

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

Modèle Temporel avancé

- TP : SYSTÈME DE TRAITEMENT AUTOMATISÉ -

Auteurs :

Lucien RAKOTOMALALA
David TOCAVEN

Encadrant :

Pauline RIBOT
Euriell LE CORRONC Michel COMBACAU

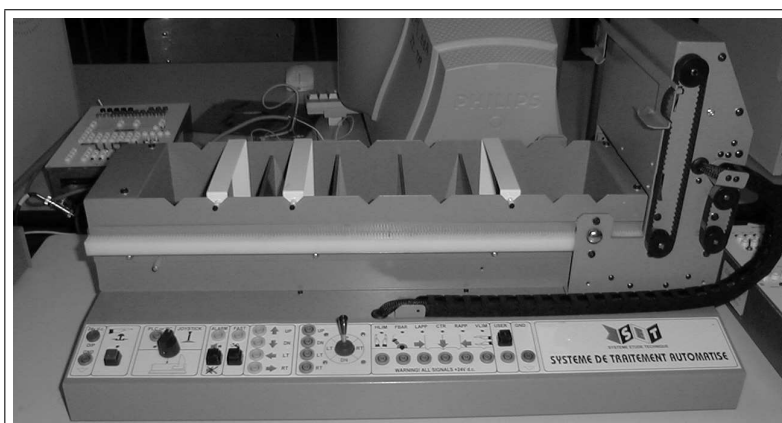


Table des matières

Introduction	1
1 Modélisation et analyse de la réalisation d'une opération	2
1.1 Modèle réseau de Petri temporel d'une opération	2
1.2 Estimation de Prise/Pose et Avance/Reculé	3
1.3 Analyse du modèle	3
2 Modélisation et analyse des premières opérations de chaque pièce	5
2.1 Réseau de PETRI Temporels de commande de deux opérations	5
3	6
4 Conclusion	7
Annexes	9
Mesures de temps	9
4.1 Mesure du temps de déplacement et de saisie/dépôt d'une pièce	9
4.2 Mesure du temps	15
Annexe 2 - TITRE	22

Introduction

Chapitre 1

Modélisation et analyse de la réalisation d'une opération

Nous allons dans un premier temps réaliser une modélisation par réseau de Petri temporel de la réalisation d'une opération. Cette modélisation sera générique à la réalisation de toute opération O_i . Ensuite, nous réaliserons un code C qui permet d'estimer les durées des différentes opérations. Finalement, nous analyserons le réseau de Petri à l'aide de *TINA 2.8.4*.

1.1 Modèle réseau de Petri temporel d'une opération

Nous avons, pour modélisation générique d'une opération, considéré que le chariot de déplacement se trouve en bas. Voici le réseau de Petri temporel (voir figure 1.1) :

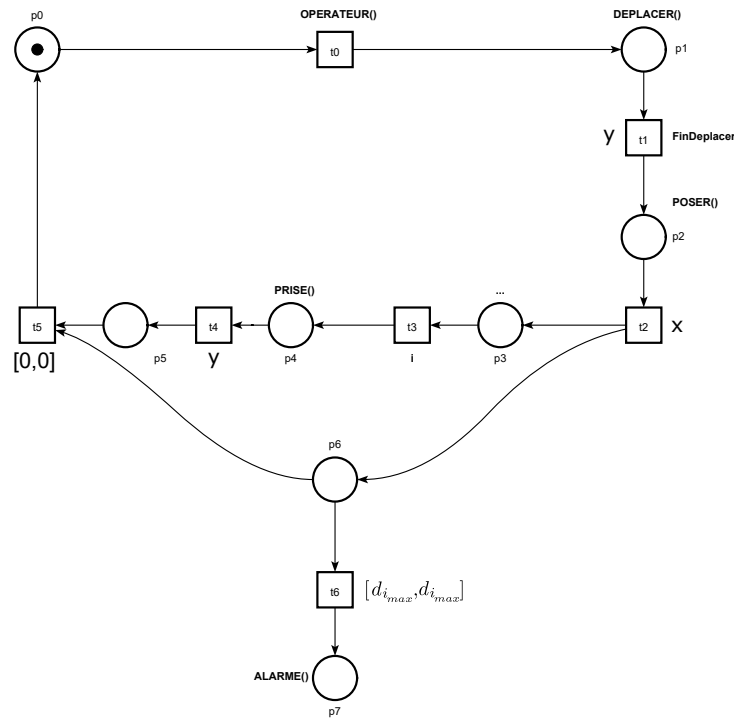


FIGURE 1.1 – Modèle réseau de Petri générique d'une opération.

Nous considérerons que l'action *DEPLACER()* et l'événement *FinDeplacer* correspondent à, respectivement, *AVANCER()* et *FinAvancer* si le chariot est à droite de l'emplacement de l'opération o_i ou *RECULER()* et *FinReculer* si celui-ci est à gauche.

Le marquage initial est constitué d'un unique jeton sur la place p_0 . Ce jeton, une fois que la transition t_0 est sensibilisée et tirée (pour cela il faut que l'événement *OPERATEUR()* est eu lieu), est en p_1 . Le chariot se déplace tant qu'il y a un jeton en p_1 . Le jeton reste en p_1 jusqu'à ce que le chariot arrive à destination,

c'est-à-dire que *FinDeplacer* se déclenche. Lorsque cet événement se produit, la transition t_1 est sensibilisée et tirée (le déplacement prend un temps y qui est représenté sur la transition t_1). Ensuite, un jeton marque la place p_2 ce qui déclenche l'action *POSER()*. Cette action prend un temps x et celui-ci est représenté sur la transition t_2 . Une fois le temps x écoulé, la transition t_2 est tirée et les places p_3 et p_6 sont marquées d'un jeton chacun.

À partir de cet état, il y a deux jetons dans le réseau : un permet de décrire le comportement du chariot et un autre, celui qui marque p_6 , permet de déclencher l'alarme si la pièce qui subit l'opération o_i n'est pas reprise avant le temps maximal de l'opération. En effet, le jeton présent en p_6 , au bout d'un temps $d_{i_{max}}$, va être consommé par la transition t_6 et un jeton va marquer p_7 . Ceci déclenchera l'action *ALARME()*. Il faut donc que le jeton présent en p_3 arrive en p_5 en moins de $d_{i_{max}}$ unités de temps pour que l'alarme ne se déclenche pas. De cette façon, le tir de la transition t_5 , qui nécessite et consomme un jeton en p_6 et un jeton en p_5 , empêchera l'alarme de sonner et permettra d'effectuer une nouvelle opération (retour au marquage initial). La place p_3 à un événement ..., cela représente la possibilité d'effectuer n'importe(s) quelle(s) action(s) et de revenir à l'emplacement de l'opération o_i , de façon à ce que l'action en p_4 , *PRISE()*, de durée y , permette de récupérer la pièce. La transition t_3 est marquée de la temporisation i . Celle-ci représente le temps de(s) action(s) de la place p_4 et/ou un temps d'attente afin que l'on récupère la pièce à la fin de l'opération i . Ainsi, si l'on souhaite que l'alarme ne sonne pas, il faut que $i + y < d_{i_{max}}$.

1.2 Estimation de Prise/Pose et Avance/Reculé

Voir annexe 4, page 9.

Nous avons maintenant besoin d'identifier le temps de *AVANCER()* (égal à celui de *RECULER()*) que l'on appelait précédemment y et de *PRISE()* (équivalent à celui de *POSE()*) appelait x . Pour cela, nous avons créé, à partir d'un code fourni, un code permettant de mesurer les temps x et y . Pour mesurer le temps d'une action, nous avons stocké le temps du PC à l'instant du début de l'action, puis nous avons stocké le temps à la fin de celle-ci et avons affiché la soustraction des deux temps sur le terminal. Nous avons déterminé que :

$$x = \begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} \text{ seconde} \quad (1.1)$$

$$y = \begin{bmatrix} 3 & 3 \end{bmatrix} \text{ secondes} \quad (1.2)$$

$$(1.3)$$

1.3 Analyse du modèle

Grâce aux mesures précédentes, nous avons pu remplacer x et y par des valeurs temporelles sur le modèle générique. Nous avons choisi arbitrairement les valeurs de $d_{i_{min}} = 13$ secondes et $d_{i_{max}} = 16$ secondes, respectivement le temps minimal de l'opération et le temps maximal de l'opération o_i . Ainsi, nous avons la condition suivante qui doit être respectée $i < d_{i_{max}} - y$, soit $i < 13$ secondes. Donc il "reste" moins de 13 secondes afin de réaliser d'autres opérations. Nous allons fixer une temporisation $i = \begin{bmatrix} 12 & 12 \end{bmatrix}$ secondes pour étudier le réseau.

Figure 1.2, voici le nouveau réseau de Petri temporel. Une analyse à l'aide de TINA nous a permis de

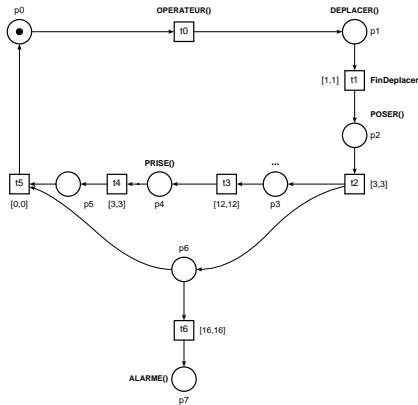


FIGURE 1.2 – Modèle réseau de Petri générique d'une opération avec les temps estimés

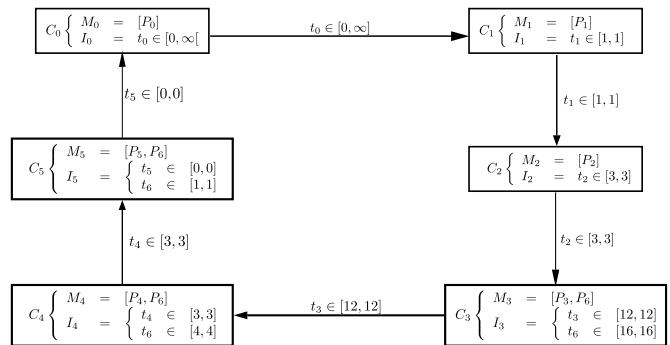


FIGURE 1.3 – Diagramme de classe.

déterminer les différentes classes du réseau. L'automate est présenté figure 1.3. Nous avons pu aussi extraire les propriétés suivantes grâce à TINA.

- Le RdPT (Réseau de Petri Temporisé) n'est pas vivant.
- La transition t_6 est non vivante.
- LE RdPT est borné.

Chapitre 2

Modélisation et analyse des premières opérations de chaque pièce

Maintenant que nous connaissons un modèle valide pour une opération ainsi que les temps nécessaires au déplacement du chariot sur l'axe vertical et horizontal, nous allons pouvoir commencer à modéliser le travail du *STA* sur deux opérations.

Nous allons, dans un premier temps, effectuer une modélisation en RdP Temporels d'une commande de deux opérations suite à quoi, nous en effectuerons une analyse grâce à une version de *TINA* identique que dans le chapitre 1. Nous utiliserons cette analyse pour déterminer les intervalles d'attentes et le meilleur ordonnancement possible pour ne pas déclencher l'alarme.

2.1 Réseau de PETRI Temporels de commande de deux opérations

Chapitre 3

Chapitre 4

Conclusion

Annexes

Annexe 1 - Mesures de temps

4.1 Mesure du temps de déplacement et de saisie/dépôt d'une pièce

```

1
2 /* ===== */
3 /*      Squelette de programme pour la mise en oeuvre de MEF synchronisees      */
4 /*      Systeme de Traitement Automatisé                                     */
5 /* ===== */
6
7 /* COMPILATION : gcc -Wall -o STA sta-macsed_rdp.c -lpci_dask -lsta */
8
9 /* Exemple qui realise ce RdP (1 jeton initialement dans p0):
10
11 p0 -----> | -----> p1 -----> | -----> p2 -----> | ---
12             operateur             FinAvancer             Prendre ()
13                               Avancer(3,1)
14
15 -----> p3 -----> | -----> p4 -----> | -----> p5 --- | -----> p6
16             [ 5 ; 5 ]             FinReculer
17 ne rien faire !             Reculer(2,1)             Poser ()             Fin du RdP !
18
19 */
20
21 #include <stdio.h>
22 #include <unistd.h>             // pour sleep ()
23 #include <dask.h>               // pour Release_Card ()
24 #include <signal.h>             // pour deroutement de CTRL C
25 #include <entreesortie_sta.h>
26 #include <sta_mef.h>
27
28 // -----
29 #define NBPLACES 7
30 // -----
31
32 void Avancer (int , int);
33 void Reculer (int , int);
34 void Prendre (void);
35 void Poser (void);
36
37 /* variables externes */
38 short int idcard , stop;
39
40 /* declaration globale */
41 int FinAvancer=0;
42 int FinReculer=0;
43
44 /* etudiant */
45 time_t  ti ,
46        tf;
47

```

```

48 // les entrees
49 int appG, ctr, appD, presence, lim_hor, lim_ver, operateur;
50
51 // les sorties
52 int v_acc, haut, bas, gauche, droite, alarme;
53
54 int main(void)
55 {
56
57 /* Declarations variables */
58
59 // -----
60 int p[NBPLACES]; // places "presentes"
61 int ps[NBPLACES]; // places "suivantes"
62 int i;
63 double fintempo; // variables utilisees pour
64 time_t tempol; // la tempo
65 // -----
66
67 // initialisation des ports
68 init_io();
69 //initialisation bac : ramene le systeme de transport en bas a droite
70 //ne doit pas etre sur les capteurs en haut ou a gauche
71 //init_bac();
72 printf("init faite \n");
73     sortie(V_ACC,0);
74     sortie(HAUT, 0);
75     sortie(BAS,0);
76     sortie(GAUCHE,0);
77     sortie(DROITE,0);
78     sortie(ALARME,0);
79
80 /* Initialisation variables */
81
82 // -----
83 p[0] = 1;
84 ps[0] = 1;
85 for(i=1;i<NBPLACES;i++){
86     p[i] = 0;
87     ps[i] = 0;
88 }
89 fintempo=0;
90 // -----
91 ti = 0;
92 tf = 0;
93
94 /***** Ajout etudiant*/
95 //Poser(); // Position itniale en bas
96 /******
97 while(1)
98 {
99     /******
100     /* Lecture des entrees */
101     /******
102
103     appG = entree(APPG);
104     ctr = entree(CTR);
105     appD = entree(APPD);
106     presence = entree(PRESENCE);
107     lim_hor = entree(LIM_HOR);
108     lim_ver = entree(LIM_VER);

```

```

109     operateur = entree(OPERATEUR);
110
111
112 // -----
113     fintempo = difftime(time(NULL),tempo1);
114 // -----
115
116     /* allongement du cycle programme */
117     // usleep(50);
118
119 // -----
120
121     /* blocs F */ // Description des transitions possibles
122
123     if (p[0]==1){
124         printf("p0 \n");
125         if (operateur==1){ // marquage initial, attente d'un appui sur operateur
126             ps[0]--;
127             ps[1]++;
128             ti = time(NULL);
129         }
130     }
131
132     if (p[1]==1){
133 //         printf("p1 \n"); // FinAvancer est a 1 lorsque le capteur ctr est a 1
134         if (FinAvancer==1){ // et qu'on a parcouru toutes les encoches demandees
135             ps[1]--; // Exemple: 3 encoches parcourues si Avancer(2,1)
136             ps[2]++;
137             tf = time(NULL);
138             printf("Avance Init --> e1 : %f \n",difftime(tf,ti));
139             Avancer(0,0); // Remise a zero de la machine a etats definie dans la
                           // fonction Avancer
140
141
142             ti = time(NULL);
143         }
144     }
145
146     if (p[2]==1){
147
148     /*
149 //         printf("p2 \n"); // Passage de e1 vers e2
150         if (FinAvancer==1){
151             ps[2]--;
152             ps[3]++;
153             tf = time(NULL);
154             printf("Avance e1 --> e2 : %f \n",difftime(tf,ti));
155             Avancer(0,0); // Remise a zero de la machine a etats definie dans la
                           // fonction Avancer
156             // ti = time(NULL); Inutile dans ce cas la
157         } */
158     }
159
160     if (p[3]==1){
161 //         printf("p3 \n"); // Passage de e2 vers e3
162         if (FinAvancer==1){
163             ps[3]--;
164             ps[4]++;
165             Avancer(0,0); // Remise a zero de la machine a etats definie dans la
                           // fonction Avancer
166

```

```

167     ti = time(NULL);
168 }
169
170 }
171
172 if(p[4]==1){
173 //     printf("p4 \n"); // Passage de e3 vers e4
174     if(FinAvancer==1){
175         ps[4]--;
176         ps[5]++;
177         tf = time(NULL);
178         printf("Avance e3 --> e4 : %f \n",difftime(tf,ti));
179         Avancer(0,0); // Remise a zero de la machine a etats definie dans la
                        fonction Avancer
180         ti = time(NULL);
181     }
182 }
183
184 if(p[5]==1){
185 //     printf("p5 \n"); // Prendre un objet
186     ps[5]--;
187     ps[6]++;
188 }
189
190 if(p[6]==1) // --> fin du Reseau de Petri
191 { // Poser un objet
192 //     printf("p5 \n"); // Prendre un objet
193     ps[6]--;
194     //ps[0]++;
195 }
196
197 /* blocs M */ // Franchissement des transitions
198
199 /* if(p[3]==0 && ps[3]==1)
200 { // du coup, lancement des actions liees au franchissement des transitions
201     tempo1 = time(NULL); // (ici, on recupere le "temps actuel" au moment ou
                        on arrive dans la place p3
202 }
203 // pour pouvoir ensuite le comparer avec le temps actuel
                        recupere a chaque passage
204 */ // dans la boucle while -> cf. lecture des entrees et ligne
                        "if(fintempo>=5)"
205
206 for(i=0;i<NBPLACES;i++){ // et actualisation des etats presents
207     p[i] = ps[i];
208 }
209 // -----
210
211 /******
212 /* Ecriture des sorties */
213 /******
214
215 // -----
216
217 /* blocs G */ // gestion des sorties en fonction du marquage mis a jour
218
219 if(p[1]==1){
220     Avancer(1,1);
221 }
222 // if(p[2]==1){
223 //     Avancer(1,1);

```

```

224 // }
225
226 if (p[3]==1){
227     Avancer(1,1);
228 }
229
230 if (p[4]==1){
231     Avancer(1,1);
232 }
233 if (p[2]==1){
234     ti = time(NULL);
235     Poser();
236 tf = time(NULL);
237 printf("Poser: %f \n", difftime(tf, ti));
238 }
239
240 if (p[6]==1){
241     ti = time(NULL);
242     Poser();
243 tf = time(NULL);
244 printf("Poser: %f \n", difftime(tf, ti));
245 }
246
247
248 // -----
249
250 sortie(V_ACC,0);
251 // sortie(HAUT, haut); // actions haut/bas gereses dans les fonctions
252 // sortie(BAS,bas); // Prendre et Poser ci-dessous
253 sortie(GAUCHE, gauche);
254 sortie(DROITE, droite);
255 sortie(ALARME,0);
256 /**COMMENTAIRE eTUDIANT*/
257 //printf ("haut: %d — bas : %d — gauche : %d — droite : %d |n", haut, bas,
    gauche, droite);
258 }
259
260 sortie(V_ACC,0);
261 sortie(HAUT, 0);
262 sortie(BAS,0);
263 sortie(GAUCHE,0);
264 sortie(DROITE,0);
265 sortie(ALARME,0);
266
267 return 0;
268 }
269
270 void Prendre (void)
271 {printf ("prise d'un objet\n");
272  sortie(HAUT, 1);
273  while (entree(LIM_VER));
274  //printf ("prise d'un objet2 |n");
275  usleep(10);
276  while (!entree(LIM_VER));
277  //printf ("prise d'un objet3 |n");
278  sortie(HAUT, 0);
279 }
280
281 void Poser (void)
282 {printf ("pose d'un objet\n");
283  sortie(BAS,1);

```



```

284  while (entree(LIM_VER));
285  while (!entree(LIM_VER));
286  sortie(BAS,0);
287  }
288
289 void Avancer (int nb, int start)
290 {
291     static int Etat = 0;
292     static int i = 1;
293     switch (Etat)
294     {
295         case 0 : if (start)
296                 {
297                     Etat = 1;
298                     i=nb;
299                 }
300                 break;
301         case 1 : if (! ctr)
302                 {
303                     Etat = 2;
304                 }
305                 break;
306         case 2 : if (ctr &&(i==1))
307                 {
308                     Etat = 3;
309                     FinAvancer=1;
310                 }
311                 else if (ctr &&(i!=1))
312                 {
313                     Etat=1; i--;
314                 }
315                 break;
316         case 3 : if (! start)
317                 {
318                     Etat = 0;
319                     FinAvancer = 0;
320                 }
321                 break;
322     }
323
324 gauche = ((Etat==1)|| (Etat==2));
325 //printf ("EtatAvancer : %d — gauche : %d|n",Etat, gauche);
326 }
327
328 void Reculer (int nb, int start)
329 {
330     static int Etat = 0;
331     static int i = 1;
332     switch (Etat)
333     {
334         case 0 : if (start)
335                 {
336                     Etat = 1;
337                     i=nb;
338                 }
339                 break;
340         case 1 : if (! ctr)
341                 {
342                     Etat = 2;
343                 }
344                 break;

```

```

345     case 2 : if (ctr &&(i==1))
346         {
347             Etat = 3;
348             FinReculer=1;
349         }
350     else if (ctr &&(i!=1))
351     {
352         Etat=1; i--;
353     }
354     break;
355     case 3 : if (! start)
356         {
357             Etat = 0;
358             FinReculer = 0;
359         }
360     break;
361 }
362 droite = ((Etat==1)|| (Etat==2));
363 }

```

Mesure de x , le temps pour avancer d'un emplacement et de y , le temps pour poser ou prendre une pièce.

4.2 Mesure du temps

```

1
2 /* ===== */
3 /*      Squelette de programme pour la mise en oeuvre de MEF synchronisees */
4 /*      Systeme de Traitement Automatise */
5 /* ===== */
6
7 /* COMPILATION : gcc -Wall -o STA sta-macsed_rdp.c -lpci_dask -lsta */
8
9 /* Exemple qui realise ce RdP (1 jeton initialement dans p0):
10
11 p0 -----> | -----> p1 -----> | -----> p2 -----> | ---
12             operateur             FinAvancer             Prendre ()
13                               Avancer(3,1)
14
15 -----> p3 -----> | -----> p4 -----> | -----> p5 --- | -----> p6
16             [ 5 ; 5 ]             FinReculer
17 ne rien faire !             Reculer(2,1)             Poser ()             Fin du RdP !
18
19 */
20
21 #include <stdio.h>
22 #include <unistd.h>             // pour sleep ()
23 #include <dask.h>               // pour Release_Card ()
24 #include <signal.h>            // pour deroutement de CTRL C
25 #include <entreesortie_sta.h>
26 #include <sta_mef.h>
27
28 // -----
29 #define NBPLACES 7
30 // -----
31
32 void Avancer (int , int);
33 void Reculer (int , int);
34 void Prendre (void);
35 void Poser (void);
36
37 /* variables externes */

```

```

38 short int idcard, stop;
39
40 /* declaration globale */
41 int FinAvancer=0;
42 int FinReculer=0;
43
44 /* etudiant */
45 time_t ti,
46 tf;
47
48 // les entrees
49 int appG,ctr, appD,presence, lim_hor,lim_ver, operateur;
50
51 // les sorties
52 int v_acc, haut, bas, gauche, droite, alarme;
53
54 int main(void)
55 {
56
57 /* Declarations variables */
58
59 // -----
60 int p[NBPLACES]; // places "presentes"
61 int ps[NBPLACES]; // places "suivantes"
62 int i;
63 double fintempo; // variables utilisees pour
64 time_t tempol; // la tempo
65 // -----
66
67 // initialisation des ports
68 init_io();
69 //initialisation bac : ramene le systeme de transport en bas a droite
70 //ne doit pas etre sur les capteurs en haut ou a gauche
71 init_bac();
72 printf("init faite \n");
73 sortie(V_ACC,0);
74 sortie(HAUT, 0);
75 sortie(BAS,0);
76 sortie(GAUCHE,0);
77 sortie(DROITE,0);
78 sortie(ALARME,0);
79
80 /* Initialisation variables */
81
82 // -----
83 p[0] = 1;
84 ps[0] = 1;
85 for(i=1;i<NBPLACES;i++){
86     p[i] = 0;
87     ps[i] = 0;
88 }
89 fintempo=0;
90 // -----
91 ti = 0;
92 tf = 0;
93
94 while(1)
95 {
96     /******
97     /* Lecture des entrees */
98     /******

```

```

99
100     appG = entree (APPG);
101     ctr = entree (CTR);
102     appD = entree (APPD);
103     presence = entree (PRESENCE);
104     lim_hor = entree (LIM_HOR);
105     lim_ver = entree (LIM_VER);
106     operateur = entree (OPERATEUR);
107
108
109 // -----
110     fintempo = difftime (time (NULL) ,tempo1);
111 // -----
112
113     /* allongement du cycle programme */
114     // usleep (50);
115
116 // -----
117
118     /* blocs F */ // Description des transitions possibles
119
120     if (p[0]==1){
121         printf ("p0 \n");
122         if (operateur==1){ // marquage initial , attente d'un appui sur operateur
123             ps[0]--;
124             ps[1]++;
125
126         }
127     }
128
129     if (p[1]==1){
130         printf ("p1 \n"); // FinAvancer est a 1 lorsque le capteur ctr est a 1
131         if (FinAvancer==1){ // et qu'on a parcouru toutes les encoches demandees
132             ps[1]--; // Exemple: 3 encoches parcourues si Avancer (2,1)
133             ps[2]++;
134
135             Avancer (0,0); // Remise a zero de la machine a etats definie dans la
136                             // fonction Avancer
137
138         }
139     }
140
141     if (p[2]==1){
142         printf ("p2 \n");
143
144         ps[2]--;
145         ps[3]++;
146     }
147
148     if (p[3]==1){
149         printf ("p3 \n");
150
151         if (fintempo>=5){ // attente de 5 secondes avant de passer a la place 4
152             ps[3]--;
153             ps[4]++;
154         }
155     }
156
157     if (p[4]==1){
158         printf ("p4 \n"); // FinAvancer est a 1 lorsque le capteur ctr est a 1

```

```

159     if (FinReculer==1){ // et qu'on a parcouru toutes les encoches demandees
160         ps[4]--; // (exemple : 2 encoches parcourues si on a ecrit
            Reculer(2,1) )
161         ps[5]++;
162
163         Reculer(0,0); // Remise a zero de la machine a etats definie dans la
            fonction Reculer
164     }
165 }
166
167 if (p[5]==1){
168     printf("p5 \n");
169     ps[5]--;
170     ps[6]++;
171     if (ti == 0)
172     {
173         //ti = time(NULL);
174     }
175 }
176
177 if (p[6]==1) // --> fin du Reseau de Petri
178 {
179     if (tf == 0)
180     {
181         //tf = time(NULL);
182         //printf("P6 : poser : %f \n", difftime(tf, ti));
183     }
184 }
185
186 /* blocs M */ // Franchissement des transitions
187
188 if (p[3]==0 && ps[3]==1)
189 { // du coup, lancement des actions liees au franchissement des transitions
190     tempol = time(NULL); // (ici, on recupere le "temps actuel" au moment ou
        on arrive dans la place p3
191 }
192 // pour pouvoir ensuite le comparer avec le temps actuel
        recupere a chaque passage
193 // dans la boucle while -> cf. lecture des entrees et ligne
        "if (fintempo >= 5)"
194
195 for (i=0; i<NBPLACES; i++){ // et actualisation des etats presents
196     p[i] = ps[i];
197 }
198 // -----
199
200 /******
201 /* Ecriture des sorties */
202 /******
203
204 // -----
205
206 /* blocs G */ // gestion des sorties en fonction du marquage mis a jour
207
208 if (p[1]==1){
209     if (ti == 0)
210         ti = time(NULL);
211         Avancer(8,1);
212     }
213 }
214 if (p[2]==1){

```

```

215     Prendre ();
216 }
217
218     if (p[4]==1){
219         Reculer (2,1);
220     }
221
222     if (p[5]==1){
223         Poser ();
224     }
225 // -----
226
227     sortie (V_ACC,0);
228     // sortie (HAUT, haut); // actions haut/bas gerees dans les fonctions
229     // sortie (BAS,bas); // Prendre et Poser ci-dessous
230     sortie (GAUCHE, gauche);
231     sortie (DROITE, droite);
232     sortie (ALARME,0);
233
234 printf ("haut: %d — bas : %d — gauche : %d — droite : %d \n",haut,bas,
gauche, droite);
235 }
236
237     sortie (V_ACC,0);
238     sortie (HAUT, 0);
239     sortie (BAS,0);
240     sortie (GAUCHE,0);
241     sortie (DROITE,0);
242     sortie (ALARME,0);
243
244 return 0;
245 }
246
247 void Prendre (void)
248 {printf ("prise d'un objet1\n");
249     sortie (HAUT, 1);
250     while (entree (LIM_VER));
251     printf ("prise d'un objet2\n");
252     usleep (10);
253     while (!entree (LIM_VER));
254     printf ("prise d'un objet3\n");
255     sortie (HAUT, 0);
256 }
257
258 void Poser (void)
259 {printf ("pose d'un objet\n");
260     sortie (BAS,1);
261     while (entree (LIM_VER));
262     while (!entree (LIM_VER));
263     sortie (BAS,0);
264 }
265
266 void Avancer (int nb, int start)
267 {
268     static int Etat = 0;
269     static int i = 1;
270     switch (Etat)
271     {
272     case 0 : if (start)
273         {
274             Etat = 1;

```

```

275         i=nb;
276     }
277     break;
278     case 1 : if (! ctr)
279     {
280         Etat = 2;
281     }
282     break;
283     case 2 : if (ctr &&(i==1))
284     {
285         Etat = 3;
286         FinAvancer=1;
287         tf = time(NULL);
288         printf("Avvvvvvvvvvvvancer : %f \n",difftime(tf,ti));
289     }
290     else if (ctr &&(i!=1))
291     {
292         Etat=1; i--;
293     }
294     break;
295     case 3 : if (! start)
296     {
297         Etat = 0;
298         FinAvancer = 0;
299     }
300     break;
301 }
302
303 gauche = ((Etat==1)|| (Etat==2));
304 printf ("EtatAvancer : %d — gauche : %d\n",Etat , gauche);
305 }
306
307 void Reculer (int nb, int start)
308 {
309     static int Etat = 0;
310     static int i = 1;
311     switch (Etat)
312     {
313     case 0 : if (start)
314     {
315         Etat = 1;
316         i=nb;
317     }
318     break;
319     case 1 : if (! ctr)
320     {
321         Etat = 2;
322     }
323     break;
324     case 2 : if (ctr &&(i==1))
325     {
326         Etat = 3;
327         FinReculer=1;
328     }
329     else if (ctr &&(i!=1))
330     {
331         Etat=1; i--;
332     }
333     break;
334     case 3 : if (! start)
335     {

```

```

336         Etat = 0;
337         FinReculer = 0;
338     }
339     break;
340 }
341 droite = ((Etat==1)|| (Etat==2));
342 }

```

Mesure du temps de traversé de bout en bout.

Annexe 2 - TITRE