Projet LO41

Une chaîne de montage en anneau

Yoann Caplain

10 janvier 2014
Semestre A2013

Table des matières

Chapitre 1

Introduction

Dans le cadre de l'unité de valeur "LO41 : Système d'exploitation : Principes et Communication", il nous est demandé de réaliser un projet permettant d'appliquer les différents concepts étudiés tout au long des cours, travaux pratiques et travaux dirigés. Le projet "Chaîne de montage en anneau" qui nous a été soumis permet de mettre en oeuvre ces concepts.

1.1 Rappel du sujet : La chaîne de montage en anneau

Le but du projet est de réaliser un approvisionnement de composants matériels et la gestion du processus de fabrication d'une gamme de produits.
On doit mettre en oeuvre une chaîne de montage "en anneau" pilotée par des robots, sa particularité est que la chaîne a 16 sections pouvant contenir soit des composants servant à la fabrication de produit, des produits en cours de fabrication ou des produits finaux.
Ces robots sont au nombre de 6 et ont deux modes différents (mode normal et dégradé), ils ont chacun leurs caractéristiques propres (opération normal et opérations en mode dégradé).
Les composants servent à créer le produit (1ère opération du produit).

Le projet doit être codé en C et utilisé l'une (ou plusieurs) des méthodes de synchronisation vu en cours :
- Mutex
- Mémoire partagée
- Flux (tubes)
- Sémaphore
- etc

1.2 Analyse du sujet

1.2.1 Les composants

Un composant sert juste à créer un produit et ils sont utilisés lors de la 1ère opération, ils sont donc liés aux opérations et un seul type de composant est nécessaire pour créer un produit.
On a 4 composants différents :
- C1
- C2
- C3
- C4

1.2.2 Les opérations

Les opérations sont des actions réalisées par les robots.
En mode normal une opération n'est faite que par un seul robot contrairement au mode dégradé où une

opération peut être liée à plusieurs robots.
On a 6 opérations différentes :

- Op1
- Op2
- Op3
- Op4
- Op5
- Op6

1.2.3 Les produits

Pour créer un produit il faut les composants nécessaires pour la 1ère opération du produit, les opérations suivantes n'ont pas besoin d'utiliser de composants.
On a 4 produits différents (et leur séquence) :

- Prod1 (Op1, Op2, Op3, Op5)
- Prod2 (Op2, Op4, Op1, Op6)
- Prod3 (Op3, Op1, Op5, Op1, Op3)
- Prod4 (Op4, Op6, Op1)

1.2.4 L'anneau

L'anneau est circulaire et possède 16 sections qui peuvent stocker des composants et des produits.
L'anneau est accédé par les robots (6 robots), la chaîne d'approvisionnement des composants et la chaîne de sortie des produits finis.

Algorithme de l'anneau

L'algorithme décrit ci-dessous montre principalement comment ça se passe pour le code, il y a certaines parties du code omis volontairement ici.

```
Tant que continuer
  Lock mutex anneau
  Tant que qqChoseAccedeAnneau > 0
    Attendre sur condition 'Acces a anneau'
  Fin Tant que
  Tourner l''anneau
  Signaler tous ceux qui attendent sur la condition que 'Anneau a tourne'
  Unlock mutex anneau
Fin Tant que
```

Listing 1.1 – Algorithme de l'anneau simplifié

1.2.5 Les robots

Les robots accèdent à l'anneau pour récupérer des composants ou des produits non finis, ils y déposent seulement des produits.
Ils créent des produits à partir des composants stockés.

Les modes des robots

Les robots ont deux modes qui sont Normal et Dégradé.
En mode normal les robots n'ont qu'une seule opération disponible, en mode dégradé ils ont la possibilités de réaliser plusieurs opérations.

Algorithme des robots

L'algorithme décrit ci-dessous montre principalement comment ça se passe pour le code, il y a certaines parties du code omis volontairement ici.
Dans cet algorithme les mutex ne seront pas décrit.

```
Tant que continuer
  Attendre sur condition que 'Anneau a tourne'
  Si le robot peut creer le produit Alors
    Creer le produit
  Sinon
    Si l''emplacement de l''anneau pour le robot est un composant Alors
      Si le composant est utile pour le robot Alors
        Prendre le composant
      Fin si
    Sinon si l''emplacement de l''anneau pour le robot est un produit Et que le robot ne
    possede pas deja un produit Alors
      Si l''operation suivante peut etre faite Alors
        On prend le produit et on fait l''operation
      Fin si
    Fin si

    Si l''emplacement de l''anneau pour le robot est vide
      Si le robot a besoin de poser un produit
        Poser le produit sur l''anneau
      Fin si
    Fin si
  Fin si
  Signaler Anneau sur condition 'Acces a anneau'
Fin Tant que
```

Listing 1.2 – Algorithme des robots simplifié

Chapitre 2

Analyse et conception

2.1 UML : Langage de modélisation

L'analyse d'un projet est primordiale, ça permet de clarifier les aspects techniques et ce que l'on veut faire sur notre projet. C'est pourquoi cette analyse est très importante et qu'il faut qu'elle soit correct avant le début de la conception du projet car selon l'erreur d'analyse celle-ci peut soit être résolu avec quelques modifications ou nécessite de recommencer la conception du projet.

L'analyse qui a été faite sur le projet Chaîne de montage en anneau a permis de mettre en place une struture du programme futur.
En sachant que l'UML est orientée objet il a été utilisé que pour clarifier le projet et voir quels vont être les fichiers sources du programme.
De plus cette analyse a été faite de façons à avoir un code modulable grâce aux factory et une abstraction de la représentation des produits, des composants et des opérations.

2.1.1 Le diagramme de classe

Le diagramme de classe a été la base du projet, certaines classes vu ci-dessous ne sont pas dans le projet étant donné que c'était une 1ère approche du projet et qu'une adaptation en C (non orientée objet) était nécessaire, aussi les "factory" ne sont pas représentées.

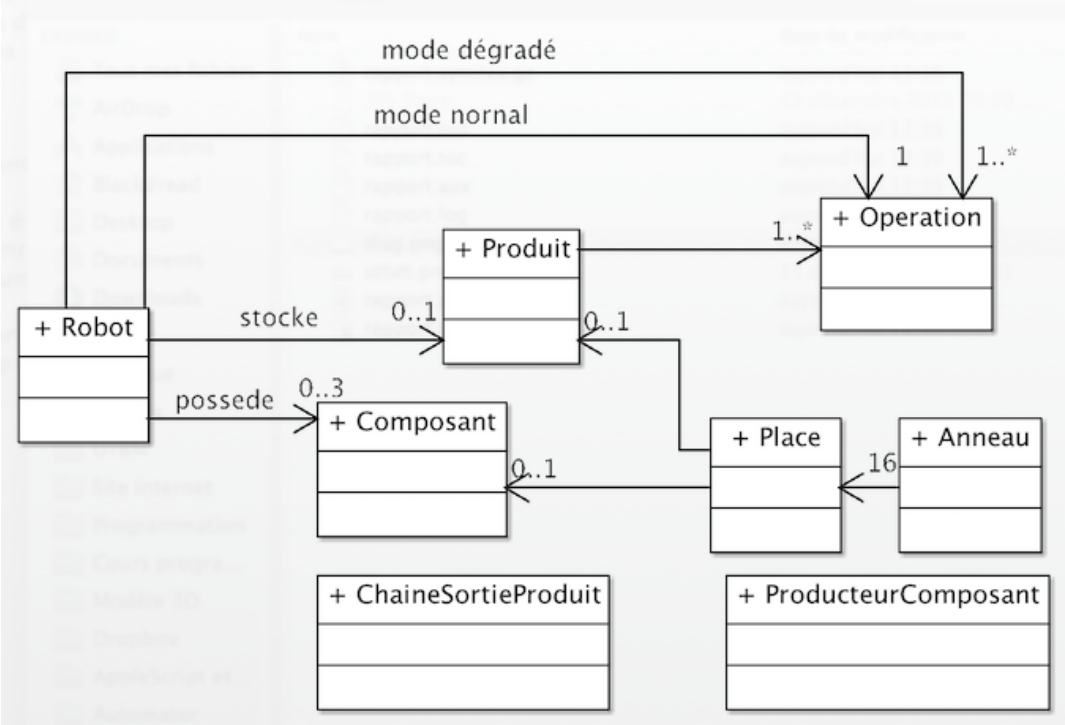


FIGURE 2.1 – Diagramme de classe

Chapitre 3

Réalisation du projet

3.1 Structure générale

Le programme est réalisé en C et la synchronisation est faite avec des mutex sur les thread.

3.2 Description des fichiers sources

La plupart des fichiers sources sont commentés donc nous ne ferons pas forcément de descriptions complètes pour certaines de ces sources.
De plus les fichiers .c ne seront pas dans le rapport étant donné le volume de ligne que cela représente, voir le code source donné à part du rapport (ou cf A.2 page 24).

3.2.1 Anneau

Il y a un mutex (mutex_anneau) et deux conditions (cond_anneauATourner, cond_anneauAttenteAcces). Le mutex permet la synchronisation sur l'anneau pour tout les éléments qui veulent y accèder. La 1ère condition permet de notifier ceux qui attendent que l'anneau est tourné. La 2ème condition permet de réveiller l'anneau dès qu'un élément à fini d'accèder à l'anneau, celui-ci est réveillé et vérifie s'il y a encore des éléments qui accède à l'anneau si oui il se rendort sinon il tourne.

La définition des emplacements des robots, chaîne entrée et chaîne sortie se trouvent ici. L'initiation de l'anneau se fait avec la fonction "initAnneau".

```
1  #ifndef LO41__anneauCircu
   #define LO41__anneauCircu
3
   #include <stdio.h>
5  #include <stdlib.h>
   #include <pthread.h>
7  #include "Robots.h"
   #include "Produit.h"
9  #include "ProducteurComposant.h"

11 #define TAILLE_ANNEAU_MAX 16

13 #define POS_C_ENTREE 1
   #define POS_C_P_SORTIE 3
15 #define POS_ROBOT_1 5
   #define POS_ROBOT_2 7
17 #define POS_ROBOT_3 9
   #define POS_ROBOT_4 11
19 #define POS_ROBOT_5 12
   #define POS_ROBOT_6 14
21
   #define TYPE_PROD 50
23 #define TYPE_COMP 51
```

```
#define TYPE_RIEN 0

pthread_mutex_t mutex_anneau;
// Permet de reveiller robots et autres en attente
pthread_cond_t cond_anneauATourner;

// l'anneau attend tant que les elements continue d'acceder a l'anneau
pthread_cond_t cond_anneauAttenteAcces;

void initAnneau();

int bufComposantOuProduit[TAILLE_ANNEAU_MAX]; // 51 c et 50 Prod <= ce n'est pas forcement utile car on peut supposer que tout les pointeur de type produit auront une valeur superieur a 1000 donc on pourrait juste tester la valeur du pointeur, mais qui a faire bien je mets ce 2eme tableau
void *bufferAnneau[TAILLE_ANNEAU_MAX];

void* prendreElement(int positionBuffer);
void ajouterElement(void *elem,int positionBuffer,int type);
int isPostionBufLibre(int pos);
int getPositionType(int pos);

// renvoie la position du robot sur le buffer
int getPositionDuRobot(int numRobot);

// Ne pas trop utiliser cette fonction
void* getPointeur(int pos);

int continuerAnneau;

int nbElementDansBuffer;

int nbElementQuiAccedeAnneau;
//int nbElementQuiVeulentAccedeAnneau;

void printAnneau();

void th_tournerAnneau();

#endif
```

Listing 3.1 – Représentation de l'anneau

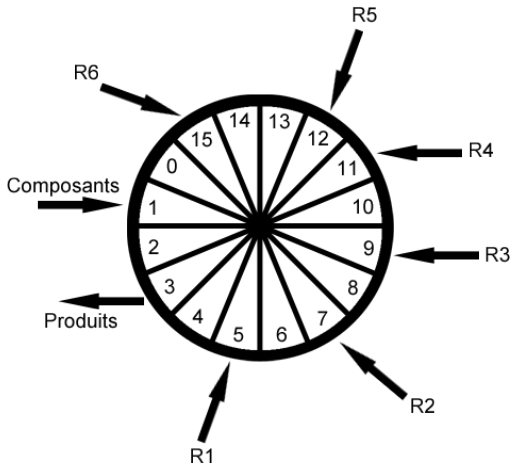


FIGURE 3.1 – Aperçu de l'anneau

L'anneau est l'élément critique du projet :

- Attendre qu'aucun élément accède l'anneau
- Tourner (déplacer les éléments d'un cran)
- Notifier ceux qui attendent que l'anneau est tourné
- Recommencer

```
void th_tournerAnneau(){
    while(continuerAnneau == 1){

        pthread_mutex_lock(&mutex_anneau);
        while(nbElementQuiAccedeAnneau != 0){
            printf("Anneau mis en attente\n");
            pthread_cond_wait(&cond_anneauAttenteAcces, &mutex_anneau);
        }

        // tourne les elements
        int i;
        int tmp = bufComposantOuProduit[TAILLE_ANNEAU_MAX-1];
        void* tmp2 = bufferAnneau[TAILLE_ANNEAU_MAX-1];

        for(i=TAILLE_ANNEAU_MAX-1;i>0;i--){
            bufComposantOuProduit[i] = bufComposantOuProduit[i-1];
            bufferAnneau[i] = bufferAnneau[i-1];
        }
        bufComposantOuProduit[0] = tmp;
        bufferAnneau[0] = tmp2;
        //printf("Anneau a tourner\n");

        pthread_cond_broadcast(&cond_anneauATourner);
        pthread_mutex_unlock(&mutex_anneau);
    }
    printf("Thread Anneau terminer\n");
}
```

Listing 3.2 – Fonction du thread de l'anneau

3.2.2 Robot

La définition du robot est une structure, on peut ainsi créer plusieurs robots à partir de cette structure. De plus la création est simplifiée et centralisée avec FactoryRobot.

```
#ifndef LO41_Robots_h
#define LO41_Robots_h

//* ca se trouve ici car sinon dans FactoryRobot j'avais une inclusion circulaire, a
    corriger
#define R1 1
#define R2 2
#define R3 3
#define R4 4
#define R5 5
#define R6 6
//*/
#define TAILLE_MAX_NB_OP_DEGRADE 4
#define TAILLE_MAX_NB_COMP_GARDE 3

#define MODE_NORMAL 1
#define MODE_DEGRADE 2

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include "Produit.h"
#include "Operation.h"
#include "Composant.h"
#include "anneauCircu.h"
#include "FactoryProduit.h"
```

```
25
27 typedef struct _robot{
       int continuer; // ajouter a la fin, c'est juste pour arreter le thread a partir du main
29     int mode;

31     int opNormal;

33     // Nb d'element => Ou remplacer par un pointeur et garder le nb d'element de ce tableau
       int nbOpDegrade;
35     int opDegrade[TAILLE_MAX_NB_OP_DEGRADE]; // taille statique ou pointeur

37     // peut posseder un produit
       produit* produit;
39     // peut posseder des composants => supposer identique car dans le sujet les produits
       commencent avec un seul type de composant
       int composant[TAILLE_MAX_NB_COMP_GARDE];
41
   }robot;
43
   void changerModeRobot(int mode, robot *robot);
45
   // Regarde si le produit passer en parametre peut etre utiliser par le robot (si le robot
       peut faire l'operation)
47 int isProduitNextOpCanBeDone(produit *prod, robot *robot);

49 // renvoie 1 si oui. Regarde si ce composant est utile au robot ce qui signifie si ce robot
       peut creer un produit a partir de ce composant, ne prends que les composants d'un meme
       type si 1 type a deja etait pris.
   int isComposantUsefulToBeTaken(int composant, robot *robot);
51
   // renvoie 1 si le robot a deja des composants de stocke
53 int isRobotAlreadyHaveComposant(robot *robot);

55 // renvoie le nb de composant
   int countNbComposant(robot *robot);
57
   // renvoie 1 si le robot possede un produit a remettre sur l'anneau
59 int isRobotNeedToGiveProduit(robot *robot);

61 // renvoie 1 si le robot est plein de composants
   int isRobotFullOfComposant(robot *robot);
63
   // ajoute le composant -> attention a la limite en taille -> si ca depasse le composant est
       perdu
65 void ajouterComposant(int composant, robot *robot);

67 // supprime les composants
   void enleverLesComposants(robot *robot);
69
   // supprime un composant de type donne (part de la fin a 0)
71 void enleverLeComposant(int composant, robot *robot);


73
   // Num robot et arg[1] un pointeur sur un robot
75 void th_robot(void* arg[]);
   //void th_robot(void *numRob, robot *robot);
77
   // la fonction qui enleve les composants, creer le produit puis...
79 void procederALaCreationDuProduit(int numProd, robot *robot);

81 // fonction qui fais les operations sur le produit (faire l'op suivante de la suivante si le
        robot peut le faire ? (robot en mode degrade donc))
   void procederOpSuivanteDuProduit(robot *robot);
83
   // On remet sur l'anneau le produit (toute verification faite cette fonction
85 void procederRemiseDuProduitSurAnneau(int positionSurAnneau, robot *robot);
```

```
87 #endif
```

Listing 3.3 – Représentation des robots

On a une seule fonction qui permet de gérer n'importe quel robot, c'est donc modulable et le changement ne se fait que dans cette fonction, on n'a pas de code copier.
Et la création des différents robots se fait grâce au FactoryRobot.

Les robots vont prendre possesion du mutex, puis attendre que l'anneau est tourné, une fois qu'ils ont repris possession du mutex ils incrémentent un int pour notifier l'anneau qu'il y a des éléments qui y accède. Ce que qu'ils font ensuite est la création d'un produit en vérifiant auparavant que c'est possible sinon ils regardent s'il y a quelque chose à prendre sur l'anneau (à l'emplacement qu'il leur a été assigné) soit c'est vide soit c'est un composant soit c'est un produit.
Suivant ce que c'est, pour le cas où c'est un composant, ils le prendront et s'ils ont un produit à déposer aussi ils vont le déposer tout en prenant l'élément sur l'anneau, ainsi on ne perd pas de temps.

L'algorithme permet aussi à un robot de faire plusieurs opérations sur un produit sans le remettre sur l'anneau si les opérations suivantes sont faisables par le robot.

```
1  void th_robot(void* arg[]){
2  //void th_robot(void *numRob, robot *robot){
3      robot *robot = arg[1];
4      int numRobot = (int)arg[0];
5
6      while(robot->continuer == 1){
7          pthread_mutex_lock(&mutex_anneau);
8          // On attend tjr que l'anneau est tournee
9          pthread_cond_wait(&cond_anneauATourner, &mutex_anneau);
10         nbElementQuiAccedeAnneau++;
11
12         // ****************** ALGO ******************
13         // regarder si on veut prendre des composants
14         // regarder le composant -> on le prends ?
15         // on prend le composants si on a en a besoin pour creer un produit (produit qui a
       besoin de plusieurs compo)
16         // Besoin que de 1 composant -> ce composant nous est presente => on le prends et on
        creer le produit
17
18         // regarder le produit -> possible de faire l'action ?
19         // possible mais pas les composants, on atttends les prochains composants
20         // possible et ce n'est pas la 1ere op donc on fait l'op
21         // ****************** ALGO ******************
22
23
24         int nbCompo = countNbComposant(robot);
25         int numProdACreer = 0;
26         //if(nbCompo > 0)
27             numProdACreer = hasEnoughComposantToDoProd(nbCompo, robot->composant[0]);
28         if(nbCompo > 0 && numProdACreer > 0 && isRobotNeedToGiveProduit(robot) == 0){
29             // supposition -> un seul type de composant
30             nbElementQuiAccedeAnneau--;
31             pthread_cond_signal(&cond_anneauAttenteAcces);
32             pthread_mutex_unlock(&mutex_anneau);
33
34             printf("Robot%d procede creation produit\n", numRobot);
35             procederALaCreationDuProduit(numProdACreer, robot);
36
37             continue;
38         }else{
39
40             pthread_mutex_unlock(&mutex_anneau);
41             int typePos = getPositionType(getPositionDuRobot(numRobot));
42
43             if(typePos == TYPE_COMP){
44                 int composantSurAnneau = (int)getPointeur(getPositionDuRobot(numRobot));
45
46                 // On ne peut pas encore creer de produit => on cherche a avoir les
       composants necessaires
```

```
47                  if(isRobotAlreadyHaveComposant(robot) == 1){
                        // Un produit n'a besoin que d'1 type de composant donc on ne va pas
    chercher a stocker differents composant
49                      if(composantSurAnneau == robot->composant[0] && isRobotFullOfComposant(
    robot) == 0){
                            // on prend le composant
51                          ajouterComposant((int)prendreElement(getPositionDuRobot(numRobot)),
    robot);
                            typePos = TYPE_RIEN;
53                          printf("Robot%d pris composant %d 1er nb=%d\n", numRobot,
    composantSurAnneau,countNbComposant(robot));
                        }
55                  }else{
                        // on prend le composant seulement si utile pour ce robot
57                      if(isRobotFullOfComposant(robot) == 0 && isComposantUsefulToBeTaken(
    composantSurAnneau,robot) == 1){
                            ajouterComposant((int)prendreElement(getPositionDuRobot(numRobot)),
    robot);
59                          typePos = TYPE_RIEN;
                            printf("Robot%d pris composant %d 2eme nb=%d\n", numRobot,
    composantSurAnneau,countNbComposant(robot));
61                      }
                    }
63              }else if(typePos == TYPE_PROD && isRobotNeedToGiveProduit(robot) == 0){
                    produit* produitSurAnneau = (produit*)getPointeur(getPositionDuRobot(
    numRobot));
65                  if(isProduitNextOpCanBeDone(produitSurAnneau, robot) == 1){
                        // on peut faire l'operation
67                      // regarder si on peut faire plusieurs op si on est en mode degrade, c
    bete de remettre le produit si on peut faire les 2 operations qui suivent
                        robot->produit = prendreElement(getPositionDuRobot(numRobot));
69
                        pthread_mutex_lock(&mutex_anneau);
71                      nbElementQuiAccedeAnneau--;
                        pthread_cond_signal(&cond_anneauAttenteAcces);
73                      pthread_mutex_unlock(&mutex_anneau);

75                      printf("Robot%d procede OpSuivante\n", numRobot);
                        procederOpSuivanteDuProduit(robot);
77
                        continue;
79                  }
                }
81

83              // Pas sur de garder ca dans ce else...a voir -> le but est de pouvoir remettre
    le produit si il est possible de le mettre car on a pris le composant qui etait sur l'
    anneau ou s'il y avait rien
                if(typePos == TYPE_RIEN){
85                  if(isRobotNeedToGiveProduit(robot) == 1){
                        // Poser le produit
87                      procederRemiseDuProduitSurAnneau(getPositionDuRobot(numRobot), robot);
                        printf("Robot%d produit remis\n", numRobot);
89                      //printAnneau();
                    }
91              }
            }
93          //*
            if(robot->produit != NULL){
95              printf("Robot%d stocke un produit%d\n",numRobot,robot->produit->numProduit);
                if(isRobotNeedToGiveProduit(robot)){
97                  printf("Et a besoin de donner produit / %d\n", nbElementDansBuffer);
                    printAnneau();
99              }
            }
101         printf("Robot%d fin boucle et mode %d\n", numRobot, robot->mode);
            pthread_mutex_lock(&mutex_anneau);
103         nbElementQuiAccedeAnneau--;
```

```
            pthread_cond_signal(&cond_anneauAttenteAcces);
105         pthread_mutex_unlock(&mutex_anneau);
             //*/
107     }
        if(robot->produit != NULL)
109         free(robot->produit);
        printf("Thread robot%d terminer\n", numRobot);
111 }
```

Listing 3.4 – Fonction thread des robots

3.2.3 Opération

La représentation des opérations est juste des "define", on a aucune fonction.

```
1 #ifndef LO41__Operation_h
  #define LO41__Operation_h
3
  #define Op1 1
5 #define Op2 2
  #define Op3 3
7 #define Op4 4
  #define Op5 5
9 #define Op6 6

11 #endif
```

Listing 3.5 – Représentation des opérations

3.2.4 Composant

La représentation des composants est juste des "define", on a aucune fonction.

```
1 #ifndef LO41__Composant
  #define LO41__Composant
3
  #define C1 101
5 #define C2 102
  #define C3 103
7 #define C4 104

9 #endif
```

Listing 3.6 – Représentation des composants

3.2.5 Produit

La définition du produit est une structure, on peut ainsi créer plusieurs produit à partir de cette structure. De plus la création est simplifiée et centralisée avec FactoryProduit.
La fonction isProduitT0Done renvoie 1 si la 1ère opération a été faite.

```
1 #ifndef LO41__Produit
  #define LO41__Produit
3
  #include "PileFIFO.h"
5
  typedef struct _produit{
7     int numProduit;//juste pour l'identifier

9     // Ici on ne cherche pas a stocker differents composant pour creer un produit
      // car le sujet montre que pour un produit on a besoin que d'un seul type de composant
11    int nbCNecessaire;
      int composant;
```

```
13
    // le 1er element est l'operation a faire prochainement
15  pileFIFO listeDesOperationRequired;

17 }produit;

19 int isProduitT0Done(const produit *prod);
   int isProduitDone(const produit *prod);
21
   // retourne le int de l'operation suivante sinon -1
23 int popNextOp(produit *prod);

25 // n'enleve pas l'operation
   int getNextOp(produit *prod);
27
   #endif
```

Listing 3.7 – Représentation des produits

On peut voir que le code source des produits est simple mais est suffisant pour définir un produit.

```
   #include "Produit.h"
2
   int isProduitT0Done(const produit *prod){
4      if(prod->nbCNecessaire == 0)
           return 1;
6      return 0;
   }
8  int isProduitDone(const produit *prod){
       return isEmpty(&(prod->listeDesOperationRequired));
10 }

12 int popNextOp(produit *prod){
       if(isProduitDone(prod) == 0){
14         return pop(&(prod->listeDesOperationRequired));
       }
16     return -1;
   }
18
   int getNextOp(produit *prod){
20     return getSommetValue(&(prod->listeDesOperationRequired));
   }
```

Listing 3.8 – Code source des produits

3.2.6 SortieProduit

"SortieProduit" permet de faire sortir les produits finis de l'anneau, on a le choix de les stocker dans la mémoire ou de les supprimer directement étant donné que l'on en fait rien après, c'est la suppression immédiate qui a été retenu pour éviter des soucis de mémoire.
Le soucis de mémoire est dû au fait que le buffer peut avoir une taille infinie grâce au malloc et realloc, hors le realloc prend des blocs entier ce qui signifie qu'il ne fragmente pas ce qu'il alloue.
Le mieux serait donc d'utiliser une pile (pileFIFO) pour ainsi avoir tout les produits dans la mémoire un peu partout ce qui permet d'utiliser la mémoire au maximum.

```
1  #ifndef LO41__SortieProduit
   #define LO41__SortieProduit
3
   #include "voidBuf.h"
5  #include <pthread.h>
   #include "anneauCircu.h"
7  #include "ProducteurComposant.h"

9  int continuerSortie;

11 int nbProduitSortie;
```

```
13 // Pour le moment je choisi de ne faire sortir que des produits
   voidBuf produitsSortis;
15
   void initSortieProduit();
17
   void th_verifSortieProduit();
19
   #endif
```

Listing 3.9 – Représentation de la sortie des produits finis

Le thread de sortie des produits est fait de telle sorte :
- Demande d'accès à l'anneau
- Regarder si le produit sur l'emplacement de sortie est un produit fini
- Si c'est un produit fini on le sort sinon rien
- Signaler l'anneau que l'on n'y accède plus
- Recommencer

```
   void th_verifSortieProduit(){
2      while(continuerSortie == 1){
           pthread_mutex_lock(&mutex_anneau);
4          // On attend tjr que l'anneau est tournee
           pthread_cond_wait(&cond_anneauATourner, &mutex_anneau);
6          nbElementQuiAccedeAnneau++;

8          pthread_mutex_unlock(&mutex_anneau);
           if(getPositionType(POS_C_P_SORTIE) == TYPE_PROD){
10             produit* prod = (produit*)getPointeur(POS_C_P_SORTIE);
               if(isProduitDone(prod)){
12                 printf("Un produit a ete sortie Prod%d et total =%d\n",prod->numProduit,
       nbProduitSortie);

14                 // *********************************
                   // pour des raisons de memoire vive, soit on stocke les produits soit on les
        supprime
16
                   //On garde mais attention a la memoire !
18                 //appendBuf(&produitsSortis, prendreElement(POS_C_P_SORTIE));

20                 // On supprime et liberation de la memoire
                   free(prendreElement(POS_C_P_SORTIE));
22                 // *********************************

24                 nbProduitSortie++;
               }else
26                 printf("Produit non sortie Prod%d\n",prod->numProduit);
           }else
28             printf("Produit non sortie car s'en n'est pas un :)\n");

30         pthread_mutex_lock(&mutex_anneau);
           nbElementQuiAccedeAnneau--;
32         pthread_cond_signal(&cond_anneauAttenteAcces);
           pthread_mutex_unlock(&mutex_anneau);
34     }
       printf("Thread verif Sortie produits terminer\n");
36 }
```

Listing 3.10 – Fonction thread SortieProduit

3.2.7 PileFIFO

PileFIFO permet, d'où son nom, de créer une pile FIFO. Celle décrite ci-dessous stocke des int mais il est possible de la modifier pour avoir des void*.

Cette pile a permis d'avoir une pile d'opération restante à faire pour un produit par exemple.

```c
#ifndef LO41__PileFIFO
#define LO41__PileFIFO

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

typedef struct _maillon{
    struct _maillon *next;
    int value;// je pourrais mettre a la place de int -> void* ainsi j'aurais une pile fifo
    pouvant contenir tout
}maillon;

typedef struct _pileFIFO{
    maillon *sommet;
    //int nbElement;
}pileFIFO;

void initPileFIFO(pileFIFO* pile);

void push(pileFIFO* pile, int value);
int pop(pileFIFO* pile);
int isEmpty(const pileFIFO* pile);

void vider(pileFIFO* pile);

int getSommetValue(pileFIFO* pile);

// renvoie -1 si a atteint la fin
int getValueAt(maillon* mail, int pos);

#endif
```

Listing 3.11 – Représentation de la pile FIFO

3.2.8 voidBuf

"voidBuf" permet d'avoir un buffer de void* qui a une taille dynamique grâce à l'utilisation des malloc et des realloc.
L'intêret de ce voidBuf est qu'il peut contenir de tout.

```c
#ifndef LO41_voidBuf
#define LO41_voidBuf

#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

typedef struct {
    int capa;
    int nbElement;
    void **buffer;
} voidBuf;

void initBuf(voidBuf* buf, int capa);
void appendBuf(voidBuf* buf, void* s);
void* readBuf(voidBuf* buf, int pos);

void printVoidBuf(voidBuf* buf);

void libererBuf(voidBuf* buf);

#endif
```

Listing 3.12 – Représentation d'un buffer de void*

3.3 Le producteur et les "lecteurs"

Le producteur va être ProducteurComposant qui va créer des composants et les mettre sur l'anneau. Le lecteur va être SortieProduit qui récupère juste les produits finis. Les robots sont les deux à la fois puisqu'ils récupère des éléments dans le buffer (l'anneau) et écrivent aussi dans celui-ci.

3.3.1 ProducteurComposant

```
#ifndef LO41__ProducteurComposant
#define LO41__ProducteurComposant

#include "Composant.h"
#include <pthread.h>
#include "anneauCircu.h"

int continuerProducteur;

// Le nb de composant au total qui seront envoye
int nbC1;
int nbC2;
int nbC3;
int nbC4;

void initProducteur();

// Renvoie 1 s'il reste des composants a envoyer
int resteTIlComposant();
int recupererUnComposant();

void th_creerComposantEtAjoutDansAnneau();

#endif
```

Listing 3.13 – Représentation du producteur de composant

Il est possible de mettre autant de composants que l'on souhaite.

```
void initProducteur(){
    nbC1 = 3*10000;
    nbC2 = 3*10000;
    nbC3 = 1*4000;
    nbC4 = 2*30000;

    continuerProducteur = 1;
}
```

Listing 3.14 – Initialisation du producteur de composant

```
void th_creerComposantEtAjoutDansAnneau(){
    while(resteTIlComposant() == 1 && continuerProducteur == 1){
        pthread_mutex_lock(&mutex_anneau);
        // On attend tjr que l'anneau est tournee
        pthread_cond_wait(&cond_anneauATourner, &mutex_anneau);
        while(nbElementDansBuffer >= TAILLE_ANNEAU_MAX-6){
            printf("Producteur composant dormir while\n");
            // on s'endort pour ne pas remplir totalement la chaine
            pthread_cond_wait(&cond_anneauATourner, &mutex_anneau);
        }
        nbElementQuiAccedeAnneau++;
        pthread_mutex_unlock(&mutex_anneau);
        if(isPostionBufLibre(POS_C_ENTREE) == 1){
            int aa=recupererUnComposant();
            ajouterElement((void*)aa, POS_C_ENTREE, TYPE_COMP);
            printf("composant ajouter %d\n",aa);
        }else
            printf("composant non ajouter car case non libre\n");
```

```
20          pthread_mutex_lock(&mutex_anneau);
            nbElementQuiAccedeAnneau--;
22          pthread_cond_signal(&cond_anneauAttenteAcces);
            pthread_mutex_unlock(&mutex_anneau);
24      }
        printf("Thread Producteur Composant terminer\n");
26  }
```

Listing 3.15 – Fonction thread du producteur

3.4 Le choix de l'utilisation des threads

Tous les threads s'exécutent dans le même espace mémoire.
2 threads peuvent vouloir accéder à la même zone mémoire "en même temps".

- Un mutex est un sémaphore binaire pouvant prendre un état verrouillé ou déverrouillé.
- Un mutex ne peut être partagé que par des threads d'un même processus.
- Un mutex ne peut être verrouillé que par un seul thread à la fois.
- Un thread qui tente de verrouiller un mutex déjà verrouillé est suspendu jusqu'à ce que le mutex soit déverrouillé

Le thread est un processus léger et va permettre d'économiser des ressources systèmes (coût de création, changement de contexte et gérer des opérations bloquantes)

3.4.1 La synchronisation entre les différents threads

Pour le projet nous avons choisis l'utilisation des mutex sur les thread car comme énoncé au-dessus nous voulions avoir accès à ces possibilités.

3.5 Le Factory Pattern : patron de conception

La fabrique (factory method) est un patron de conception créationnel utilisé en programmation orientée objet. Elle permet d'instancier des objets dont le type est dérivé d'un type abstrait. La classe exacte de l'objet n'est donc pas connue par l'appelant.

La première solution est de regrouper l'instanciation de tous les produits dans une seule classe chargée uniquement de ce rôle. On évite alors la duplication de code et on facilite l'évolution au niveau de la gamme des produits.

3.5.1 Implémentation dans le projet

Malgré le fait que le pattern Factory est supposé être utilisé pour la programmation orientée objet, nous avons pensé que ce pattern convenait très bien à ce que nous voulions faire.

Ce pattern a été utilisé pour FactoryRobot et FactoryProduit, ceci a permis de regroupé tout ce qui doit être fait lors de la création d'un robot ou produit.
De plus ce pattern permet une clarté du code et une meilleur essance dans la création des différents robots/produits, et ça permet aussi de modifié ou ajouter de nouveaux éléments dans les factory, c'est donc modulable.

FactoryRobot

La factoryRobot permet de créer des robots en passant en paramètre le numéro du robot désiré.

```
#ifndef LO41__FactoryRobot
2 #define LO41__FactoryRobot

4 #include "Robots.h"
```

```
/* Pour le moment, je commente car j'ai une inclusion circulaire en mettant ca la, a
    corriger plus tard
 // C'est donc mis dans Robots.h
#define R1 1
#define R2 2
#define R3 3
#define R4 4
#define R5 5
#define R6 6
//*/

robot * creerRobot(int numRobot);

#endif
```

Listing 3.16 – Factory des robots

creerRobot alloue en mémoire le robot et l'initialise puis retourne le pointeur du robot.

```
#include "FactoryRobot.h"

robot* creerRobot(int numRobot){

    robot *rob = (robot*)malloc(sizeof(robot));
    rob->mode = MODE_NORMAL;
    int i;
    for(i=0;i<TAILLE_MAX_NB_OP_DEGRADE;i++)
        rob->opDegrade[i] = -1;

    for(i=0;i<TAILLE_MAX_NB_COMP_GARDE;i++)
        rob->composant[i] = -1;

    rob->produit = NULL;

    rob->continuer = 1;

    switch(numRobot){
        case R1:
            rob->opNormal = Op1;

            rob->nbOpDegrade = 3;
            rob->opDegrade[0] = Op1;
            rob->opDegrade[1] = Op2;
            rob->opDegrade[2] = Op5;
            break;
        case R2:
            rob->opNormal = Op2;

            rob->nbOpDegrade = 2;
            rob->opDegrade[0] = Op2;
            rob->opDegrade[1] = Op1;
            break;
        case R3:
            rob->opNormal = Op3;

            rob->nbOpDegrade = 3;
            rob->opDegrade[0] = Op3;
            rob->opDegrade[1] = Op4;
            rob->opDegrade[2] = Op6;
            break;
        case R4:
            rob->opNormal = Op4;

            rob->nbOpDegrade = 2;
            rob->opDegrade[0] = Op4;
            rob->opDegrade[1] = Op3;
            break;
        case R5:
            rob->opNormal = Op5;
```

```
52              rob->nbOpDegrade = 0;
                break;
54          case R6:
                rob->opNormal = Op6;
56
                rob->nbOpDegrade = 0;
58              break;
            default:
60
                break;
62      }
        return rob;
64  }
```

Listing 3.17 – Code source de la création des robots

FactoryProduit

La factoryProduit permet de créer des produits en passant en paramètre le numéro du produit désiré. Le code source de la factoryProduit est similaire à la FactoryRobot

```
#ifndef LO41__FactoryProduit
2 #define LO41__FactoryProduit

4 #include "Produit.h"
#include "Composant.h"
6 #include "Operation.h"

8 #define Prod1 1
#define Prod2 2
10 #define Prod3 3
#define Prod4 4
12
produit* creerProduit(int numProduit);
14
// renvoie le numDuProduit si suffisament de composant pour le creer / fonction special du
    au sujet et un produit n'a besoin que d'un seul type de composant / sinon renvoie 0
16 int hasEnoughComposantToDoProd(int nb, int compo);

18 #endif
```

Listing 3.18 – Factory des Produits

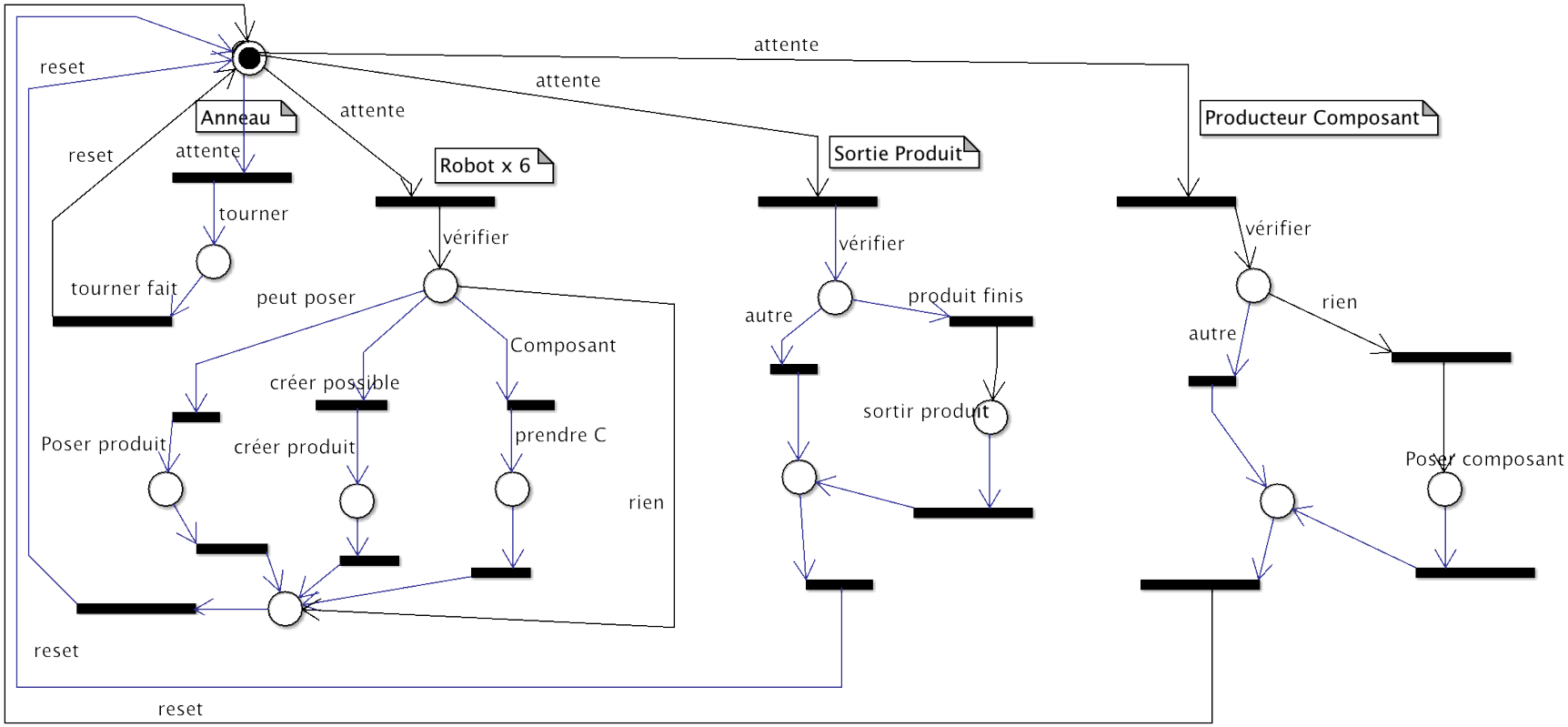
3.5.2 Conclusion du Pattern Factory et son utilité

Grâce aux Factory pattern le programme reste modulable, il est possible de créer des robots différents, d'ajouter de nouveaux éléments aux robots sans pour autant devoir modifier la création des robots partout dans le code puisque la création est regroupé en seul point, de créer de nouveaux produits, etc.

Chapitre 4

Modélisation en Réseau de Pétri

Le réseau de pétri ci-dessous modélise le projet dans son ensemble.
Les robots ne sont pas recopiés mais c'est 6 fois la même représentation de réseau de pétri.


reset
attente
attente
attente
Anneau
Robot x 6
Sortie Produit
Producteur Composant
reset
attente
tourner
vérifier
vérifier
vérifier
tourner fait
peut poser
autre
produit finis
autre
rien
Composant
créer possible
sortir produit
Poser produit
créer produit
prendre C
Poser composant
rien
reset
reset

Chapitre 5

Conclusion

Ce projet a permis de mettre en place plusieurs notions vues en cours, TD et TP, et même d'aller plus loin avec les Factory. De plus il possible de mettre une quantité de composants bien supérieur à ce qui était demandé au minimum (103 composants à la base), il est possible d'en avoir une infinité grâce à notre architecture du programme.
Ainsi on a pu utiliser nos connaissances et les approfondir.

Pour terminer, nous pensons avoir atteint les objectifs qui étaient fixés :
- Code modulable
- Threads ou processus
- Synchronisation

Nous en retirons une bonne expérience et trouvons le sujet intéressant et extrêment bien dosé dans sa complexité, sa longueur et son application du cours.

Annexe A

Documentation

A.1 Factory Pattern

Wikipedia Fabrique : Patron de conception (http ://fr.wikipedia.org/wiki/Fabrique_(patron_de_conception))
Une explication plus poussée (http ://design-patterns.fr/fabrique)

A.2 Mes réalisations (github)

Voici une bonne partie de mes réalisations en programmation.
Mes réalisations sur GitHub (https ://github.com/Blackdread/)