

ÉTUDE DE CAS

Objet réparti et répliqué sur 4 sites S1, S2, S3, S4

(avec même valeur initiale 100 Keuros)

méthodes : ajouter, retrancher, multiplier, lire

Application coopérative asynchrone

S1 : traitement t1 avec la copie locale; envoi M1; délai variable ; traitement t2 avec la copie locale; envoi M2;

S2 : traitement t4 avec la copie locale; envoi M4;

S3 : traitement t3 avec la copie locale; envoi M3;

t1 : ajouter 20

t2 : retrancher 10

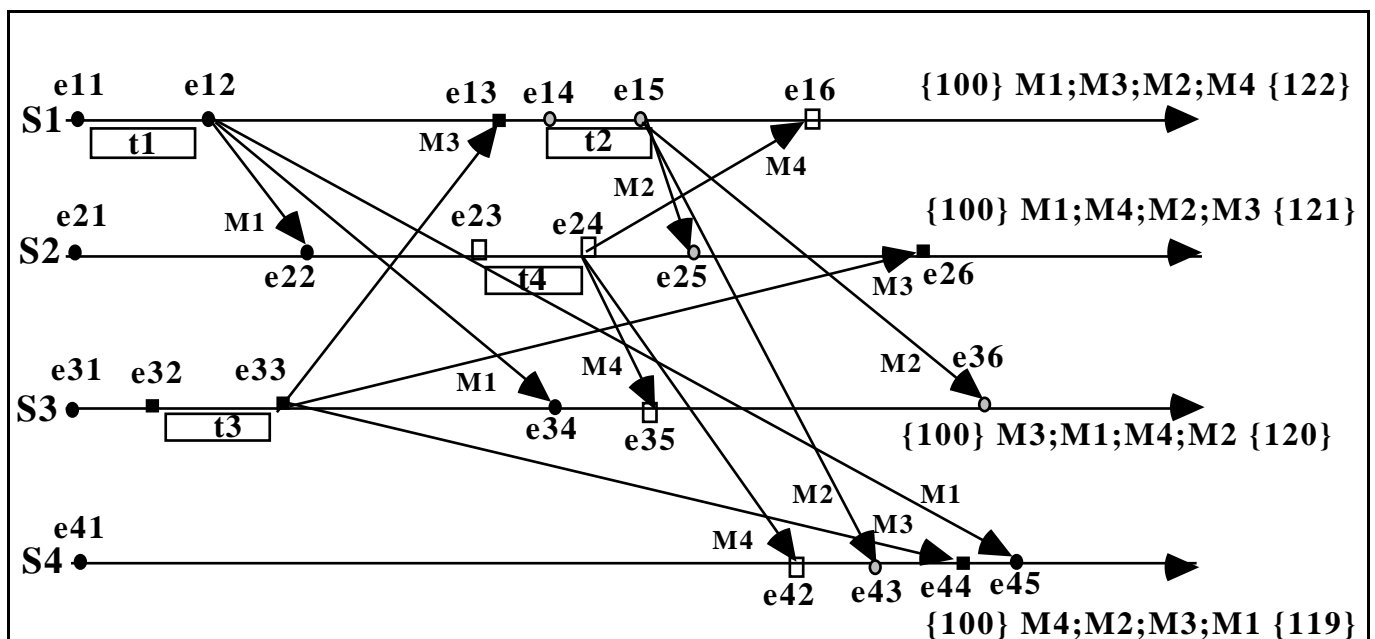
t3 : multiplier la valeur par 110%

t4 : lire et sauvegarder (ou imprimer ou visualiser) la valeur locale

M1, M2, M3, M4 : messages de mise à jour diffusés à toutes les copies.

Mi : exécuter ti sur votre copie locale

DÉSORDRE NATUREL DES COMMUNICATIONS



Les sites visualisent 122, 120, 130, 100. Belle coopération!

Les répliques de l'objet valent 122, 121, 120, 119. Belle cohérence!

ORDRE CAUSAL

$\forall S_k, M_i$ émis par S_i sur C_{ik} , M_j émis par S_j sur C_{jk} ,
 $\text{émission}_i(M_i) \rightarrow \text{émission}_j(M_j) \Rightarrow \text{délivrance}_k(M_i) \rightarrow \text{délivrance}_k(M_j)$

ORDRE LOCAL

(c'est aussi un ordre causal)

$\forall S_k, M_i$ émis par S_i sur C_{ik} , M_j émis par S_i sur C_{ik} ,
 $\text{émission}_i(M_i) \rightarrow \text{émission}_i(M_j) \Rightarrow \text{délivrance}_k(M_i) \rightarrow \text{délivrance}_k(M_j)$

ORDRE TOTAL

M_i diffusé sur S_i et émis sur C_{ik} ,
 M_j diffusé sur S_j et émis sur C_{jk} ,

\Rightarrow

$\forall S_k, \text{délivrance}_k(M_i) \rightarrow \text{délivrance}_k(M_j)$

ou exclusif

$\forall S_k, \text{délivrance}_k(M_j) \rightarrow \text{délivrance}_k(M_i)$

ORDRE TOTAL CAUSAL

$\alpha)$ la précedence causale est respectée, si elle existe

$\forall S_k, M_i$ émis par S_i sur C_{ik} , M_j émis par S_j sur C_{jk} ,

$\text{émission}_i(M_i) \rightarrow \text{émission}_j(M_j) \Rightarrow \text{délivrance}_k(M_i) \rightarrow \text{délivrance}_k(M_j)$

$\beta)$ si elle n'existe pas, on a un ordre total simple

M_i diffusé sur S_i et émis sur C_{ik} ,

M_j diffusé sur S_j et émis sur C_{jk} ,

$\text{émission}_i(M_i) \parallel \text{émission}_j(M_j)$

\Rightarrow

$\forall S_k, \text{délivrance}_k(M_i) \rightarrow \text{délivrance}_k(M_j)$

ou exclusif

$\forall S_k, \text{délivrance}_k(M_j) \rightarrow \text{délivrance}_k(M_i)$

RELATIONS ENTRE ÉVÉNEMENTS DE DIFFUSION

On a 6 relations entre les événements de diffusion des 4 messages

ordre local d'émission :

émission₁(M1) → émission₁(M2)

ordre causal d'émission

émission₁(M1) → émission₂(M4)

émission₃(M3) → émission₁(M2)

émission₁(M1) || émission₃(M3)

émission₂(M4) || émission₃(M3)

émission₁(M2) || émission₂(M4)

QU'EN EST-IL AVEC CE DÉSORDRE NATUREL DES RÉCEPTIONS?

{100}M1;M3;M2;M4{122}; S1 respecte l'ordre causal et l'ordre local

{100}M1;M4;M2;M3{121}; S2 respecte l'ordre local, et pas l'ordre causal

{100}M3;M1;M4;M2{120}; S3 respecte l'ordre causal et l'ordre local

{100}M4;M2;M3;M1{119}; S4 ne respecte ni l'ordre causal ni l'ordre local

Il n'y a pas d'ordre total

D'autres variantes de réception ne sont pas meilleures :

{100}M3;M2;M1{120} respecte l'ordre causal et pas l'ordre local

{100}M2;M1;M3{121} ne respecte ni l'ordre causal ni l'ordre local

QUESTIONS :

Comment assurer le respect de l'ordre causal et de l'ordre local?

Comment obtenir un ordre total d'émission des messages?

Comment obtenir un ordre total d'émission et de délivrance des messages?

(synchronie de vue pour tous les sites)

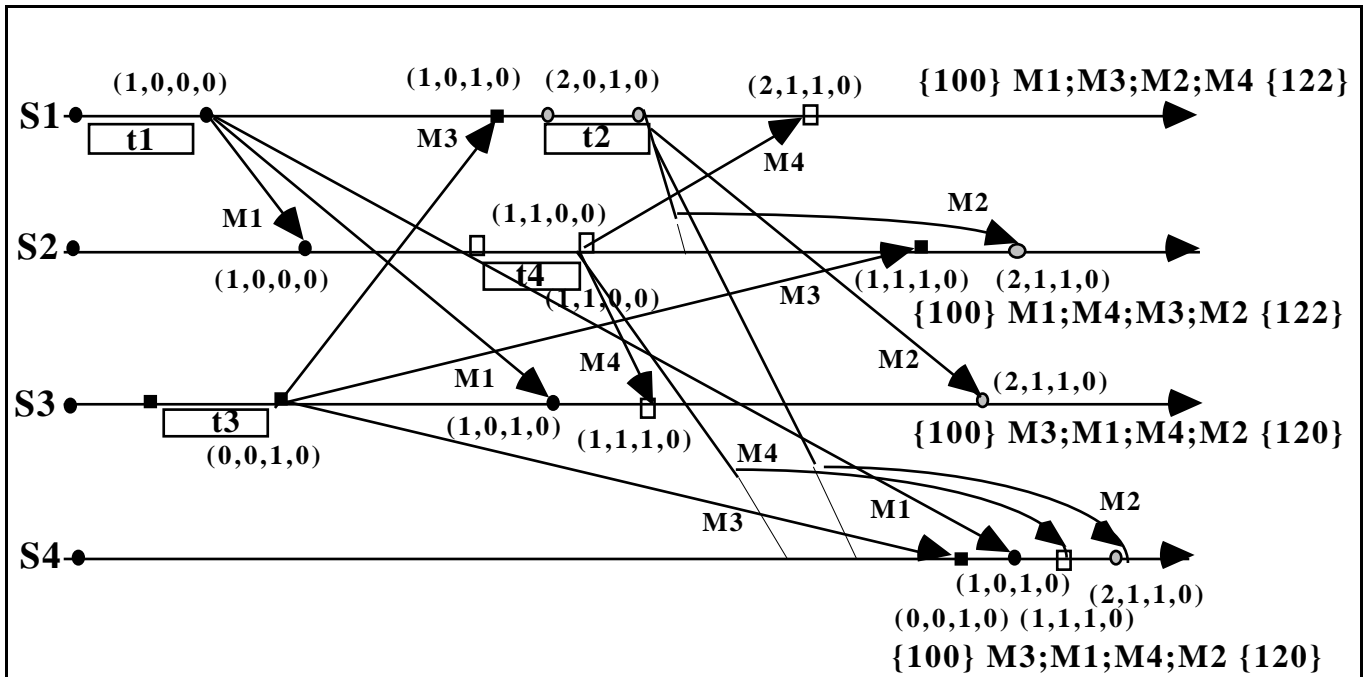
Comment obtenir une visualisation cohérente sans ordre total?

Comment prendre un ensemble cohérent de points de reprise

Comment installer la tolérance à une panne franche d'un processeur

RESPECT DE L'ORDRE CAUSAL

**Comment assurer le respect de l'ordre causal et de l'ordre local?
utilisation des horloges vectorielles**



Les sites visualisent 120, 122 ou 130.

Les répliques de l'objet valent 122 ou 120.

Problème : Comment obtenir un ordre total d'émission des messages?

Réponse : un site séquenceur, ou un jeton circulant ou exclusion mutuelle

Comment obtenir un ordre total d'émission et de délivrance des messages?

numéroter les diffusions et diffuser le numéro dans le message

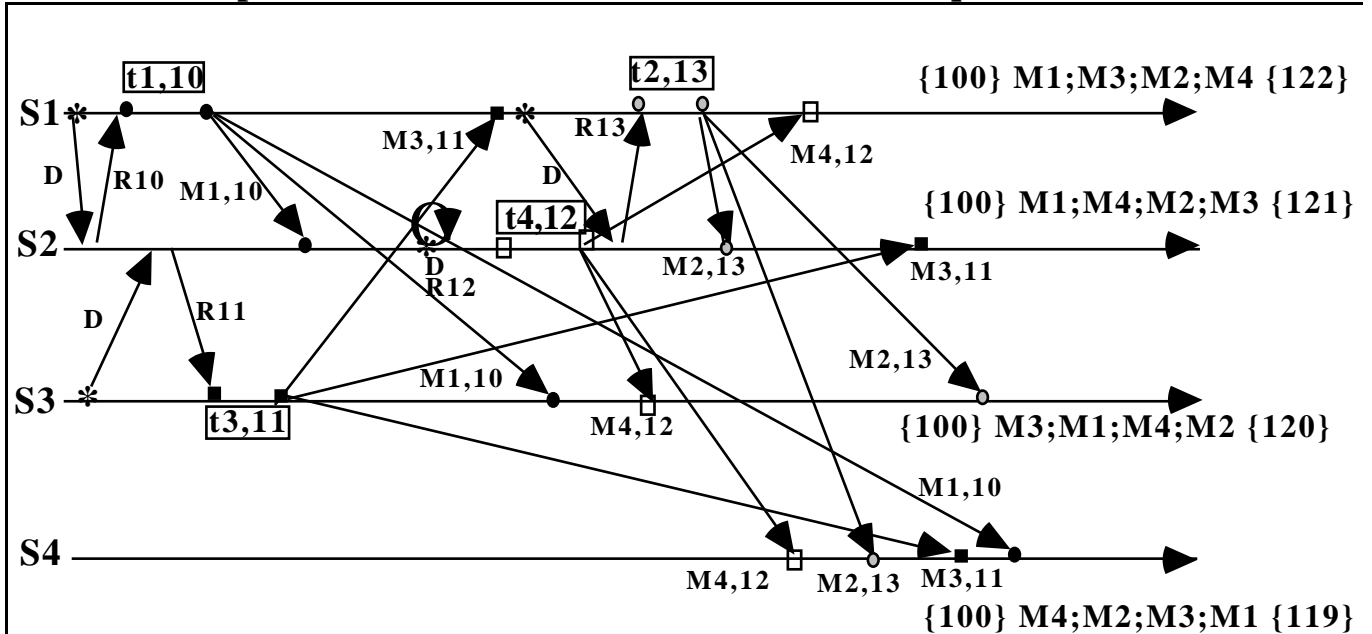
autre solution avec objet primaire et objets secondaires

ORDRE TOTAL DE DIFFUSION DES MESSAGES AVEC UN SITE SÉQUENCEUR

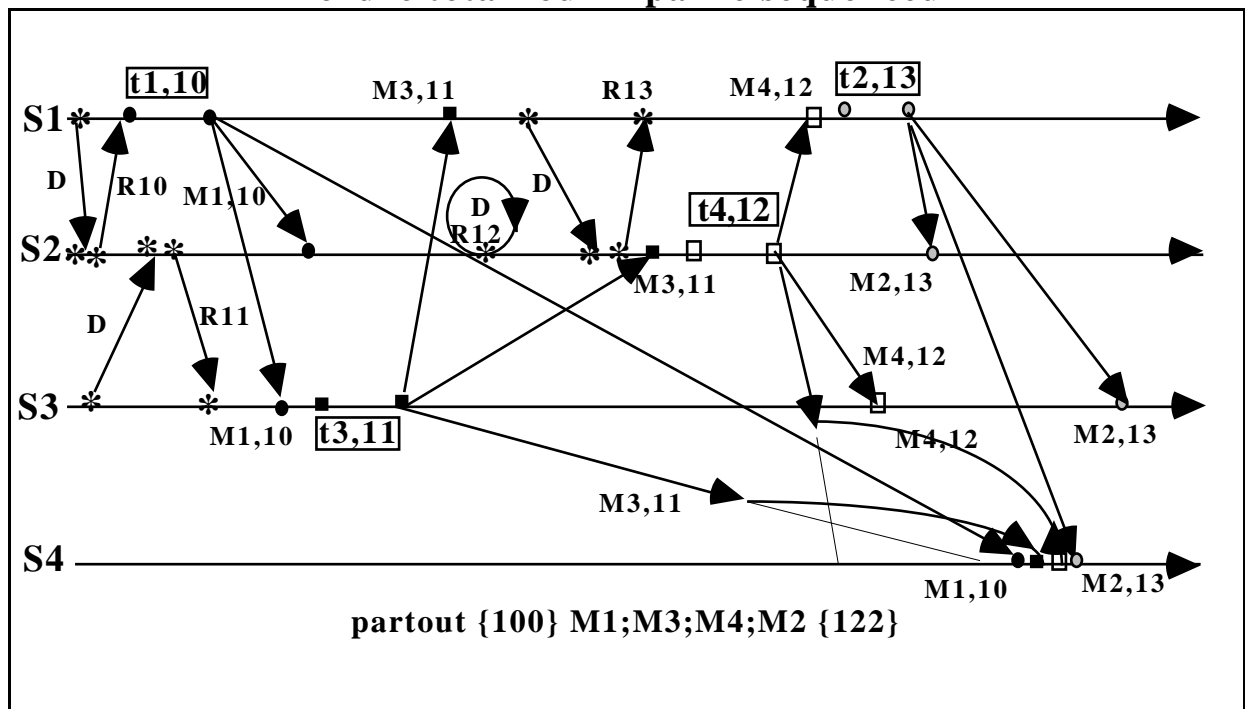
un site séquenceur fournit le numéro de diffusion

l'ordre total dépend de l'ordre de réception de la demande de numéro

Première étape : numéroter les diffusions avec un séquenceur sur S2



Cela ne suffit pas. Il faut réordonner les réceptions et les traitements selon l'ordre total fourni par le séquenceur

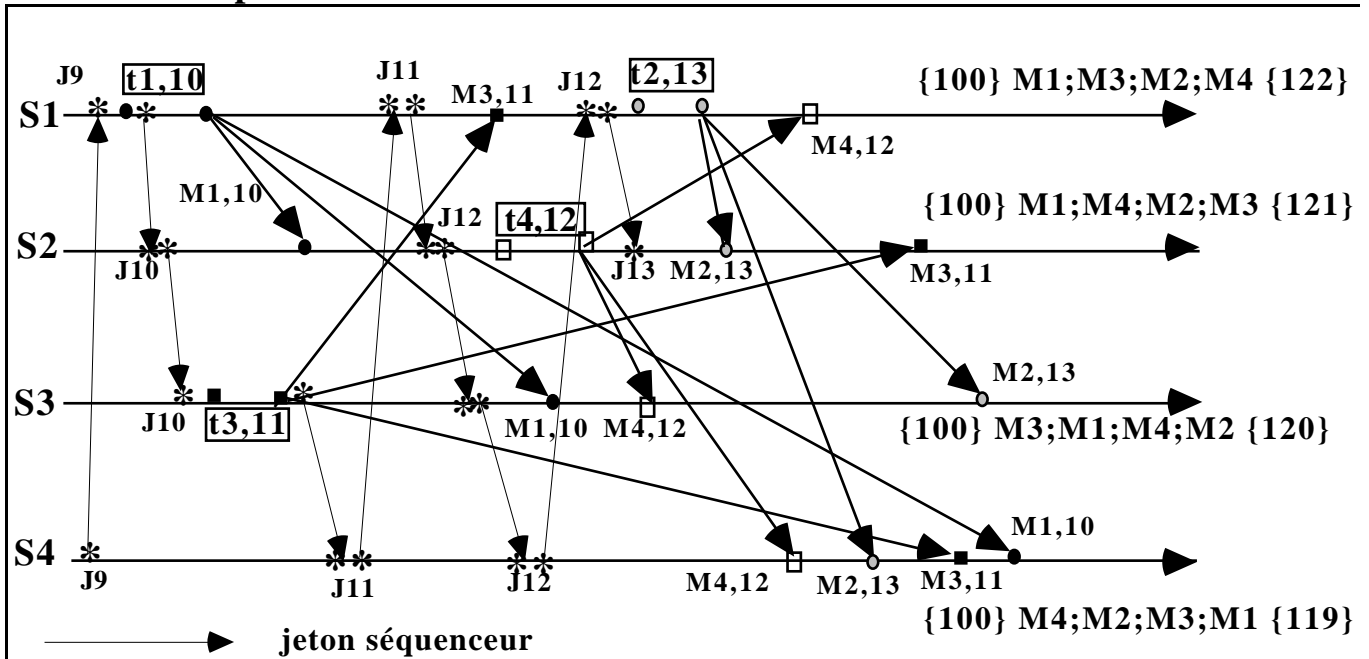


variante : le séquenceur reçoit le message à diffuser et fait la diffusion (voir plus loin la solution avec objet primaire et objets secondaires)

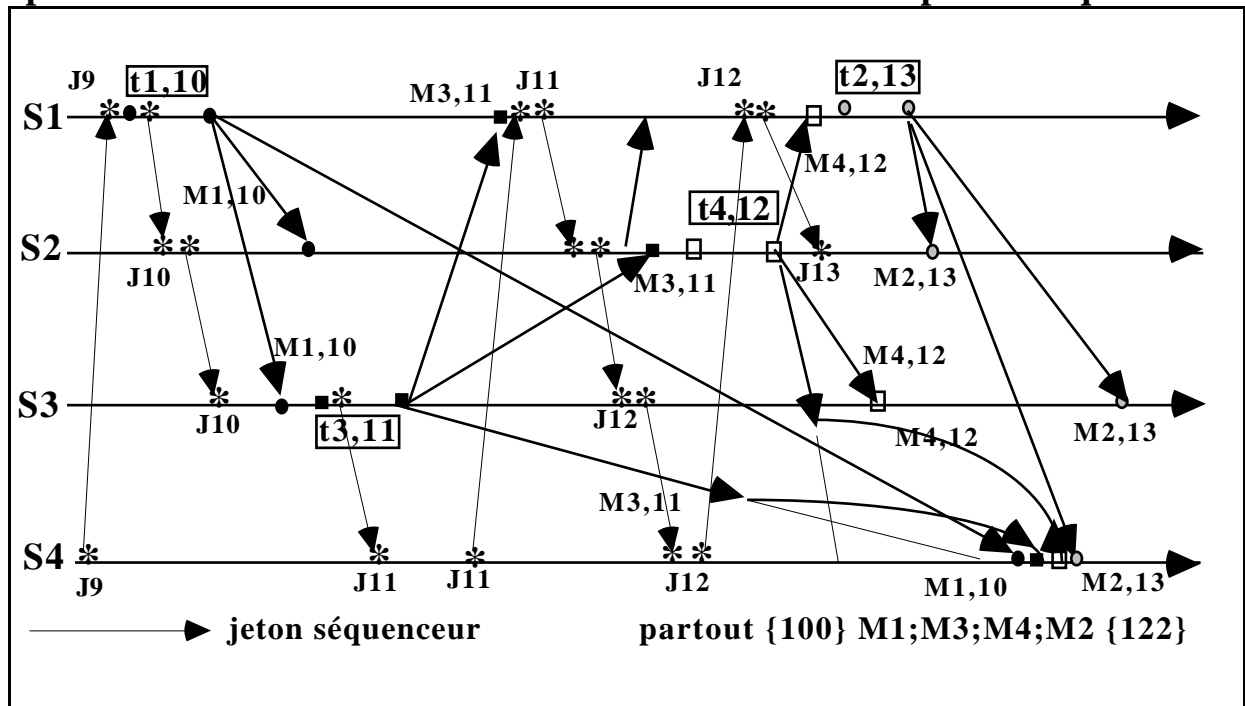
ORDRE TOTAL DE DIFFUSION DES MESSAGES AVEC UN ANNEAU VIRTUEL ET UN JETON

le jeton contient un séquenceur qui fournit le numéro de diffusion
l'ordre total dépend de l'ordre de réception du jeton

Première étape : numéroter les diffusions



Cela ne suffit pas (même si les canaux sont FIFO). Il faut réordonner les réceptions et les traitements selon l'ordre total fourni par le séquenceur

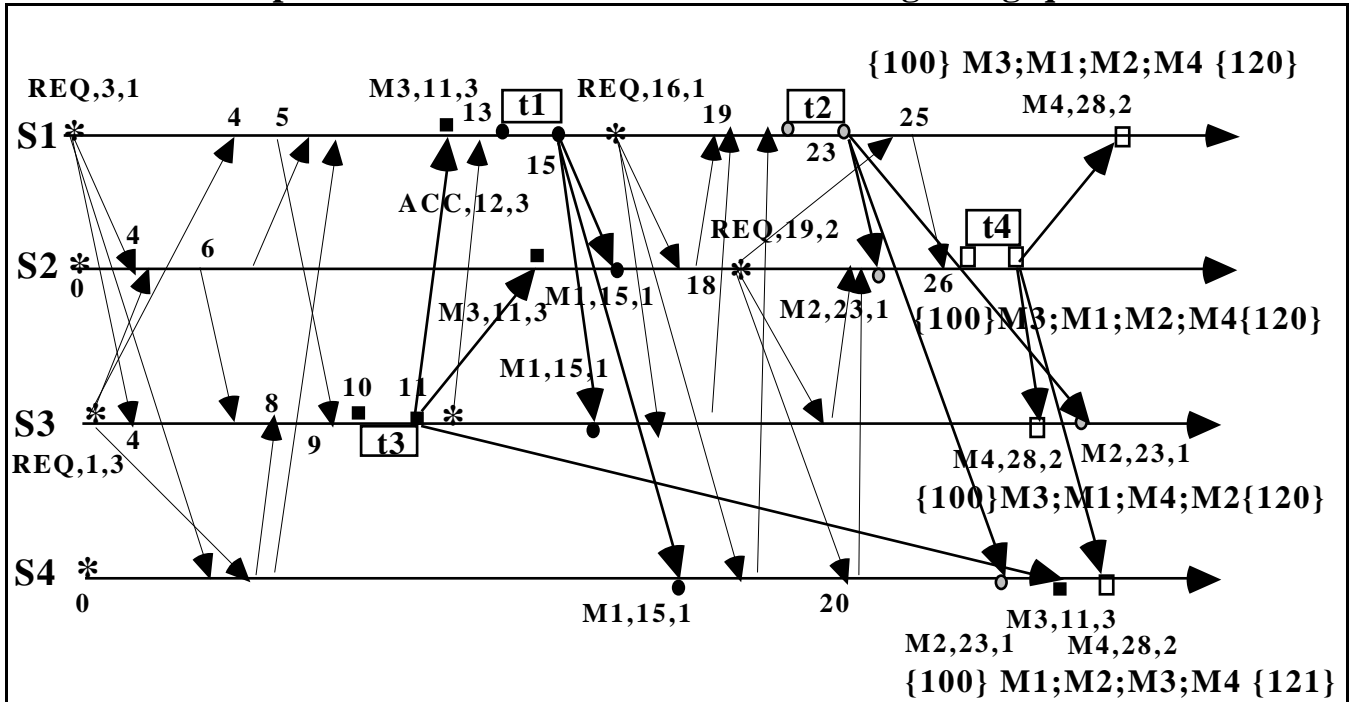


L'ordre total est causal. Peut-on avoir un ordre total non causal si les sites prennent des numéros en avance au passage du jeton ?

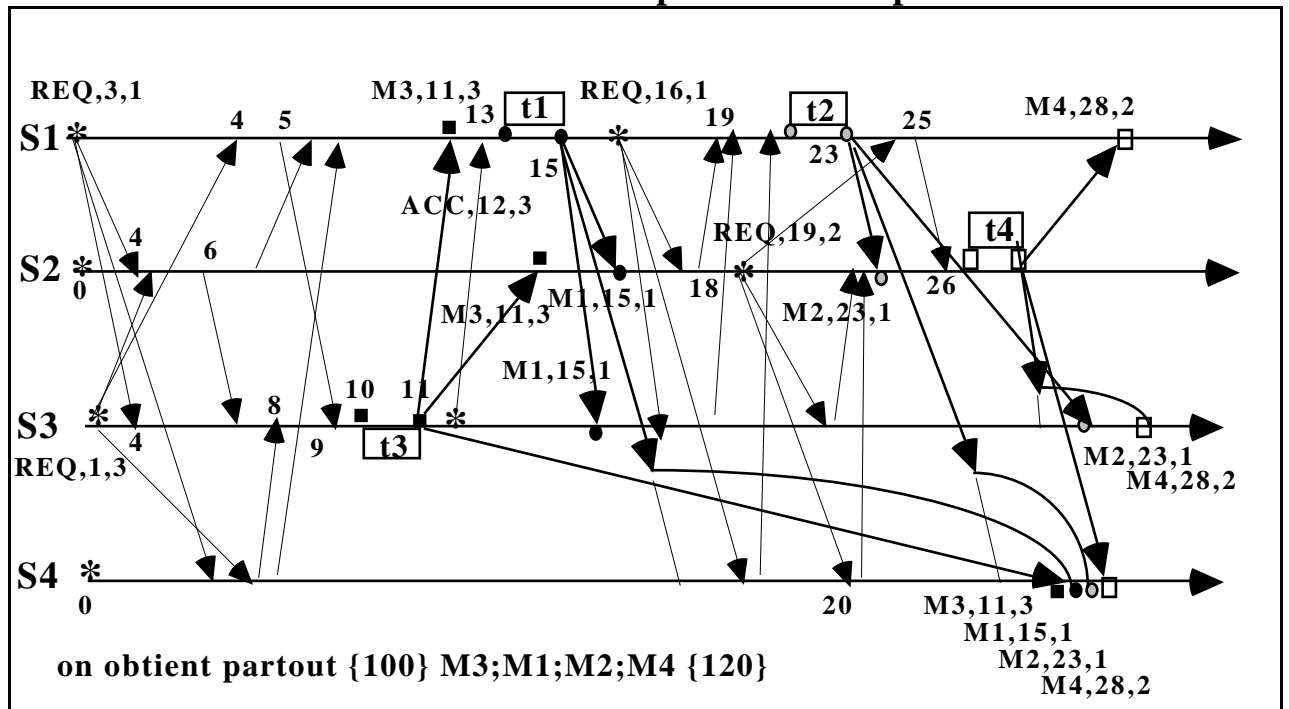
ORDRE TOTAL DE DIFFUSION DES MESSAGES EXCLUSION MUTUELLE RÉPARTIE

on utilise Ricart-Agrawala

l'ordre total dépend des valeurs initiales des horloges logiques



Cela ne suffit pas. Il faut réordonner les réceptions et les délivrer selon l'ordre total fourni par les estampilles

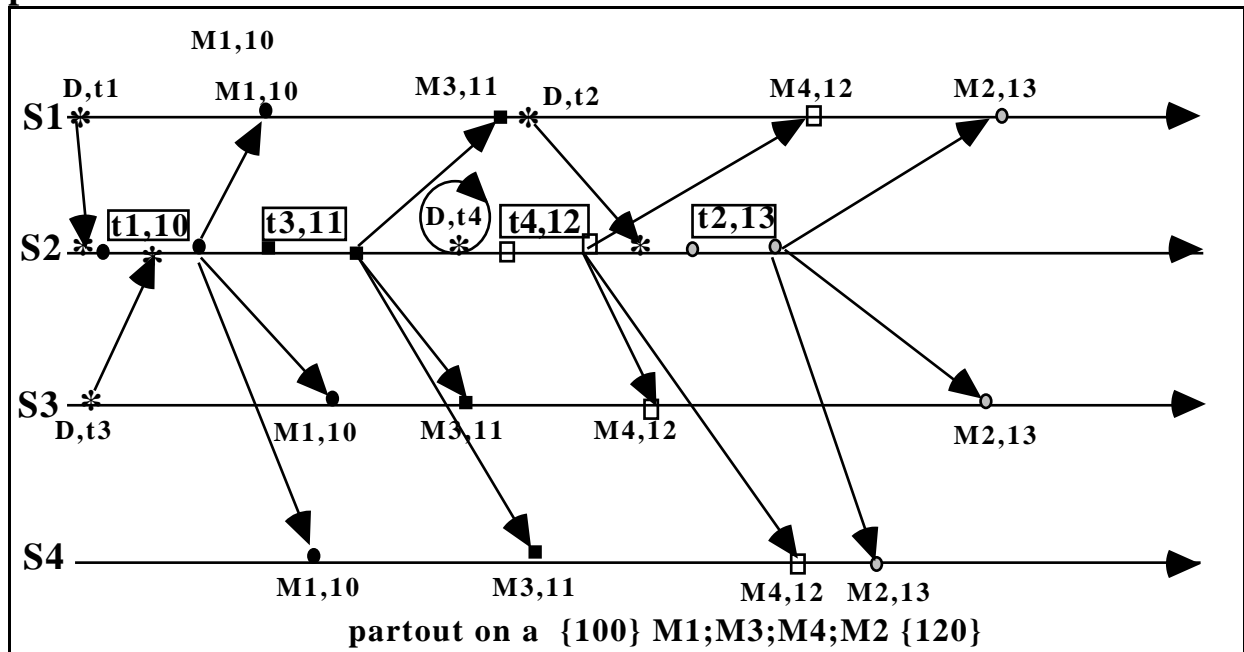


ORDRE TOTAL DE DIFFUSION DES MESSAGES UN OBJET PRIMAIRE ET DES OBJETS SECONDAIRES

un site serveur primaire (est aussi séquenceur)

l'ordre total dépend de l'ordre de réception de la demande de service

Le primaire diffuse les traitements à faire



Si les canaux sont FIFO, on a l'ordre total

sinon, il faut numéroter les messages, comme ici

Permet des lectures concurrentes en cohérence faible des objets dupliqués

Problème en cas de panne du serveur primaire

Plus généralement :

Comment tolérer une panne franche de processeur

Comment prendre un ensemble cohérent de points de reprise

autres études de cas

1. étude de cas avec deux objets répartis A et B et des traitements coopératifs répartis. Problèmes de cohérence transactionnelle.

P1 : A - 20 si A reste positif;

P2 : B + 20;

P3 : A + 10;

P4 : consulter A et B

2. traitements transactionnels répartis avec 3 objets répartis

P1 : A - 20; B+20;

P2 : B-10; A+10

P3 : C := A+B

visualiser A, B, C