

Synchronisation et communication entre processus

Accès à des ressources communes

- Exemple: compte bancaire dont montant en A sur disque

programme pour ajouter 100: lire(N,A)
 N := N+100
 écrire(N,A)

2 processus exécutent le même programme, le processeur peut exécuter

	processus P1	processus P2	
LOAD N	lire(N,A)		
		lire(N,A)	LOAD N
		N := N+100	ADD 100
		écrire(N,A)	STORE N
ADD 100	N := N+100		
STORE 100	écrire(N,A)		

valeur 1000 initiale => 1100 au lieu de 1200 à la fin

le compte bancaire A est une ressource critique

même chose si N est une variable commune aux deux processus

Les verrous

- Verrou (lock) = objet système avec 2 opérations
 - verrouiller (v) si verrou disponible => le processus l'obtient
si indisponible => processus bloqué
 - déverrouiller (v) s'il y a des processus en attente, un seul l'obtient
si aucun en attente, verrou rendu disponible
- Opérations systèmes => indivisibles
 - le système garantit l'absence d'interférence entre les exécutions par plusieurs processus
 - ⇒ notion de primitive

Les sémaphores

- Objet système plus général que les verrous (Dijkstra)
- Distributeur de jetons
 - nombre de jetons fixe, non renouvelable, rendu après utilisation
 - $P(s) = \text{down}(s)$ s'il y a un jeton disponible, le processus l'obtient
s'il n'y en a pas, le processus est bloqué
 - $V(s) = \text{up}(s)$ s'il y a des processus en attente, un seul obtient le jeton
s'il n'y en a pas, le jeton est rendu disponible
- À la création du sémaphore, on fixe le nombre de jetons
 - 1 jeton = verrou
- Ressource à n points d'accès \Rightarrow sémaphore avec n jetons

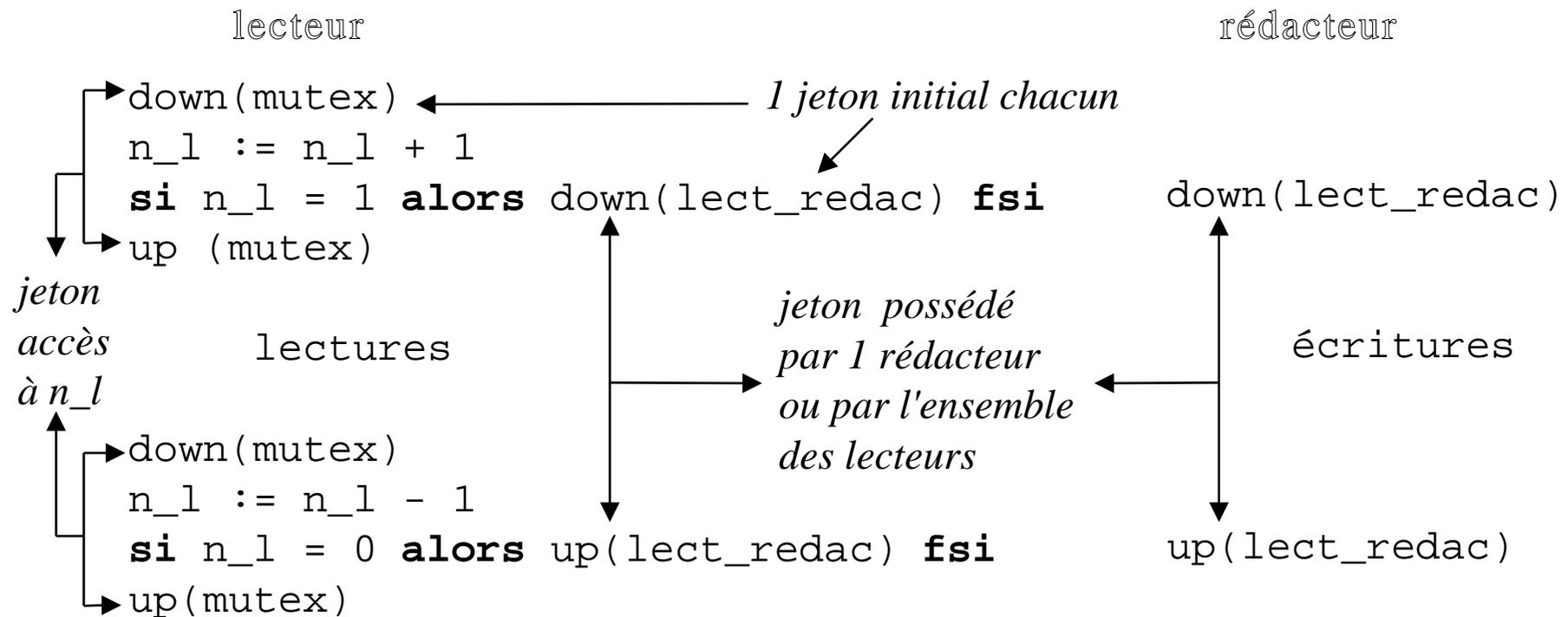
utilisation



```
down (s)
accès à la ressource
up (s)
```

Mécanismes plus élaborés (1)

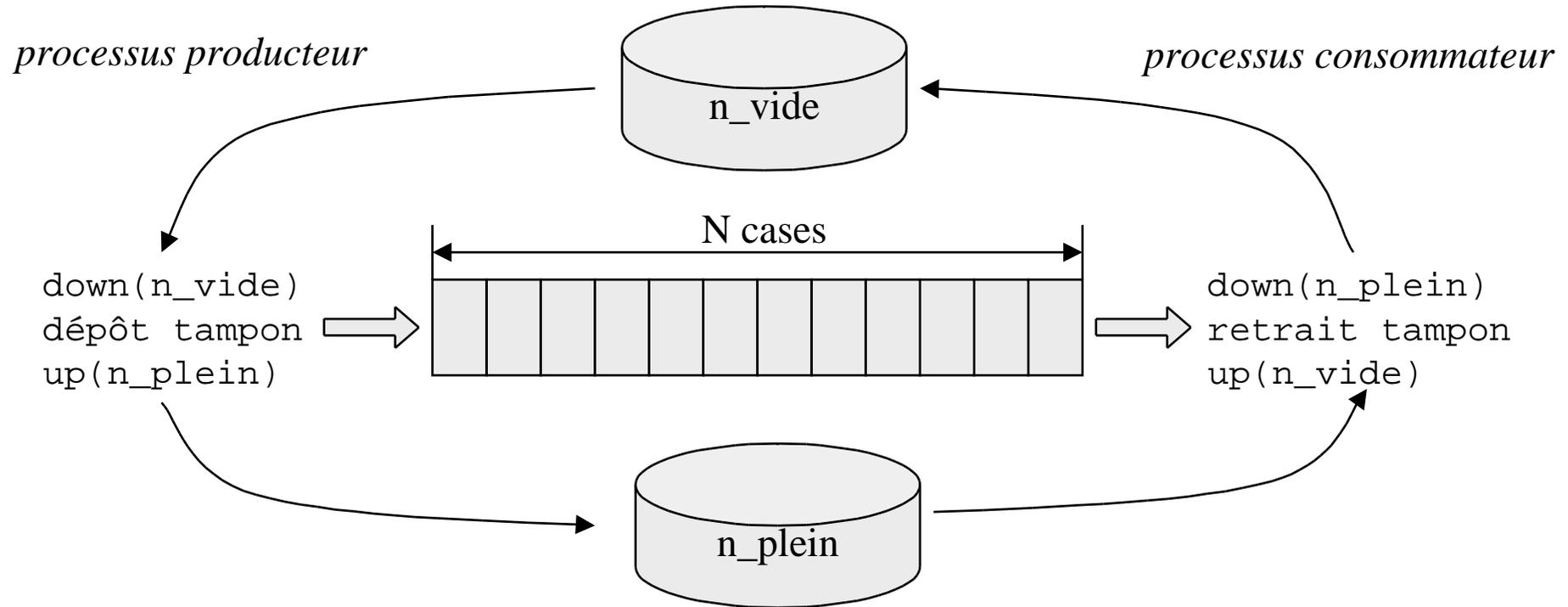
- Politique d'allocation plus complexe
- Mémoire commune + algorithme



Mécanismes plus élaborés (2)

- **Besoin:** garantie du respect de la règle du jeu
- **Définition de politiques par le système**
 - gestion de certaines ressources
 - contrôle du respect de la règle du jeu
- **Exemple: accès aux fichiers dans un SGF**
 - paramètre d'ouverture précisant le type de partage désiré
 - accès exclusif => processus bloqué si déjà ouvert
 - accès partagé => processus bloqué si ouvert en exclusif
 - note: algorithme lecteurs-rédacteurs
- **Exemple: accès aux données dans un SGBD**
 - règles du jeu définies par l'administrateur de la base et imposées à tous
 - base de données = ressource virtuelle (partage caché)

Schéma producteur-consommateur



nombre total de jetons (n_plein et n_vider) est N

pas de dépôt si pas de place libre

pas de retrait si pas de message

traitement FIFO => consommateur et producteur ne travaillent pas sur la même case

Les tubes Unix (1)

- Implantation du schéma producteur-consommateur
- Tube = 2 fichiers logiques
 - 1 ouvert en écriture (producteur)
 - 1 ouvert en lecture (consommateur)
- Assimilés à des fichiers séquentiels de caractères
 - lecture n octets
 - bloquante s'il n'y a pas assez d'octets à délivrer
 - sauf si fin de fichier
 - écriture p octets, bloquante si manque de place
 - fin de fichier lorsque plus de processus accèdent au tube en écriture
- Pas de conservation de la structure des messages déposés

Les tubes Unix (2)

les deux processus ont une copie du descripteur de tube

plus de producteur

pipe (tube)

```
si fork() alors fermer(tube[0])           -- le père ne lit pas
                pour i := 0 jusqu'à 1000 faire
                    écrire (tube[1], i, 2) -- écrit 2 octets
                fait
                    fermer (tube[1])       -- le père a fini
                    wait (0)               -- attente fin du fils
                sinon fermer (tube[1])     -- le fils n'écrit pas
                    tant que lire (tube[0], i, 2) = 2 faire
                        imprimer (i)       -- lire 2 octets
                    fait
                        fermer (tube[0])
                    exit                    -- fin du fils
                finsi
```

*blocage si tube plein et
consommateur existe*

plus de consommateur

*blocage si tube vide et
producteur existe*

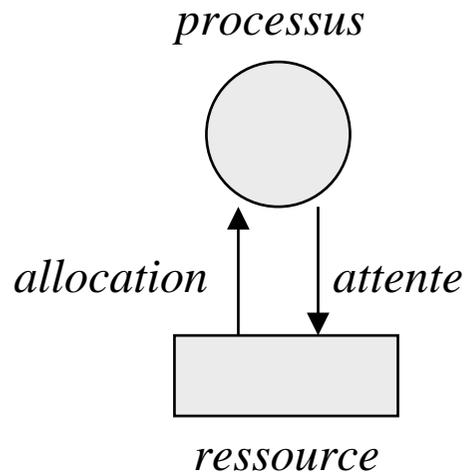
Communication par boîte aux lettres

- Implantation du schéma producteur-consommateur avec conservation de structure des messages
- Désignation
 - anonyme, comme pour les tubes Unix
 - par nom symbolique => table gérée par le système
- Opérations
 - bal := création_bal (nom) => retourne le descripteur de la BAL créée
 - bal := relier_bal (nom) => recherche la BAL et retourne son descripteur
 - envoi (bal, m) => envoi de m dans la BAL, avec ou sans blocage si pleine
 - recevoir (bal, m) => réception de m depuis la BAL, avec/sans blocage
- Variantes: messages typés, filtre à réception,...

Effet sur les temps de réponse

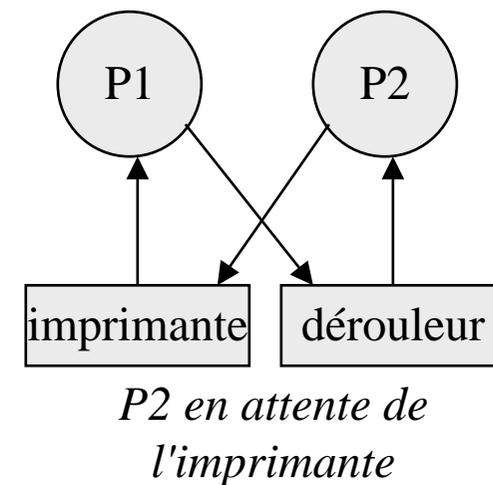
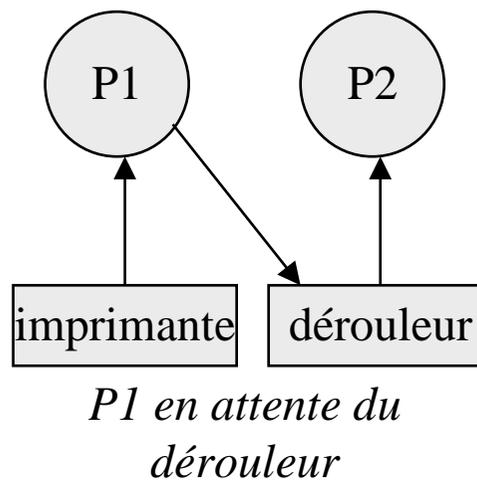
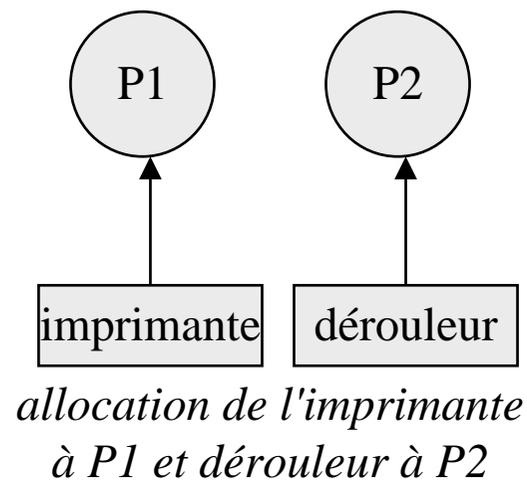
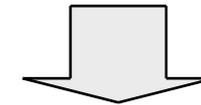
- Temps de réponse = délai entre envoi commande et réponse
- Composé de:
 - temps processus actif => dépend du programmeur
 - temps processus prêt => dépend de la charge du système
 - temps processus bloqué => attente de ressource
 - entrées-sorties => dépend du programmeur
 - conflit d'accès à une ressource avec d'autres processus
 - limiter ces conflits:
 - multiplier les ressources
 - minimiser les réservations

Notion d'interblocage



P1 demande et obtient l'imprimante
P2 demande et obtient le dérouleur
P1 demande le dérouleur => bloqué
P2 demande l'imprimante => bloqué

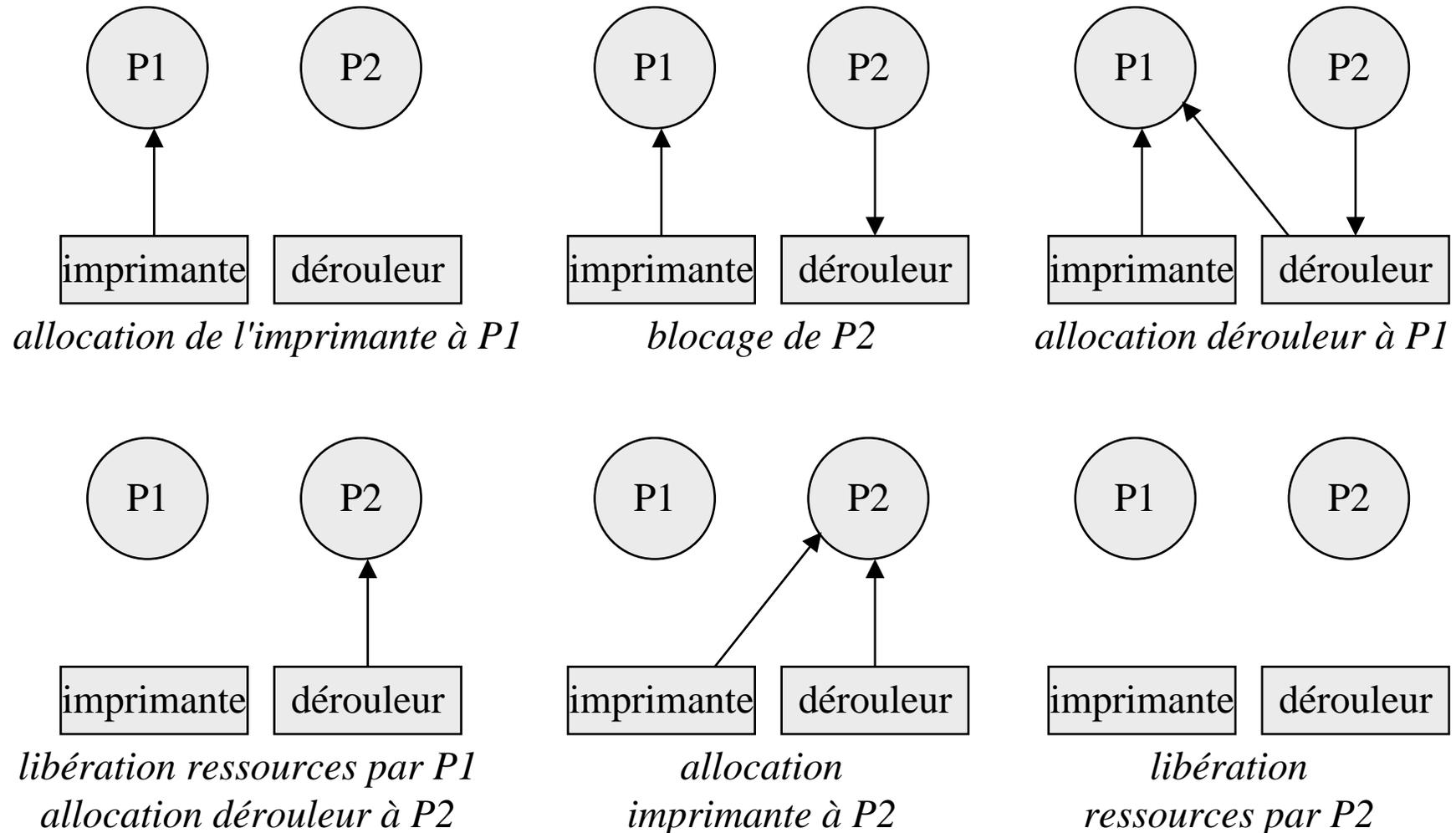
cycle = interblocage



Solutions à l'interblocage

- Politique de l'autruche \Rightarrow *ça n'arrivera pas*
si cela arrive, relancer le système! *premiers systèmes, Unix*
- Méthode de détection-guérison \leftarrow *transactionnel*
tuer un processus dans un cycle, jusqu'à suppression des cycles
- Méthode préventive \leftarrow
imposer des contraintes sur les demandes pour éviter les cycles
ordre des demandes \Rightarrow imprimante avant le dérouleur,...
- Méthode de l'évitement \leftarrow *traitement par lot*
retarder une allocation possible si elle peut conduire à terme à interblocage
nécessite de connaître à l'avance les besoins futurs des processus
- Problème difficile: solution dépend de ce que l'on veut faire

Évitement de l'interblocage



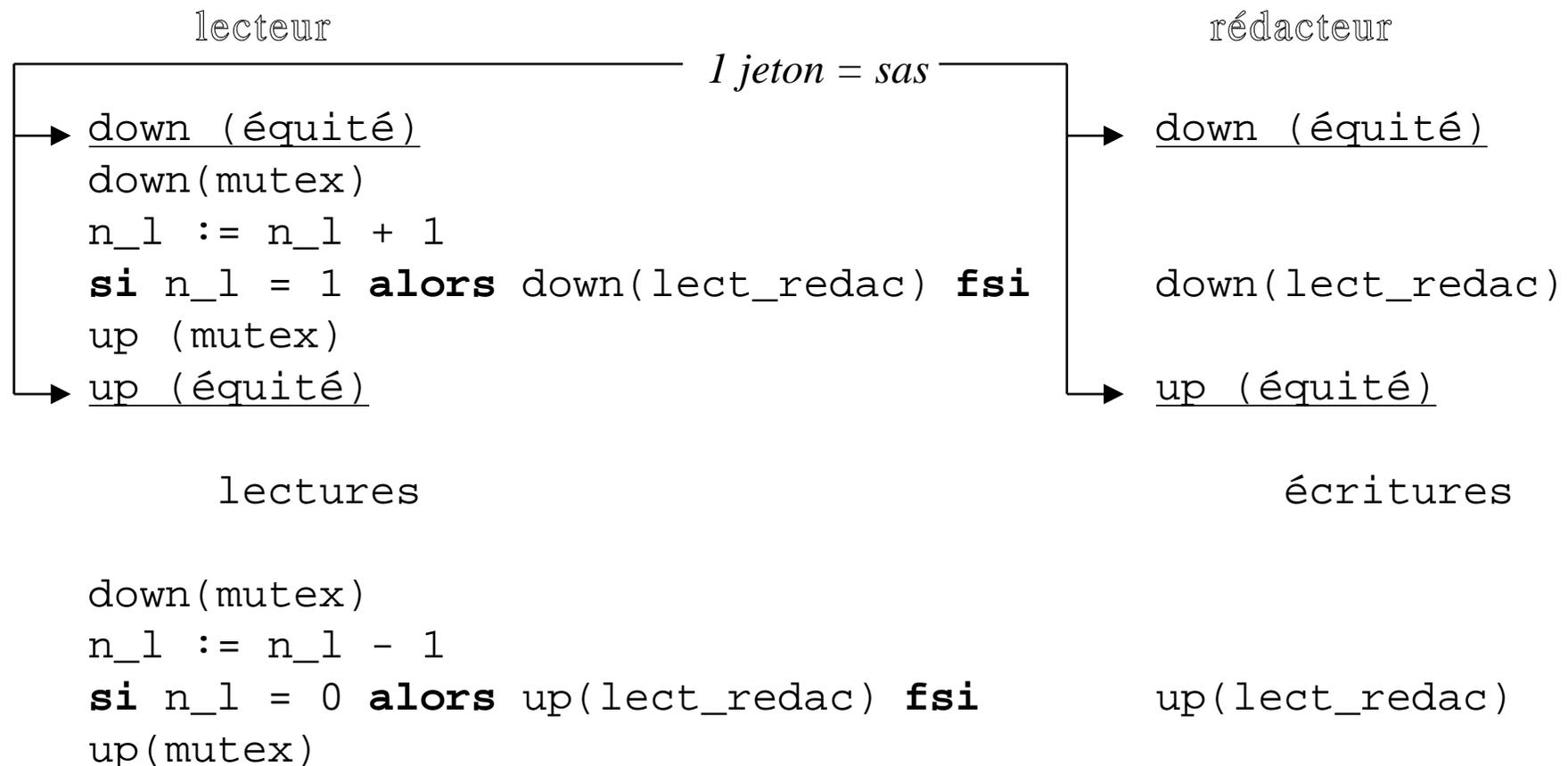
Notion de famine (1)

- Toujours un lecteur => les rédacteurs sont bloqués
- Pas interblocage: les lecteurs arrêtent => OK

lecteur	rédacteur
down(mutex) n_l := n_l + 1 si n_l = 1 alors down(lect_redac) fsi up(mutex)	down(lect_redac)
lectures	écritures
down(mutex) n_l := n_l - 1 si n_l = 0 alors up(lect_redac) fsi up(mutex)	up(lect_redac)

Notion de famine (2)

- Conséquence de la politique d'allocation => la changer



Conclusions

- **Sémaphores**
 - distributeur de jetons non renouvelables et rendu après utilisation
 - primitives demande / restitution, blocage si aucun disponible
 - verrou = sémaphore avec 1 jeton
- Mécanismes plus élaborés avec sémaphores => règle du jeu
- Schéma producteur-consommateur pour la communication
 - tubes Unix, boîtes aux lettres
- Blocage des processus influe sur les temps de réponse
- Interblocage (attente mutuelle) => tuer un processus
- Famine (attente infinie par coalition)
 - changer le comportement des processus, ou changer la politique