Interaction de FEC avec des mécanismes de gestion active des files d'attente

Tigist Alemu, Yvan Calas, Alain Jean-Marie

{tigist,calas,ajm}@lirmm.fr

LIRMM – Université de Montpellier II

Plan

- Position du problème
- Présentation de FEC et de RED
- Motivations
- Contexte expérimental
- Métriques
- Résultats
- Conclusions et perspectives

Position du problème

- Congestion et pertes de paquets dans l'Internet
- 2 techniques de correction des pertes (bout-en-bout).
  - ARQ (Automatique Repeat reQuest)
  - FEC (Forward Error Correction)
- Plusieurs mécanismes de gestion des files d'attente au niveau des routeurs pour éviter la congestion.
  - Drop Tail
  - RED

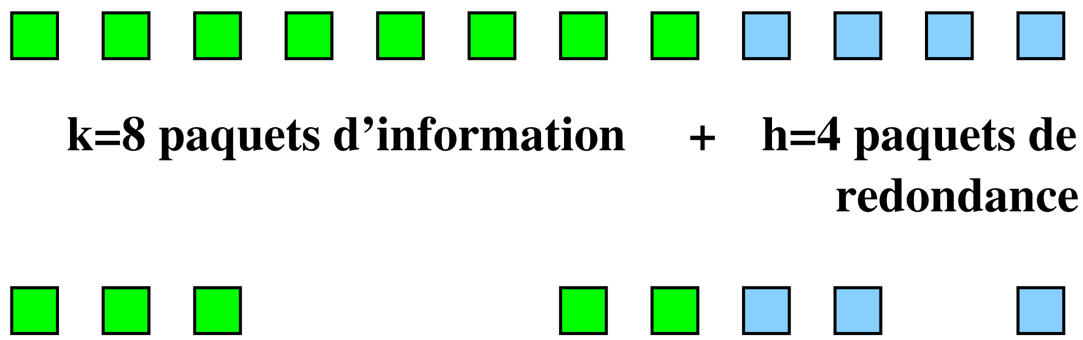
Techniques de correction d'erreurs

- ARQ: Retransmission des paquets perdus selon la demande des destinataires.
  - Avantage : Théoriquement le destinataire est sûr de tout recevoir.
  - inconvénient : ne convient pas aux applications audio/vidéo à cause des retransmissions.
- FEC: Ajout de la redondance lors de la transmission de paquets.
  - Avantage : convient aux applications temps réel.
  - inconvénient : La redondance augmente la charge du réseau.

FEC au niveau de la couche Application

Lorsque FEC est utilisé au niveau de la couche application, il n'y a pas d'erreurs, seulement des pertes de paquets.

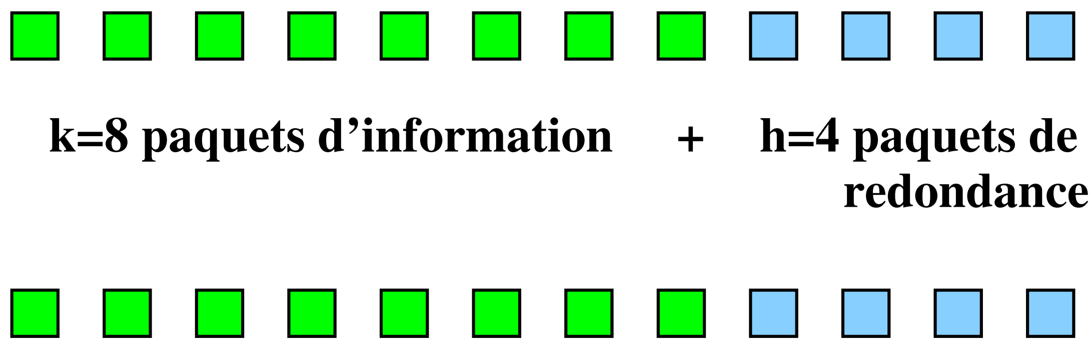
Les codes Reed-Solomon ont la capacité de réparer jusqu'à h paquets perdus à l'aide de h paquets de redondance.



FEC au niveau de la couche Application

Lorsque FEC est utilisé au niveau de la couche application, il n'y a pas d'erreurs, seulement des pertes de paquets.

Les codes Reed-Solomon ont la capacité de réparer jusqu'à h paquets perdus à l'aide de h paquets de redondance.



Mécanismes de gestion de file d'attente (1)

Les paquets arrivent au niveau du routeur. Le paquet peut ou ne pas être mis dans la file d'attente selon le mécanisme de gestion de la file.

Drop Tail : un mécanisme de gestion « passive » de file d'attente

- Si la file est pleine le paquet arrivant est rejeté.
- Sinon il est mis dans la file d'attente

Mécanismes de gestion de file d'attente (2)

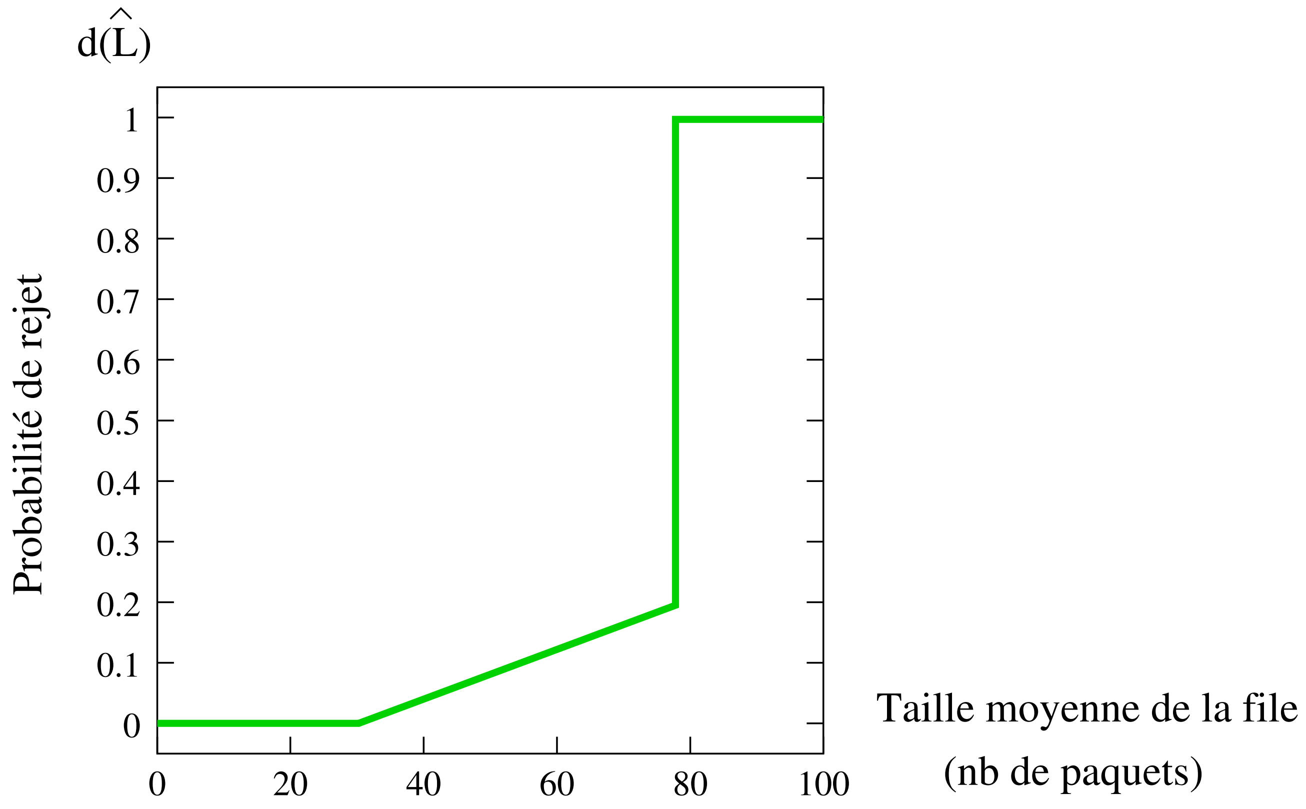
RED (Random Early Detection) : un mécanisme de gestion « active » de file d'attente

- à chaque arrivé de paquet, on estime une taille moyenne de la file $\hat{L}$,

$$\hat{L} \leftarrow (1-\omega)\hat{L} + \omega L$$

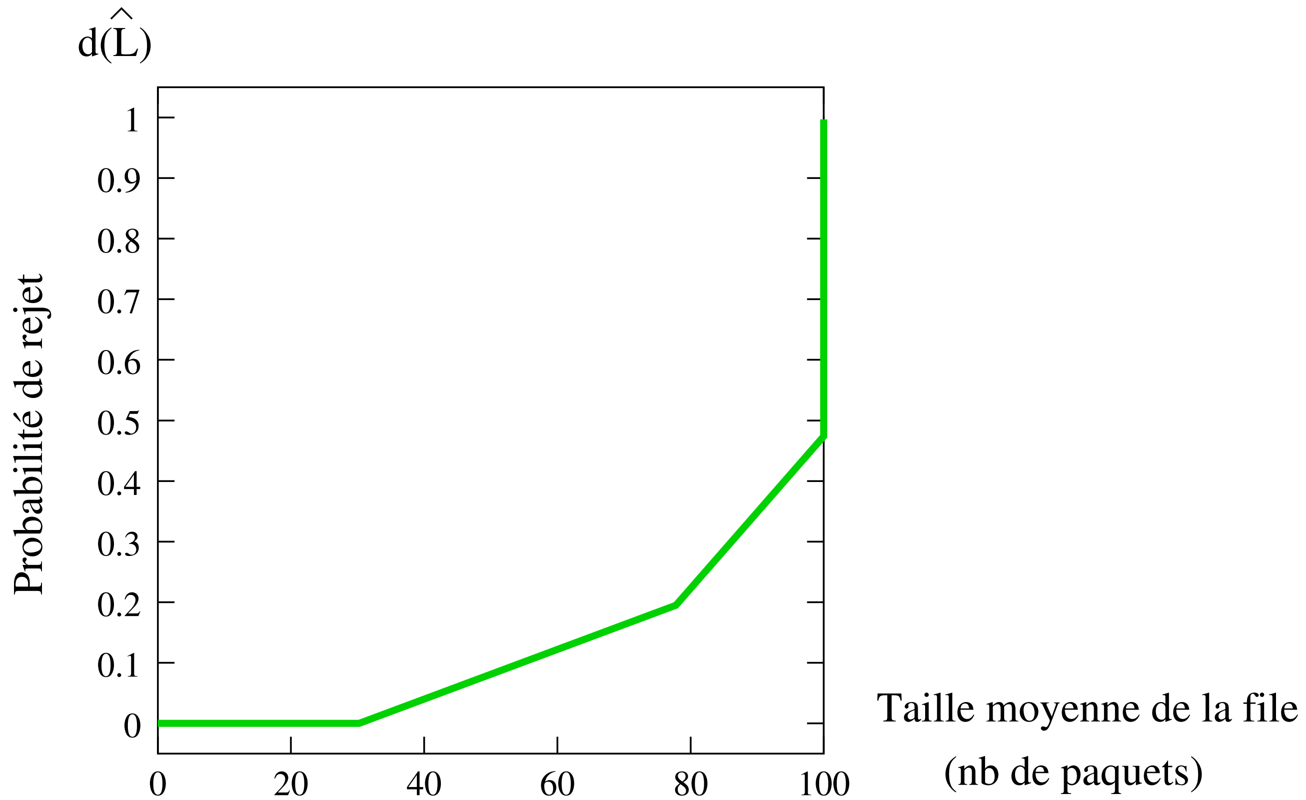
- Si $\hat{L}$ dépasse un seuil maximal le paquet est rejeté,
- Si $\hat{L}$ ne dépasse pas un seuil minimal le paquet est accepté dans la file.
- Sinon le paquet est rejeté avec la probabilité $d(\hat{L})$

Mécanismes de gestion de file d'attente (4)



Une fonction de rejet de RED $d(\hat{L})$.

Mécanismes de gestion de file d'attente (4)

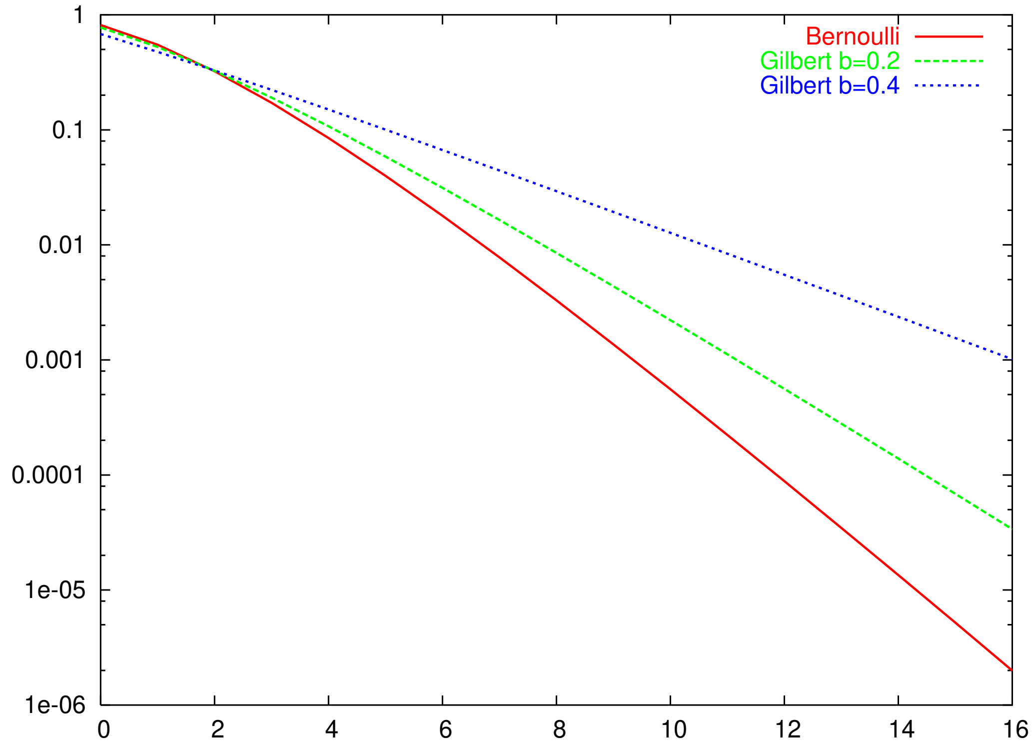


Une fonction de rejet de RED $d(\hat{L})$ (mode « gentle »).

Motivation (1)

- D'après les analyses précédentes (*e.g.* Biersack92), FEC marche mieux lorsque les pertes ne sont pas en rafale.
- Drop Tail perd plus en rafale par rapport à RED.

Motivation (2)



Probabilité de perte d'un bloc de taille $k = 16$, en fonction de h et de l'autocorrélation entre pertes (modèle de Gilbert).

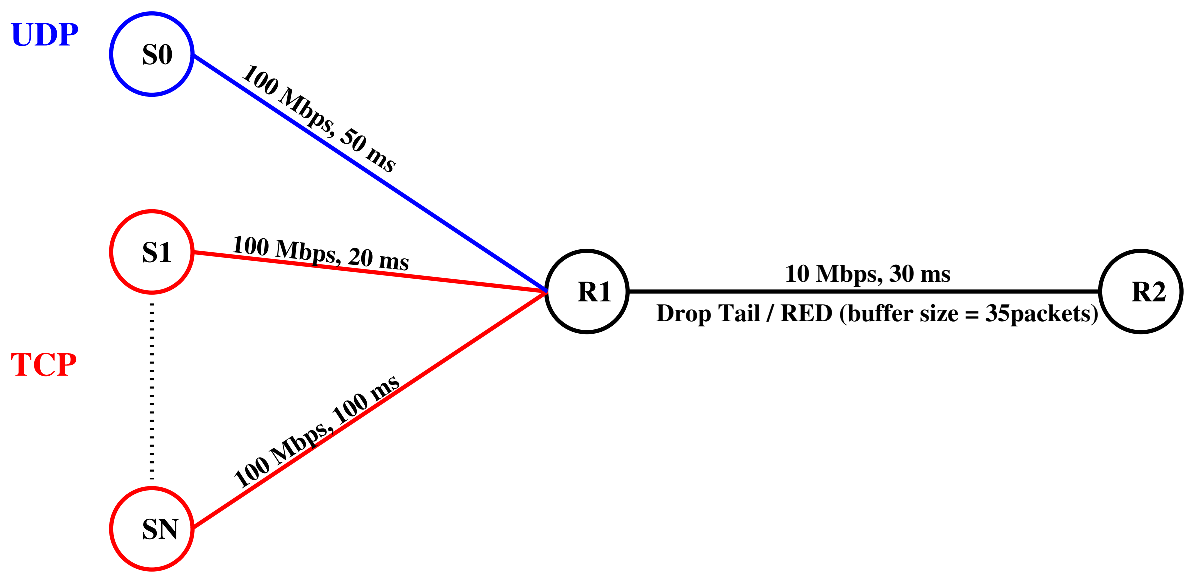
Motivation (3)

Intuition ⇒ FEC devrait mieux marcher avec RED.

Objectif ⇒ Vérifier cette assertion par simulation sous `ns` et par collecte de statistiques.

Contexte expérimental

- Source: protocole UDP, 5-10% de la bande passante
- Trafic transversal permettant la saturation de la bande passante
- Flux TCP → trafic en rafales



Métriques de performance

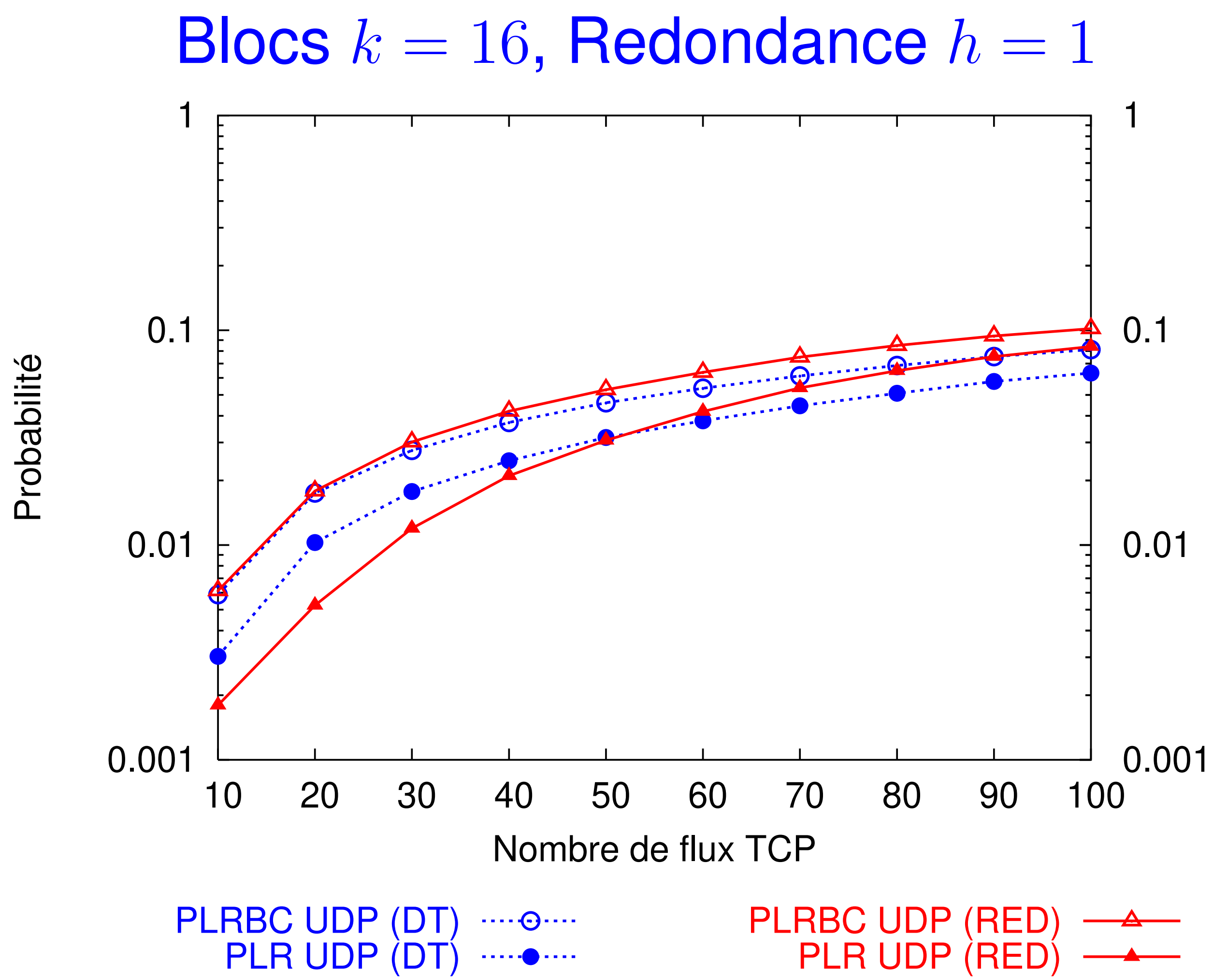
Métriques utilisées pour le flux FEC

- Taux de perte de paquet *avant* correction (PLRBC)
- Taux de perte de paquet *après* correction (PLR)
- Rafales de perte (*loss run length*)

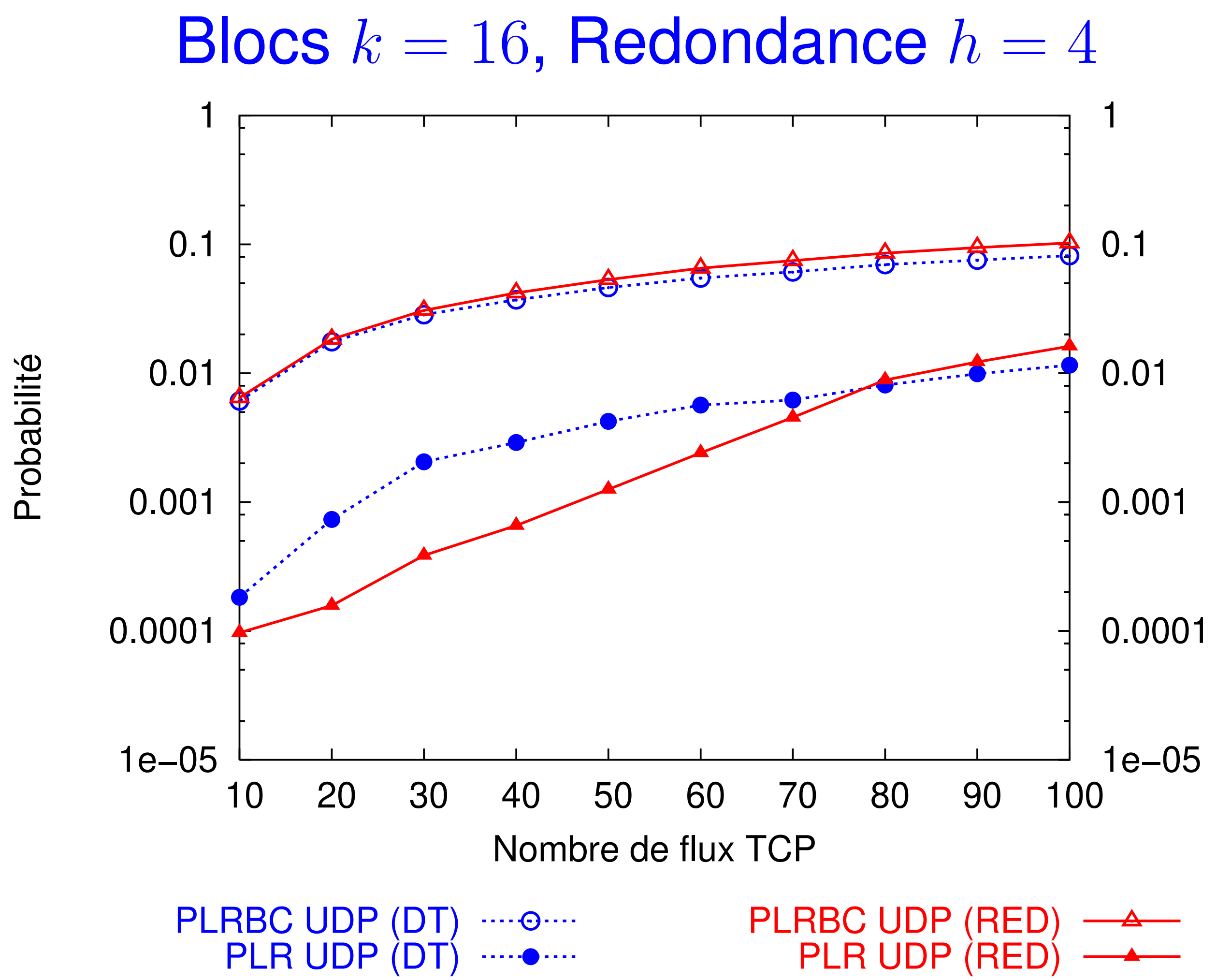
Métriques utilisées pour le trafic agrégé

- Délai moyen dans la file (taille instantanée moyenne)
- Gigue (variance de la taille instantanée)

Influence du trafic transversal (1)



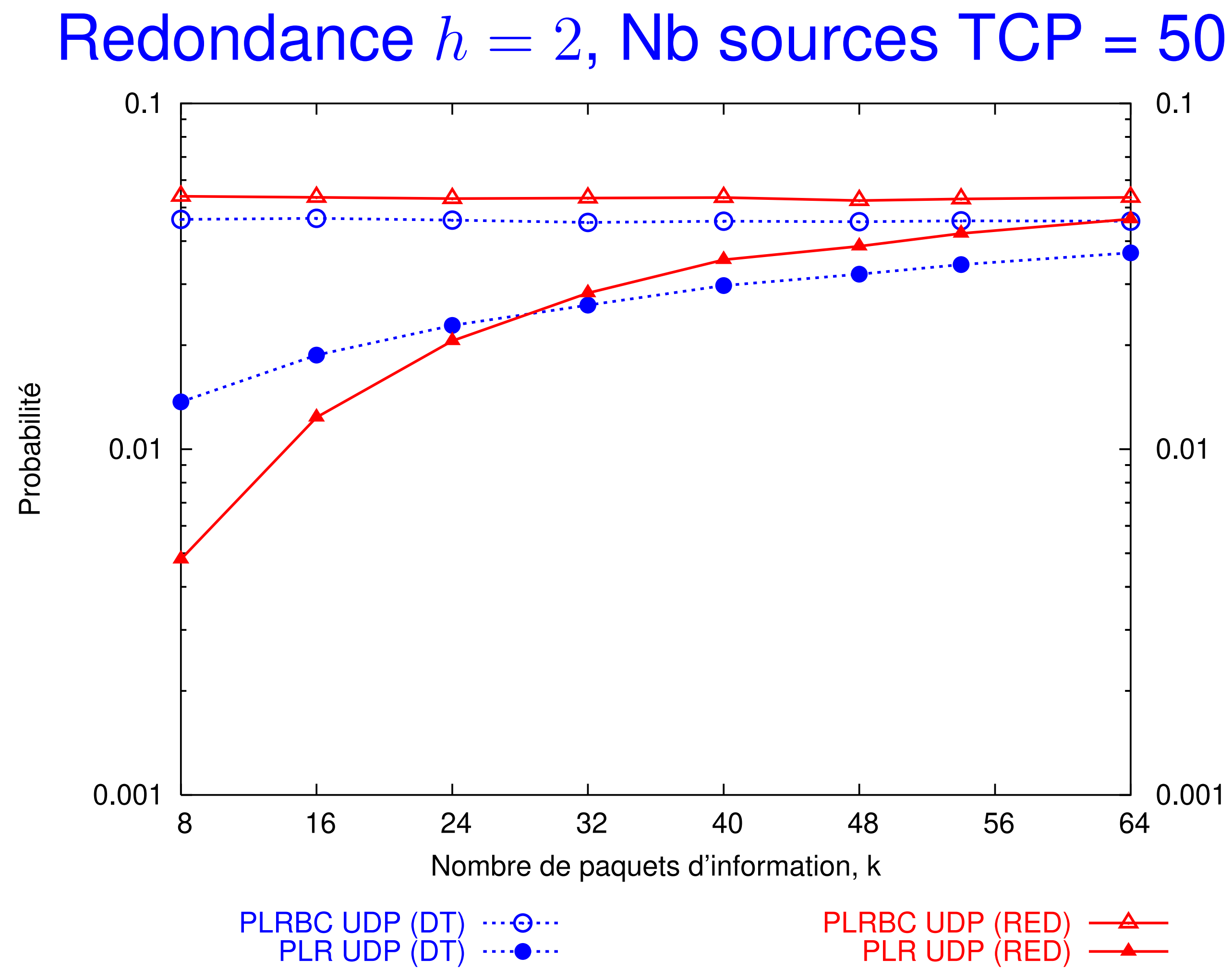
Influence du trafic transversal (2)



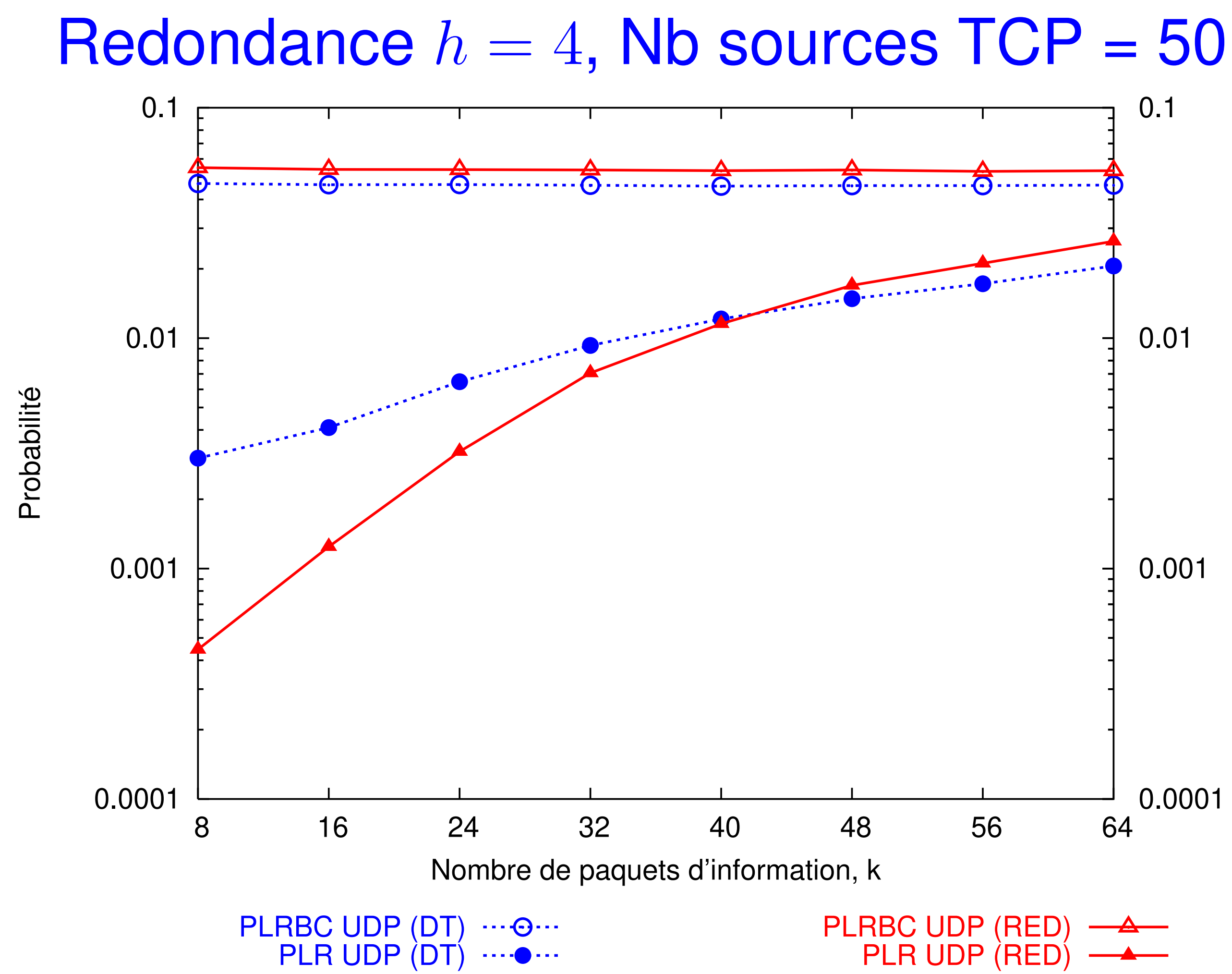
Analyse de l'influence du trafic transversal

- $\text{PLRBC}_{\text{RED}} > \text{PLRBC}_{\text{DT}}$ car RED rejette les paquets de manière plus précoce
- $\text{PLR}_{\text{RED}} < \text{PLR}_{\text{DT}}$ jusqu'à un certain nombre de sources TCP (seuil) puis cela s'inverse.
- Ce seuil dépend du nombre de paquets de redondance h.

Influence de la taille des blocs (1)



Influence de la taille des blocs (2)



Analyse de l'influence de la taille des blocs

- $\text{PLR}_{\text{RED}} < \text{PLR}_{\text{DT}}$ jusqu'à une certaine quantité de paquets d'information (seuil) puis cela s'inverse.
- Ce seuil dépend :
  - du nombre de paquets de redondance h.
  - du nombre de sources TCP.

Temps d'attente et gigue

RED garde ses avantages.

- Le temps d'attente au niveau de la file d'attente RED est inférieur à celui obtenu par DT, ceci malgré l'ajout de redondance et quel que soit le nombre de flux TCP.
- Pour un faible nombre de flux TCP, la gigue est plus faible pour RED que pour DT. Cependant quand le nombre de sources augmentent, la situation est inversée du fait que la file est souvent pleine pour DT.

Conclusion

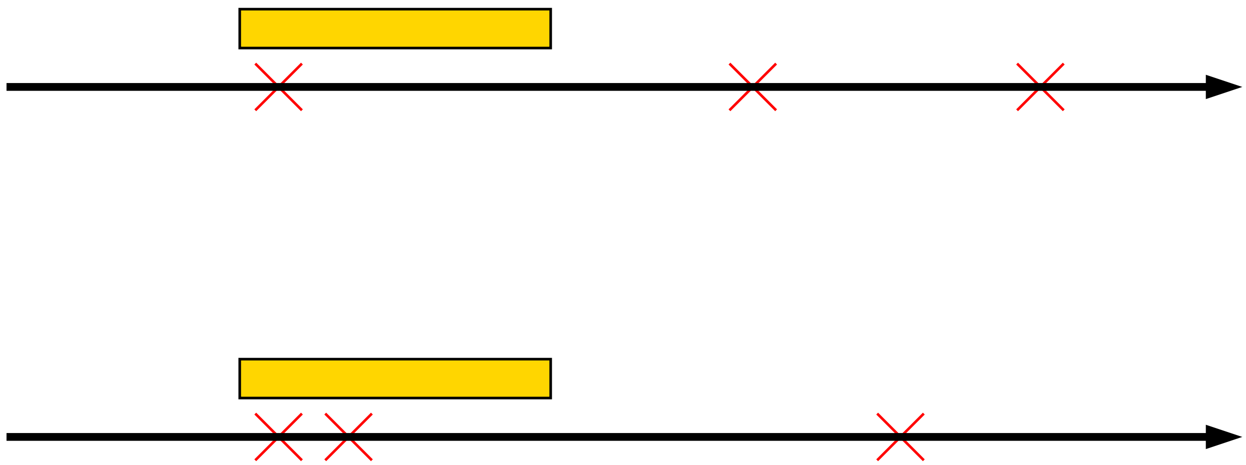
L'intuition que FEC marche mieux avec RED n'est pas toujours confirmée et dépend :

- du trafic transversal (du nombre de sources TCP).
- de la quantité de redondance utilisée.
- de la taille des blocs FEC.

Selon la valeur de ces paramètres tantôt Drop Tail tantôt RED donne de bonnes performances avec FEC

Explication

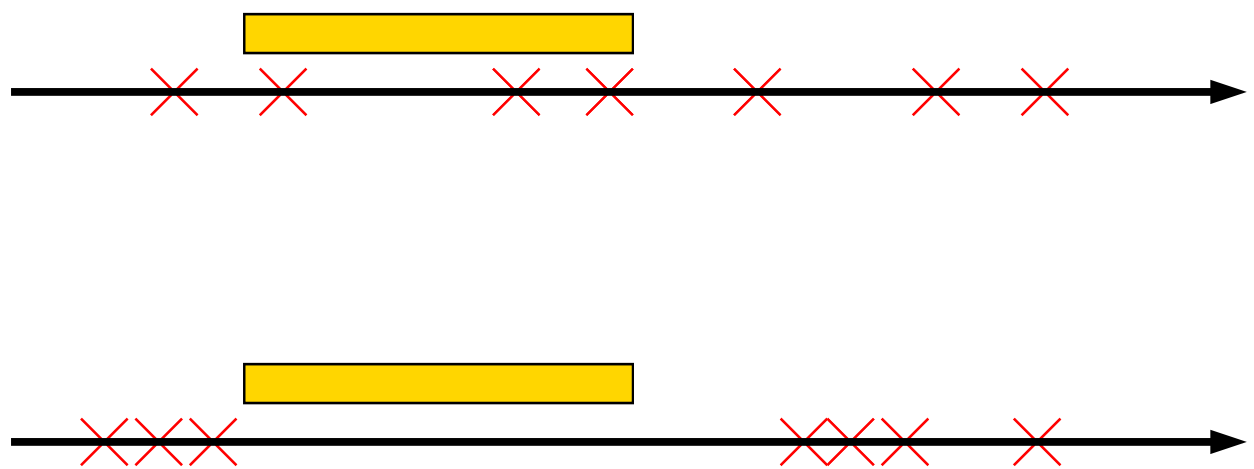
Compromis entre localité (« burstiness ») et fréquence.



Taux de perte bas/petits blocs

Explication

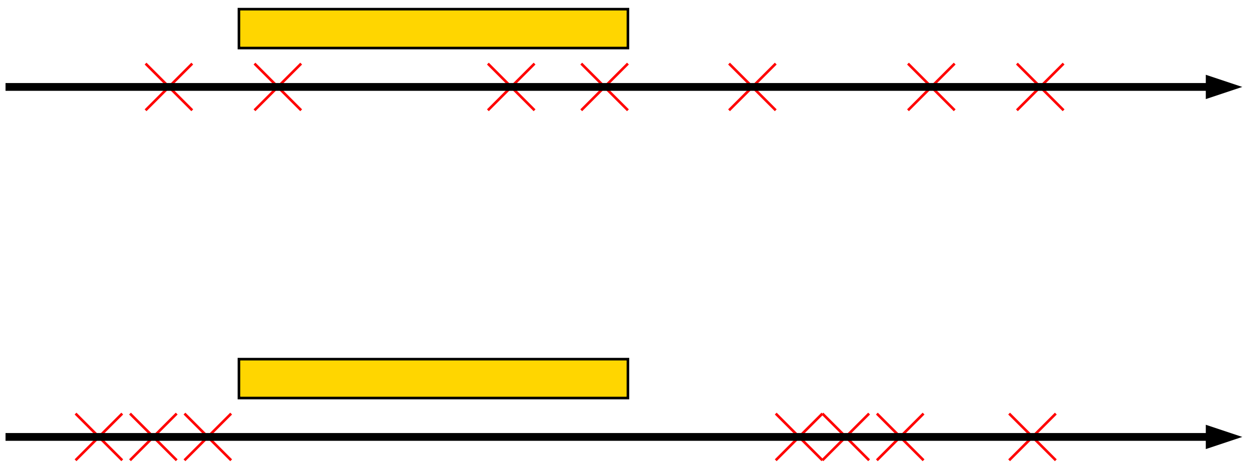
Compromis entre localité (« burstiness ») et fréquence.



Taux de perte élevé/grands blocs

Explication

Compromis entre localité (« burstiness ») et fréquence.



Taux de perte élevé/grands blocs

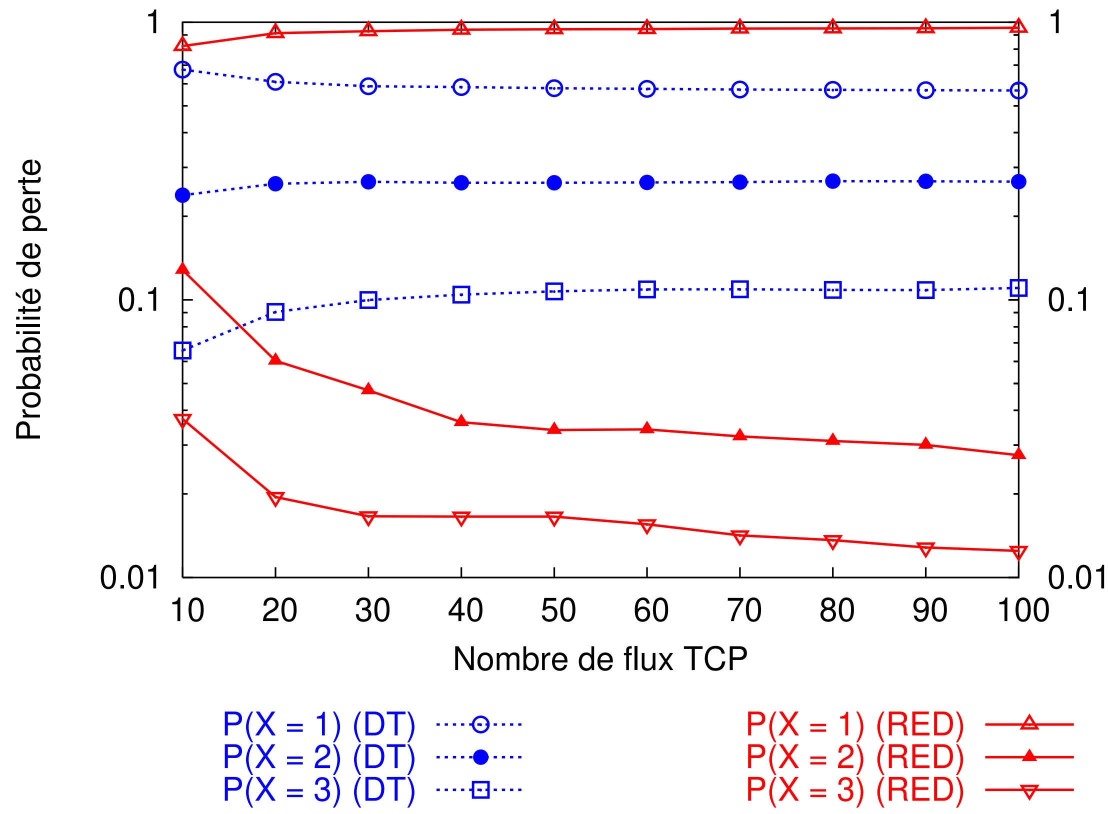
Modèle analytique en cours $\rightarrow$ règles de décision.

Perspectives

- Finalement, RED peut bien marcher avec UDP/FEC bien qu'initialement conçu pour TCP!!
- Finalement, RED peut être défavorable aux flux interactifs.
- Basculement de la gestion de la file d'attente pour les flots interactifs DT $\leftrightarrow$ RED?
  $\Rightarrow$ Besoin de connaître certains paramètres: taille de blocs, taux de redondance, méthode de FEC...

Taille des rafales de perte de paquets (1)

$k = 16$ paquets d'information + $h = 1$ redondance.



Taille des rafales de perte de paquets (2)

#	RED	DT
1	95%	60%
2	3%	20%
3+	2%	20%

- La probabilité d'avoir des rafales de taille 1 est bien plus grande pour RED que pour DT.
- La distribution n'est pas dépendante du trafic transversal.