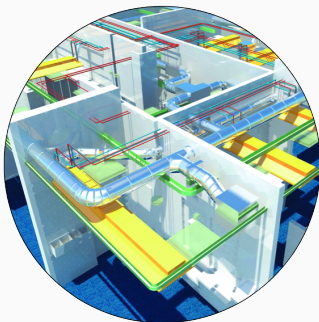


Architecture événementielle pour les environnements virtuels collaboratifs sur le web : Application à la manipulation et à la visualisation d'objets 3D

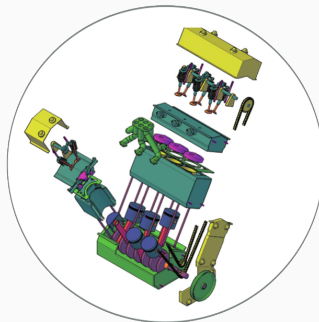
Soutenance de thèse de Caroline DESPRAT

Vendredi 1er décembre 2017

IRIT - Université de Toulouse



Building Information Modeling
(BIM)



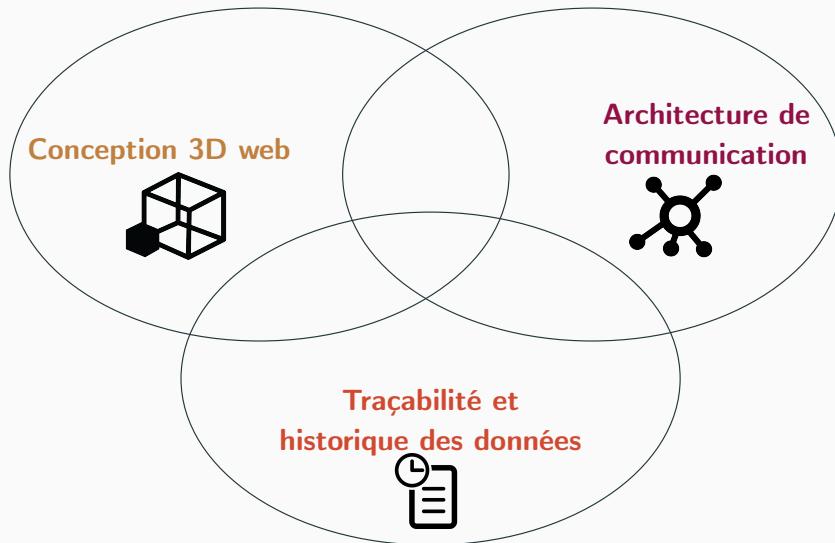
Conception Assistée par
Ordinateur (CAO)

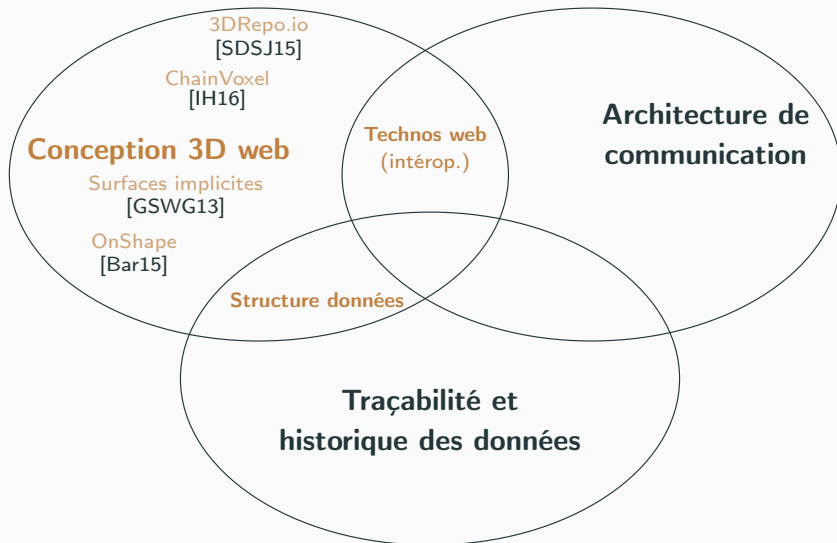


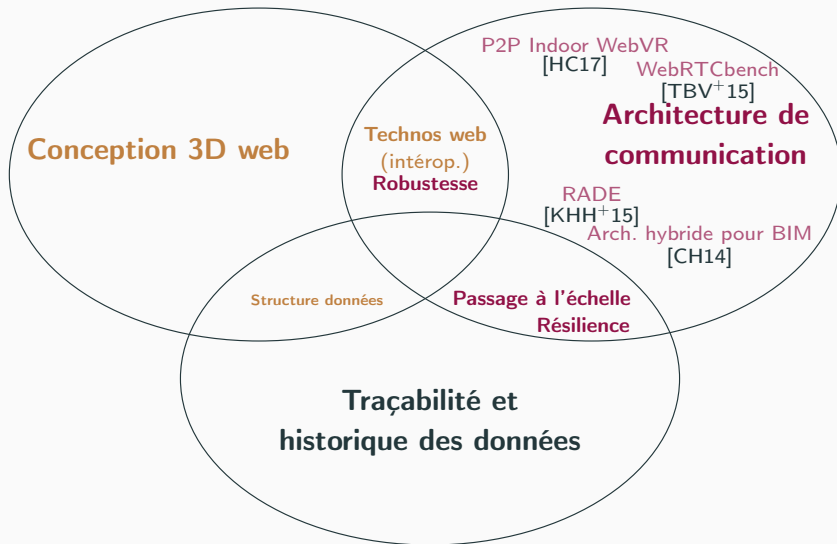
Aménagement
d'espace

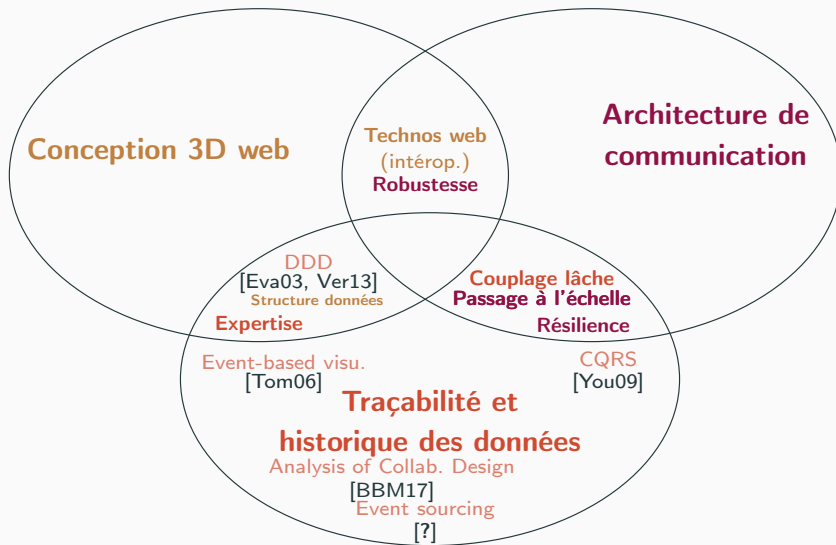
Collaborer de manière distante sur une scène 3D

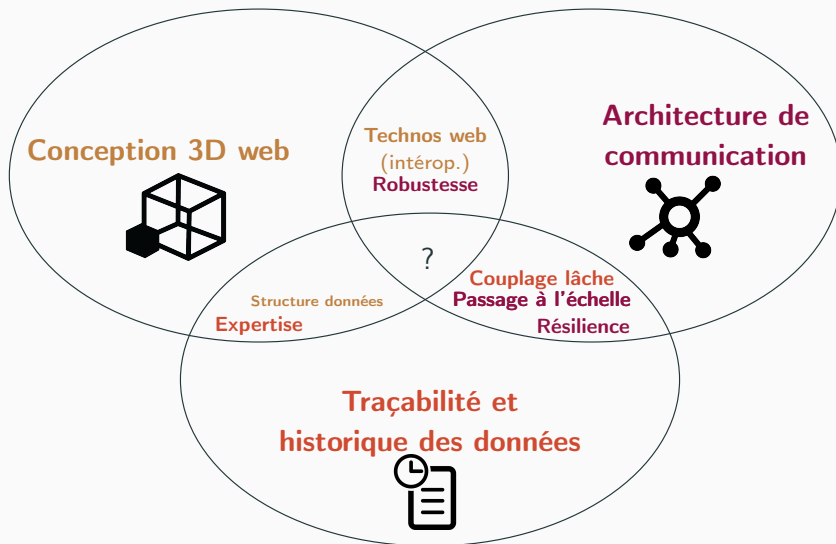
Comment engager toutes les ressources
à disposition lors de la collaboration sur le web ?











Q1

Quelle **architecture réseau** propose une gestion efficace, robuste et temps réel des données 3D dans un environnement **web** ?

Comment engager toutes les ressources à disposition lors de la collaboration sur le web ?

Q1

Quelle **architecture réseau** propose une gestion efficace, robuste et temps réel des données 3D dans un environnement **web** ?

Q2

Quelle architecture logicielle confère une **traçabilité** des données conforme aux règles métiers liées à la manipulation d'objets 3D ?

Comment engager toutes les ressources à disposition lors de la collaboration sur le web ?

Q1

Quelle **architecture réseau** propose une gestion efficace, robuste et temps réel des données 3D dans un environnement **web** ?

Q2

Quelle architecture logicielle confère une **traçabilité** des données conforme aux règles métiers liées à la manipulation d'objets 3D ?

Comment engager toutes les ressources à disposition lors de la collaboration sur le web ?

Q3

Quels sont les mécanismes assurant à l'utilisateur d'être **autonome** tout en collaborant ?

Q1

Quelle **architecture réseau** propose une gestion efficace, robuste et temps réel des données 3D dans un environnement **web** ?

Q2

Quelle architecture logicielle confère une **traçabilité** des données conforme aux règles métiers liées à la manipulation d'objets 3D ?

Comment engager toutes les ressources à disposition lors de la collaboration sur le web ?

Q3

Quels sont les mécanismes assurant à l'utilisateur d'être **autonome** tout en collaborant ?

Q4

Comment garantir le **respect des règles métiers** liées à la manipulation d'objets 3D lors de l'implantation ?

Q1

Quelle **architecture réseau** propose une gestion efficace, robuste et temps réel des données 3D dans un environnement **web** ?

Q2

Quelle architecture logicielle confère une **traçabilité** des données conforme aux règles métiers liées à la manipulation d'objets 3D ?

Comment engager toutes les ressources à disposition lors de la collaboration sur le web ?

Q3

Quels sont les mécanismes assurant à l'utilisateur d'être **autonome** tout en collaborant ?

Q4

Comment garantir le **respect des règles métiers** liées à la manipulation d'objets 3D lors de l'implantation ?

Q5

Quelles sont les **critères** permettant d'évaluer un tel système de manière quantitative ? qualitative ?

Introduction

Approche orientée états

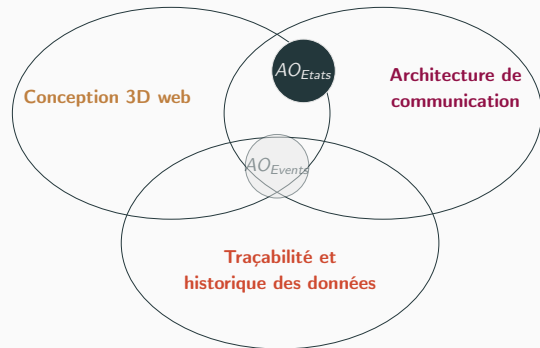
Architecture hybride orientée états

3DState

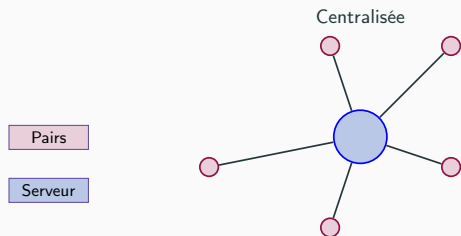
Expérimentation

Approche orientée événements

Conclusion



Quelles sont les architectures possibles dans un EVC ?

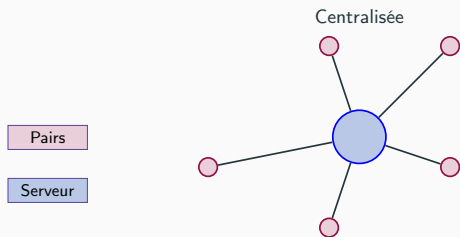


- Gestion concurrence/cohérence facilitée
- Possible goulot d'étranglement

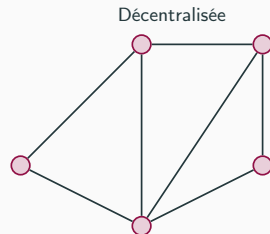
Collaborer plus directement

Pourquoi passer par un intermédiaire (serveur) ?

Quelles sont les architectures possibles dans un EVC ?



- Gestion concurrence/cohérence facilitée
- Possible goulot d'étranglement



- Transmission des données directes
- Données distribuées

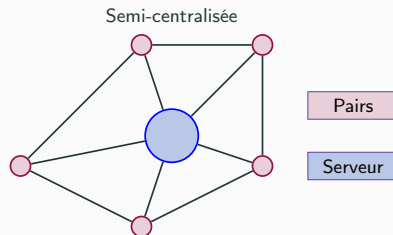
Faciliter la maintenance et le suivi des données

Que se passe-t-il s'il n'y a pas de fournisseur de données ?

Quelles sont les architectures possibles dans un EVC ?

Hybride : Client-serveur + pair-à-pair

- Allègement de la charge du serveur (recherche et récupération)
- Répartition des responsabilités (dissémination, stockage)

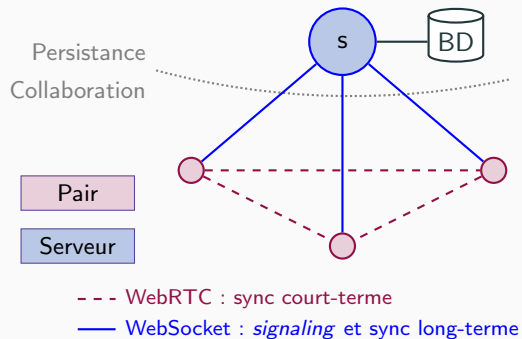


Avantages pour la conception 3D sur le web

Favoriser les échanges directs

Augmenter la disponibilité des données

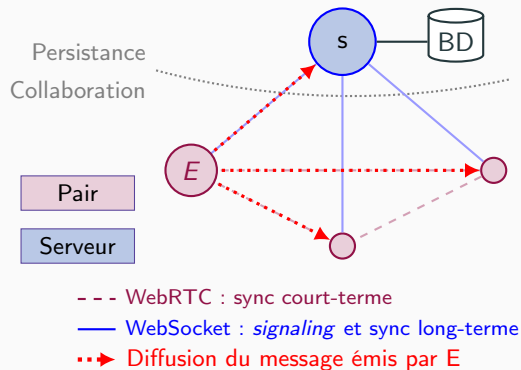
Architecture de communication hybride orientée états [DLJ15, DJL15]



Manipule des différentiels d'état ($st_1 - st_0$).

- Client-serveur : Accès **centralisé** aux données pour la persistance long-terme ;
- Pair-à-pair : **transmission directe** des données entre les clients pour la collaboration.

Architecture de communication hybride orientée états [DLJ15, DJL15]



Manipule des différentiels d'état ($st_1 - st_0$).

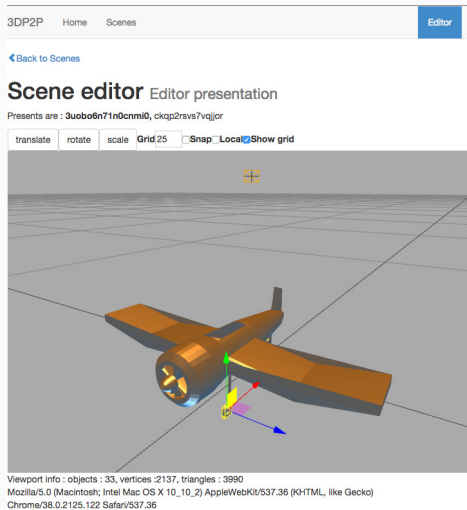
- Client-serveur : Accès **centralisé** aux données pour la persistance long-terme ;
- Pair-à-pair : **transmission directe** des données entre les clients pour la collaboration.

Implémentation de 3DState - Prototype de l'éditeur collaboratif 3D

Fonctionnalités

- Transformations haut niveau (translation, rotation, homothétie)
- Visualisation, navigation
- Import de modèles 3D

three.js



Expérimentation approche orientée états

Objectif

Preuve de faisabilité concernant
l'architecture proposée.
Observations des interactions
utilisateurs et réseaux
Qualité de la collaboration

Description

Assemblage collaboratif des parties d'un objets.
Type de réseau : réseau local
Prototype : 3DState

Évaluation

Qualité de la collaboration :
cohérence, fiabilité, réactivité
Résilience et robustesse du système
(situations critiques)

Table 1: Configuration

Essai	Objet	Taille	NbCollab.
Wind turbine	6	1.0 MB	2
Pick up	8	1.3 MB	4
Castle from <i>server</i>	35	1.3 MB	4
Castle from <i>peer</i>	35	1.3 MB	4

Résultats

A partir des données des questionnaires et des observations :

Interface utilisateur minimale, manque de retours visuels.

Manipulation des objets bonne évaluation sauf lors d'import de fichiers 3D lourds.

Attrition n'altère pas la qualité de la collaboration.

Globalement Utilisateurs satisfaits (collaboration et des résultats visuels)

Qualité de la collaboration est considérée comme **temps-réel** plus qu'interactive.

En cas de déconnexion soudaine : le système offre une bonne résilience.

Bilan de l'approche orientée états

QR	Approche orientée états	
QR1 Réseau	✓	Topologie complète, diff. état
QR2 Traçabilité	✗	Aucune
QR3 Autonomie	✓	Stockage local (session)
QR4 Validité	✗	Aucune
QR5 Métriques	✓ (quali.) ✗ (quant.)	Cohérence, fiabilité, réactivité. Robutesse et,résilience

QR 1 L'architecture hybride permet d'augmenter la proximité entre les utilisateurs.
L'utilisateur est responsable de la transmission des modifications

QR 3 L'utilisateur stocke les informations dont il a besoin sur son client.

QR 5 Architecture faisable. Retours utilisateur positifs même problèmes lors d'imports ou passage à l'échelle

De l'état aux événements

Des besoins en attente :

- Transmission par différentiel d'état : léger mais perte de l'historique des manipulations (*active record*).
- Passage à l'échelle compromis (réseau totalement maillé)
- Apporter plus de flexibilité à la collaboration (expertise, analyse)

Changement de paradigme :

- Description sémantique des manipulations : introduction des spécificités métiers de la 3D (historisation facilitée).
- Améliorer le passage à l'échelle en réduisant la densité du maillage.
- Validation des modifications pour conserver l'intégrité du système.

Introduction

Approche orientée états

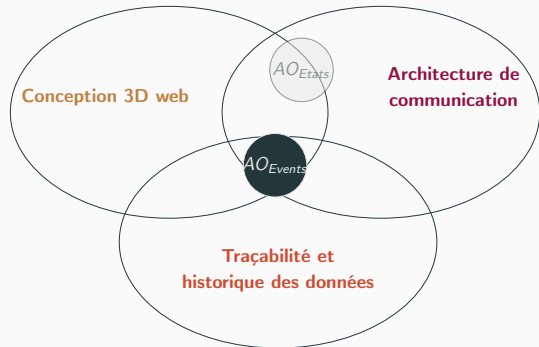
Approche orientée événements

Modèle événementiel

Prototype 3DEvent

Résultats et discussion

Conclusion



Patron de conception adaptés

DDD [Ver13]

- Langage partagé
- Contexte
- Règles métier

ES [Fow03]

- Un changement = un événement
- Événements immuables
- Support de l'historique

CQRS [You10]

- Séparer écriture / lecture
- Validation des données
- Cohérence éventuelle

Patron de conception adaptés

DDD [Ver13]

- Langage partagé
- Contexte
- Règles métier

ES [Fow03]

- Un changement = un événement
- Événements immuables
- Support de l'historique

CQRS [You10]

- Séparer écriture / lecture
- Validation des données
- Cohérence éventuelle

Définition des événements

Création du langage partagé à partir des observations des précédentes expérimentations.

Définition du contexte pour tous les objets liés à l'application.

Définitions des événements associés à ces objets.

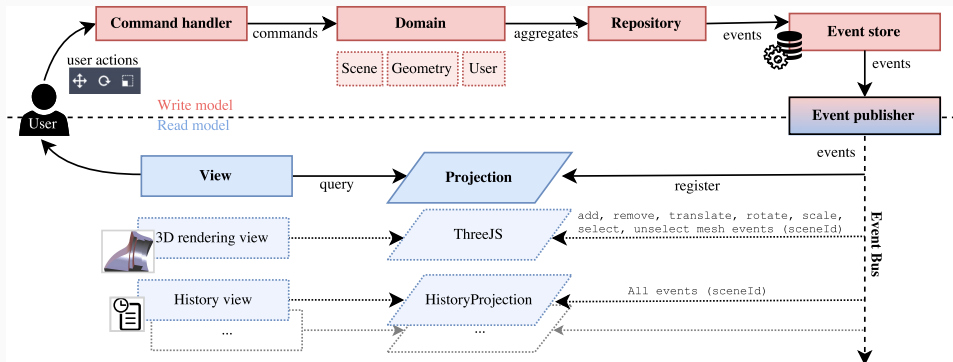
CQRS+ES

Favoriser l'autonomie de l'utilisateur.

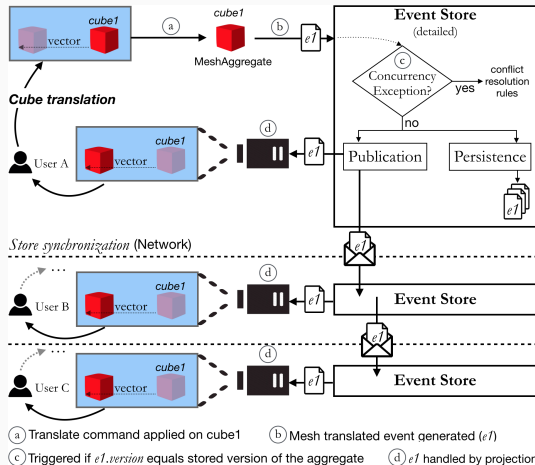
Proposer différentes vues des mêmes données (3D, monitoring, historique)

Approche faiblement couplée adaptée à la collaboration (forte demandes en écriture et en lecture)

Modèle général [DJL16]



Modèle général : exemple (translation d'un cube par User A)



Architecture réseau hybride orientée [DCLJ17] événements

- Améliorer le passage à l'échelle en intégrant le modèle événementiel
- Réduire les contraintes de collaboration : concurrence optimiste, réseau moins dense

3DEvent - Prototype de l'éditeur collaboratif 3D

Fonctionnalités

- Transformations haut niveau (t,r,h)
- Visualisation, navigation
- Import de modèles 3D

Intégration CQRS+ES

- Interface orientée tâche
- Sélection fantôme

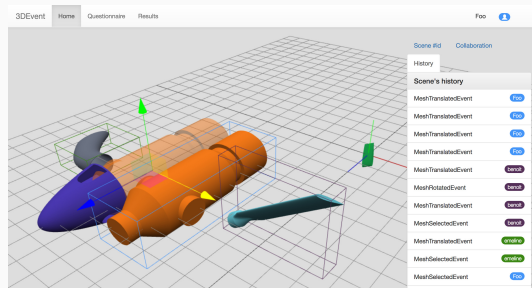


Figure 1: Translation // historique

Expérimentation approche orientée événements

Objectif

Intégration du modèle événementiel possible
Efficacité dans la réalisation collaborative
Possibilité d'analyse des données

Description

Assemblage collaboratif de modèles 3D ou
création de scène libre.
Internet (hétérogène)
Prototype 3DEvent.

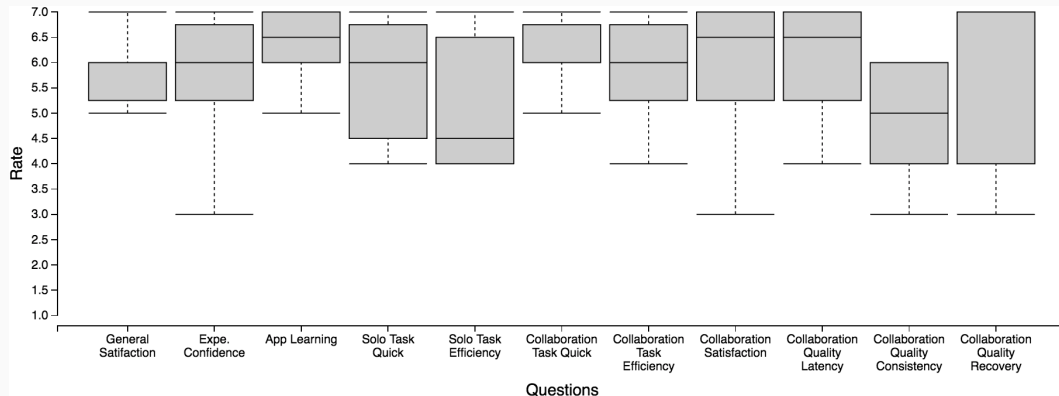
Critères d'évaluation

- Qualité de la collaboration : cohérence, fiabilité, réactivité
- Efficience : temps et sentiment d'efficacité

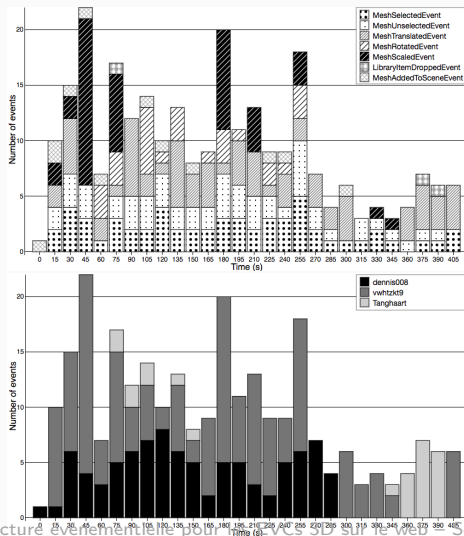
Table 2: Modèles

Modèle	Nb parties	Triangles	Taille tot.
Rotor	10	62k	4Mo
Camera box	12	67k	5Mo
Car	16	170k	8Mo
Living room	16	200k	9Mo

Résultats des questionnaires



Analyse des données



Bilan de l'approche orientée événements

QR		Approche orientée événements
QR1 Réseau	✓	Maillage partiel, flexibilité (instances serveur)
QR2 Traçabilité	✓	DDD et Event Sourcing
QR3 Autonomie	✓	Stockage local (haute dispo : données, métier)
QR4 Validité	✓	DDD et CQRS
QR5 Métriques	✓(quali.) ✓(quant.)	Cohérence, Fiabilité, Robustesse, Utilisabilité

QR 2 La traçabilité est fournie par l'ES associée à la méthode DDD : langage partagé de la 3D. ES fournit des données immuables et fonctionnellement viables.

QR 3 L'utilisateur est rendu autonome par le fait de déporter CQRS et ES sur le client (traditionnellement client-serveur)

QR 4 Règles métiers fournies en amont par le DDD, validées par la partie commande de CQRS

Testabilité de l'environnement virtuel collaboratif

QR 5 Quelles sont les critères permettant d'évaluer un tel système de manière quantitative ? Qualitative ?

Virtualisation complexe : WebRTC est une technologie récente [HIIG16]

Nécessite l'intégration du modèle événementiel dans un logiciel de simulation.

De nombreuses variables : nombre de nœuds, types de scénarios, bande passante, taille des modèles 3D.

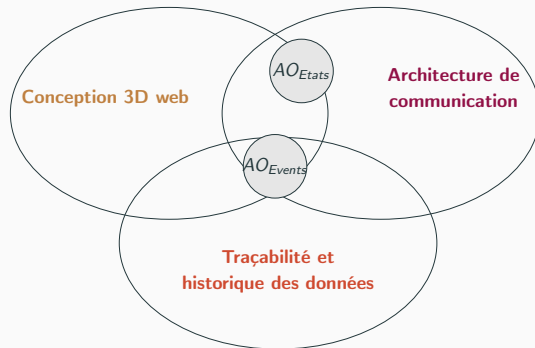
temps de dissémination d'un événement à travers le réseau

réactivité face à la charge (nombre d'événements traités / seconde)

Résumé

Comment engager toutes les ressources à disposition lors de la collaboration sur le web ?

- Architecture hybride : chaque pair participe à la distribution et au stockage en temps réel et de manière égalitaire.
- Modèle événementiel : taxonomie et traçabilité des manipulations. L'expertise des utilisateurs est sauvée et réutilisable.



Questions de recherche

QR	Approche orientée états	Approche orientée événements
QR1 Réseau	✓	✓
QR2 Traçabilité	✗	✓
QR3 Autonomie	✓	✓
QR4 Validité	✗	✓
QR5 Métriques	✓ (quali.) ✗ (quant.)	✓ (quali.) ✓ (quant.)

Usages potentiels

La conception d'un modèle événementiel à travers l'implémentation d'une plateforme comme 3DEvent peut servir d'autres applications asynchrones, distribuées et orientées événements.

- Application au **versionnage 3D collaboratif** avancé.
- **Création de scénarios** artificiels ou sur la base de traces utilisateurs intégrant le métier (jeux sérieux).
- **Traçage utilisateur et *crowdsourcing*** pour repérer des zones d'intérêt ou proposer des résumés d'activité.
- Concevoir des **audits et des outils de surveillance** pour les données 3D issues de la collaboration.





Perspectives




Comparaison quantitative des deux approches (mêmes interface/scénario/réseau)

Virtualisation des comportements collaboratifs [HIIG16][EK14]




Gestion des conflits (super nœuds) [Kla13] [BRQTp07]




Compression 3D [MLDH13] (avec événements)

-  Ilya Baran :
Under the Hood : How Collaboration Works in Onshape, 2015.
-  Jae Bang, Yuriy Brun et Nenad Medvidovic :
Continuous Analysis of Collaborative Design.
2017.
-  Roberto Baldoni, Sistemistica a Ruberti, Leonardo Querzoni et Sara Tucci-piergiovanni :
TERA : Topic-based Event Routing for peer-to-peer.
Int. Conf. Distrib. Event-Based Syst., pages 2–13, 2007.
-  Hung-Ming Chen et Chuan-Chien Hou :
Asynchronous online collaboration in BIM generation using hybrid client-server and P2P network.
Autom. Constr., 45:72–85, 2014.

-  Caroline Desprat, Benoît Caudesaygues, Hervé Luga et Jean-Pierre Jessel :
Doctoral Symposium : Loosely Coupled Approach for Web-Based Collaborative 3D Design.
In Proc. ACM Int. Conf. Distrib. Event-Based Syst., 2017.
-  Caroline Desprat, Jean-Pierre Jessel et Hervé Luga :
A 3D collaborative editor using WebGL and WebRTC.
Proc. 20th Int. Conf. 3D Web Technol. - Web3D '15, pages 157–158, 2015.
-  Caroline Desprat, Jean-Pierre Jessel et Hervé Luga :
3DEvent : A Framework Using Event-Sourcing Approach For 3DWeb-Based Collaborative Design in P2P.
In Proc. 21st Int. Conf. Web3D Technol. - Web3D '16, pages 73–76, 2016.

-  Caroline Desprat, Herve Luga et Jean-Pierre Jessel :
Hybrid client-server and P2P network for web-based collaborative 3D design.
WSCG 2015 Conf. Comput. Graph. Vis. Comput. Vis., pages 229–238, 2015.
-  Benjamin Erb et Frank Kargl :
Combining discrete event simulations and event sourcing.
Proc. 7th Int. ICST Conf. . . ., 2014.
-  Eric Evans :
Domain-Driven Design : Tackling Complexity in the Heart of Software.
Addison Wesley, 2003.
-  Martin Fowler :
***Patterns of Enterprise Application Architecture*, volume 23.**
Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2003.

-  Herbert Grasberger, Pourya Shirazian, Brian Wyvill et Saul Greenberg :
A data-efficient collaborative modelling method using websockets and the BlobTree for over-the air networks.
Proc. 18th Int. Conf. 3D Web Technol. - Web3D '13, page 29, 2013.
-  Yonghao Hu et Zhaohui Chen :
WebTorrent Based Fine-grained P2P Transmission of Large- scale WebVR Indoor Scenes.
2017.
-  Syed Arefinul Haque, Salekul Islam, Md Jahidul Islam et Jean Charles Grégoire :
An architecture for client virtualization : A case study.
Comput. Networks, 100:75–89, 2016.

-  Kengo Imae et Naohiro Hayashibara :
ChainVoxel : 3D ChainVoxel : A Data Structure for Scalable Distributed Collaborative Editing for 3D Models.
2016(6):1–8, 2016.
-  Timo Koskela, Arto Heikkinen, Erkki Harjula, Mikko Levanto et Mika Ylianttila :
RADE : Resource-aware Distributed Browser-to- browser 3D Graphics Delivery in the Web.
IEEE Wirel. Mob., pages 500–508, 2015.
-  Jeremy Klamer :
Conflict resolution in an event sourcing environment.
Thèse de doctorat, 2013.

-  Adrien Maglo, Guillaume Lavoue, Florent Dupont et Céline Hudelot :
3D mesh compression : survey , comparisons and emerging trends.
ACM Comput. Surv., 9(4), 2013.
-  Timothy Scully, Jozef Dobos, Timo Sturm et Yvonne Jung :
3drepo . io : Building the Next Generation Web3D Repository with AngularJS and X3DOM.
In Web3D '15 Proc. 20th Int. Conf. 3D Web Technol., pages 235–243, 2015.
-  Sajjad Taheri, Laleh Aghababaie Beni, Alexander V. Veidenbaum, Alexandru Nicolau, Rosario Cammarota, Jianlin Qiu, Qiang Lu et Mohammad R. Haghighat :
WebRTCbench : A benchmark for performance assessment of webRTC implementations.
ESTIMedia 2015 - 13th IEEE Symp. Embed. Syst. Real-Time Multimed., (1), 2015.



Christian Tominski :

Event-Based Visualization for User-Centered Visual Analysis.

Computer (Long. Beach. Calif)., 2006.



Vaughn Vernon :

Implementing Domain-Driven Design.

Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2013.



Greg Young :

Code Better, 2009.



Greg Young :

CQRS and CAP Theorem, 2010.