



IRT
CNRS - INPT - UPRES - UTM

Institut de Recherche en Informatique de Toulouse

TeSA

Telecommunications for Space and Aeronautics

INP ENSEEIHT

THALES



Téléchargement de contenus dans les réseaux véhiculaires

Darwin ASTUDILLO
Thèse encadrée par
Pr. A.L Beylot et Dr. E. Chaput

 **SENESCYT**
SECRETARÍA NACIONAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR,
CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

27 septembre 2013

 **IRT**
INP ENSEEIHT

- 1 Contexte
- 2 Communications I2V pour la distribution de contenus
- 3 Passage à l'échelle - Comparaison unicast multicast
- 4 Le Codage Réseau pour le téléchargement des données en I2V
- 5 V2V pour le téléchargement de fichiers
- 6 Conclusion et perspectives

1 Contexte

2 Communications I2V pour la distribution de contenus

3 Passage à l'échelle - Comparaison unicast multicast

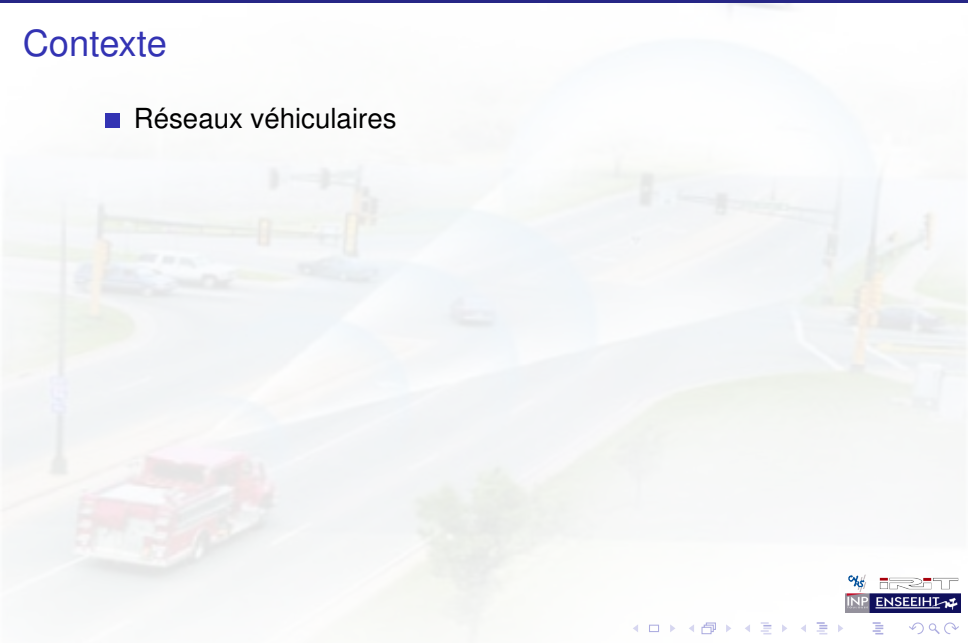
4 Le Codage Réseau pour le téléchargement des données en I2V

5 V2V pour le téléchargement de fichiers

6 Conclusion et perspectives

Contexte

■ Réseaux véhiculaires



Contexte

- Réseaux véhiculaires
- Sécurité Routière

Contexte

- Réseaux véhiculaires
- Sécurité Routière
- Téléchargement de contenus (Confort)

Contexte

- Réseaux véhiculaires
- Sécurité Routière
- Téléchargement de contenus (Confort)
- Fichiers volumineux

Contexte

- Réseaux véhiculaires
- Sécurité Routière
- Téléchargement de contenus (Confort)
- Fichiers volumineux
- Nombre important de récepteurs

Contexte

- Réseaux véhiculaires
- Sécurité Routière
- Téléchargement de contenus (Confort)
- Fichiers volumineux
- Nombre important de récepteurs
- Exemple : les mises à jour (des cartes routières, des logiciels embarqués)

Contexte

- Réseaux véhiculaires
- Sécurité Routière
- Téléchargement de contenus (Confort)
- Fichiers volumineux
- Nombre important de récepteurs
- Exemple : les mises à jour (des cartes routières, des logiciels embarqués)
- Caractéristiques :

Contexte

- Réseaux véhiculaires
- Sécurité Routière
- Téléchargement de contenus (Confort)
- Fichiers volumineux
- Nombre important de récepteurs
- Exemple : les mises à jour (des cartes routières, des logiciels embarqués)
- Caractéristiques :
 - Mises à jour assez fréquentes

Contexte

- Réseaux véhiculaires
- Sécurité Routière
- Téléchargement de contenus (Confort)
- Fichiers volumineux
- Nombre important de récepteurs
- Exemple : les mises à jour (des cartes routières, des logiciels embarqués)
- Caractéristiques :
 - Mises à jour assez fréquentes
 - Volumes des données assez important

Contexte

- Réseaux véhiculaires
- Sécurité Routière
- Téléchargement de contenus (Confort)
- Fichiers volumineux
- Nombre important de récepteurs
- Exemple : les mises à jour (des cartes routières, des logiciels embarqués)
- Caractéristiques :
 - Mises à jour assez fréquentes
 - Volumes des données assez important
 - Capacité d'utilisation du support relativement faible

Contexte

- Réseaux véhiculaires
- Sécurité Routière
- Téléchargement de contenus (Confort)
- Fichiers volumineux
- Nombre important de récepteurs
- Exemple : les mises à jour (des cartes routières, des logiciels embarqués)
- Caractéristiques :
 - Mises à jour assez fréquentes
 - Volumes des données assez important
 - Capacité d'utilisation du support relativement faible
 - Degré d'urgence relativement faible

Contexte

- Réseaux véhiculaires
- Sécurité Routière
- Téléchargement de contenus (Confort)
- Fichiers volumineux
- Nombre important de récepteurs
- Exemple : les mises à jour (des cartes routières, des logiciels embarqués)
- Caractéristiques :
 - Mises à jour assez fréquentes
 - Volumes des données assez important
 - Capacité d'utilisation du support relativement faible
 - Degré d'urgence relativement faible
 - Grand nombre d'utilisateurs

Contexte

- Contraintes liées à l'environnement véhiculaire :

Contexte

- Contraintes liées à l'environnement véhiculaire :
 - mobilité élevée

Contexte

- Contraintes liées à l'environnement véhiculaire :
 - mobilité élevée
 - perte de signal potentiellement fréquente (en fonction de la technologie)

Contexte

- Contraintes liées à l'environnement véhiculaire :
 - mobilité élevée
 - perte de signal potentiellement fréquente (en fonction de la technologie)
 - intermittence dans la connexion

Contexte

- Contraintes liées à l'environnement véhiculaire :
 - mobilité élevée
 - perte de signal potentiellement fréquente (en fonction de la technologie)
 - intermittence dans la connexion
- Utilisation efficace la bande passante

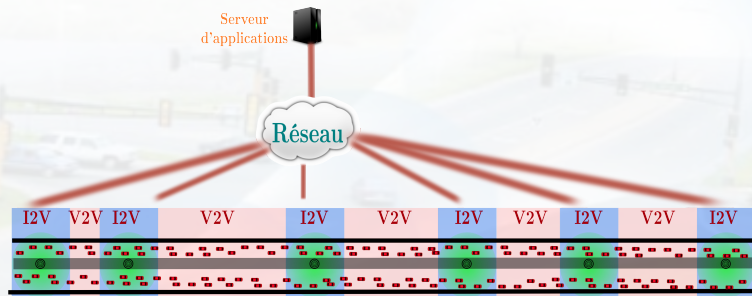
Contexte

- Contraintes liées à l'environnement véhiculaire :
 - mobilité élevée
 - perte de signal potentiellement fréquente (en fonction de la technologie)
 - intermittence dans la connexion
- Utilisation efficace la bande passante
- Utilisation des technologies du monde véhiculaire

Contexte



Contexte - Scénario



- Parcours routier
- Déploiement d'application
- Transfert de fichier volumineux
- Unicast ou multicast

1 Contexte

2 Communications I2V pour la distribution de contenus

- Définition du problème
- Métriques et scénarios
- Modèle analytique
- Résultats
- Bilan

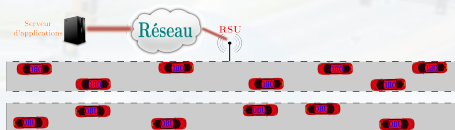
3 Passage à l'échelle - Comparaison unicast multicast

4 Le Codage Réseau pour le téléchargement des données en I2V

5 V2V pour le téléchargement de fichiers

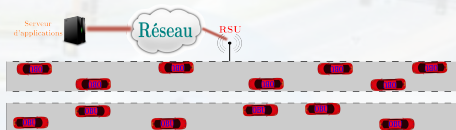
Définition du problème

- Télécharger la mise à jour d'une carte avec une seule RSU.



Définition du problème

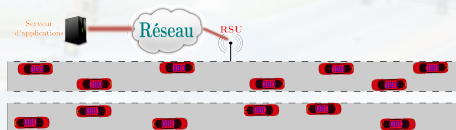
- Télécharger la mise à jour d'une carte avec une seule RSU.



- Schéma de délivrance : unicast.

Définition du problème

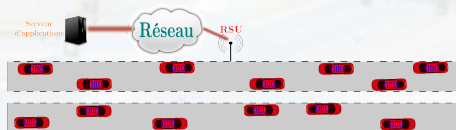
- Télécharger la mise à jour d'une carte avec une seule RSU.



- Schéma de délivrance : unicast.
- Approche applicative

Définition du problème

- Télécharger la mise à jour d'une carte avec une seule RSU.



- Schéma de délivrance : unicast.
- Approche applicative
 - Pour chaque véhicule qui entre dans la zone de couverture; un flux CBR est généré.

Métriques

- *Goodput* du système normalisé

Métriques

- *Goodput* du système normalisé
- Pourcentage de fichier reçu (PDR)

Métriques

- *Goodput* du système normalisé
- Pourcentage de fichier reçu (PDR)
- Délai moyen de bout en bout

Métriques

- *Goodput* du système normalisé
- Pourcentage de fichier reçu (PDR)
- Délai moyen de bout en bout
- Équité (l'indice de Jain)

$$J(x_1, x_2, \dots, x_n) = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2}$$

Scénarios

■ Scénario surchargé

$$\text{Débit par flux} = \frac{\text{Capacité du système}}{\text{Le nombre moyen de véhicules à portée}}$$

Scénarios

■ Scénario surchargé

$$\text{Débit par flux} = \frac{\text{Capacité du système}}{\text{Le nombre moyen de véhicules à portée}}$$

■ Scénario saturé

$$\text{Débit par flux} = \frac{\text{Goodput du scénario précédent}}{\text{Le nombre moyen de véhicules à portée}}$$

Scénarios

■ Scénario surchargé

$$\text{Débit par flux} = \frac{\text{Capacité du système}}{\text{Le nombre moyen de véhicules à portée}}$$

■ Scénario saturé

$$\text{Débit par flux} = \frac{\text{Goodput du scénario précédent}}{\text{Le nombre moyen de véhicules à portée}}$$

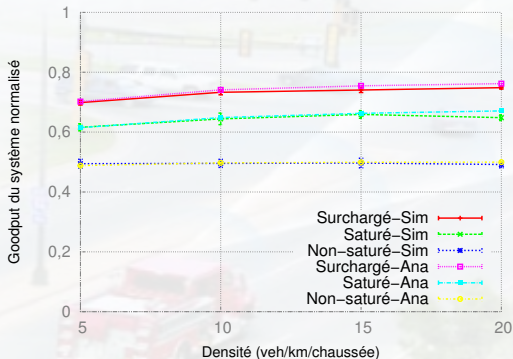
■ Scénario non saturé

Modèle analytique

$$\Theta = \sum_{i=0}^{\infty} (\min(i \cdot C_{fo}, C)) \cdot \frac{N^i}{i!} e^{-N}$$

- Analyse par une file $M/G/\infty$
- Θ : le débit réel émis sur le support
- C : le débit maximal théorique
- C_{fo} : le débit par flux avec l'*overhead*
- N : le nombre moyen de véhicules à portée

Résultats



- Modèle de mobilité simple
- Unicast ne passe pas à l'échelle
- Résultats proches entre les simulations et le modèle analytique

Bilan

- Les résultats du modèle analytique confortent ceux des simulations.

Bilan

- Les résultats du modèle analytique confortent ceux des simulations.
- Cette approche ne passe pas à l'échelle pour l'application proposée : le *Goodput* normalisé étant constant, le *Goodput* par véhicule décroît avec le nombre de véhicules.

- 1 Contexte
- 2 Communications I2V pour la distribution de contenus
- 3 Passage à l'échelle - Comparaison unicast multicast**
 - Définition du problème
 - Comparaison unicast multicast
 - Les approches avec plusieurs RSUs
 - Bilan
- 4 Le Codage Réseau pour le téléchargement des données en I2V
- 5 V2V pour le téléchargement de fichiers
- 6 Conclusion et perspectives

Définition du problème

- Analyser le passage à l'échelle de l'application.

Définition du problème

- Analyser le passage à l'échelle de l'application.
- Schéma de délivrance : unicast et multicast.

Définition du problème

- Analyser le passage à l'échelle de l'application.
- Schéma de délivrance : unicast et multicast.
- Approche applicative :

Définition du problème

- Analyser le passage à l'échelle de l'application.
- Schéma de délivrance : unicast et multicast.
- Approche applicative :

Unicast Envoyer le fichier aux véhicules dans la zone de couverture, un flux par véhicule.

Définition du problème

- Analyser le passage à l'échelle de l'application.
- Schéma de délivrance : unicast et multicast.
- Approche applicative :

Unicast Envoyer le fichier aux véhicules dans la zone de couverture, un flux par véhicule.

Multicast Envoyer le fichier aux véhicules dans la zone de couverture périodiquement, un flux pour l'ensemble de véhicules.

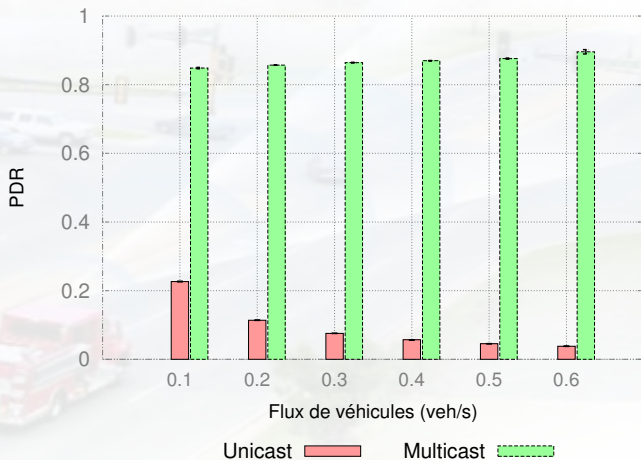
... m_M m_1 m_2 ... m_M m_1 ...

Comparaison unicast multicast

■ Unicast

■ Multicast

Comparaison unicast multicast - Simulation avec le modèle de mobilité IDM/MOBIL

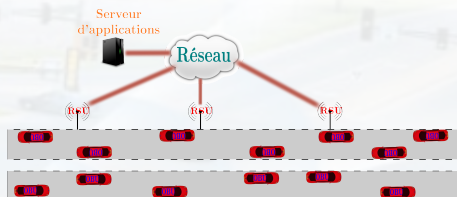


- └ Passage à l'échelle - Comparaison unicast multicast

- └ Les approches avec plusieurs RSUs

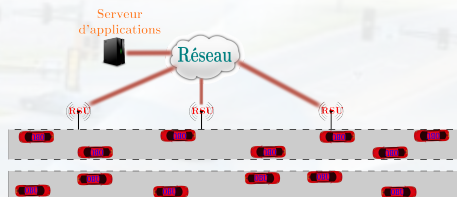
Une première approche avec plusieurs RSUs

■ Scénario



Une première approche avec plusieurs RSUs

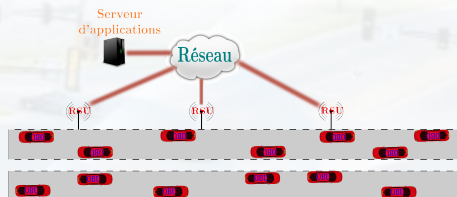
■ Scénario



■ Schéma de délivrance : multicast

Une première approche avec plusieurs RSUs

■ Scénario



■ Schéma de délivrance : multicast

■ Approche applicative : ordre séquentiel des morceaux de fichier

... m_M | m_1 | m_2 ... m_M | m_1 ...

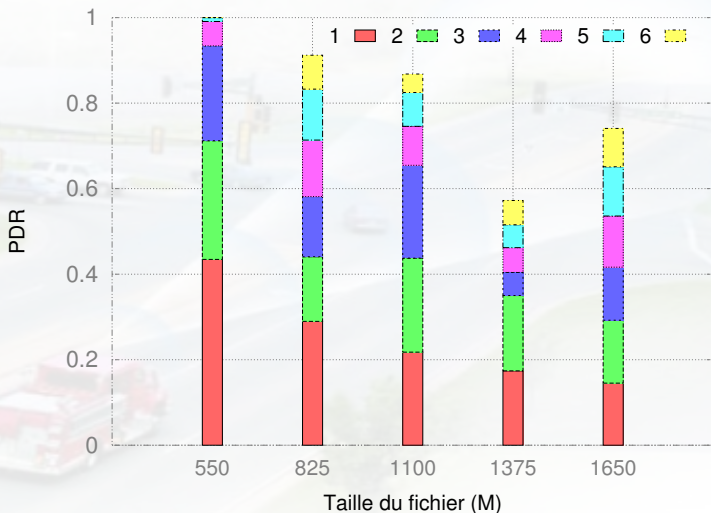
- └ Passage à l'échelle - Comparaison unicast multicast

- └ Les approches avec plusieurs RSUs

Une première approche avec plusieurs RSUs



Résultats de la première approche



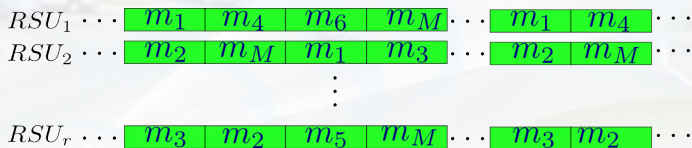
Explication du phénomène

- Le temps pris pour envoyer le fichier (M)
- Le temps pris pour traverser la zone non couverte (n)
- Le temps pris pour traverser la zone couverte (M_R)

$M\%(n + M_R)$ est proche de 0

Une approche avec un ordre aléatoire

- Ordre aléatoire pour chacune des RSU



└ Passage à l'échelle - Comparaison unicast multicast

└ Les approches avec plusieurs RSUs

Une approche avec un ordre aléatoire

■ Séquentielle

■ Aléatoire

Modèle analytique de l'approche aléatoire

$$P_i(b) = \sum_{j=\max(0,i-n)}^i \Gamma_{M,j,n,i-j} \cdot P_j(b-1)$$

- Γ : probabilité qu'une OBU reçoive de nouveaux morceaux à travers la zone de transmission.
- $P_i(b)$: probabilité qu'un véhicule reçoive i morceaux différents après avoir traversé b RSU consécutives.

Résultats obtenus en utilisant l'ordre aléatoire

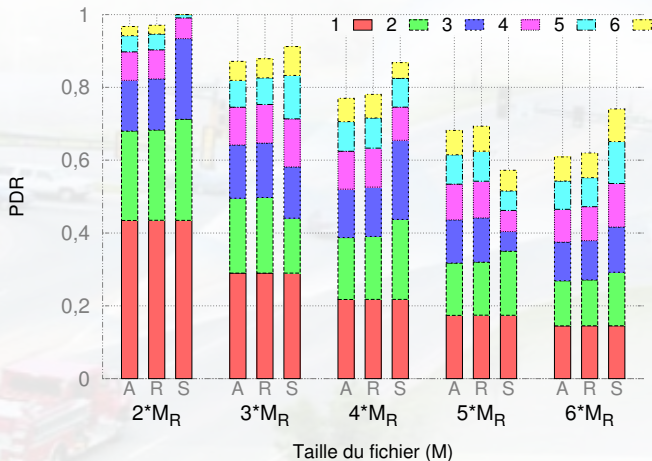


Figure: [A] Analytique, [R] Aléatoire [S] Séquentielle

Une approche en utilisant le retour d'informations

- Chaque véhicule envoie son *bitmap* (liste des ses morceaux) lorsqu'il reçoit des balises d'une RSU.

Une approche en utilisant le retour d'informations

- Chaque véhicule envoie son *bitmap* (liste des ses morceaux) lorsqu'il reçoit des balises d'une RSU.
- La RSU garde le *bitmap* pendant une période de temps.

Une approche en utilisant le retour d'informations

- Chaque véhicule envoie son *bitmap* (liste des ses morceaux) lorsqu'il reçoit des balises d'une RSU.
- La RSU garde le *bitmap* pendant une période de temps.
- La RSU recherche le morceau le plus demandé et l'envoie.

Une approche en utilisant le retour d'informations

- Chaque véhicule envoie son *bitmap* (liste des ses morceaux) lorsqu'il reçoit des balises d'une RSU.
- La RSU garde le *bitmap* pendant une période de temps.
- La RSU recherche le morceau le plus demandé et l'envoie.
- Le morceau le plus recherché en premier (le plus rare en premier).

Les résultats de la méthode MPRP

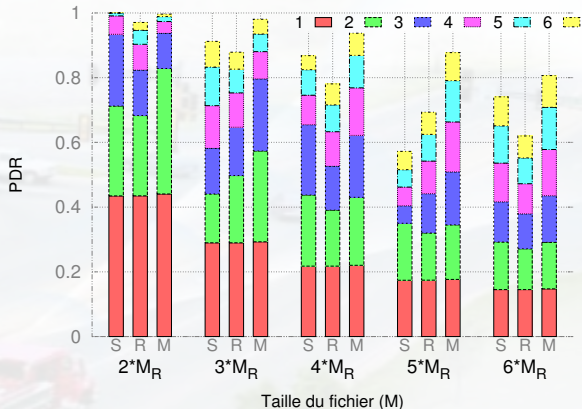


Figure: [S] Séquentiel, [R] Aléatoire, [M] MPRP

Bilan

- L'unicast n'est pas une solution pour passer à l'échelle.

Bilan

- L'unicast n'est pas une solution pour passer à l'échelle.
- L'utilisation du multicast seul est la meilleure solution pour une application de téléchargement des mises à jour.

Bilan

- L'unicast n'est pas une solution pour passer à l'échelle.
- L'utilisation du multicast seul est la meilleure solution pour une application de téléchargement des mises à jour.
- Les performances de la stratégie aléatoire sont décevantes; en revanche elle est plus équitable.

Bilan

- L'unicast n'est pas une solution pour passer à l'échelle.
- L'utilisation du multicast seul est la meilleure solution pour une application de téléchargement des mises à jour.
- Les performances de la stratégie aléatoire sont décevantes; en revanche elle est plus équitable.
- Les résultats en utilisant la stratégie MPRP sont meilleurs et améliorent sensiblement les résultats des deux solutions séquentielle et aléatoire.

Bilan

- L'unicast n'est pas une solution pour passer à l'échelle.
- L'utilisation du multicast seul est la meilleure solution pour une application de téléchargement des mises à jour.
- Les performances de la stratégie aléatoire sont décevantes; en revanche elle est plus équitable.
- Les résultats en utilisant la stratégie MPRP sont meilleurs et améliorent sensiblement les résultats des deux solutions séquentielle et aléatoire.
- Les résultats montrent que l'indicateur le plus décisif n'est pas le taux de perte de paquets, mais le taux de doublons reçus.

- 1 Contexte
- 2 Communications I2V pour la distribution de contenus
- 3 Passage à l'échelle - Comparaison unicast multicast
- 4 Le Codage Réseau pour le téléchargement des données en I2V**
 - Définition du problème
 - Le codage réseau
 - Modèle analytique
 - Résultats
 - Bilan
- 5 V2V pour le téléchargement de fichiers

Définition du problème

- Réduire le nombre important de doublons.

Définition du problème

- Réduire le nombre important de doublons.
- Approche applicative

Définition du problème

- Réduire le nombre important de doublons.
- Approche applicative
 - Envoyer périodiquement le fichier aux véhicules dans la zone de couverture : un flux pour l'ensemble de véhicules.

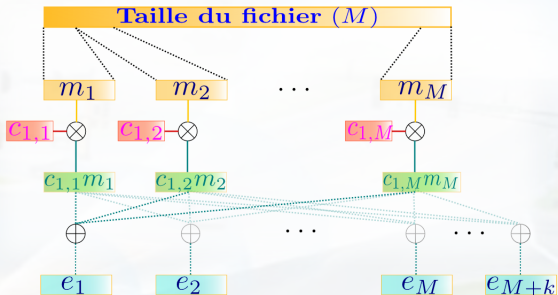
Définition du problème

- Réduire le nombre important de doublons.
- Approche applicative
 - Envoyer périodiquement le fichier aux véhicules dans la zone de couverture : un flux pour l'ensemble de véhicules.
 - Utiliser le codage réseau pour coder chaque morceau envoyé.

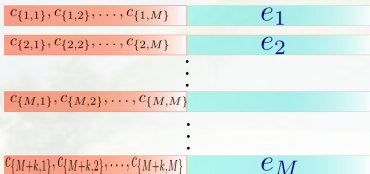
- Le Codage Réseau pour le téléchargement des données en I2V

- Le codage réseau

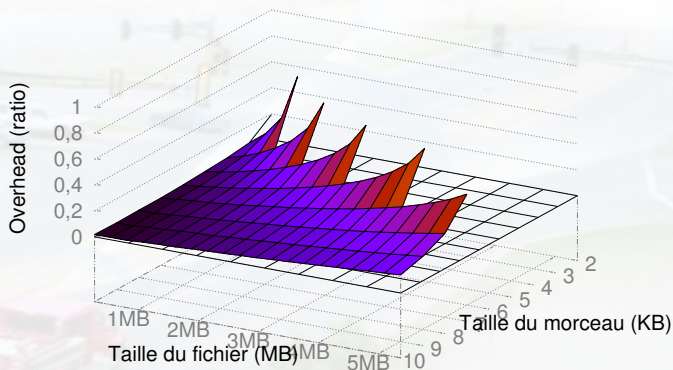
Le codage réseau - Codage (au niveau du serveur)



Morceaux encodés
envoyés avec
leurs coefficients



Le codage réseau - Le problème de l'overhead



- Le Codage Réseau pour le téléchargement des données en I2V

- Le codage réseau

Le codage réseau - Proposition pour résoudre le problème de l'overhead

Pseudo-Random Number Generator (PRNG)

$g_M = PRNG()$

$PRNG(g_1) \rightarrow c_{1,1} \rightarrow c_{1,2} \rightarrow \dots \rightarrow c_{1,M}$

$PRNG(g_2) \rightarrow c_{2,1} \rightarrow c_{2,2} \rightarrow \dots \rightarrow c_{2,M}$

$PRNG(g_\lambda) \rightarrow c_{\lambda,1} \rightarrow c_{\lambda,2} \rightarrow \dots \rightarrow c_{\lambda,M}$

$PRNG(g_{M-k}) \rightarrow c_{M-k,1} \rightarrow c_{M-k,2} \rightarrow \dots \rightarrow c_{M-k,M}$

g_1 e_1

g_2 e_2

g_M e_M

g_{M+k} e_{M+k}

- Morceau \Rightarrow associé à une graine
- PRNG \Rightarrow coefficients
 $c_{i,1}, c_{i,2}, \dots, c_{i,M}$
- Paquet = graine + charge utile (morceau codé)
- Récepteur : coefficients = PRNG (graine)
- Overhead constant (quelques octets)

└ Le Codage Réseau pour le téléchargement des données en I2V

└ Le codage réseau

Le codage réseau - Décodage (au niveau des récepteurs) - Coefficients

■ Les étapes du décodage



Le codage réseau - Décodage (au niveau des récepteurs) - Coefficients

■ Les étapes du décodage

- 1 Les récepteurs reçoivent le paquet avec les coefficients

Le codage réseau - Décodage (au niveau des récepteurs) - Coefficients

■ Les étapes du décodage

- 1 Les récepteurs reçoivent le paquet avec les coefficients
- 2 Une équation est ajoutée au système d'équations où les coefficients sont obtenus depuis l'entête

Le codage réseau - Décodage (au niveau des récepteurs) - Coefficients

■ Les étapes du décodage

- 1 Les récepteurs reçoivent le paquet avec les coefficients
- 2 Une équation est ajoutée au système d'équations où les coefficients sont obtenus depuis l'entête
- 3 Les récepteurs vérifient si l'équation ajoutée est linéairement indépendante

Le codage réseau - Décodage (au niveau des récepteurs) - Coefficients

■ Les étapes du décodage

- 1 Les récepteurs reçoivent le paquet avec les coefficients
- 2 Une équation est ajoutée au système d'équations où les coefficients sont obtenus depuis l'entête
- 3 Les récepteurs vérifient si l'équation ajoutée est linéairement indépendante
- 4 Ils décodent le fichier dès qu'ils ont les M morceaux linéairement indépendants

Le codage réseau - Décodage (au niveau des récepteurs) - Coefficients

■ Les étapes du décodage

- 1 Les récepteurs reçoivent le paquet avec les coefficients
- 2 Une équation est ajoutée au système d'équations où les coefficients sont obtenus depuis l'entête
- 3 Les récepteurs vérifient si l'équation ajoutée est linéairement indépendante
- 4 Ils décodent le fichier dès qu'ils ont les M morceaux linéairement indépendants

■ Système d'équations linéaires ($O(M^3)$)

$$\begin{pmatrix} c_{1,1} & c_{1,2} & \cdots & c_{1,M} \\ c_{2,1} & c_{2,2} & \cdots & c_{2,M} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{M,1} & c_{M,2} & \cdots & c_{M,M} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} m_1 \\ m_2 \\ \vdots \\ m_M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \\ \vdots \\ E_M \end{pmatrix}$$

Le codage réseau - Décodage (au niveau des récepteurs) - Graines

■ Les étapes du décodage

- 1 Les récepteurs reçoivent le paquet avec les **graines**
- 2 Les récepteurs vérifient que la dernière graine reçue n'est pas déjà connue ($O(\log(M))$)
- 3 Si la graine est nouvelle, les coefficients sont générés en fonction de la graine reçue ($O(n)$)
- 4 Une équation est ajoutée au système d'équations avec les coefficients générés et le morceau codé
- 5 Les récepteurs vérifient si l'équation ajoutée est linéairement indépendante
- 6 Ils décodent le fichier dès qu'ils ont les M morceaux linéairement indépendants

Modèle analytique

$$\begin{cases} \Phi_r(l) &= \Phi_{r-1}(l).(1 - \pi_l) + \Phi_{r-1}(l-1).\pi_{l-1} \\ \Phi_1(0) &= \frac{1}{z^M} \\ \Phi_1(1) &= 1 - \frac{1}{z^M} \end{cases} \quad (1)$$

Où :

- π_k : probabilité que le vecteur suivant soit linéairement indépendant.
- $\Phi_r(l)$: probabilité que l morceaux soient linéairement indépendants dans l'ensemble des r morceaux reçus et différents

Résultats

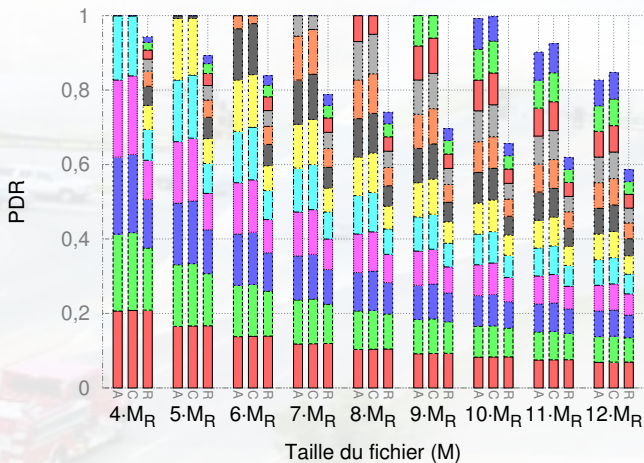


Figure: [A] Analytique, [C] Codage Réseau, [R] Aléatoire

Bilan

- Le codage réseau élimine le phénomène de doublons introduit par le multicast avec l'application proposée.

Bilan

- Le codage réseau élimine le phénomène de doublons introduit par le multicast avec l'application proposée.
- L'envoi de la graine au lieu des coefficients réduit de façon importante l'*overhead* nécessaire.

Bilan

- Le codage réseau élimine le phénomène de doublons introduit par le multicast avec l'application proposée.
- L'envoi de la graine au lieu des coefficients réduit de façon importante l'*overhead* nécessaire.
- Les résultats de la simulation et l'évaluation analytique montrent que la méthode proposée peut atteindre de très bonnes performances.

Bilan

- Le codage réseau élimine le phénomène de doublons introduit par le multicast avec l'application proposée.
- L'envoi de la graine au lieu des coefficients réduit de façon importante l'*overhead* nécessaire.
- Les résultats de la simulation et l'évaluation analytique montrent que la méthode proposée peut atteindre de très bonnes performances.
- L'utilisation du codage réseau augmente considérablement la diversité des morceaux reçus par les différentes voitures.

Contributions

- Proposer l'utilisation du codage réseau pour atténuer de façon importante le nombre de doublons reçus.

Contributions

- Proposer l'utilisation du codage réseau pour atténuer de façon importante le nombre de doublons reçus.
- Proposer l'envoi de la graine au lieu des coefficients pour réduire l'*overhead* requis par le codage.

Contributions

- Proposer l'utilisation du codage réseau pour atténuer de façon importante le nombre de doublons reçus.
- Proposer l'envoi de la graine au lieu des coefficients pour réduire l'*overhead* requis par le codage.
- Modéliser de façon analytique le système.

1 Contexte

2 Communications I2V pour la distribution de contenus

3 Passage à l'échelle - Comparaison unicast multicast

4 Le Codage Réseau pour le téléchargement des données en I2V

5 V2V pour le téléchargement de fichiers

- Définition du problème
- Métriques
- Résultats
- Bilan

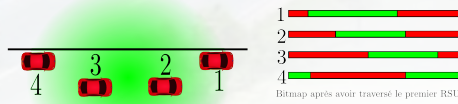
6 Conclusion et perspectives

Définition du problème

- Nos études précédentes prennent en compte les communications I2V



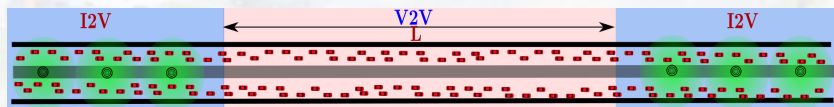
- Cette étude prend en compte la complémentarité entre communications V2V et I2V



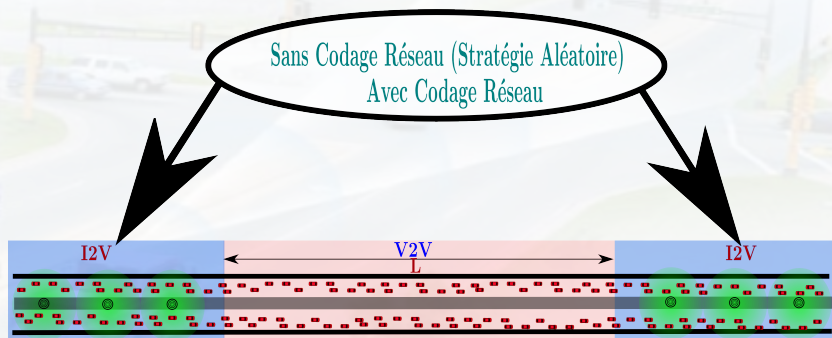
└ V2V pour le téléchargement de fichiers

└ Définition du problème

Définition du problème - Le scénario

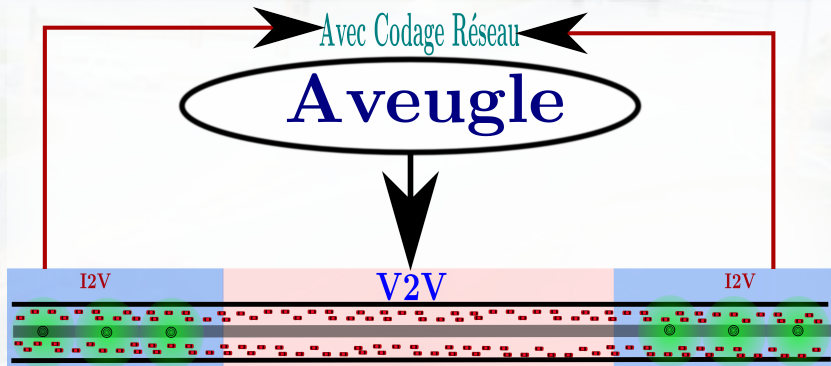


Définition du problème - Les stratégies - I2V

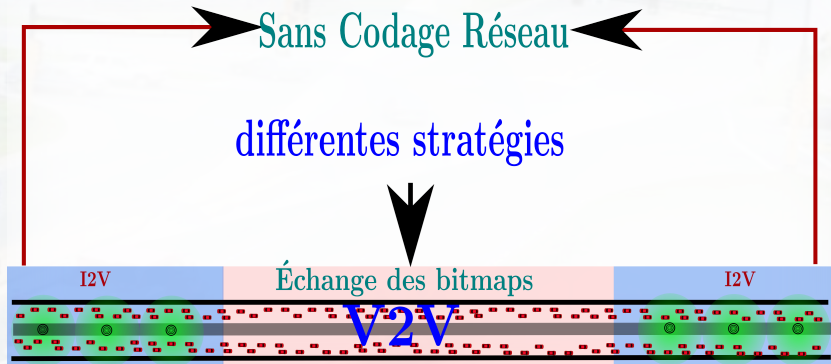


Définition du problème - Les stratégies - Avec Codage Réseau

Aveugle



Définition du problème - Les stratégies - Sans Codage Réseau



Définition du problème - Les stratégies - Sans Codage Réseau

- L'application échangera les morceaux avec le voisin le plus proche en sens contraire (émetteur\voisin proche)

Schémas de délivrance	
Unicast	Multicast
Aléatoire Sequentielle	Aléatoire Sequentielle MPRP

Métriques

- Le pourcentage reçu du fichier (PDR)

Métriques

- Le pourcentage reçu du fichier (PDR)
- Le temps de téléchargement (en secondes)

Métriques

- Le pourcentage reçu du fichier (PDR)
- Le temps de téléchargement (en secondes)
- Le taux de véhicules ayant terminé la réception du fichier

Résultats - Temps de téléchargement

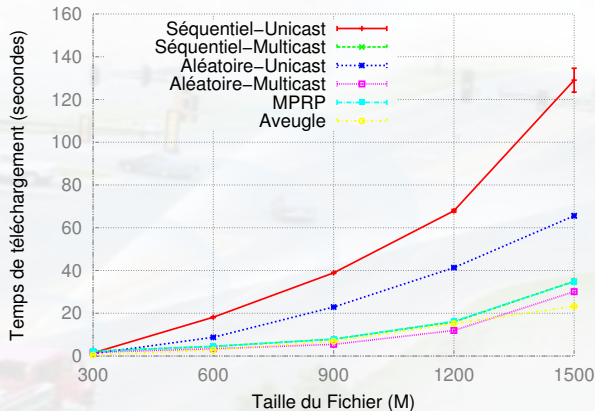


Figure: Temps de téléchargement en fonction de la taille du fichier

Résultats - Analyse de doublons

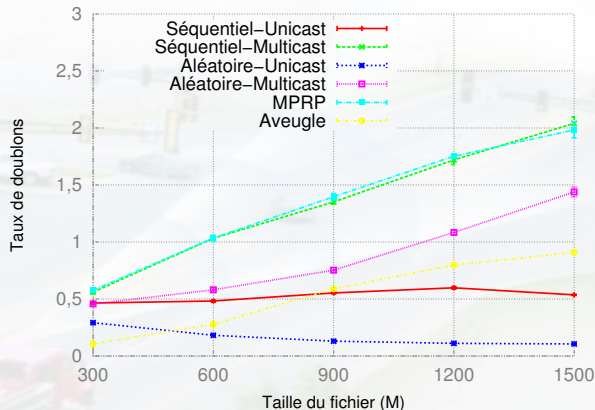


Figure: Pourcentage de doublons en fonction de la taille du fichier

Bilan

- Quelle que soit la stratégie, il vaut mieux utiliser le multicast pour profiter de la propriété de diffusion du support.

Bilan

- Quelle que soit la stratégie, il vaut mieux utiliser le multicast pour profiter de la propriété de diffusion du support.
- Quand la corrélation entre les morceaux possédés par les véhicules voisins est forte, MPRP n'améliore pas la performance de l'application.

Contributions

- Compléter l'étude de l'I2V avec le V2V.

Contributions

- Compléter l'étude de l'I2V avec le V2V.
- Étudier des méthodes simples pour disséminer les mises à jour à travers les véhicules.

- 1 Contexte
- 2 Communications I2V pour la distribution de contenus
- 3 Passage à l'échelle - Comparaison unicast multicast
- 4 Le Codage Réseau pour le téléchargement des données en I2V
- 5 V2V pour le téléchargement de fichiers
- 6 Conclusion et perspectives

Conclusion

- L'unicast trouve ses limites pour passer à l'échelle par rapport au multicast.

Conclusion

- L'unicast trouve ses limites pour passer à l'échelle par rapport au multicast.
- Dans le multicast, l'ordre d'envoi des messages s'est révélé un facteur majeur, en particulier dans le cas de figure où un utilisateur ne peut pas recevoir tout le fichier depuis une seule RSU.

Conclusion

- L'unicast trouve ses limites pour passer à l'échelle par rapport au multicast.
- Dans le multicast, l'ordre d'envoi des messages s'est révélé un facteur majeur, en particulier dans le cas de figure où un utilisateur ne peut pas recevoir tout le fichier depuis une seule RSU.
- Si l'on arrive à connaître les morceaux du fichier possédés par les utilisateurs, une bonne solution sera d'envoyer le morceau le plus recherché en premier.

Conclusion

- L'unicast trouve ses limites pour passer à l'échelle par rapport au multicast.
- Dans le multicast, l'ordre d'envoi des messages s'est révélé un facteur majeur, en particulier dans le cas de figure où un utilisateur ne peut pas recevoir tout le fichier depuis une seule RSU.
- Si l'on arrive à connaître les morceaux du fichier possédés par les utilisateurs, une bonne solution sera d'envoyer le morceau le plus recherché en premier.
- Les performances de l'application de mise à jour sont limitées par les doublons, principal défaut du multicast, quand un scénario de plusieurs RSU est utilisé.

Conclusion

- Il importe de travailler aussi bien sur l'ordre d'envoi que sur le codage des morceaux.

Conclusion

- Il importe de travailler aussi bien sur l'ordre d'envoi que sur le codage des morceaux.
- Le codage réseau linéaire aléatoire est approprié pour éviter les phénomènes de doublons.

Conclusion

- Il importe de travailler aussi bien sur l'ordre d'envoi que sur le codage des morceaux.
- Le codage réseau linéaire aléatoire est approprié pour éviter les phénomènes de doublons.
- L'envoi de la graine au lieu des coefficients réduit de façon significative l'*overhead*.

Conclusion

- Il importe de travailler aussi bien sur l'ordre d'envoi que sur le codage des morceaux.
- Le codage réseau linéaire aléatoire est approprié pour éviter les phénomènes de doublons.
- L'envoi de la graine au lieu des coefficients réduit de façon significative l'*overhead*.
- Si le codage réseau n'a pas été utilisé sur la partie I2V, la sélection des morceaux est importante sur la partie V2V.

Conclusion

- Les communications V2V sont plus performantes quand les rencontres des véhicules se font entre ceux qui n'ont pas été desservis par les mêmes RSUs au même moment.

Conclusion

- Les communications V2V sont plus performantes quand les rencontres des véhicules se font entre ceux qui n'ont pas été desservis par les mêmes RSUs au même moment.
- L'utilisation des communications V2V pour continuer le téléchargement est une démarche intéressante.

Conclusion

- Les communications V2V sont plus performantes quand les rencontres des véhicules se font entre ceux qui n'ont pas été desservis par les mêmes RSUs au même moment.
- L'utilisation des communications V2V pour continuer le téléchargement est une démarche intéressante.
- Les performances de la stratégie à l'aveugle sont très bonnes grâce à la diversité produite par le Codage Réseau dans la partie I2V.

Perspectives

- Étendre l'étude en prenant en compte plusieurs fichiers à télécharger.

Perspectives

- Étendre l'étude en prenant en compte plusieurs fichiers à télécharger.
- Étudier l'impact du taux de pénétration de l'application sur un environnement V2V.

Perspectives

- Étendre l'étude en prenant en compte plusieurs fichiers à télécharger.
- Étudier l'impact du taux de pénétration de l'application sur un environnement V2V.
- Étudier d'autres techniques de codage telles que les Codes Fontaines ($O(M \log(1/\epsilon))$) pour remplacer le Codage Réseau qui est coûteux en temps de calcul.

Perspectives

- Analyser des mécanismes situés aux différents niveaux protocolaires dans le but de réduire le temps et les ressources nécessaires pour télécharger un fichier (des algorithmes épidémiques, routage opportuniste, etc).

Perspectives

- Analyser des mécanismes situés aux différents niveaux protocolaires dans le but de réduire le temps et les ressources nécessaires pour télécharger un fichier (des algorithmes épidémiques, routage opportuniste, etc).
- Évaluer les opportunités de complémentarité de nos approches et des autres technologies telles que les réseaux télécoms et le WiFi.

Merci

Merci

Questions



Questions?

Nombre de graines différentes

$$\begin{cases} \Psi_r(d) &= \Psi_{r-1}(d) \cdot \frac{d}{S} + \Psi_{r-1}(d-1) \cdot \frac{S-(d-1)}{S} \\ \Psi_r(d) &= 0 \quad \text{si } d > r \\ \Psi_0(0) &= 1 \end{cases}$$

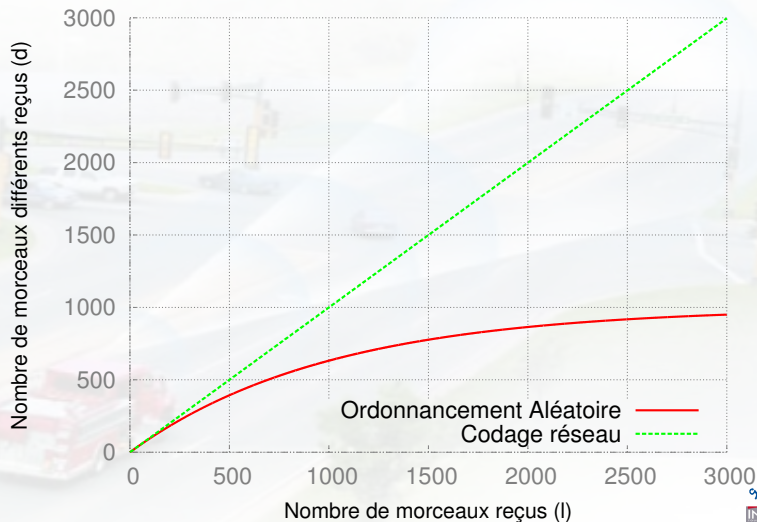
- r : le nombre de morceaux reçus correctement
- $\Psi_r(d)$: la probabilité que d de ces morceaux aient été engendrés avec une graine différente

Nombre de graines différentes - Figure

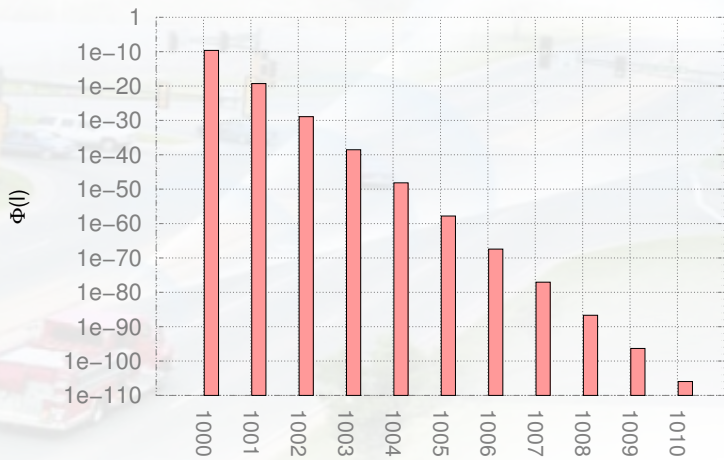


10000 Graines différentes
1000 Graines différentes

Nombre de morceaux différents reçus



Nombre de morceaux de fichier linéairement indépendants - On ne peut pas reconstruire le fichier



Nombre de morceaux différent reçus (l)

Complexité algorithmique

Algorithme	Complexité	
	Codage	Décodage
Codage Réseaux	$O(M)$	$O(M^3)$
LT Codes	$M \log_e(M)$	$M \log_e(M)$
Code Raptor	$O(\log(1/\varepsilon))$	$O(M \log(1/\varepsilon))$

Doublons en unicast

