



Centre  
de Recherche  
en Automatique  
de Nancy  
UMR 7039

# ÉVALUATION DES PERFORMANCES DU SYSTÈME D'AGRÉGATION DE 802.11N

RGE

24 Octobre 2013

D. Breck, J-P. Georges et T. Divoux  
damien.breck@univ-lorraine.fr

BMS

IAEM

INS2I  
INSIS



UMR  
7039



UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE



# PLAN

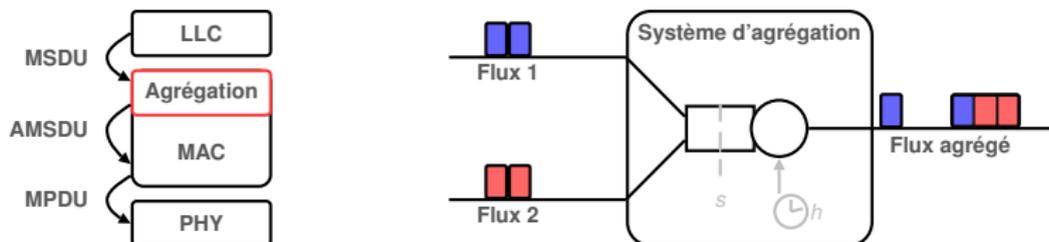
- 1 Définition du système d'agrégation
  - Agrégation 802.11n
  - Système considéré
- 2 Positionnement scientifique
- 3 Présentation du calcul réseau
- 4 Courbes d'arrivée
- 5 Courbes de service
  - Service offert à tous les flux
  - Service dédié à un flux
  - Évaluation des modèles
- 6 Calcul d'un majorant du délai
- 7 Perspectives et travaux futurs

# SYSTÈME D'AGRÉGATION 802.11N

## Contexte

Atteindre des débits supérieurs à 100 Mb/s

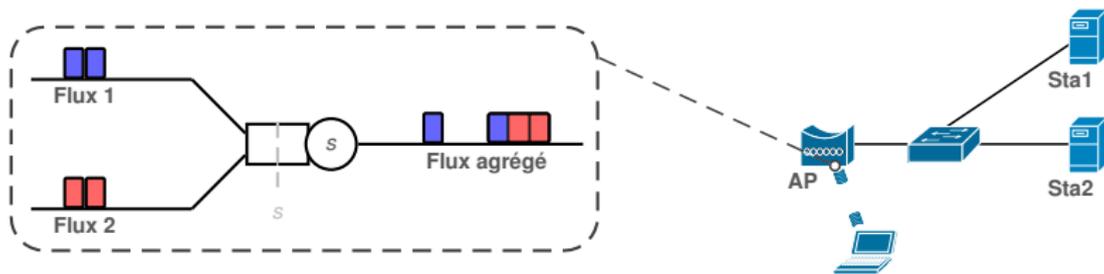
- Innovations autour de la couche physique
- Mauvais rendement de la couche MAC
  - ↳ Une solution, l'agrégation de MSDU (Mac Service Data Unit)



## Problématique

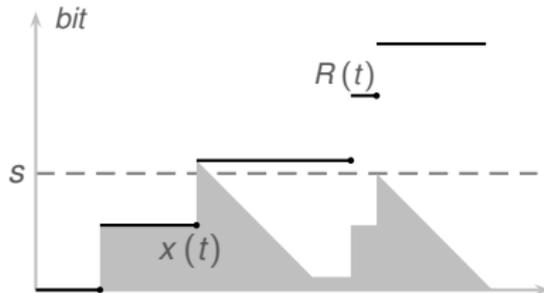
Comment évaluer les performances d'un tel système pour un flux particulier ?

# DÉFINITION DU SYSTÈME CONSIDÉRÉ



## Définition

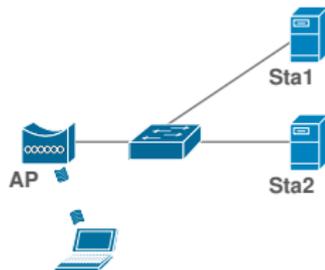
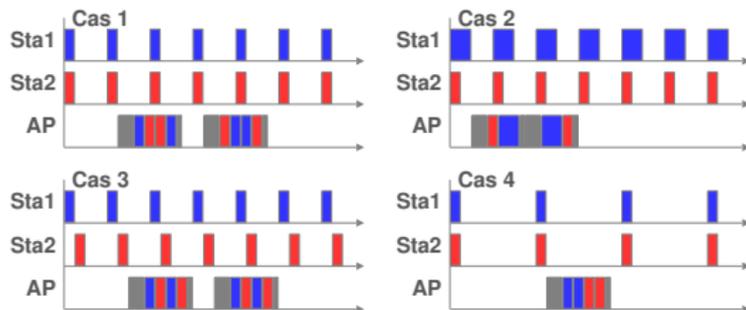
Considérons un système d'agrégation  $S$  avec un flux entrant  $R(t)$ .  $S$  émet un agrégat avec une capacité  $C$  lorsque son arriéré de traitement  $x(t)$  est supérieur ou égal à un seuil de taille  $s$ . La taille de l'agrégat est comprise dans l'intervalle  $]s - l_{max}, s]$ .



# POSITIONNEMENT SCIENTIFIQUE

## Remarques sur les travaux existants

- Chaines de Markov (LIN2006, KUPPA2006),
- Étude analytique (GINZBURG2007),
- Simulations (WANG2009, SKORDOULIS2008),

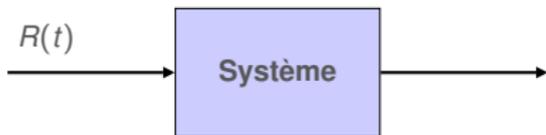


## Positionnement

Nous chercherons, dans le pire cas, un majorant du délai subi par les données d'un utilisateur à l'aide du **Calcul Réseau**.

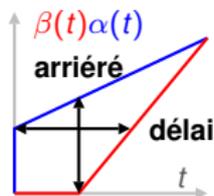
# PRÉSENTATION DU CALCUL RÉSEAU

## (0) Système



$R(t)$  est le nombre de bits observés sur le flux dans l'intervalle  $[0, t]$

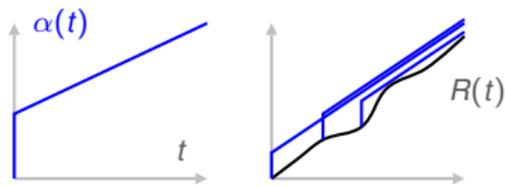
## (3) Majorants



$$R(t) - R^*(t) \leq \sup_{s \geq 0} \{ \alpha(s) - \beta(s) \}$$

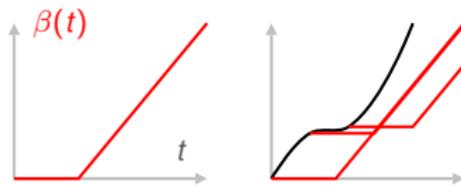
$$d(t) \leq \sup_{T \geq 0} \left\{ \inf_{s \geq 0} \{ \alpha(s) \leq \beta(s + T) \} \right\}$$

## (1) Arrivées



$$\forall 0 \leq s \leq t, R(t) - R(s) \leq \alpha(t - s)$$

## (2) Service



$$R^*(t) \geq R(t) \otimes \beta(t)$$

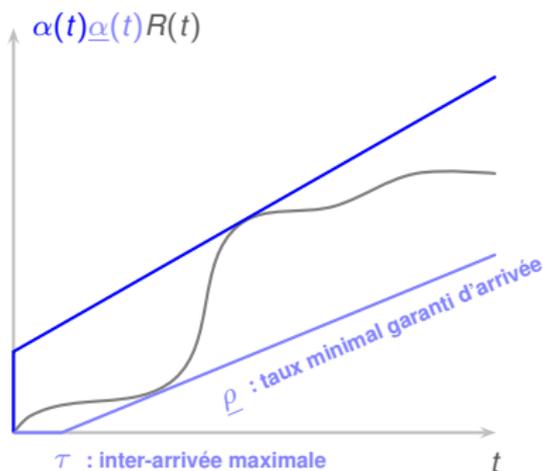
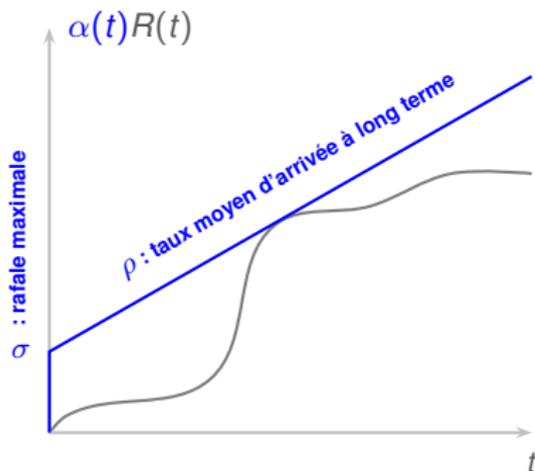
# COURBES D'ARRIVÉE

## Hypothèses

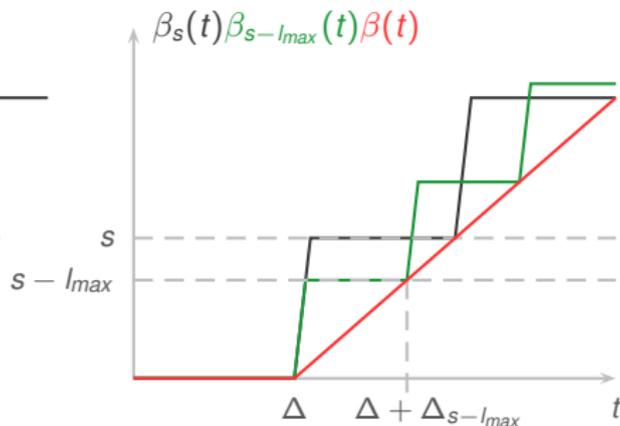
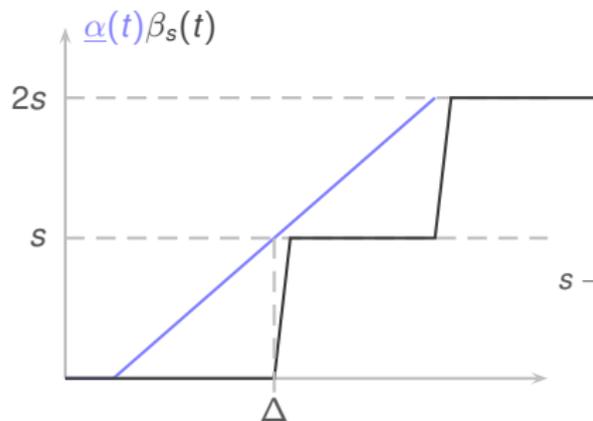
Les flux entrants  $R_i(t)$  seront bornés par deux courbes d'arrivée chacun, soit

$$\underline{\alpha}_i(t - t_0) \leq R_i(t) - R_i(t_0) \leq \alpha_i(t - t_0)$$

$$\rho_i(t - t_0 - \tau)^+ \leq R_i(t) - R_i(t_0) \leq \sigma_i + \rho_i(t - t_0)$$



# CHOIX D'UN TYPE DE COURBE DE SERVICE



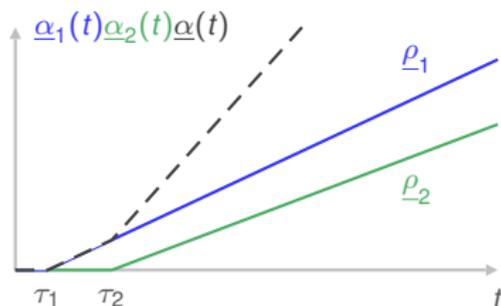
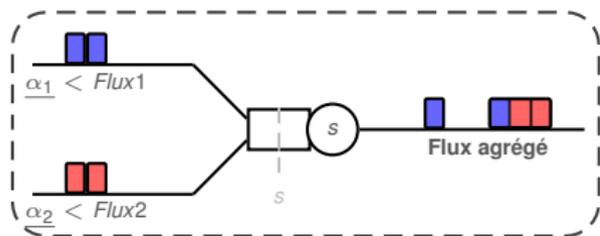
## Taux de service minimal

Explosion du nombre de cas du fait de la moindre connaissance du trafic. Le lien entre arrivée et service conduit à une multitude de services possibles. Aucun n'est minimal donc nous choisissons une approximation par une courbe *rate latency*.

$$\beta(t) = \underline{\rho}(t - \Delta)^+$$

# INTER-ARRIVÉE MAXIMALE ENTRE DEUX AGRÉGATS $\Delta$

Posons  $\underline{\alpha}(t) = \underline{\alpha}_1(t) + \underline{\alpha}_2(t)$

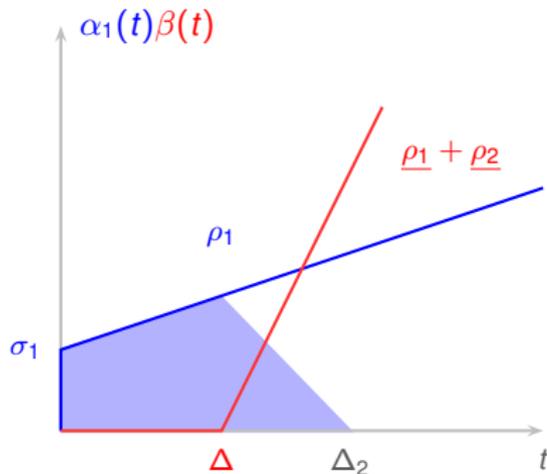


Calcul de  $\Delta$ , la latence maximale avant l'émission d'un agrégat

Plusieurs cas à considérer :

$$\Delta \leq \begin{cases} \tau_1 + s/\underline{\rho}_1 & \text{si } s/\underline{\rho}_1 \leq \tau_2 - \tau_1 \\ \tau_1 + (s + \underline{\rho}_2(\tau_2 - \tau_1)) / (\underline{\rho}_1 + \underline{\rho}_2) & \text{sinon} \end{cases}$$

# SERVICE RÉSIDUEL DÉDIÉ À UN FLUX



## Premier modèle du service

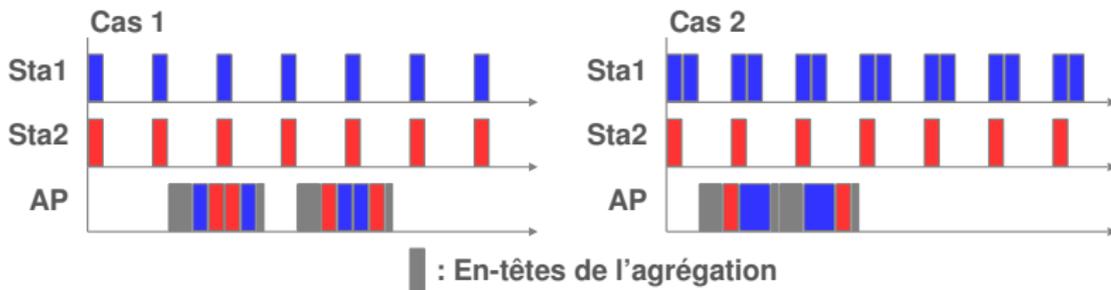
- ❶ Service offert à tous les flux :  $\beta(t) = \rho(t - \Delta)^+$
- ❷ Application du service résiduel :  $\beta_2(t) = (\beta(t) - \alpha_1(t))^+ = \rho_2(t - \Delta_2)^+$

$$\text{avec, } \Delta_2 = \Delta + \frac{\sigma_1 + \Delta\rho_1}{\rho_2 + \rho_1 - \rho_1} = \frac{\sigma_1 + \Delta(\rho_2 + \rho_1)}{\rho_2 + \rho_1 - \rho_1}$$

# MODÉLISATION DU SERVICE DÉDIÉ À UN FLUX

## Critique du modèle précédent :

- $\Delta_2$  n'assure pas la présence de données du flux 2.
- Incohérence des modes de calculs du service global et résiduel.
- Sur-pessimisme engendré par l'hypothèse qu'un autre flux est toujours concurrent.

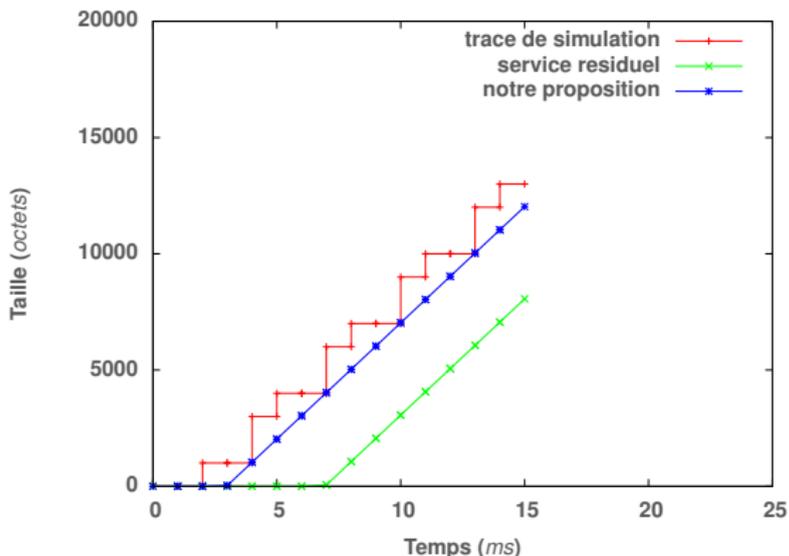


## Proposition (Modification de $\Delta_2$ pour réduire le pessimisme)

$$\beta'_2(t) = \rho_2 (t - \Delta'_2)^+, \text{ avec } \Delta'_2 = \max(\Delta, \delta'_2)$$

$$\text{sachant que } \delta'_2 = \tau_2 + \frac{s - \rho_1(\tau_2 - \tau_1) + \lfloor \frac{\tau_2 - \tau_1}{s/\rho_1} \rfloor s}{\rho_1 + \rho_2}$$

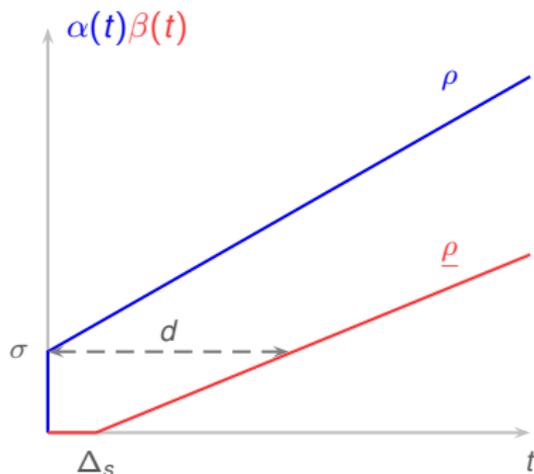
# ÉVALUATION DE NOTRE PROPOSITION



## Évaluation du modèle

Notre proposition améliore significativement la précision du modèle du service et réduit le pessimisme introduit par le service résiduel.

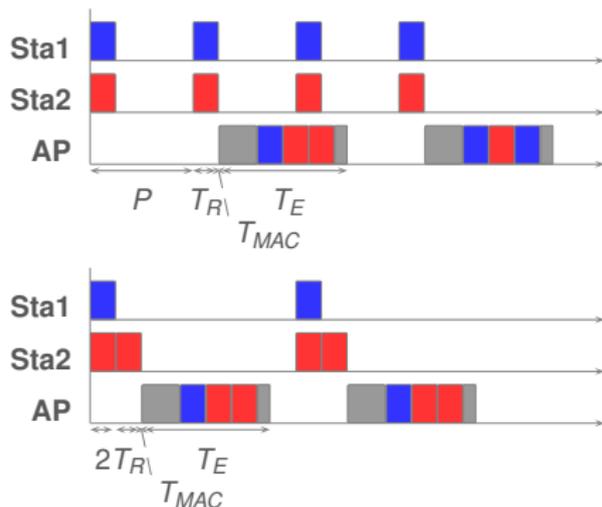
# CALCUL D'UN MAJORANT DU DÉLAI



## Anticipation sur l'évaluation du délai

Avec ces courbes d'arrivée et de service, le délai virtuel tend à l'infini. Restriction des hypothèses sur les arrivées avec  $\underline{\rho} = \rho$ .

# CALCUL D'UN MAJORANT DU DÉLAI



Valeur de référence :  $D = 3,16ms$

Majorant estimé :  $d_1 = 3,91ms$

$$d_1(t) \leq \inf \{d \geq 0 | \forall t \geq 0, \beta_1(t+d) \leq \sigma_1\}$$

$$d_1 = \frac{\sigma_1}{\rho_1} + \Delta_1$$

## Pessimisme du majorant

Environ 20% principalement du à l'écart entre les courbes d'arrivées minorantes et majorantes.

# PERSPECTIVES ET TRAVAUX FUTURS

## Éprouver notre modèle

- Comparer avec un panel significatif de simulations (Opnet Modeler)
- Confronter nos résultats avec ceux obtenus à l'aide de méthodes stochastiques

## Compléter notre modèle

- Ajouter la considération du seuil temporel
- Généraliser les expressions à  $n$  flux
- Évaluer le pessimisme lorsqu'on considère  $n$  flux

**MERCI DE VOTRE ATTENTION !**

**Avez-vous des questions ?**