

Jouons avec l'automatisme

PHILIPPE TAILLARD^[1]

Vous en avez rêvé, Real Games et l'université de Reims Champagne-Ardenne l'ont inventé : un logiciel pour simuler des parties opératives (PO). Interactivité, hyperréalisme des animations graphiques 3D, des dynamiques et des sons... Le résultat, c'est cinq systèmes automatisés virtuels pouvant être connectés à un automate programmable industriel (API) quant à lui bien réel.

ITS PLC Professional Edition est un logiciel éducatif adapté à l'apprentissage de la programmation des automates programmables industriels (API). Basé sur les dernières technologies informatiques, il rend la formation aux API facile et amusante au moyen de parties opératives (PO) simulées. La simulation rend possible l'apprentissage des bases de la programmation sans que l'on possède de machines complexes réelles, ce qui prévient naturellement tout risque de blessure pour les élèves et de dégradation des équipements.

Bernard Riera, coauteur du produit, revient sur le contexte de sa création : « Dans le cas des systèmes à événements discrets (SED), la commande est résolue au moyen de la logique séquentielle, basée le plus souvent sur le Grafset. Les simulateurs sont très utilisés dans l'industrie, car ils permettent de valider la partie commande, d'étudier son comportement en cas de défaillances de la partie opérative, et d'optimiser le temps de cycle. Deux types de simulateurs existent : les simulateurs de partie commande qui évitent l'utilisation des API, et les simulateurs de partie opérative qui reposent sur une modélisation originale, mais relativement abstraite, du système de production. En revanche, en travaux pratiques, le plus souvent les étudiants programment des API, et testent leurs applications au moyen

mots-clés

automate programmable, automatismes, équipement didactique, partie opérative, simulation

d'une maquette ou à défaut d'une boîte à boutons simulant l'état des capteurs. Il est évident que, dans ce cas, l'utilisation de maquettes simulées pour la formation est une application très intéressante. »

Les créateurs du logiciel se sont imposés des contraintes drastiques :

- Un rendu réaliste de la structure, des fonctions et du comportement du système
- Le respect de la dynamique du système
- La possibilité de manipuler la maquette virtuelle de la même façon qu'une machine réelle

Pour Bernard Riera, « le rendu visuel et sonore, allié au respect de la dynamique, doit favoriser l'interactivité avec l'étudiant tout en permettant un passage efficace entre la théorie et la pratique. La maquette virtuelle peut donc être utilisée à tous les niveaux (cours, TD, TP, autoformation, etc.) et s'intègre parfaitement dans l'utilisation des TICE ».

Cinq systèmes industriels

Le logiciel propose cinq systèmes virtuels pour la formation et l'entraînement à la programmation des API. Chaque PO est une simulation graphique d'un système industriel avec ses capteurs et ses actionneurs, qui permettent son pilotage par un API. L'objectif pour l'apprenant est donc de programmer l'API de façon à commander chaque PO virtuelle comme s'il s'agissait d'un système réel.

Les informations sont échangées entre l'API et la PO virtuelle au moyen d'un module USB d'acquisition de données TOR **1** disposant de 16 entrées et de 16 sorties.

Ces cinq machines virtuelles différentes, qui suivent des scénarios rencontrés dans le monde industriel, sont présentées dans un ordre croissant de difficulté offrant aux apprenants des exercices adaptés à leur niveau de formation :

1 Le système de tri **2**

Appartenant au domaine de la logistique et du stockage, sa fonction globale est d'amener des caisses sur palette, d'un tapis d'arrivée aux deux monte-charge, en les triant selon leur hauteur. Les actionneurs sont principalement des moteurs électriques de convoyeurs et les capteurs des détecteurs photoélectriques.

2 Le système batch de mélange **3**

Typique d'un process continu pour la fabrication de « jus » par lot à partir de composants liquides, sa fonction est de mélanger les trois couleurs primaires (rouge, vert et bleu) pour obtenir un composant liquide de la couleur souhaitée. Les actionneurs de cette simulation sont majoritairement des vannes.

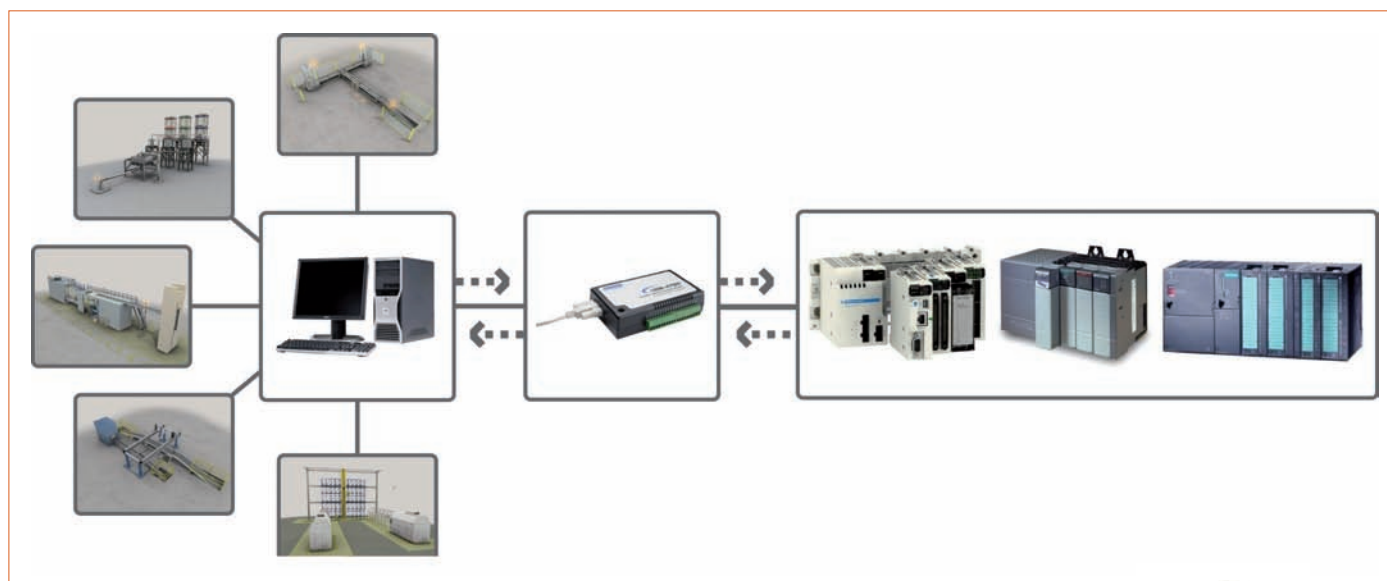
3 Le palettiseur **4**

Typique des machines placées en fin de ligne de conditionnement, cet équipement automatique permet de former des palettes de caisses sur trois niveaux.

4 Le robot pick & place **5**

Typique des machines de conditionnement, il range des pièces dans des boîtes alvéolées en utilisant un manipulateur 3 axes. La PO est constituée de trois convoyeurs, deux pour l'aménagement des produits et de l'emballage et un pour l'évacuation des produits

[1] IA-IPR STI à l'académie de Versailles (78).



1 Le raccordement de l'automate réel aux 5 parties opératives virtuelles

conditionnés. Le robot est constitué de moteurs électriques contrôlés en position afin d'effectuer les multiples tâches de manipulation. La commande de cette PO virtuelle, plus complexe, se fait au niveau non pas du pilotage des sorties, mais de la coordination des tâches des systèmes.

5 Le magasin automatique

Ce transgerbeur pour déplacer, stocker et retrouver les caisses d'un magasin vertical est la PO la plus complexe des cinq. En réalité, son grand nombre d'entrées/sorties ne permettrait pas, avec les 32 E/S TOR de la liaison automate-simulateur, de piloter le système au niveau actionneur. C'est donc une commande au niveau de la coordination tâches qui est suggérée ici.

Les cinq systèmes ont en commun :

- l'animation dynamique et sonore totalement réaliste des actionneurs, effecteurs et matières d'œuvre (palettes, caisses, pièces, liquide) de chaque process ;

- des zones d'alimentation et d'évacuation où les objets mobiles (palettes, caisses, pièces) sont automatiquement insérés et soustraits au flux de production pour libérer l'élève de ces opérations pendant les tests de fonctionnement ;

- la possibilité de changer de point de vue, avec cinq caméras sélectionnables en zone ① de l'écran 7, et de zoomer pour observer le fonctionnement des machines ;

- un pupitre minimaliste pour conduire les machines en mode manuel ou en mode automatique (zones ③ et ④ du même écran) ;

- la possibilité de créer des pannes avec un bornier sécable virtuel (zone ⑤) ;

- un maximum de 16 capteurs (entrées de l'API) et de 10 actionneurs (sorties de l'API) qui peuvent être forcés depuis la zone ②.

Un réalisme époustouflant

Première impression, le réalisme graphique n'a rien à envier aux jeux vidéo les plus récents. On zoome, on se déplace dans la scène pour trouver un défaut... Plus on regarde dans le détail, plus l'image est fine et définie. En mode manuel, si l'on force les sorties des actionneurs, on entend parfaitement les bruits des moteurs de convoyeurs et des axes de manipulation. Et plus on se rapproche de l'actionneur avec les commandes de la souris ou du clavier, plus le bruit est intense. Littéralement bluffant.

Toujours en mode manuel, dans la première application, celle de tri, après que l'on a forcé les convoyeurs d'aménagement des caisses, celles-ci arrivent automatiquement sur la machine. Si l'on ne réagit pas, elles vont chuter au sol avec un réalisme visuel et sonore étonnant 8.

Pour se sortir de cette situation, l'utilisateur peut initialiser la PO avec une commande à gauche de l'écran, ce qui aura pour effet de supprimer



2 Le tri de caisses



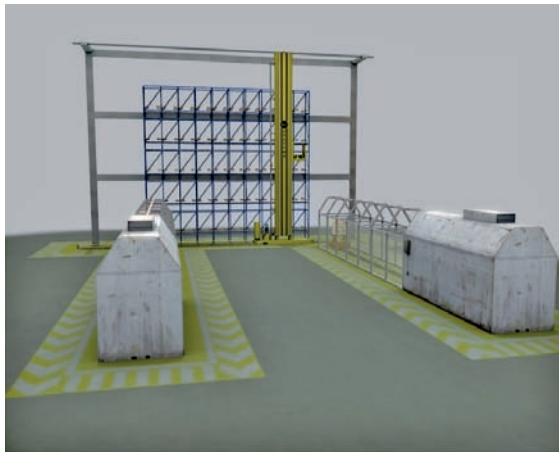
3 Le système batch de mélange



4 Le palettiseur



5 Le robot pick & place



6 Le magasin automatique

tous les produits en cours sur la machine.

Si la chute ou le mauvais positionnement d'un produit provoque un blocage de mouvement (burrage, blocage, ramponnage...), là encore le phénomène est parfaitement simulé par le logiciel.

On l'aura compris, le comportement physique, sonore et graphique de ces PO virtuelles et des produits auxquels elles apportent une valeur ajoutée est parfaitement réaliste. C'est une des grandes prouesses d'ITS PLC Professional Edition.

Une interactivité totale

L'utilisateur a la possibilité d'agir sur les produits en les saisissant et les déplaçant à l'aide de la souris. Il peut ainsi dégager un produit mal positionné pour continuer sa simulation, ou bien modifier une position pour créer volontairement un incident vraisemblable afin d'observer le comportement de l'automatisme dans ce cas de dysfonctionnement.

Citons encore quelques fonctionnalités très pertinentes pour l'apprentissage :

- On peut visualiser l'implantation des capteurs et des actionneurs de la PO, et leur état est précisé au moyen d'une couleur. Sur l'écran 9, par exemple, les capteurs non actionnés sont nommés en blanc, et ceux qui détectent une présence en jaune orangé.

- L'élève ou l'enseignant peut créer des pannes à l'aide d'un bornier sécable virtuel qui apparaît à droite de l'écran de contrôle 10. Chaque voie du bornier peut être ouverte pour simuler une rupture du câblage des chaînes d'action et de détection. Cette manipulation correspond dans la réalité à une panne classique de perte d'alimentation en énergie de cette chaîne, de rupture d'une liaison câblée, ou encore à une déconnexion d'un câble. Dans le cas du tri de caisses, si au cours du cycle automatique le capteur s6 tombe en panne à l'état 0, la chute de toutes les palettes ne tardera pas à se produire 11.

Cette possibilité d'interagir sur la PO et de déplacer volontairement les produits sur les machines confère indéniablement à ce nouveaux logiciel un fort potentiel pédagogique.

Les manipulations pour forcer les états de la partie opérative sont très réalistes, et surtout s'avèrent plus aisées et moins risquées à effectuer que sur une machine réelle. C'est un gain pédagogique conséquent.

Les utilisations pédagogiques

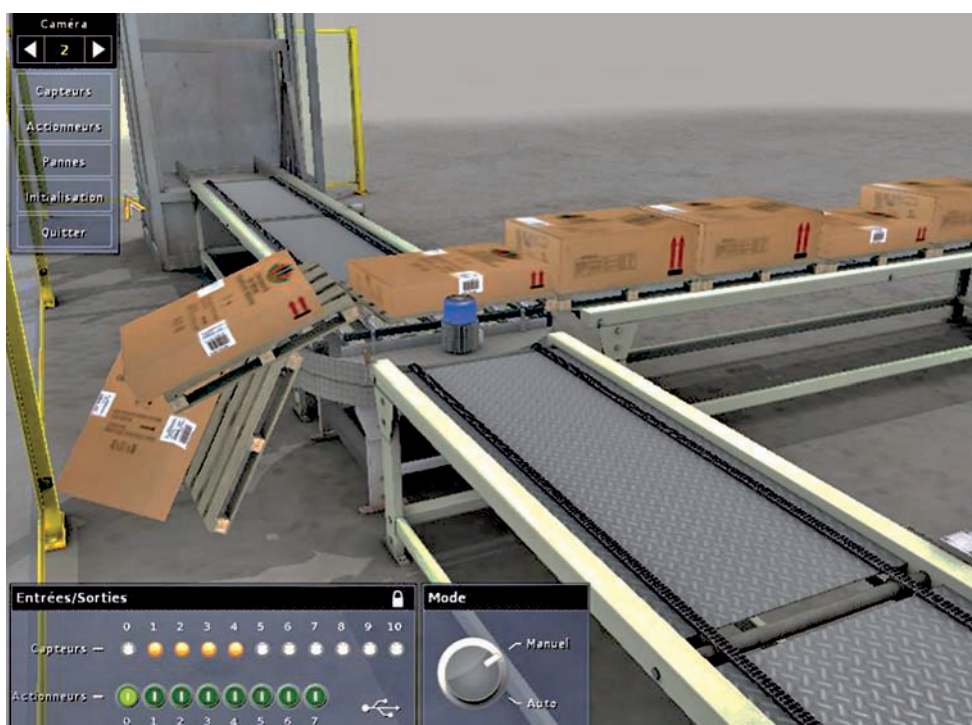
Après une première prise en main du logiciel, il est assez facile d'imaginer au moins trois types de scénarios d'utilisation : en cours, pour illustrer ; en TD, pour vérifier ; en TP, pour simuler.

En cours : l'illustration

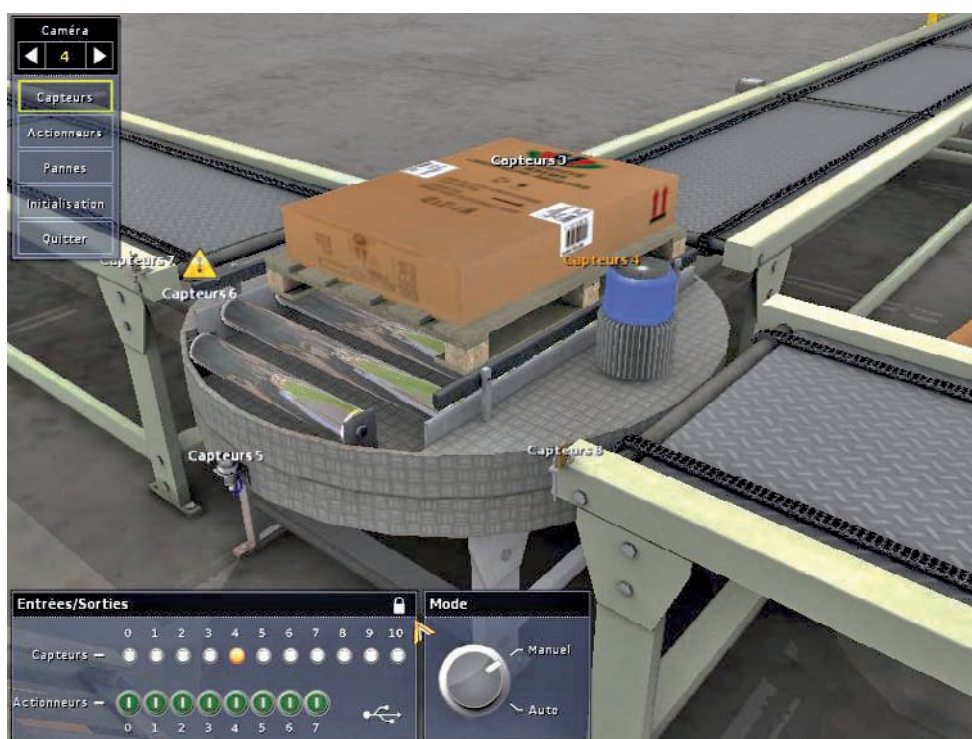
Le professeur, qui a préalablement réalisé le travail de préparation – la programmation de l'automate –, manipule le logiciel pour projeter à l'écran la situation évolutive de la partie commande à partir du terminal de programmation de l'API et des états de la PO à partir du logiciel ITS PLC. Cette démonstration devant la classe va pouvoir illustrer des concepts, des modèles de commande et des solutions de



7 L'écran de contrôle de la simulation



8 Une simulation très réaliste de l'incident de chute de palettes



9 La visualisation de l'état des capteurs, actionnés ou non, en panne ou non

grafcet du cours portant sur les outils d'analyse fonctionnelle des commandes séquentielles (Grafcet, logigramme, sûreté de fonctionnement, coordination de tâches...). C'est une machine automatique quasi réelle qui fait son entrée dans la salle de cours, permettant de suivre l'évolution duale de la situation de la partie commande et de l'état de la

PO. Et, nous le savons tous d'expérience, cette vision simultanée est très éclairante pour la compréhension des commandes séquentielles.

De surcroît, cette animation présente l'avantage d'être transportable facilement et « rejouable » à l'infini pour les élèves sur lesquels la magie du *serious game* n'aurait pas opéré du premier coup !

En TD : la vérification

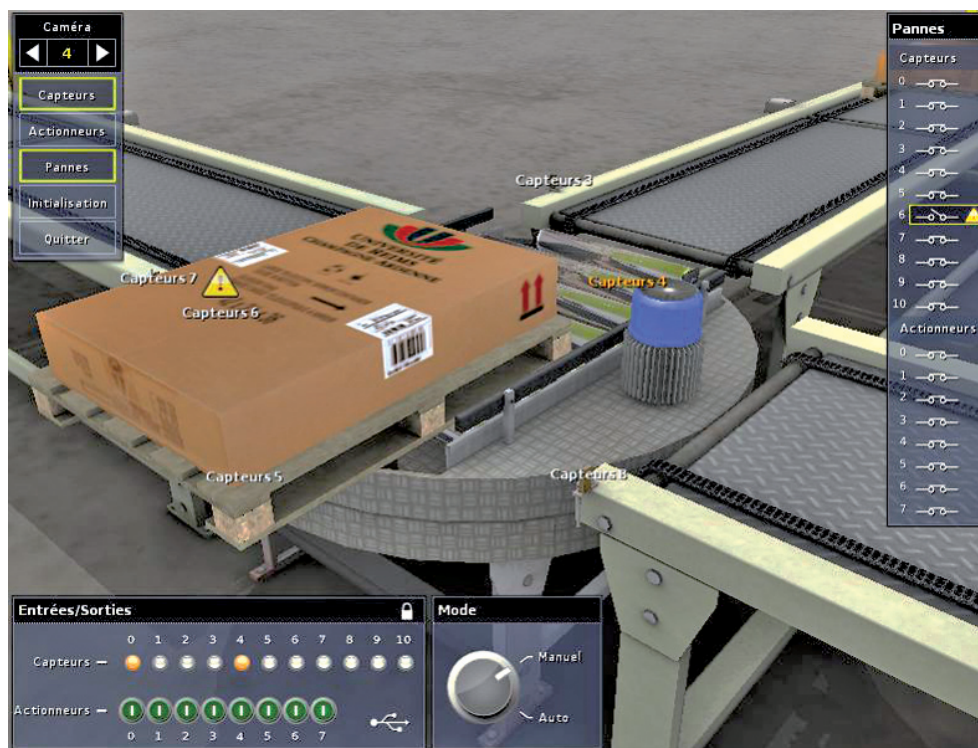
Le logiciel va être manipulé par les élèves pour valider un modèle de commande résultant d'une analyse fonctionnelle menée préalablement par la classe. La séance de TD portera principalement sur l'analyse fonctionnelle d'une commande séquentielle par Grafcet d'une des PO virtuelle d'ITS PLC à partir d'un document succinct de présentation et d'une découverte de la PO sous ITS PLC en mode manuel. La phase de programmation de l'automate pour qualifier le grafcet de la machine devra se faire rapidement, car l'objectif est ici la conception d'une commande avec sa qualification et non un exercice de programmation d'automate.

Le didacticiel dans cette séance sert d'abord à visualiser la partie opérative de la machine pour aider l'élève à en appréhender le cycle de fonctionnement – il dispose d'une machine quasi réelle qu'il peut actionner avec les forçages des sorties –, puis à valider le grafcet de commande qu'il a imaginé.

En TP : la simulation

L'élève, seul ou en binôme, va, à partir d'un grafcet déjà élaboré, programmer l'automate 12. Cet usage est la fonction principale pour laquelle le produit a été créé. Dans ce cas, l'élève apprendra à structurer son programme et à utiliser le langage le plus approprié à la nature du traitement (combinatoire, séquentiel ou numérique). Il acquerra la maîtrise des tous les langages de programmation standard de la norme IEC 1131-3 (lire l'encadré). Quant aux étudiants en section de techniciens supérieurs, ils apprendront également à développer des procédures de test de leurs programmes applicatifs pour réaliser des commandes sûres, fiables, pérennes et évolutives.

D'autres voies peuvent être imaginées pour aborder les commandes réparties sur plusieurs API. Deux API peuvent piloter chacun un sous-ensemble de la machine virtuelle et se synchroniser, soit par des informations TOR échangées via un câblage mutuel d'E/S 13 soit par leurs UC



10 La création d'une panne du capteur s6



11 La chute de caisse provoquée par la panne du capteur s6

reliées au réseau Ethernet 14. Le travail sera alors conduit par deux groupes de TP, qui auront à définir le protocole de dialogue entre les automates pour assurer la bonne commande d'une machine virtuelle unique.

Dans ce cas, les avantages du didacticiel sont nombreux: la pos-

sibilité de disposer à moindre coût d'un grand nombre de PO d'une durée de vie très importante sans aucune maintenance, et une très grande facilité à simuler les cycles de fonctionnement, à initialiser la PO, à créer des incidents matériels ainsi que des pannes des chaînes d'action et de détection.

Un exemple d'application en STS MAI

Cet exemple s'appuie sur le système le plus simple, le tri de caisses.

Présentation du système automatisé

Il s'agit d'un système de tri dont le but principal est de transporter des caisses d'un convoyeur d'alimentation vers des monte-charge en les triant en fonction de leur taille 15.

Ce système de tri est composé d'un convoyeur d'alimentation, de convoyeurs à bande, d'un plateau tournant et de deux monte-charge d'évacuation 16. Le convoyeur d'alimentation A délivre aléatoirement des petites et des grandes caisses, chargées sur des palettes. Les palettes sont transportées au moyen d'un convoyeur à bande B vers un plateau tournant C et doivent ensuite être chargées sur les rouleaux D. Puis les palettes effectuent une rotation de 90°, au moyen du plateau tournant 16. La taille de chaque caisse est détectée à l'entrée du convoyeur à bande B. Les palettes sont envoyées sur les convoyeurs à bande E ou G en fonction de leur taille par la mise en rotation des rouleaux dans un sens ou dans l'autre. Enfin, les palettes sont évacuées automatiquement dès qu'elles atteignent les monte-charge F ou H.

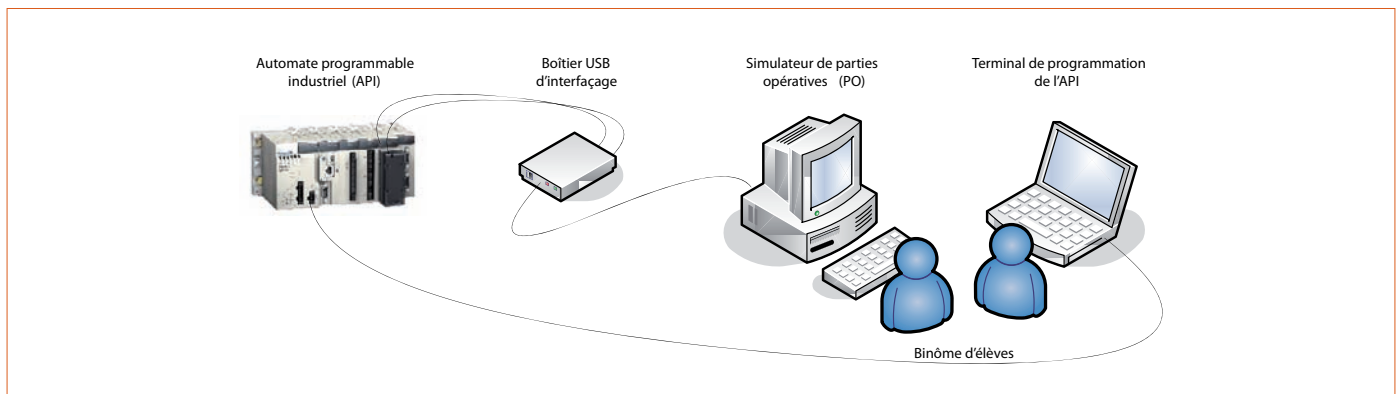
La détection de la taille des caisses se fait à l'aide des deux capteurs repérés ① et ②, placés au début du convoyeur B 17.

Le bilan général des entrées/sorties du système est présenté en 18.

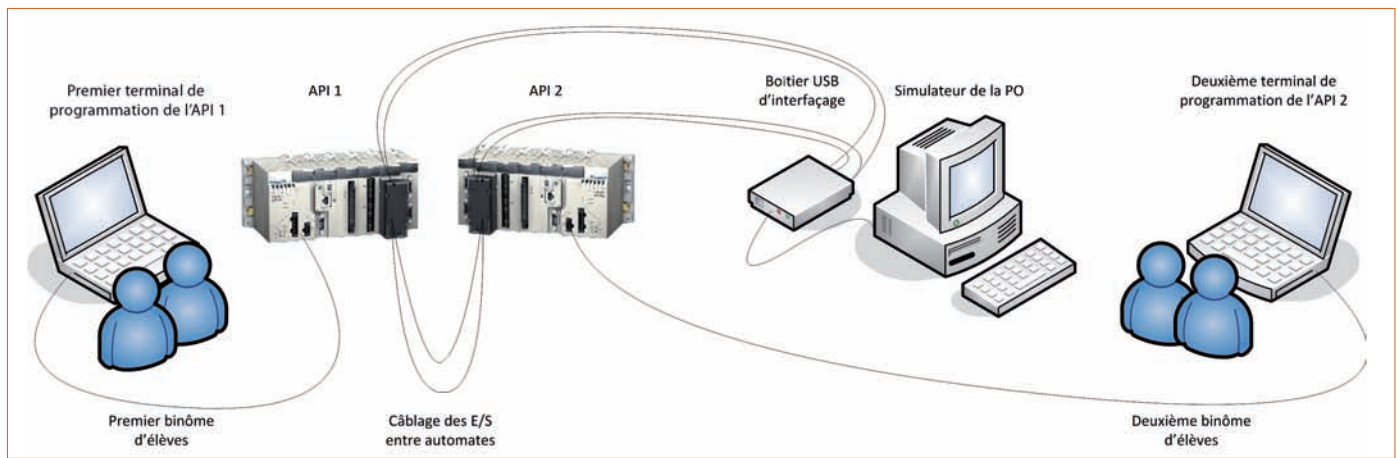
Le travail demandé en TP

Des caisses de deux formats différents arrivent de façon aléatoire depuis le convoyeur A. Elles doivent être ensuite acheminées et aiguillées vers le monte-charge F pour les petits formats et vers le monte-charge H pour les grands formats. Le fonctionnement des deux monte-charge est déjà contrôlé par une autre partie commande.

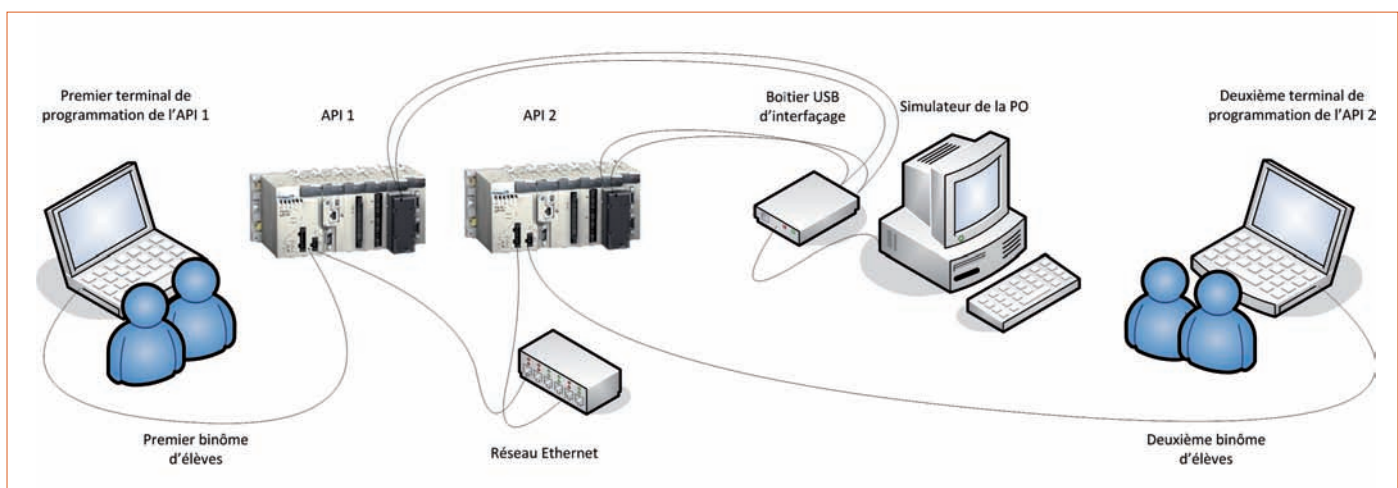
L'étude porte sur la partie commande de la machine qui gère les convoyeurs A, B, E et G ainsi que la table d'orientation C. Cette partie commande est réalisée avec un automate



12 L'architecture matérielle de base pour un TP de programmation d'automate



13 L'architecture avec 2 API reliés par leurs E/S pour un TP avec 2 postes d'élève



14 L'architecture avec 2 API mis en réseau pour un TP avec 2 postes d'élève

Modicon M340 de Schneider. Sa programmation se fait à l'aide de l'atelier logiciel Unity Pro.

● **Activité 1 : Réalisation d'un modèle de commande simple**

À l'aide de la spécification donnée par le grafctet de fonctionnement normal simple (G7_FN_S) en 19, on commence par faire fonctionner le système en triant une caisse à la fois. C'est-à-dire que l'on stoppe le

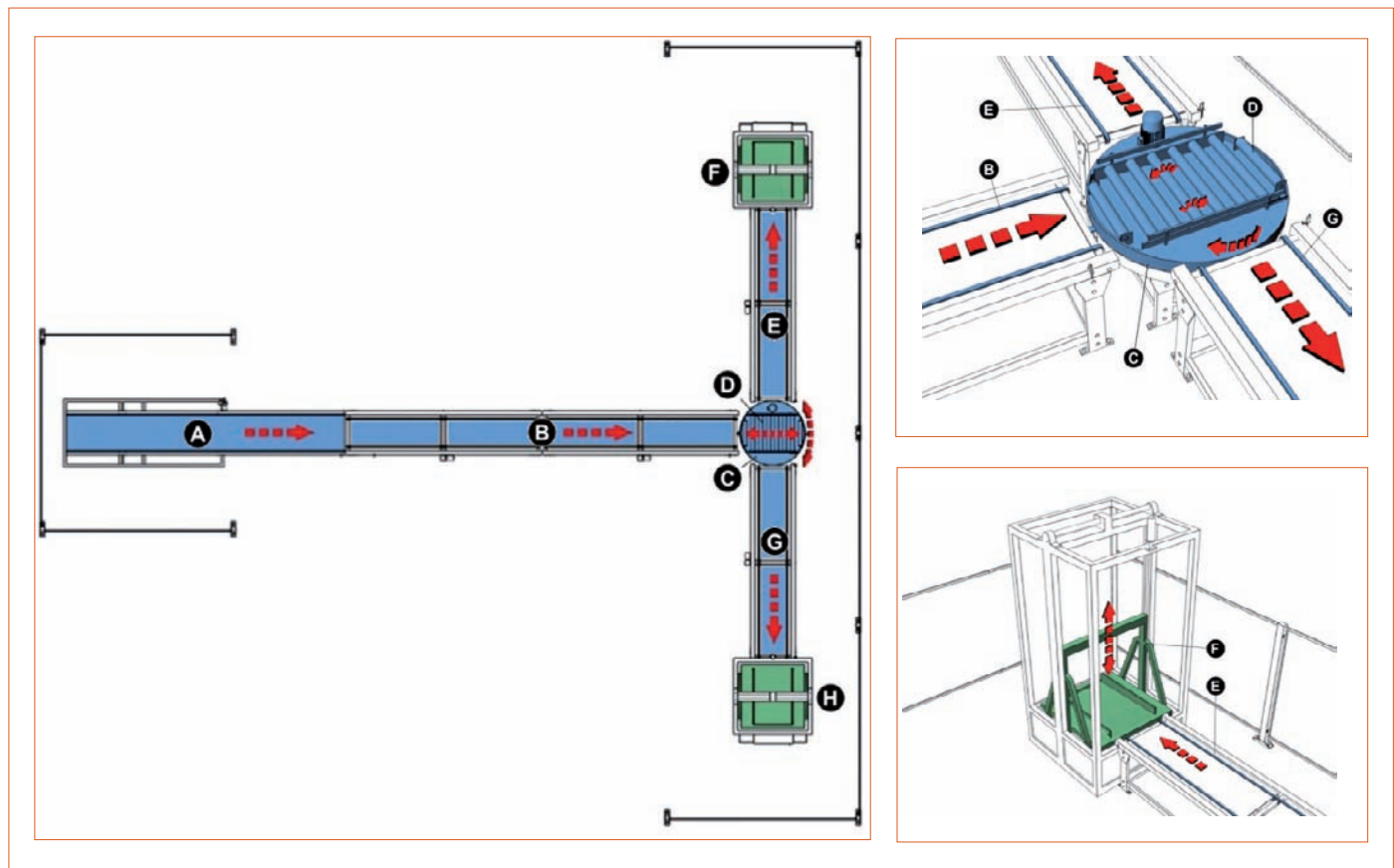
tapis d'alimentation A dès qu'une caisse est présente sur le convoyeur à bande B.

1 À l'aide de l'équipement et du logiciel de PO virtuelle, identifier l'adressage des entrées/sorties de l'automate.

2 Repérer comment se fait le tri de caisses vers les monte-charge F et H. Donner et expliciter l'équation de chaque variable interne utilisée dans le grafctet (G7_FN_S) : MGC (Mémoire



15 Une petite caisse et une grande caisse

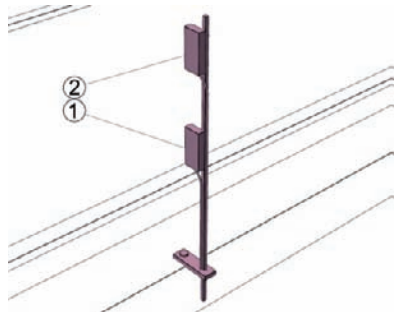


16 Le système de tri (vue de dessus et détails)

Grande Caisse), G_ok (convoyeur G vide), E_ok (convoyeur E vide), TO_ok (plateau vide) et B_ok (convoyeur B disponible).

- 3 Écrire le grafset adressé.
- 4 Implémenter le grafset dans l'API à l'aide de l'atelier logiciel Unity Pro.
- 5 Tester et valider le bon fonctionnement.

- **Activité 2 : Amélioration de la sûreté de fonctionnement**
À l'aide des fonctions de la zone 5 7 de l'écran du logiciel d'émulation de PO, mettre le capteur s6 en panne (mode de défaillance s6 = 0) 10.
- 1 Lancer le cycle automatique de la machine et définir les conséquences de cette panne de capteur.



17 Détecteurs de taille de caisse

LE POINT DE VUE D'UN UTILISATEUR

« Les étudiants n'hésitent plus à tester leur commande »

Dans le cadre d'un mini-projet étudiant (48 h) avec des élèves professeurs de l'ENS de Cachan, nous avons testé le logiciel ITS PLC afin d'évaluer les apports potentiels d'outils de simulation de parties opératives pour notre formation en automatique séquentielle.

Il est incontestable que leur utilisation offre de nouvelles possibilités pédagogiques. En tant qu'enseignants, nous aurions bien tort de ne pas en profiter.

Leur principal apport est de permettre aux apprenants de travailler en plus grande autonomie, car le test de son travail peut se faire sans risque de détérioration d'un système didactique réel. Grâce aux possibilités d'interaction sur les produits comme sur le process, les étudiants n'hésitent plus à tester leur commande pour en connaître les limites. Et ils acceptent plus facilement le verdict de l'ordinateur que celui de l'enseignant lorsque la simulation a permis de détecter une erreur de programmation.

Il faudra cependant rester très vigilant sur la qualité des scènes que chaque enseignant mettra à la disposition de ses élèves. Il ne faut pas que le réalisme graphique prime sur le réalisme technologique. Pour avoir testé différents simulateurs de parties opératives ces dernières années, nous nous sommes rendu compte que le comportement de certains composants mécaniques pouvait être parfois trop simpliste, voire irréaliste du point de vue de leur commande.

Comme tout outil didactique, ces simulateurs offrent de nouvelles possibilités pour nos enseignements. Il est cependant nécessaire de trouver, formation par formation, la manière la plus pertinente de les utiliser. À l'ENS de Cachan, nous sommes très favorables à leur emploi, mais seulement après avoir fait travailler les étudiants sur des systèmes réels afin qu'ils acquièrent au préalable la culture technologique nécessaire à la commande d'un système automatisé.

Jean-Marc ROUSSEL

Maître de conférences, département Génie mécanique, ENS de Cachan

LE MOT DU CONSEILLER SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT DU LOGICIEL

« Bien plus qu'une simulation de parties opératives »

Le développement des jeux vidéo a entraîné au cours des dix dernières années une révolution des technologies informatiques. La mise à disposition sur internet de moteurs physiques (PhysX, Newton Game Dynamics...) dont le but est que l'on puisse simuler de manière réaliste les comportements physiques (collisions, chutes de corps, forces...) et de *frameworks* comme XNA permettant un développement simplifié et rapide des jeux 3D a rendu possible la création d'un logiciel comme ITS PLC Professional Edition par la société portugaise Real Games.

L'université de Reims Champagne-Ardenne, à travers son centre de recherche en sciences et technologies de l'information et de la communication (Crestic), a un partenariat scientifique et technique privilégié avec Real Games et participe ainsi à la spécification, la conception, l'évaluation et l'amélioration des logiciels didactiques réalisés par cette société.

L'idée a été de proposer bien plus qu'une simulation de parties opératives. Il s'agit de simuler des environnements industriels, à travers d'une part un rendu visuel et sonore des installations automatisées proche des jeux vidéo utilisés par les élèves, et d'autre part une interactivité permettant de modifier en temps réel le flux de pièces dans le système de production. ITS PLC PE doit être vu comme une source de données potentielles pour des applications pédagogiques de commande, mais aussi de plus haut niveau comme la supervision industrielle. ITS PLC PE peut être considéré comme un *serious game* dans le domaine de la formation à l'automatisation.

Bernard RIERA

Professeur des universités, chercheur au Crestic-LAM (Laboratoire d'Automatique et de Microélectronique)

Capteur	Mnémorique	Description
0	s0	Capteur de fin du convoyeur d'alimentation A
1	s1	Capteur petite caisse
2	s2	Capteur grande caisse
3	s3	Fin du convoyeur à bande B
4	s4	Plateau tournant en position chargement
5	s5	Plateau tournant en position déchargement
6	s6	Présence caisse sur le plateau tournant
7	s7	Capteur au début du convoyeur de sortie G
8	s8	Capteur au début du convoyeur de sortie E
9	s9	Capteur à la fin du convoyeur de sortie G
10	s10	Capteur à la fin du convoyeur de sortie E
Actionneur	Mnémorique	Description
0	A0	Tapis d'alimentation A (1 sens de rotation et pilotage monostable)
1	A1	Convoyeur à bande B (1 sens de rotation et pilotage monostable)
2	A2	Rouleaux motorisés du plateau tournant (chargement)
3	A3	Rouleaux motorisés du plateau tournant (déchargement)
4	A4	Rotation plateau tournant (2 sens de rotation et pilotage monostable)
5	A5	Convoyeur de sortie E (1 sens de rotation et pilotage monostable)
6	A6	Convoyeur de sortie G (1 sens de rotation et pilotage monostable)

18 bilan des E/S

2 Proposer une modification de la commande pour que la machine s'arrête avant que cet incident ne se produise.

3 Implémenter la modification dans l'automate et tester le fonctionnement attendu.

● Activité 3 : Amélioration des performances de la machine

On souhaite maintenant réaliser la commande complexe du système en utilisant le convoyeur à bande B comme un *buffer* de caisses (3 maxi). La difficulté est alors de mémoriser le format des caisses en entrée du convoyeur B pour savoir comment les aiguiller en sortie.

Le nouveau grafcet de FN (G7_FN_C) est donné en 20.

1 Donner l'équation de chaque variable interne utilisée dans le grafcet (G7_FN_C) : B_plein (convoyeur B avec 3 caisses) et B_ok (convoyeur B disponible).

2 À quoi servent le compteur C et le registre à décalage (60, 61, 62), et comment évoluent-ils ?

3 Implémenter les évolutions induites par ce grafcet (G7_FN_C) dans l'automate.

4 Conclure sur le fonctionnement observé. Jusqu'à quelle valeur maxi-

La norme IEC 1131-3

Elle définit, entre autres choses, cinq langages qui peuvent être utilisés pour la programmation d'applications d'automatisme :

● SFC (Sequential Function Chart)

Issu du langage Grafcet, ce langage, de haut niveau, permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels.

● FBD (Function Block Diagram, ou schéma par blocs)

Ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables.

● LD (Ladder Diagram, ou schéma à relais)

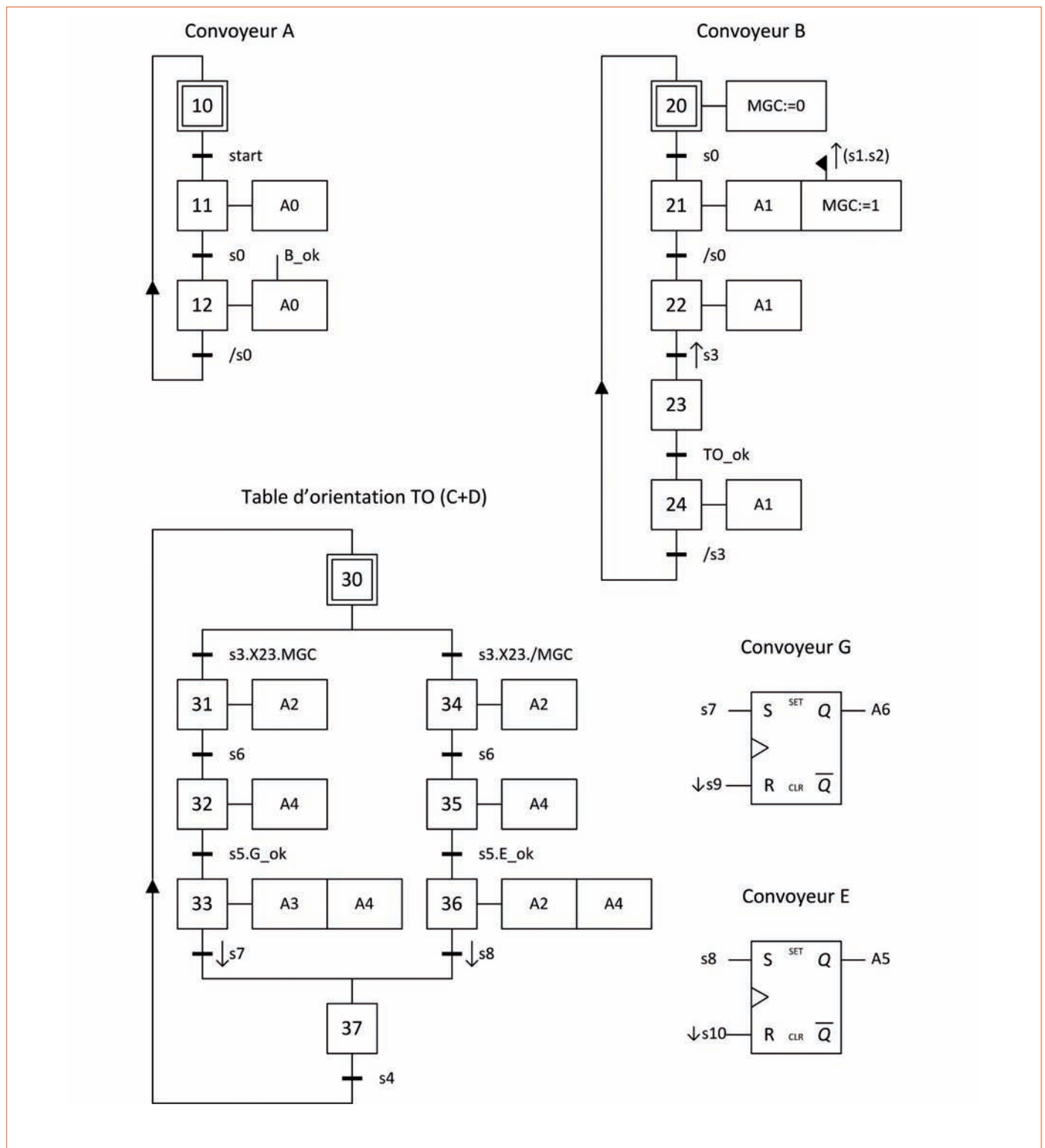
Ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes (*true/false*).

● ST (Structured Text, ou texte structuré)

Ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithmes plus ou moins complexes.

● IL (Instruction List, ou liste d'instructions)

Ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur.



19 Le grafset de fonctionnement normal simple (G7_FN_S) du système de tri

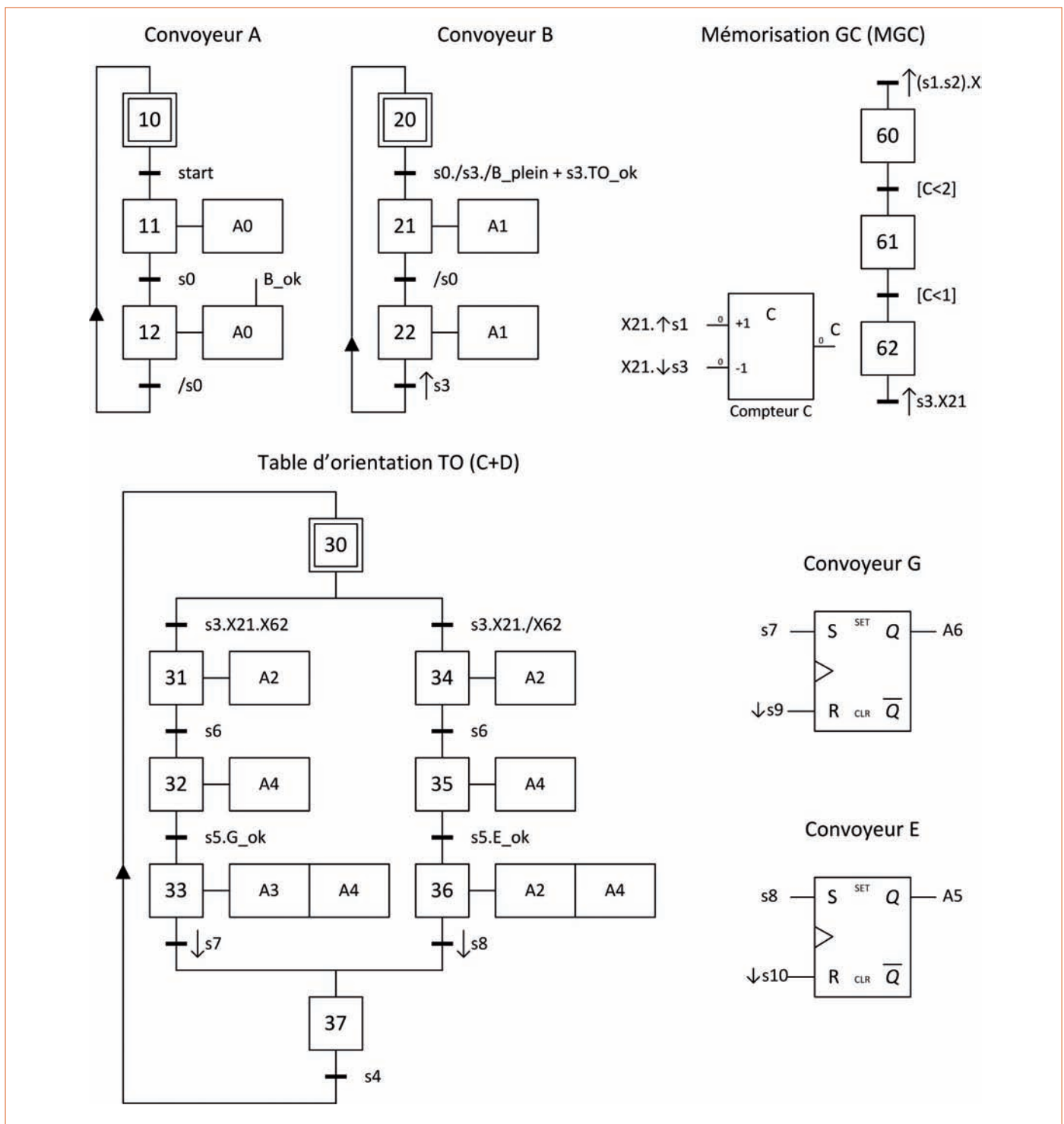
male de seuil le compteur C pourrait-il être réglé?

Voilà un exemple d'activités pratiques qui peuvent être conduites avec des étudiants de STS MAI, dans cet ordre chronologique ou tout autrement en fonction de la progression pédagogique particulière.

Conclusion

Cet article n'a pas la prétention de présenter de manière exhaustive les possibilités pédagogiques du didacticiel, ni même d'en déceler les éventuels inconvénients. Néanmoins, la première prise en main d'ITS PLC laisse entrevoir un assez fort poten-

tiel, au point que l'inspection générale de STI, avec le concours et le soutien financier de la sous-direction TICE du ministère de l'Éducation nationale (SDTICE), a décidé de lancer une expérimentation du produit dans plusieurs établissements de différentes académies.



20 Le grafset de fonctionnement normal complexe (G7_FN_C) du système de tri

M. Jean-Pierre Collignon, IGEN, l'a annoncé dans le précédent éditorial de *Technologie*: « Une expérimentation nationale se fera cette année scolaire 2009-2010. Les contraintes liées à l'utilisation de systèmes réels, l'évolution des moyens informatiques et des outils de simulation numérique nous conduisent à l'utilisation pédagogique de parties opératives virtuelles et à proposer aux élèves des activités s'appuyant sur

des supports motivants, de type *serious games*, utilisant les modes de représentation de leurs jeux vidéo. [...] Le but de cette expérimentation est bien sûr d'évaluer le potentiel pédagogique en termes d'acquisition de compétences et connaissances de ce type de supports très ludique. » ■

► **Pour se le procurer**

Real Games propose la version 1.2.3 complète en anglais d'ITS PLC en téléchargement gratuit, avec un module additionnel pour la langue française à l'adresse suivante :

www.realgames.pt

Cette version permet de tester les cinq PO virtuelles avec les commandes manuelles de forçage des sorties. Toutefois, pour pouvoir relier le PC à l'automate réel, il faut acheter le pack complet, qui comprend un cédérom d'installation du logiciel, une clé de protection, le boîtier USB d'interfaçage des E/S de l'API, le câble USB et le câblage des E/S adapté à l'API choisi.