

Prise en compte de la mobilité logique de données en environnement pair à pair

Sergey Legtchenko

Université Pierre et Marie Curie
LIP6-INRIA

Équipe REGAL
Encadrement: Sébastien Monnet

Introduction : applications émergentes

Exemples

- Plates-formes de jeux massivement multijoueurs (ou *MMOG*)
- Univers Virtuels

Industrie en plein essor :

- Plusieurs centaines de millions d'euros de chiffre d'affaires par an.
- Fort besoin de passage à l'échelle.

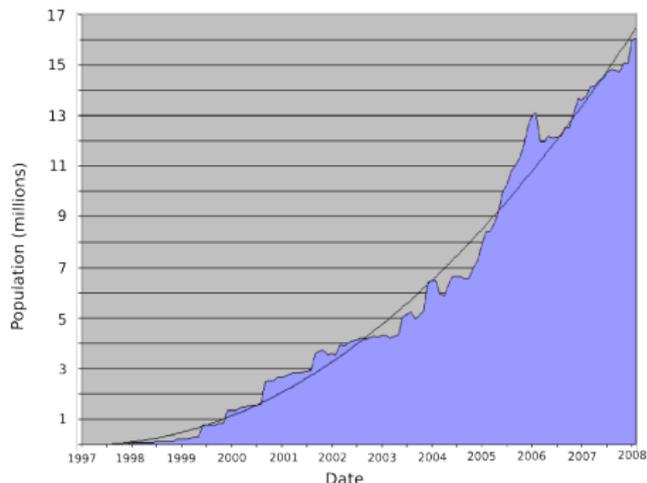


FIG.: Évolution du nombre de participants aux MMOGs.

Plan

- 1 **Contexte : modèle pair à pair et applications émergentes**
- 2 Mécanismes de prise en compte de la mobilité
- 3 Évaluation

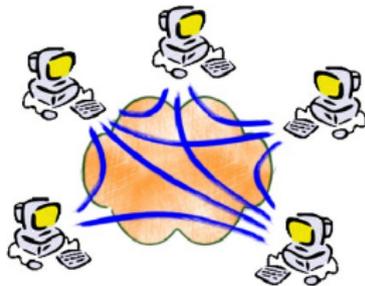
Utilisation du modèle pair à pair

Pratiquement une nécessité :

- Répartir équitablement la charge de l'application parmi tous les participants.
- Mieux passer à l'échelle.

Mais :

La majorité des systèmes pair à pair actuels supportent mal les applications émergentes.



Contraintes sur l'infrastructure pair à pair

Les applications sont trop dynamiques.

Problèmes rencontrés :

- Échec de la répartition de charge.
- Charge réseau trop importante.

Besoin d'adaptation :

- La topologie doit s'adapter à l'évolution de l'E.V.
- On parle de **malléabilité applicative**.

Proposition

Comment mieux adapter un système pair à pair à l'évolution de son application ?

En **anticipant** la dynamique applicative au niveau des mécanismes de maintenance de la topologie pair à pair !

- Le système pourra alors **prédire** l'évolution de l'application...
- ...et modifier sa topologie le moment venu.
- Bien passer à l'échelle.

Cas d'étude : Solipsis

Exemple type d'application émergente en pair à pair.

Conçu par Joaquin Keller et Gwendal Simon.

Une application : le Métavers

- Un monde virtuel en deux dimensions.
- Une totale liberté de déplacement.
- Aucune limite quant au nombre de participants.

Un réseau logique pair à pair malléable

- Organise l'échange d'informations entre participants au Métavers.
- S'adapte à l'évolution du Métavers.

Solipsis et le déplacement des avatars

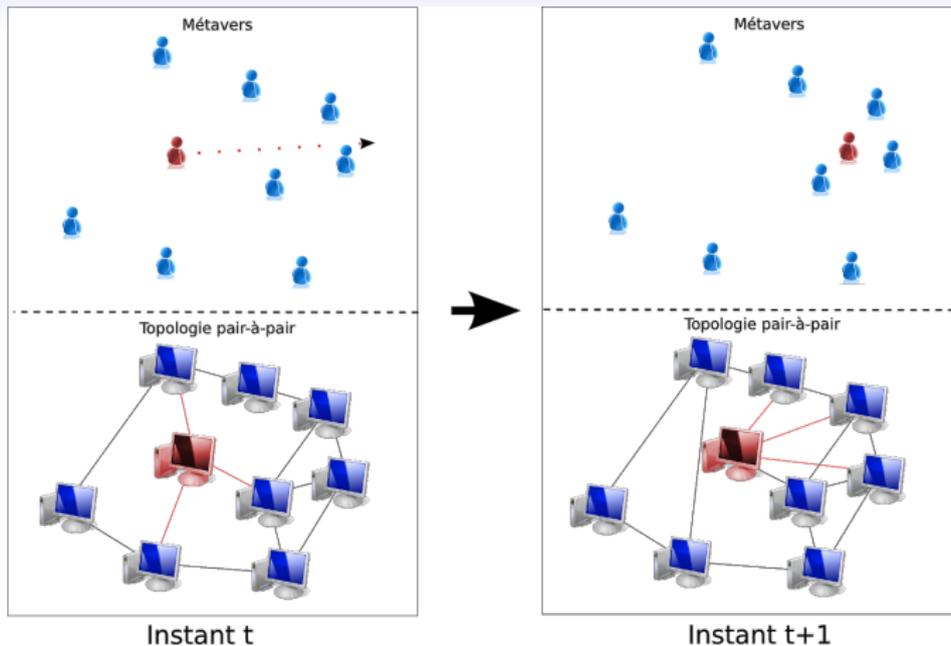


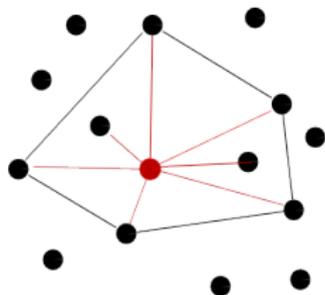
FIG.: Adaptation de la topologie au déplacement d'un avatar.

Solipsis : principes fondamentaux

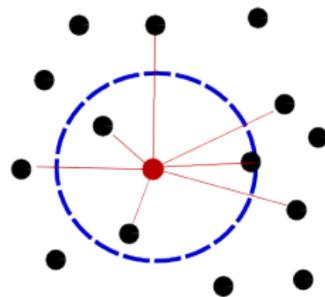
Deux règles de base :

- 1 Règle de l'enveloppe convexe.
- 2 Règle de la zone de connaissance.

Règle 1:



Règle 2:



Solipsis et les caractéristiques des E.V.

Le mécanisme d'adaptation de Solipsis peut être mis en échec :

- Si le déplacement est très rapide, la topologie n'a pas le temps de s'adapter.
- Si une zone est très dense, un déplacement génère **simultanément** un nombre important de messages.

Résultat :

- Le Métavers n'est plus cohérent : avatars "invisibles", perte de données.
- Surcharge réseau.



Plan

- 1 Contexte : modèle pair à pair et applications émergentes
- 2 Mécanismes de prise en compte de la mobilité**
- 3 Évaluation

Mobilité logique et Environnement Virtuel

Notion d'Environnement Virtuel (E.V.)

- Espace d'adressage à N dimensions $N \geq 1$
- Muni d'une notion de distance...
- ...et d'une notion de déplacement.

Mobilité logique

- Chaque objet (ou avatar) possède des coordonnées dans l'Environnement Virtuel
- Ces coordonnées varient dans le temps : c'est la mobilité.

Caractéristiques des E.V.

Modèle de densité

- Quelques zones très denses...
- ...Séparées par de larges zones quasi-désertes.

Modèle de mobilité

- Mouvement lent et chaotique dans les zones denses.
- Mouvement rapide et rectiligne dans les zones désertes.



FIG.: Répartition de la population sur une carte du monde virtuel Second Life.

Prédiction du comportement des avatars

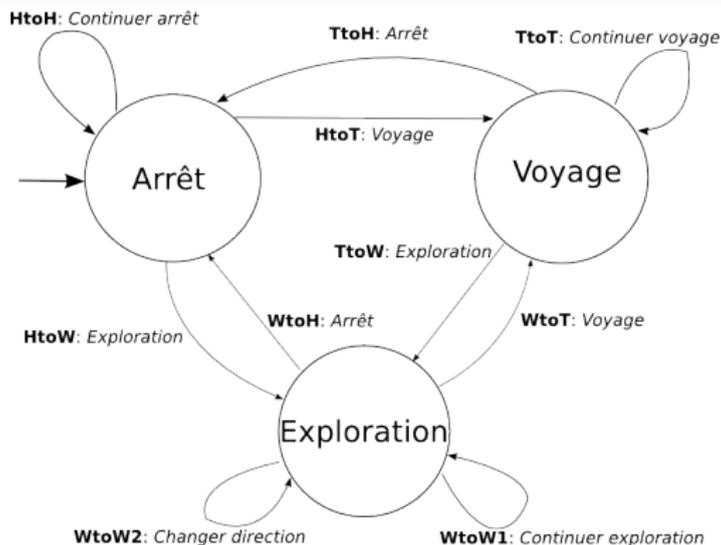


FIG.: Contribution n° 1 : Moyen d'anticiper le déplacement des avatars de Solipsis.

Choix des candidats au pré-chargement (1)

Critère de choix certain :

Lorsque la distance angulaire est inférieure à une certaine valeur, le nœud est **certain** d'être choisi.

Critère de rejet strict :

Si le nœud a déjà été dépassé par l'avatar en mouvement, il **ne doit pas** être choisi.



FIG.: Examen des candidatures au pré-chargement

Choix des candidats au pré-chargeement (2)

Contribution n° 2 :

Sélection probabiliste utilisant la fonction trigonométrique *tangente*.

La probabilité du choix d'un candidat est inversement proportionnelle à la tangente de l'angle que forme le candidat par rapport à la trajectoire.

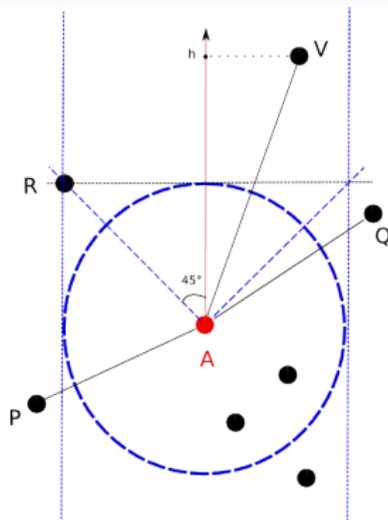


FIG.: *A est en mouvement. V et R seront choisis, Q sera peut-être choisi, P est certain de ne pas être choisi.*

Propagation des requêtes de pré-charge

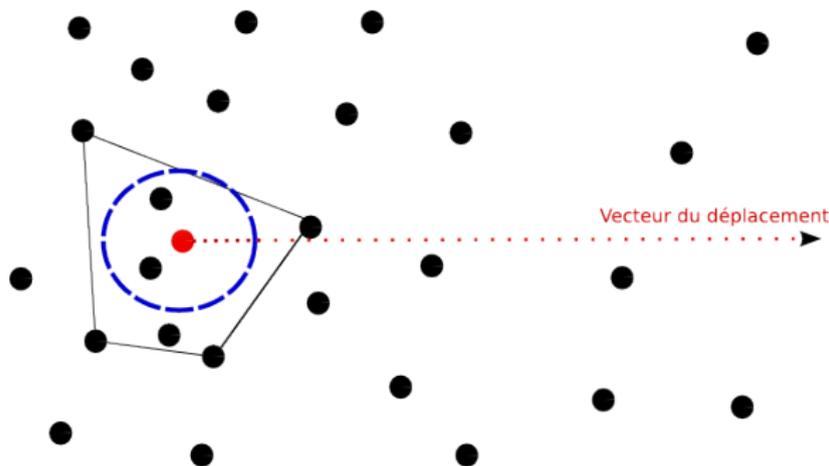


FIG.: Contribution n° 3 : *algorithme de propagation des requêtes de pré-charge en avant de la trajectoire.*

Propagation des requêtes de pré-charge

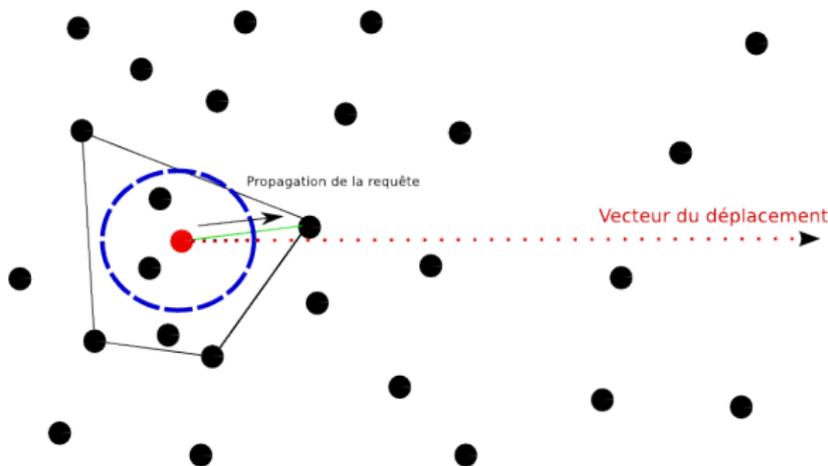


FIG.: Contribution n° 3 : *algorithme de propagation des requêtes de pré-charge en avant de la trajectoire.*

Propagation des requêtes de pré-charge

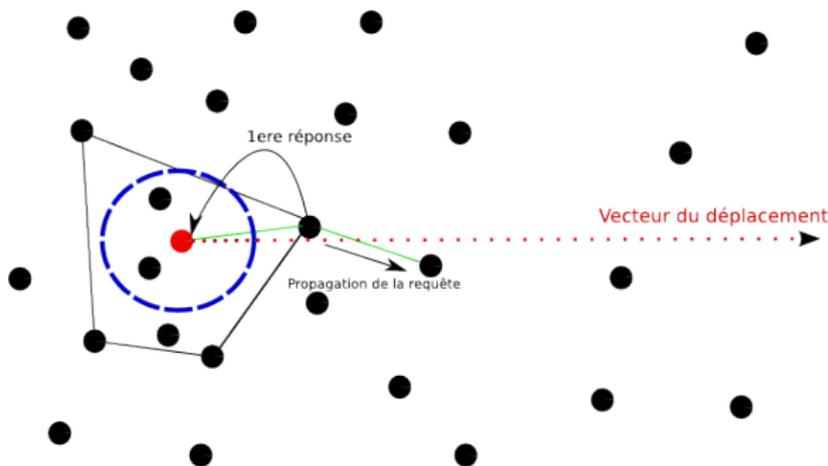


FIG.: Contribution n° 3 : *algorithme de propagation des requêtes de pré-charge en avant de la trajectoire.*

Propagation des requêtes de pré-charge

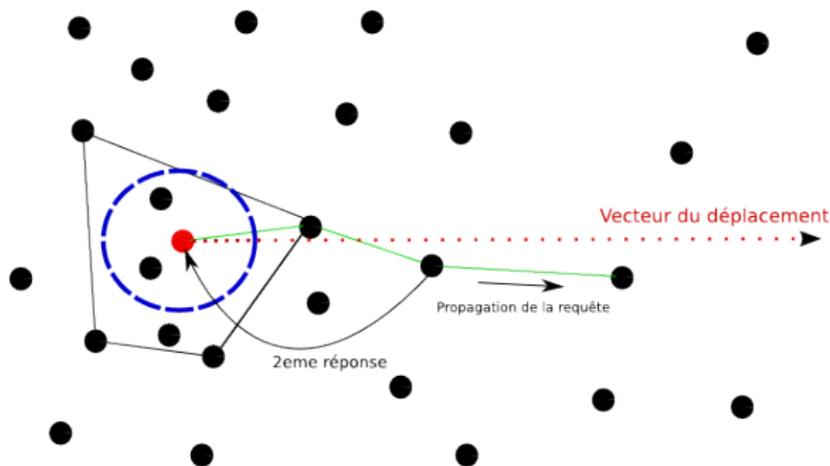


FIG.: Contribution n° 3 : *algorithme de propagation des requêtes de pré-charge en avant de la trajectoire.*

Propagation des requêtes de pré-charge

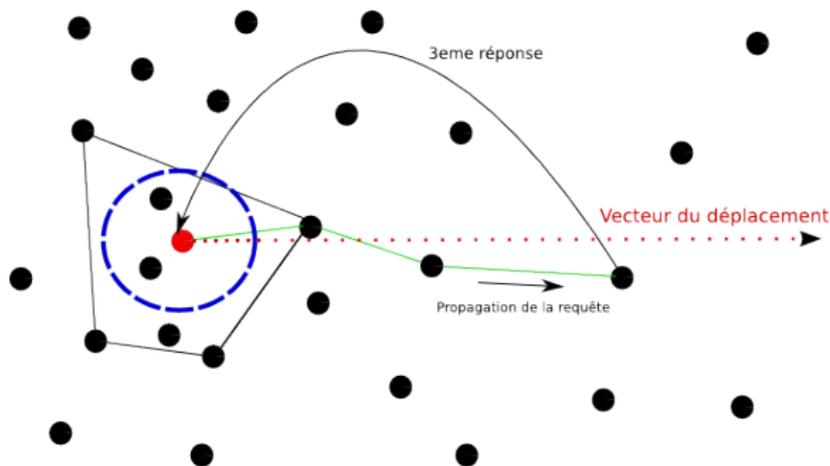


FIG.: Contribution n° 3 : *algorithme de propagation des requêtes de pré-charge en avant de la trajectoire.*

Optimisation de l'intervalle de mise à jour

Idée :

Un avatar en mouvement rectiligne rapide n'a pas besoin de propager les mises à jour de sa position à son voisinage aussi fréquemment que d'habitude.

Contribution n° 4 :

- L'intervalle entre deux mises à jour est doublé.
- Un mécanisme de prédiction est mis en place dans le voisinage pour compenser l'absence d'informations sur la position de l'avatar entre les mises à jour.

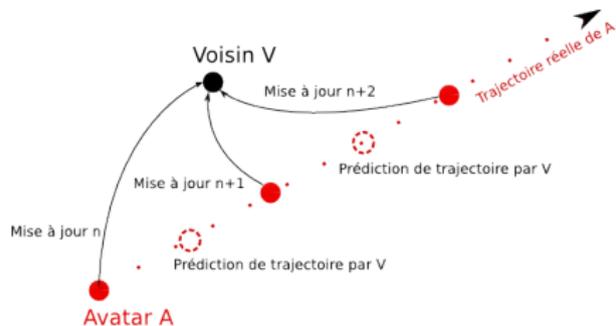


FIG.: A est en déplacement et propage ses mises à jour à V.

Plan

- 1 Contexte : modèle pair à pair et applications émergentes
- 2 Mécanismes de prise en compte de la mobilité
- 3 Évaluation**

Modélisation de l'E.V.(1)

Topologie pair à pair :

Implémentée via le simulateur Peersim.

Implémentation d'un générateur de traces intégré à Peersim.

Reproduit les caractéristiques des E.V.(Contribution n° 5) :

- Quelques zones très fortement peuplées.
- Séparés par des zones de faible densité.

Environ 7000 lignes de code Java.

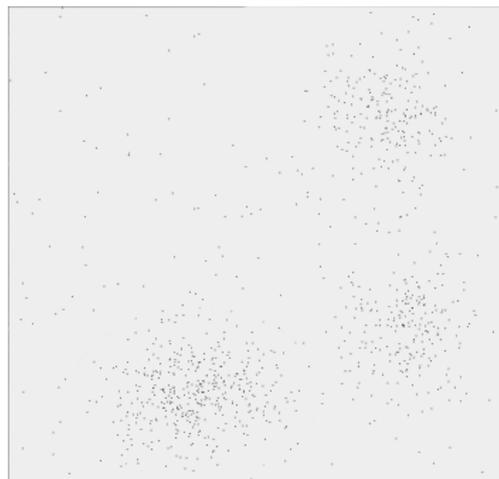


FIG.: Capture d'écran du générateur de traces pour Peersim.

Générateur de traces

Modèle de mobilité reproduit dans les traces :

- Mouvement rectiligne rapide dans les zones désertes.
- Mouvement lent et chaotique dans les zones denses.

Utilisation de l'automate de mobilité :

- Chaque transition se voit associer une probabilité.

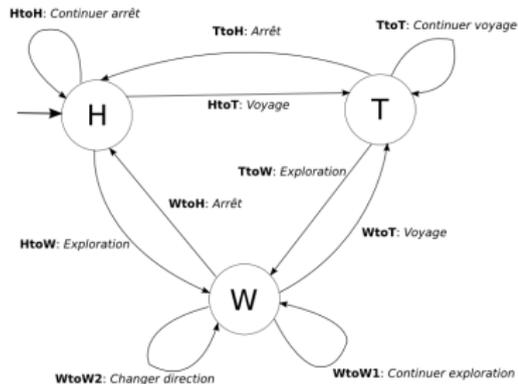


FIG. : Tous les avatars débutent dans l'état initial de l'automate. À chaque cycle, les probabilités de chaque transition sont évaluées.

Métriques employées

3 principaux critères d'évaluation :

- 1 **Nombre d'infractions aux règles fondamentales de Solipsis.**
Permet d'évaluer la cohérence des vues des avatars.
- 2 **Connaissance de nœuds situés en avant du mouvement.**
Capacité du système à diversifier les sources de chargement de données et donc *passer à l'échelle*.
- 3 **Nombre de messages échangés.**
Permet de mesurer la charge réseau.

Cohérence de la topologie

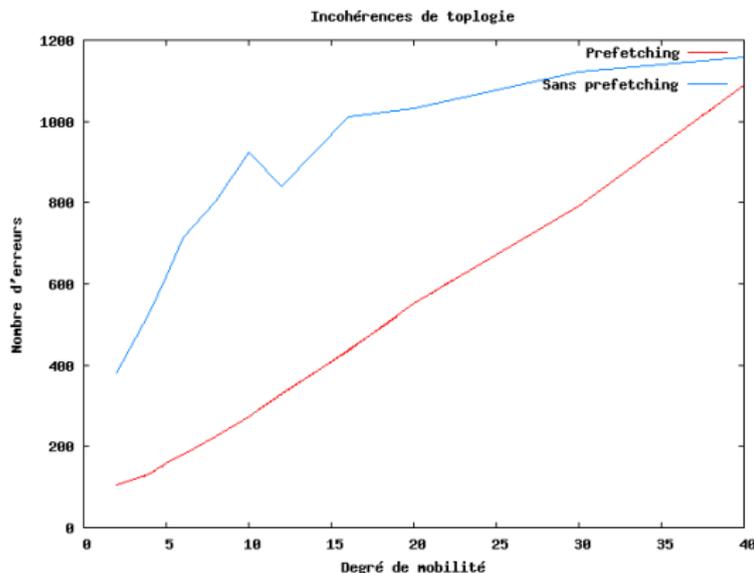


FIG.: Nombre d'infractions aux règles fondamentales de Solipsis constatées (signe d'échec des protocoles de maintenance de Solipsis).

Connaissance en avant du mouvement

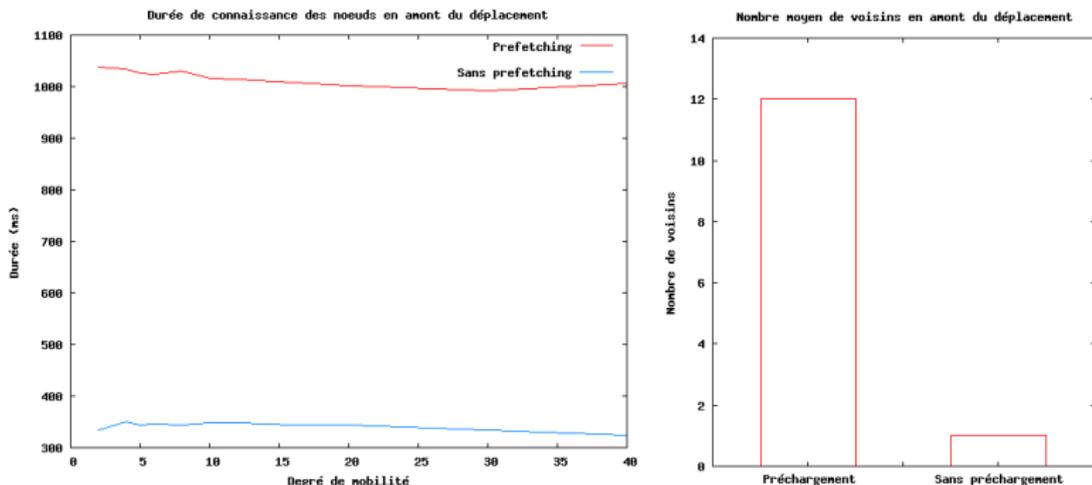


FIG.: *Connaissance des nœuds situés en avant de la trajectoire. À gauche : Durée de moyenne de connaissance. À droite : Nombre de nœuds connus.*

Charge réseau

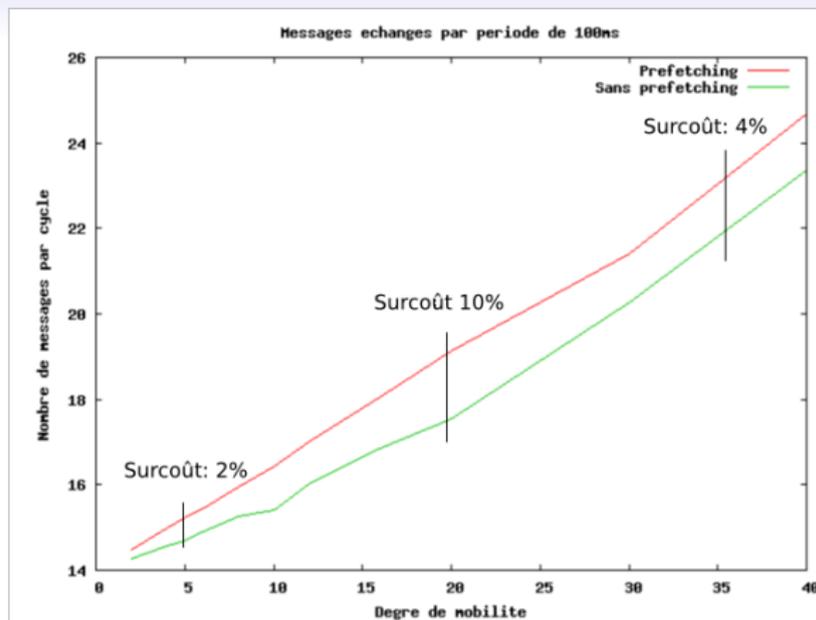


FIG.: Nombre de messages échangés (tous types confondus) en moyenne par un nœud par cycle de 100ms.

Conclusion

Bilan :

- Augmentation des performances du système grâce au mécanisme d'anticipation.
- Surcoût réseau faible.
- Facilite le passage à l'échelle : très bon moyen d'adapter un système pair à pair à la dynamique applicative.

Perspectives :

- Affiner la connaissance de la dynamique applicative.
- Concevoir des mécanismes d'anticipation plus performants et adaptés à tous les types de systèmes pair à pair malléables.
- En complément des mécanismes d'anticipation, expérimenter l'emploi d'un cache de voisinage avec une politique de gestion appropriée.

Merci pour votre attention !

- 1 Contexte : modèle pair à pair et applications émergentes
- 2 Mécanismes de prise en compte de la mobilité
- 3 Évaluation



Questions.

Annexe I

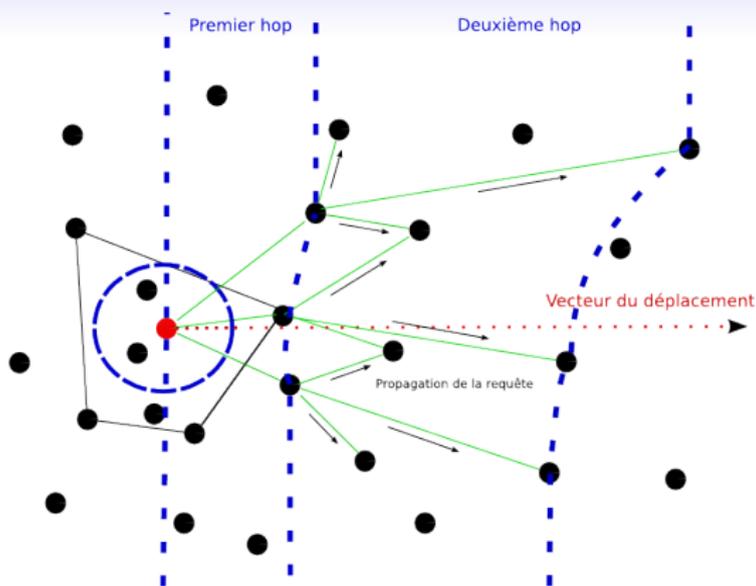


FIG.: Variante expansive de l'algorithme de propagation : à chaque étape, la requête est propagée à k voisins (ici $k=3$)