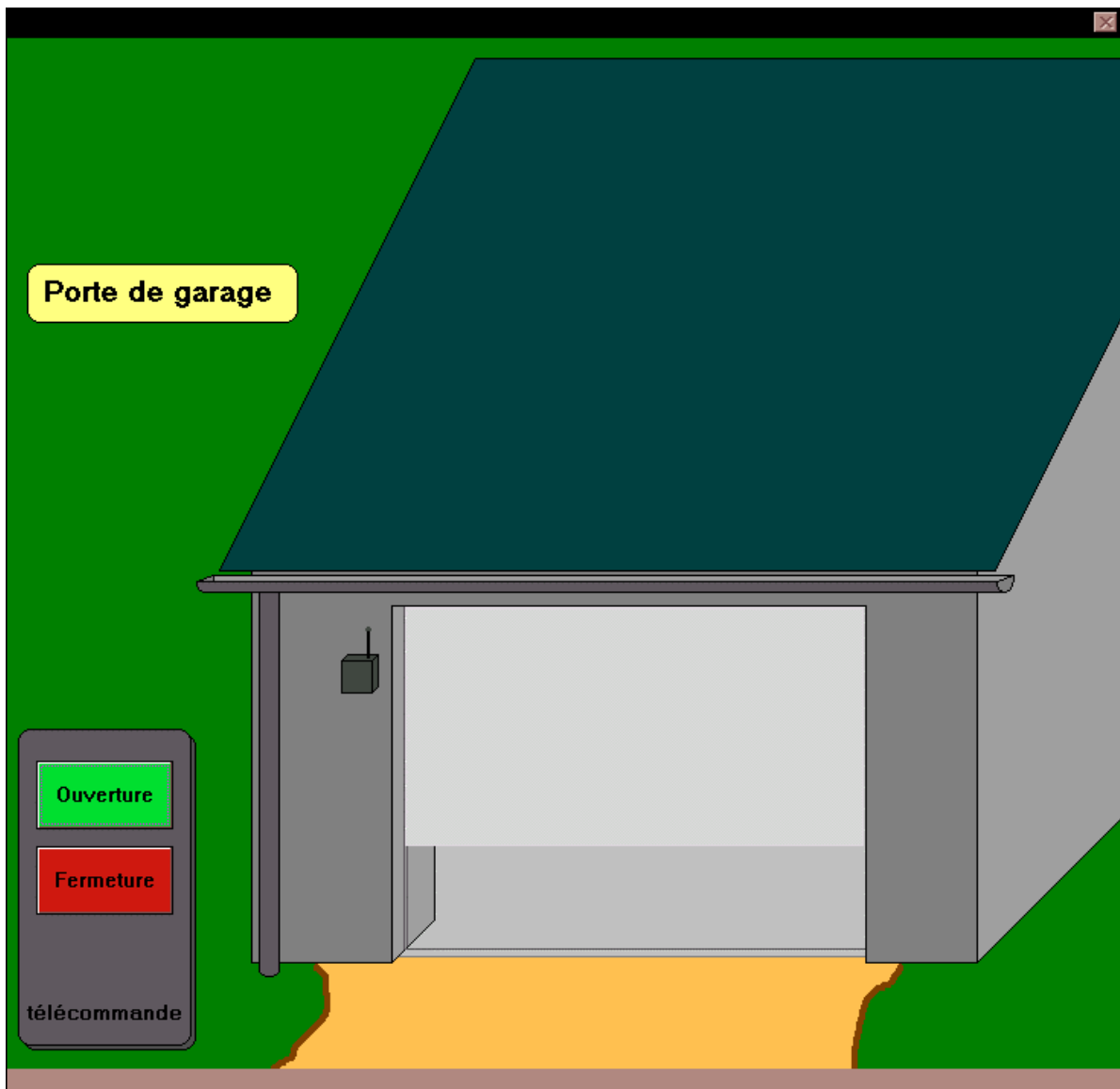
J'ai utilisé dans cette partie la possibilité d'insérer des objets avec un fond dessiné au format bitmap (*.bmp) (avec MS Paint par exemple).

c) Résultats obtenus

Enfin, je me suis rendu compte, en consultant des exemples trouvés sur Internet, qu'il était possible d'avoir un fond dessiné directement pour l'objet pupitre, les objets placés sur celui-ci étant alors situés devant ce fond. Après avoir réalisé le dessin de fond du pupitre sous Paint, j'ai obtenu le résultat final suivant (PO utilisée lors du TP de première) :



Voici ci-dessous une autre PO simulée créée sous Iris : la porte de garage automatisée (également utilisée lors du TP de première).



Exemple de Partie Opérative réalisée sur IRIS : "Porte de garage automatisée"

III-3) Difficultés rencontrées et points forts du logiciel

a) Temps d'apprentissage

En général, se mettre à utiliser un nouveau logiciel est assez pénible (et fastidieux). Automgen est connu de la plupart des collègues enseignant en AII, le module Iris l'est beaucoup moins (du moins, peu de collègues l'utilisent). Automgen est un logiciel assez simple à utiliser si l'on prend la peine de suivre les exemples de la notice. Je dois bien dire que commencer sur la partie Iris est beaucoup plus rébarbatif et compliqué. Pour apprendre à maîtriser ce logiciel, il est vivement conseillé d'avoir beaucoup de temps à y consacrer. Ceci peut, à mon avis, être un obstacle important.

b) Limitations du logiciel

Je veux montrer dans cette partie les difficultés auxquelles les utilisateurs du logiciel Automgen devront faire face s'ils veulent créer un TP (ou tout autre support d'enseignement) comprenant une PO simulée sur Iris.

Le plus difficile à mon sens est que les "objets" (Boutons Poussoirs, voyants, parties mobiles etc...) à placer sur le "pupitre" (l'espace de travail d'Iris) doivent être totalement configurés. L'utilisateur doit préciser la taille, la forme, le placement, la couleur, le texte associé, et tous les liens vers Automgen... On se rend rapidement compte qu'il faut beaucoup de temps pour correctement configurer les propriétés de ces objets afin que le système fonctionne, même pour quelqu'un connaissant parfaitement le logiciel. Le placement final et la taille des objets sont les éléments les plus difficiles à gérer.

La réalisation de PO simulée fait appel à une compétence artistique que l'enseignant n'a pas obligatoirement. Si l'on veut créer une simulation pas trop rébarbative pour les élèves par son aspect et assez proche d'un système réel, il faut en effet créer et placer les objets qui la constituent de la bonne façon. Ceci peut devenir un réel casse-tête puisqu'on se heurte aussi au champ des possibilités que nous offre le logiciel. Je conseille à un utilisateur inexpérimenté de commencer par créer des PO simples afin de connaître les possibilités du logiciel et ses contraintes (se référer à la documentation du logiciel et au § III-2 "Création de PO simulée sur Iris). Il est alors possible de créer sa propre simulation de système (qui doit être "faisable"). Je pense qu'il est préférable de dessiner sur un autre support (papier ou logiciel de dessin) la PO que l'on veut simuler avant de se lancer sur Iris.

Afin de créer des simulations plus conviviales, j'ai inséré des dessins au format bitmap (*.bmp) en couleur de fond de certains objets. J'ai réalisé ces dessins sur le logiciel MS Paint. Là encore la patience est soumise à rude épreuve, ce logiciel n'étant pas très fonctionnel. J'avais l'intention d'inclure directement des photos de certaines parties de systèmes réels sur la PO simulée, ce projet a été abandonné parce que cela me semblait difficile (mais néanmoins faisable) et je n'étais pas assez expérimenté à ce moment là.

Les dessins réalisés doivent être, à mon avis, le plus possible insérés en image de fond du pupitre principal, les éléments mobiles doivent être les plus simples possibles afin d'éviter que l'exécution de l'application ne se trouve ralentie. On peut en effet observer des phénomènes de clignotement des parties mobiles trop complexes.

La documentation fournie semble très complète au premier abord, néanmoins, les exemples traités restent simples et peu révélateurs des problèmes à envisager pour une PO plus complexe. Il peut être intéressant alors de chercher des exemples plus complexes sur Internet afin de se faire une idée des possibilités mais aussi de comprendre comment les systèmes sont créés.

Je dois enfin signaler que j'ai eu affaire à quelques "bugs" du logiciel. Certains étaient dus à mon inexpérience (je l'ai compris après), d'autres sont restés inexplicables...

c) Points forts et intérêts

Comme je l'ai dit précédemment, l'élément décisif pour le choix de ce logiciel est qu'il est déjà utilisé par les premières STI GE. Moins de difficultés d'ordre purement logiciel sont à prévoir.

Le principal point fort d'Iris est en même temps sa principale faiblesse, les différents types d'objets (en nombre réduit) offrent un panel très large de possibilités par les multiples façons de les configurer. Il est notamment appréciable de pouvoir facilement régler la vitesse de déplacement des parties mobiles une fois la PO achevée.

Le fait de pouvoir insérer des images fait aussi partie des atouts non négligeables d'Iris, c'est pour moi la seule façon valable de créer une PO simulée, les systèmes créés étant trop simplistes autrement.

IV) Expérimentation en TP

IV-1) Choix réalisés

Pour réaliser cette expérimentation, il a été nécessaire de faire des choix : choix du niveau des élèves et de la classe, choix de la forme (cours, TD ou TP), placement de ce travail dans la progression, choix du sujet global.

J'ai choisi de placer ce travail en première STI parce que les élèves avaient déjà travaillé en TP sur le logiciel Automgen pour étudier plusieurs commandes de systèmes en logique câblée. Ils connaissaient donc déjà les principes généraux de fonctionnement de ce logiciel. Il y a 4 groupes de première STI (2 classes) de maximum 15 élèves chaque au Lycée GT Jean Moulin ; j'ai voulu que tous ces élèves testent le TP réalisé afin d'avoir plus de résultats (et donc de pouvoir faire des statistiques) et d'éviter d'avoir des inégalités dans leur formation.

Matériellement, nous avons reçu des ordinateurs assez performants et nous avons assez de licences (sous forme de plug : clé sur le port parallèle) pour installer Automgen et le faire fonctionner sur 7 postes de travail en même temps. Ainsi, il a été possible que tous les élèves de chaque groupe exécutent le même travail en même temps. Le travail en TP unique m'a semblé être la forme la plus appropriée pour tester des simulations de PO. Il est possible au cours d'une séance de ce type d'intervenir auprès de tout le groupe en une seule fois si des problèmes surviennent.

J'ai choisi de mettre en place ce TP juste après les vacances de février, sur la même semaine afin d'avoir plus de facilité dans l'utilisation de la salle d'automatique (Mercredi matin 12/03/03, Jeudi matin 13/03/03 et Vendredi 14/03/03 matin et après-midi). Les élèves avaient déjà fait plusieurs TP sur Automgen (logique combinatoire, logique câblée) mais n'avaient pas encore étudié le GRAFCET à cette date. Il est à noter que la plupart des élèves ont déjà "touché" au GRAFCET en seconde ISI ou même avant (sans compter les redoublants).

Ainsi, j'ai pensé qu'un TP sur Automgen permettrait de réaliser une première approche efficace de l'outil GRAFCET. Il est en effet possible de concevoir une multitude de systèmes pédagogiques simples permettant d'étudier le GRAFCET en le mettant en oeuvre sur une Partie Opérative simulée. Les élèves peuvent alors manipuler sans risque, tester, observer et ainsi se faire une première idée du fonctionnement d'un GRAFCET. Par l'intermédiaire de questions pertinentes, ils peuvent à mon avis appréhender assez bien la structure et l'évolution d'un GRAFCET (cf. partie V – Résultats de l'expérimentation). Je pense que la maîtrise de l'outil GRAFCET passe par la mise en application sous forme d'exercices ou de Travaux Pratiques. Commencer par un cours important sur le vocabulaire et les règles d'évolution du GRAFCET est à mon sens beaucoup trop rébarbatif ; réaliser une synthèse après un TP ou exercice de découverte me paraît beaucoup plus judicieux. Les objectifs visés par ce TP sont détaillés dans la partie IV-2 "Objectifs du TP".

Vient enfin le choix des Parties Opératives sur lesquelles vont travailler les élèves. J'ai tout d'abord choisi de simuler un système simple, qu'ils peuvent rencontrer dans la vie courante mais aussi en séance de TP au lycée : le portail automatisé (cf. figure III-2 Création de PO simulée sur IRIS). C'est un système sur lequel ils avaient déjà travaillé, sous forme de TP (câblage de la commande) sur la maquette présente depuis peu au lycée. Pour le deuxième support sur lequel vont expérimenter les élèves j'ai choisi de simuler un système très proche du précédent : une porte automatisée de garage (cf. figure III-2 Création de PO

simulée sur IRIS). Ce support a été le premier utilisé lors de la séance de TP. Il est en effet plus simple (pas de temporisation) mais permet déjà de voir comment fonctionne un GRAFCET (en ligne) au travers des questions posées.

J'ai aussi réalisé un troisième système simulé : le chariot (de la station de brunissage par exemple), mais je ne m'en suis pas servi comme support du TP. Ce système aurait permis de montrer un système plus industriel aux élèves. Puis j'ai pensé qu'il faudrait expliquer le fonctionnement du système (au moins en partie) puisqu'il n'est à priori pas connu des élèves, il n'est pas présent dans leur vie courante. Je me suis par ailleurs rendu compte que deux systèmes étudiés en 3 heures suffiraient à atteindre les objectifs fixés. Il est possible ainsi de mieux approfondir leur fonctionnement, notamment en observant ou réalisant des modifications en vue d'améliorer le système. Ces modifications successives sur chaque système me paraissent plus intéressantes à étudier que plusieurs systèmes découplés. La présentation complète de l'étape de conception de ce TP fait l'objet de la partie IV-3 "Conception du sujet".

IV-2) Objectifs du TP

a) Compétences attendues sur les outils de description du fonctionnement d'un automatisme :

Comme nous l'avons dit précédemment, le TP réalisé s'articule autour de la découverte de l'outil GRAFCET au travers de manipulations de PO simulées. Les compétences attendues du référentiel spécifiques à la description du fonctionnement d'un automatisme (essentiellement par le GRAFCET) sont les suivantes :

T17 Mettre en évidence, sous forme d'une liste ou d'un programme, l'enchaînement structuré des tâches.

T18 Lister et caractériser les entrées - sorties associées.

T19 Comprendre et Justifier une structure ou un élément spécifié du GRAFCET (en vue d'une réalisation, d'une maintenance du système, ...).

T20 Etablir l'expression d'une réceptivité associée à une transition.

T21 Décrire les actions associées à une étape.

T22 Lister et Classer les informations en entrée de la partie commande (ordres continus ou mémorisés, vers la partie opérative, le pupitre, ...).

T23 Lister et Classer éventuellement les informations d'état de la partie commande (activités d'étapes, durées des temporisations...).

T24 Construire le GRAFCET conforme au cahier des charges fonctionnel et au fonctionnement attendu à partir des données listées précédemment.

b) Compétences attendues de la séance de TP :

- **T17** Mettre en évidence, sous forme d'une liste ou d'un programme, l'enchaînement structuré des tâches (Décrire sous forme littérale le fonctionnement d'un système),
- **T18** Lister et caractériser les entrées-sorties associées (au système),
- **T21** Décrire les actions associées à une étape,
- **T20** Etablir l'expression d'une réceptivité associée à une transition.

c) Objectifs de la séance de TP et niveau taxonomique : (taxonomie de BLOOM)

Objectif terminal :

- **Déduire** à partir d'observations l'évolution d'un GRAFCET
(Niveau Taxonomique : 4.30 Analyse, Recherche de principes d'organisation)

Objectifs intermédiaires :

- 1) **Etablir** la description du fonctionnement d'un système
(Taxonomie : 2.20 Compréhension, Interprétation)
- 2) **Distinguer** les éléments de la structure d'un GRAFCET
(Taxonomie : 4.10 Analyse, Recherche des éléments)
- 3) **Expliquer** des améliorations de fonctionnement
(taxonomie : 2.20 Compréhension, Interprétation)
- 4) **Classer** les symboles (mnémoniques) dans la table d'Entrées/Sorties
(taxonomie : 3.00 Application)

IV-3) Conception du sujet

J'ai conçu le sujet du TP afin de réaliser une progression graduelle dans la complexité des systèmes étudiés. Le texte du TP est placé en annexe A, le document réponse se trouve en annexe B.

Les élèves partent d'un système simple : la porte de garage automatisée. Ce système est composé d'une porte motorisée, pilotée par une télécommande munie de deux Boutons Poussoirs : une commande d'ouverture et une commande de fermeture. A travers l'observation puis l'analyse du comportement du système simulé, les élèves découvrent la première application décrite sous forme de GRAFCET.

Le support étudié est ensuite modifié afin de prendre en compte les ordres de commande pendant le déplacement de la porte. Les élèves doivent alors observer puis décrire les modifications effectuées (transitions).

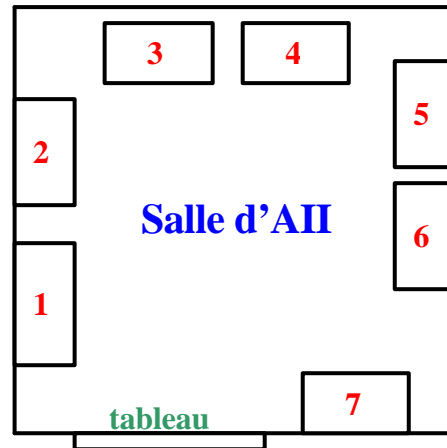
La deuxième Partie Opérative étudiée est un portail automatisé. Ce portail s'ouvre lorsqu'un utilisateur tape le code d'entrée (simulé par un Bouton Poussoir). Le portail se referme à la fin d'une temporisation.

Deux modifications successives sont enfin réalisées par les élèves : l'allumage d'une lampe pendant le déplacement du portail puis la prise en compte d'une sécurité par l'intermédiaire d'un capteur de présence de voiture.

Tout au long de ces études, le fonctionnement des systèmes est mis en relation avec le GRAFCET et la table d'Entrées/Sorties associée. La description du fonctionnement des systèmes prend elle aussi une place importante dans cette étude.

IV-4) Organisation de la séance

Cette expérimentation en TP a été réalisée avec les 4 demi groupes (14 ou 15 élèves) des premières STI GE 1 et 2 du lycée Jean Moulin, sur une durée de 3 heures. Elle a eu lieu dans la salle d'Automatique de la section STI GE. Les 7 postes informatiques ont été placés tout autour de cette salle (nous n'avons pas à proprement parler de salle informatique).



Disposition et numéros des postes informatiques dans la salle d'AII

Le logiciel Automgena été installé sur ces postes. Le répertoire de travail où sont placés les fichiers nécessaires au TP ont été copiés sur chaque poste (les ordinateurs installés ne sont pas en réseau).

Sur un TP unique, il est possible au professeur d'intervenir auprès de tous les élèves en même temps. Ceci est très intéressant pour donner les consignes en début de séance et présenter l'organisation du sujet et du travail à effectuer. En cours de séance, les élèves peuvent rencontrer des difficultés, non prévues par le professeur, de différents ordres. Cela peut être simplement une erreur de placement d'un fichier de travail, une imprécision dans le sujet ou encore un problème logiciel que les élèves auront en commun (puisqu'ils font tous le même TP). Le professeur peut par ailleurs apporter des compléments (de cours par exemple), faire des remarques ou détailler certains points à tout moment.

J'avais prévu au départ de réserver le vidéoprojecteur des ateliers pour pouvoir intervenir auprès des élèves en cas de difficulté en leur montrant directement sur le logiciel comment la surmonter. Trouver 7 ordinateurs pouvant être mis en service et sur lesquels on pouvait installer Automgena a déjà été une tâche assez lourde, il aurait fallu en trouver un 8^{ème}. De plus, le TP semblait pouvoir être effectué tel quel, les éventuels problèmes logiciels ayant été rendus très improbables par de multiples essais et tests. Enfin, je pense qu'il faut laisser réfléchir les élèves par eux-même lorsqu'ils sont face à un obstacle (s'il est surmontable). La tentation aurait été grande pour eux de se reposer uniquement sur mes explications ; la distraction engendrée par trop d'interventions les aurait ralenti.

V) Résultats de l'expérimentation

V-1) Déroulement et observations

Pour commencer, j'ai observé que les élèves ont eu un comportement très agréable (presque exemplaire) au cours de ces séances. Ils ont semblé adhérer au travail demandé, et ont bien "joué le jeu". Ils sont restés concentrés pour la plupart tout au long de la séance. Les consignes, énoncées au début de séance, en rapport avec l'utilisation de l'ordinateur (ne pas changer le fond d'écran ou l'économiseur d'écran etc...) et les déplacements ou bavardages ont bien été suivies.

Conformément aux consignes énoncées en début de séance, les élèves ont fait preuve d'une assez bonne autonomie. J'avais expliqué que je souhaitais que les questions qu'ils me posent soient claires et motivées par un réel problème. Je leur avais précisé que je ne voulais pas de remarques du style : « Monsieur, ça marche pas » ou « monsieur, j'arrive pas à la question 4 »... Ils ont donc bien intégré les "règles du jeu".

Une autre consigne portait sur leur responsabilisation : je leur ai laissé régler l'affichage sur l'écran (le travail sur PO simulée requiert une résolution d'au moins 1024x768), mais j'avais prévenu que je les tiendrais responsables d'une modification de fond d'écran ou de l'économiseur. Ils ont totalement respecté, une fois encore, la consigne donnée.

D'après ce que j'ai observé durant cette séance en ce qui concerne la compréhension globale, le travail sur Parties Opératives simulées n'a pas posé de problèmes spécifiques ; les élèves ont semblé rattacher assez aisément ces simulations à la réalité. Il est vrai que les systèmes étudiés ont été choisis en grande partie d'après ce critère.

A part l'intervention de lancement du TP qui concernait le comportement et la présentation du sujet (d'une durée d'environ 10 minutes), j'ai pu faire quelques remarques en m'adressant à tous d'un seul coup. Par exemple, je leur ai fait remarquer qu'en AII, les "zéros" sont la plupart du temps barrés (?) afin de ne pas confondre avec les "O". J'ai pu vérifier sur les copies rendues que cette remarque avait porté ses fruits dans la grande majorité.

V-2) Objectifs atteints ?

Pendant cette séance, j'ai expliqué aux élèves que je voulais qu'ils fassent preuve d'intuition. Il en faut pour en effet pour arriver à analyser, à partir d'observations. C'est ici qu'intervient aussi l'intérêt de les faire travailler sur des systèmes courants.

D'ici la fin de leur formation au lycée, les élèves seront confrontés à beaucoup d'exemples d'application qui leur permettront d'acquérir les compétences liées au GRAFCET. Il ne faut pas espérer que ces compétences soient acquises en une seule fois. Néanmoins, je pense que ce TP leur a permis de bien toucher du doigt les diverses possibilités du GRAFCET.

1) Etablir la description du fonctionnement d'un système

Cet objectif n'a été que partiellement maîtrisé pour la plupart. Au travers des explications données (sur la copie), j'ai pu remarquer que les élèves avaient compris le fonctionnement du système, mais ils ont eu beaucoup de difficultés à l'expliquer sur papier.

2) Distinguer les éléments de la structure d'un GRAFCET

Cet objectif consistait à identifier l'étape initiale, les étapes et leurs actions associées et les transitions d'un GRAFCET donné. Il a été maîtrisé par tous les élèves.

3) Expliquer des améliorations de fonctionnement

Les améliorations effectuées ont été généralement bien expliquées. Des difficultés ont une fois encore été détectées quant à la mise en phrases et à l'utilisation du vocabulaire en général. La description du fonctionnement d'un système fera l'objet d'une grande quantité de travaux dans la formation des élèves jusqu'au BAC. Les compétences liées auront donc largement l'occasion d'être acquises avant la fin de la terminale. Les élèves prendront l'habitude d'employer et de maîtriser le vocabulaire assez spécifique de l'automatique.

4) Classer les symboles (mnémoniques) dans la table d'Entrées/Sorties

Les élèves ont dû plusieurs fois remplir un tableau d'Entrées/Sorties (sur le document réponse) au cours de la séance. Une première difficulté a été observée sur la compréhension des termes "symbole" (spécifique à Automgen) et "affectation". La deuxième difficulté rencontrée a été de classer chaque variable selon qu'il s'agit d'une entrée ou d'une sortie. Ceci a fait l'objet d'une intervention pour expliquer la provenance de I (pour Input) et O (pour Output).

Objectif terminal : Déduire à partir d'observations l'évolution d'un GRAFCET

Cet objectif, sans doute un peu ambitieux, n'a été que partiellement maîtrisé, les élèves ont semblé mal comprendre la question correspondante. Je pense néanmoins qu'ils ont compris comment évoluait un GRAFCET (simple) au fil de la séance par l'observation du fonctionnement des systèmes d'un niveau croissant de complexité.

Un problème est resté au terme de ces séances : je redoute que les élèves ne pensent qu'un automate est présent sur chaque système automatisé (notamment sur ceux étudiés). La remédiation devra prendre ceci en compte. Elle sera faite par l'intermédiaire d'un corrigé type et d'une synthèse sur l'outil GRAFCET. Les collègues enseignant l'AII en première me feront un retour de cette expérimentation ; ils me diront si les élèves ont bien profité de la séance pour élaborer leur savoir-faire sur l'outil GRAFCET.

V-3) Avis des élèves - sondage

Comme je l'ai souligné précédemment, les élèves ont eu un bon comportement, attentif et concentré. Ce constat m'a permis de me faire déjà une première opinion sur ce qu'ils pensaient du TP. Je dois bien dire que c'est déjà une récompense de constater qu'un projet dans lequel on s'est beaucoup investi fonctionne bien.

J'ai réalisé un sondage auprès des élèves ayant réalisé ce TP "découverte du GRAFCET" afin de connaître plus en profondeur leurs avis. Il a été conçu de manière à fournir des informations sur ce que pensent les élèves du travail sur ordinateur en général, du travail en TP, des relations entre leur apprentissage des connaissances et le rôle de leur professeur et enfin et surtout du travail qu'ils venaient de réaliser : le TP de simulation de PO sur Automgen selon divers angles de vue. Je voulais que ce questionnaire soit le moins directif possible et j'ai donc mélangé des questions de plusieurs ordres. L'exploitation des résultats est plus difficile à réaliser lorsque les questions sont plus ouvertes, mais je pense avoir obtenu leur vrai avis. Je leur ai distribué ce questionnaire une heure avant la fin (au bout de 2 heures) pour qu'ils aient largement le temps de répondre mais que leurs réponses prennent bien en compte leur expérience de la simulation.

Ce questionnaire a été légèrement modifié d'après les résultats du premier sondage sur les deux premiers groupes de premières afin de mieux cadrer les questions et que les réponses soient les plus révélatrices possibles. Je me suis rendu-compte que des questions trop ouvertes permettant de mieux cerner l'avis des élèves étaient considérées comme trop rébarbatives et les réponses n'en étaient donc pas plus révélatrices ; les élèves n'ont pas tout à fait joué le jeu comme je l'espérait : ils ont fourni peu de réflexion et y ont investi peu de temps durant le TP.

V-4) Perspectives

Mon idée de départ était d'introduire ce travail dans une rotation de TP sous forme d'un TP double : 1 binôme sur PO simulée, 1 binôme sur PO réelle (par exemple portail). Mais ayant reçu assez d'ordinateurs je pouvais expérimenter sous forme d'un TP unique, ce qui m'a semblé plus intéressant. Ce fonctionnement en TP différencié n'est pas incompatible avec les directions pédagogiques actuelles concernant les Travaux Pratiques. La pédagogie par Centres d'Intérêt est en effet au cœur d'une réflexion dans l'académie. Le fonctionnement de ce type d'enseignement est le suivant : plusieurs binômes travaillent sur des systèmes différents pour valider les mêmes compétences et la même fonction du référentiel. Les élèves ne font pas tous les sujets à chaque rotation, celle-ci sera ainsi beaucoup plus courte (1 ou 2 séances par exemple).

Il serait possible de continuer cette séance par une autre du même type (simulation de systèmes sur ordinateur) en augmentant progressivement la complexité et le niveau requis. Par exemple, faire un TP sur un système plus complexe (partie d'une station de brunissage ou station de pompage simplifiée...) en ayant comme objectif final la construction du grafcet du système, et comme objectif intermédiaire, consolider les bases sur les règles principales d'évolution d'un GRAFCET.

Conclusion

Pour quelqu'un qui maîtrise le logiciel Automgen et sa plate-forme de simulation Iris, les possibilités offertes sont infinies. Il est en effet possible de simuler la plupart des systèmes existants et d'en créer de toutes pièces.

D'un point de vue pédagogique, nous avons vu que les intérêts sont nombreux, le principal point fort étant de réaliser un TP unique au lieu d'une rotation posant de multiples problèmes.

Pour ce qui est de l'utilisation de l'outil de simulation, je pense qu'elle doit rester épisodique, une approche matérielle sur système réel restant plus proche de la réalité industrielle. Les systèmes utilisés en TP sont en effets plus réalistes par leurs constituants, leur fonctionnement, leurs pannes ou sécurités...

Le travail présenté dans ce mémoire m'a permis d'acquérir de bonnes compétences sur le logiciel Automgen et le module Iris. Si l'occasion se présente (si j'enseigne l'Automatique en première), je réutiliserai sûrement ce TP presque tel quel si cela est réalisable matériellement. Je compte aussi continuer à travailler sur Iris afin de mettre au point d'autres simulations de Parties Opératives.

Annexes

Annexe A : Texte du TP réalisé en première STI GE : "**Découverte de l'outil GRAFCET**"

Annexe B : Document réponse pour le TP

Annexe C : Sondage auprès des élèves

Annexe D : Traitement du sondage

NOMS :		Classe :	Date :
		Numéro de Poste :	
TP	Simulation de Parties Opératives Découverte du GRAFCET		
Durée : 3h	Niveau : 1STI Electrotechnique A.I.I.		Lieu : Salle AII

Objectif terminal :	Référentiel : §5.3 GRAFCET			
Déduire à partir d'observations l'évolution d'un GRAFCET	Eléments d'évaluation :			
Objectifs intermédiaires :	Non maîtrisé	Insuffisam ^t maîtrisé	Partiellem ^t maîtrisé	Maîtrisé
1) Etablir la description du fonctionnement d'un système				
2) Distinguer les éléments de la structure d'un GRAFCET				
3) Expliquer des améliorations de fonctionnement				
4) Classer les symboles (mnémoniques) dans la table des Entrées/Sorties				

Pré requis : - Fonction mémoire - Logique Booléenne - Description fonctionnelle d'un système automatisé	Comportement :	
	Rapidité / Autonomie :	
Condition de réalisation : - Dossier « sujet » - Dossier d'aide à l'utilisation du logiciel AutomGen (§ 2.5 à 2.7 et § 4) - PC avec logiciel AutomGen et Iris - Dossier informatique contenant les fichiers de travail (porte de garage, portail, chariot)	Note :	/20
	Remarque :	

Préliminaires

Ce TP est une première approche du **GRAF CET** (Grphe Fonctionnel de Commande Etape – Transition). C'est un outil permettant :

- de **décrire** simplement le fonctionnement d'un système de manière **graphique**,
- de **programmer** la commande de ce système sur un **automate** (par exemple le TSX17-20 ou le Zélio de Télémécanique),
- de **visualiser** et **superviser** l'état et l'évolution du comportement du système par l'observation des **Entrées** (signaux issus de capteurs ou Boutons Poussoirs) et des **Sorties** (commande de préactionneurs).

L'objectif de ce TP est de se familiariser avec l'outil GRAFCET, d'en comprendre le fonctionnement et d'en déduire les **règles d'évolution**.

Description du travail à réaliser

Dans ce TP, le travail consiste à **observer** le comportement de plusieurs systèmes automatisés ainsi que leur GRAFCET associé. Ces systèmes seront **simulés** sur l'interface graphique d'Automgen : IRIS.

Vous déduirez de vos observations les principales **règles d'évolution** d'un GRAFCET ainsi que sa **programmation** sur AutomGen.

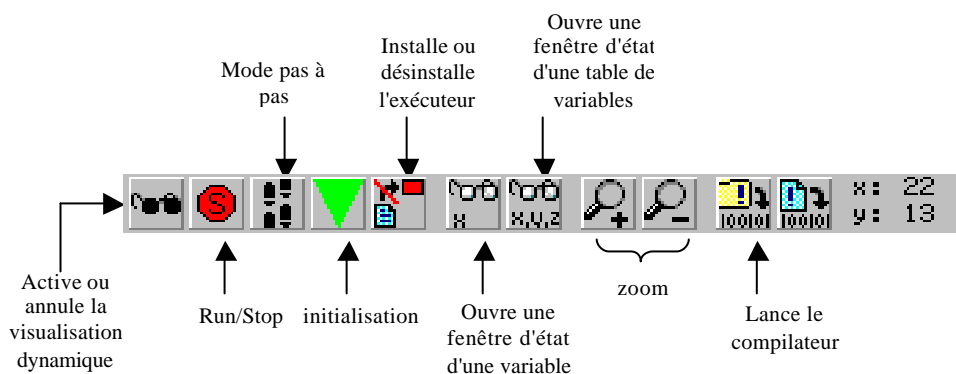
Pour chaque système étudié, les opérations à effectuer seront les suivantes (cf. dossier d'aide à l'utilisation d'Automgen) :

1) Ouverture du folio contenant le programme :


- Ouvrir le folio "xxxxxx.gr7" (menu *Fichier, Ouvrir Folio*)


Le folio "xxxxxx.gr7" contient le GRAFCET décrivant le fonctionnement du système étudié.


Une barre de raccourci en bas de la fenêtre principale permet de compiler le GRAFCET, de lancer son exécution etc... (cf. dossier d'aide à AutomGen)



2) Lancement de la simulation :

- compiler l'application  puis installer l'exécuter  simulateur du système sur l'ordinateur)

- lancer la visualisation dynamique , cela permet d'afficher en temps réel l'état du GRAFCET (couleur verte : variable au niveau logique 1)

- mettre le processus en "RUN" 

- ouvrir la Partie Opérative simulée "xxxxxx.aof" (menu *debug, objets*)

3) Tester le fonctionnement du système :

- Cliquer sur les Boutons Poussoirs de commande du système présents sur la PO simulée (pupitre IRIS)
- On peut aussi commander le système directement en cliquant sur les transitions ou étapes du GRAFCET
- On peut connaître l'état du système en visualisant l'état des variables ; pour cela, on peut

ouvrir une table des variables



Etude des systèmes simulés

Pour commencer :

- Lancer le logiciel AutomGen
- Sélectionner le répertoire courant de l'application : C:\AUTOMV6\TPSIMU\
(menu : *Fichier, Répertoire courant*)

I /- Etude du système simulé "PORTE DE GARAGE"

1) Ouvrir le folio "garage.gr7"

Ce folio contient le GRAFCET du système que l'on va étudier. Ce système est une porte automatisée de garage, une télécommande radio équipée de 2 Boutons Poussoirs permet de commander l'ouverture et la fermeture de la porte.

2) Relever le GRAFCET sur le document réponse n°1

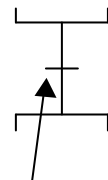
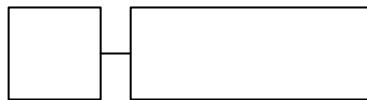
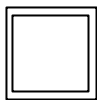
3) Selon-vous, comment le système fonctionne t'il ?

4) Lancer la simulation du système "garage.aof"

- Tester le fonctionnement du système en utilisant les Boutons Poussoirs de la télécommande
- Observer le comportement du système en liaison avec le GRAFCET
- Décrire le fonctionnement sur votre copie. Utiliser pour cela la structure suivante :
action (verbe à l'infinitif) **JUSQU'A** *transition*
exemple pour un vérin : *Sortir la tige du vérin* **JUSQU'A** *tige sortie*

5) Trouver à quoi correspondent les termes suivants et compléter le document réponse n°1

- étape
- étape initiale (étape activée lors du lancement du programme)
- action associée à une étape
- transition



6) Dédurre de vos observations l'évolution d'un GRAFCET en utilisant les termes précédents

II /- Amélioration du système simulé "PORTE DE GARAGE"

1) Le système précédent n'est pas très élaboré, cherchez des améliorations possibles. Pour cela vous pouvez manipuler la PO simulée et essayer diverses actions sur les Boutons Poussoirs.

2) Ouvrir le fichier des symboles (Menu *Boîte à outils, Fichier des symboles*)

Ce fichier contient la définition des variables du système. Ces variables appelées *symboles* sont utilisées pour faciliter la lecture du GRAFCET, elles correspondent aux affectations automate (%I0,4 ou %Q0,6 ...) ou Automgen (I1 ou O5 ...).

Compléter le tableau des entrées/sorties sur le document réponse n°2.

3) Nous allons maintenant améliorer le système : les ordres de commande ne sont pas pris en compte pendant le déplacement de la porte, ce qui implique que l'utilisateur ne peut arrêter la porte si un obstacle est présent.

Nous allons voir comment remédier à ce problème : pour cela ouvrez le folio "*garage2.gr7*" contenant le GRAFCET amélioré (auparavant désinstallez l'exécuteur et fermez le folio courant), ajoutez les modifications apportées d'une autre couleur sur le GRAFCET du document réponse n°1.

Lancer la simulation "*garage.aof*" puis tester le système.

Expliquer comment on a réalisé l'amélioration sur le GRAFCET.

Désinstaller l'exécuteur et fermer le folio en fin de travail.

III /- Etude du système simulé "PORTAIL"

1) Ouvrir le folio "*portail.gr7*"

Ce folio contient le GRAFCET du système que l'on va étudier. Ce système est un portail automatisé de collectivité, les utilisateurs ouvrent la porte en tapant un code sur le digicode ; la fermeture intervient 5 secondes après la validation du code (utilisation d'une temporisation).

2) Relever le GRAFCET sur le document réponse n°2

3) Visualiser le fonctionnement du système en simulation (lancer la simulation du système "*portail.aof*").

4) Vous allez maintenant modifier ce GRAFCET afin que la **lumière** présente sur le système s'allume lors du déplacement du portail. Pour cela :

- Désinstaller l'exécuteur
- Ouvrir le fichier des symboles (Menu *Boîte à outils, Fichier des symboles*)
- Compléter le tableau des entrées/sorties sur le document réponse n°3
- Ajouter une ligne pour l'affectation d'un *symbole* pour la lumière à la variable **O2**
- Enregistrer le fichier des symboles sous "*portail2.sym*"
- Ajouter sur le GRAFCET un rectangle d'action aux étapes correspondant au déplacement du portail ; ajouter le *symbole* choisi pour la lumière dans ces rectangles d'action
- Enregistrer ce GRAFCET sous : "*portail2.gr7*"
- Relever avec une autre couleur les modifications réalisées sur votre document réponse

5) Compiler, lancer l'exécuteur puis vérifier vos modifications sur la simulation : "*portail.aof*"

IV /- Amélioration du système simulé "PORTAIL"

Comme avec le système "PORTE DE GARAGE", il y a un problème de sécurité : il faut arrêter la fermeture du portail si un obstacle est présent. Pour cela, le système est maintenant équipé d'un capteur de type "barrage", il est à l'état haut lorsqu'une voiture coupe le faisceau.

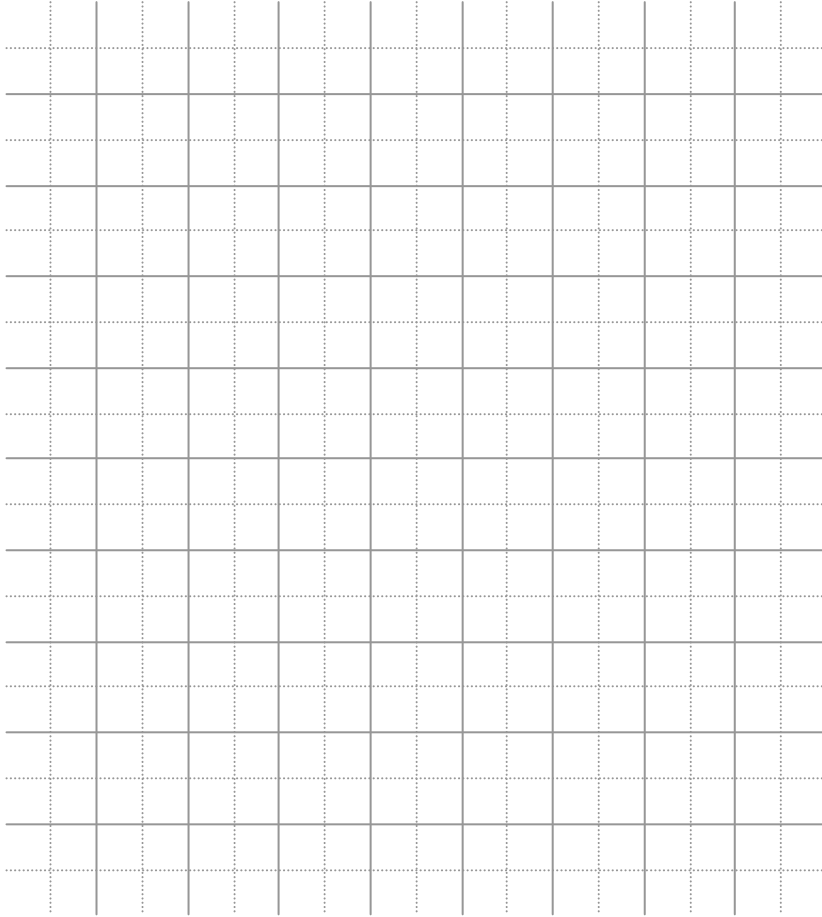
A partir du folio "*portail2.gr7*" :

- modifier le fichier des symboles afin d'affecter le capteur de présence voiture à l'entrée **I3**,
- l'enregistrer sous "*portail3.sym*",
- modifier le GRAFCET pour qu'en cas de présence d'une voiture pendant la fermeture du portail, la fermeture soit stoppée et que le GRAFCET revienne à l'étape 1 (ouverture du portail),
- enregistrer sous "*portail3.gr7*",
- compiler, lancer l'exécuteur puis vérifier votre travail sur la simulation : "*portail3.aof*".
- relever toutes les modifications apportées sur votre document réponse.

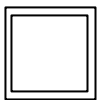
NOMS :

Document réponse n°1 : Porte automatisée de garage

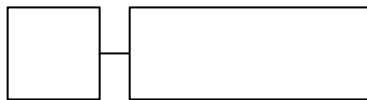
I-1) GRAFCET



I-5) Vocabulaire

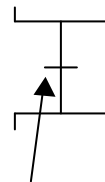


.....



.....

.....



.....

Document réponse n°2 :

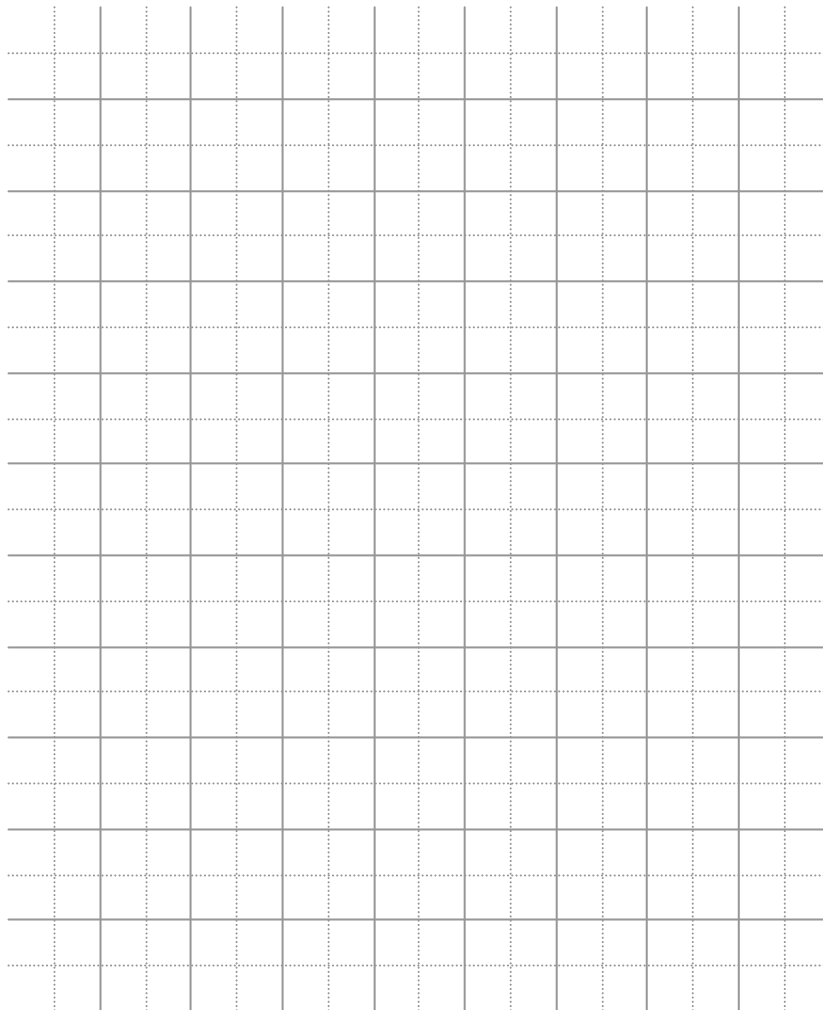
Amélioration du système porte de garage

II-2) Entrées/Sorties

ENTREES		SORTIES	
Symbole	Affectation	Symbole	Affectation

Systeme portail

III-2) GRAFCET



Document réponse n°3 :

Système portail (suite)

III-4) Entrées/Sorties

ENTREES		SORTIES	
Symbole	Affectation	Symbole	Affectation

TP Découverte du GRAFCET - Simulation de Parties Opératives

Sondage

*En **bleu** apparaissent les modifications apportées à ce questionnaire après 2 séances.*

1. Appréciez-vous les TP sur ordinateur en général ?
? toujours ? souvent ? rarement ? jamais
2. Préférez-vous avoir un document-réponse ? **Si oui, pour quelle(s) raison(s) ?**
3. Comprenez-vous plus en découvrant par vous même ou lorsque votre professeur explique à la classe **(en cours par exemple)** ? Pourquoi ?
4. Appréciez-vous le fait que tout le groupe fasse le même TP en même temps ? Pourquoi ?
5. Les systèmes simulés étudiés durant ce TP sont-ils réalistes selon vous ?
6. Les systèmes étudiés sont-ils intéressants ?
7. D'après vous, quels sont les avantages et les inconvénients d'un TP unique au lieu d'une série de 4 ou 6 TP ?
8. Dans l'ensemble, ce TP vous a t'il plu ?
9. Remarques et suggestions...

Traitement des réponses au sondage

Il y a eu 43 réponses (certains ne m'ont pas rendu ce sondage par manque de temps ou oubli).

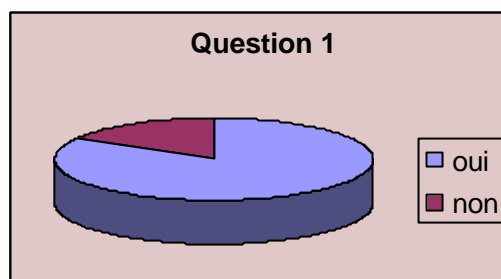
- 24 réponses au questionnaire n°1
- 19 réponses au questionnaire n°2 (amélioré)

Pour les questions ouvertes, le nombre de réponses similaires est entre parenthèses ; les citations sont entre guillemets.

Question 1 : Appréciez-vous les TP sur ordinateur en général ?

Questionnaire 1 : Oui : 20
 Non : 4

Questionnaire 2 : Toujours : 5
 Souvent : 11
 Rarement : 3
 Jamais : 0



? 36 réponses positives (oui, **toujours**, **souvent**)
 7 réponses négatives (non, **rarement**, **jamais**)

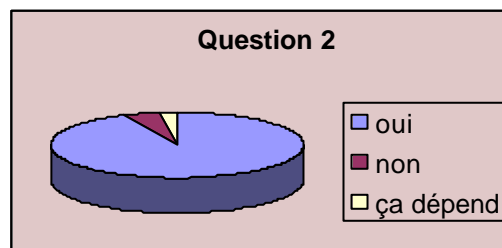
J'ai modifié cette question (ou plutôt les réponses possibles) parce que les réponses des deux premiers groupes étaient beaucoup trop majoritairement "oui", je ne leur avais pas laissé assez de champ de réponses.

Les résultats prévisibles sont bien confirmés : les élèves aiment bien travailler sur ordinateur en général.

Question 2 : Préférez-vous avoir un document-réponse ?

Si oui, pour quelle(s) raison(s) ?

Oui : 40
 Non : 2
 Ca m'est égal : 1



Les élèves apprécient en grande majorité les documents-réponses, ils ne donnent pas d'explications sur leur réponse par eux-même (même si je leur dis oralement de le faire). J'ai donc modifié cette question (pour la deuxième version du sondage) afin d'obtenir plus d'explications sur leur réponse et savoir quel intérêt majeur apportait le document-réponse pour eux.

Les raisons évoquées (**questionnaire 2 majoritairement**) : le plus souvent "gain de temps" (5) et "c'est plus pratique" (4) ; mais aussi "on n'est pas obligé de réécrire la question" ou "retracer le tableau" (3) , "c'est plus propre" (1)...

Question 3 : Comprenez-vous plus en découvrant par vous même ou lorsque votre professeur explique à la classe (en cours par exemple) ? Pourquoi ?

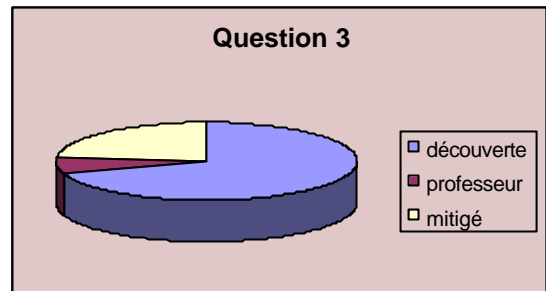
Cette question a été modifiée parce qu'une explication du professeur à la classe peut prendre plusieurs formes, la question risquant alors de ne pas être comprise de la même façon par tous les élèves.

Compréhension

- par la découverte : 30
- par les explications à la classe : 3

Ca dépend : 7

Pas de réponse : 3



Les intérêts de la découverte par eux-même sont multiples, les réponses revenant le plus de fois sont les suivantes :

- Mieux pour retenir (6)
- Meilleure compréhension par l'expérimentation (4)
- Meilleure autonomie (3)
- Meilleure concentration (3)
- Meilleure réflexion (2)
- En classe, risque de ne pas écouter le professeur (2)
- Meilleur apprentissage par les erreurs (1)
- En classe, le professeur est loin des problèmes de chaque élève (1)

Les intérêts des explications données en classe par le professeur sont selon les élèves :

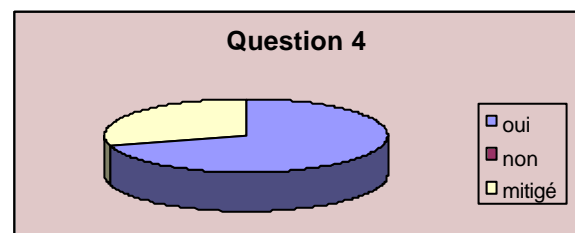
- Meilleure compréhension (2)
- Bien si l'attitude de la classe est bonne (1)

Question 4 : Appréciez-vous le fait que tout le groupe fasse le même TP en même temps? Pourquoi ?

Oui : 30

Non : 0

Pas de réponse ou "ça m'est égal" : 13



Majoritairement, les élèves apprécient de pouvoir s'aider entre eux, s'expliquer (13) ; la deuxième raison revenant le plus de fois est qu'ils peuvent comparer leur avance par rapport aux autres (4). Quelques autres raisons : "c'est plus motivant" (2), "bonne ambiance" (2), "professeur plus disponible" (1), discussion entre eux après le TP pour comparer (1)...

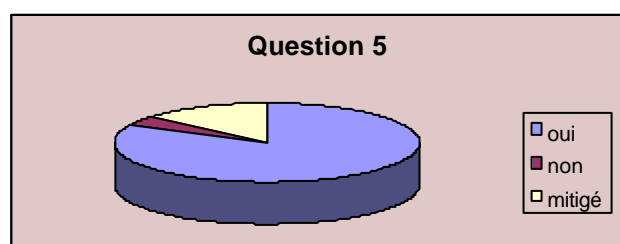
Question 5 : Les systèmes simulés étudiés durant ce TP sont-ils réalistes selon vous ?

Oui : 35

Non : 2

Avis mitigé : 3

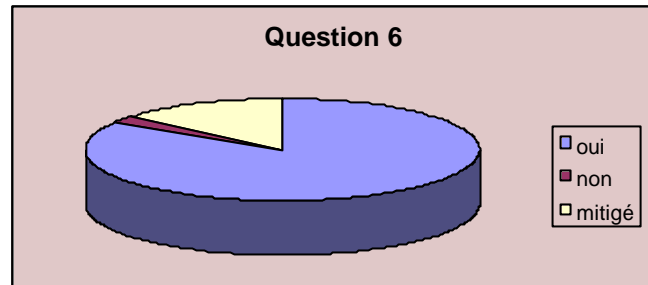
Pas de réponse : 3



Remarques : systèmes "simplistes" (2), systèmes simplifiés permettant de "mieux comprendre" (2), "quelques défauts" (2), "système présent chez moi" (1).

Question 6 : Les systèmes étudiés sont-ils intéressants ?

Oui : 36
 Non : 1
 Avis mitigé : 3
 Pas de réponse : 3



Remarques : ce sont des "exemples de tous les jours" (6) ; il faudrait "plus varier" les systèmes étudiés (2), systèmes "pas trop complexes" (1).

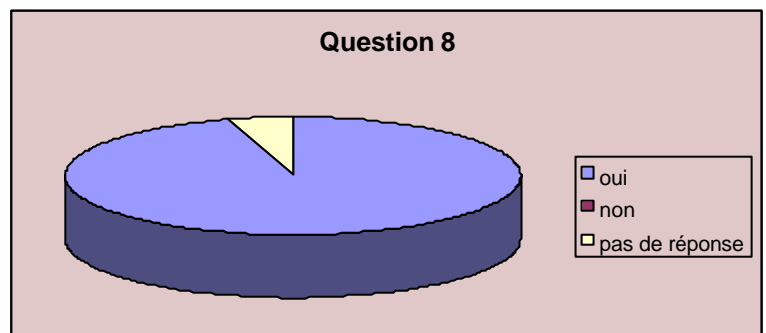
Question 7 : D'après vous, quels sont les avantages et les inconvénients d'un TP unique au lieu d'une série de 4 ou 6 TP ?

Avantages : "la correction est plus vite faite" (4), "on peut faire appel aux collègues" (4), "c'est plus court" (3), "tout le monde est au même niveau" (2), "le professeur explique une seule fois" (1), "on peut se situer par rapport à la classe" (1), "c'est plus motivant" (1), "le professeur est plus disponible" (1)...

Inconvénients : "on ne peut pas rattraper la note" (2), moins impliquant qu'un projet (1), risque de ne pas chercher et de faire appel aux camarades (3), monotonie (2)...

Question 8 : Dans l'ensemble, ce TP vous a t'il plu ?

Oui : 41
 Non : 0
 Pas de réponse : 2



Remarques : travail dans la "bonne humeur" (1), problème de "bug" sur l'ordinateur (2), "un peu long" (1)...

Question 9 : Remarques et suggestions...

- Il faudrait étudier d'autres systèmes (2),
- "Difficile et galère" pour quelqu'un qui découvre totalement (1),
- Plus d'intérêt pour le travail sur système réel (2) ("quand ça bouge vraiment"),
- "Les dessins en 3D sont bien" (1).