

Coordination et atteinte de consensus en environnement asynchrone

Master 1 Androïde – UE FoSyMa

Avril 2019

Cédric Herpson
cedric.herpson@lip6.fr

Accord

- Accès à une ressource partagée
 - Exclusion mutuelle (section critique, Mutex/Sémaphore)
 - Projet : Environnement où évoluent les agents
- Accord sur une action à effectuer par tous ou personne
 - Transaction
 - Exam 2015 : Opération sur compte et mise à jours de la Bdd.
- Accord sur un processus jouant un rôle particulier
 - Élection de leader
- Accord sur une valeur commune
 - Majorité/Consensus
 - Projet : Valeur des trésors et stratégie commune

Accord

Dans un environnement *fiable*

Solutions algorithmiquement « simples »
Garanties en terme de sûreté et de vivacité

Dans un environnement *non fiable*

Solutions algorithmiquement « complexes »
Garanties en terme de sûreté et de vivacité parfois impossible

Transaction et validation atomique

Transaction distribuée

Soit tous les processus concernés effectuent l'action requise,
soit personne ne l'exécute.

⇒ Protocole de coordination inter-processus pour l'évaluation
de la faisabilité de la transaction

Validation atomique

- Validation à deux phases (2PC) : n'assure pas la terminaison
- Validation à trois phases (3PC) : garanti la terminaison

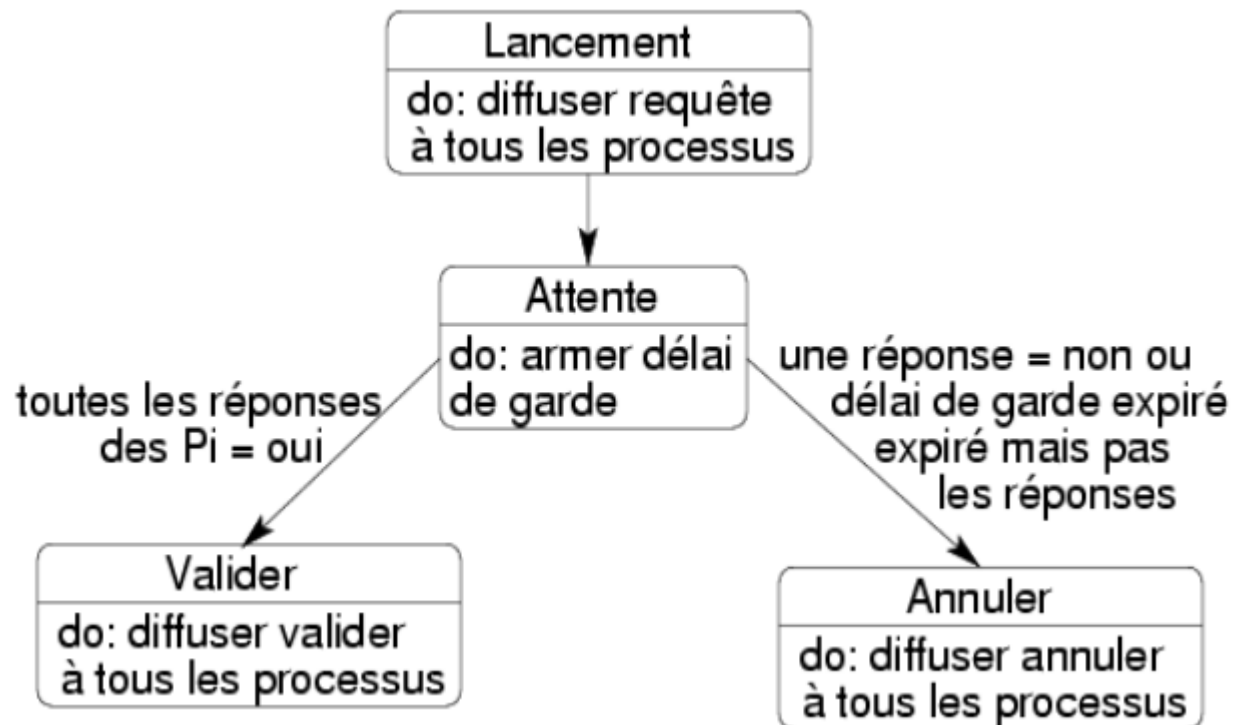
Protocole de validation atomique

- Validité
 - Si un processus a validé/annulé, tous les processus ont validé/annulé
- Accord
 - Tous les processus corrects (ou non) prendront la même décision
- Terminaison
 - Tout processus correct décide en temps fini
- Intégrité
 - Un processus décide au plus une fois

2PC

- Phase 1 : Demande de vote et réception des résultats
- Phase 2 : Diffusion de la décision (et réalisation de l'action)

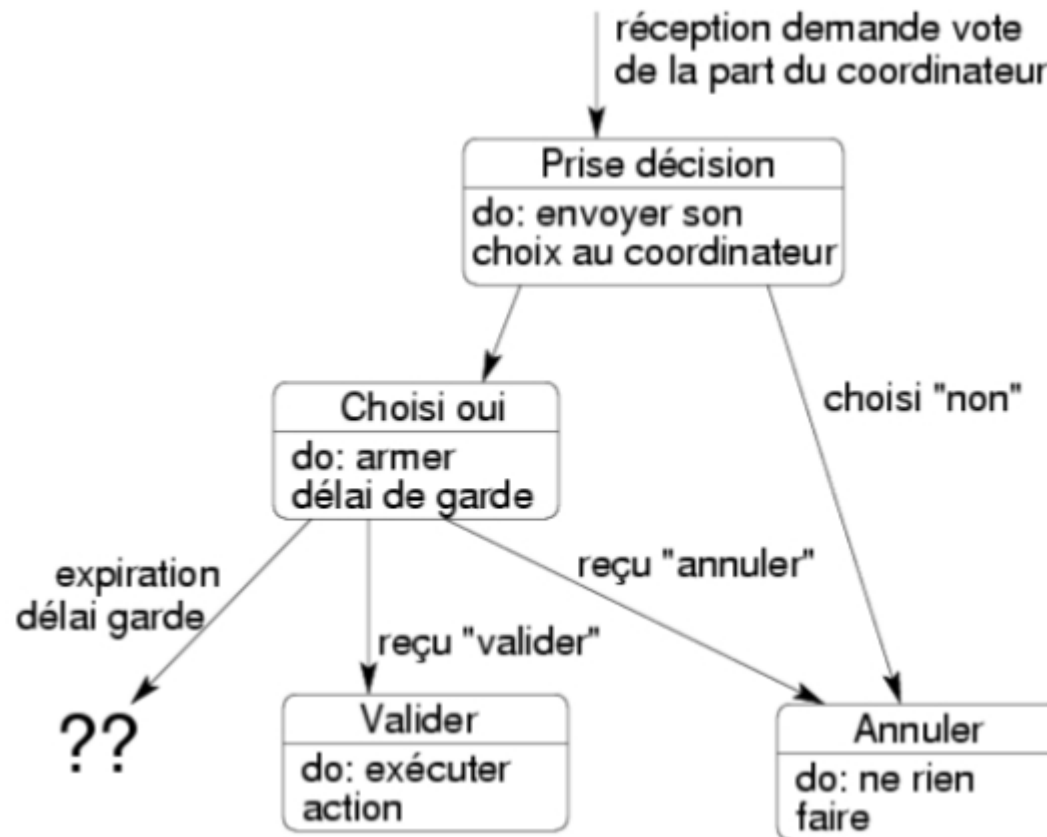
Diagramme
d'état du
coordonateur



2PC

- Phase 1 : Demande de vote et réception des résultats
- Phase 2 : Diffusion de la décision (et réalisation de l'action)

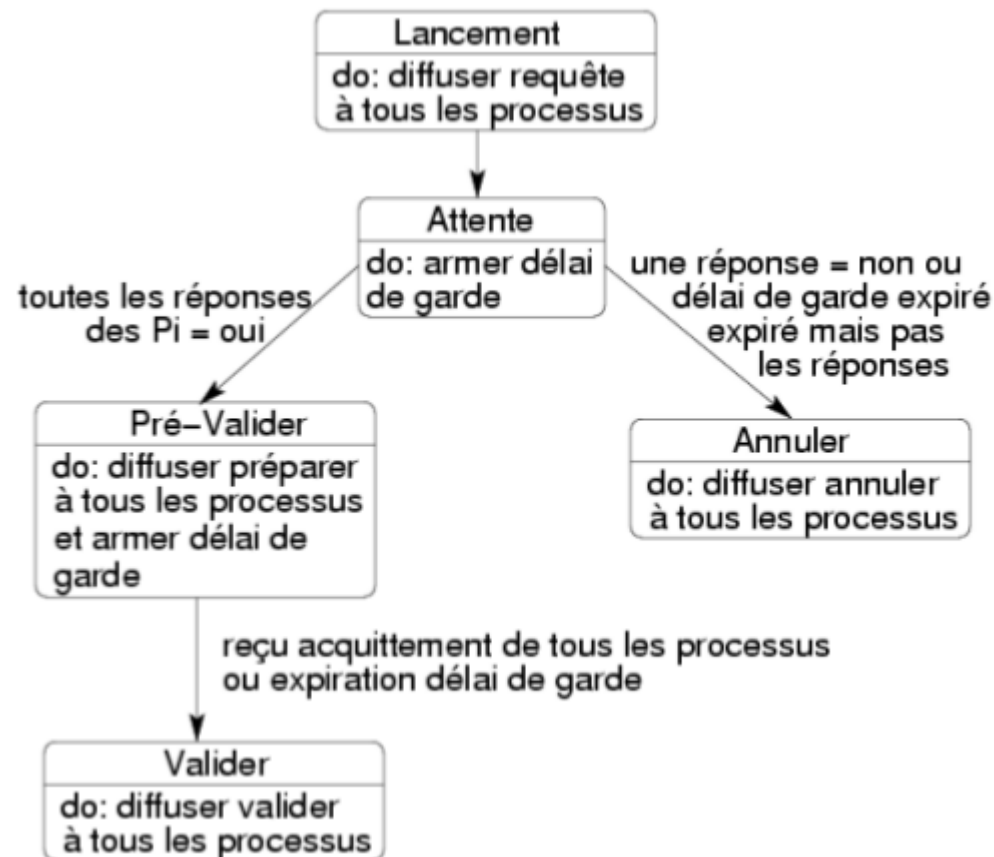
Diagramme
d'état d'un
processus



3PC

- Phase 1 : Demande de vote et réception des résultats
- Phase 2 : Diffusion de la décision et attente de l'acquittement de réception
- Phase 3 : Diffusion de la demande d'exécution (sauf annulation)

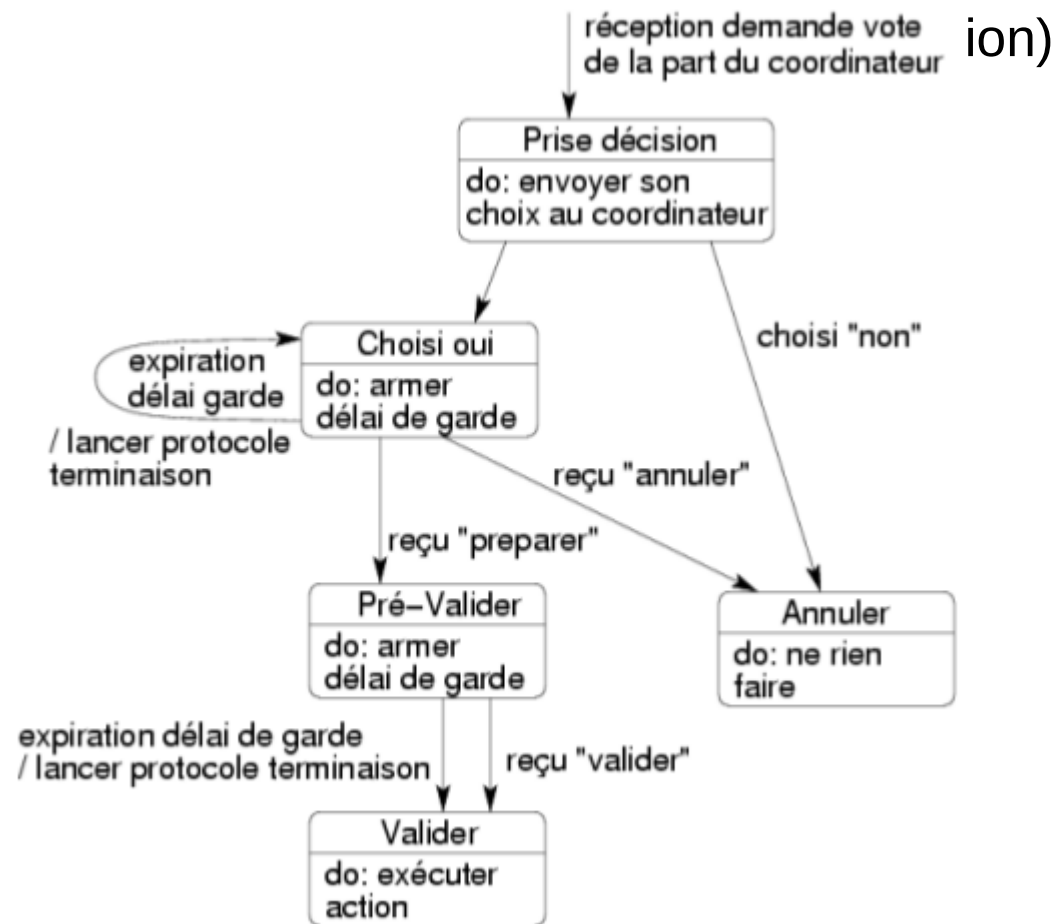
**Diagramme
d'état du
coordonateur**



3PC

- Phase 1 : Demande de vote et réception des résultats
- Phase 2 : Diffusion de la décision et attente de l'acquittement de réception
- Phase 3 : Diffusior

**Diagramme
d'état d'un
processus**



Le cas du consensus

- Validité
 - La valeur choisie par un processus est l'une des valeurs proposée
- Accord
 - La valeur décidée est la même pour tous les processus corrects
- Terminaison
 - Tout processus correct décide en un temps fini
- Intégrité
 - Un processus décide au plus une fois

Le cas du consensus

- En l'absence de fautes
 - 1) Utilisation d'un coordinateur qui centralise les propositions, décide puis diffuse la solution retenue
 - 2) Chaque processus diffuse sa valeur à tous les autres, tous les processus attendent un temps fini puis exécutent la même fonction de décision
- En présence de fautes (pannes franches)

Théorème de Fischer-Lynch-Paterson [FLP85]

En environnement asynchrone, impossibilité d'atteindre un consensus au sein d'une coalition dès lors qu'un processus est incorrect.

Le Paxos [Lamport,2001]

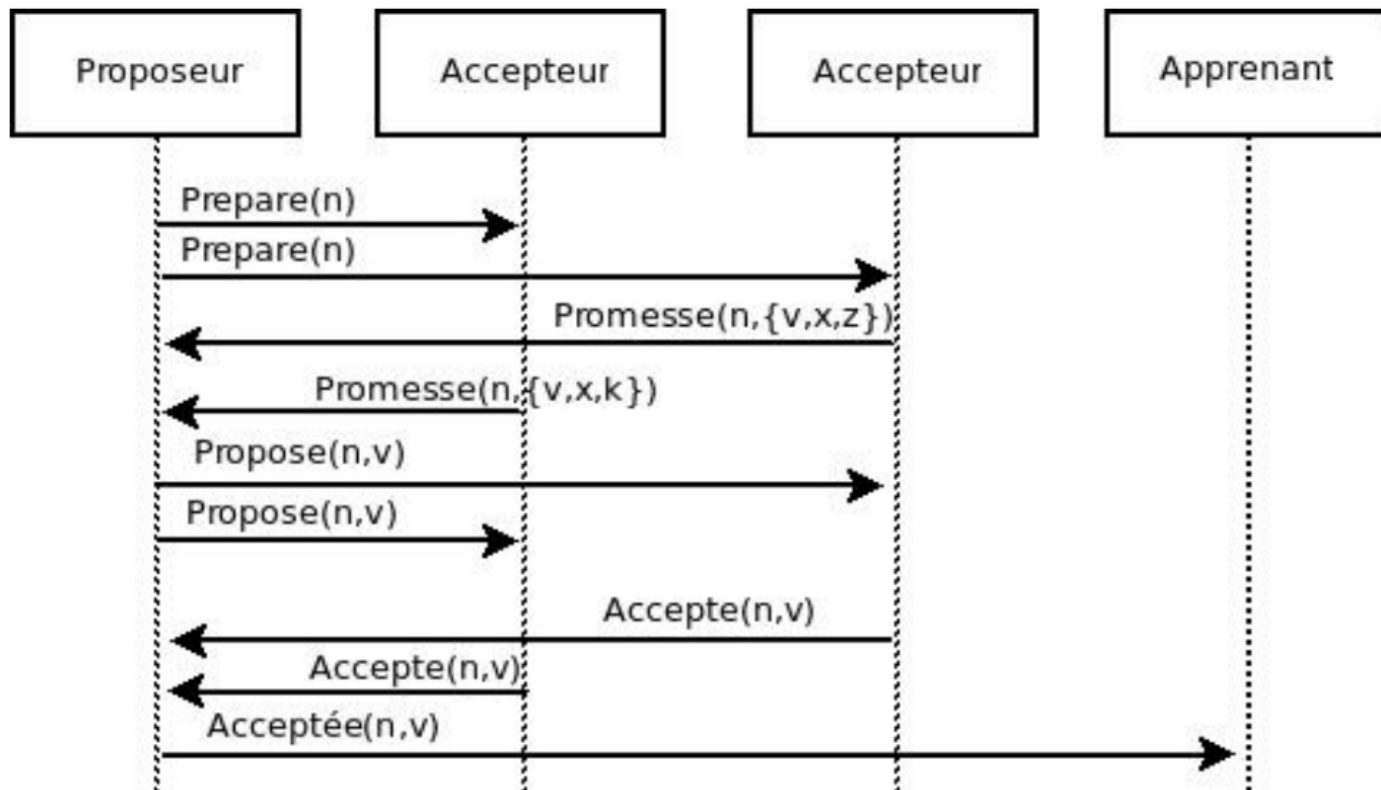
Approche « Best Effort »

Garantie qu'un consensus sera atteint **si** le système reste stable pendant un intervalle de temps suffisant.

- Protocole à deux phases (dans sa version la plus simple)
- Très faible nombre d'hypothèses
 - Résiste aux pannes franches, avec possibilité de reprise, d'un certain nombre de processus ($>N/2$), coordinateur inclus.
- Variantes supportant les pannes byzantines.

Le Paxos [Lamport,2001]

- 3 rôles : Proposeur, accepteur, apprenant
- Notion de vue pour éviter les interblocages



Phase d'initialisation

1. Un proposeur choisit un numéro de vue n strictement supérieur à ceux qu'il a déjà reçus ou utilisés^a et envoie un message de préparation contenant ce numéro à l'ensemble des accepteurs.
2. Chaque accepteur reçoit le message de préparation. Les accepteurs qui ne sont pas engagés dans une vue répondent positivement au proposeur. Si un accepteur est déjà engagé dans une vue de numéro inférieur à n , il abandonne celle-ci, s'engage à ne plus accepter de valeurs dont le numéro de vue est inférieur à n .

a. Différentes méthodes, généralement basées sur le nombre d'agents du système, existent pour garantir l'unicité de ce numéro de vue.

Phase de choix

1. Lorsque le proposeur (qui joue le rôle de leader pour la vue qu'il a initiée) reçoit une réponse positive à son message de préparation de l'ensemble des agents de la coalition, il envoie un message de proposition contenant le numéro de vue et la valeur proposée à l'ensemble des accepteurs.
2. Lorsque un accepteur reçoit cette valeur, il décide (ou non) de l'accepter et envoie sa réponse au proposeur. Dans le cas où il s'est entre-temps engagé dans une vue de numéro supérieur à n , il le signale au proposeur lors de l'envoi de son message de refus.
3. Le leader attend de recevoir l'ensemble des acceptations des accepteurs puis diffuse la valeur retenue aux apprenants par diffusion fiable. Si un consensus n'est pas immédiatement trouvé, la phase de choix est réitérée.