Algorithmes classiques : élection, terminaison

Election

- Principe :

  Choisir un et un seul leader parmi un ensemble de processus et le faire connaître de tous.

- Hypothèses :

  L'élection peut être déclenchée par un processus arbitraire ou éventuellement par plusieurs processus.

  Leader : le processus qui a le plus grand numéro.

Propriété de l'élection

- Propriétés :
  - Sûreté (safety) : un seul processus doit être élu
  - Vicacité (liveness) : un prcessus doit être élu en un temps fini.
- Utilisation :
  - Régénération d'un jeton perdu : un jeton et un seul doit être recrée.
  - Dans les algorithmes de type "maître-esclave" : élire un nouveau maître en cas de défaillance du maître.

Plus précisément

- Election
  - Algorithme le plus simple
  - Election sur un anneau

Algorithme Brute de Force

Hypothèses :

- Il y a aucune perte de messages
- Il y a une borne connue sur le temps de communications.

Principe :

- Les demandes d'élection sont diffusées par inondation.
- Un processus répond à ceux de numéro inférieur au sien.
- Un processus qui ne reçoit aucune réponse constate qu'il est élu.

Complexité : $O(n^2)$ messages au pire des cas.

Plus précisément

Election

- Algorithme le plus simple
- Election sur un anneau

Algorithme sur un anneau

Principe :

- plusieurs sites peuvent démarrer le processus d'élection
- Chaque site qui commence une election envoie un jeton en précisant sa valeur
- Lors qu'un site reçoit un jeton de valeur inférieure, il le supprime

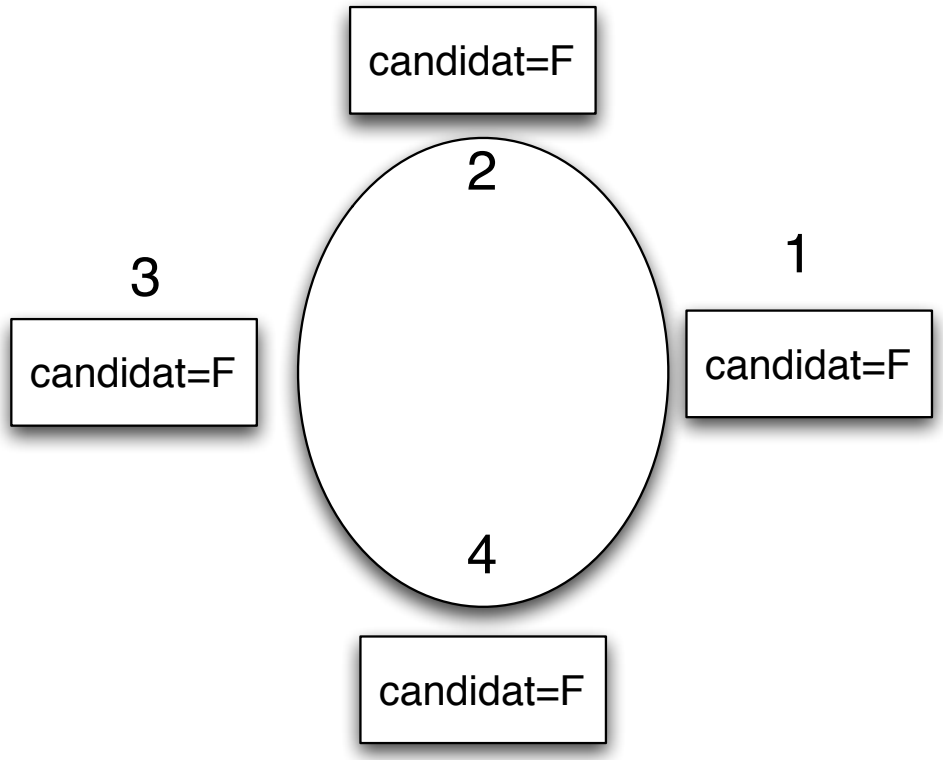
Plus formellement : programme sur le site i

Initialisation de l'élection :

1. $candidat_i \leftarrow vrai$;
2. envoyer <ELECTION,i> au $suivant_i$

Réception de $< ELECTION, \ell > \rightarrow$

1. si $\ell = i$ alors i est le leader + il diffuse le résultat de l'élection
2. si $\ell > i$ alors envoyer <ELECTION,ℓ> au $suivant_i$
3. si $(\ell < i) \wedge (candidat_i \leftarrow faux)$ alors initialiser une élection.



Complexité : $O(n^2)$ messages au pire des cas.

Contexte

Le modèle de calcul réparti est composé

- d'un ensemble de processus communiquant par messages.

  état actif ou état passif

- d'un programme pour chaque processus

  tant que (true) faire

  0.1 Attendre un message (état passif)

  0.2 Exécuter un calcul local suite à la réception d'un message

  0.3 Lors ce calcul, il peut avoir l'envoi de messages ou la terminaison pour le processus de ce calcul.

Terminaison

- Principe :

  Vérifier que le calcul est fini.

- C'est-à-dire :
  - Tous les processus sont dans l'état passif
  - Aucun message est en transit.

Plus précisément

Terminaison

- Terminaison sur un anneau
- Terminaison sur un graphe quelconque

Algorithme du gardien

- Principe :
  1. Parcourir l'anneau dans le sens de communication

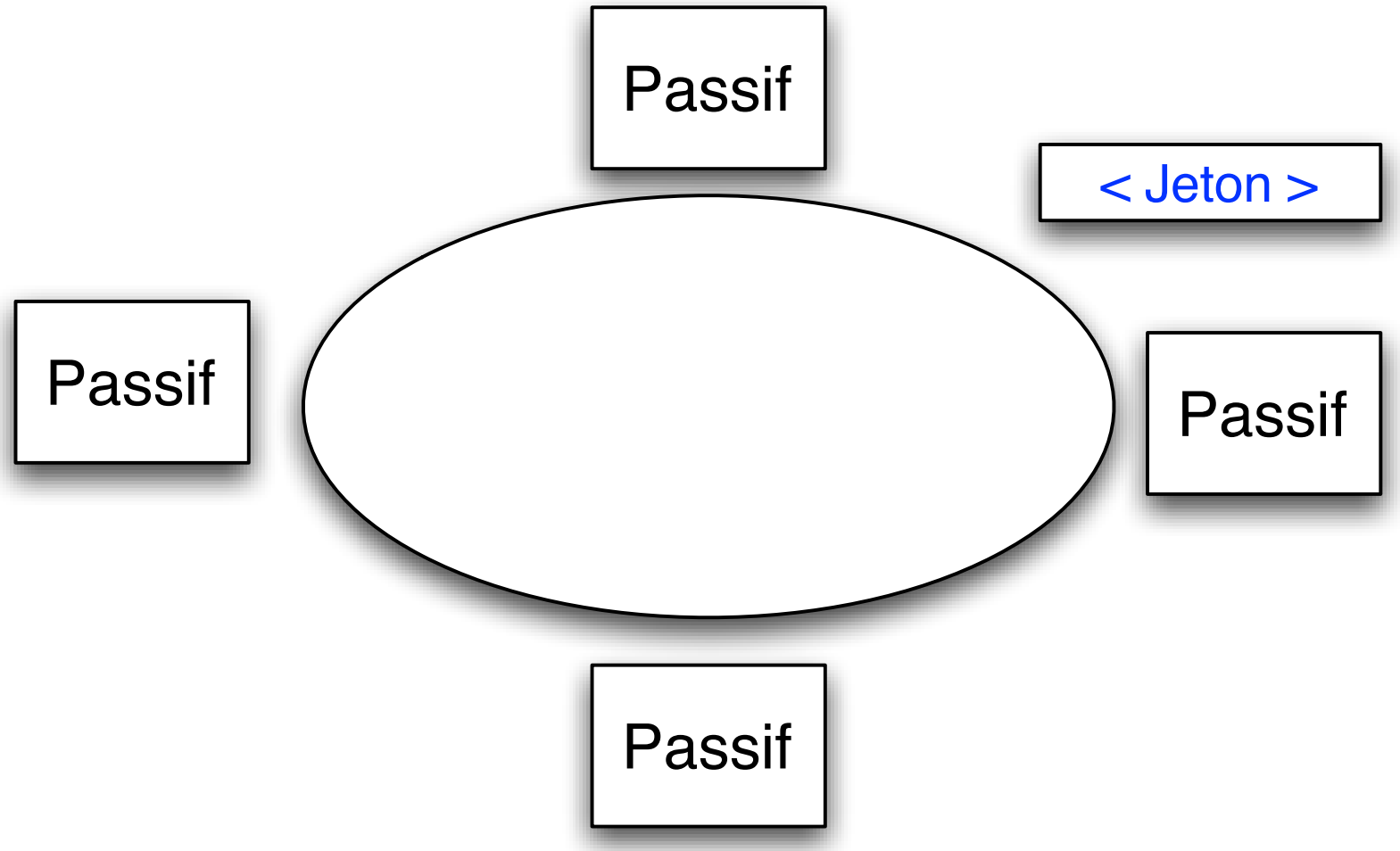
     Mécanisme de jeton.

  2. Vérifier que tous les sites sont dans l'état passif.

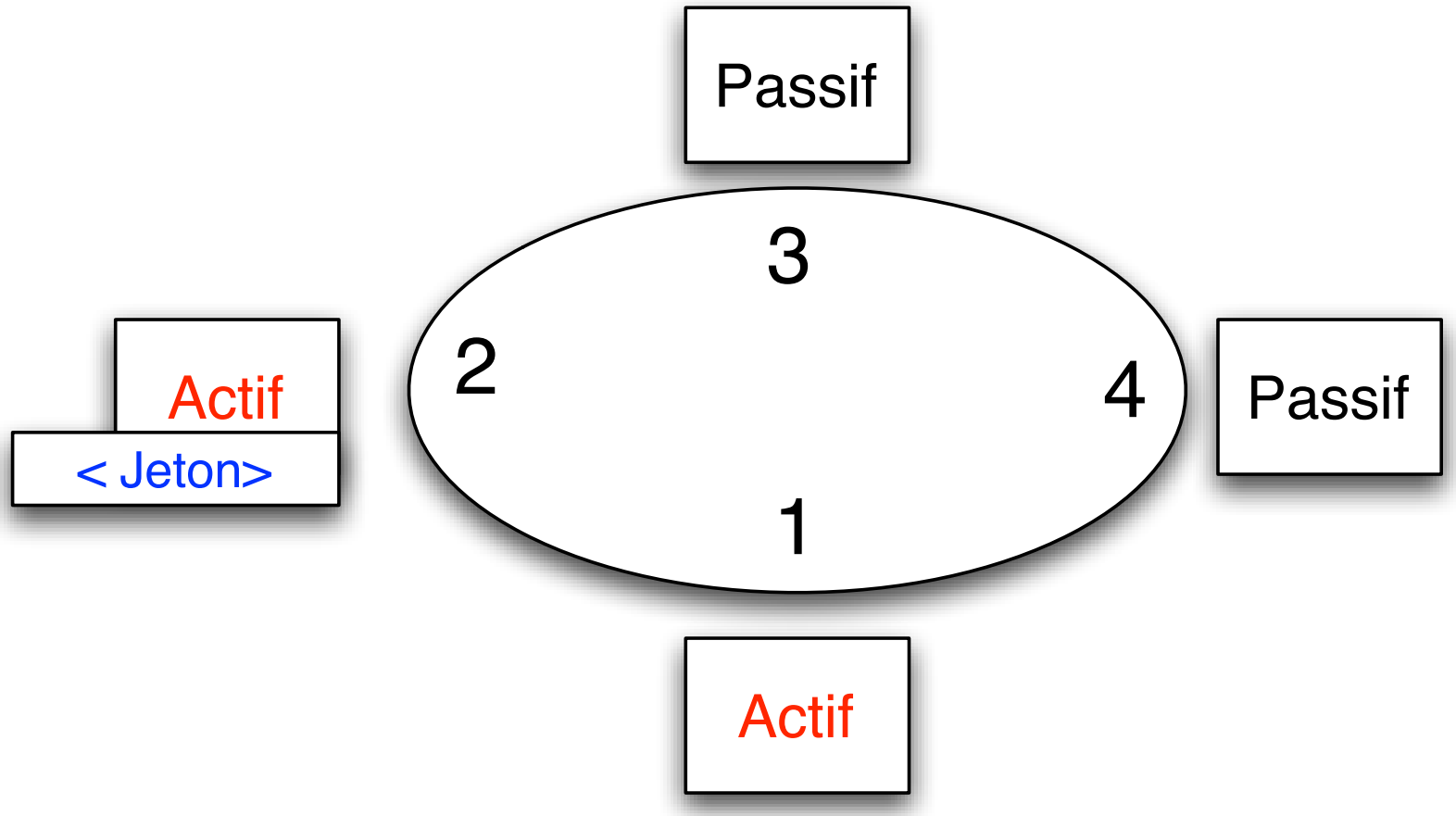
     Le jeton possède une valeur qui compte les sites non-actifs.

- Hypothèse : les sites connaissent le nombre total de sites.

Illustration



Difficulté : comment savoir qu'un message transit



Algorithme du gardien

Difficulté : comment savoir qu'un message est en transit

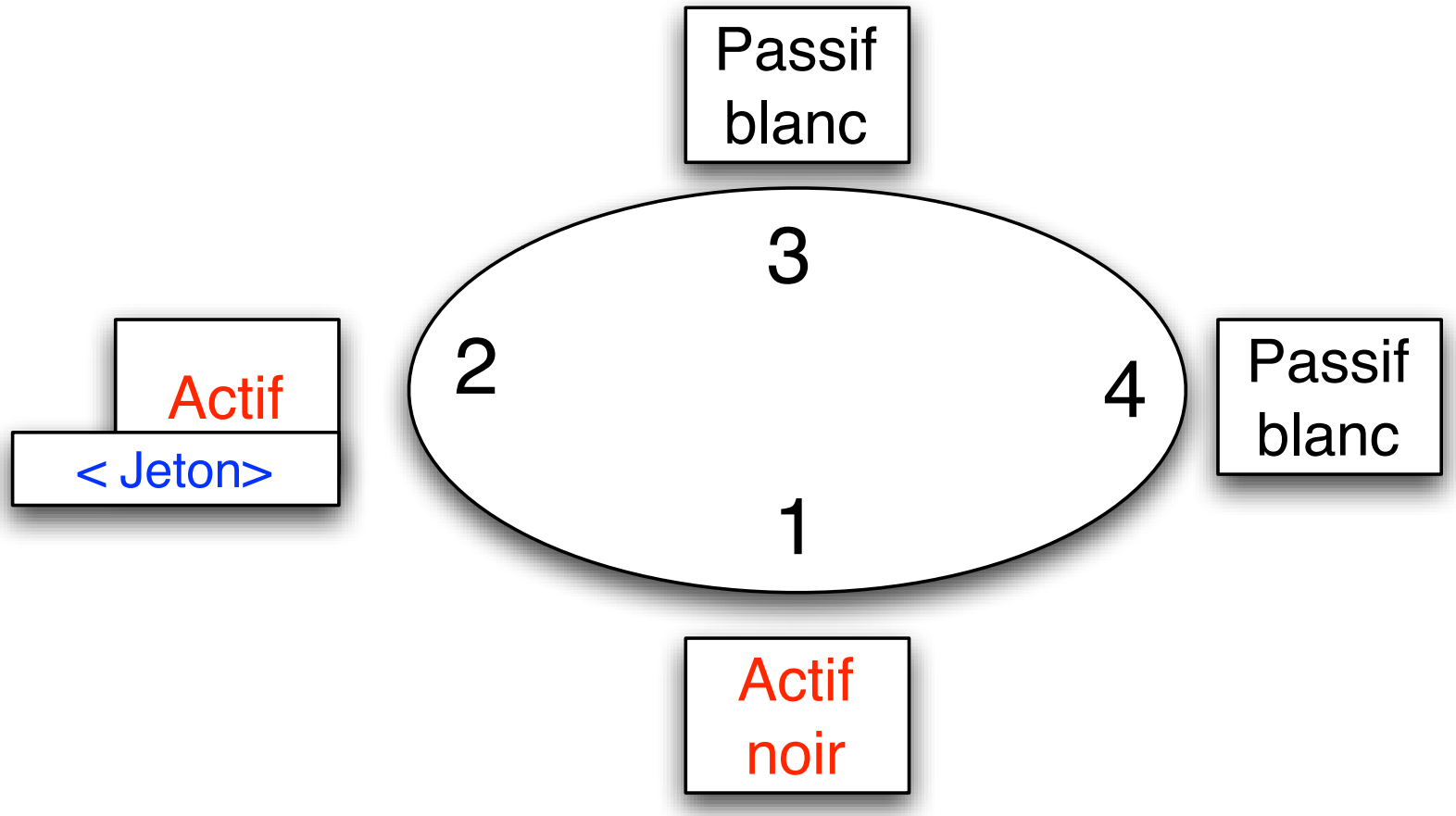
Principe :

Marqueur qui indique si un site a été actif depuis le dernier passage du jeton.

si le site i a été actif depuis le dernier passage du jeton,
alors $couleur_i = noir$
sinon $couleur_i = blanche$

Cette technique permet de savoir si potentiellement un message est en transit.

Exemple



Plus formellement : programme sur le site i

Messages de l'application

Attente d'un message ou fin :

1. $etat_i \leftarrow passif$;

Lors de l'envoi d'une tâche :

1. $etat_i \leftarrow actif$;
2. $couleur_i \leftarrow noir$;

Réception d'une tâche ou initialisation :

1. $etat_i \leftarrow actif$;
2. $couleur_i \leftarrow noir$;
3. Faire le calcul

Circulation du jeton

$(jeton\_present_i = vrai) \wedge (etat_i = passif) \rightarrow$

1. Si $(couleur_i == blanc)$ alors
   envoyer $< JETON, nb_i + 1 >$ au $suivant_i$
2. sinon envoyer <JETON,1> au $suivant_i$
3. $jeton\_present_i \leftarrow faux$;
4. $couleur_i = blanc$;

Réception de $< JETON, num >$

1. $jeton\_present_i \leftarrow vrai$;
2. $nb_i = num$
3. Si $(nb_i == n) \wedge (couleur_i = blanc)$
   alors terminaison détectée

Plus précisément

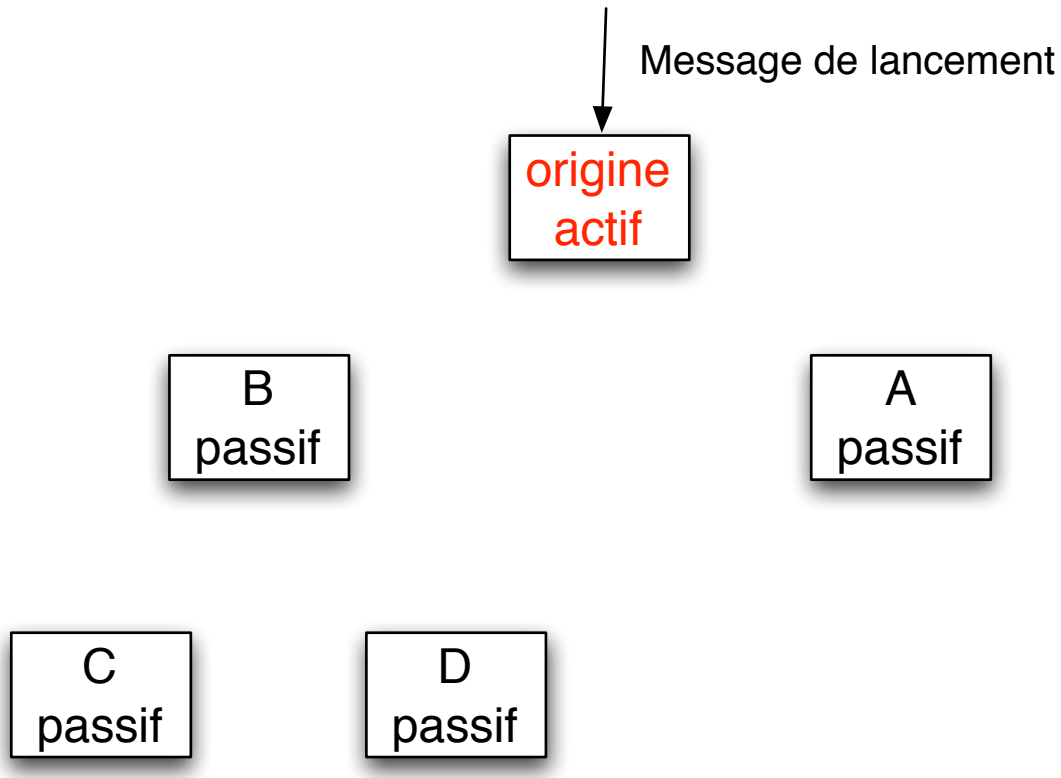
Terminaison

- Terminaison sur un anneau
- Terminaison sur un graphe quelconque

Technique de vagues (Dijkstra-Scholten)

Principe

- le calcul est lancé à partir d'un nœud (origine)
- A partir de ce nœud, est construit un arbre couvrant en fonction du travail.



Plus formellement : programme sur le site i

Réception d'un mes. de lancement $\rightarrow$

1. $etat_i \leftarrow actif$;
2. $pere_i \leftarrow i$;
3. lancer le calcul

Lors de l'envoi d'un travail à ℓ

1. $nb\_fils_i = nb\_fils_i + 1$;
2. envoyer $< TRAVAIL, * >$ à ℓ

$(etat_i = passif) \wedge (nb\_fils_i = 0) \rightarrow$

1. Si $(pere_i == i)$ alors

   terminaison détectée

2. sinon

   envoyer à $pere_i$ le message $< Pas - ton - fils >$

fin des calculs $\rightarrow$

1. $etat_i \leftarrow passif$;

Réception d'un message <TRAVAIL,*> venant ℓ

1. Si $(etat_i = passif)$ alors

   $etat_i \leftarrow actif$;

   1.1 $pere_i \leftarrow \ell$;

2. sinon envoyer $< Pas - ton - fils >$ à ℓ
3. lancer le calcul

Lors de la réception de $< Pas - ton - fils >$

1. $nb\_fils_i = nb\_fils_i - 1$;