Mécanismes de communication et de synchronisation

Introduction

- une application est typiquement constituée de plusieurs processus exécutées de façon concurrente
  - ces processus ne sont pas indépendants
  - besoin d'échanger des données
  - besoin de synchroniser les moments où les données sont échangées

Introduction

- outils de communication
  - famille des files de messages
    - files de messages
    - tubes
  - mémoire partagée
- outils de coordination
  - famille des sémaphores
    - sémaphores binaire et à compte
    - mutexes
  - famille des signaux
    - signaux

outils de communication

- BUT : échange d'informations entre différentes tâches
  - files de messages
  - mémoire partagée
  - ...
- en utilisant éventuellement des moyens de synchronisation
- peuvent aussi servir de moyen de synchronisation
  - files de messages avec opérations d'accès bloquantes

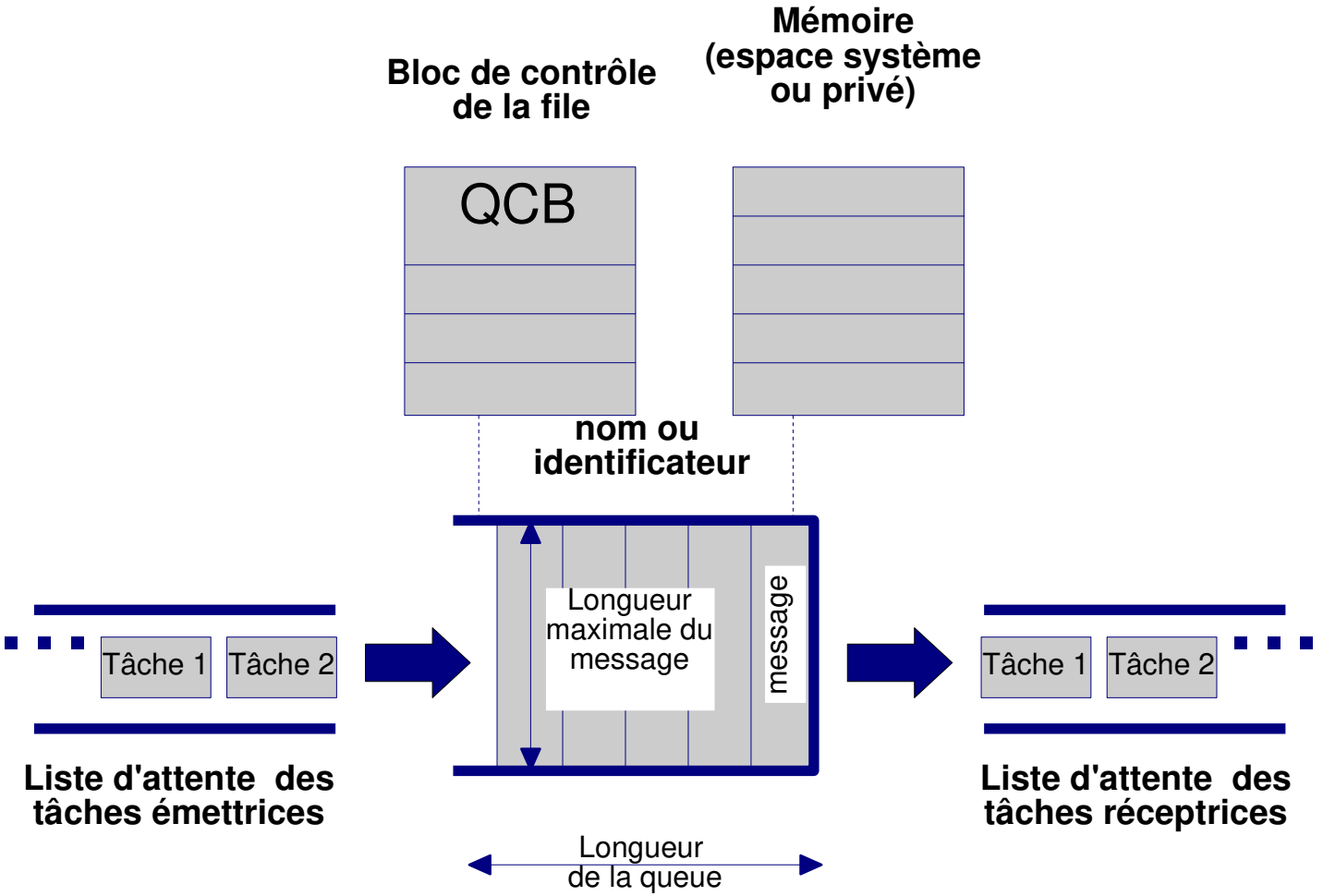
Files de messages : principe

Contrairement aux tubes une file de message contient des données “structurées” composées d’un message de longueur variable

- A la différence des pipes, on lit des messages de la taille envoyé sinon le processus sera **bloqué** (attente passive) : frontières de message préservées
- Comme les pipes, les files de message sont gérées selon un algorithme FIFO : on lit toujours le message du type cherché qui a séjourné le plus longtemps dans la file mais avec un système de priorité
- L’attente est **par défaut bloquante**, mais, comme pour les pipes, et si cela est nécessaire, le processus peut ne pas attendre en positionnant le drapeau IPC_NOWAIT. Il recevra un code d’erreur lui indiquant s'il a ou non obtenu un message.
- Comme les pipes, les files de messages ont des droits d’accès de type Unix (rwx,rwx,rwx)

Les files de messages

- C'est un objet de type tampon à travers lequel les tâches peuvent envoyer et recevoir des messages à des fins de communication ou de synchronisation



files de messages (POSIX)

Création

```
mqd_t mq_open(const char *mq_name, int oflags,
              mode_t cr_mode,
              struct mq_attr *attr);
```

nom "à la système de fichier"
(comme nous le verrons pour les sémaphores)

oflags réfère aux protections en lecture/écriture, à la politique de blocage (O_NONBLOCK) ou à la volonté de créer une nouvelle file (O_CREAT et O_EXCL)

cr_mode définit la protection sur le nom de la file

attr contient les informations physiques de la file (nombre maximum de messages, longueur maximum d'un message)

- `#include <mqueue.h>`
- structure mq_attr

```
struct mq_attr
{
  long int mq_flags;    /* Message queue flags.  */
  long int mq_maxmsg;   /* Maximum number of
                           messages.  */
  long int mq_msgsize;  /* Maximum message size.  */
  long int mq_curmsgs;
 /* Number of messages currently queued.  */
};
```

- mode
  - `#include <sys/stat.h>`
  - protection (`I_IRUSR`, `I_IWUSR`, ...)

- destruction

```
int mq_close(mqd_t mq_id);
```

  - **fermeture de la file**

```
mq_unlink(const char *mq_name);
```

  - **destruction**

- demande d'information

```
int mq_getattr(mqd_t mqid,
               struct mq_attr *attr);
```

- modification des propriétés

```
int mq_setattr(mqd_t mqid,
          const struct mq_attr *new_attr,
          struct mq_attr *old_attr);
```

ne permet de modifier que la politique de blocage

Ecriture

SYNOPSIS

```
#include <mqueue.h>

int mq_send(mqd_t mqdes, const char *msg_ptr,  size_t msg_len,
                    unsigned int msg_prio);
```

DESCRIPTION

mq_send() ajoute le message pointé par msg_ptr à la file de messages référencée par le descripteur de file de messages mqdes. L'argument msg_len spécifie la longueur du message pointé par msg_ptr. Cette longueur doit être inférieure ou égale à l'attribut mq_msgsize de la file. Les messages de longueur nulle sont permis.

L'argument msg_prio est un entier non négatif qui spécifie la priorité de ce message. Les messages sont placés dans la file en ordre de priorité décroissante. Les nouveaux messages avec la même priorité seront placés après les anciens messages de même priorité. Consulter mq_overview(7) pour plus de détails sur la plage de priorité des messages.

Si la file de messages est déjà pleine (c'est-à-dire que le nombre de messages de la file est égal à l'attribut mq_maxmsg de la file), alors par défaut, mq_send() bloque tant qu'il n'y a pas d'espace suffisant pour placer un message dans la file ou jusqu'à ce que l'appel soit interrompu par un gestionnaire de signaux. ....

```
size_t msg_len, unsigned int msg_prio);
```


différents niveaux de priorité pour le message, compris entre

Ecriture

- différents niveaux de priorité pour le message, compris entre MQ_PRIO_MAX et MQ_PRIO_MIN
  (définis dans <linux/mqueue.h> : **[0,32767]**)

- les messages sont insérés dans la file suivant la priorité, en mode FIFO à niveau égal de priorité

Lecture

SYNOPSIS

```
#include <mqueue.h>

ssize_t mq_receive(mqd_t mqdes, char *msg_ptr,
                   size_t msg_len, unsigned int *msg_prio);
```

DESCRIPTION

mq_receive() supprime le plus vieux message avec la plus haute priorité de la file de messages référencée par le descripteur de file de messages **mqdes**, et le place dans un tampon pointé par **msg_ptr**.

L'argument **msg_len** indique la taille du tampon pointé par **msg_ptr** ; celui-ci doit être plus large ou aussi grand que l'attribut **mq_msgsize** de la file (consulter **mq_getattr**(3)).

Si msg_prio est non NULL, alors le tampon vers lequel il pointe est utilisé pour renvoyer la priorité associée au message reçu.

Si la file est vide, alors par défaut, **mq_receive()** bloque tant qu'aucun message n'est disponible, ou que l'appel n'est pas interrompu par un gestionnaire de signaux….

- il existe des versions temporisées des fonctions d'écriture et de lecture

int mq_timedsend(mqd_t mqid, const char *msgbuf, size_t msqsize, unsigned int prio, constant struct timespec *abs_timeout);

nt mq_timedreceive(mqd_t mqid, char *msgbuf, size_t mqsize, unsigned int *prio ,constant struct timespec *abs_timeout);

Echouent si le message n'est pas envoyé/lu avant la limite (temps absolue)

- demande de notification

```
int mq_notify(mqd_t mqid,
              const struc sigevent *specs);
```

  - un événement POSIX.4 destiné à la tâche le demandant sera généré automatiquement si on écrit dans la file alors qu'elle est vide
    les caractéristiques de l'événement sont décrites dans la structure `sigevent`
  - une seule tâche peut faire la demande de notification
  - la demande ne peut se faire que si aucun processus n'est bloqué sur une opération de lecture sur la file
  - il faut "réarmer" la demande de notification après exécution

files de messages (POSIX)

- Comportement sur **`fork`** et **`exec`**
  - analogue à celui des systèmes de fichier :
    - file héritée au clonage par **`fork`**
    - file fermée sur **`exit`** et **`_exit`**
  - comportement différent sur **`exec`** :
    - la file est fermée (alors qu'un fichier reste ouvert). Il faut donc refaire un appel à **`mq_open`**

exemple-mq-send.c
(C) 2000-2010 - Christophe BLAESS

```c
#include <fcntl.h>
#include <mqueue.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

int main (int argc, char * argv[]) {
mqd_t mq;
int  priorite;

if (argc != 4) {
 fprintf(stderr, "Syntaxe : %s file priorite message\n",
argv[0]);
 exit(EXIT_FAILURE);
}
if ((mq = mq_open(argv[1], O_WRONLY | O_CREAT, 0644,
NULL)) == (mqd_t) -1) {
 perror(argv[1]);
 exit(EXIT_FAILURE);}
```

```
 if (sscanf(argv[2], "%d", & priorite) != 1) {
  fprintf(stderr, "Priorite invalide : %s\n", argv[2]);
  exit(EXIT_FAILURE);
 }
 if (mq_send(mq, argv[3], strlen(argv[3]), priorite) != 0)
 {
  perror("mq_send");
  exit(EXIT_FAILURE);
 }
 return EXIT_SUCCESS;
}
```

```
$ ./exemple-mq-send aze 10 'Premier message'
aze : Invalid argument
$ ./exemple-mq-send /aze 10 'Premier message'
$ ./exemple-mq-send /aze 20 'Deuxieme message'
$ ./exemple-mq-send /aze 10 'Troisieme message'
```

exemple-mq-receive.c


```c
int main (int argc, char * argv[])
{
int     n;
mqd_t   mq;
struct mq_attr attr;
char * buffer = NULL;
unsigned int priorite;

if (argc != 2) {
  fprintf(stderr, "Syntaxe : %s file\n", argv[0]);
  exit(EXIT_FAILURE);
}
if ((mq = mq_open(argv[1], O_RDONLY)) == (mqd_t) -1) {
 perror(argv[1]);
 exit(EXIT_FAILURE);
}
```

```
if (mq_getattr(mq, & attr) != 0) {
 perror("mq_getattr");
 exit(EXIT_FAILURE);
}
if ((buffer = malloc(attr.mq_msgsize)) == NULL) {
 perror("malloc");
 exit(EXIT_FAILURE);
}
if ((n = mq_receive(mq, buffer, attr.mq_msgsize, &
priorite)) < 0) {
 perror("mq_send");
 exit(EXIT_FAILURE);
}
fprintf(stdout, "[%d] %s\n", priorite, buffer);
return EXIT_SUCCESS;
}
```

```
$ ./exemple-mq-receive /aze
[20] Deuxieme message
$ ./exemple-mq-receive /aze
[10] Premier message
$ ./exemple-mq-receive /aze
[10] Troisieme message
$ ./exemple-mq-receive /aze
```

Bloqué en attente

Mémoire partagée

- moyen de communication très efficace entre processus/threads
  - implémenté naturellement pour les threads
  - **rapide**

- mais **dangereux**
  - **accès concurrent** à une même ressource

- nécessite l'utilisation des outils de **synchronisation** (mutex et/ou sémaphores)

- seul moyen par lequel des outils de synchronisation anonymes de POSIX (mutexes et sémaphores) peuvent être partagés entre des modules exécutés dans l'espace noyau et des processus utilisateurs, ou entre des processus utilisateurs différents

- Complexe…

- parce qu'elle utilise la possibilité de projeter en mémoire des fichiers
  - mécanisme très puissant de partage et de sauvegarde de données, même entre machines distantes (il suffit qu'elles partagent un même disque)

- deux étapes :
  - ouvrir (créer) l'objet de mémoire partagée (**`shm_open`**)
  - utiliser le descripteur retourné pour projeter cet objet dans l'espace mémoire de la tâche (**`mmap`**)

Mémoire partagée POSIX.4

```
#include <sys/mman.h>
```

- **création d'un segment de mémoire partagée**

```
int shm_open(const char *name, int oflag,
             mode_t mode);
```

  - retourne un descripteur analogue à celui d'un fichier, avec les mêmes restrictions que pour les sémaphores et les files de messages
  - oflag et mode sont équivalents à ceux utilisés par **open**

- **modification de la taille du segment**

```
int ftruncate (int fd, off_t size);
```

  - la taille du segment est nulle à la création
  - **ftruncate** est une fonction "généraliste" qui agit également sur les fichiers, pour augmenter ou diminuer la taille

Mémoire partagée POSIX.4

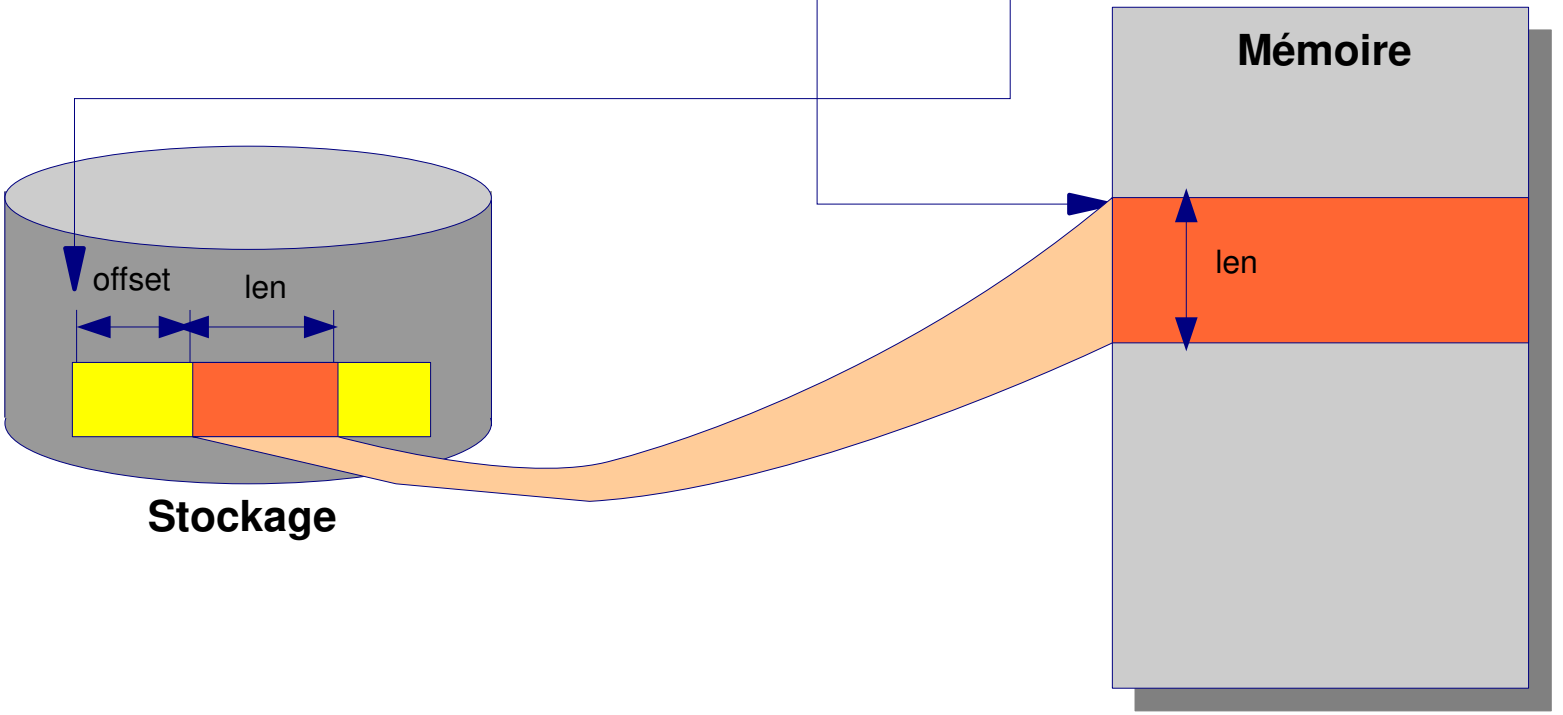
- **fermeture et destruction**

```
close(int fd);

shm_unlink(const char *name);
```

- **projection de la mémoire partagée**

```
caddr_t mmap(caddr_t addr, size_t len,int prot,
             int flag,int fildes, off_t offset);
```



- **projection de la mémoire partagée**

```
void* mmap(caddr_t addr, size_t len,int
prot, int flag,int fildes, off_t offset);
```

projection dans l'espace d'adressage de l'objet associé au descripteur **fildes** des **len** octets à partir du décalage **offset**

mmap permet de projeter d'autres objets que des segments de mémoire partagée (par exemple, des fichiers "classiques")

addr est une proposition d'adresse (souvent NULL).
L'adresse effectivement choisie par le système est retournée par **mmap** (add = mmap(...) contiendra l'adresse effective)
il est (fortement) recommandé de prendre des multiples de **PAGESIZE** pour **len**

- **projection de la mémoire partagée**

```
void* mmap(caddr_t addr, size_t len,int
prot, int flag,int fildes, off_t offset);
```

  - **len** longueur en octets
  - **offset**
    - il est recommandé de prendre des multiples de PAGESIZE pour len
  - **prot**
    - PROT_EXEC
      On peut exécuter du code dans la zone mémoire.
    - PROT_READ
      On peut lire le contenu de la zone mémoire
    - PROT_WRITE
      On peut écrire dans la zone mémoire.
    - PROT_NONE
      Le contenu de la zone memoire est inaccessible.

- **projection de la mémoire partagée**

```
void* mmap(caddr_t addr, size_t len,int
prot, int flag,int fildes, off_t
offset);
```

  - flag

    MAP_FIXED

    N'utiliser que l'adresse indiquée. Si c'est impossible, mmap échouera.

    MAP_SHARED

    Partager la projection avec tout autre processus utilisant l'objet. L'écriture dans la zone est équivalente à une écriture dans le fichier.

    MAP_PRIVATE

    Créer une projection privée

```
int munmap (void * addr, size_t len);
```

- annulation de la projection

exemple-shm.c
(C) 2000-2010 - Christophe BLAESS

```c
#include <fcntl.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <sys/mman.h>

int main (int argc, char * argv[]) {
int   fd;
int * compteur;

if (argc != 2) {
 fprintf(stderr, "Syntaxe : %s nom_segment\n", argv[0]);
 exit(EXIT_FAILURE);
}
if ((fd = shm_open(argv[1], O_RDWR | O_CREAT, 0600)) == -
1) {
 perror(argv[1]);
 exit(EXIT_FAILURE);
}
```

```
 if (ftruncate(fd, sizeof(int)) != 0) {
  perror("ftruncate");
  exit(EXIT_FAILURE);
 }
 compteur = mmap(NULL, sizeof(int), PROT_READ | PROT_WRITE,
MAP_SHARED, fd, 0);
 if (compteur == MAP_FAILED) {
  perror("mmap");
  exit(EXIT_FAILURE);
 }
 while (1) {
 (* compteur) ++;
 fprintf(stdout, "compteur = %d\n", (* compteur));
 sleep(1);
 }
return EXIT_SUCCESS;
}
```

```
$ ./exemple-shm /abc
compteur=1
compteur=2
compteur=3
CTRL-C
$./exemple-shm /abc
compteur=4
compteur=5
compteur=6
CTRL-C
```

Persistance jusqu'au reboot

```
$ ./exemple-shm /abc
compteur=7
compteur=8
compteur=10
```

```
$ ./exemple-shm /abc
compteur=9
compteur=11
```

Dans deux terminaux distincts

Ici pas de contrôle de l'accès concurrent...

Utilisation de MAP_ANONYMOUS

```
int * addr = mmap(NULL, sizeof(int),
PROT_READ | PROT_WRITE, MAP_SHARED |
MAP_ANONYMOUS, -1, 0);
```

Quand il n'est pas nécessaire de passer par un nom de fichier (donc pas de descripteur de fichier donné par ~~open ou shm_open~~), il est possible d'utiliser cette forme avec `-1` comme descripteur de fichier

Pas de nom donc partage par héritage père/fils (`fork`)

Outils de synchronisation

Outils de coordination

- but : protéger l'accès à des variables partagées
- exemple : gestion d'un stock
  - un processus lit dans un registre la valeur courante V_0 du stock et veut la décrémenter
  - un autre processus préempte le premier avant, lit la valeur courante (toujours V_0) , la décrémente et met à jour le registre qui contient alors V_0-1
  - le premier processus reprend son exécution et met à jour le registre en écrivant V_0-1, au lieu de V_0-2

Pourquoi utiliser un sémaphore ?

D'une manière générale, un sémaphore sert à la **synchronisation** entre les processus

Un sémaphore utilisé pour **l'exclusion mutuelle** (garantir qu'un seul processus accède à un moment donné à une variable partagée), utilisera 2 primitives

Attendre l'accès exclusif à la ressource partagée : si la ressource est déjà utilisée par un processus, le processus qui fait cette demande sera endormi et mis dans une file d'attente de processus

Libérer l'accès exclusif à la ressource partagée : si la file d'attente des processus attendant cette ressource est non vide, le processus qui a dormi le plus longtemps est réveillé

Pourquoi utiliser un sémaphore ?

La section de programme qui se trouve entre les 2 primitives **attendre** la ressource et **libérer** la ressource s'appelle une **section critique**

Les sémaphores n'empêchent pas les processus d'accéder à une ressource: un processus « qui ne respecterait pas la discipline» et accéderait à la ressources sans attendre son tour pourrait le faire sans aucune restriction

Aux sémaphores sont associés des **droits d'accès** de type Unix

Le "mécanisme" des sémaphores

- Sémaphore = objet composé :
  - une variable (la valeur du sémaphore)
  - une file d'attente (les processus bloqués attendant la ressource)

- Primitives associées :
  - Initialisation (avec une valeur positive ou nulle)

  - Manipulation :
    - **Prendre** (P ou Wait) = demande d'autorisation
    - **Vendre** (V ou Signal) = fin d'utilisation

Le "mécanisme" des sémaphores

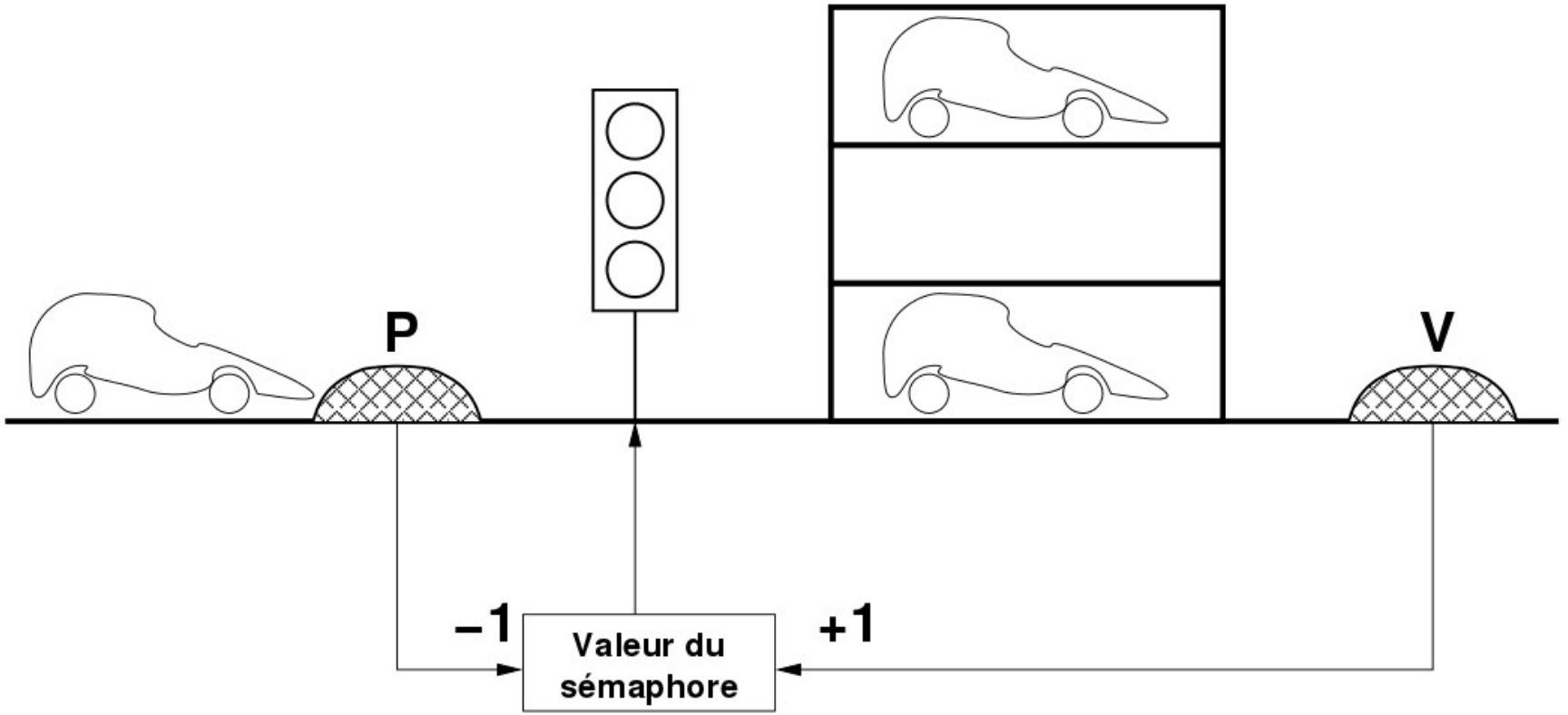
Principe : sémaphore associé à une ressource

Prendre = demande d'autorisation
(puis-je utiliser la ressource?)
Si valeur > 0 accord, sinon blocage

Vendre = restitution d'autorisation
(je n'ai plus besoin de la ressource)
eventuellement déblocage d'un processus

Sémaphores : exemple

Parking de N places contrôlé par un feu



Sémaphores : algorithmes des primitives P et V

Initialisation(sémaphore,n)

```
valeur[sémaphore] = n
```

P(sémaphore)

```
si (valeur[sémaphore] > 0) alors
 valeur[sémaphore] =
   valeur[sémaphore] - 1
sinon si (valeur[sémaphore] == 0)
 étatProcessus = Bloqué
 mettre processus en file d'attente
finSi
 invoquer l'ordonnanceur
```

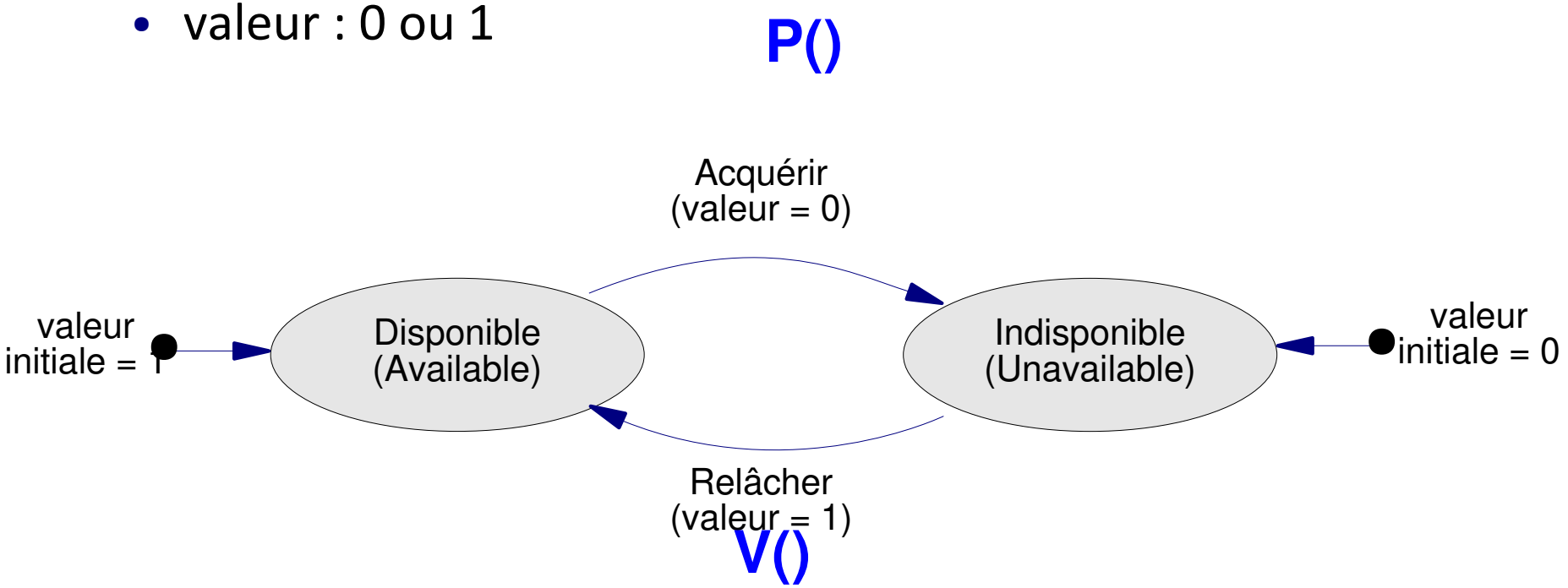
Sémaphores : algorithmes des primitives P et V

V(sémaphore)

```
valeur[sémaphore] =
valeur[sémaphore] + 1
si (valeur[sémaphore] > 0) alors
   extraire processus de file
d'attente
   étatProcessus = Prêt
finSi
invoquer l'ordonnanceur
```

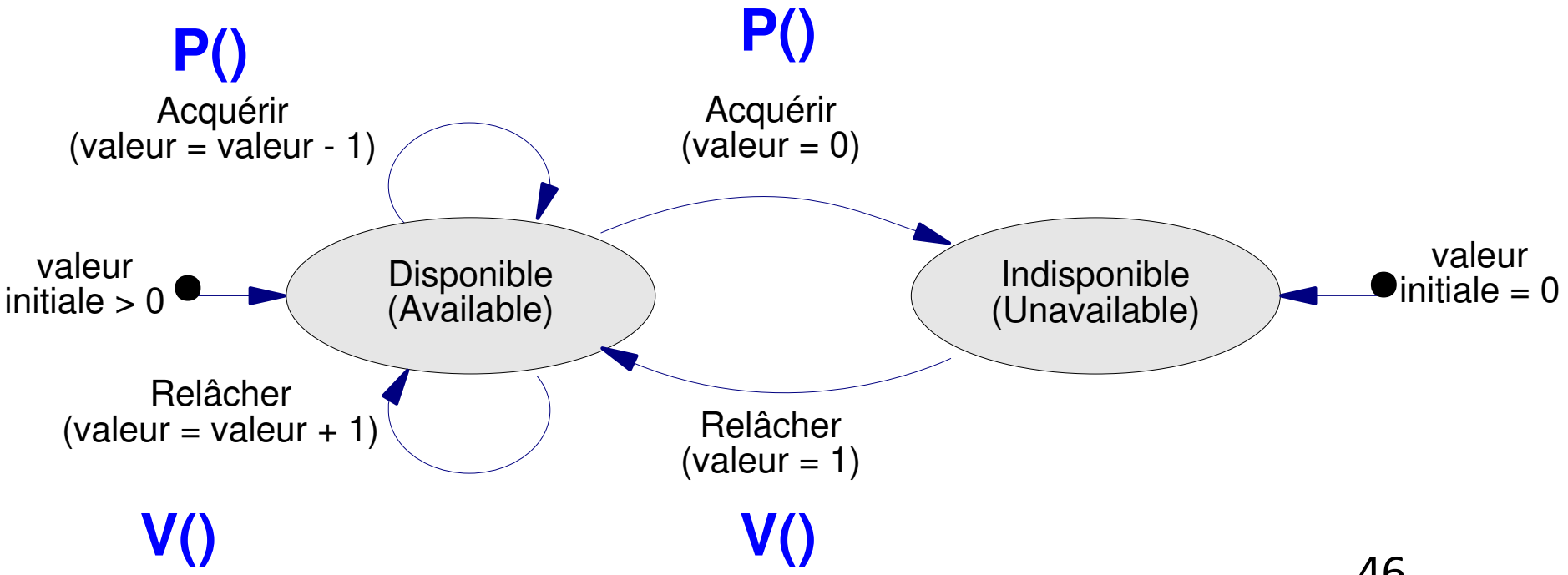
Les différents types de sémaphores

- sémaphores binaires
  - valeur : 0 ou 1



Les différents types de sémaphores

- sémaphores à compte
  - valeur initiale positive ou nulle
  - décrémentée à chaque fois que l'acquisition est accordée, incrémentée quand le sémaphore est relâché
  - quand la valeur devient nulle, la demande d'acquisition est bloquante
  - ressource globale



Les différents types de sémaphores

- mutex
  - sémaphores binaires améliorées
    - les détails d'implémentation peuvent varier
    - Voir Threads POSIX

Sémaphores POSIX.4

- création
- destruction
- acquisition
- libération

Sémaphores POSIX.4

- **sémaphores**
  - `#include <semaphore.h>`
  - `-lrt et -lpthread pour gcc`
  - existent sous deux formes :
    - sémaphores nommés
    - sémaphores anonymes

  - sémaphores nommés
    - mécanisme de gestion analogue à celui d'un système de fichiers : accessible par tous les processus (selon les droits)

  - sémaphores anonymes (basés sur la mémoire)

Sémaphores nommés

- **sémaphores nommés**

```
sem_t *sem_open(const char *sem_name,
                int oflags, mode_t creation_mode,
                unsigned int initial_val);
```

crée le sémaphore

- **sem_name** : il est *recommandé* de fournir un nom "compatible" avec un nom de fichier, et commençant par un un "/", et n'en contenant pas d'autre (ex : "/bidule")
- **oflags** : O_CREAT pour créer un sémaphore
  O_CREAT et O_EXCL erreur si existe déjà
- **initial_val** : valeur initiale
- **creation_mode** : comme pour open
- Retour :
  - adresse du nouveau sémaphore
  - si echec SEM_FAILED + errno

- S_IRWXU
  00700 L'utilisateur (propriétaire du fichier) a les autorisations de lecture, écriture, exécution.
- S_IRUSR
  00400 L'utilisateur a l'autorisation de lecture.
- S_IWUSR
  00200 L'utilisateur a l'autorisation d'écriture.
- S_IXUSR
  00100 L'utilisateur a l'autorisation d'exécution.
- S_IRWXG
  00070 Le groupe a les autorisations de lecture, écriture, exécution.
- S_IRGRP
  00040 Le groupe a l'autorisation de lecture.
- S_IWGRP
  00020 Le groupe a l'autorisation d'écriture.
- S_IXGRP
  00010 Le groupe a l'autorisation d'exécution.
- S_IRWXO
  00007 Tout le monde a les autorisations de lecture, écriture, exécution.
- S_IROTH
  00004 Tout le monde a l'autorisation de lecture.
- S_IWOTH
  00002 Tout le monde a l'autorisation d'écriture.
- S_IXOTH
  00001 Tout le monde a l'autorisation d'exécution.

Sémaphores nommés

```
sem_t *sem_open(const char *sem_name,
                int oflags);
```

accéde à un sémaphore déjà créé

```
int sem_close (sem_t *sem_id);
```

ferme le sémaphore

(mais le nom reste : noyau)

- Retour :
  - renvoie 0.
  - Si erreur : -1 + errno

```
int sem_unlink(const char *sem_name);
```

supprime le sémaphore. Le nom du sémaphore est supprimé. Le sémaphore est détruit une fois que tous les autres processus qui l'avaient ouvert l'ont fermé qui peuvent donc l'utiliser jusqu'à cette fermeture.

- Retour :
  - renvoie 0.

Sémaphores anonymes

- **sémaphores anonymes (basés sur la mémoire)**

  int sem_init(sem_t *sem_location, int pshared,unsigned int initial_value);

  crée le sémaphore

  - **sem_location** est une zone mémoire, éventuellement en zone partagée
  - **pshared** indique la visibilité des sémaphores (un ou plusieurs processes) :
    - si le sémaphore est local au processus courant (pshared==0) ou partagé entre plusieurs processus (pshared!=0)
  - Retour :
    - renvoie 0.
    - Si erreur : -1 + errno

Sémaphores anonymes

```
int sem_destroy(sem_t sem_location);
```

détruit le sémaphore

- Retour :
  - renvoie 0.
  - Si erreur : -1 + errno

Sémaphores POSIX.4

- **opérations sur les sémaphores**
  mêmes primitives pour les deux types de sémaphores

  V() :

  int sem_post(sem_t *sem_id);

  incrémente le compteur et s'il devient positif réveille une tâche en attente.
  Jamais bloquant.

  - Retour :
    - renvoie 0.
    - Si erreur : -1 + errno

Sémaphores POSIX.4

P() :

```
int sem_wait(sem_t *sem_id);
```

décrémente (verrouille) le sémaphore pointé par sem.

Si > 0 : décrémentation et retour immédiat.

Si zéro, appel bloquant jusqu'à ce que :

- soit il devienne disponible pour effectuer la décrémentation
  (c'est-à-dire la valeur du sémaphore n'est plus nulle)
- soit un gestionnaire de signaux interrompe l'appel : un gestionnaire de signaux interrompra toujours un appel bloqué à l'une de ces fonctions

- Retour :
  - renvoie 0.

Sémaphores POSIX.4

P() :

int sem_trywait(sem_t *sem_id);

idem sem_wait(),

mais si la décrémentation ne peut pas être effectuée immédiatement, l'appel n'est pas bloquant et renvoie une erreur (errno vaut EAGAIN).

Sémaphores POSIX.4

P() :

- **int sem_timedwait(sem_t *sem, const struct timespec *abs_timeout);**

  Idem sem_wait mais abs_timeout spécifie une limite sur le temps pendant lequel l'appel bloquera si la décrémentation ne peut pas être effectuée immédiatement.

  abs_timeout pointe sur une structure qui spécifie un temps absolu en secondes et nanosecondes depuis l'Époque (« epoch »)
  (1er janvier 1970, 00:00:00):

```
struct timespec {
    time_t tv_sec;      /* Secondes */
    long   tv_nsec;     /* Nanosecondes [0 .. 999999999] */
};
```

Sémaphores POSIX.4

Si le délai est déjà expiré à l'heure de l'appel et si le sémaphore ne peut pas être verrouillé immédiatement, sem_timedwait() échoue avec l'erreur d'expiration de délai (errno vaut ETIMEDOUT).

Si l'opération peut être effectuée immédiatement, sem_timedwait() n'échoue jamais avec une valeur d'expiration de délai, quelque soit la valeur de abs_timeout. De plus, la validité de abs_timeout n'est pas vérifiée dans ce cas.

Sémaphores POSIX.4

```
int sem_getvalue(sem_t sem_id, int *value);
```

récupère la valeur du sémaphore dans value.

- **Retour :**
  - renvoie 0.
  - Si erreur : -1 + errno

exemple-semaphore.c
(C) 2000-2010 - Christophe BLAESS

```c
#include <errno.h>
#include <fcntl.h>
#include <semaphore.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>

int main(int argc, char * argv[])
{
 int   i;
 sem_t * sem;

 if (argc != 2) {
  fprintf(stderr, "usage: %s nom_semaphore\n",
  argv[0]);
  exit(EXIT_FAILURE);
 }
 sem = sem_open(argv[1], O_RDWR);
```

```
if (sem == SEM_FAILED) {
  if (errno != ENOENT) {
    perror(argv[1]);
    exit(EXIT_FAILURE);
  }
  sem = sem_open(argv[1], O_RDWR | O_CREAT, 0666, 1);
  if (sem == SEM_FAILED) {
    perror(argv[1]);
    exit(EXIT_FAILURE);
  }
  fprintf(stderr, "[%d] Creation de %s\n", getpid(), argv[1]);
}
```

```
 for (i = 0; i < 3;  i ++) {
   fprintf(stderr, "[%d] en attente...\n", getpid());
   sem_wait(sem);
   fprintf(stderr, "     [%d] tient le semaphore\n", getpid());
   sleep(4);
   fprintf(stderr, "     [%d] lache le semaphore\n", getpid());
   sem_post(sem);
   sleep(2);
 }
return EXIT_SUCCESS;
}
```

```
$ ./exemple-semaphore /azerty & ./exemple-semaphore
/azerty
[1] 8771
[8771] Creation de /azerty
[8771] en attente...
   [8771] tient le sémaphore
[8772] en attente...
   [8771] lache le sémaphore
   [8772] tient le sémaphore
[8771] en attente...
   [8772] lache le sémaphore
   [8771] tient le sémaphore

Etc...
```

Administration par le shell

- Que faire si pas de sem_unlink ?
- Persiste jusqu'au reboot !

- **Solution** : système virtuel de fichiers tmpfs

```
$ mount
...
tmpfs on /dev/shm type tmpfs (rw)
$ ls -l /dev/shm
-rw-rw-r-- 1 lm lm 16 23 octobre 10:00 sem.azerty
```

- rm, cp, mv, cat read/write fonctionnent.