

# Modélisation et évaluation de performances d'une application de cloud gaming

**Khaled Boussetta**

**Université Paris 13/INRIA INSA Lyon**

[Khaled.boussetta@univ-paris13.fr](mailto:Khaled.boussetta@univ-paris13.fr)

# Plan

- 1. Contexte**
- 2. Les verrous**
- 3. Les opportunités de recherche**
- 4. Nos travaux de recherche**
- 5. Conclusion**

# Principes de base du jeu en ligne



*Calcul du rendu  
Audio et Vidéo*

*Informations sur le nouvel état du jeu  
(e.g. position des objets dans la scène)*

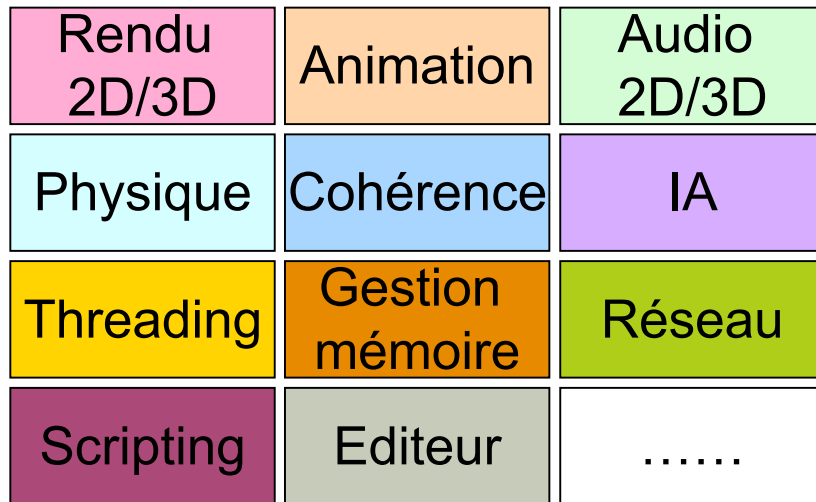


*Calcul périodique  
de l'état du jeu  
(cohérence)*

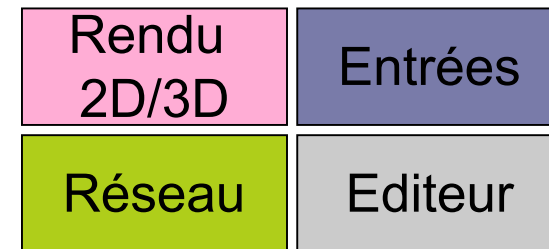
*Rendu*

*Actions des joueurs*

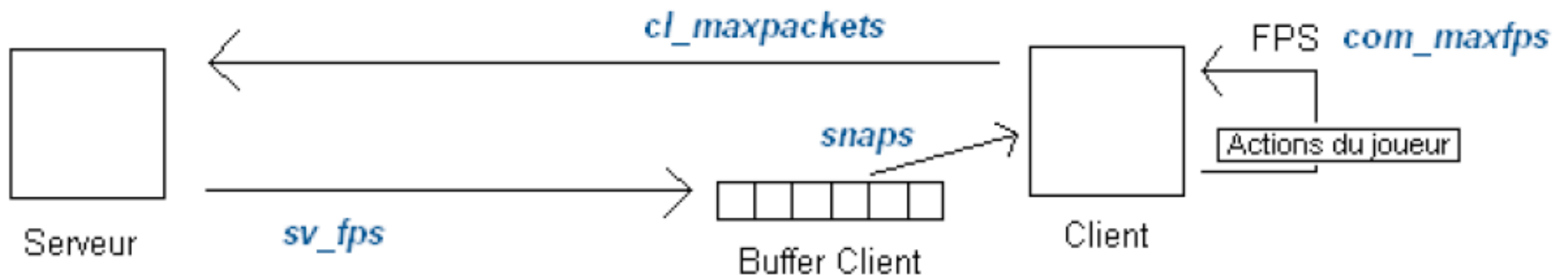
# Le modèle classique Client/Serveur



*Serveur*



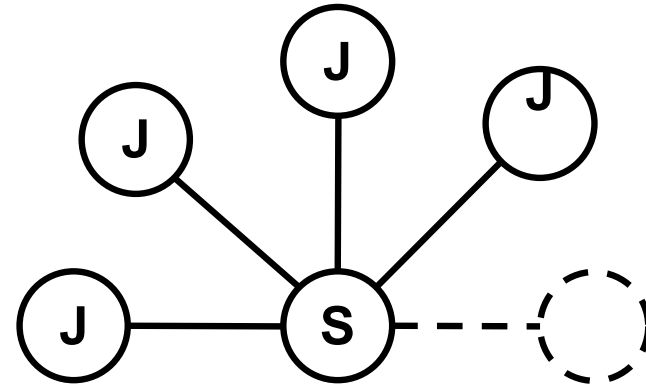
*Client*



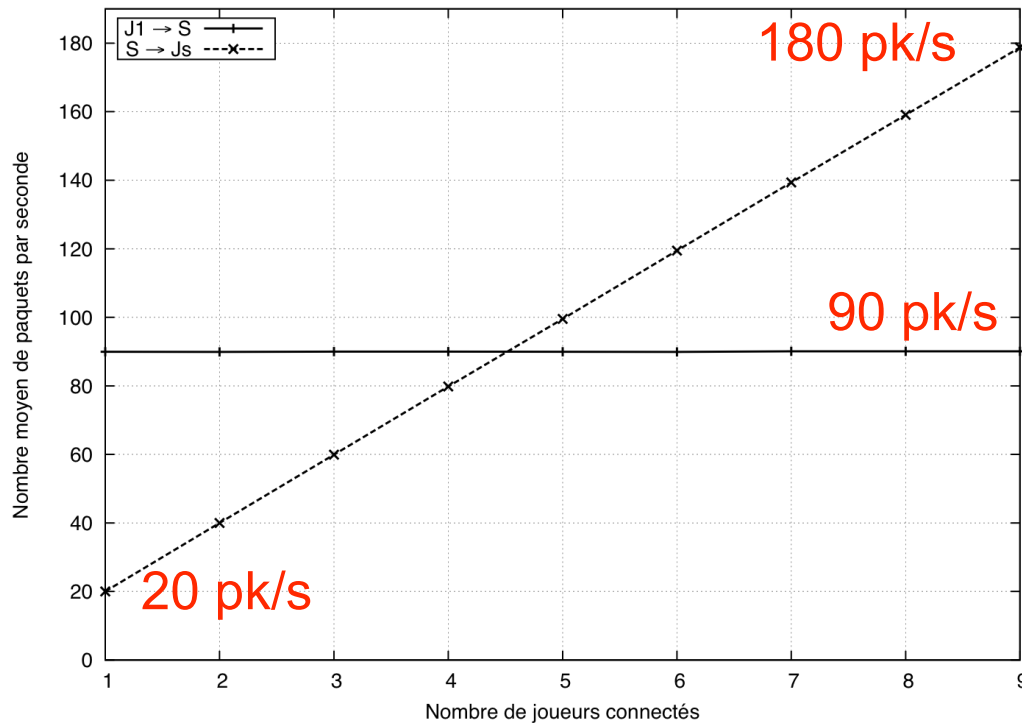


# Model de trafic (FPS)

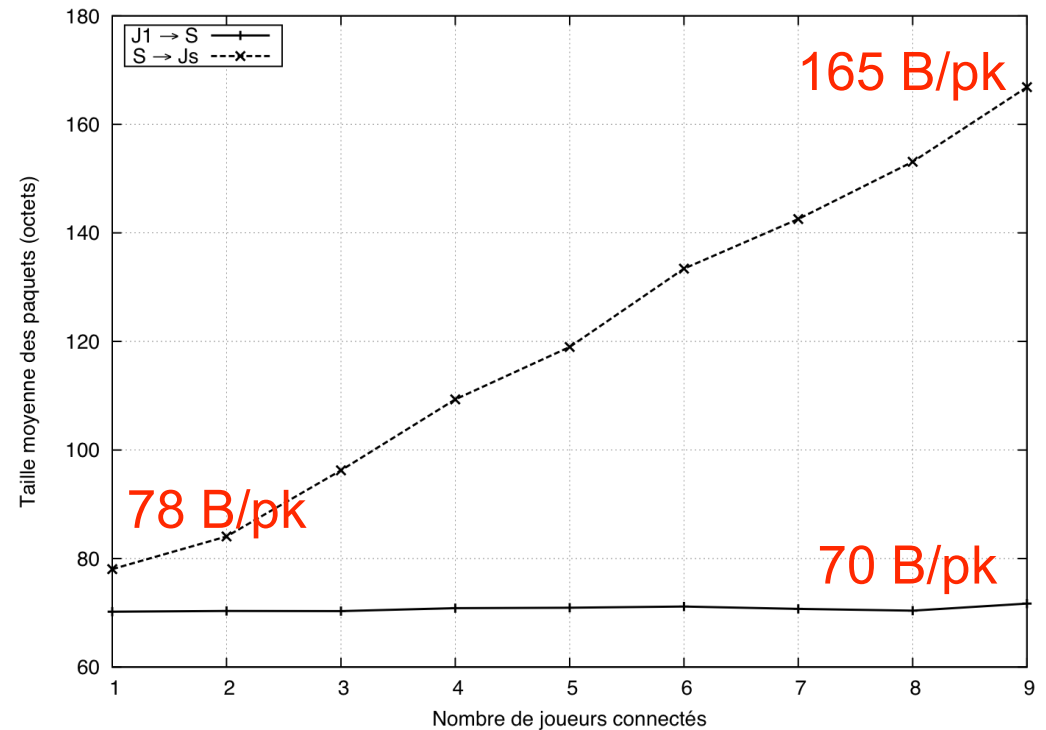
- $S \rightarrow C$  : périodique 50 ms
- $C \rightarrow S$  : quasi périodique 11 ms



Average nb of packets vs nb players



Average packets size vs nb players



# Le modèle classique Client/Serveur

## ■ Avantages

- Simple
- Efficace pour un nombre raisonnable de joueurs
  - Modèle dominant



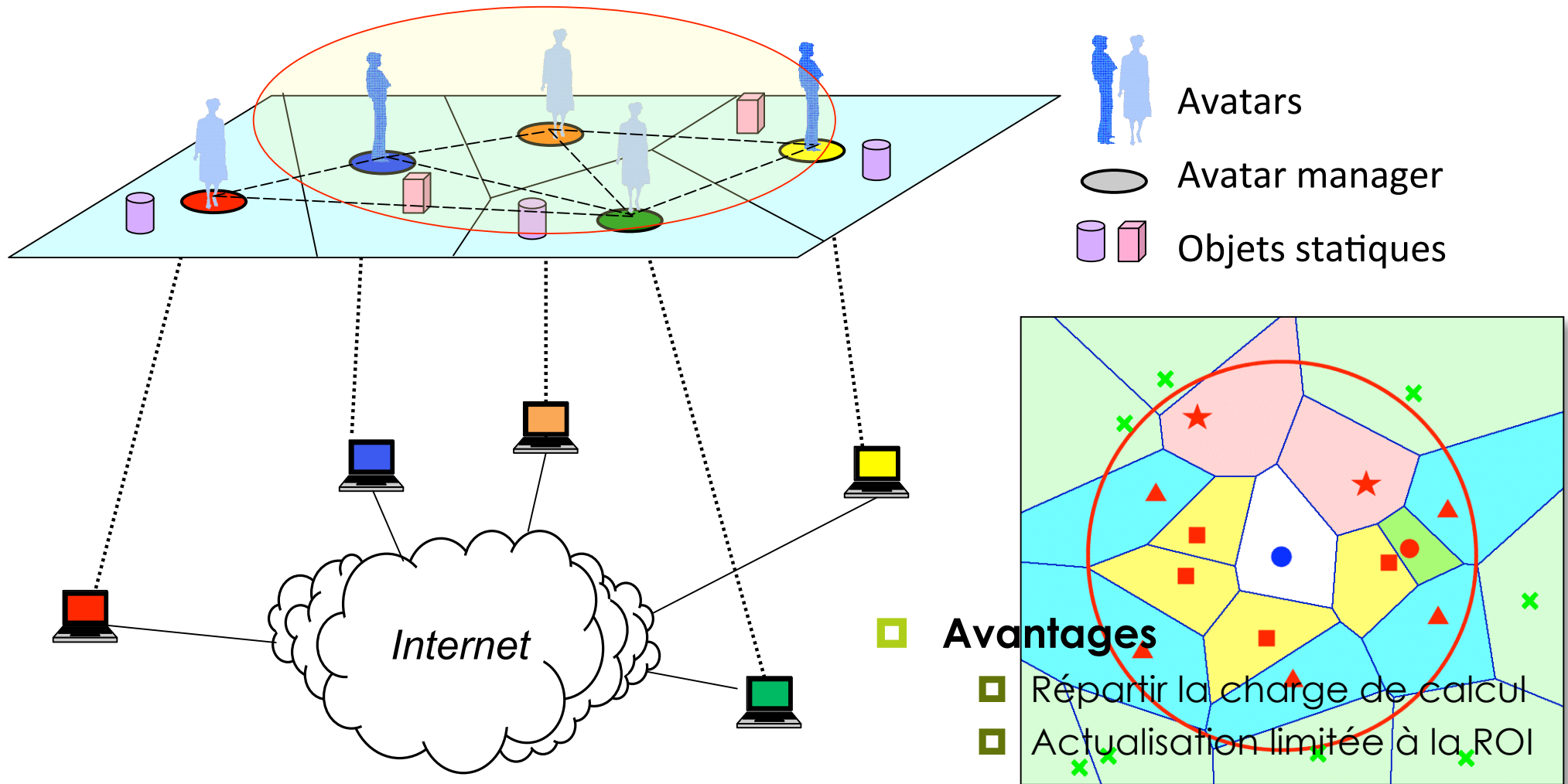
## ■ Inconvénients

- Sécurité
  - Piraterie
- Dépendance forte :
  - matériel/jeu
  - Dev/plateforme
- Passage à l'échelle



# Le pair à pair

## Monde virtuel



# Verrous

## □ Triangulation de Delaunay / Diagramme de Voronoi

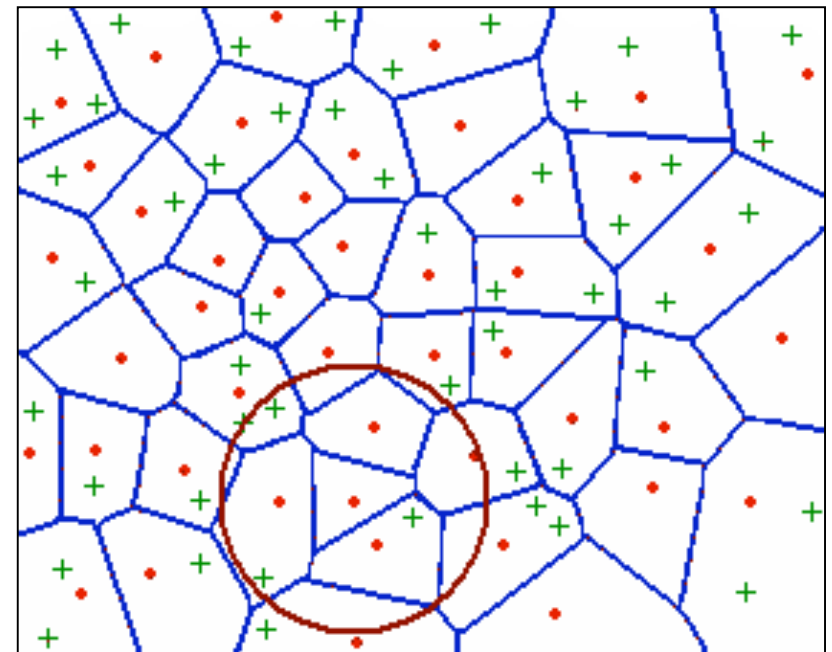
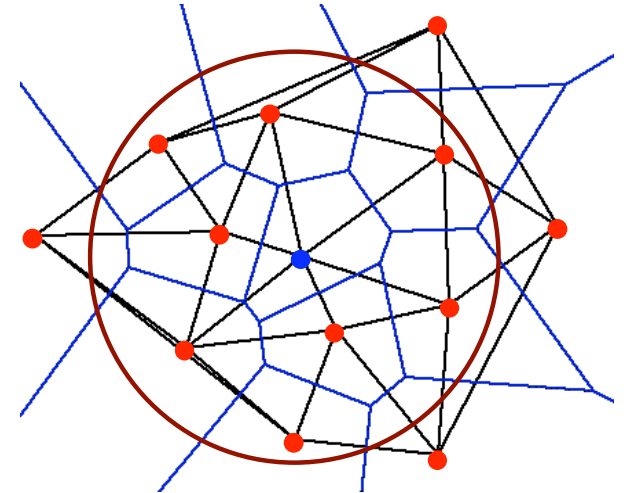
- L'approche classique pour construire le graphe de connexion

## □ Avantages

- Triangulation équilibrée
- Basé sur la proximité  $\Rightarrow$  **Localité sémantique**
- Nombre de voisins réduits  $\Rightarrow$  **Passage à l'échelle**

## □ Problème

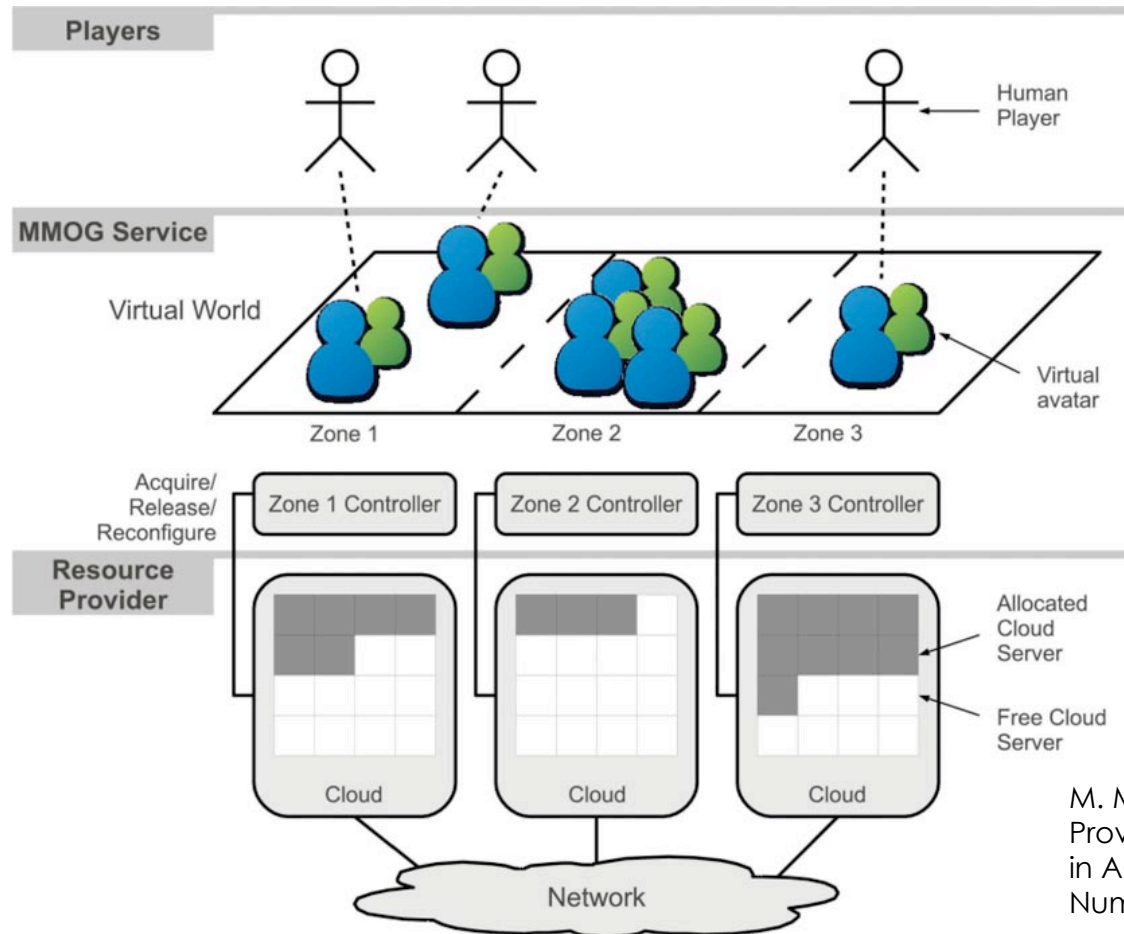
- Mobilité des avatars
  - $\Rightarrow$  Modification de la région de Voronoi
  - $\Rightarrow$  Les objets peuvent changer très dynamiquement de région de voronoi
  - Instabilité et signalisation du réseau
- Sécurité et confiance



# Architecture hybride -> cloud

## ■ Calcul centralisé de l'état global du jeu

- Cluster de serveurs, Grid
- Calcul du rendu au niveau du terminal



**Cloud** pour MMOG !

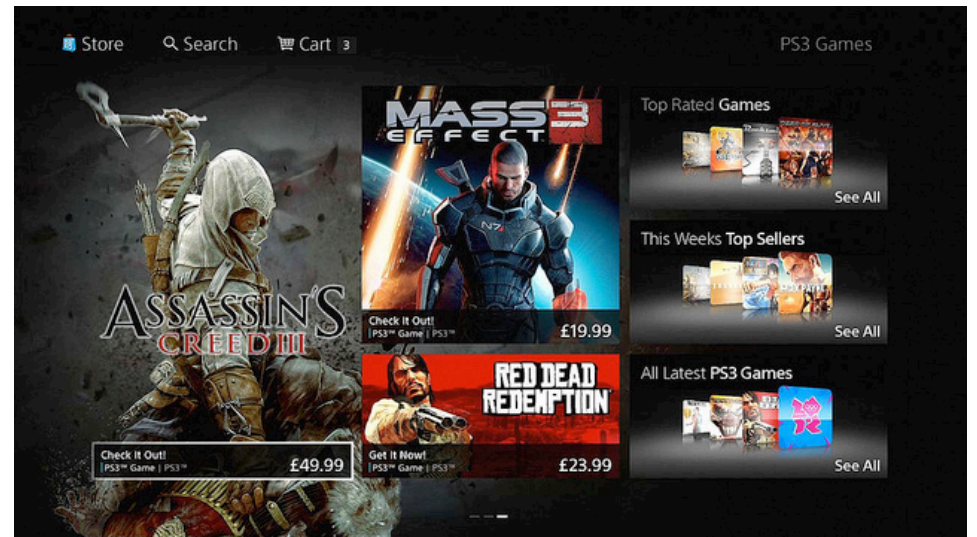
■ Besoin essentiel : **CPU**

M. Marzolla, S. Ferretti & G. D'Angelo, "Dynamic Resource Provisioning for Cloud-based Gaming Infrastructures", in ACM Computers in Entertainment, ACM, Volume 10, Number 3, Dec. 2012, 1-20.



# La dématérialisation

- ❑ **Absence de support physique**
- ❑ **Plus de DVD/CD/Cartes**
  - ❑ Services de vente en ligne
    - ❑ Nouveautés/extension..
  - ❑ S'affranchir de la chaîne de distribution
  - ❑ Solution au piratage ?
- ❑ **Besoin d'espace de stockage**
  - ❑ De gros volumes de fichiers
    - ❑ Jeux, contenus multimédia
  - ❑ Stockage dans des CDN/data centers
    - ❑ Proches des clients pour accélérer le téléchargement
- ❑ **La dématérialisation « de la console »**
  - ❑ **Plus besoin d'un terminal de jeu spécifique**



# Jeux vidéo en streaming

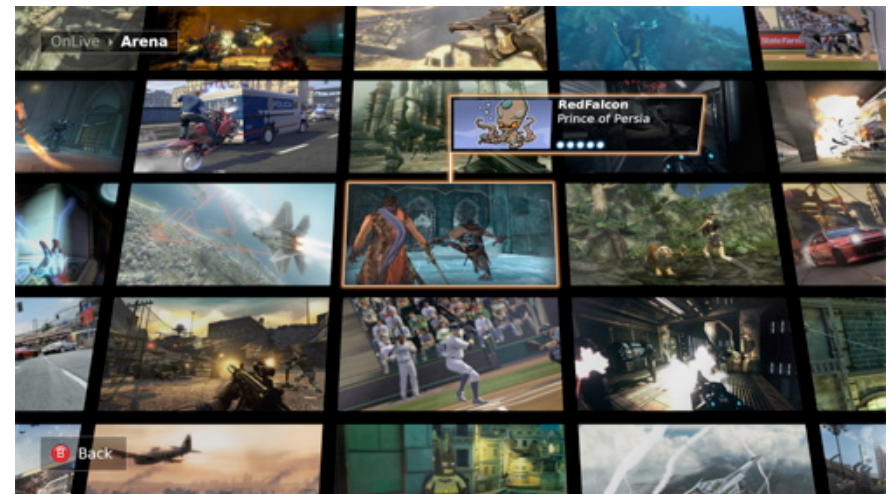




# Avantages pour l'utilisateur

- ❑ **Indépendance par rapport au matériel et à l'OS**
  - ❑ On peut jouer sur plusieurs types de terminaux
    - ❑ Smart TV, smartphone, tablette, PC.
    - ❑ Windows, Linux, Android, iOS.
  - ❑ Pas d'installation
  - ❑ Coût réduit pour le joueur
    - ❑ Pas d'investissement dans une console
    - ❑ Pas d'upgarde matérielle ou du jeu
    - ❑ Service à la demande (on peut tester gratuitement) à coût raisonnable
- ❑ **Sécurité**
  - ❑ Contrôle parental

 **GAIKAI™**





# Avantages pour l'industrie du jeu

- **Indépendance du jeu par rapport au support dans les architectures classiques**
  - Résout le problème de l'hétérogénéité des terminaux
    - Code optimisé pour chaque type de matériel
    - Exclusivité terminal/jeu
- **Accès direct au consommateur**
  - S'affranchir de la chaîne de distribution
- **Flexibilité du cloud**
  - Adaptation dynamique à la demande
- **Accès contrôlé**
  - Solution à la piraterie
- **Les ISPs**
  - Un nouveau contenu

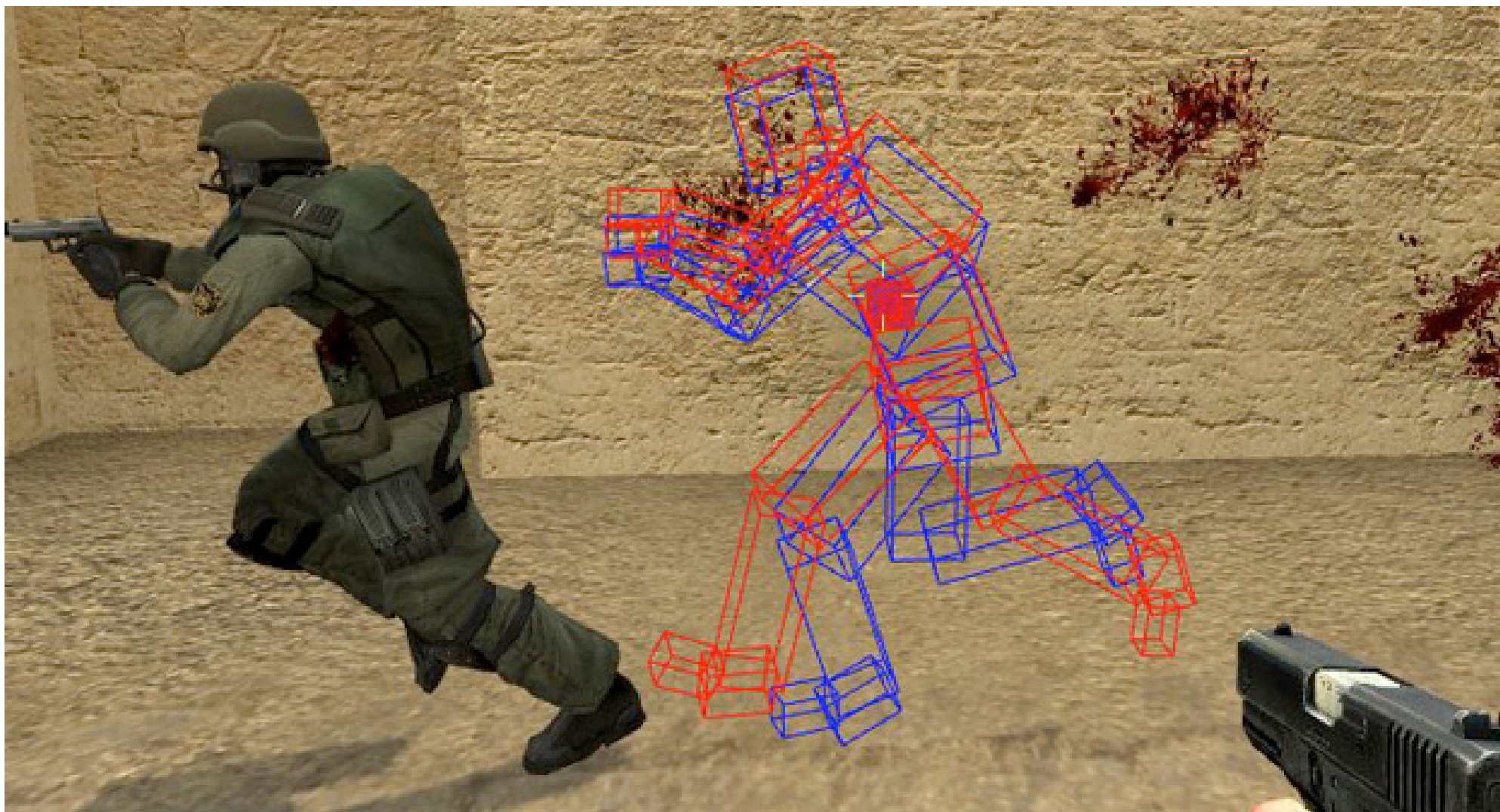


# Les acteurs

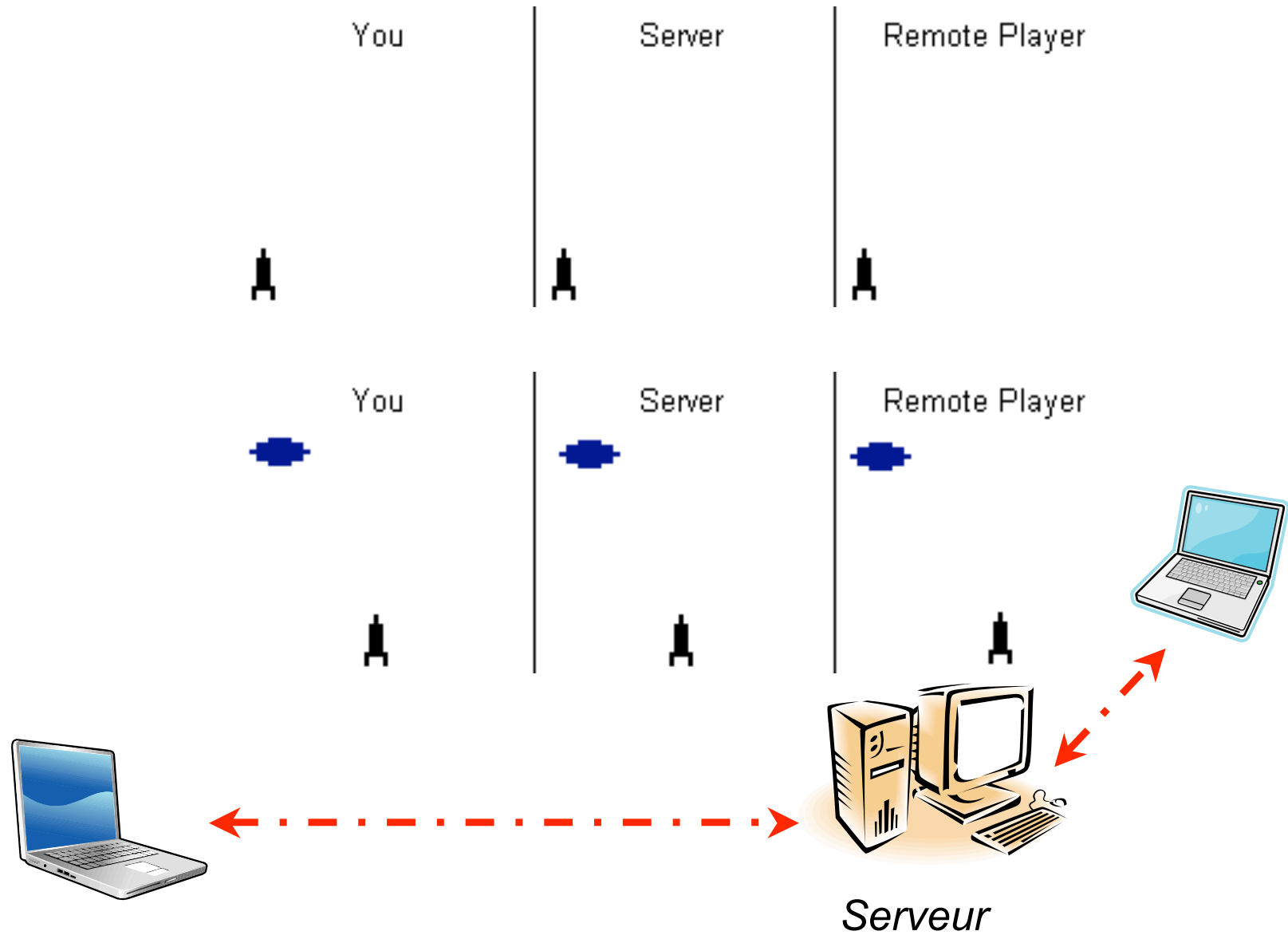


Verrous

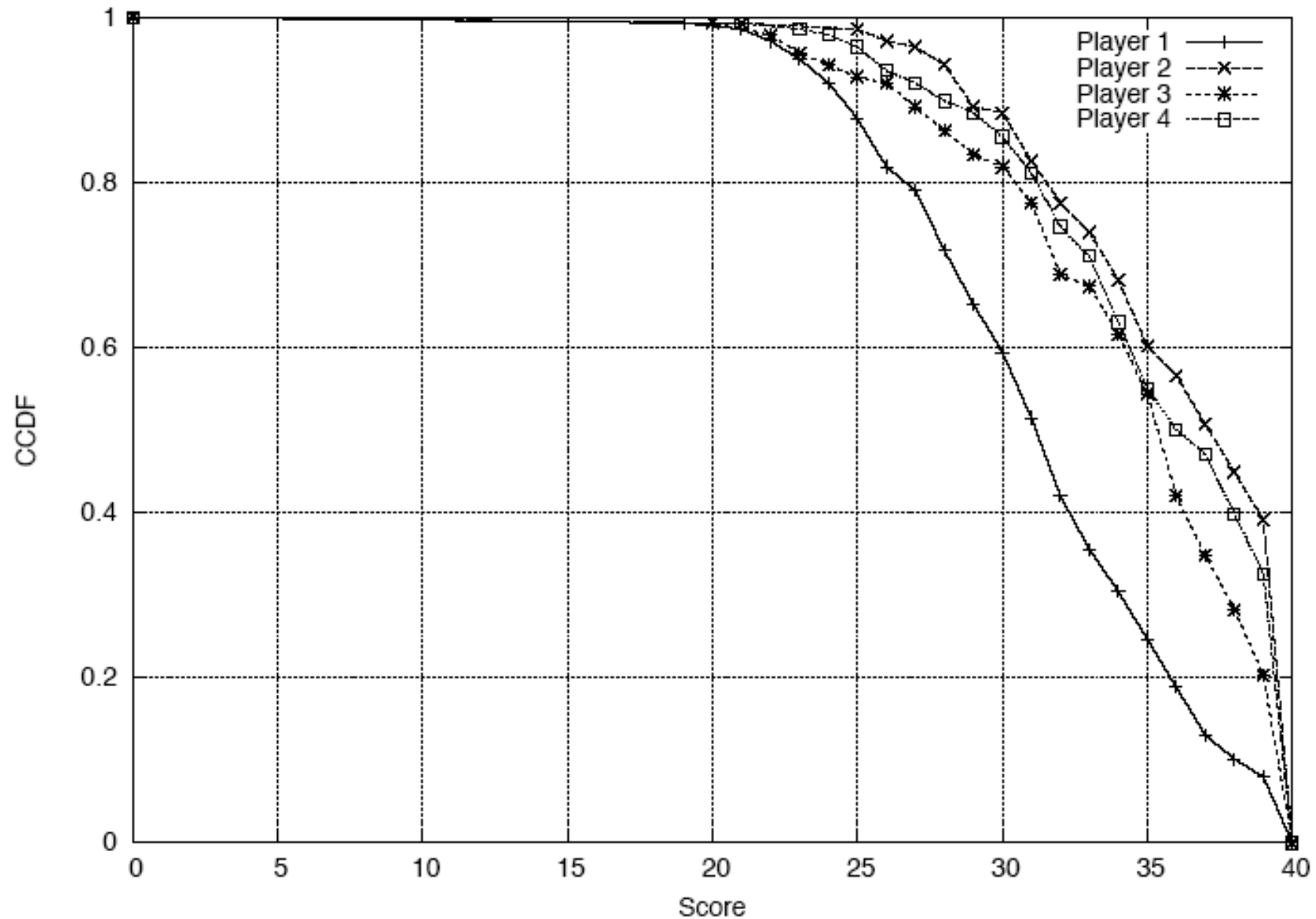
# Verrous : 1 - Sensibilité au délai



# Verrous : 1 - Sensibilité au délai



# Problème d'hétérogénéité des délais

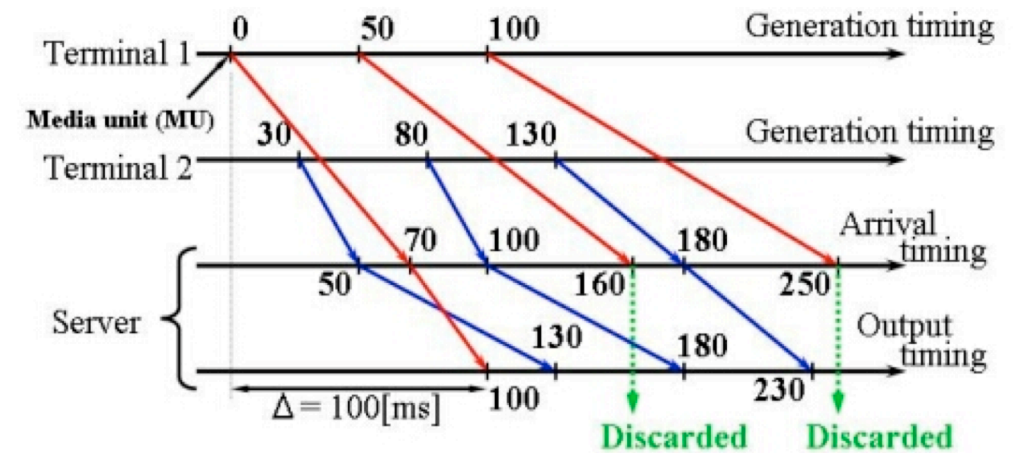




# Verrous : 1 - Sensibilité au délai

## Techniques de compensation du délai et des pertes

- ▣ Causality control
- ▣ Dead reckoning
- ▣ Time warp
- ▣ ...



## Dans une architecture C/S

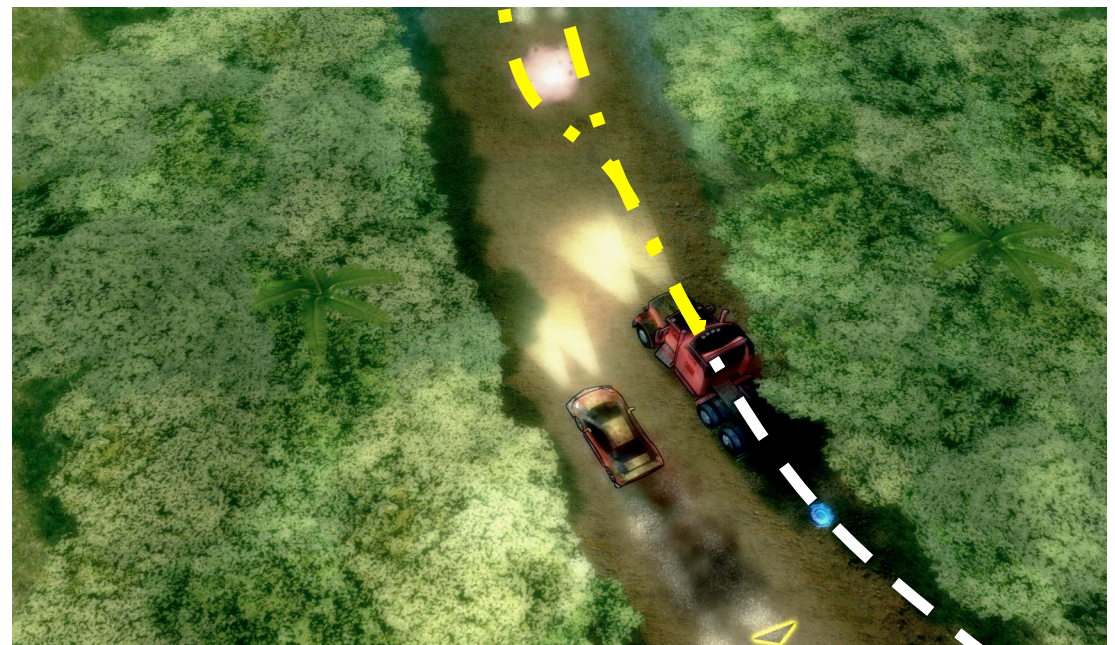
- ▣ Implémentation au niveau du client et du serveur

Rendu 2D/3D	Animation	Audio 2D/3D
Physique	Cohérence	IA
Threading	Gestion mémoire	Réseau
Scripting	Editeur	.....

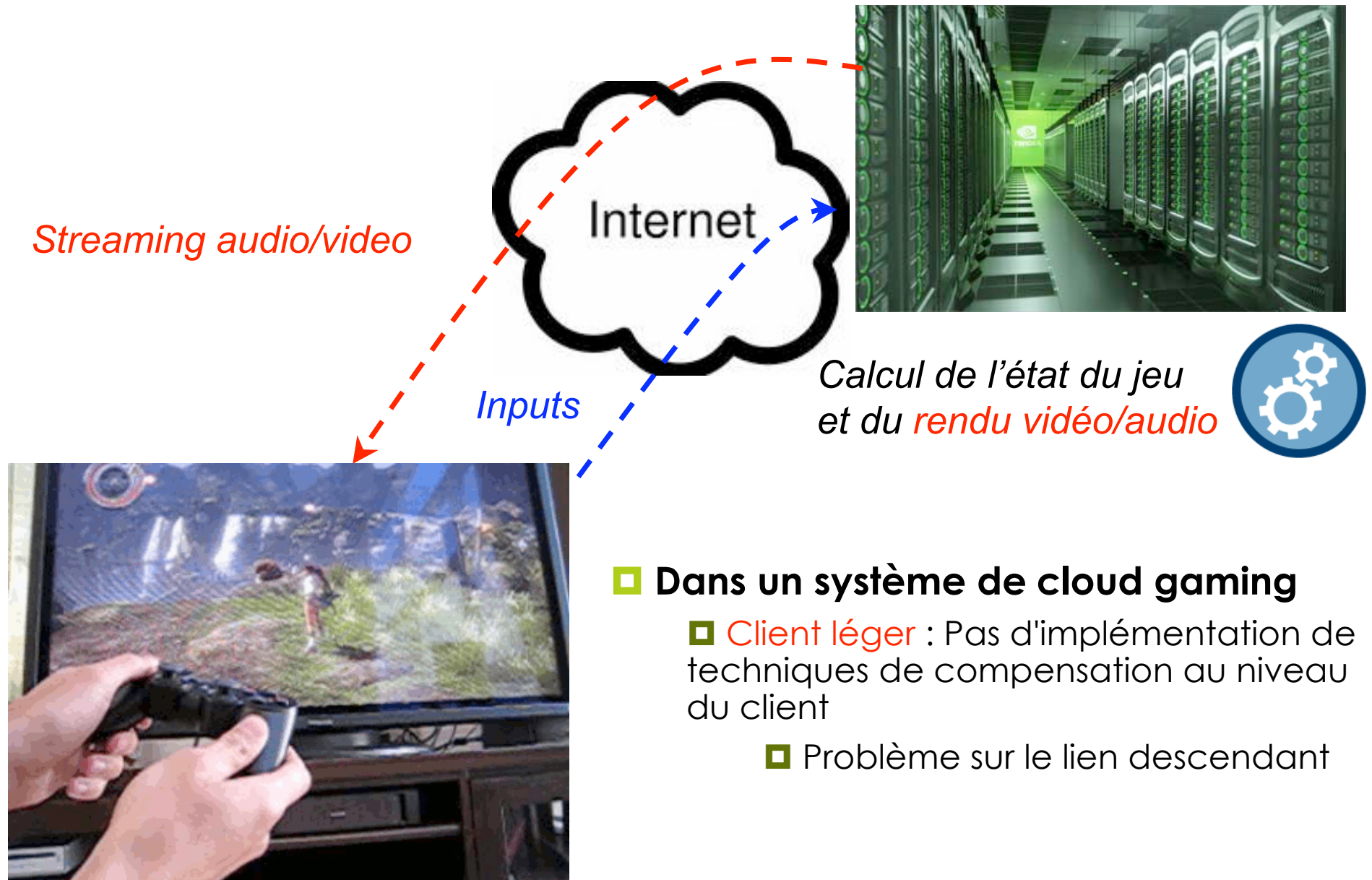
Serveur

Rendu 2D/3D	Entrées
Réseau	Editeur

Client



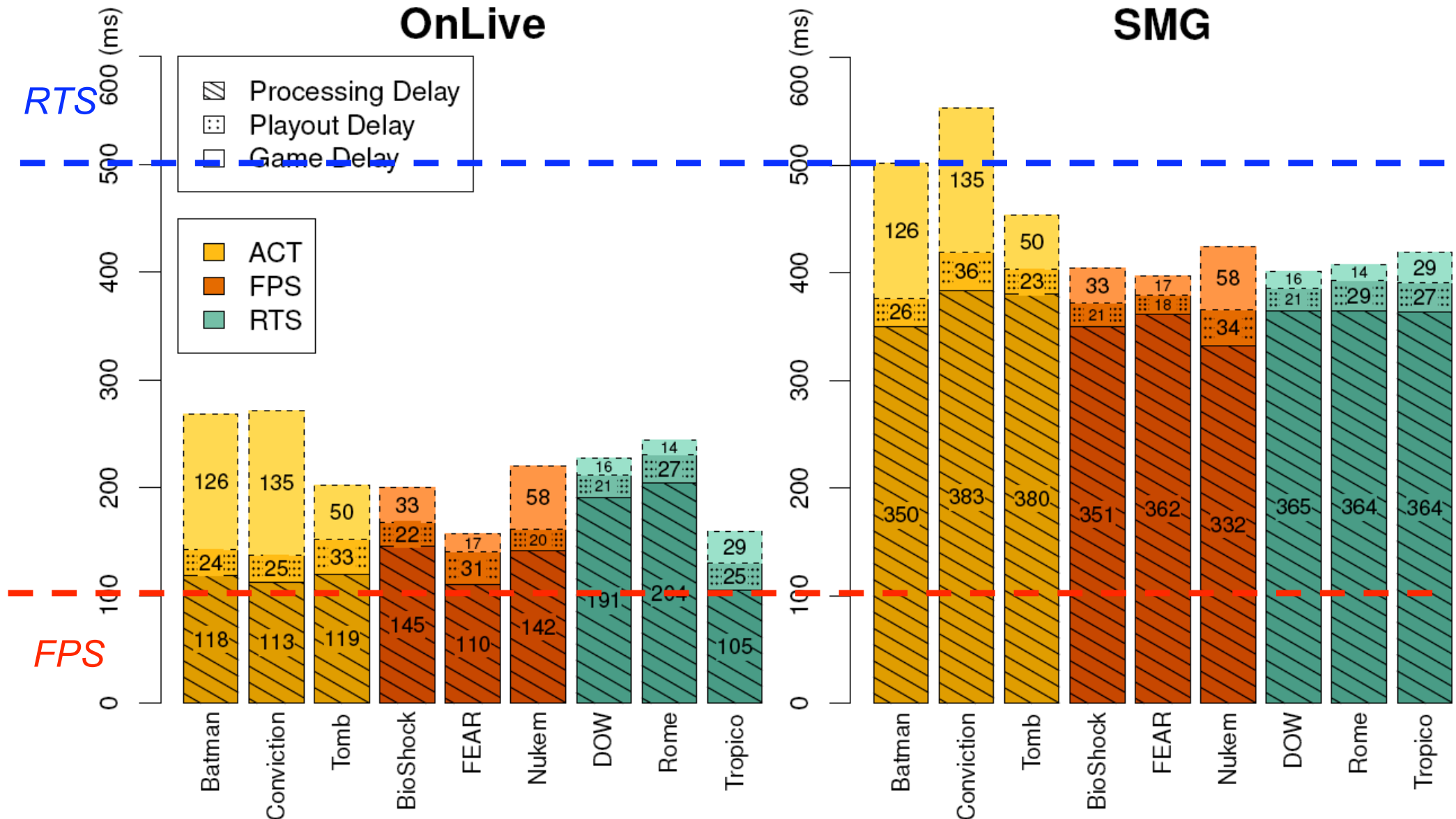
# Verrous : 1 - Sensibilité au délai





# Délat de réponse\*

\*Sans le délat réseau !

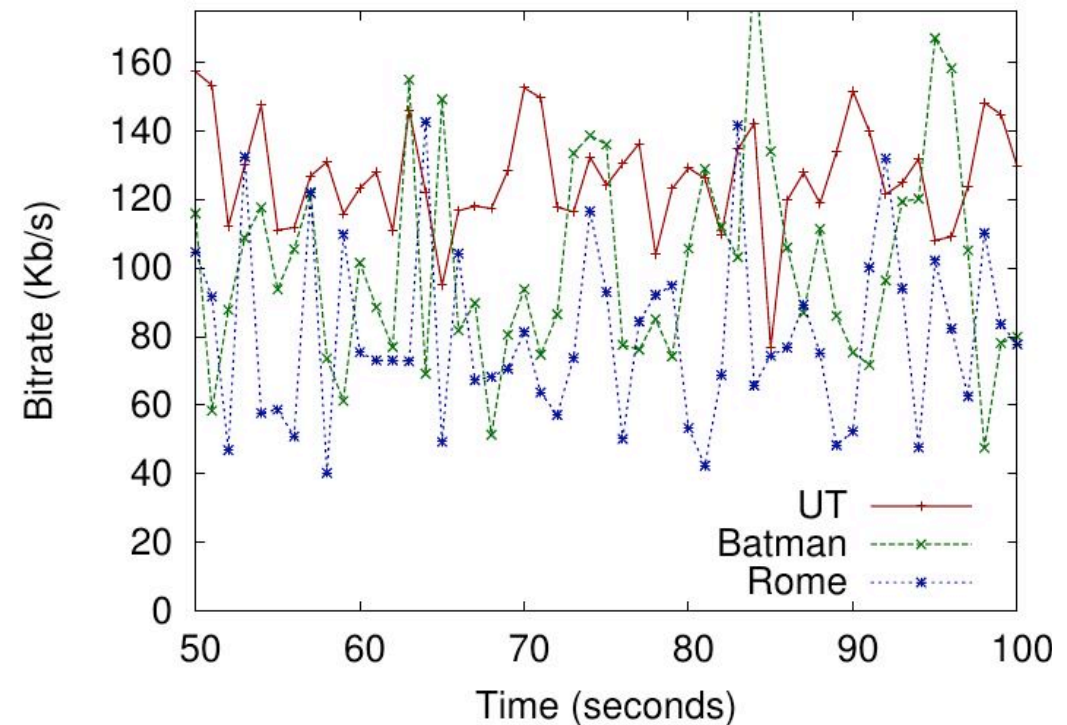
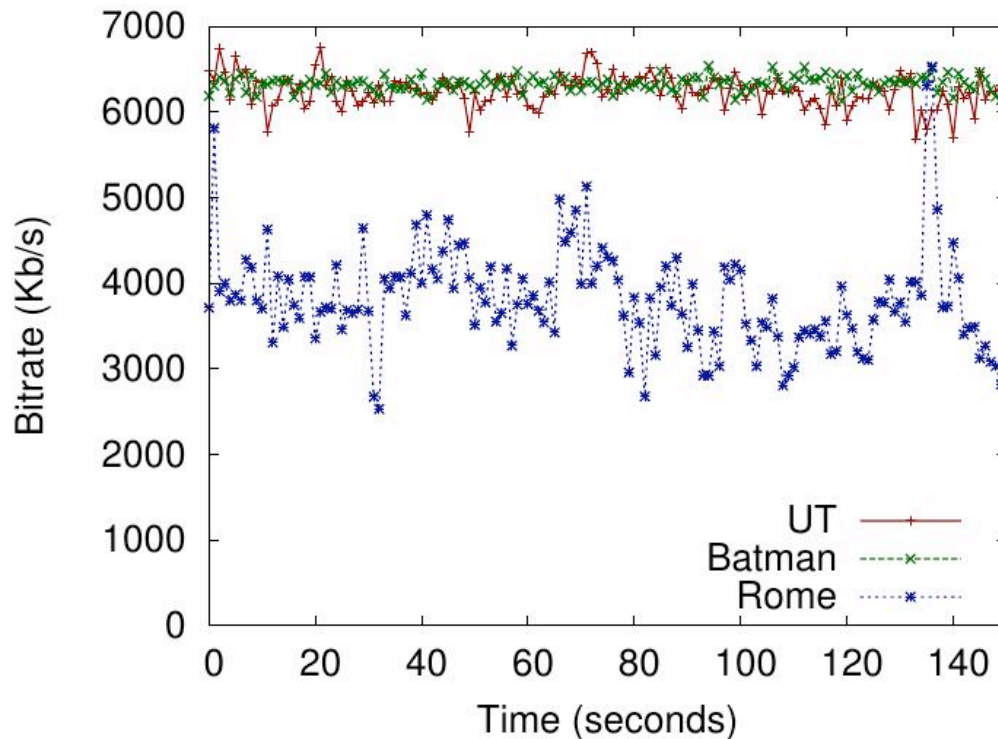


Kuan-Ta Chen, Yu-Chun Chang, Hwai-Jung Hsu, De-Yu Chen, Chun-Ying Huang, and Cheng-Hsin Hsu, "On the Quality of Service of Cloud Gaming Systems," IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 16, No. 2, Feb, 2014.

# Verrous : 2 - La bande passante

## ■ Experimentation

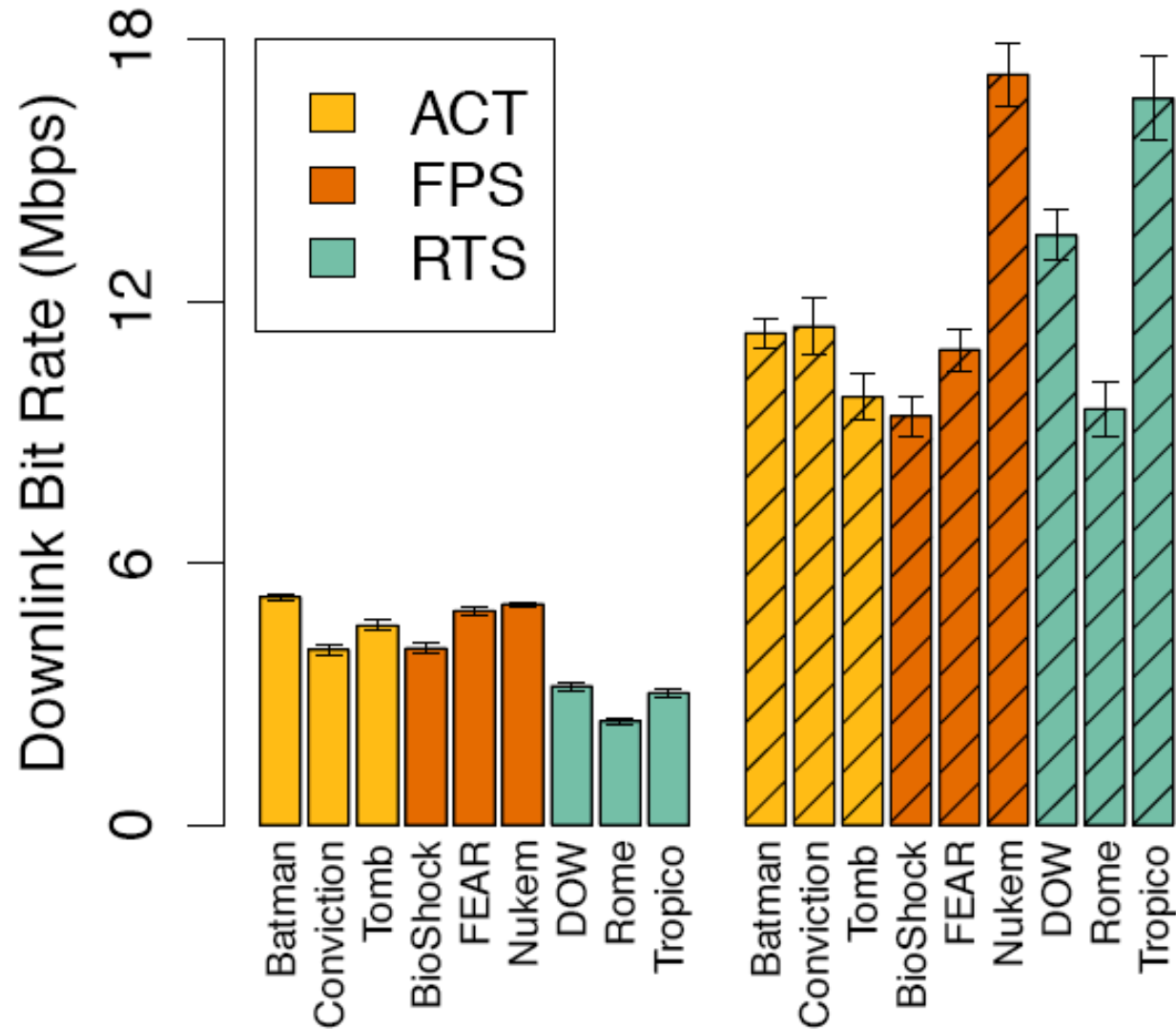
- Unreal Tournament III (2007) : First-person shooter
- Batman: Arkham Asylum (2009) : Third-person action-adventure
- Grand Ages: Rome : Real-time strategy, omnipresent (2009)



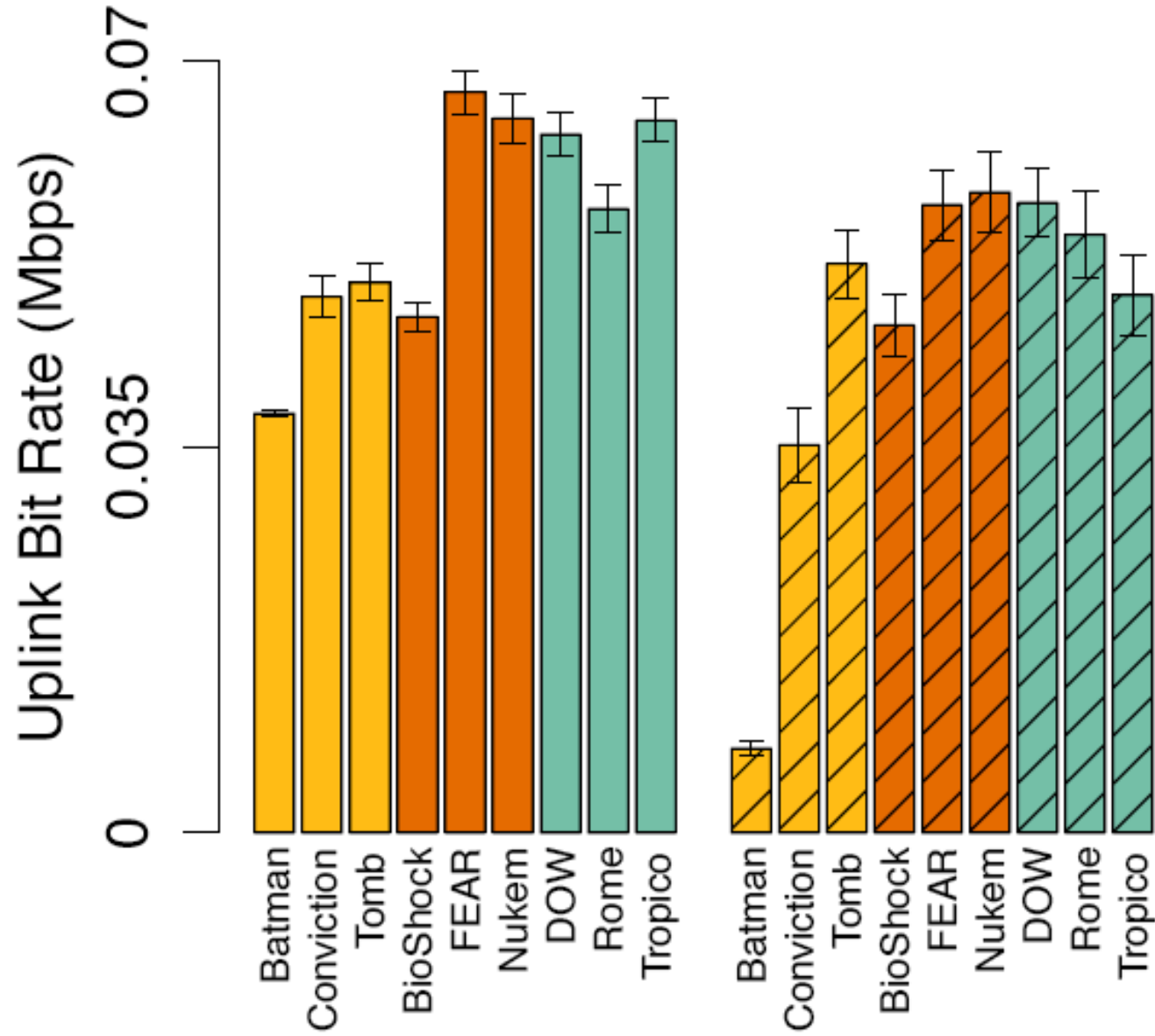
M. Claypool, D. Finkel, A. Grant and .Solano, «Thin to Win? Network Performance Analysis of the OnLive Thin Client Game System »,In Proceedings of the NetGames 2012, venice, Italy

# Verrous : 2 - La bande passante

Kuan-Ta Chen, Yu-Chun Chang, Hwai-Jung Hsu, De-Yu Chen, Chun-Ying Huang, and Cheng-Hsin Hsu, "On the Quality of Service of Cloud Gaming Systems," IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 16, No. 2, Feb, 2014.



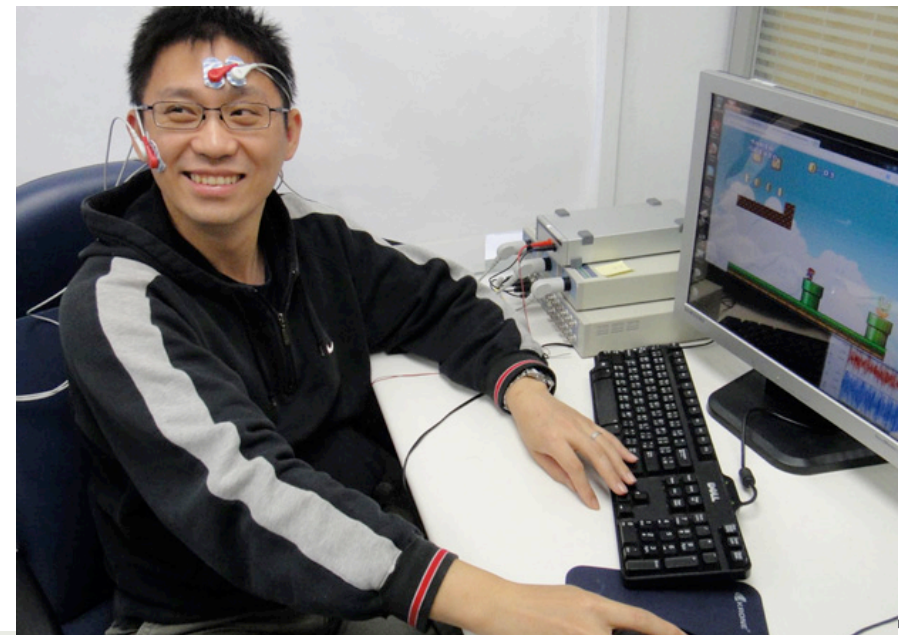
# Verrous : 2 - La bande passante





# Verrous : 3 - La QoE

- **Qualité de la vidéo**
  - Résolution
  - Flou, effets macros blocs
  - Fluidité
- **Synchronisation audio/video/actions**
- **La QoE reste à étudier**
  - Retour d'expérience
  - Méthodologie



# Opportunités de recherche

# Délai : Localisation du datacenter

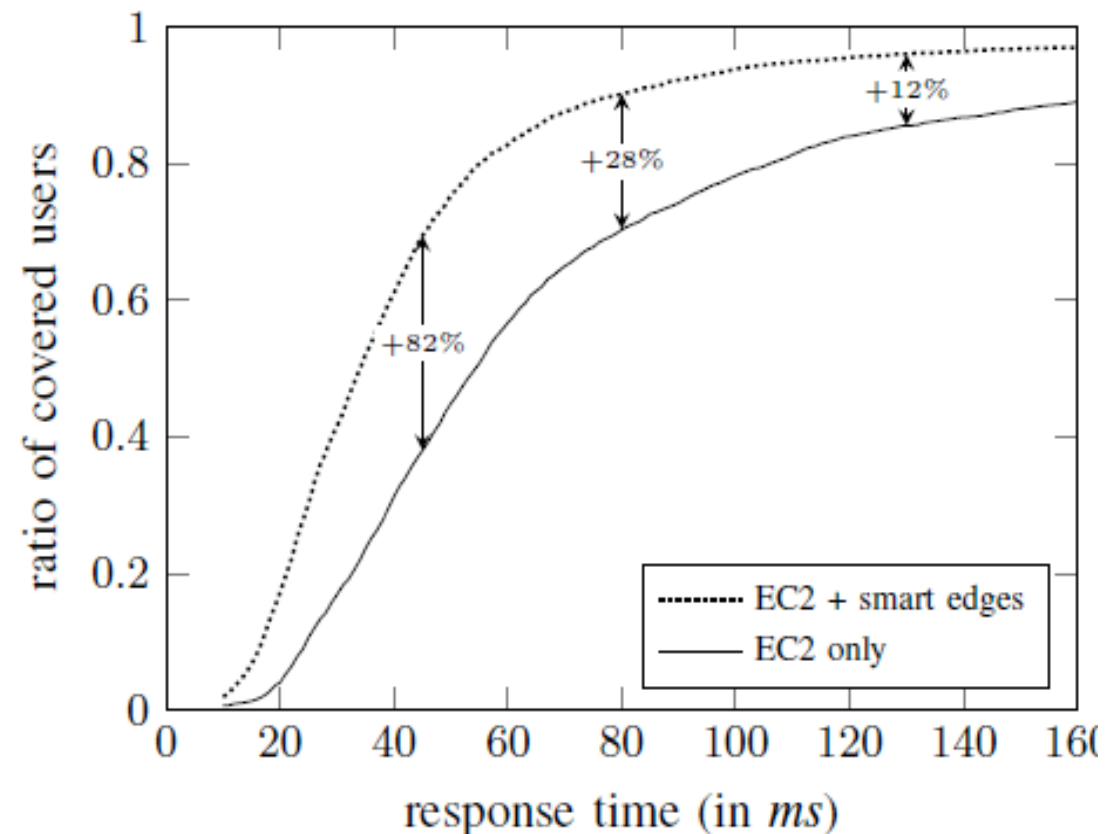
Choy, S.; Wong, B.; Simon, G.; Rosenberg, C., "The brewing storm in cloud gaming: A measurement study on cloud to end-user latency," NetGames 2012, pp.1,6, 22-23 Nov. 2012

## Expérimentation

- Amazon EC2, Mai 2012
  - 3 datacenters aux US
  - Une machine virtuelle dans chaque centre
- Mesure de la latence, toutes les 30 minutes pour 2500 utilisateurs US, aléatoirement choisis.

## Importance de la localisation du datacenter

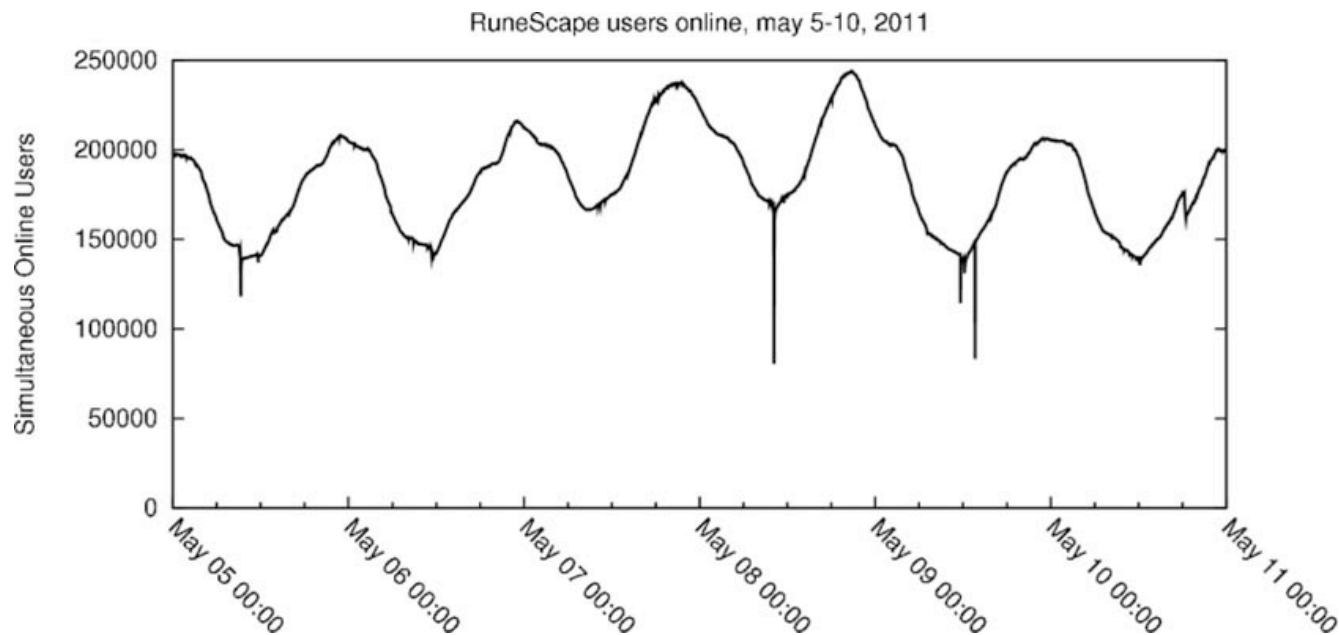
- Au plus proche du joueur



# Délai : Localisation du datacenter

## ▣ Problèmes ouverts

- ▣ Distribution spatiale et temporelle des joueurs à étudier
  - ▣ Groupes volatiles pour certains jeux
- ▣ Peut être en contradiction avec d'autres critères
  - ▣ coût, énergie etc.

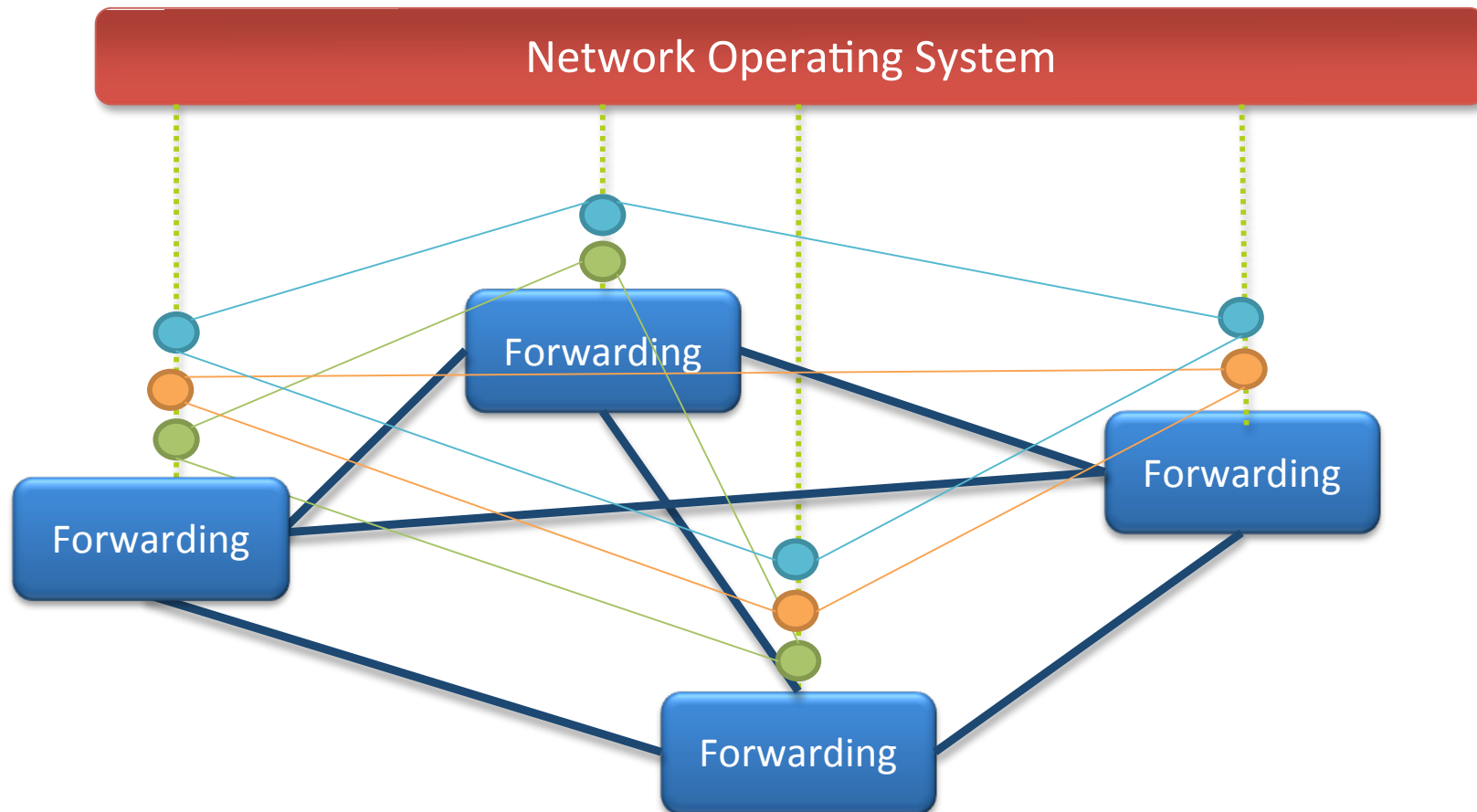


M. Marzolla, S. Ferretti, G. D'Angelo, *Dynamic Resource Provisioning for Cloud-based Gaming Infrastructures*, ACM Computers in Entertainment vol. 10 issue 3, Article 4 (December 2012), 20 pages.



# Délai : Le réseau cœur

- Concevoir un réseau adapté et qui répond de façon dynamique à la demande de QoS spécifique aux jeux en réseau
  - Approche possible : **Virtualisation réseau** / Software Defined Networks
    - Routage et les mécanismes de QoS adaptés au cloud gaming



# Délai : Le réseau cœur/accès

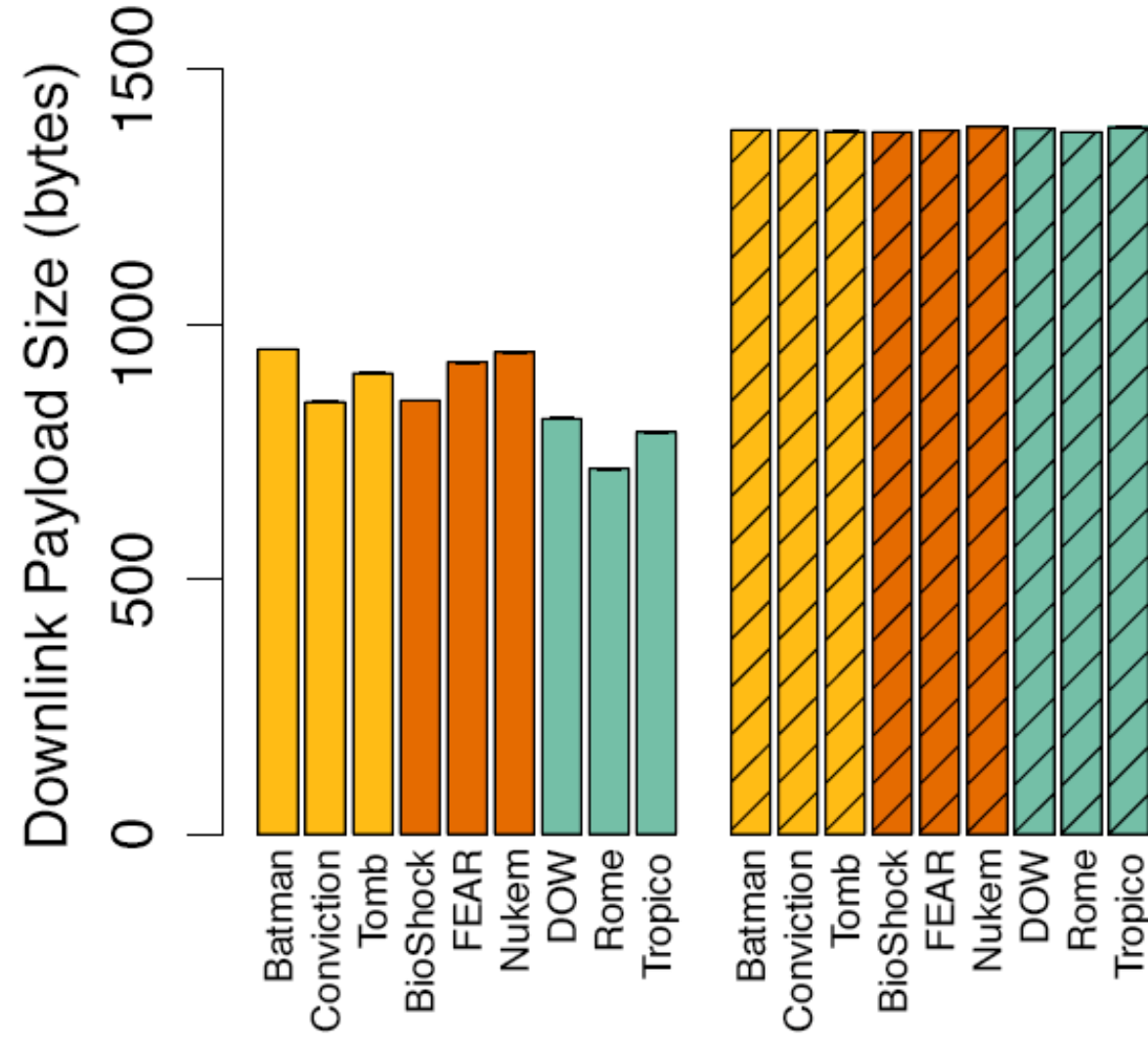
## ■ Réduire les délais dans le réseau d'accès

- Mécanismes d'accès et d'ordonnancement adaptés
- En particulier pour le sans fil (802.11)
  - Problème de contention à cause de la nature des trafics uplink&downlink
  - Consommation d'énergie

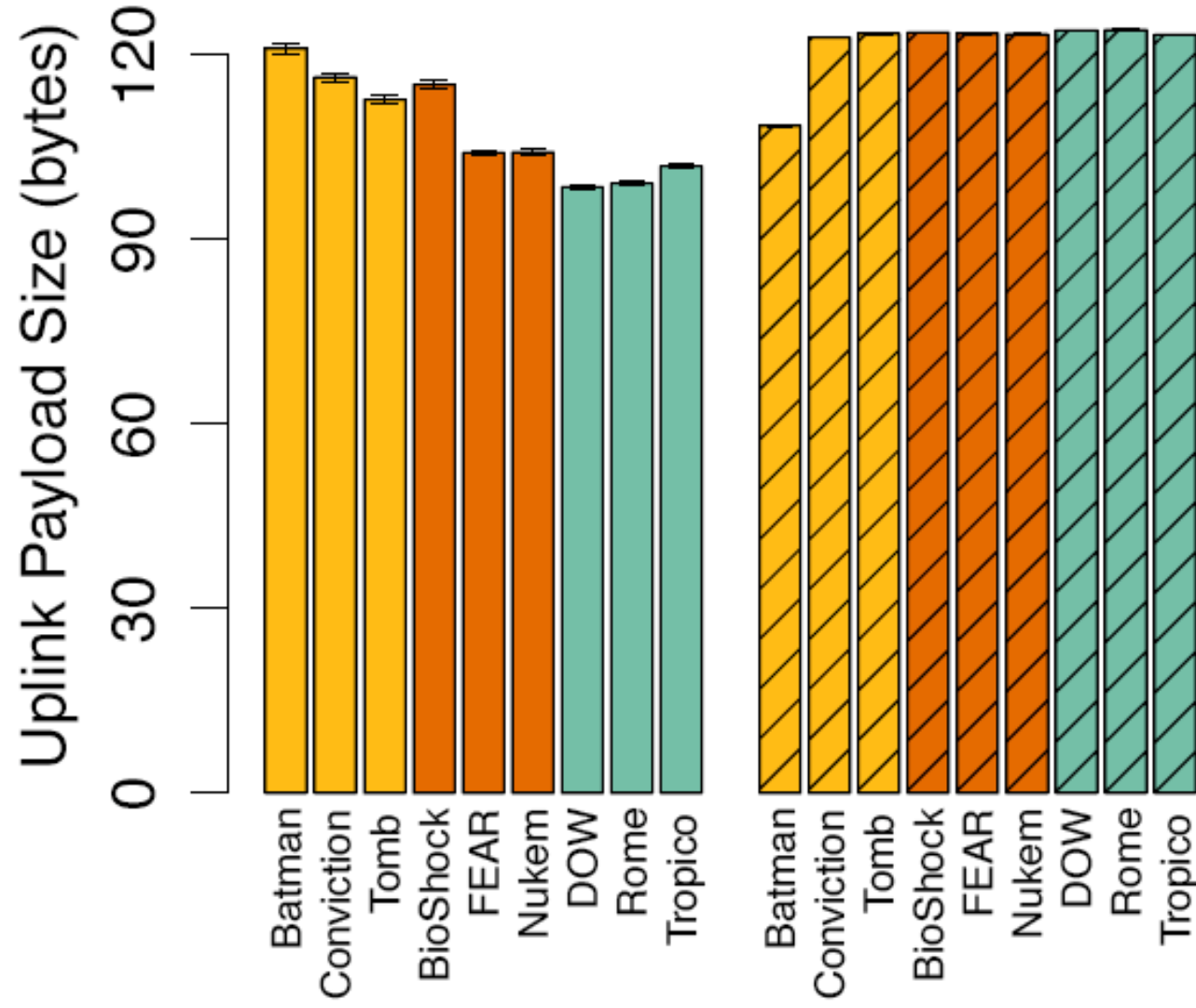
## ■ Difficultés :

- Modèle de trafic pas assez bien connu
- Relation QoS/QoE

# Model de trafic : taille des paquets



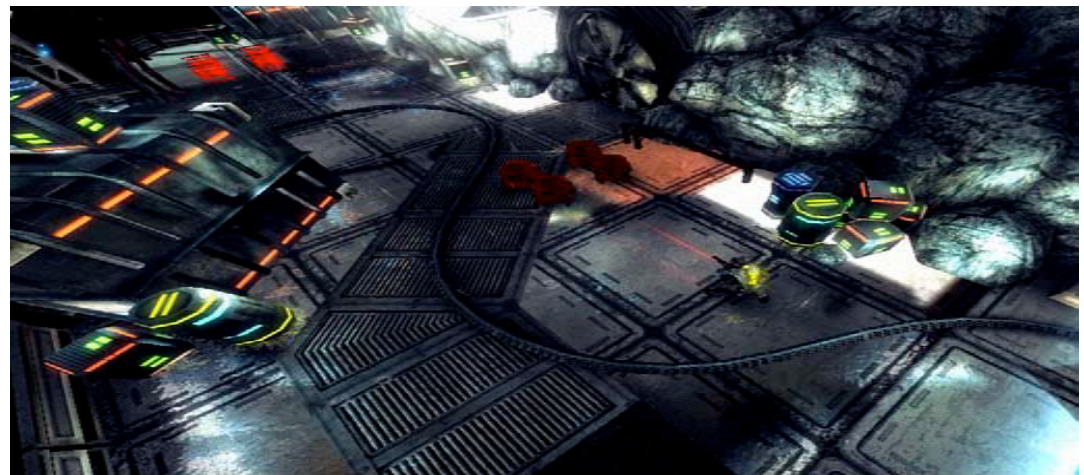
# Model de trafic



# Bande passante

M. Hemmati, A. Javadtalab, A. Shirehjini, S. Shirmohammadi, and T. Arici:  
"Game as Video: Energy and Bandwidth Reduction through Adaptive Object Encoding."  
Proc. ACM NOSSDAV, February 27 2013, Oslo, Norway.

- **Streaming sélectif pour des systèmes de type instruction-based**
  - Gain modéré
  
- **Compression adaptée pour des systèmes de type image-based**
  - Peu de travaux récents!
  - Spécificités du terminal
  - Tenir compte de la QoE
    - Spécificité de la scène
    - Sémantique du jeu
      - Impact sur le game design



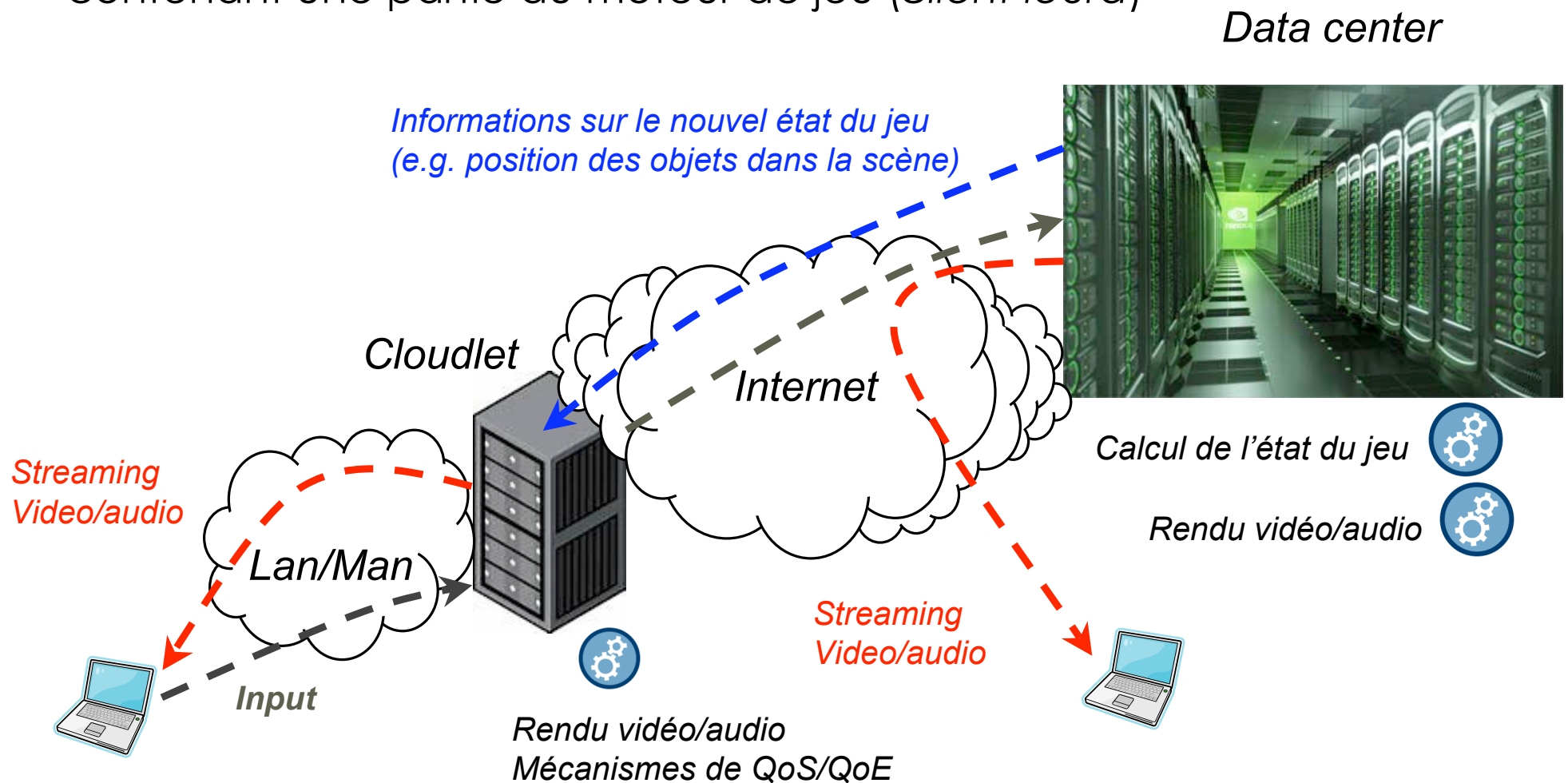
# Nos travaux



# Nos travaux

## ■ Problématique de délai

- Approche cloudlets/femtocloud : Une VM au plus proche du joueur contenant une partie du moteur de jeu (*client lourd*)



# Nos travaux

## ▣ Avantages

- ▣ Problèmes de délais
  - ▣ Au plus proche du joueur
- ▣ Problèmes bande passante
  - ▣ Débits réduit entre datacenter et la VM
    - ▣ Modèle trafic C/S conventionnel
- ▣ Problèmes de QoS : mécanismes de compensation dans la VM
- ▣ Problèmes de QoE : adaptation aux spécificités du terminal
  - ▣ Taille écran, résolution, énergie résiduelle

## ▣ Evaluation en cours

- ▣ Plateforme de cloud distribué à UP13 : SlapOs
  - ▣ [slapos.cloud.univ-paris13.fr](http://slapos.cloud.univ-paris13.fr)
- ▣ Utilisation de la plateforme ouvert de cloud gaming





# Nos travaux

## □ Générateur de trafic de cloud gaming

- Modèle mathématique : Niveaux micro et macro
- Input à des simulateurs

## □ Evaluation objective de la QoE

- Collaboration avec équipe image
- Extension à la 3D

## □ Mobile cloud gaming

- Contexte véhiculaire : VM embarquée
- Principe Follow-me
  - Migration de la VM
  - Réduire la latence liée à la migration
    - Placement de caches, Offloading
    - VM code dynamique

## □ MMOG : cloud distribué,

- Optimisation placement, protocole découverte de ressources



# Conclusion et perspectives

## ▣ Jeux + Cloud : Games as a Service

- ▣ Plusieurs facettes

## ▣ Evolution incertaine

- ▣ Game design
  - ▣ Comment bien l'exploiter ?
  - ▣ Comment faire quelque chose de nouveau ?
- ▣ Business model
  - ▣ Tarification dans le cloud ?
- ▣ Acceptabilité
  - ▣ Nombreux verrous liés à la QoS/QoE

## ▣ Opportunités de recherche

- ▣ QoE/QoS
- ▣ Meilleure connaissance de l'application
- ▣ Allocation des ressources dans le cloud
- ▣ Continuité du service pour les utilisateurs mobiles

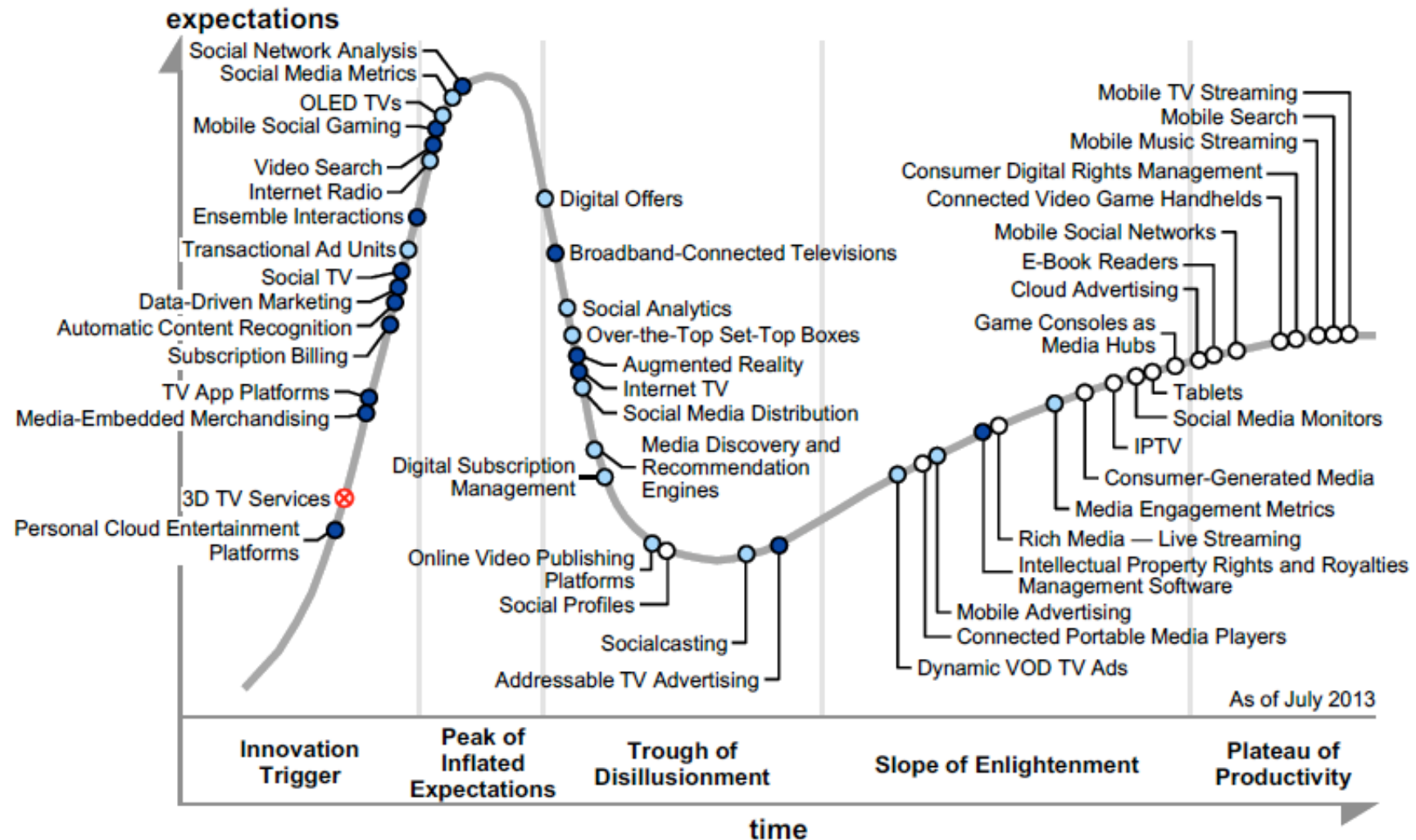


<http://mediatonicgames.com/>



# Conclusion et perspectives

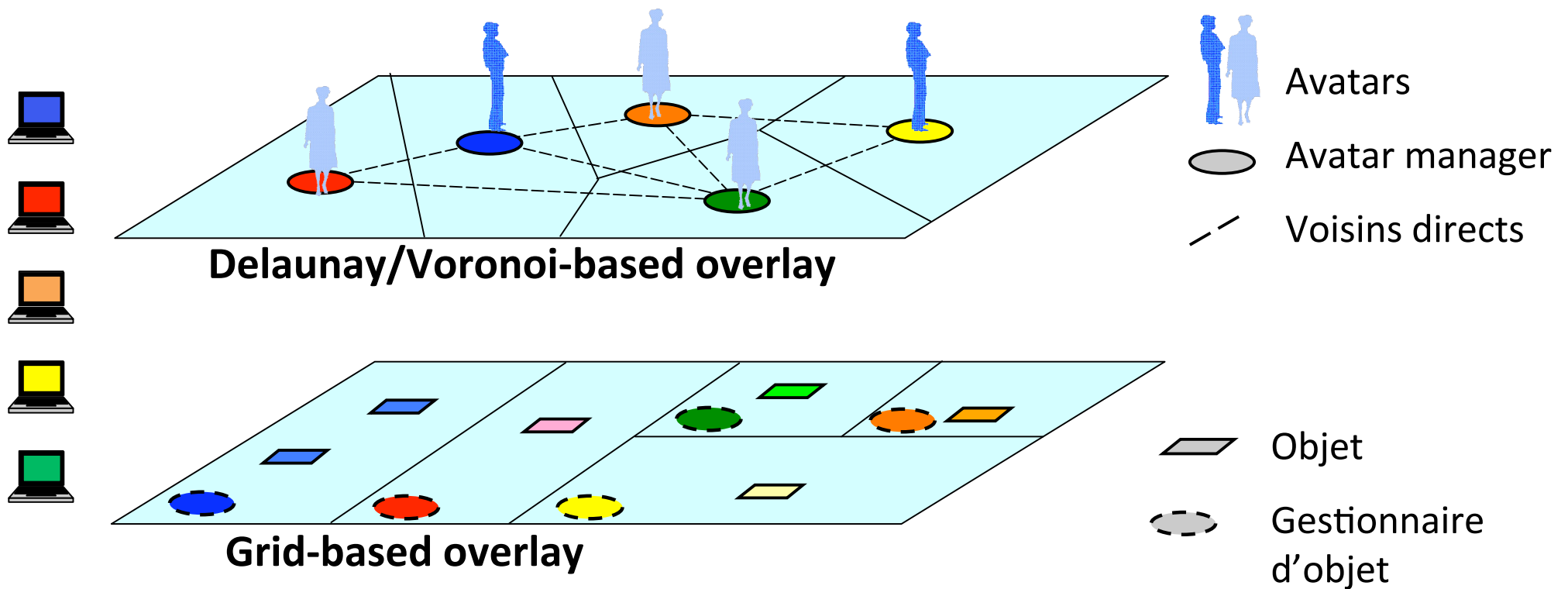
Figure 1. Hype Cycle for Media and Entertainment, 2013



Source: Gartner (July 2013)

Questions ?

# Gestion distribuée des données



E. Buyukkaya, M. Abdallah, R. Cavagna, and S-Y. Hu, *GROUP: Dual-Overlay State Management for P2P NVE*, In Proc. of the IEEE ICPADS Workshop on Peer-to-Peer Network Virtual Environment (P2P-NVE), Melbourne, Australia, December 2008.