Systèmes d'exploitation

Mécanismes d'exécution et de communication

Sergiu Ivanov

sergiu.ivanov@univ-evry.fr

http://lacl.fr/~sivanov/

Objet du chapitre

Étude des mécanismes permettant

- le partage des ressources entre des tâches multiples
- l'interaction avec le monde extérieur

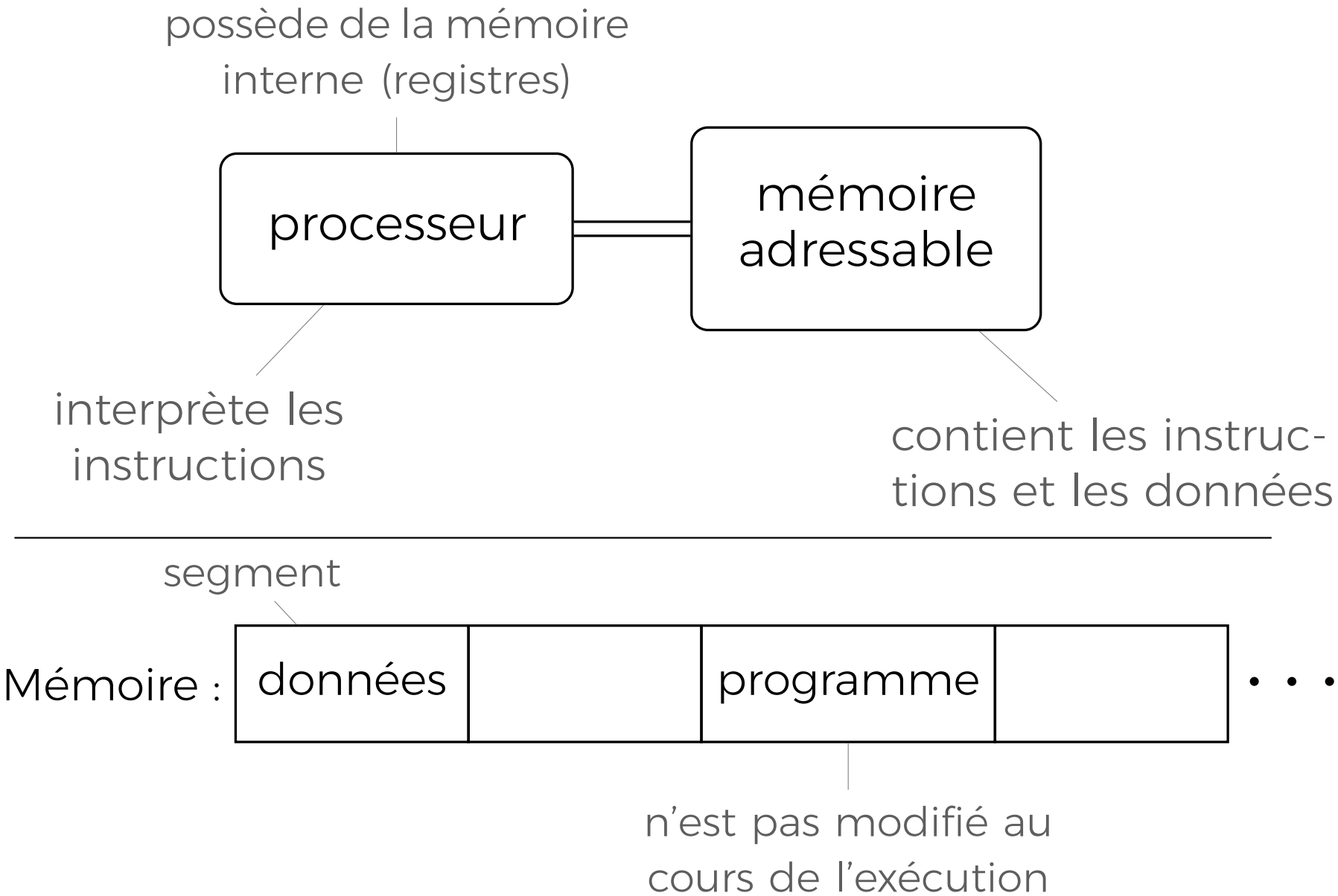
Outline

1. Exécution séquentielle
   - Notions de base
   - Interruptions, déroutements, appels au superviseur
2. Mise en œuvre de la commutation
   - Utilisation des déroutements et appels au superviseur
   - Exemples d'utilisation des interruptions
3. Programmation des entrées-sorties
   - Organisation générale
   - Modes de pilotage des périphériques
   - Entrées-sorties tamponnées en mémoire
   - Entrées-sorties tamponnées sur disque

Outline

1. Exécution séquentielle
   - Notions de base
   - Interruptions, déroutements, appels au superviseur
2. Mise en œuvre de la commutation
   - Utilisation des déroutements et appels au superviseur
   - Exemples d'utilisation des interruptions
3. Programmation des entrées-sorties
   - Organisation générale
   - Modes de pilotage des périphériques
   - Entrées-sorties tamponnées en mémoire
   - Entrées-sorties tamponnées sur disque

Machine abstraite



Procédure, activité, contexte

Programme $=$ ensemble de procédures

Procédure $\overset{n \quad 1}{\text{———}}$ segment de procédure

L'exécution de la procédure peut être interrompue.

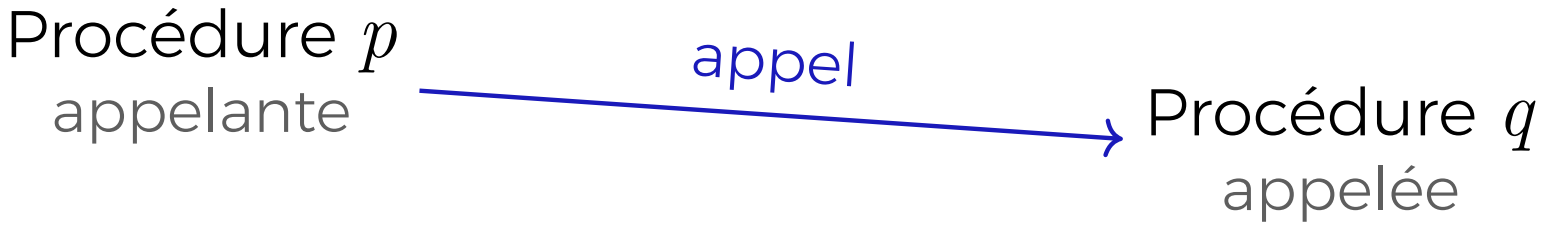
- multiprogrammation

Activité $=$ exécution interrompue de la procédure.

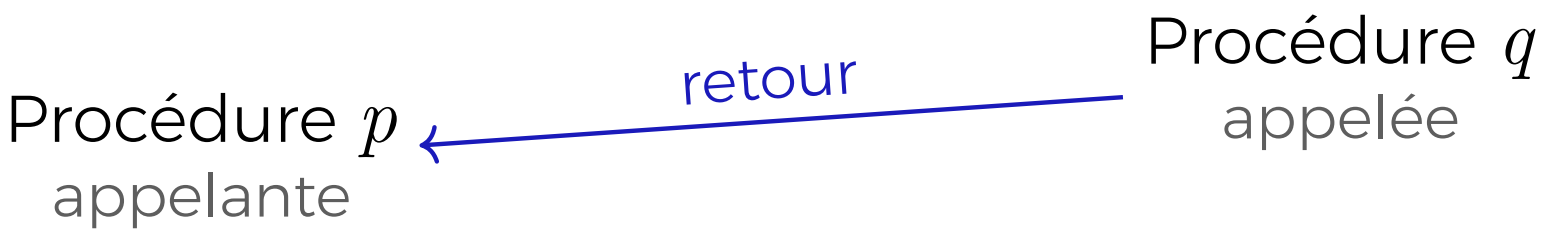
Contexte d'une activité $=$ l'ensemble des informations accessibles au processeur

- processeur + mémoire

Appel et retour de procédure



- préparation des paramètres transmis
- sauvegarde du contexte de p
  - il sera retrouvé au retour
- remplacement du contexte de p par le contexte de q



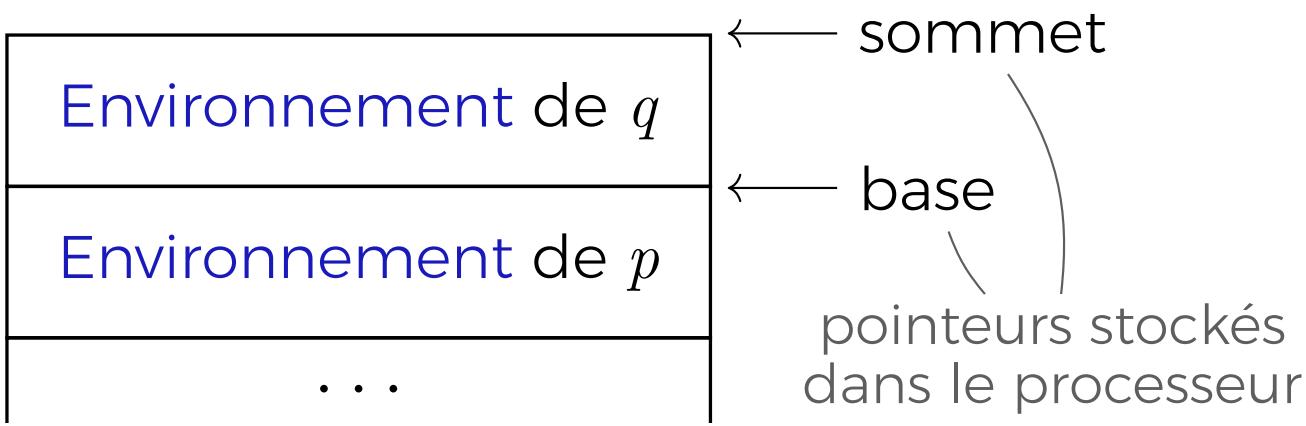
Appel normal : quasi-symétrique, le contexte de q se perd

Appel en coroutines : séquence symétrique

Pile d'exécution

Pile = structure de données utilisée pour les appels

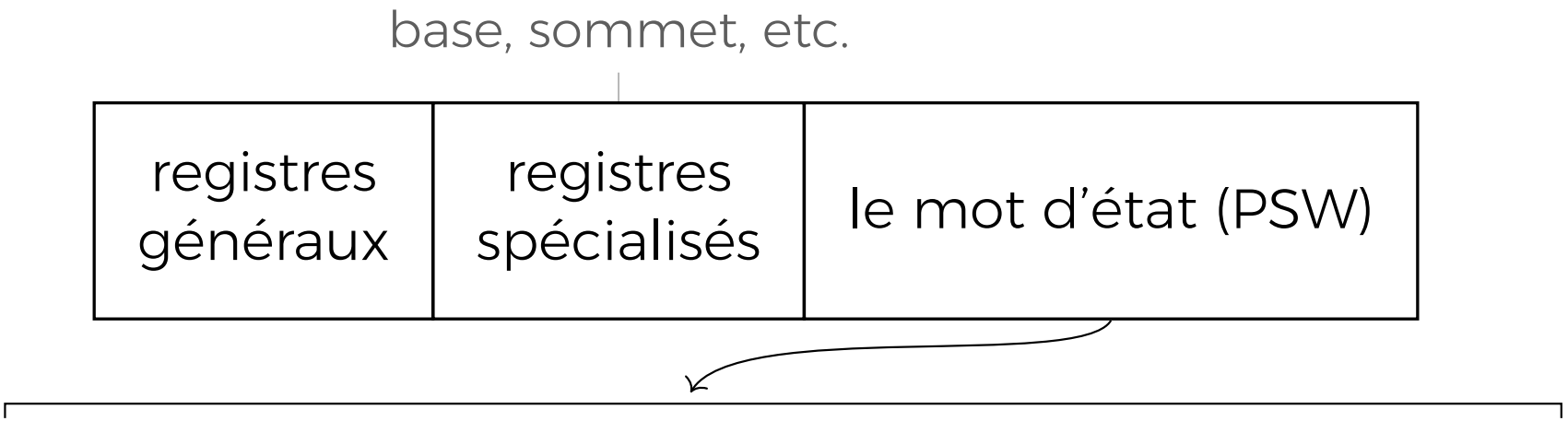
Quand la procédure p appelle la procédure q :



L'environnement de q contient :

- les liens de retour
  - base de p, adresse de retour, adresse pour le résultat
- les paramètres
- le variables locales de q

L'état du processeur

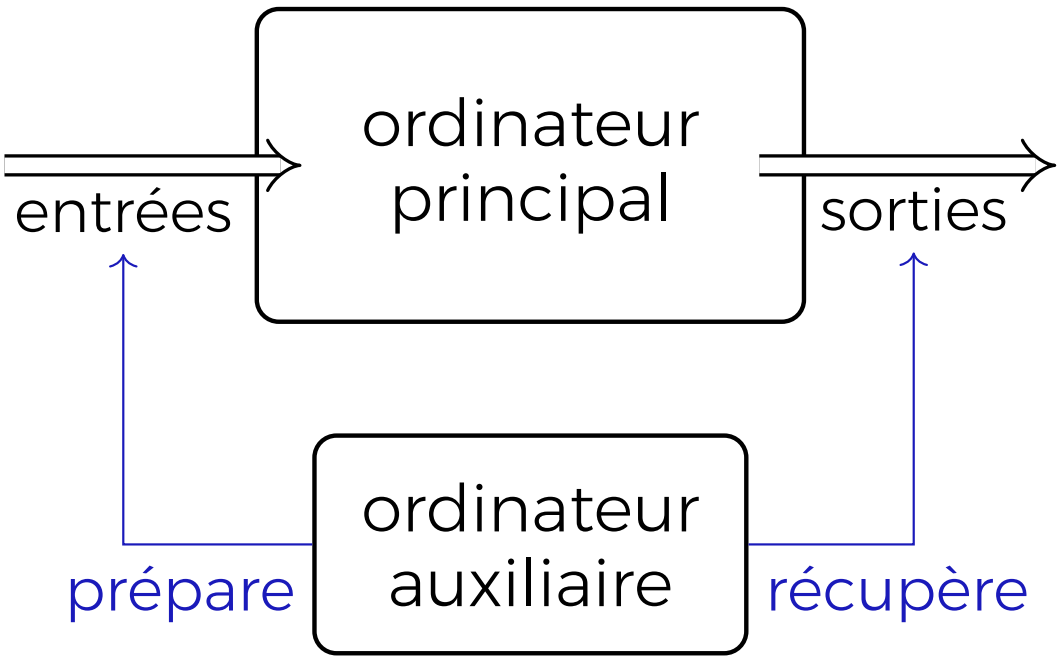


- l'état du processeur : actif/attente
- mode : maître/esclave
  - mode maître : instructions privilégiées autorisées
  - les entrées-sorties exigent le mode maître
- informations sur le contexte en mémoire
- informations sur le déroulement de l'activité
  - résultat de la dernière comparaison (code de condition)

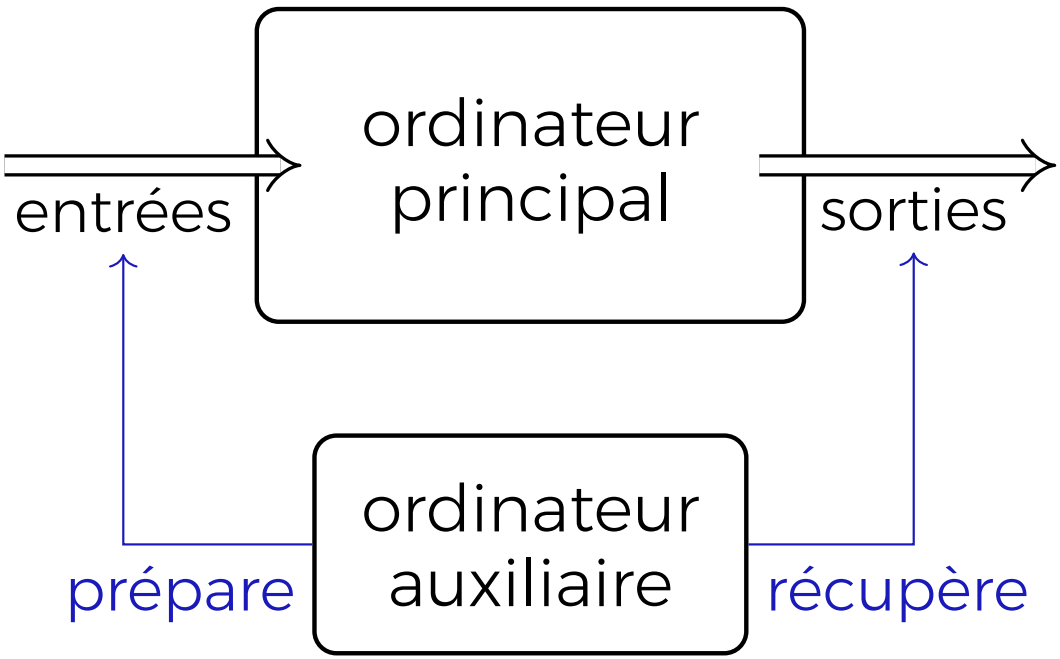
Outline

1. Exécution séquentielle
   - Notions de base
   - Interruptions, déroutements, appels au superviseur
2. Mise en œuvre de la commutation
   - Utilisation des déroutements et appels au superviseur
   - Exemples d'utilisation des interruptions
3. Programmation des entrées-sorties
   - Organisation générale
   - Modes de pilotage des périphériques
   - Entrées-sorties tamponnées en mémoire
   - Entrées-sorties tamponnées sur disque

Comment connaître la fin d'une entrée/sortie ?



Comment connaître la fin d'une entrée/sortie ?



Attente active ?

Action monde $\longrightarrow$ processeur

- Notification d'une entrée/sortie
  - disponibilité des données
  - fin de sortie
- Arrêt du programme à l'expiration d'un temps donné
- Interruption de sécurité

Attente active : coûteuse et imprécise

- consultation périodique de variables spéciales

Commutation de contexte

Exécuter de façon indivisible :

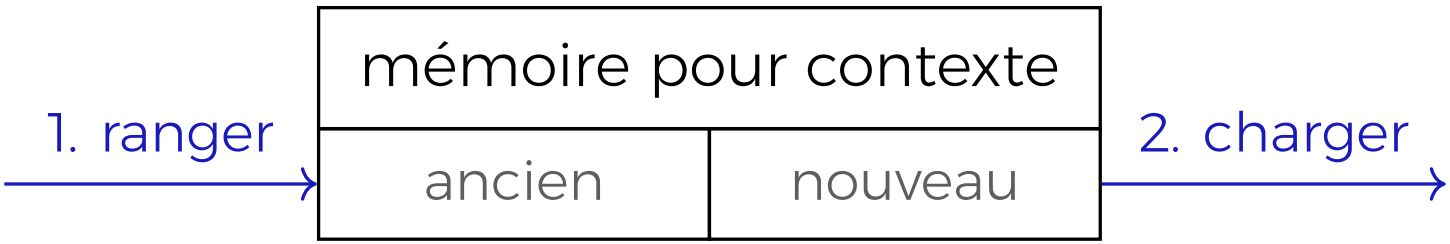
1. ranger le mot d'état
   dans un emplacement mémoire spécifique
2. charger un autre mot d'état
   à partir d'un emplacement mémoire spécifique

Possible quand le processeur est

- en attente
- en un point observable (entre deux instructions)
  - point interruptible = point observable

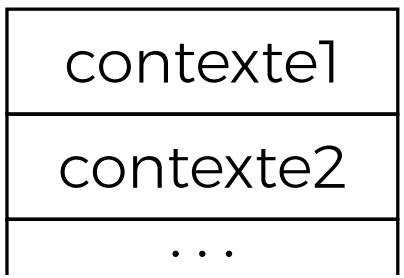
Schémas de commutation de contexte

- Sauvegarde dans des emplacement fixes



- Sauvegarde sur une pile

1. ranger = empiler
2. charger = dépiler



Mécanismes de commutation de contexte

Interruption

Cause : extérieure

Utilisation : réaction à un évènement asynchone externe

Déroutement

Cause : liée à l'exécution de l'instruction en cours

Utilisation : traitement d'une erreur/situation exceptionnelle

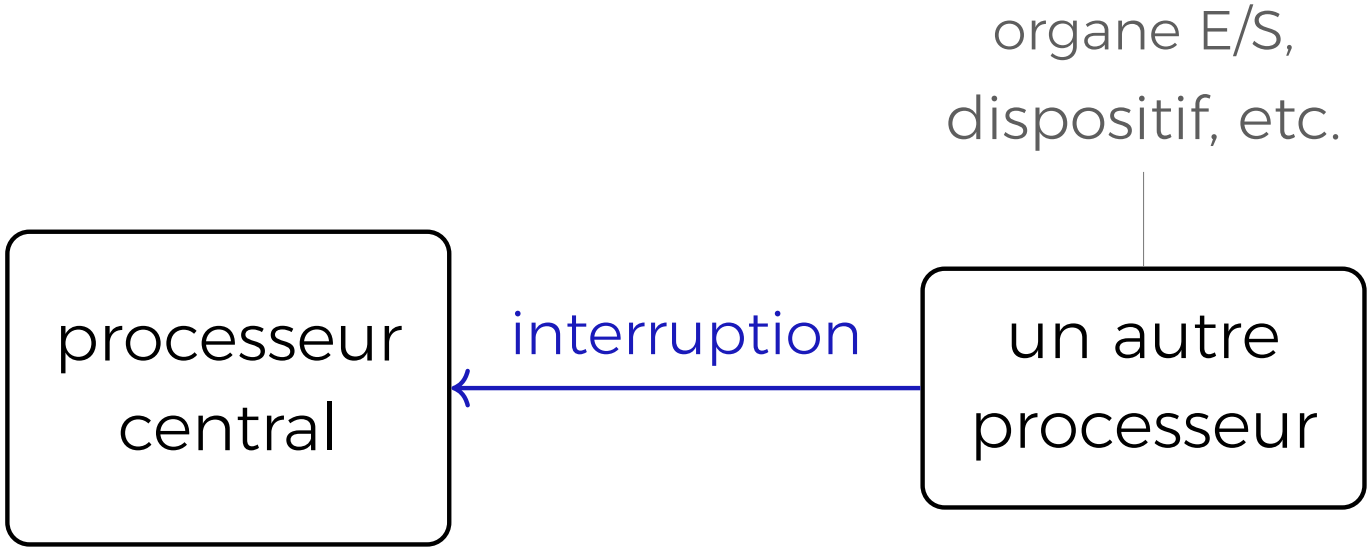
Appel au superviseur

Cause : commutation explicite

Utilisation : appel d'une fonction du système d'exploitation

Souvent le terme « interruption » est utilisé pour désigner tous ces mécanismes.

Interruptions



- suspension du programme en cours
- exécution du traitant d'interruption
  - programme de traitement

Le traitant s'exécute dans un contexte différent de celui du programme interrompu.

Niveaux et masquage d'interruptions

Niveau d'interruption $=$ cause de l'interruption

Chaque niveau $\longrightarrow$ traitant d'interruption

Les niveaux peuvent être ordonnés par priorité.

Il est possible de masquer les interruptions d'après leur niveau/priorité pour

- protéger l'exécution d'un programme
  - exemple : le traitant lui-même
- retarder la commutation de contexte

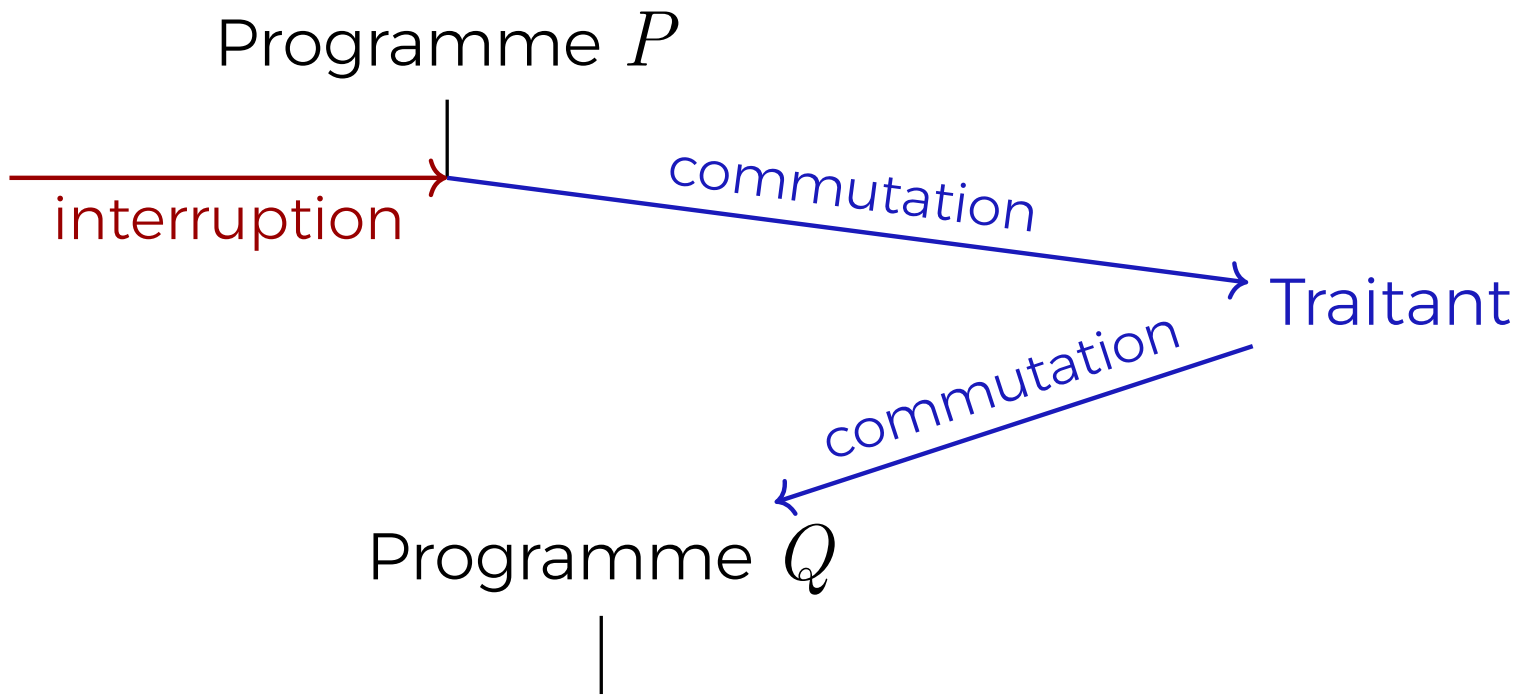
(Dés)armement des interruptions

Désarmement = suppression complète d'un niveau

- comme si la cause était supprimée
- plus fort que le masquage

(Ré)armement = remise en service du niveau

Schéma du traitement d'interruption



Q n'est pas nécessairement le même que P.

Déroutements

Réactions à des anomalies dans l'exécution.

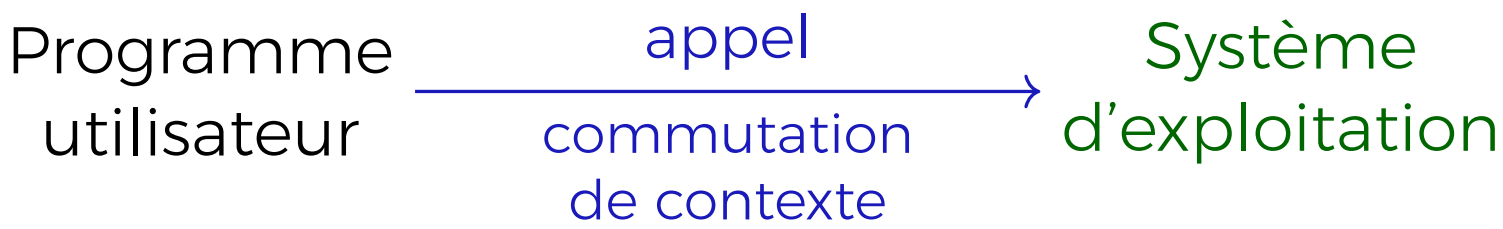
- données incorrectes, tentative d'opération interdite, instruction non exécutable

Traitement organisé par cause du déroutement.

Un déroutement peut être supprimé, mais non masqué.

- aucun sens à retarder la cause d'un déroutement

Appels au superviseur



La commutation de contexte explicite permet de

- vérifier les droits de l'utilisateur
- isoler les données du système d'exploitation
  - le programme est isolé du traitant

Exemples : Les entrées-sorties, les accès aux fichiers se font au travers des appels au superviseur.

Outline

1. Exécution séquentielle
   - Notions de base
   - Interruptions, déroutements, appels au superviseur
2. Mise en œuvre de la commutation
   - Utilisation des déroutements et appels au superviseur
   - Exemples d'utilisation des interruptions
3. Programmation des entrées-sorties
   - Organisation générale
   - Modes de pilotage des périphériques
   - Entrées-sorties tamponnées en mémoire
   - Entrées-sorties tamponnées sur disque

Simulation d'instructions manquantes

Situation:

processeur$_1$	processeur$_2$
haute gamme	bas de gamme
instruction$_1$	~~instruction$_1$~~

J'appelle instruction$_1$ sur processeur$_2$.

Déroutement : Le traitant simule l'effet de l'instruction$_1$.

- exécuté en mode esclave
  - permet de traiter les erreurs

Exemples : instructions d'arithmétique en virgule flottante, instructions de traitement massif de données, etc.

Mesure de la taille d'une mémoire

Comment mesurer la taille de la mémoire vive ?

Mesure de la taille d'une mémoire

Comment mesurer la taille de la mémoire vive ?

Mesure de la taille d'une mémoire

Comment mesurer la taille de la mémoire vive ?

```
i := 0
cycle
  lire la case i
  i := i + 1
fcycle
```

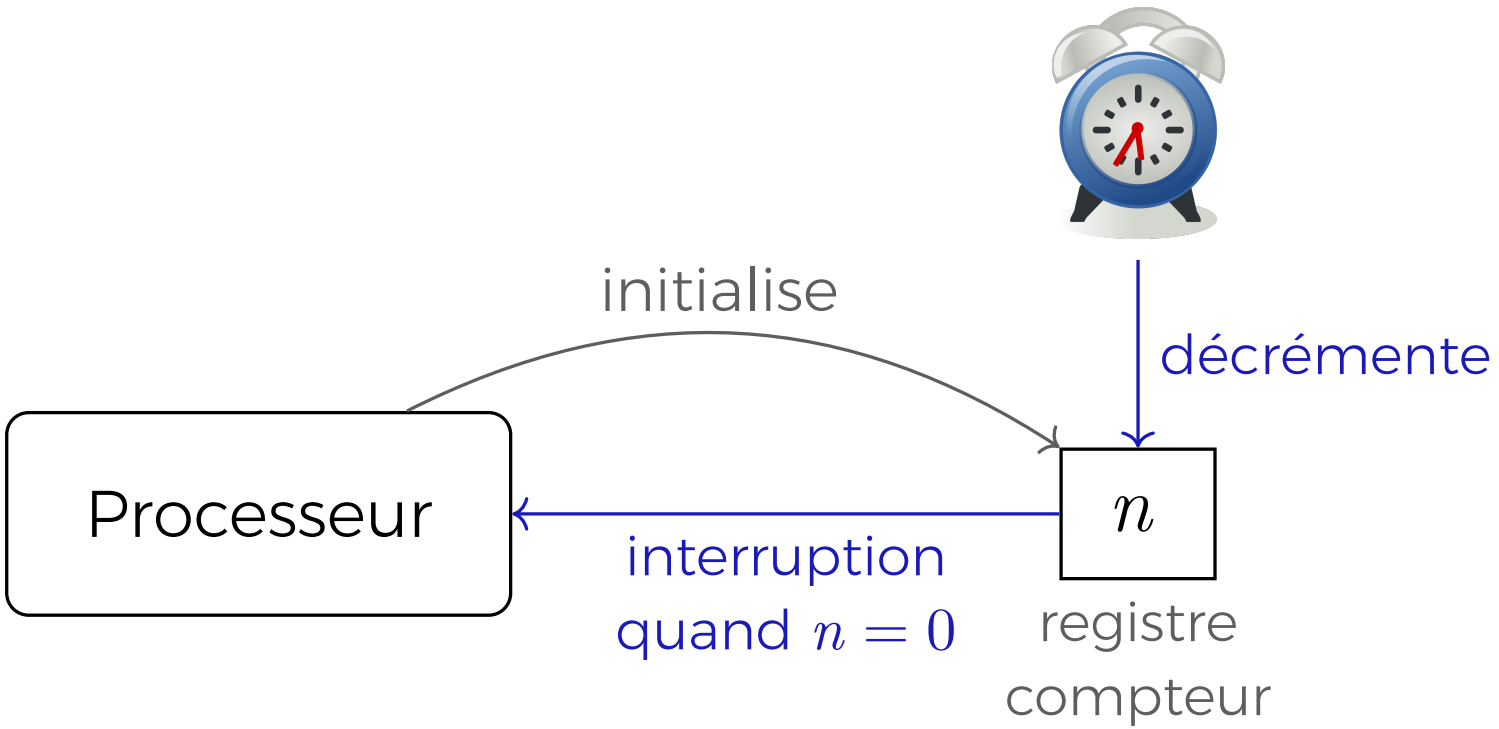
À la fin du `cycle`, i = taille de la mémoire

Outline

1. Exécution séquentielle
   - Notions de base
   - Interruptions, déroutements, appels au superviseur
2. Mise en œuvre de la commutation
   - Utilisation des déroutements et appels au superviseur
   - Exemples d'utilisation des interruptions
3. Programmation des entrées-sorties
   - Organisation générale
   - Modes de pilotage des périphériques
   - Entrées-sorties tamponnées en mémoire
   - Entrées-sorties tamponnées sur disque

Mesure du temps

Mécanisme du réveil : initialiser le registre compteur au temps d'attente souhaité.



https://openclipart.org/

Applications $^{1}/_{2}$

Délai de garde timeout

Arrêter l'exécution d'une procédure si elle n'a pas terminé après un délai fixé préalablement.

Prélèvement de mesures

Schéma du traitant d'interruption d'horloge :

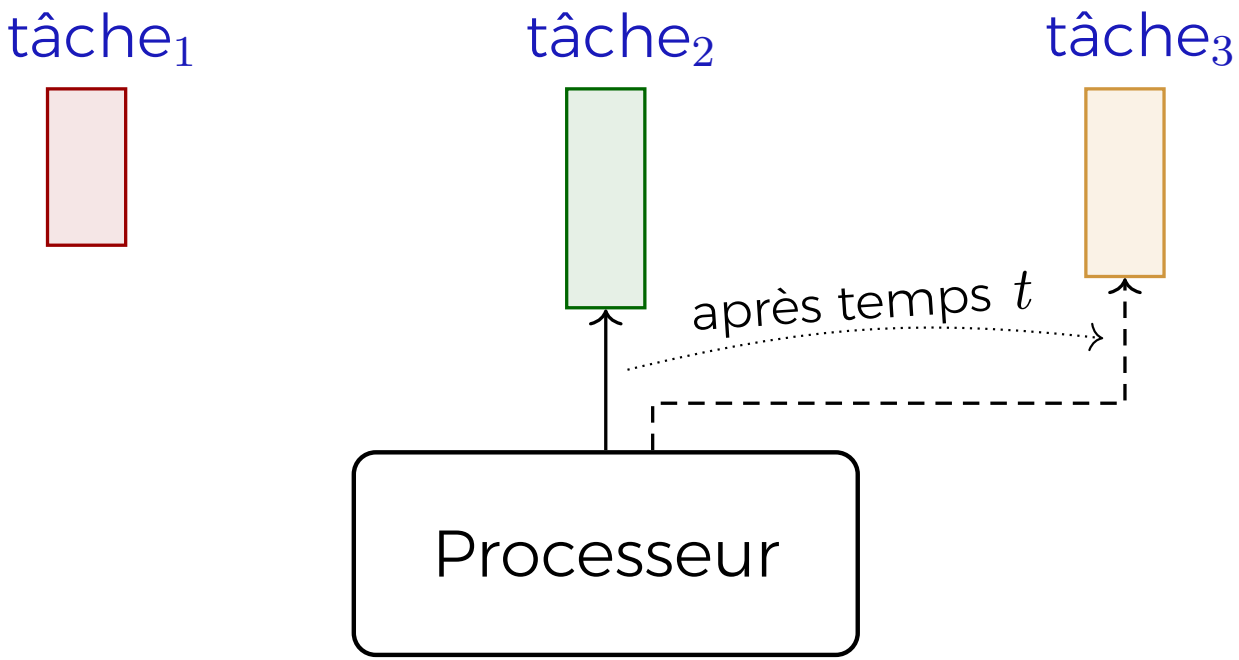
1. sauver le contexte actuel C
2. prélever les mesures
3. réinitialiser l'horloge au temps d'attente souhaité
4. restaurer le contexte C

Gestion de travaux en temps partagé

Nombre de tâches $>$ nombre de processeurs

$\Downarrow$

- laisser tourner tâche$_i$ le temps t
- suspendre tâche$_i$
- passer à tâche$_{i+1}$



Outline

1. Exécution séquentielle
   - Notions de base
   - Interruptions, déroutements, appels au superviseur
2. Mise en œuvre de la commutation
   - Utilisation des déroutements et appels au superviseur
   - Exemples d'utilisation des interruptions
3. Programmation des entrées-sorties
   - Organisation générale
   - Modes de pilotage des périphériques
   - Entrées-sorties tamponnées en mémoire
   - Entrées-sorties tamponnées sur disque

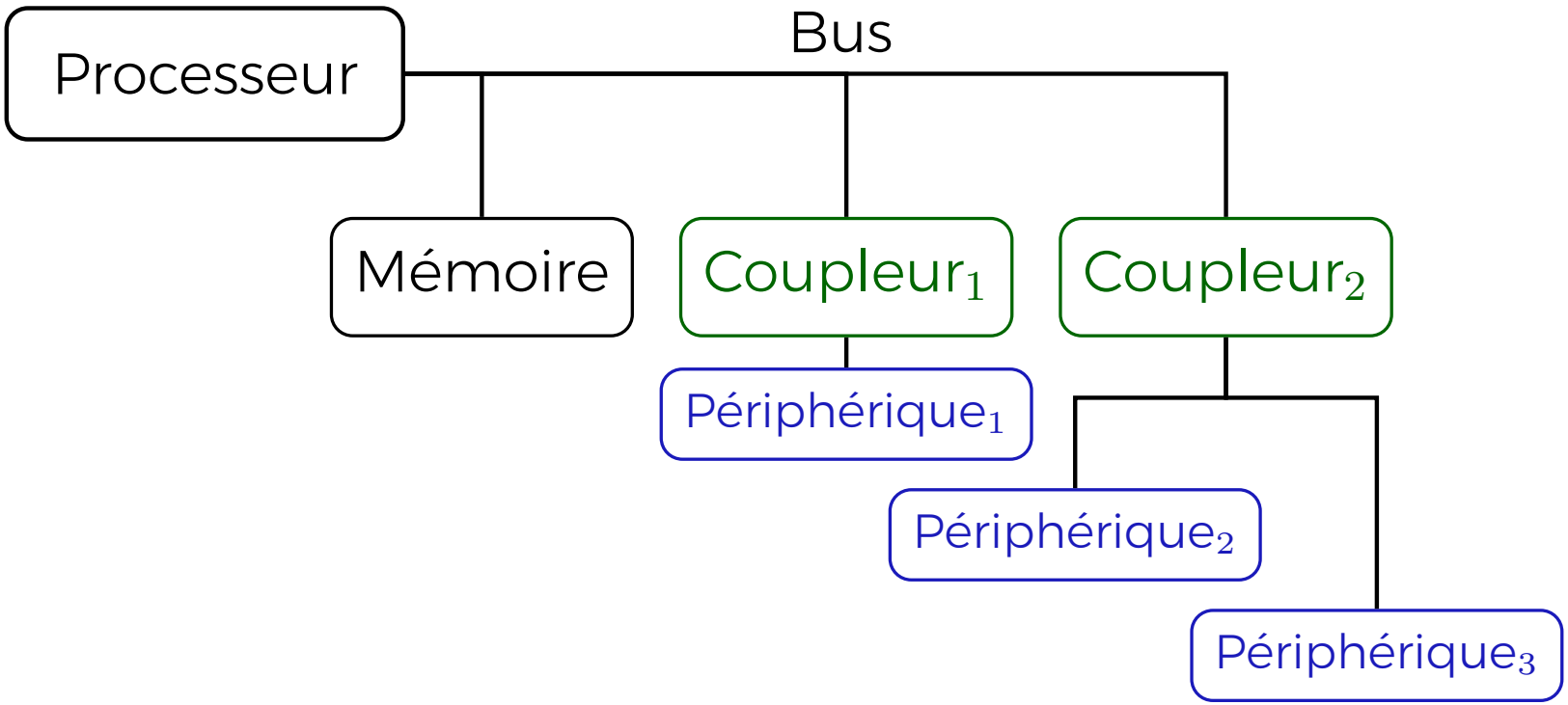
Qu'est-ce qu'un organe d'E/S ?

Qu'est-ce qu'un organe d'E/S ?

Qu'est-ce qu'un organe d'E/S ?

Organe d'E/S = un dispositif capable de transférer l'information entre le processeur ou la mémoire et un support d'information externe

Organisation générale



Coupleur/contrôleur = dispositif de commande adapté à un certain type de périphérique

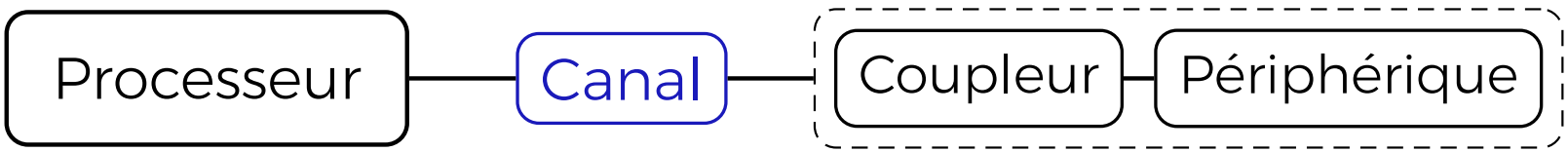
Le coupleur décharge le processeur central.

Coupleur — Périphérique souvent vus comme une seule unité

Canaux/ADM

Canal = processeur spécialisé dans les opérations d'entrée-sortie

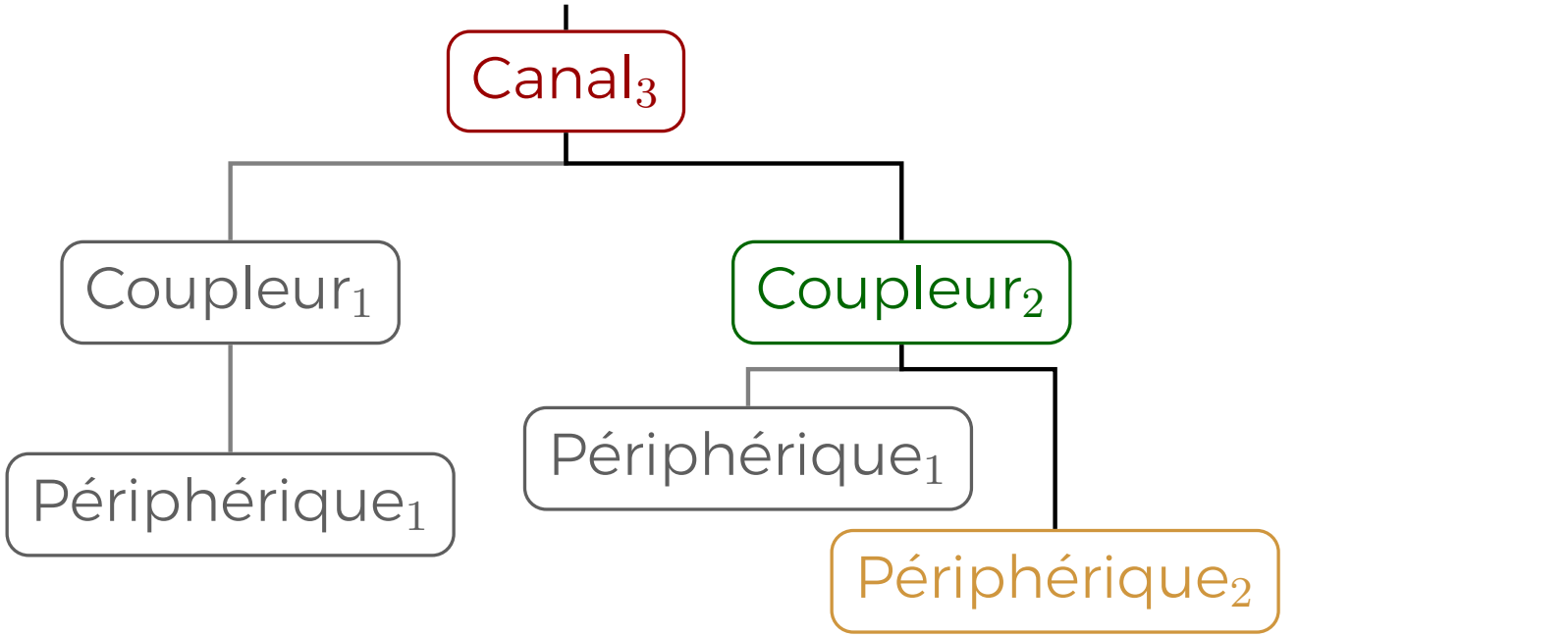
- lancé par le processeur central
- n'a pas d'interruptions
- peut interrompre le processeur central



Unité ADM = canal simplifié

- unité d'accès direct à la mémoire

Adressage des périphériques



Adresse : 3 2 2

canal coupleur périphérique

périphérique $\overset{1}{\underset{}{\longrightarrow}}\!\!\!\!\!\!\!\!\overset{n}{\underset{}{}}$ voies d'accès

$\Downarrow$

périphérique $\overset{1}{\underset{}{\longrightarrow}}\!\!\!\!\!\!\!\!\overset{n}{\underset{}{}}$ adresses

Outline

1. Exécution séquentielle
   - Notions de base
   - Interruptions, déroutements, appels au superviseur
2. Mise en œuvre de la commutation
   - Utilisation des déroutements et appels au superviseur
   - Exemples d'utilisation des interruptions
3. Programmation des entrées-sorties
   - Organisation générale
   - Modes de pilotage des périphériques
   - Entrées-sorties tamponnées en mémoire
   - Entrées-sorties tamponnées sur disque

Pilotes

Pilote = programme qui commande le fonctionnement élémentaire d'un périphérique :

- communique avec le coupleur
- traite les interruptions
- traite les erreurs

Les utilisateurs accèdent aux pilotes à travers les appels au superviseur.

Entrées-sorties synchrones

Le processeur central est mobilisé pendant le transfert.

- attente active de la fin

```
pour i jusqu'à taille - 1
    sortir données[i]
    tant que ¬(transfer fini) faire
    ftq
fpour
```

L'E/S synchrones sont utilisées quand :

- le processeur est très simple
- le processeur ne peut pas être utilement employé
  - chargement initial du système
  - enregistrement de mesures

Entrées-sorties asynchrones

Le processeur central exécute une activité en parallèle pendant le transfert.

- fin du transfert signalée par une interruption

[une autre activité]

Traitant d'interruption

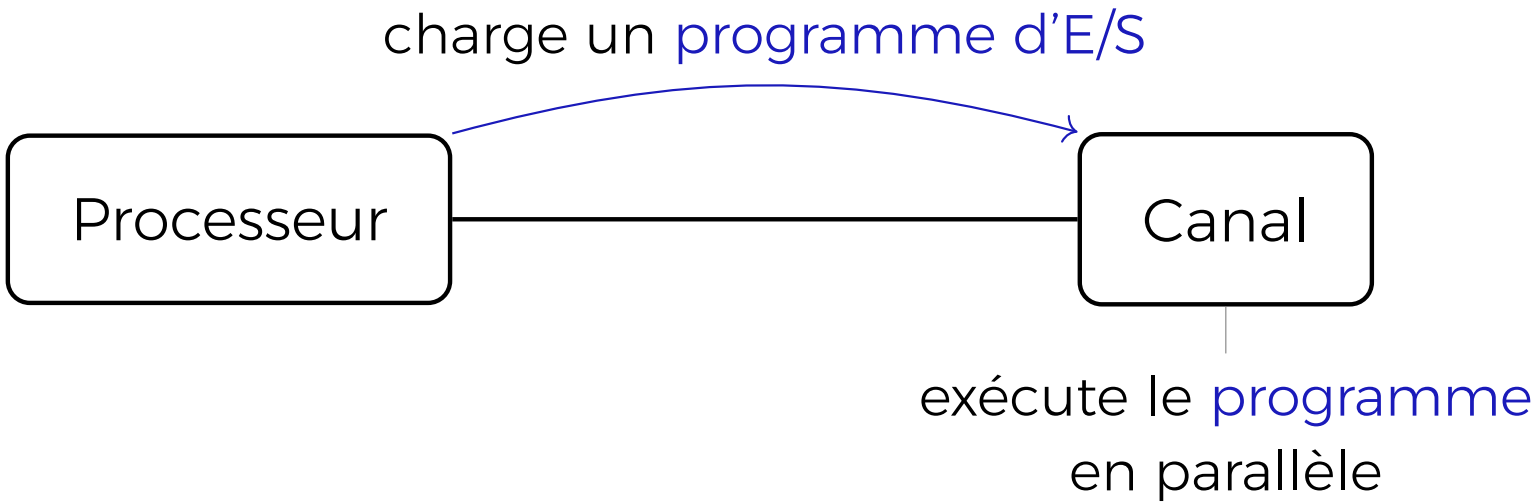
- `i` initialisé au `0` au début

```
si i < taille alors
  sortir données[i]
fsi
i := i + 1
```

Logique du traitant :

- `sortir` lance le transfert
- interruption à la fin du transfert

Entrées-sorties par canal/ADM



Programme d'E/S = suite de commandes d'E/S

Commade d'E/S =

nature de l'opération	adresse mémoire	taille données

ADM : Le programme contient une seule commande.

Outline

1. Exécution séquentielle
   - Notions de base
   - Interruptions, déroutements, appels au superviseur
2. Mise en œuvre de la commutation
   - Utilisation des déroutements et appels au superviseur
   - Exemples d'utilisation des interruptions
3. Programmation des entrées-sorties
   - Organisation générale
   - Modes de pilotage des périphériques
   - Entrées-sorties tamponnées en mémoire
   - Entrées-sorties tamponnées sur disque

Entrées-sorties tamponées

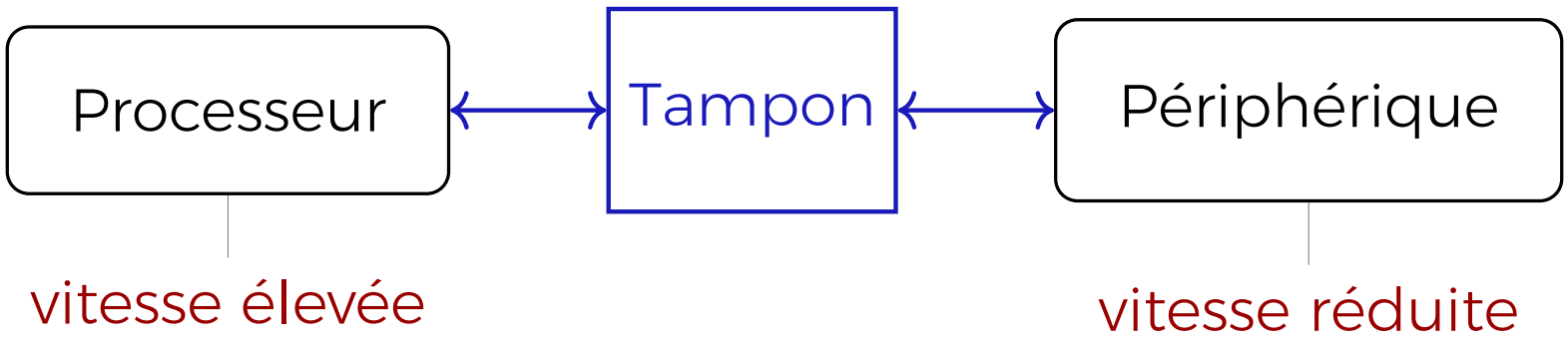
Comment palier les différences de vitesse ?

Entrées-sorties tamponées

Comment palier les différences de vitesse ?

Entrées-sorties tamponées

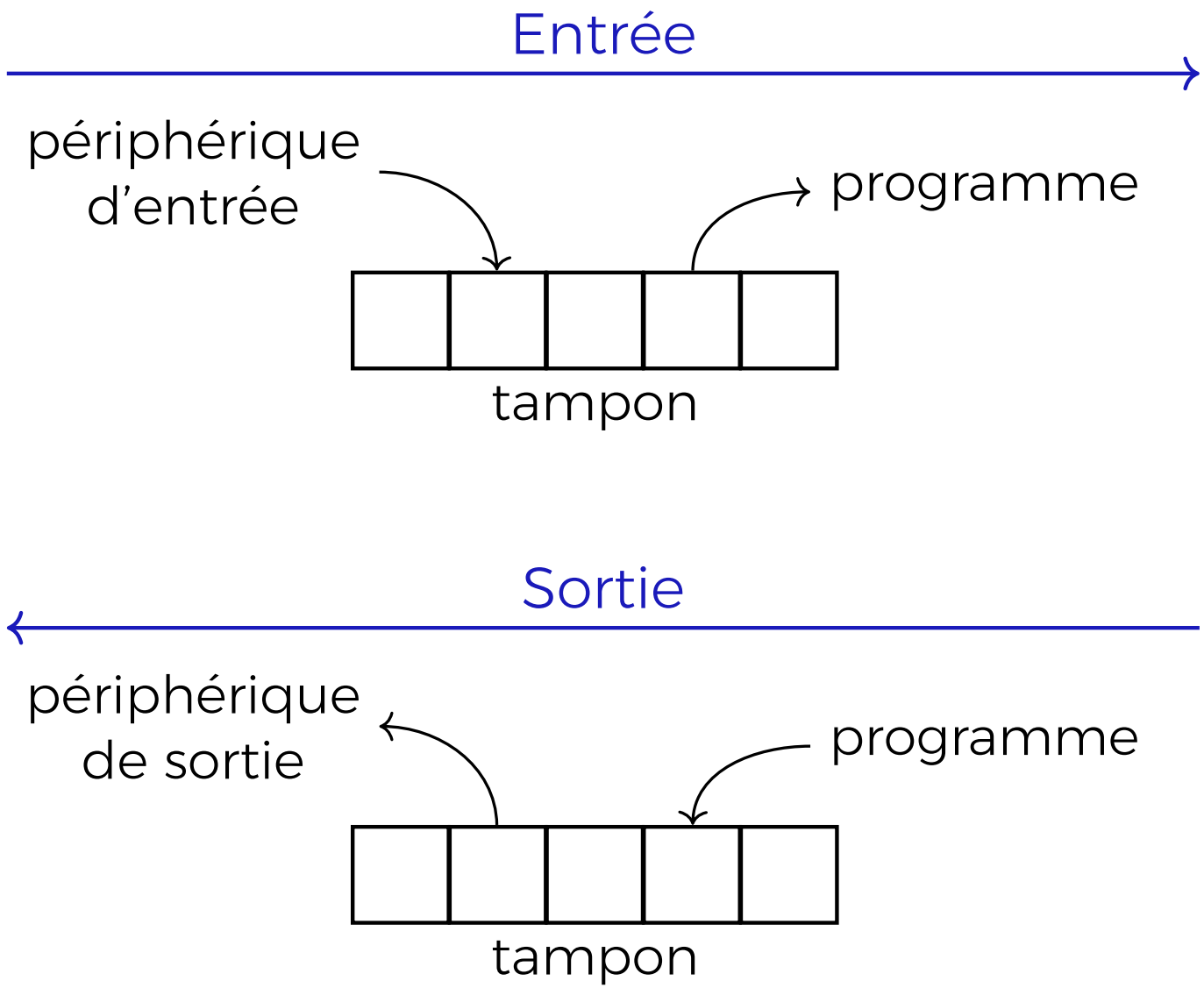
Comment palier les différences de vitesse ?



Tampon = zone mémoire réservée aux E/S

- N enregistrements de taille fixe
- l'ordre de lecture/écriture préservé
- aucun enregistrement perdu
- réduction de l'attente inutile

Tampons

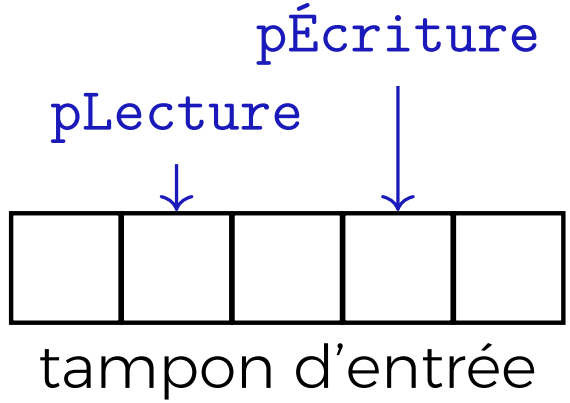

Entrée
périphérique
d'entrée
programme
tampon
Sortie
périphérique
de sortie
programme
tampon

Tampons : remarques pour la réalisation

File circulaire

Le programme lit et avance le pointeur `pLecture`.

Le périphérique écrit et avance le pointeur `pÉcriture`.



Interruptions

Le gestionnaire du tampon doit masquer les interruptions.

- sinon corruption des données

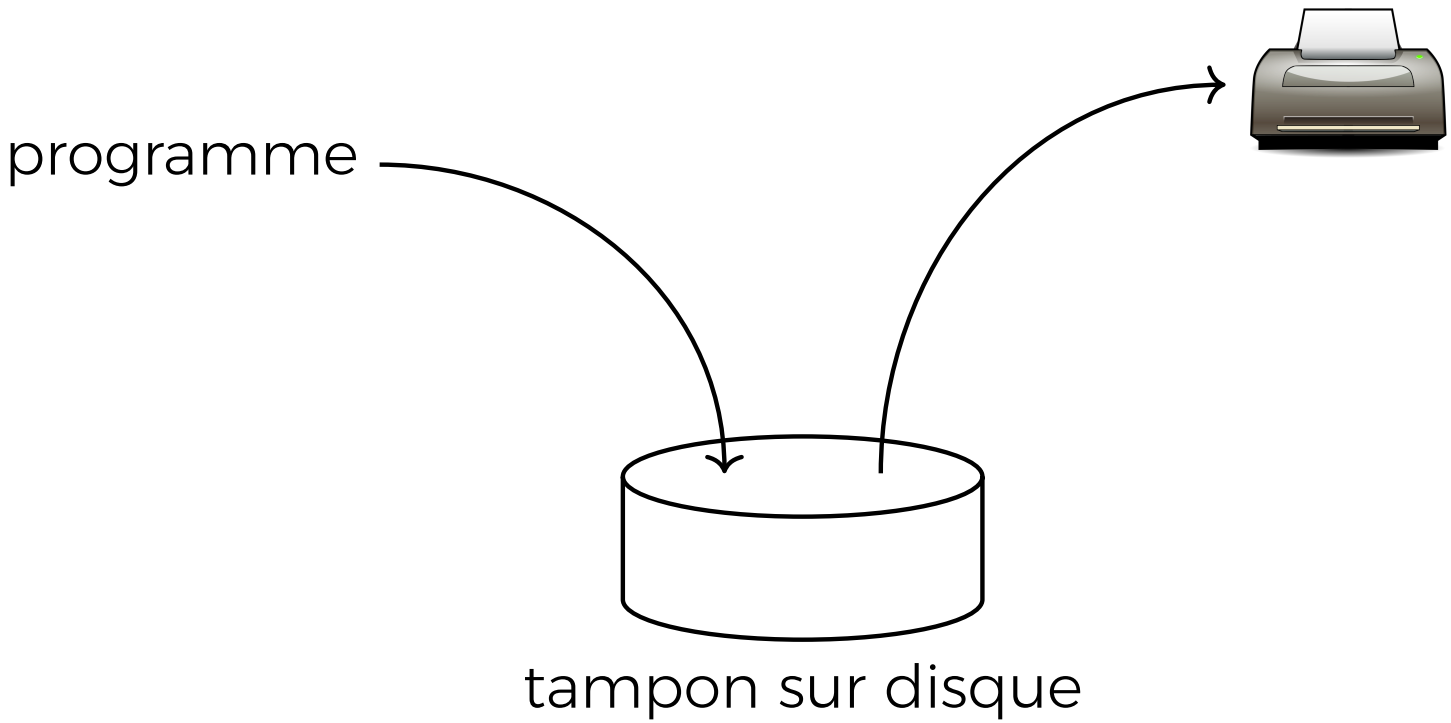
Outline

1. Exécution séquentielle
   - Notions de base
   - Interruptions, déroutements, appels au superviseur
2. Mise en œuvre de la commutation
   - Utilisation des déroutements et appels au superviseur
   - Exemples d'utilisation des interruptions
3. Programmation des entrées-sorties
   - Organisation générale
   - Modes de pilotage des périphériques
   - Entrées-sorties tamponnées en mémoire
   - Entrées-sorties tamponnées sur disque

Tampons sur disque spool

Pour les E/S lentes, mettre le tampon sur le disque dur.

- imprimante, scanner, etc.

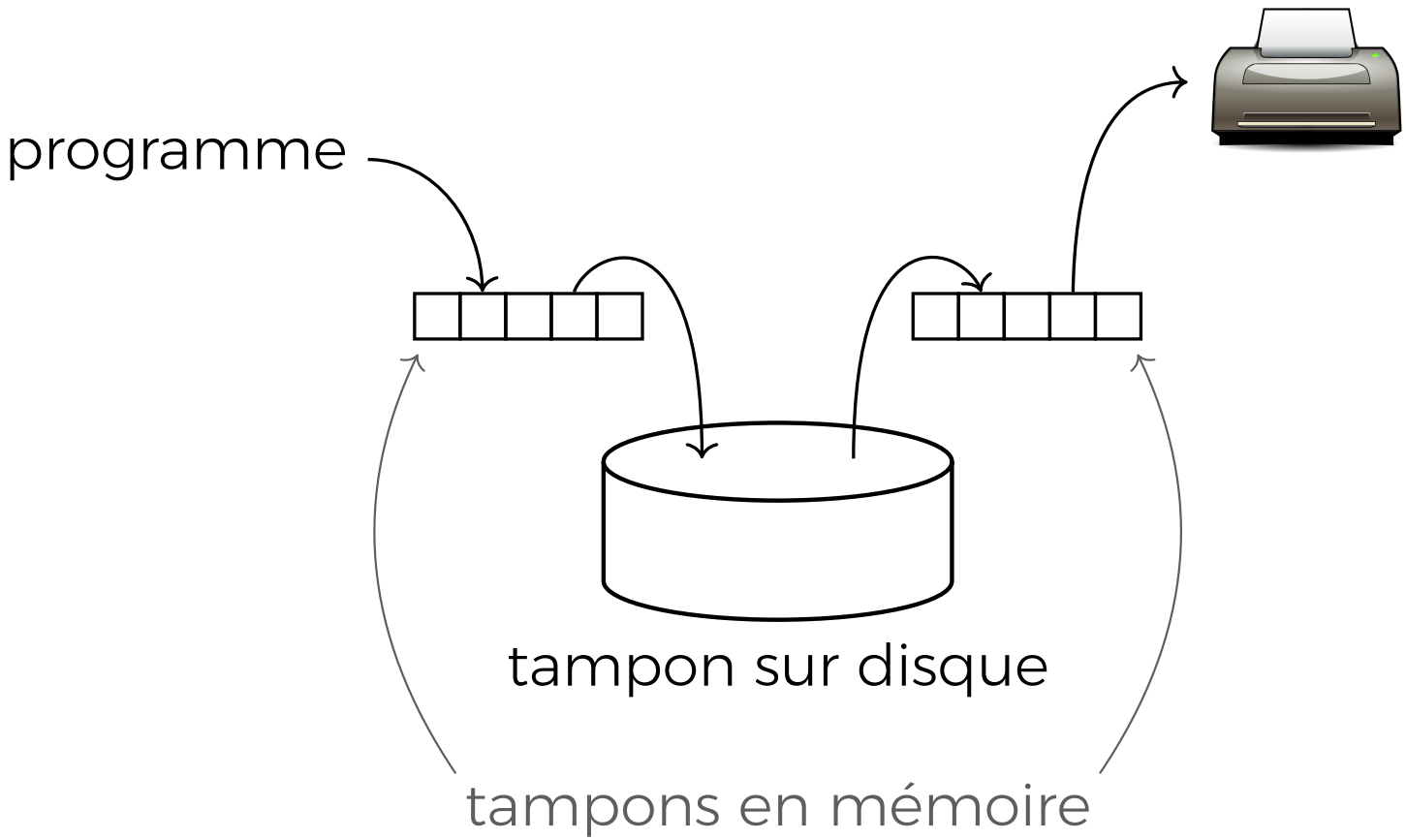


https://openclipart.org/

Tampons sur disque spool

Pour les E/S lentes, mettre le tampon sur le disque dur.

- imprimante, scanner, etc.



https://openclipart.org/