TIW 8
Technologies Web synchrones et multi-dispositifs

CM5 - Édition partagée et algorithmes de synchronisation

Basé sur le cours de Michel Beaudouin-Lafon

https://aurelient.github.io/tiw8/2019/

Deux approches

Collaboration-transparent system

- Partage d'écran/fenêtre d'application mono-utilisateur
- Tour par tour
- Exemple: VNC

Collaboration-aware system

- Conçu pour le travail collaboratif
- Gestion de la cohérence du contenu
- Robustesse, un problème de réseau n'affecte pas l'utilisation locale
- Exemple : Google Docs

Plan

Édition partagée

- Exemples
- Principes
- Défis de la synchronisation

Algorithmes de synchronisation

- Operational Transform
- CRDT

Groupware

Aujourd'hui

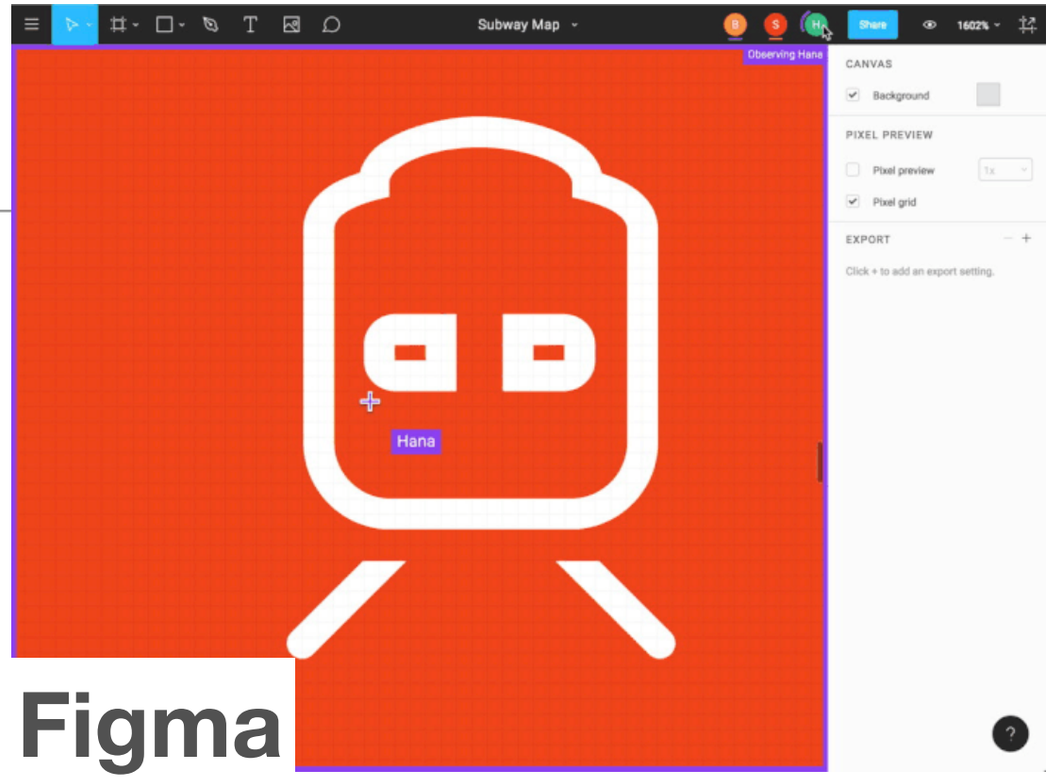
Pads: texte simple

Logiciels de :

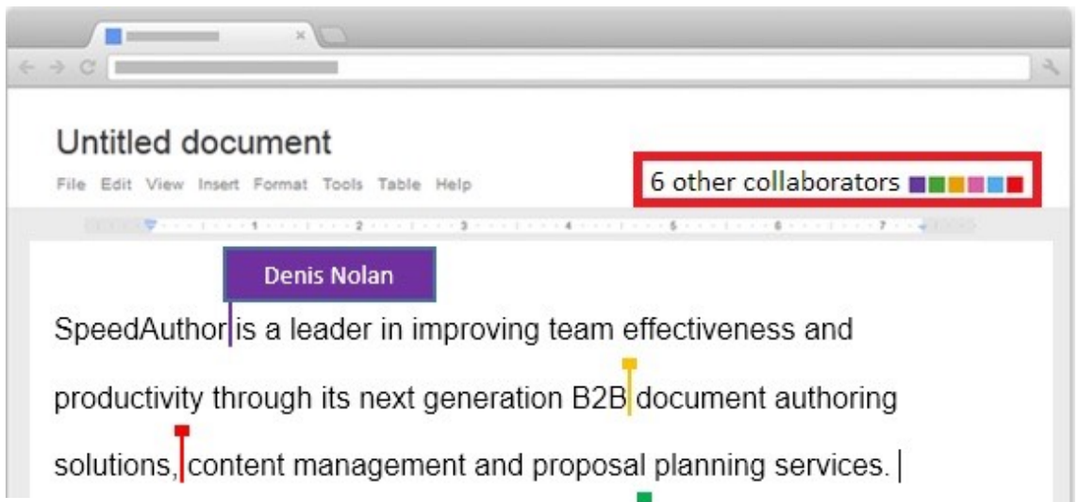
- Traitement de texte
- Présentation
- Tableur
- ...

Logiciels de dessin

Logiciels 3D



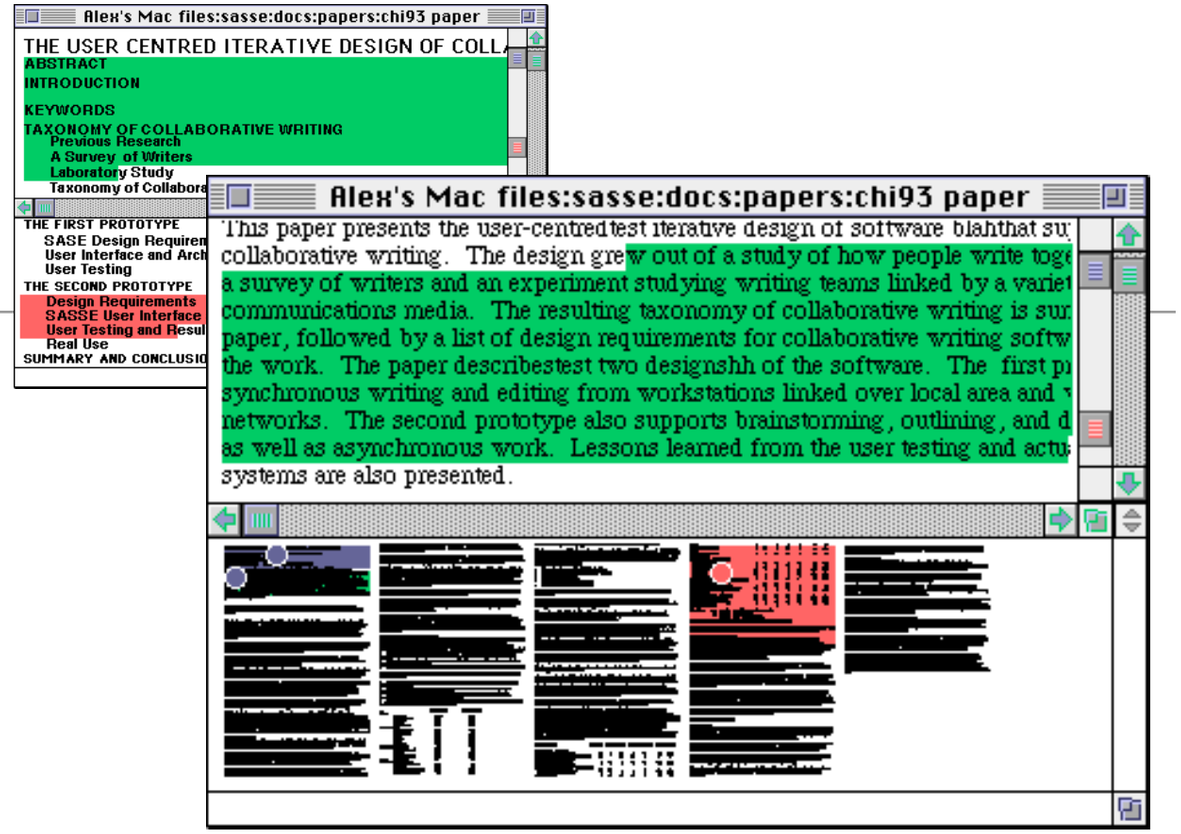
Figma



Google docs

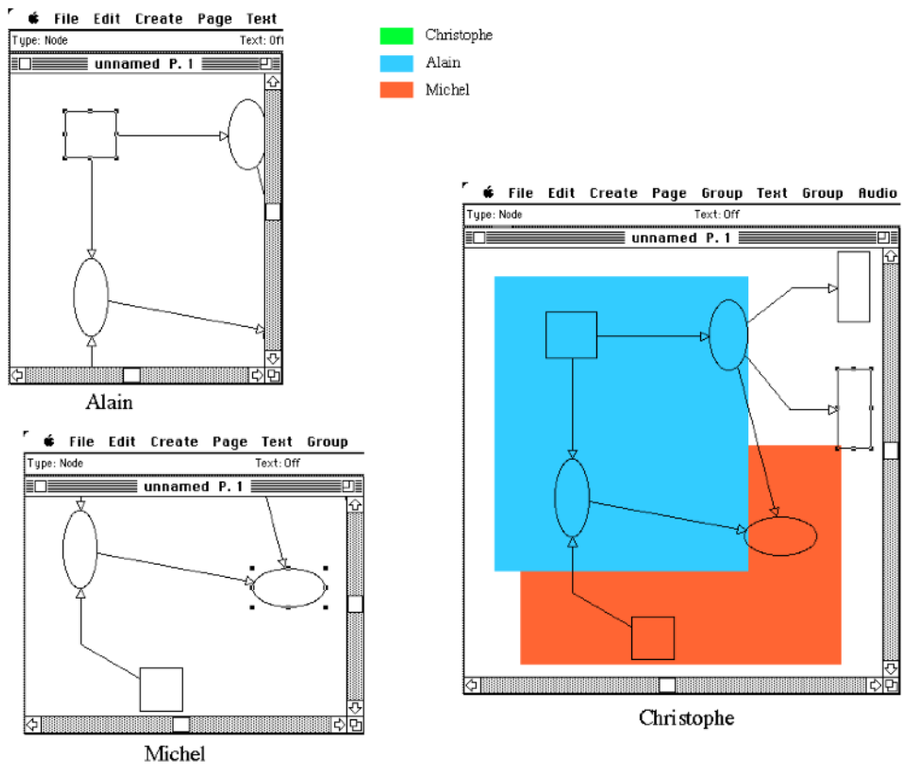
Au début

Éditeurs de texte



Sasse (Baecker et al., 1993)

Logiciels de dessin



GroupDesign (Karsenty, 1992)

Plan

Édition partagée

- Exemples
- Principes
- Défis de la synchronisation

Algorithmes de synchronisation

- Operational Transform
- CRDT

Groupware

Édition partagée

Création et édition collaborative de documents partagés.

Coordination : les utilisateurs travaillent dans le même but, avec une coordination implicite ou explicite de leurs actions

- “*awareness*” : on peut voir, être conscient de ce que font les collaborateurs.
- Régulation : les collaborateurs, planifient, suivent et évaluent l’activité en cours et ajustent leur comportement

Différents types d'éditeurs

- Synchrone : changements visibles immédiatement
- Asynchrone : changements visibles plus tard

- Homogènes : les utilisateurs utilisent le même logiciel
- Hétérogènes : les utilisateurs peuvent utiliser des logiciels différents

- Collaboration-aware: offre des fonctionnalités d'awareness
- Collaboration-transparent : pas de fonctionnalités d'awareness.

La congruence

Stefik et al., 1987

Congruence de vues

- Partie du document en train d'être regardé

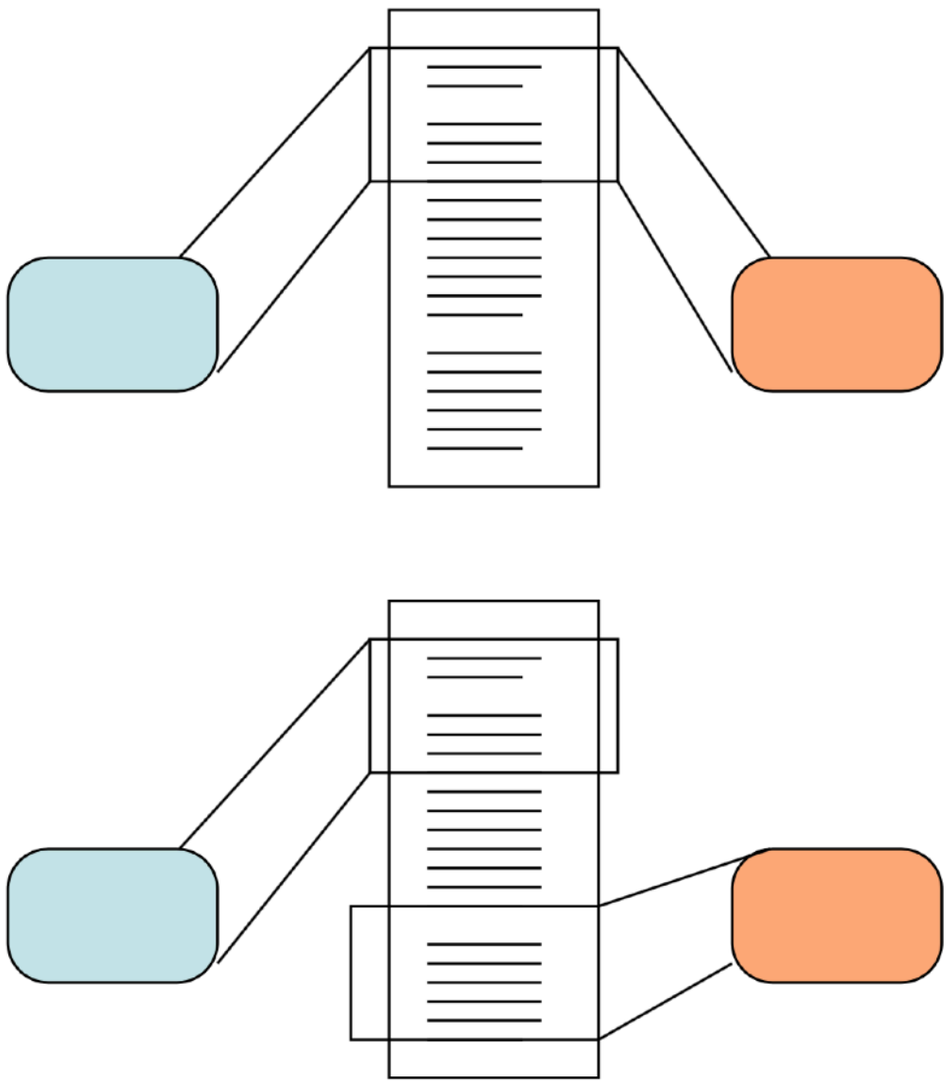
Congruence de l'espace d'affichage

- Organisation de l'espace de travail

Temporalité de la congruence

- Quand les changements sont vus par d'autres

WYSIWIS / WYSIAWIS



WYSIWIS
Congruence stricte des vues

WYSIAWIS
Congruence relaxée des vues

Un peu de vocabulaire

- Participant
- Session
- Invitation: Donner accès à un utilisateur à une session
- Prise de tour (turn-taking) : Quand un utilisateur peut éditer à la fois.
- Télé-pointeur : représentation du curseur des autres utilisateurs

- Couplage : comment les actions locales sont liées aux actions distantes
- Temps de réponse : Temps pour qu'une action soit exécutée localement
- Temps de notification : Temps pour qu'une action soit exécutée à distance
- Réplication: Gestion transparente des multiples copies d'un document
- Robustesse : sensibilité aux fautes

Similarités et différences avec les BDs

Des similarités

- Plusieurs utilisateurs, localement et à distance, accès concurrents, réplication, tolérance aux fautes…

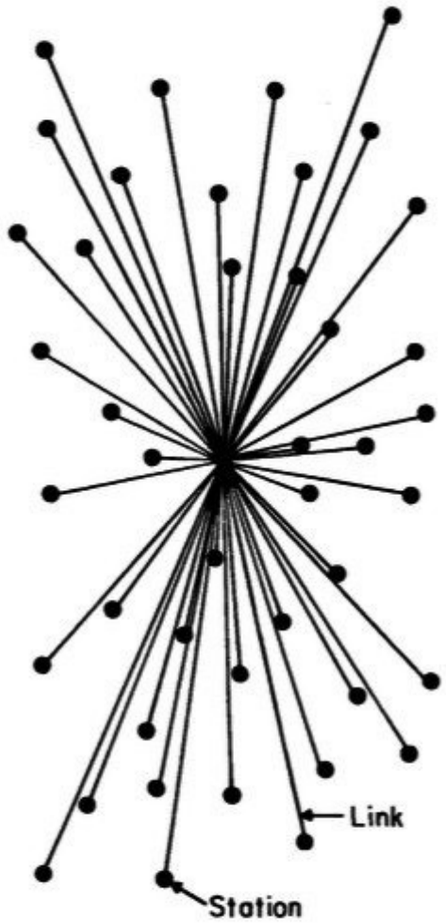
Des différences : L'utilisateur est en 1e ligne

- Il est conscient de ce qui se passe, peut résoudre les conflits…
- Congruence -> travaille t'on au même endroit ou pas
- Feedthrough -> on peut communiquer sur ce qu'on va faire
- Latecomers -> des personnes peuvent arriver en cours de route et devoir être mise à jour

Quelles architecture ?

Centralisé :

- Simple, temps de réponse moyen,
- manque robustesse

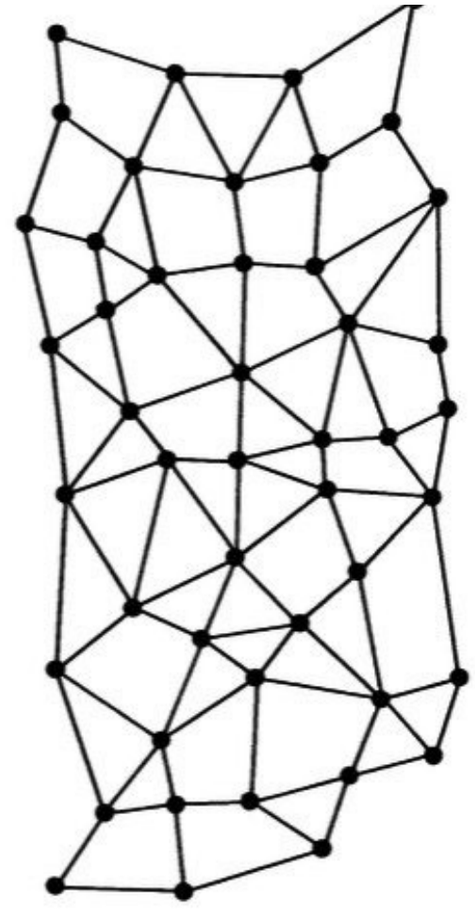


Distribué/répliqué :

- Bon temps de réponse/notification, robuste,
- complexe à mettre en place (gestion réplication, conflits)

Hybride :

- répliqué avec quelques fonctions centralisées



Baran, P. (1964). On Distributed Communications

Plan

Édition partagée

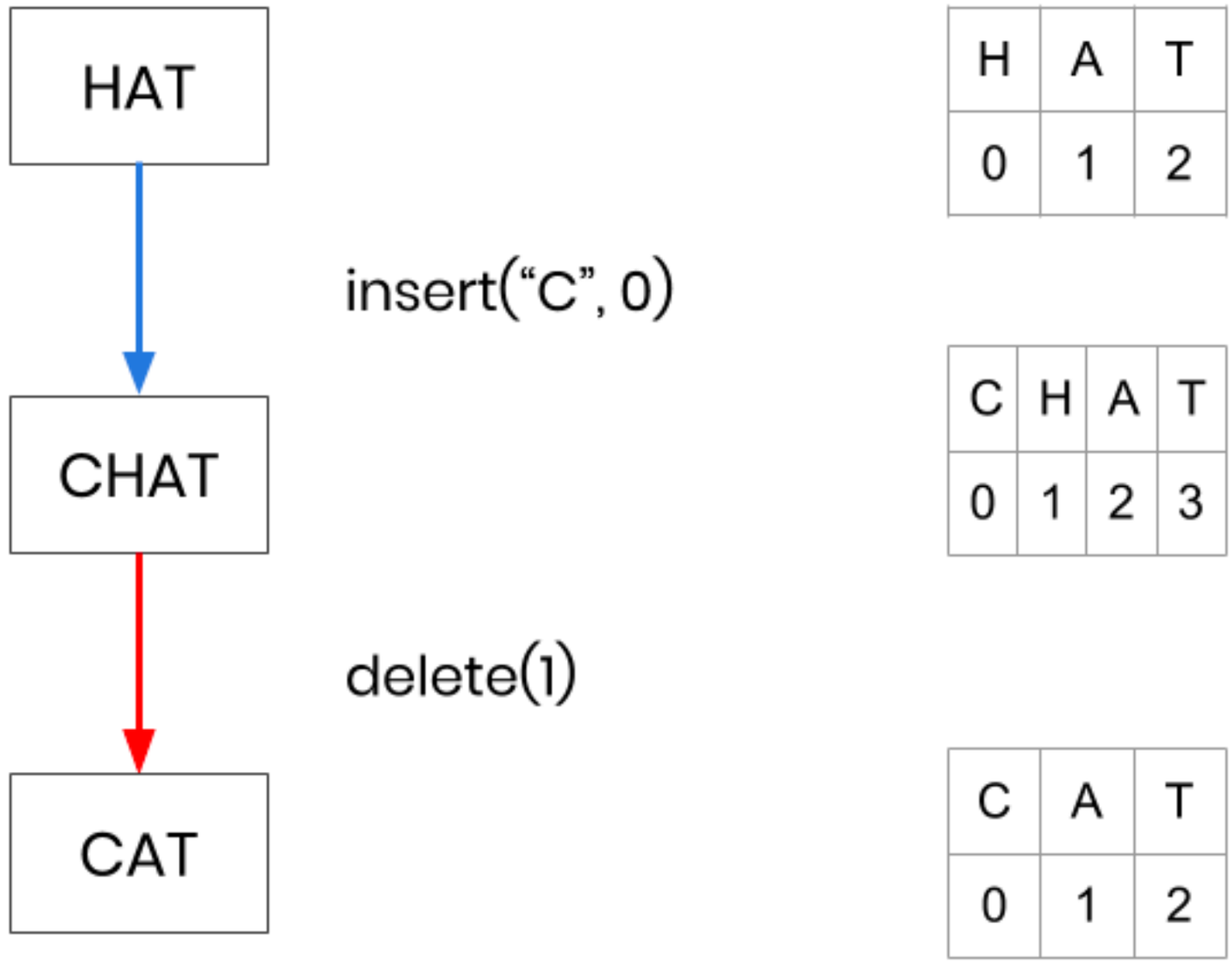
- Exemples
- Principes
- Défis de la synchronisation

Algorithmes de synchronisation

- Operational Transform
- CRDT

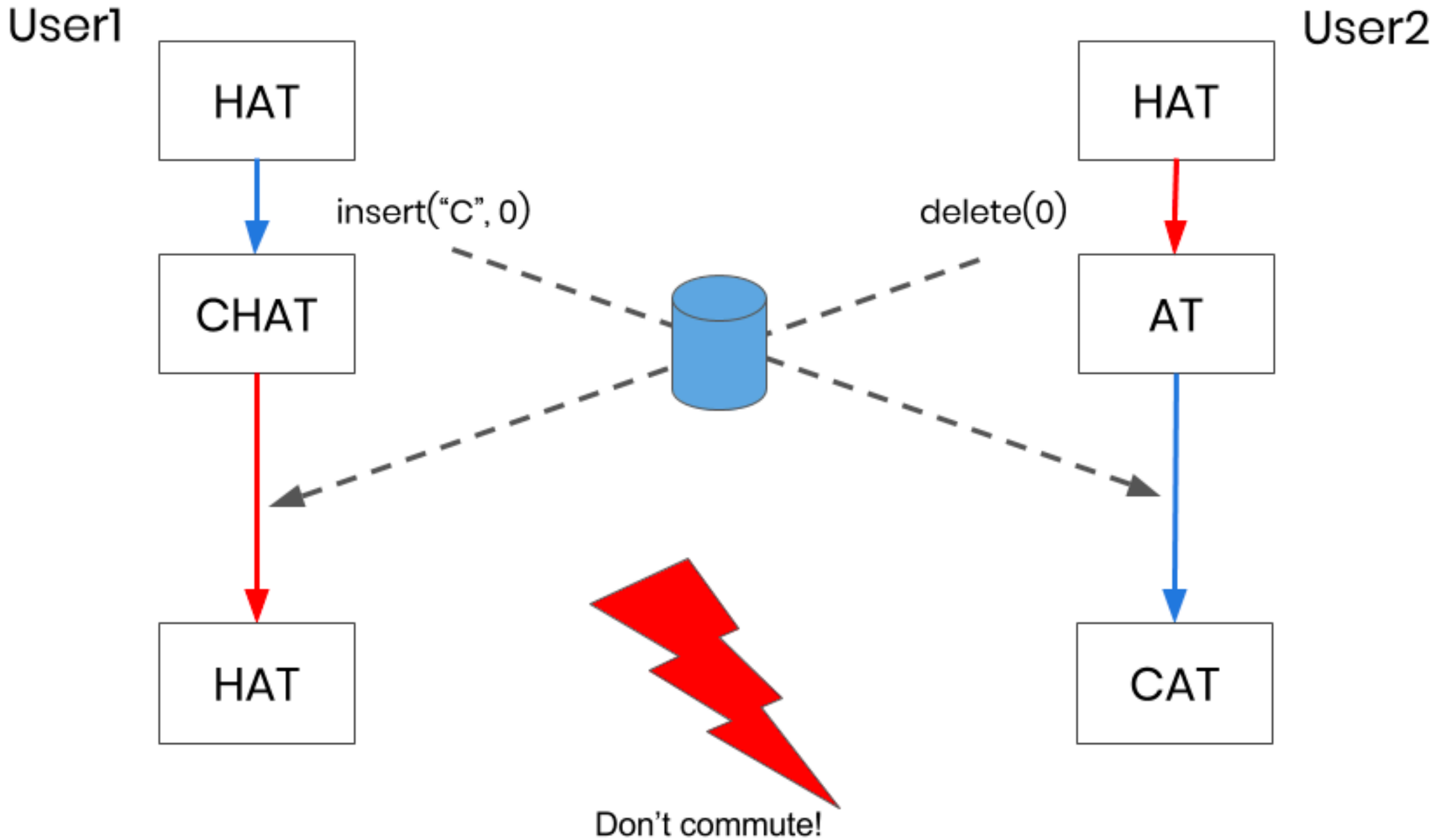
Groupware

Opérations de base



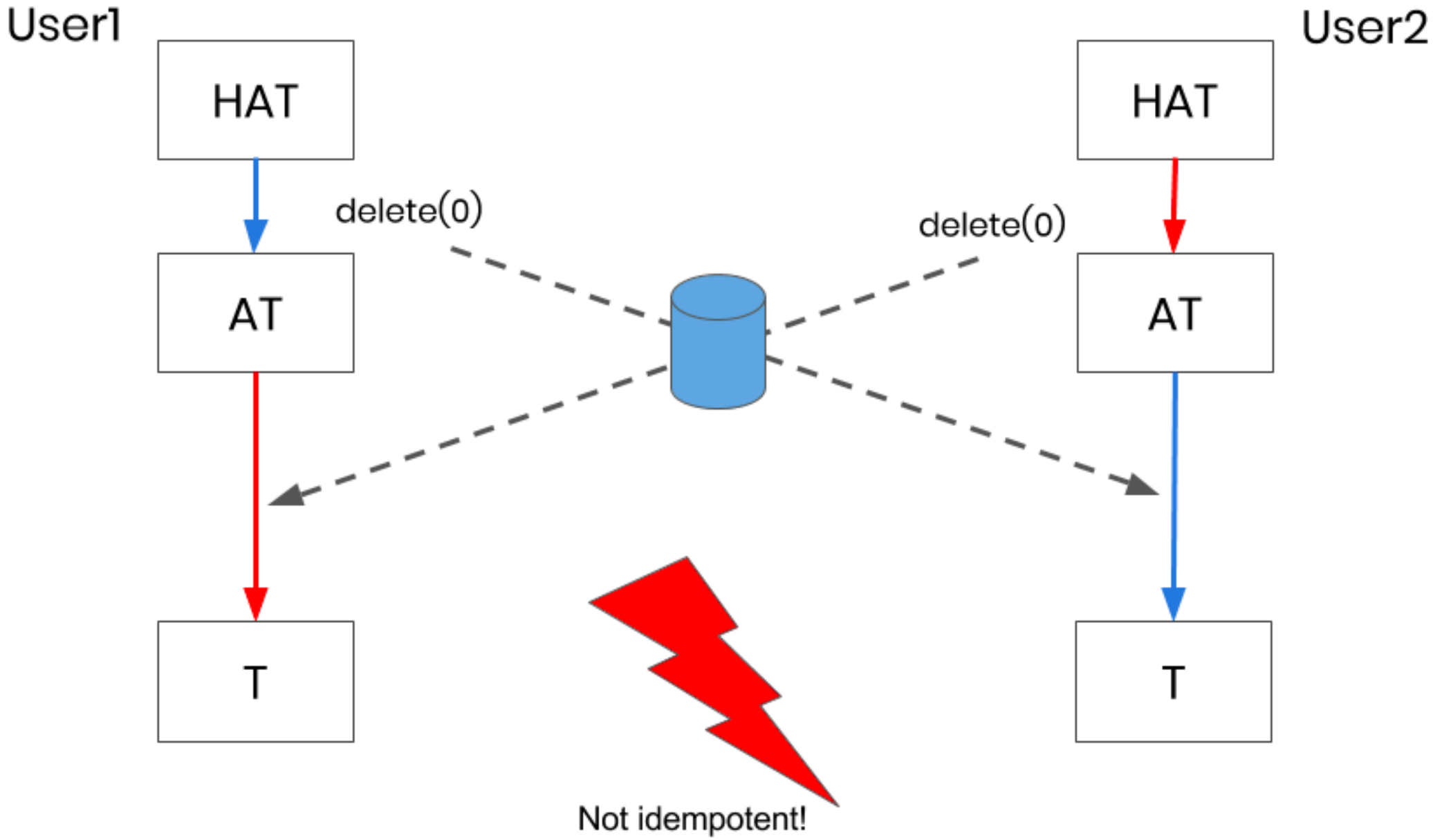
Commutativité

On peut changer l'ordre des opérations sans changer le résultat



Idempotence

Une opération a le même effet qu'on l'applique une ou plusieurs fois



https://hackernoon.com/building-conclave-a-decentralized-real-time-collaborative-text-editor-a6ab438fe79f

Problèmes

Comment maintenir la cohérence de données distribuées ?

- Commutativité : les sites envoient des opérations qui doivent converger vers le même résultat quelque soit l'ordre d'application
- Idempotence : les opérations répétées produisent le même résultat

Deux classes d'algorithmes

- Pessimistes (locks)
- Optimistes (events + undo)

Quelques algorithmes optimistes

- Operational transformation, e.g. dOpt (GROVE)
- Optimized undo/redo, e.g. ORESTE (GroupDesign)
- Conflict-Free Replicated Data Type (CRDT)

Plan

Édition partagée

- Exemples
- Principes
- Groupware
- Problèmes de synchronisations

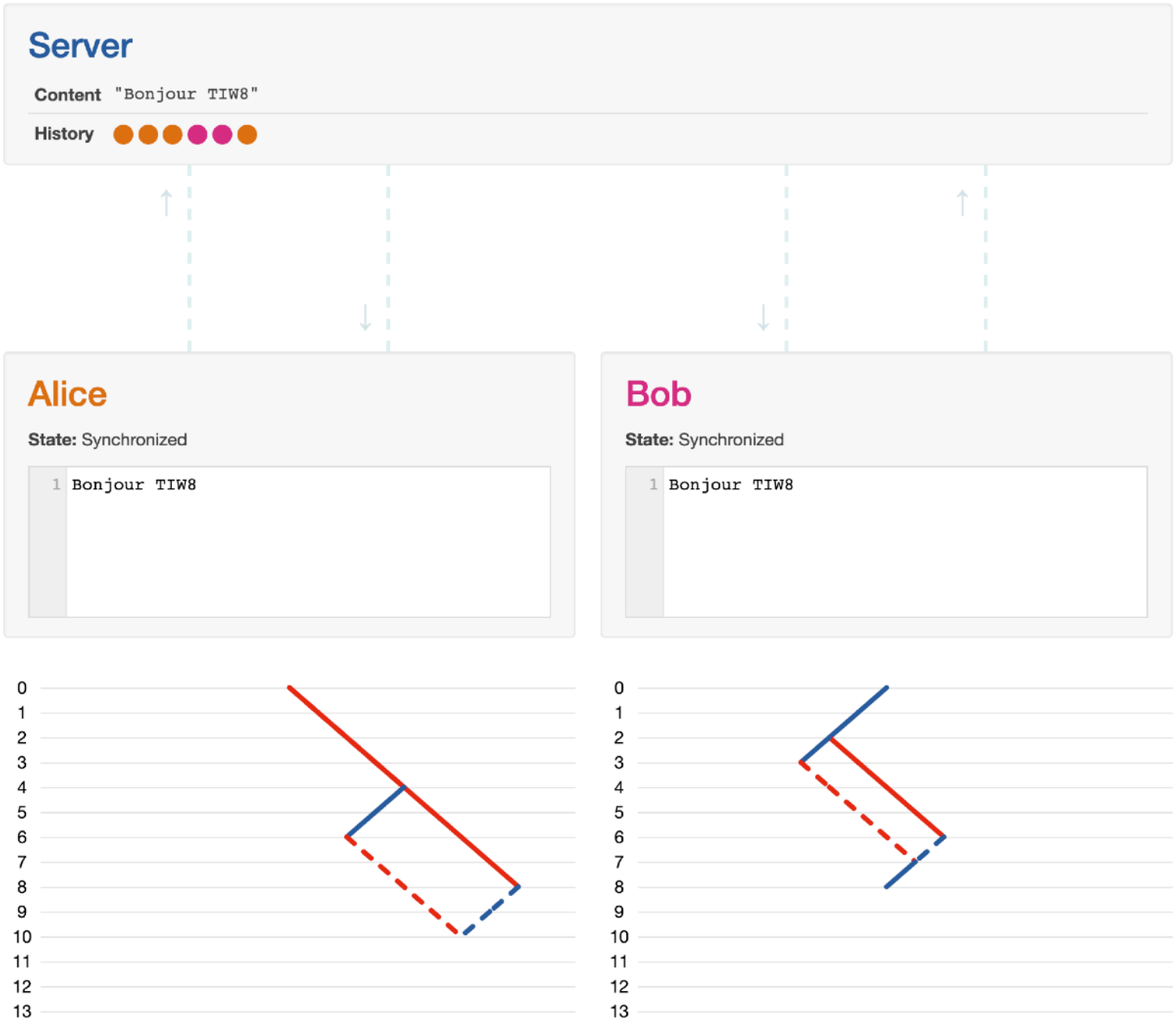
Algorithmes de synchronisation

- Operational Transform
- CRDT

Operational Transform : Principes

- On ordonne les opérations (lamport timestamps)
  -> maintient de la causalité
- Quand une opération n'arrive pas dans l'ordre elle est **transformée** pour prendre en compte les effets des opérations qui ont eu lieu avant.
- Pour toute paire d'opérations op1, op2,
  - Quand op2 arrive après op1 (qui a eu lieu avant)
  - On effectue une transformation T(op1, op2) = op'2 , telle que
  - op'2(op1(text)) = op1(op2(text))
- Quand une opération arrive elle est transformée par celle qui ont eu lieu avant
- Peut nécessiter le maintien d'un historique infini

Démo interactive (avec serveur)



https://operational-transformation.github.io/visualization.html

Operational Transform

- Créer les transformations est difficile
- Peu/pas de preuve formelle
  - De nombreuses propositions alternatives
- Propriétés
  - Préservation de la causalité : les opérations qui dépendent les unes des autres sont exécutée dans le même ordre sur la même page.
  - Convergence : le même état sur toutes les pages qui ont traité tous les messages
  - Conservation des intentions : fait ce que l'utilisateur veut
- Bibliothèque : share.js
- Retour d'expérience sur le développement de Google Wave

Plan

Édition partagée

- Exemples
- Principes
- Groupware
- Problèmes de synchronisations

Algorithmes de synchronisation

- Operational Transform
- CRDT

Conflict-Free Replicated Data Type (CRDT)

https://hal.inria.fr/inria-00609399/document

- Décentralisé
- Un type de données répliqué + interface qui fait que :
  - Les répliques puissent être modifiées sans coordinations avec les autres répliques
  - Quand deux répliques reçoivent les mêmes mises à jour, elle atteigne le même état, de manière déterministe
- Propriétés
  - Grow-only set :
  - Last-writer-wins register
- Plus simple à appréhender que Operational Transform
- Comme OT, de nombreuses variantes.

Chaque élément devient un objet

A

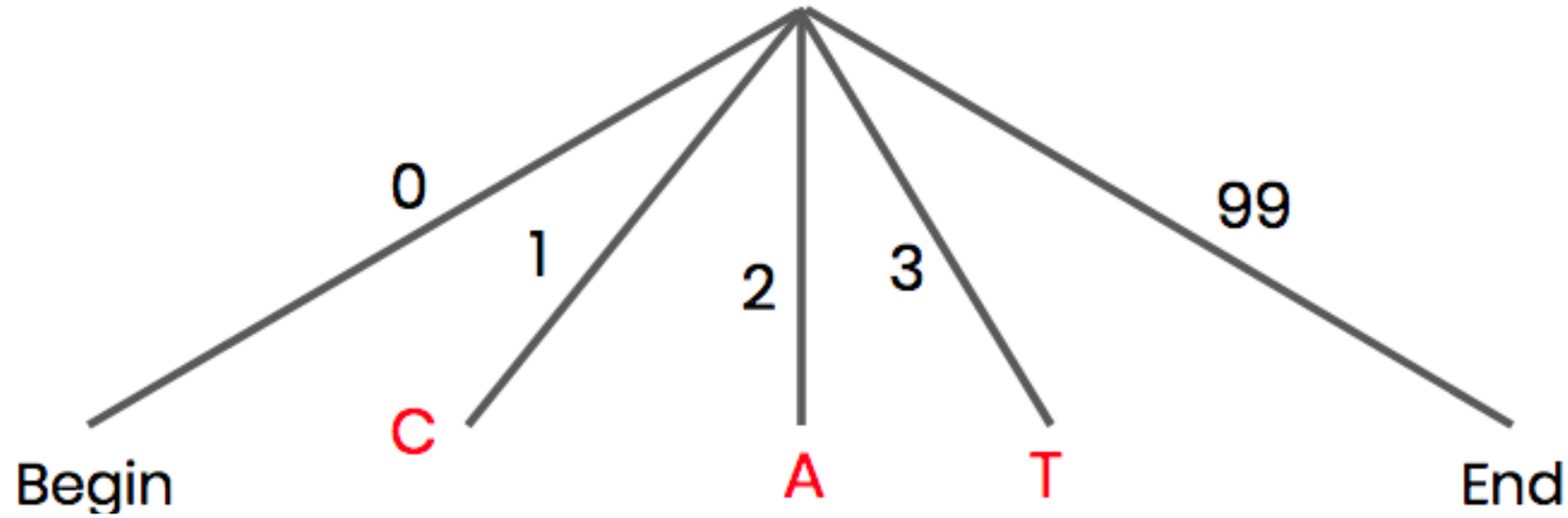
Character Object	
siteId	“skj7-329d”
value	“A”
position	[8, 9]

- siteId: un identifiant de l’utilisateur
- value: la lettre qui l’objet représente
- position: une liste d’entier représentant la position du caractère dans le document, cette position est relative aux caractères autour.

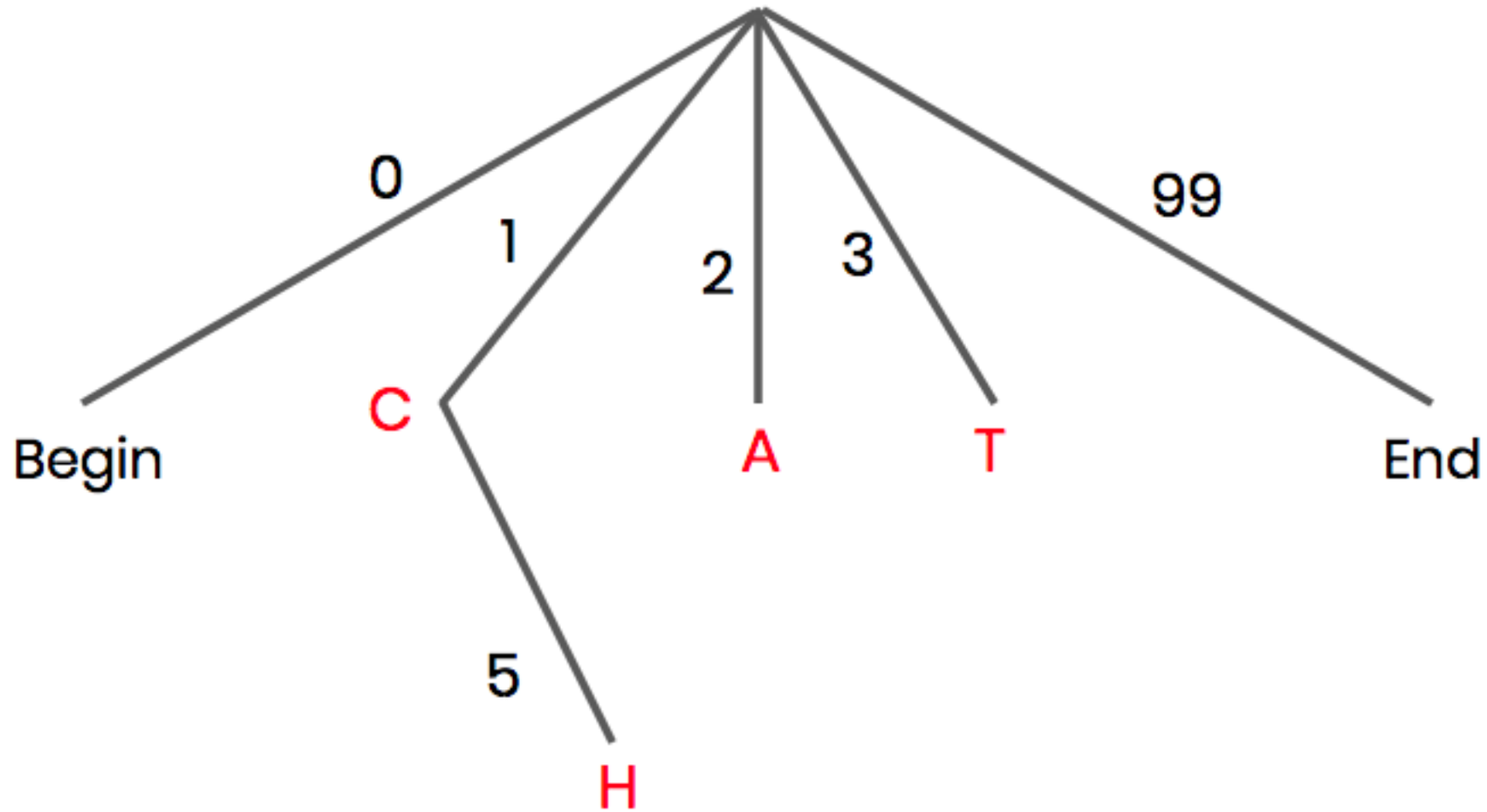
Structure d’arbre

https://hackernoon.com/building-conclave-a-decentralized-real-time-collaborative-text-editor-a6ab438fe79f

1. CAT



2. CHAT

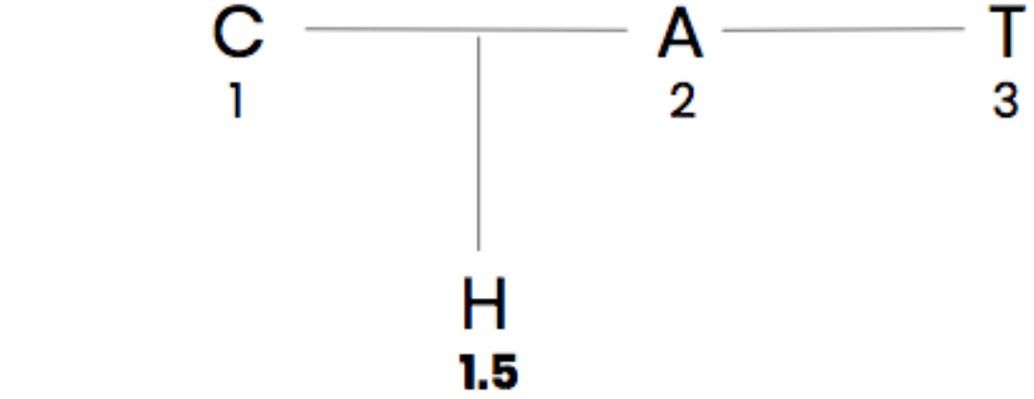


Données

https://hackernoon.com/building-conclave-a-decentralized-real-time-collaborative-text-editor-a6ab438fe79f

Structure de données correspondante

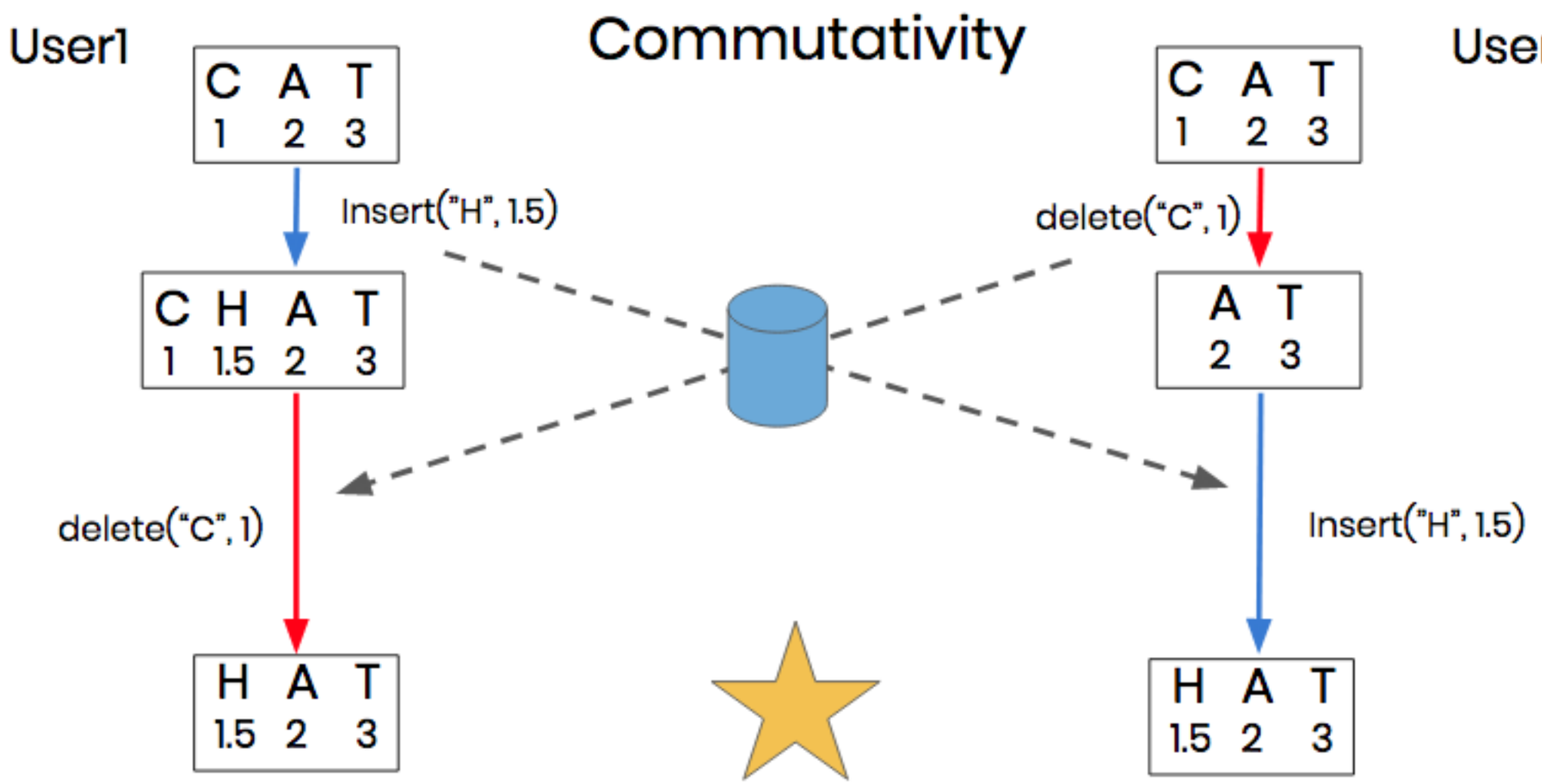
- Positions relatives



C	A	T
[1]	[2]	[3]

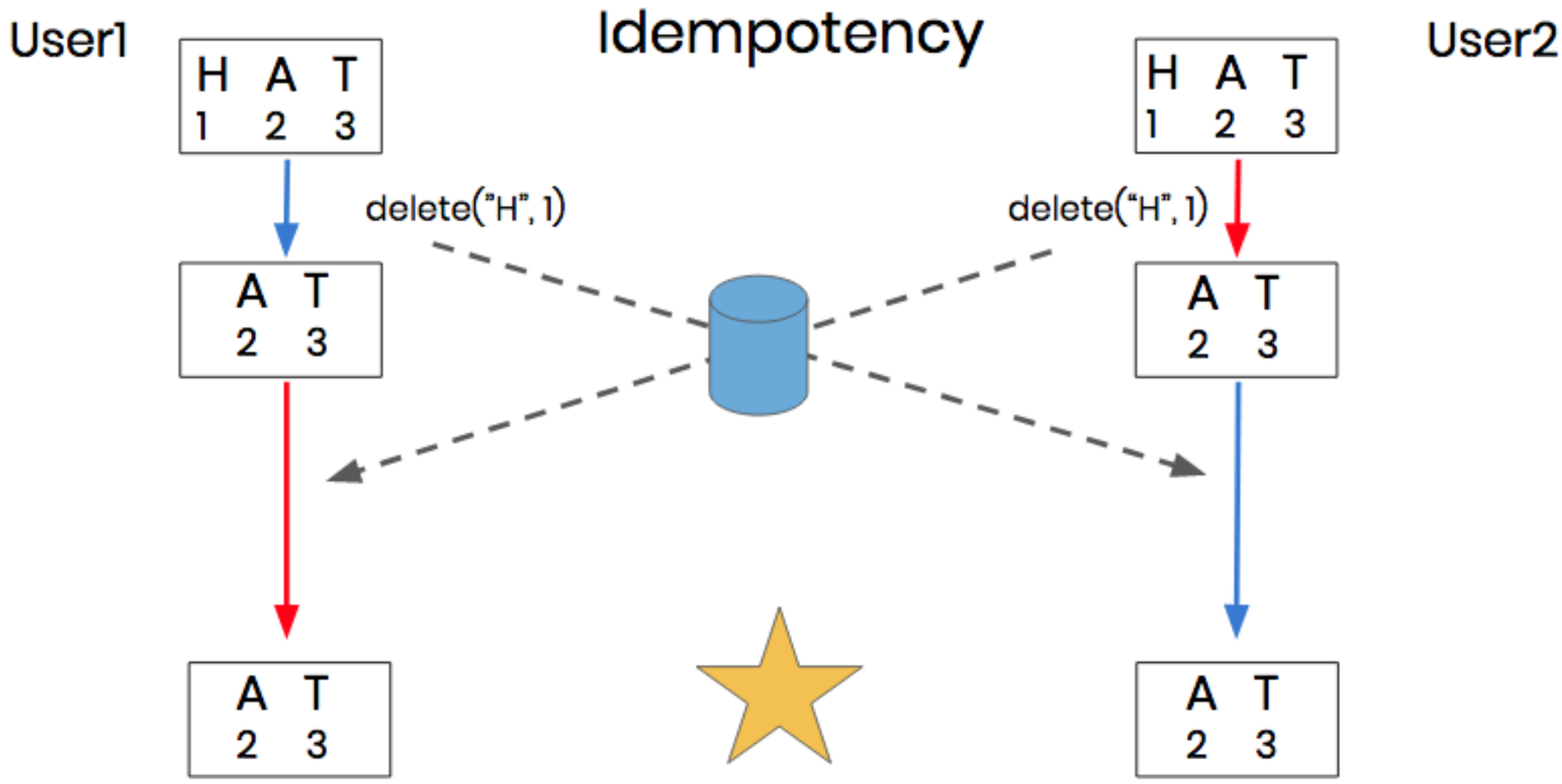
C	H	A	T
[1]	**[1, 5]**	[2]	[3]

Commutativité



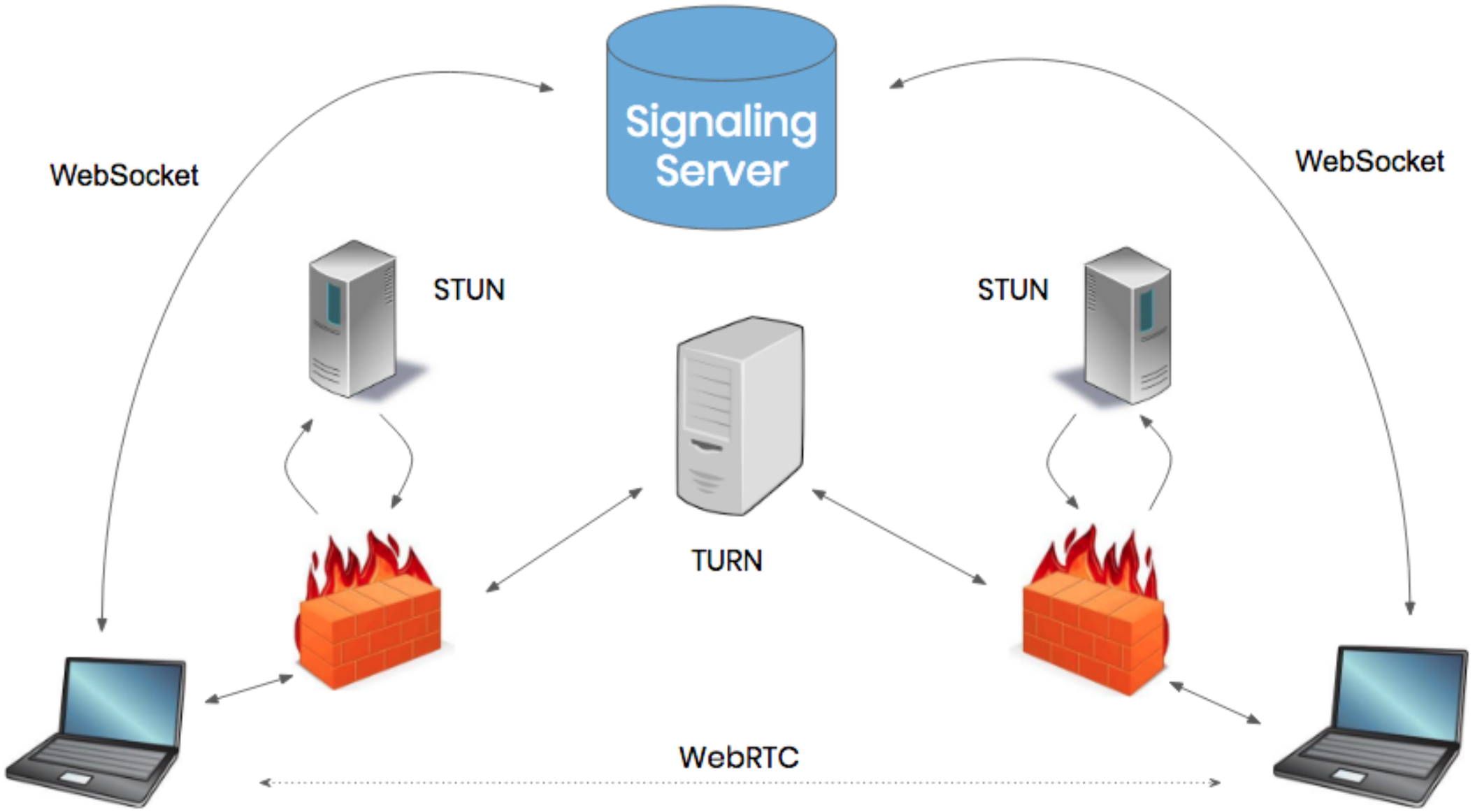
https://hackernoon.com/building-conclave-a-decentralized-real-time-collaborative-text-editor-a6ab438fe79f

Idempotence

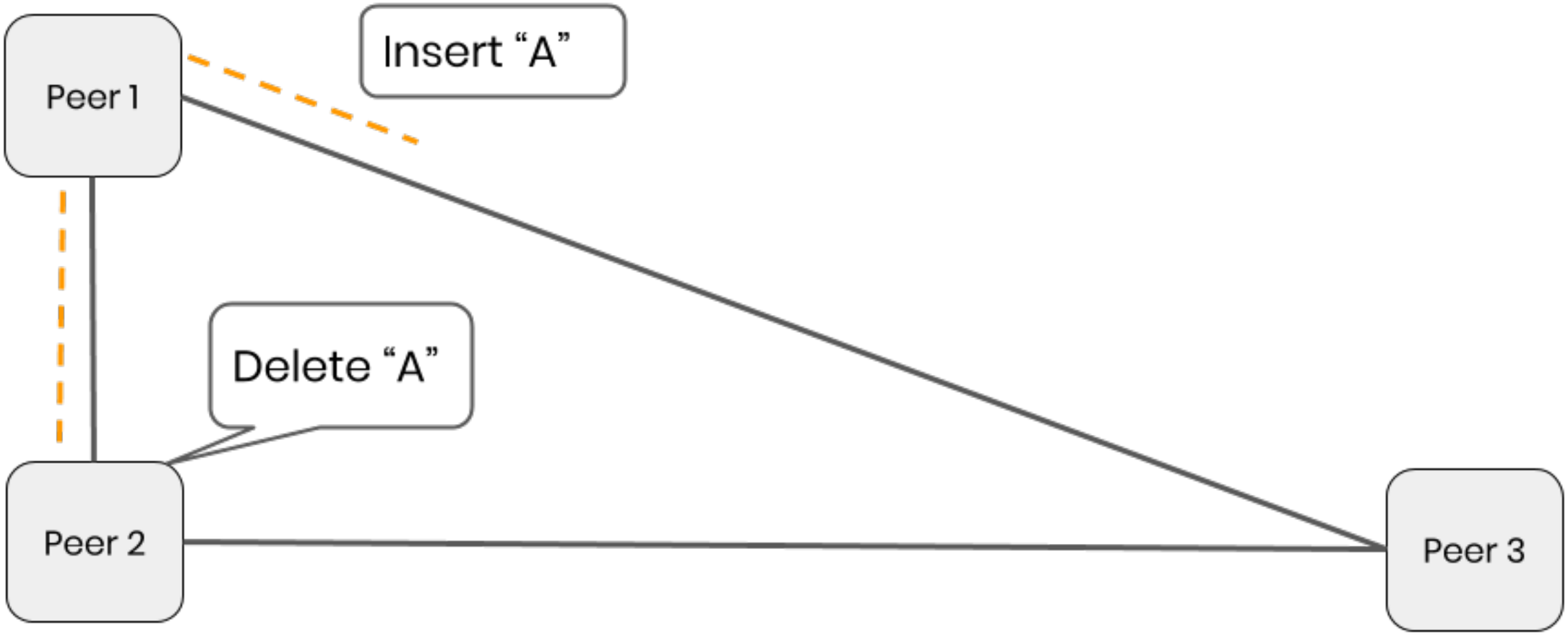


https://hackernoon.com/building-conclave-a-decentralized-real-time-collaborative-text-editor-a6ab438fe79f

Décentralisation -> WebRTC

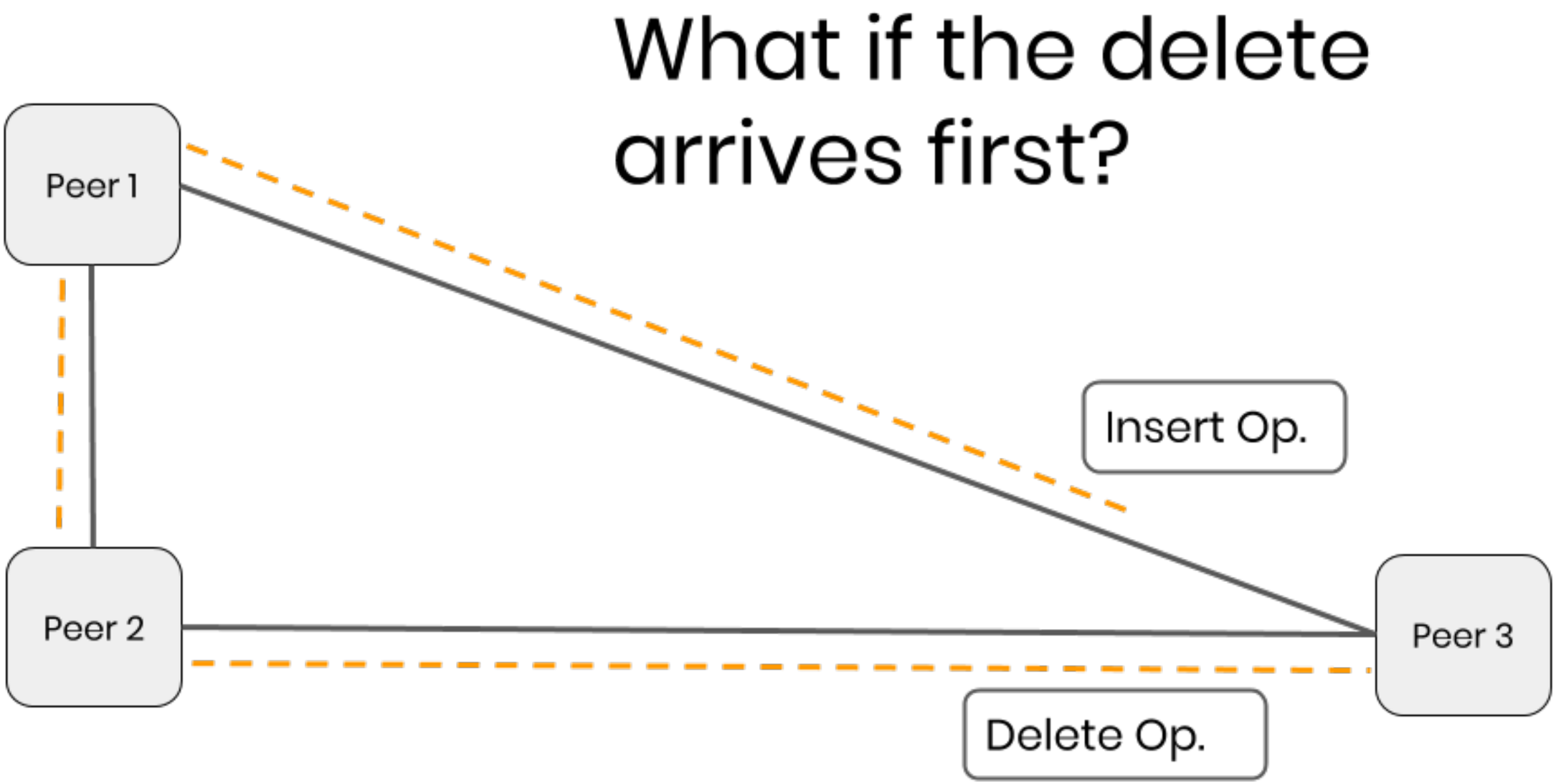


Causalité en distribué



https://hackernoon.com/building-conclave-a-decentralized-real-time-collaborative-text-editor-a6ab438fe79f

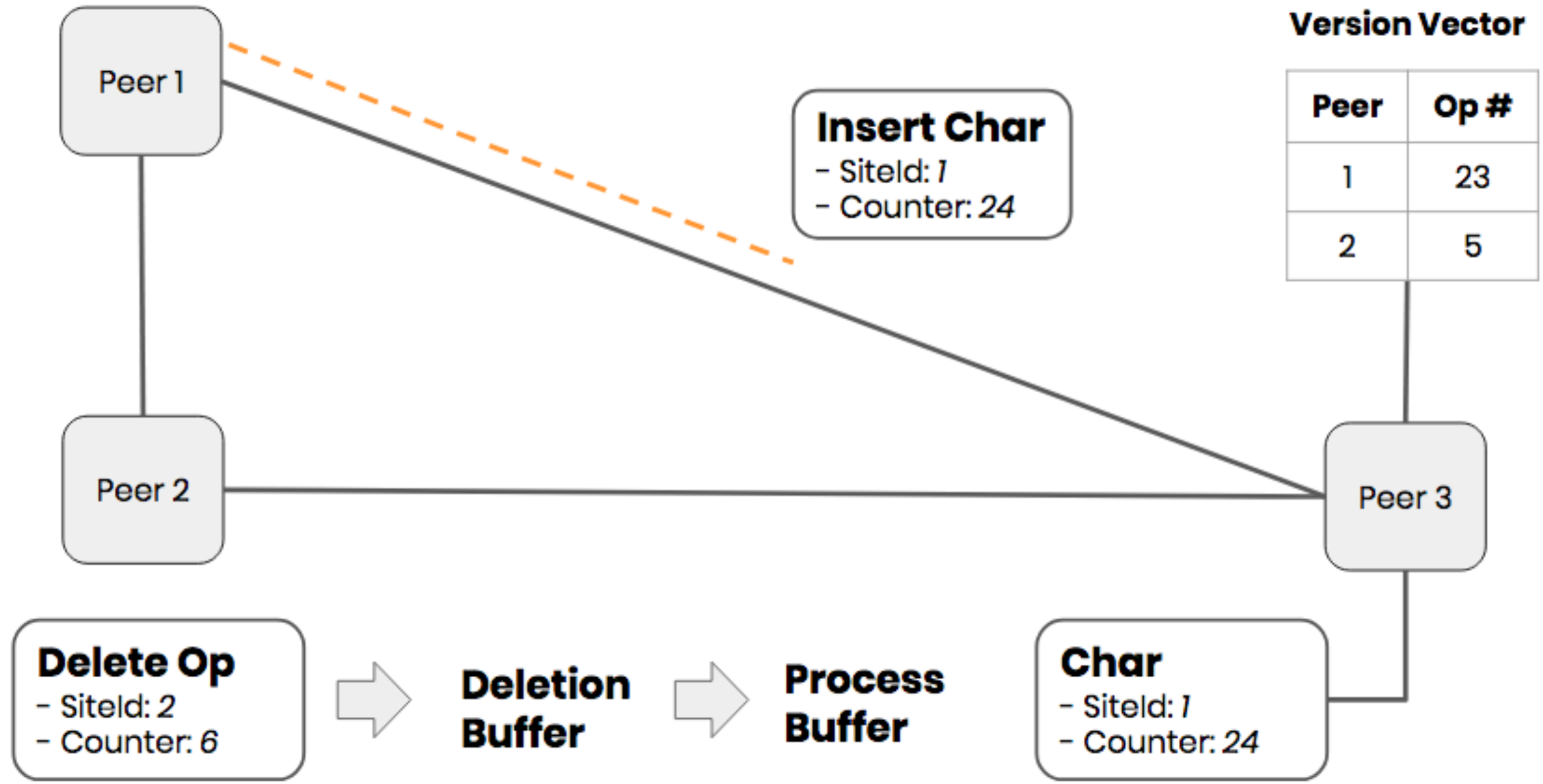
Causalité en distribué



https://hackernoon.com/building-conclave-a-decentralized-real-time-collaborative-text-editor-a6ab438fe79f

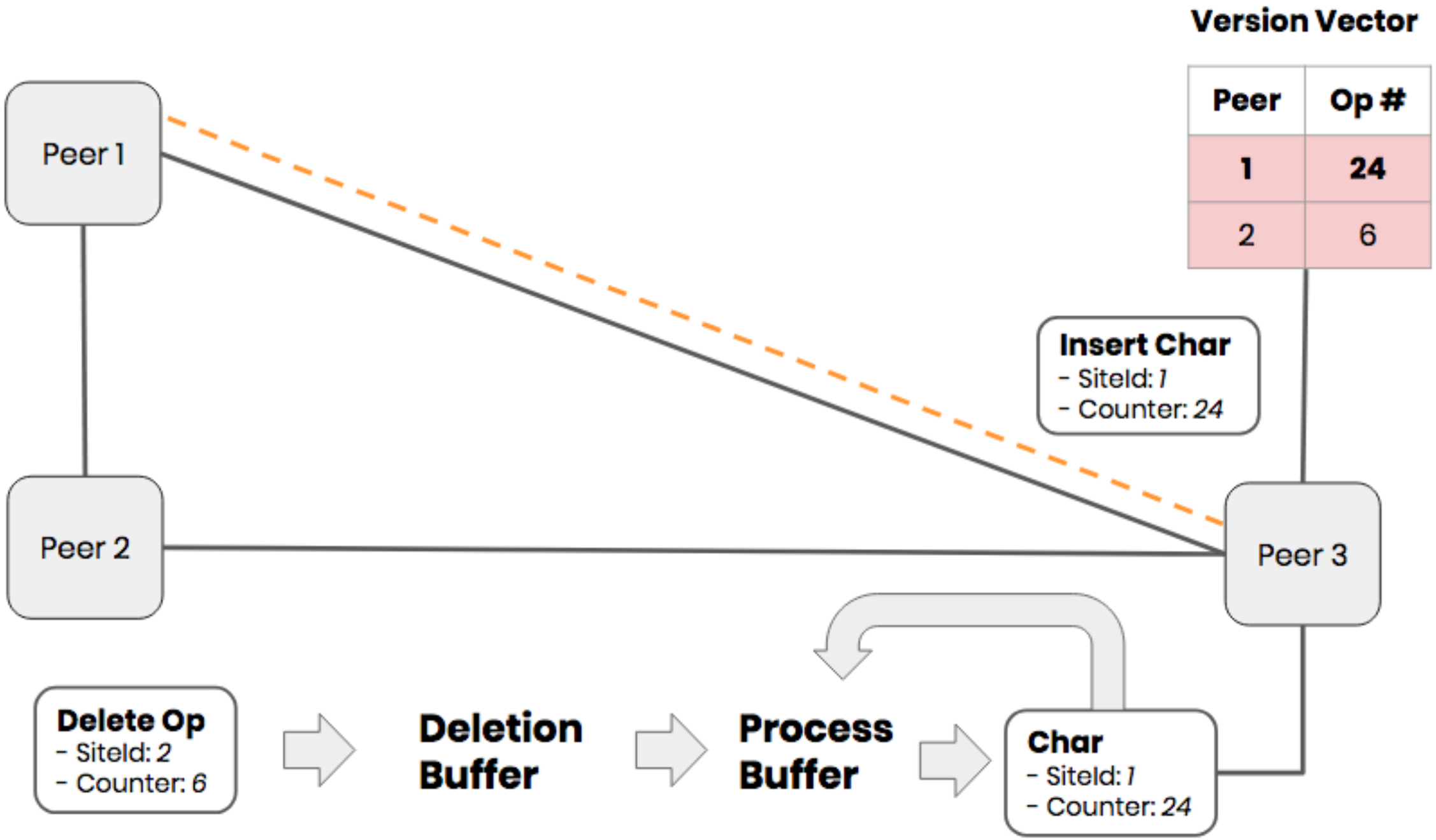
Causalité en distribué

https://hackernoon.com/building-conclave-a-decentralized-real-time-collaborative-text-editor-a6ab438fe79f



Causalité en distribué

https://hackernoon.com/building-conclave-a-decentralized-real-time-collaborative-text-editor-a6ab438fe79f



CRDT

Si les objets sont simples (ex : lettre) alors peu d'intérêt

Des cas pratiques d'application :

- Voir les optimisations de Conclave sur la structure d'objet : https://conclave-team.github.io/conclave-site/#optimizations
- Chez Figma, principes de CRDT mais centralisé : https://www.figma.com/blog/how-figmas-multiplayer-technology-works/

Des pistes pour intégrer CRDT et Operational Transform

- Operational Replicated Data Types

Quelles similarités, quelles différences avec les jeux vidéos ?

Aurélien Tabard - Université Claude Bernard Lyon 1

Plan

Édition partagée

- Exemples
- Principes
- Problèmes de synchronisations

Algorithmes de synchronisation

- Operational Transform
- CRDT

Groupware

Quels outils pour développer cela ?

Peu encore aujourd'hui

Des prototypes de recherche :

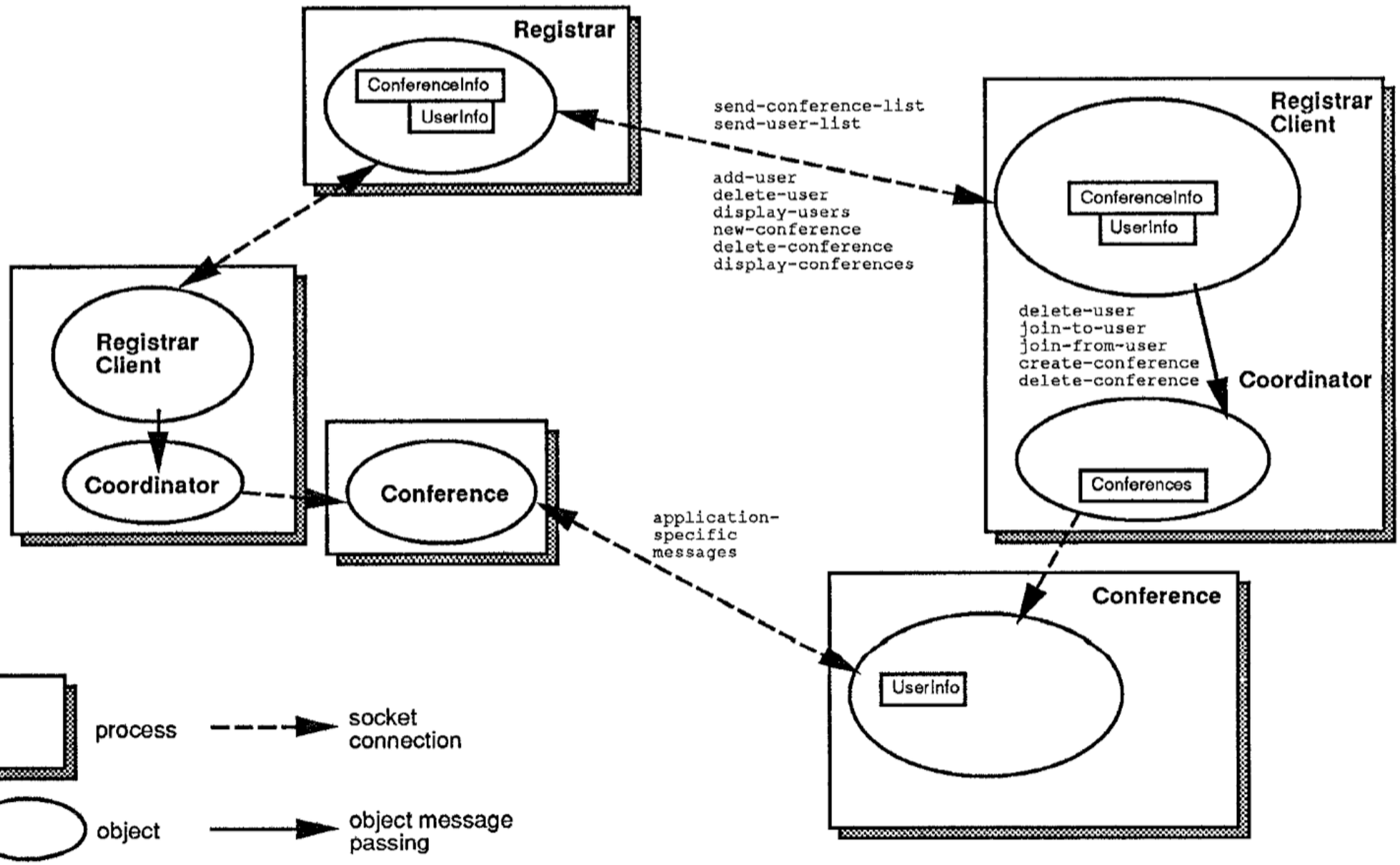
- Groupkit (Univ. de Calgary)
- ReticularSpaces (IT University of Copenhagen)

Groupkit

- Gestion de sessions utilisateurs management (participants joining and leaving)
- Gestion de la distribution de données (1:1, 1:n)
- Widgets spécifiques pour l’interaction collaborative

GroupKit : architecture

https://www.researchgate.net/publication/220878991_GROUPKIT_A_Groupware_Toolkit_for_Building_Real-Time_Conferencing_Applications



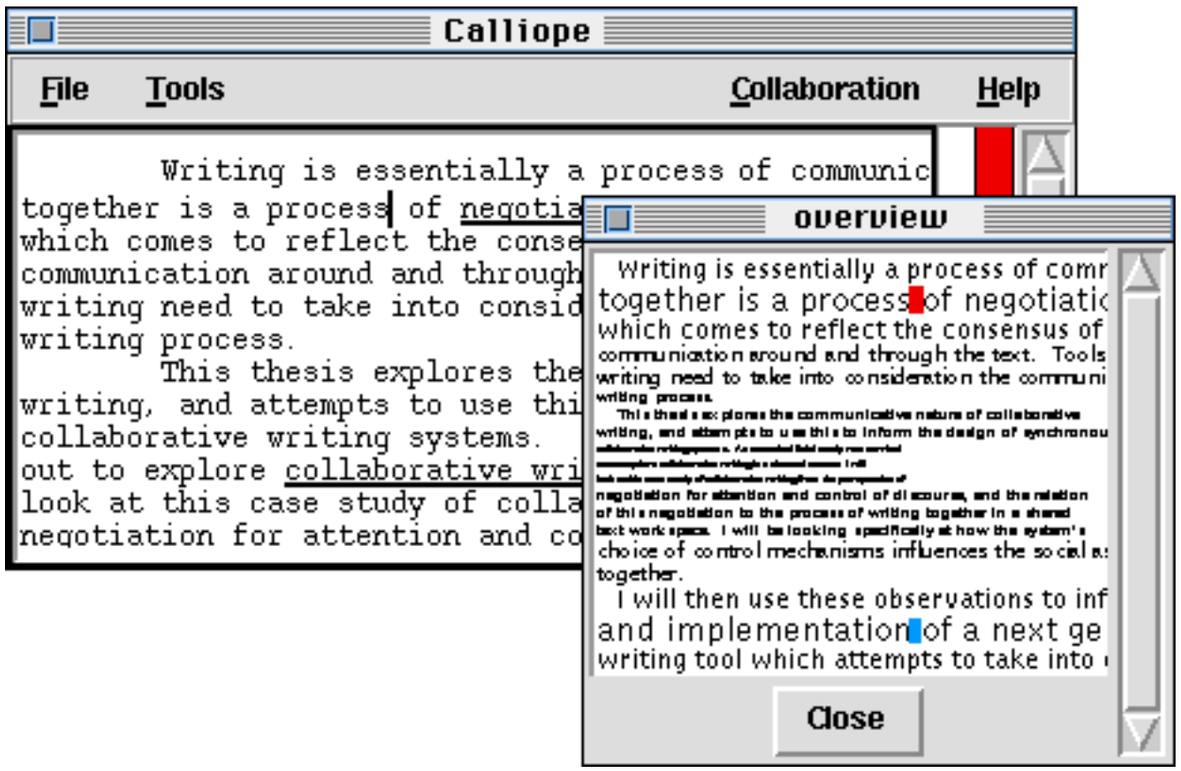
Faciliter l’awareness

- Qui participe à l'activité ?
- Où sont-ils ?
- Que voient-ils ?

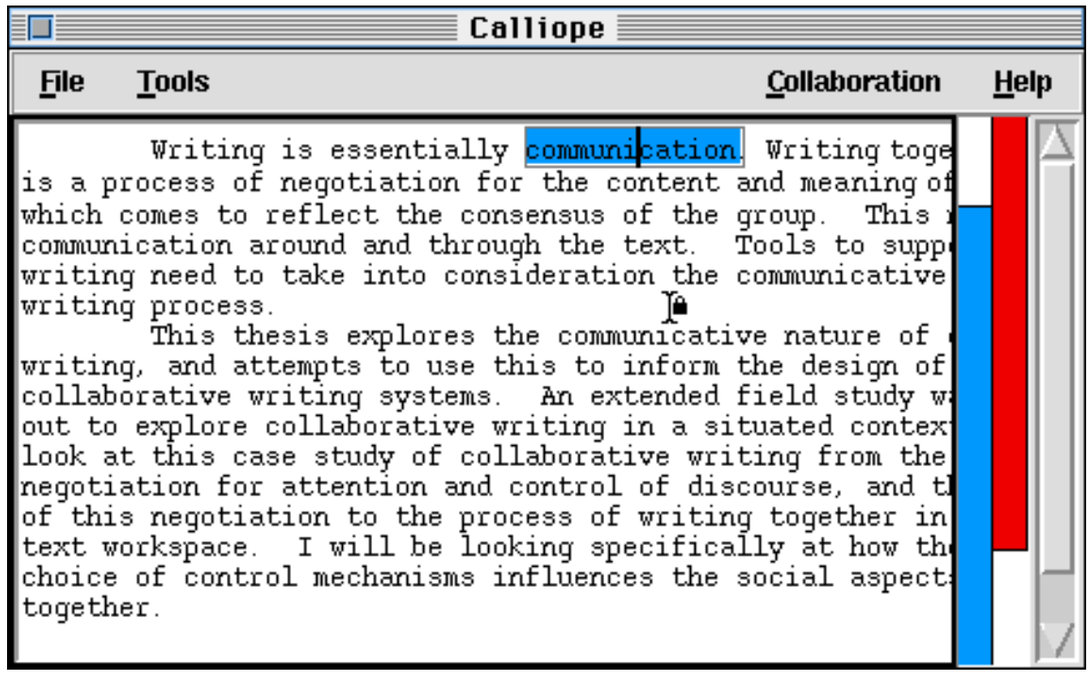
- Quel est leur niveau d'activité ?
- Que font-ils, qu'utilisent-ils ?
- De quoi ont-ils besoin ?

- Que vont-ils faire ?
- Que peuvent-ils faire ?

Awareness widgets

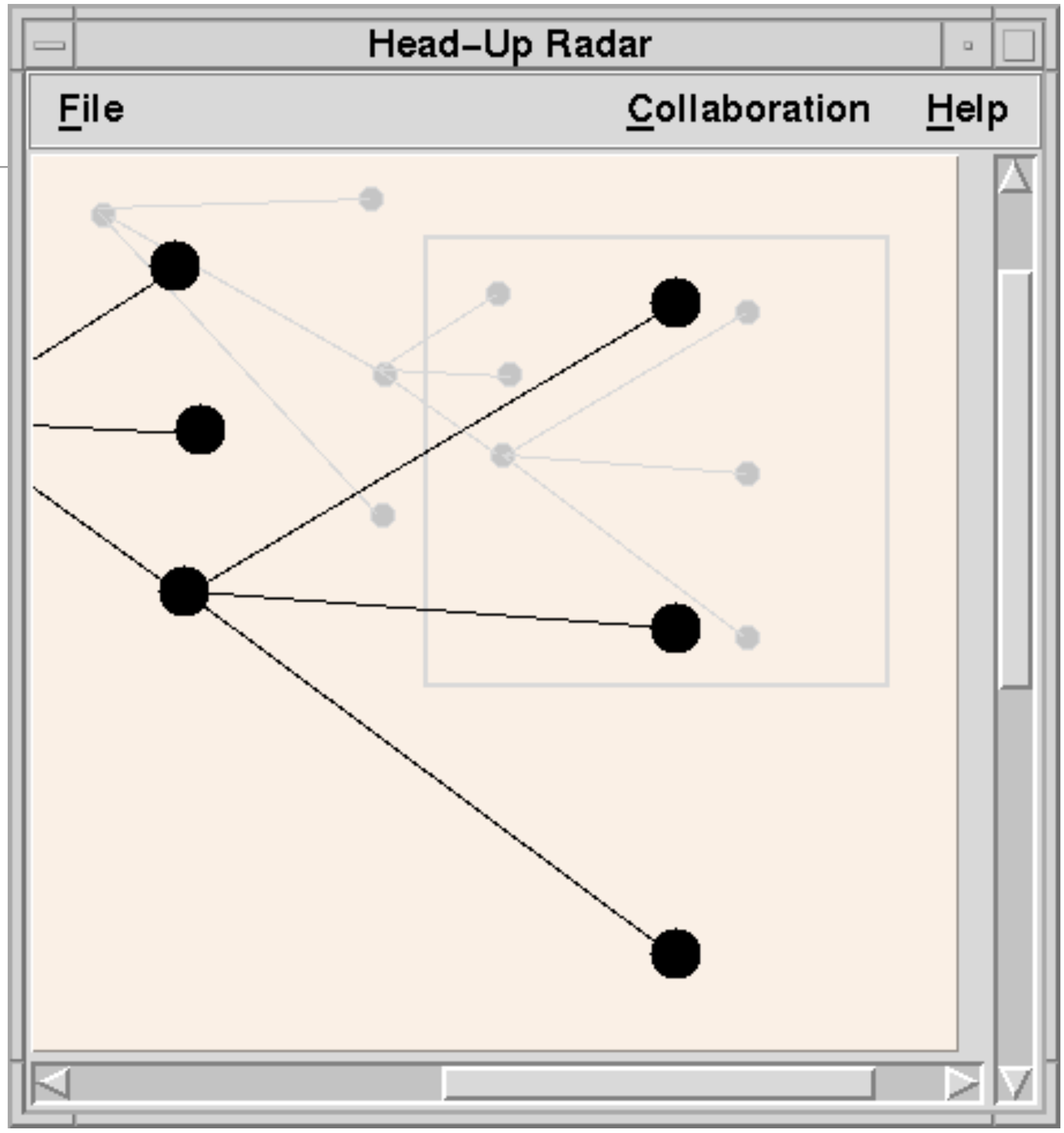


Télé-pointeurs

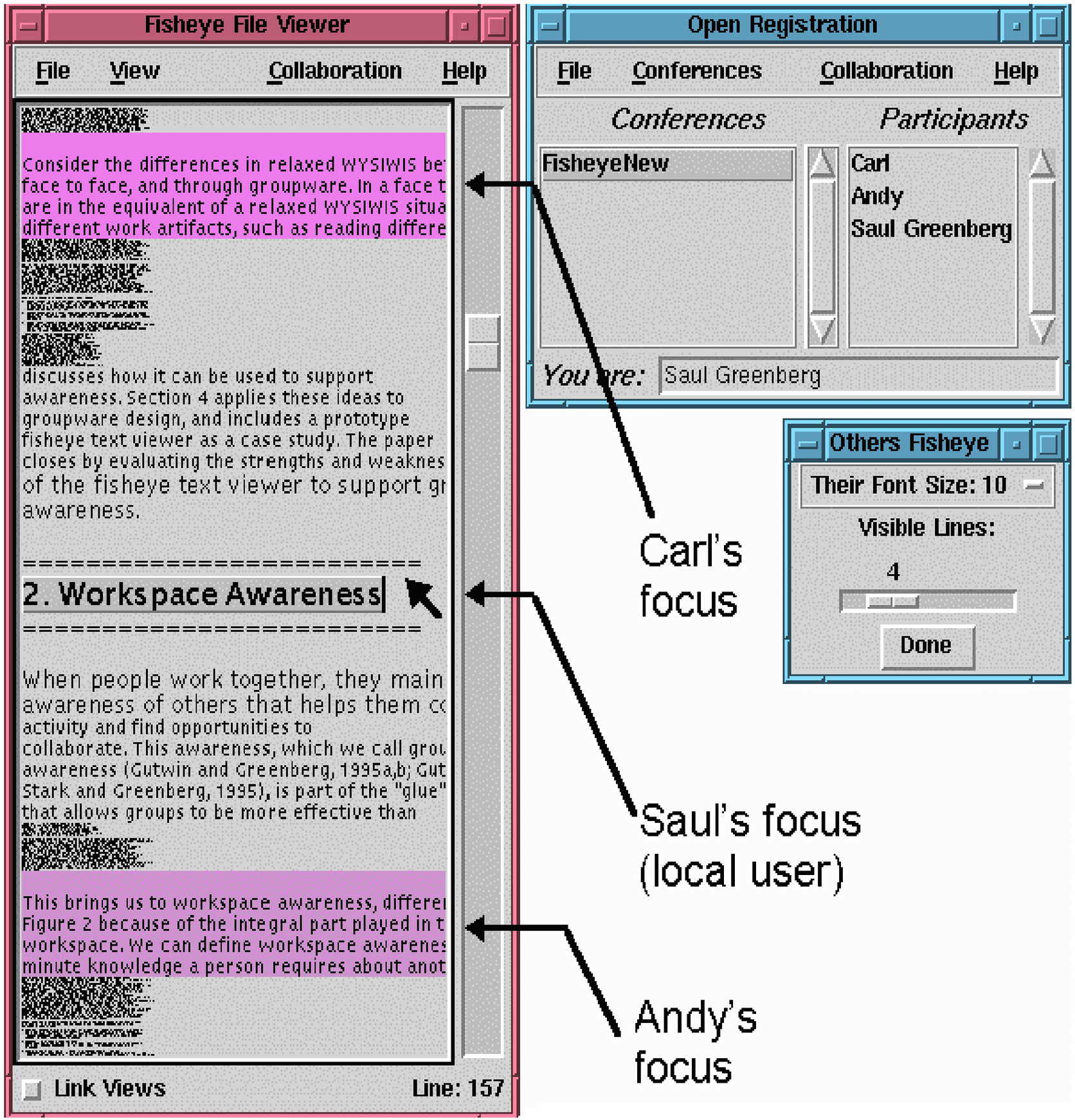


Barres de défilement multiples

Vue radar

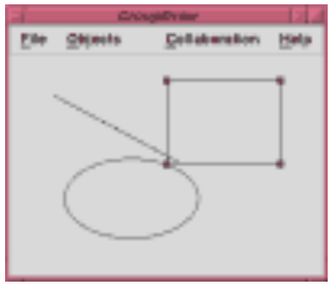


Vue Fisheye


Fisheye File Viewer
File View Collaboration Help
Consider the differences in relaxed WYSIWIS be
face to face, and through groupware. In a face t
are in the equivalent of a relaxed WYSIWIS situa
different work artifacts, such as reading differe
discusses how it can be used to support
awareness. Section 4 applies these ideas to
groupware design, and includes a prototype
fisheye text viewer as a case study. The paper
closes by evaluating the strengths and weaknes
of the fisheye text viewer to support gr
awareness.
==========
2. Workspace Awareness
==========
When people work together, they main
awareness of others that helps them cc
activity and find opportunities to
collaborate. This awareness, which we call grou
awareness (Gutwin and Greenberg, 1995a,b; Gut
Stark and Greenberg, 1995), is part of the "glue"
that allows groups to be more effective than
This brings us to workspace awareness, differer
Figure 2 because of the integral part played in t
workspace. We can define workspace awarenes
minute knowledge a person requires about anot
Link Views
Line: 157
Open Registration
File Conferences Collaboration Help
Conferences
Participants
FisheyeNew
Carl
Andy
Saul Greenberg
You are:
Saul Greenberg
Others Fisheye
Their Font Size: 10
Visible Lines:
4
Done
Carl's focus
Saul's focus (local user)
Andy's focus

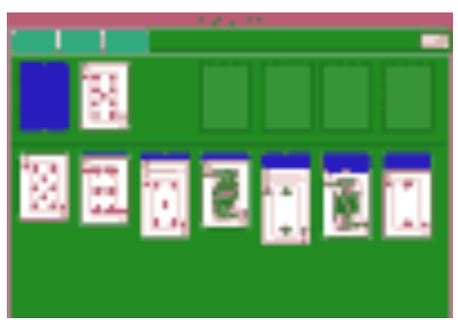
GroupKit : applications

- Brainstorming
- Text chat (talk à plusieurs)



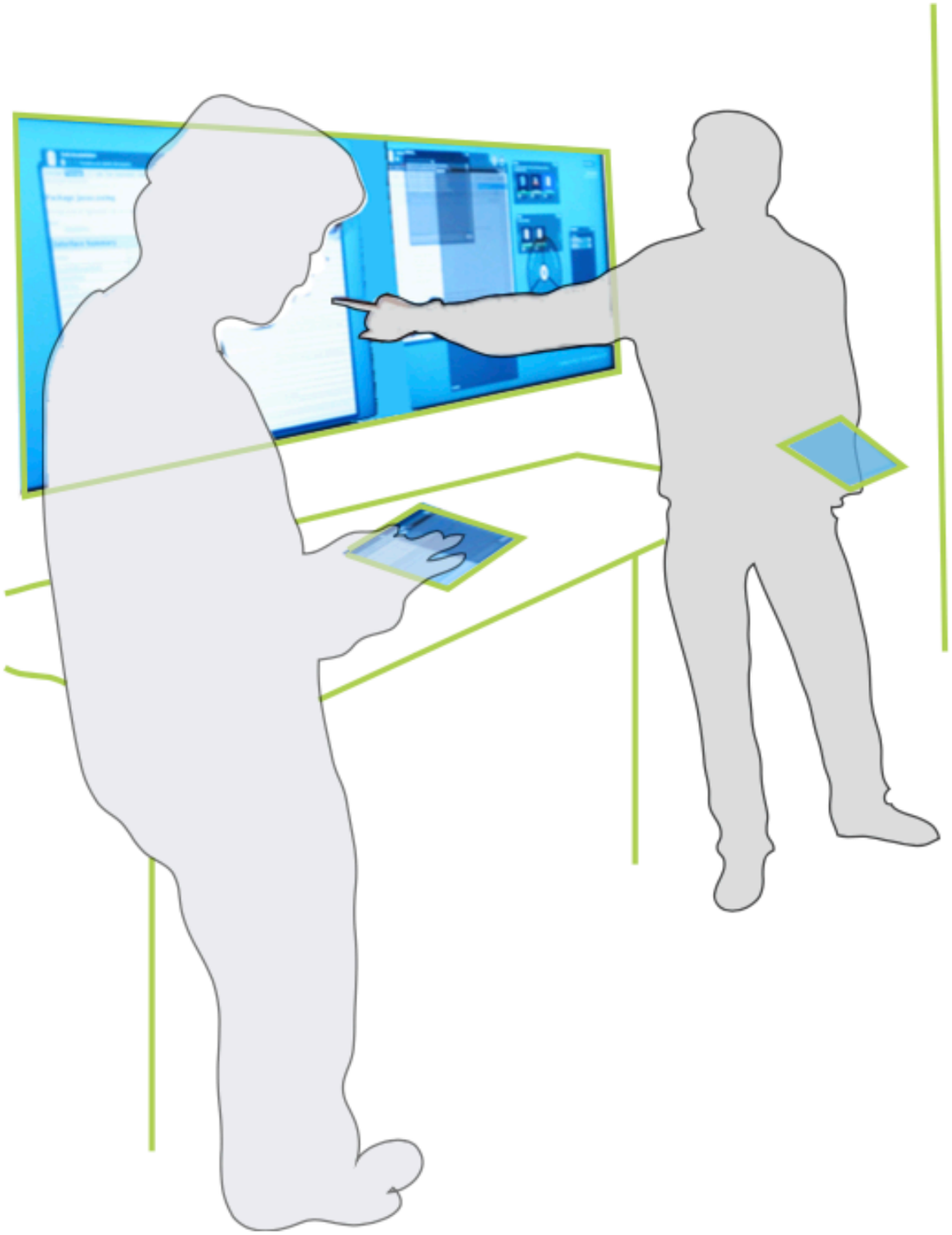
- Dessin (bitmap ou vectoriel)
- Edition de graphes

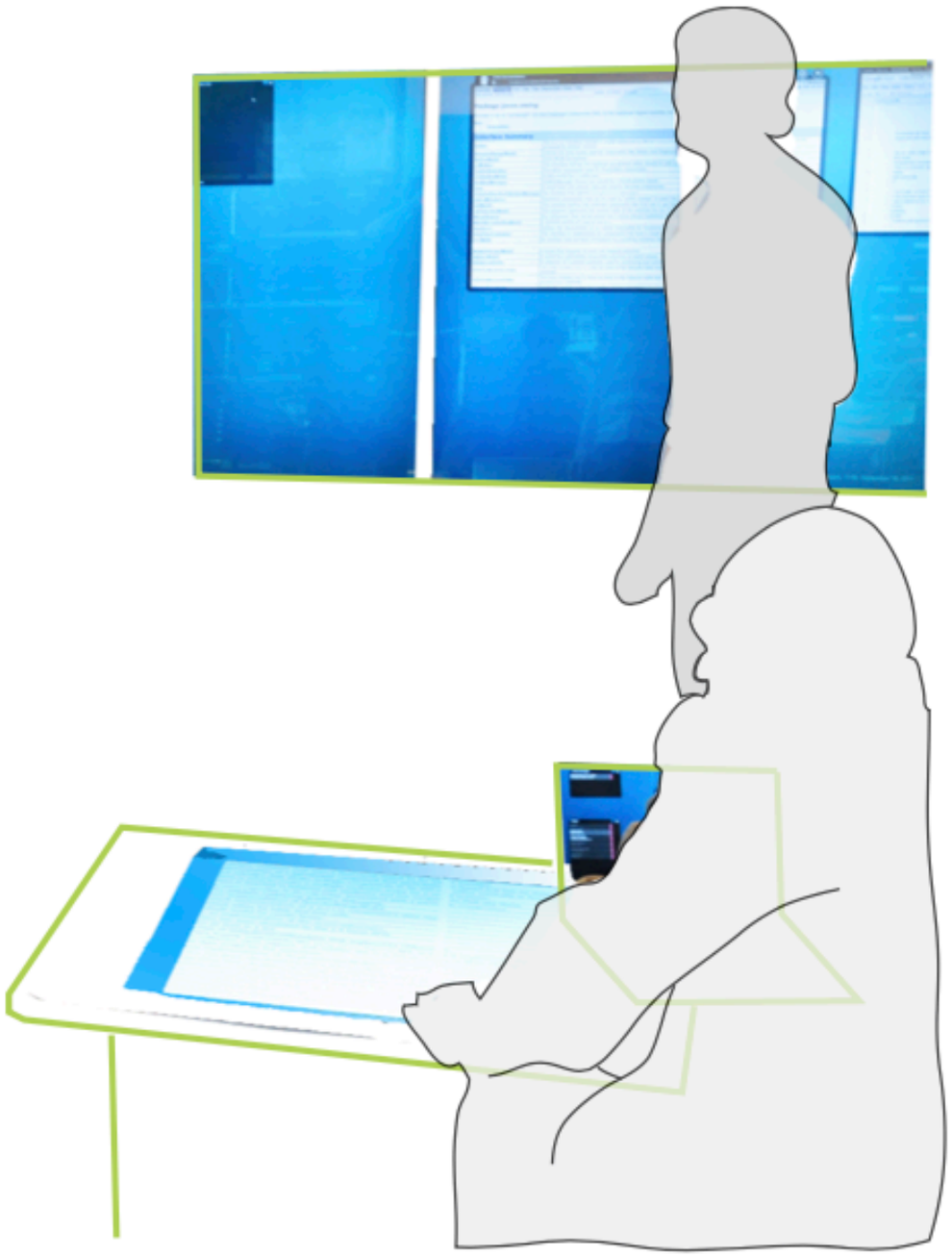
- Consultation de fichier
- Editeurs de texte



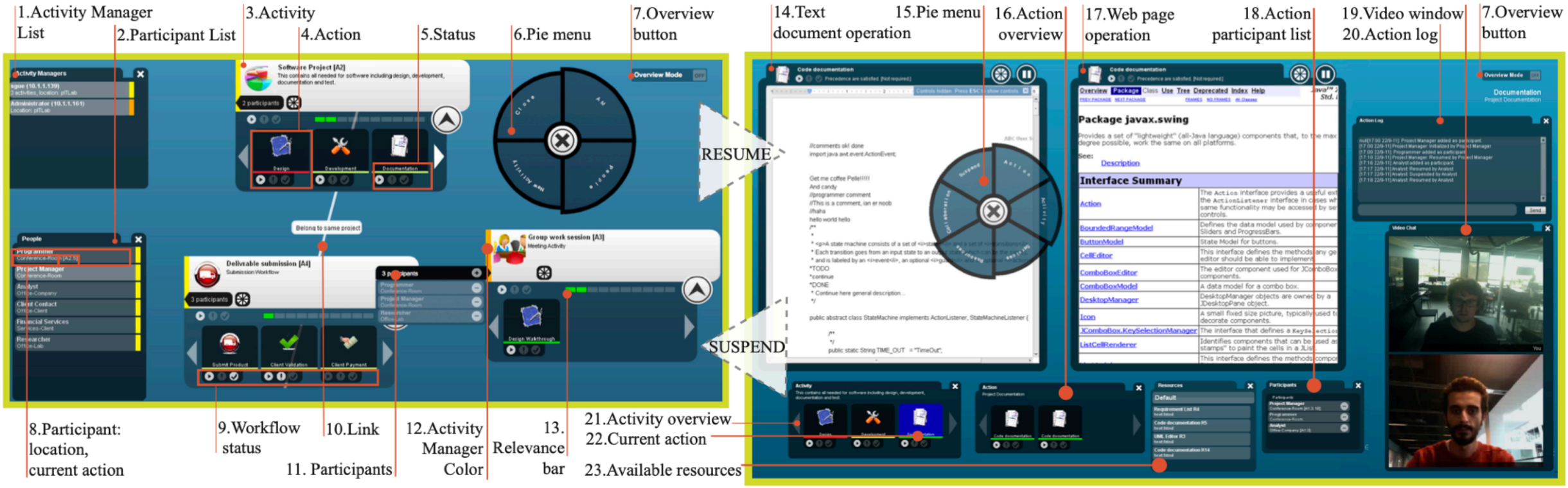
- Jeux (morpion, cartes, tetrominoes)

Activity Based Computing : Reticular Spaces

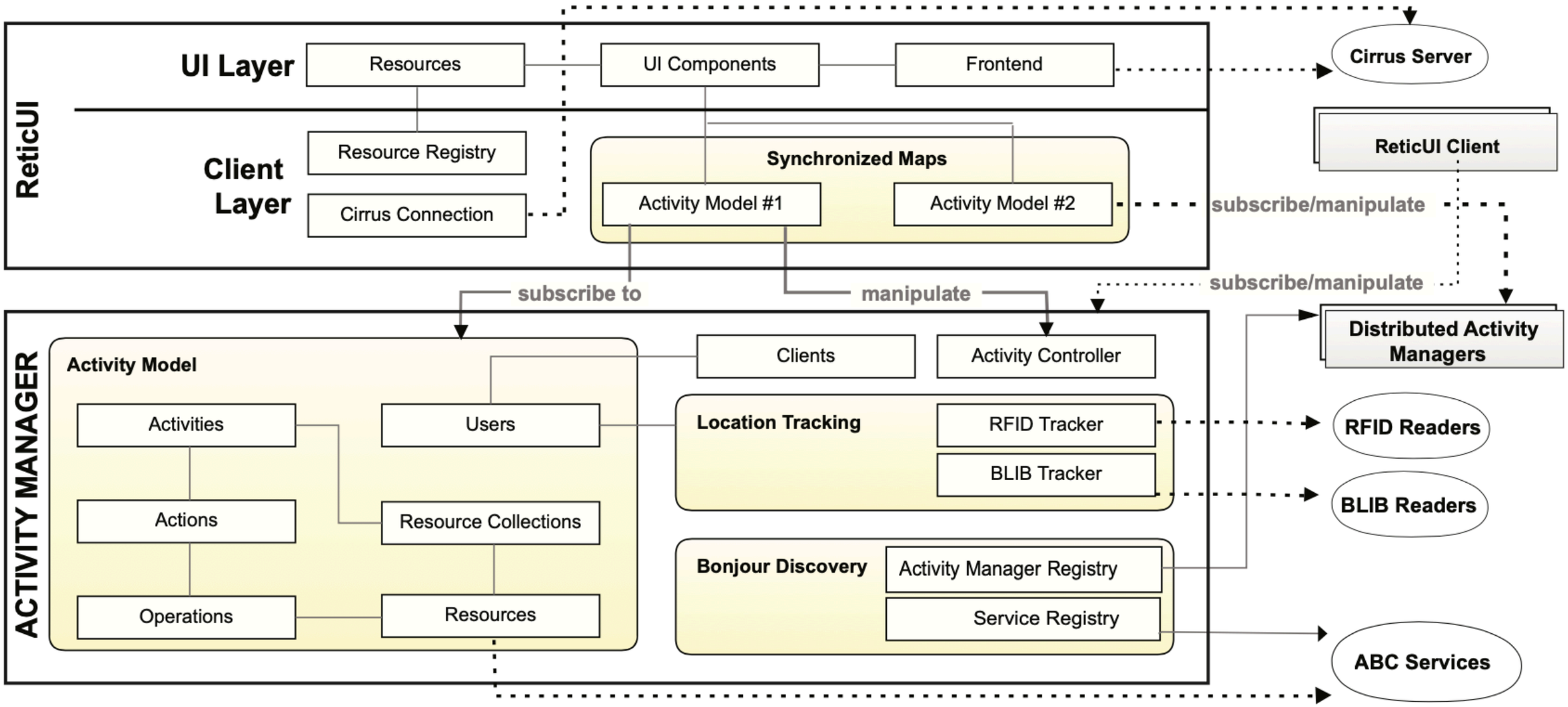




Activity Based Computing : Reticular Spaces



Architecture



Plan

Édition partagée

- Exemples
- Principes
- Problèmes de synchronisations

Algorithmes de synchronisation

- Operational Transform
- CRDT

Groupware