Plan

- Introduction aux algorithmes distribués
- Algorithme de Naimi-Trehel
- Extensions tolérantes aux pannes
- Implémentation & démonstration
- Conclusion

INTRODUCTION AUX ALGORITHMES DISTRIBUÉS

Types d'algorithmes

- Élection
- Exclusion mutuelle
- Terminaison

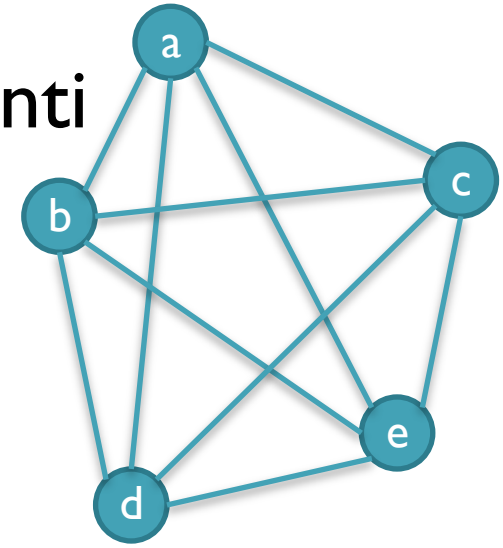
Critères d'efficacité

- Vivacité
- Sureté
- Respect de l'ordre des demandes
- Tolérence aux pannes
- Complexité
  - Nombre de messages
  - Temps d'exécution

ALGORITHME DE NAIMI-TREHEL [1]

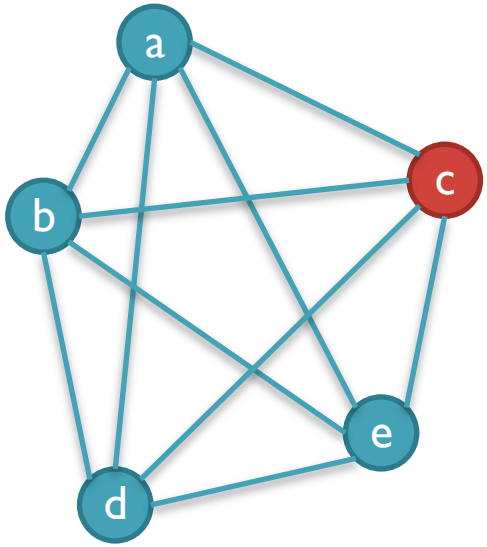
Modèle du réseau

- réseau distribué
- graphe complet à n nœuds
- canaux de communication fiables
- ordre des messages non garanti
- réseau synchrone
- temps de transmission borné

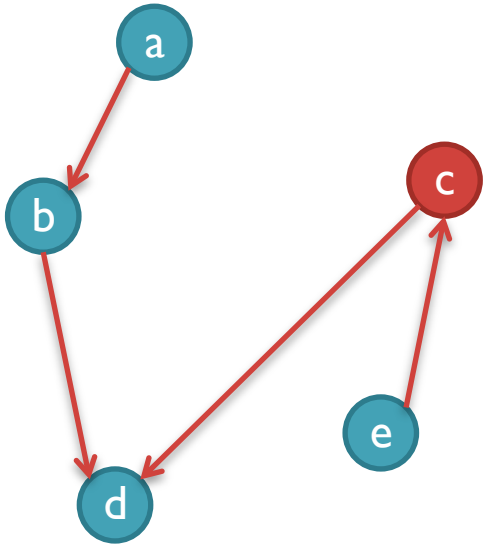


Structures de données

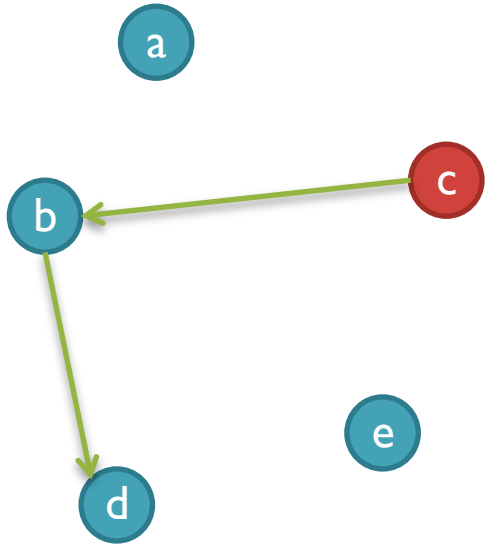
réseau physique



arbre logique

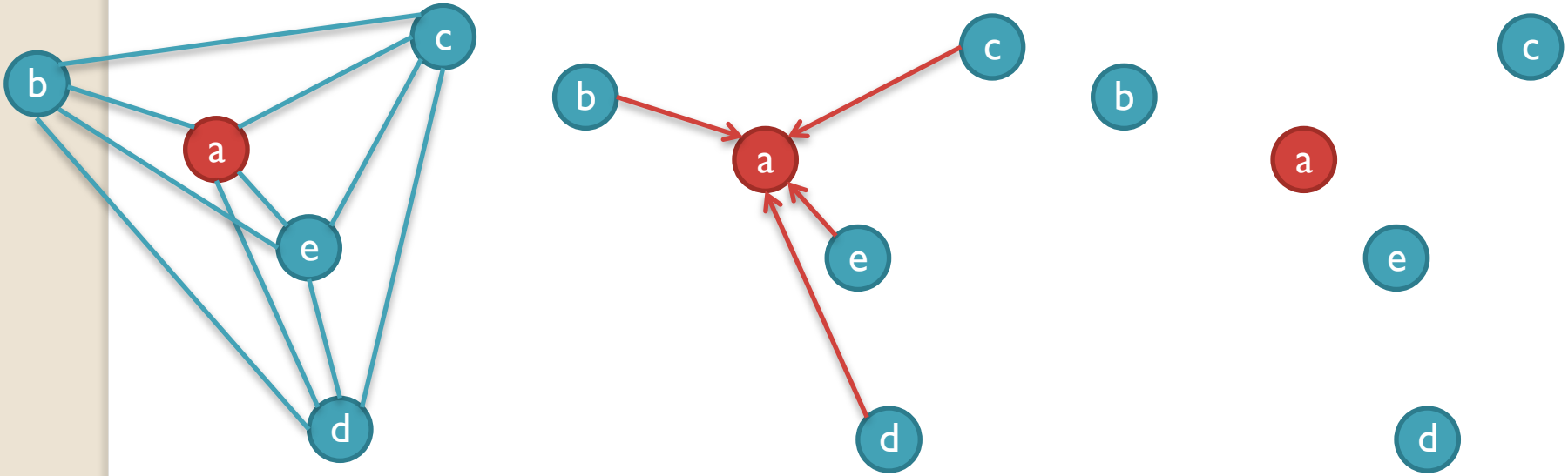


file d'attente



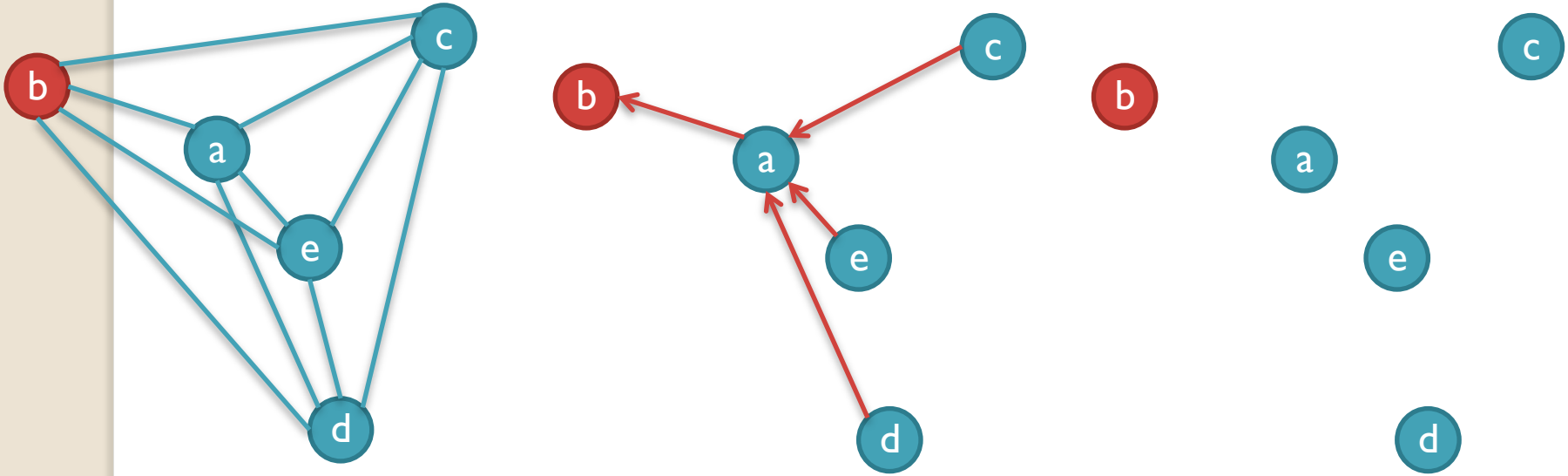
Exemple

- Étape initiale : *a* possède le jeton



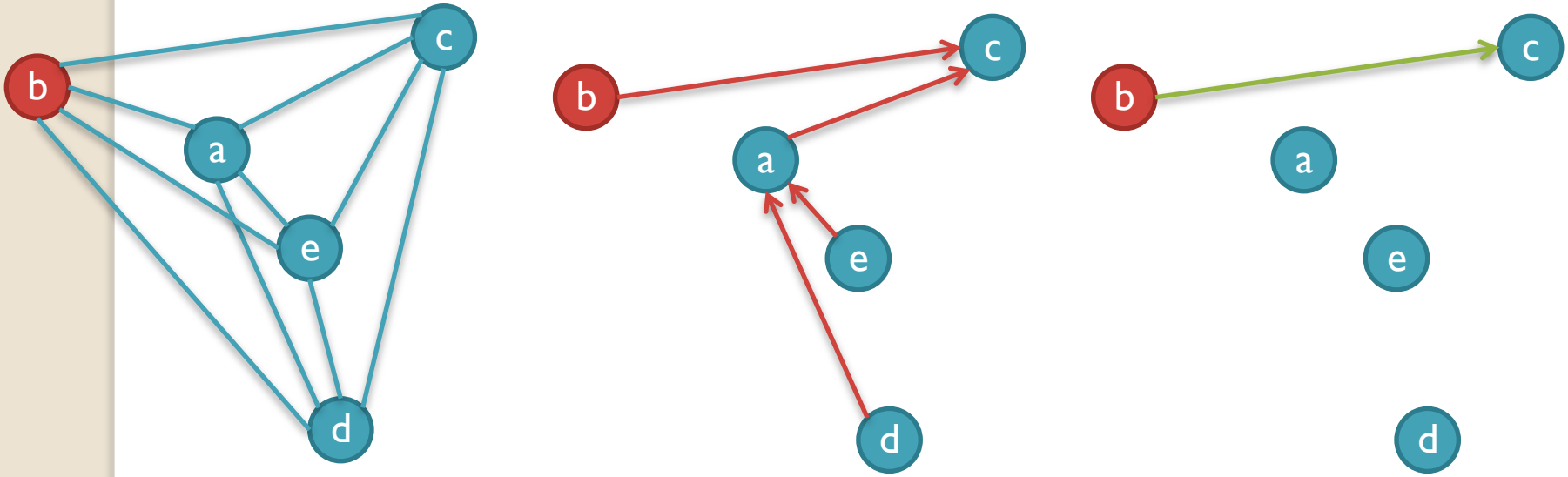
Exemple

- *b* fait une demande de section critique



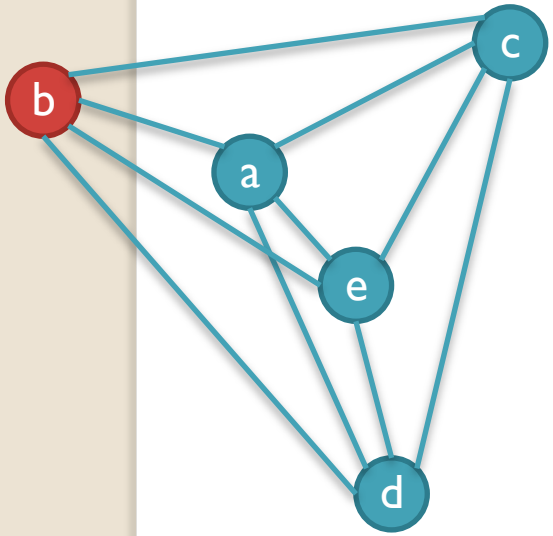
Exemple

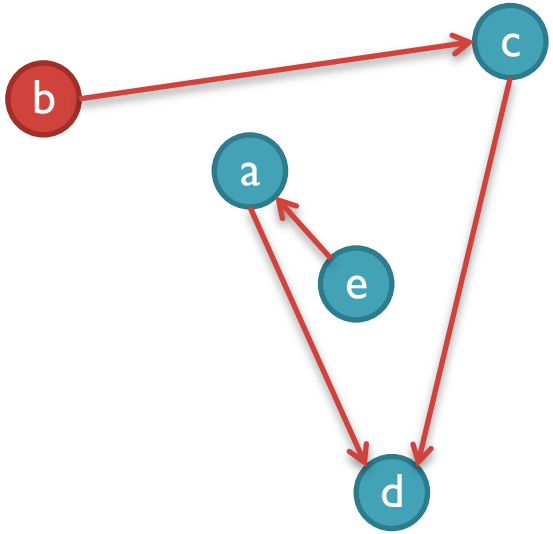
- *c* fait une demande de section critique

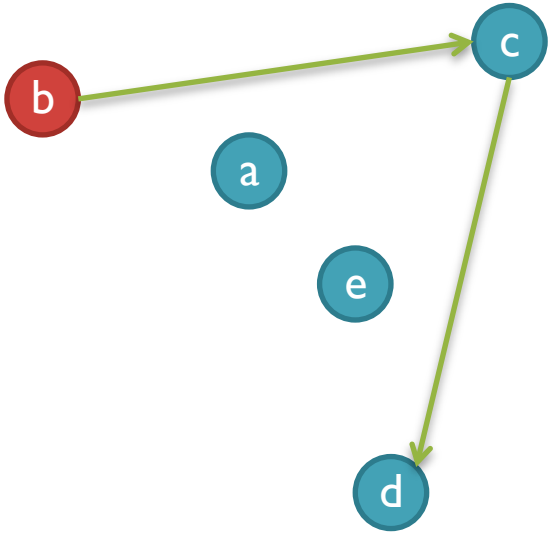


Exemple

- *d* fait une demande de section critique

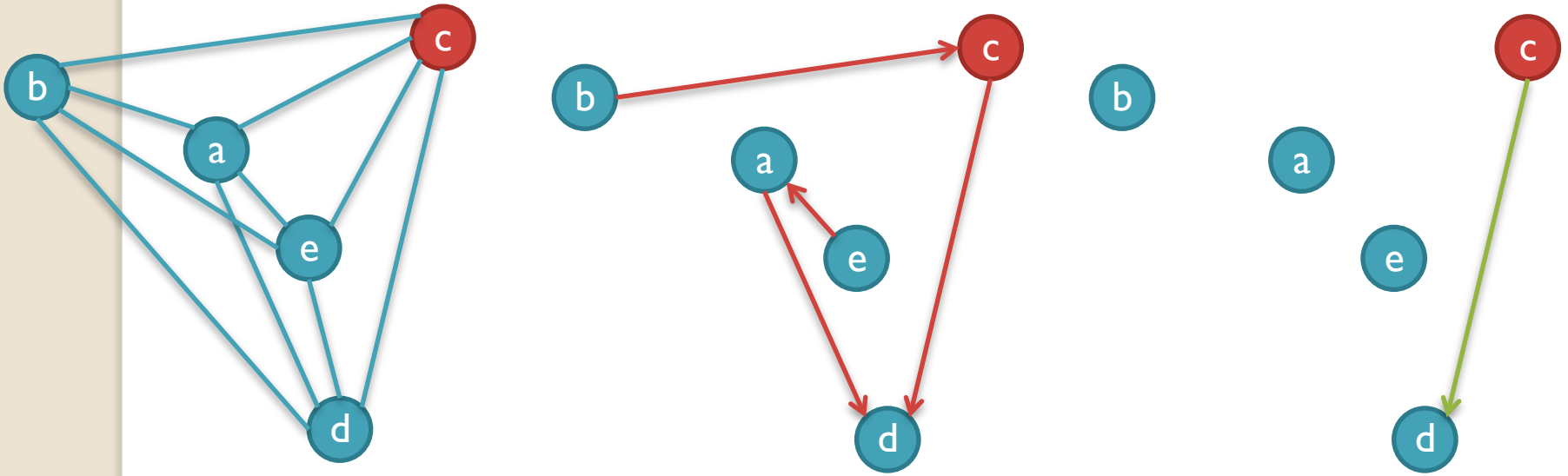






Exemple

- *b* relâche la section critique et envoie le jeton à *c*



Sureté

- au plus un processus en SC simultanément
- garantie par le jeton
  - unicité initiale
  - un site qui envoie le jeton le perd pour lui-même

Vivacité

- une demande abouti en temps fini
- garantie par les structures de données
  - demande retransmise dans l'arbre
  - ajout dans la file
  - exécution de la SC en temps fini : demande aboutie

Complexité

- nombre de messages pour que la demande atteigne la racine de l'arbre : M_n
- $M_n \cong H_{n-1} \cong \log(n-1) + 0.577$
- Nombre moyen de messages : $O(\log(n))$
- Temps : $(N - 1) \times (T_{msg}/T_{cs})$

EXTENSIONS TOLÉRANTES AUX PANNES

Extension de Naimi-Trehel [2]

- Détection de panne : demande de SC avec timer
- Vérification et recherche du jeton
- Élection
- Construction de l'arbre et de la file

Efficacité

- Complexité
  - 4 diffusions
- Connaissance requise
  - temps d'exécution de la SC

Extension de Sopena [3]

- Accusé de réception à chaque demande
- Conservation de la position dans la file
- Conservation des *k* prédécesseurs
- Vérification périodique du prédécesseur

Algorithme

- Détection de panne
  - vérification régulière
  - accusé de réception non reçu
- Mécanismes
  - M1 : AR reçu et < k pannes consécutives
  - M2 : AR reçu et > k pannes consécutives
  - M3 : AR non reçu

Mécanisme M1

- Panne du prédécesseur
- Envoi de ARE_YOU_ALIVE aux préd.
- Réception de I_AM_ALIVE depuis *j*
- *j* devient le nouveau prédécesseur

Mécanisme M2

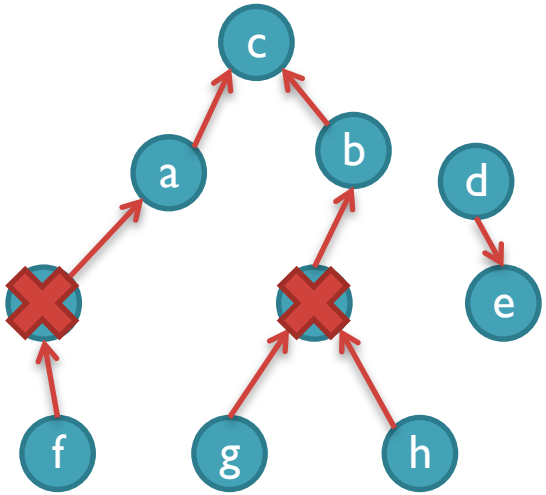
- Panne du prédécesseur
- Envoi de ARE_YOU_ALIVE aux préd.
- Pas de réponse
- Diffusion de SEARCH_PREV
  - réponse : envoi de CONNECTION
  - pas de réponse : regénération du jeton

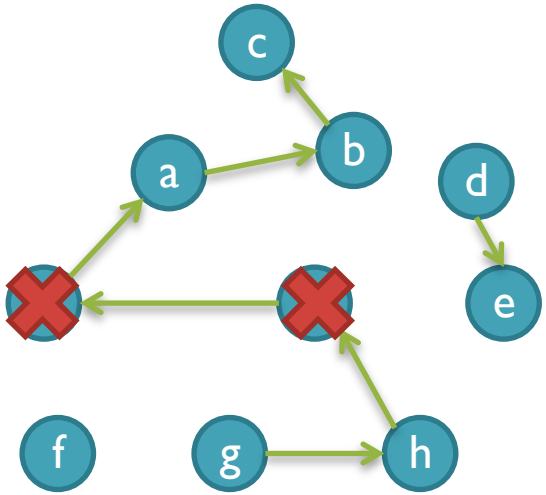
Mécanisme M3

- Message de COMMIT non reçu
- Détection de la panne
  - a) par un seul site
    - diffusion de SEARCH_QUEUE
    - réponse par ACK_SEARCH_QUEUE par *j*
    - re-connection à *j*
  - b) par plusieurs sites
    - élection puis a)
- Reconstruction de l'arbre

Exemple

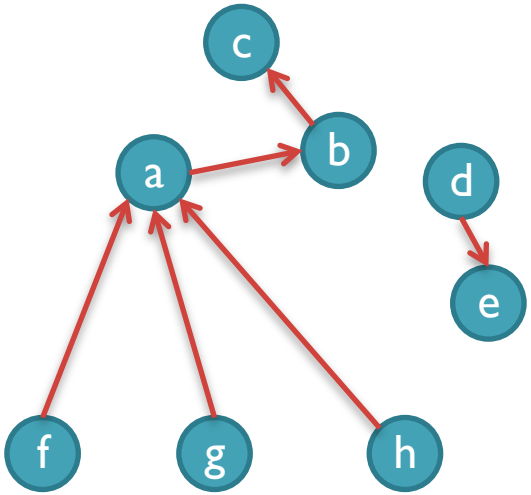
- Situation initiale : deux sites en panne

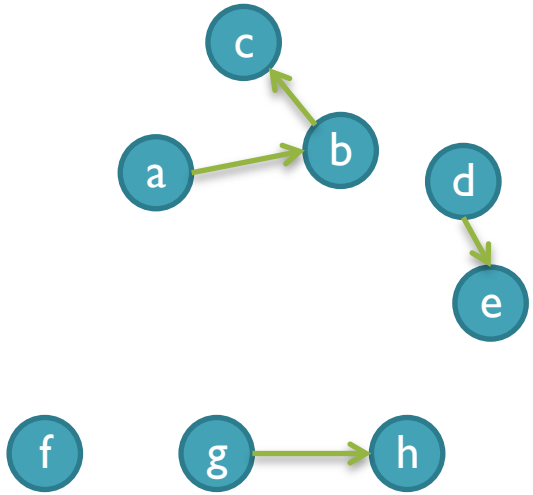




Exemple

- *a* et *d* détectent une panne simultanément
- ils diffusent SEARCH_QUEUE

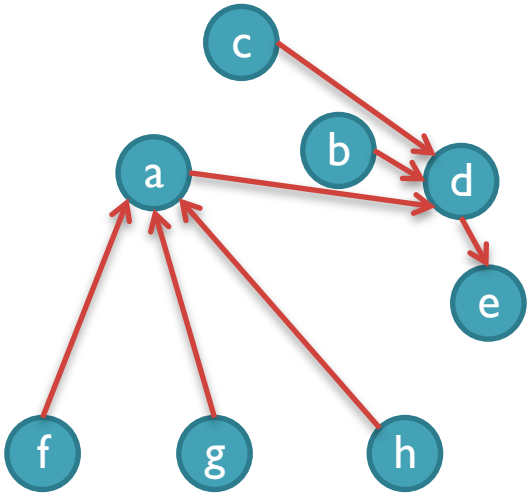


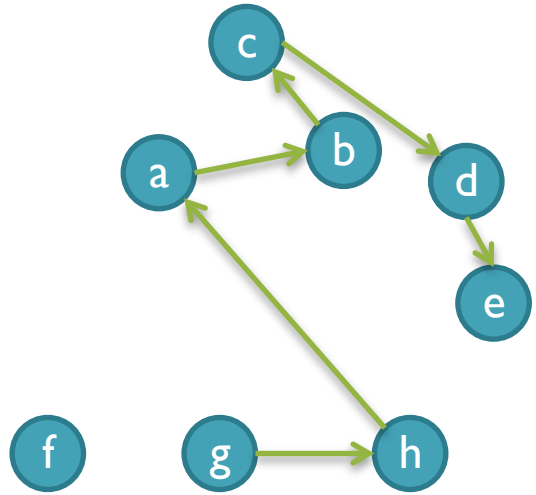


- *a* est élu

Exemple

- *a* reçoit ACK_SEARCH_QUEUE depuis *h*
- *a* envoie CONNECTION à *h*





- *d* demande la section critique à *a*

Propriétés

- Vivacité
  - garantie par la restauration de la file
- Sureté
  - garantie par l'unicité du jeton
- Ordre des messages
  - garantie par la restauration de la file

Complexité

- Nombre de messages
  - un accusé par demande de SC
  - diffusion de SEARCH_PREV en cas de panne
  - renvoie des requêtes perdues
- Temps
  - $((N - 1) + 1) \times T_{msg}$

IMPLÉMENTATION

Stratégie & mise en œuvre

- Proche des conditions réelles
- Langage C
- Bibliothèque standard pour le réseau
- Protocole UDP

Phase d'initialisation

- Diffusion d'un message de type HELLO
- Réception d'une réponse
  - Récupération du père dans l'arbre
- Pas de réponse
  - Génération du token

Problème rencontrés

- Difficultés de debug sur une architecture distribuée

DÉMONSTRATION

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. Naimi, M. Trehel, and A. Arnold. A log (n) distributed mutual exclusion algorithm based on path reversal. Journal of Parallel and Distributed Computing, 34(1) :1–13, 1996.
- [2] Mohamed Naimi and Michel Trehel. How to detect a failure and regenerate the token in the log (n) distributed algorithm for mutual exclusion. Distributed Algorithms, pages 155–166, 1988.
- [3] J. Sopena, L. Arantes, M. Bertier, and P. Sens. A fault-tolerant token-based mutual exclusion algorithm using a dynamic tree. Euro-Par 2005 Parallel Processing, pages 644–644, 2005.