



Codage Réseau Projet GETRF

Cédric Adjih, Ichrak Amdouni
Hana Baccouch, Antonia Masucci
HIPERCOM 2
Inria Paris-Rocquencourt

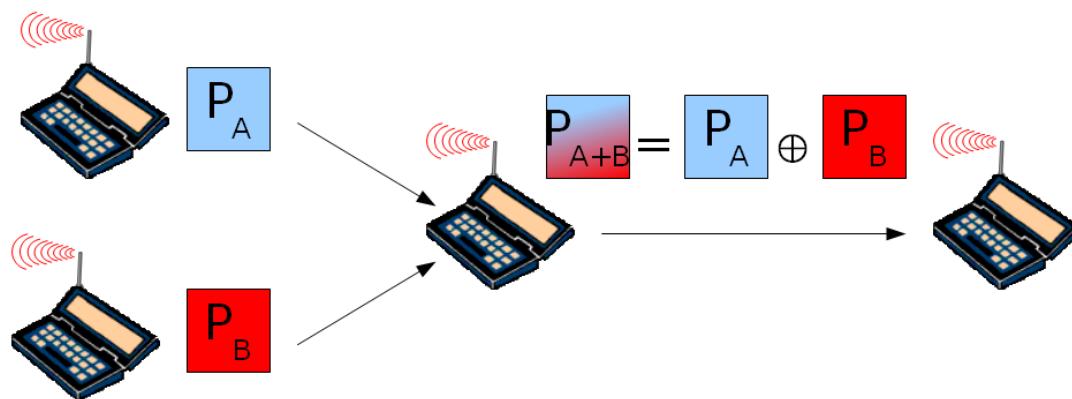
20 janvier 2014

1

Codage Réseau Rappel : Principes et Objectifs

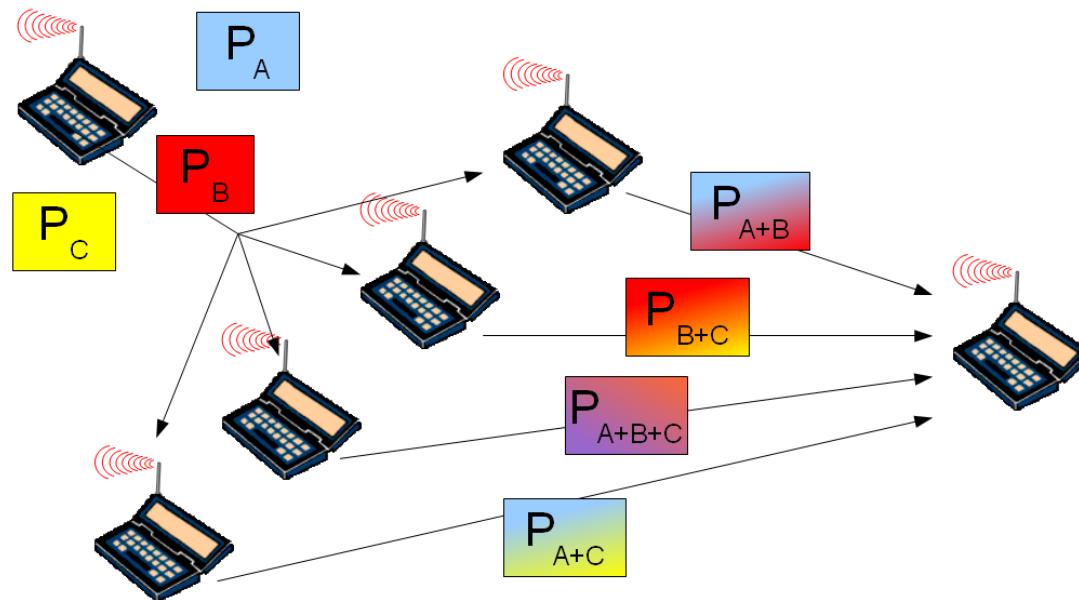
Codage Réseau pour GETRF - principe

- Technique récente
- Principe :
 - Les nœuds à l'intérieur du réseau « codent »



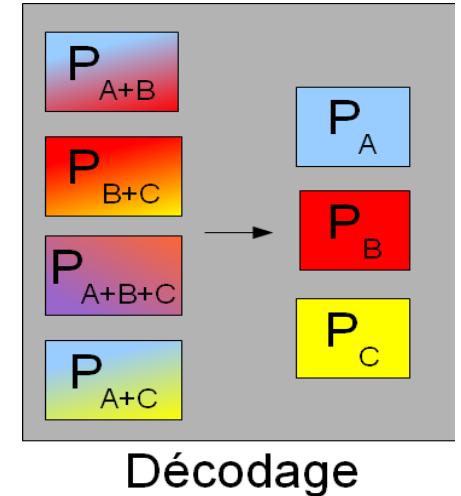
Codage Réseau pour GETRF - principe

- Plusieurs noeuds codent à l'intérieur du réseau



Codage Réseau pour GETRF - principe

- A l'arrivée:
 - Destinataire décode les messages
 - Cas codage linéaire:
inversion de matrice
- Propriétés :
 - Tolérance naturelle aux pertes
 - Ex: 3 messages suffisants pour décoder
 - Pas besoin de coordination
 - Diminue l'utilisation de la bande passante



Codage Réseau pour GETRF - objectifs

- Scénario, état de l'art, identification et spécification des bases communes unicast/multicast
- Spécification et évaluation de protocoles de diffusion utilisant le codage réseau
 - Scénario de Forte mobilité
 - Spécification et évaluation de protocoles de routage unicast avec le codage réseau
 - Étalement de chemins

2

Codage Réseau État d'avancement

Codage Réseau – État d'avancement

- État d'avancement :
 - Recrutements :
 - Ichraf Amdouni (Post-Doc)
 - Antonia Masucci (Post-Doc)
 - Hana Baccouch (Ingénieur)
 - Eléments dernière réunion (juin 2013)
 - Architecture initiale
 - Implémentation d'un module « codage/décodage » réseau ($GF(2)/GF(4)\dots$)
 - Idée « évaluation des chemins » suivis par le codage réseau

Codage Réseau – État d'avancement

- État d'avancement (-> janvier 2014) :
 - Participation au groupe de travail « nwcrg » créé à l'IRTF :
 - Draft+présentation architecture DRAGONCAST
 - Mises à jour de la bibliothèque de codage réseau
 - « nctools »
 - Développement d'un premier module ns-3
 - Pour protocoles de codage réseau
 - Études théoriques de protocoles de codage réseau
 - Idée simulation sans codage réel (algorithmes de max-flow)

3

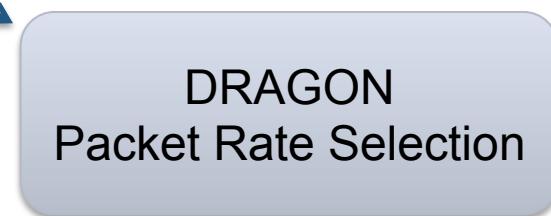
Codage Réseau GETRF, activité IRTF

Codage Réseau – GETRF/IRTF

- Participation au groupe de travail « nwcrg » de l'IRTF
- Officiellement créé à l'IRTF en nov. 2013.
 - Chairs: V. Firoiu, B. Adamson
 - (question des brevets)
- Draft DRAGONCAST (draft-adjih-dragoncast-00.txt) :
 - Architecture qui sera étendue pour GETRF
 - Algorithme DRAGON (pour la diffusion)
 - Méthode de décodage « temps réel »
 - Aspect « IETF » : format de messages

DRAGONCAST Modular Arch.

When to send packets



How to generate/decode packets



Protocol
Logic

DRAGONCAST
Protocol

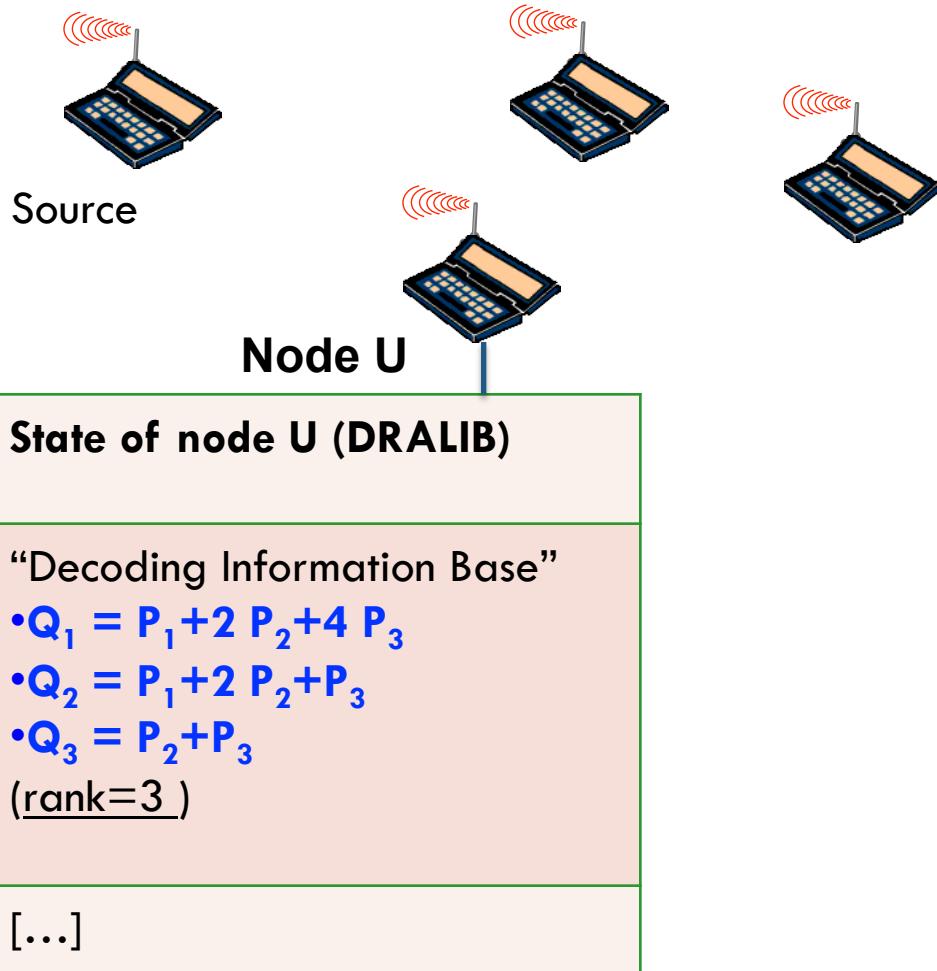
How to signal node state



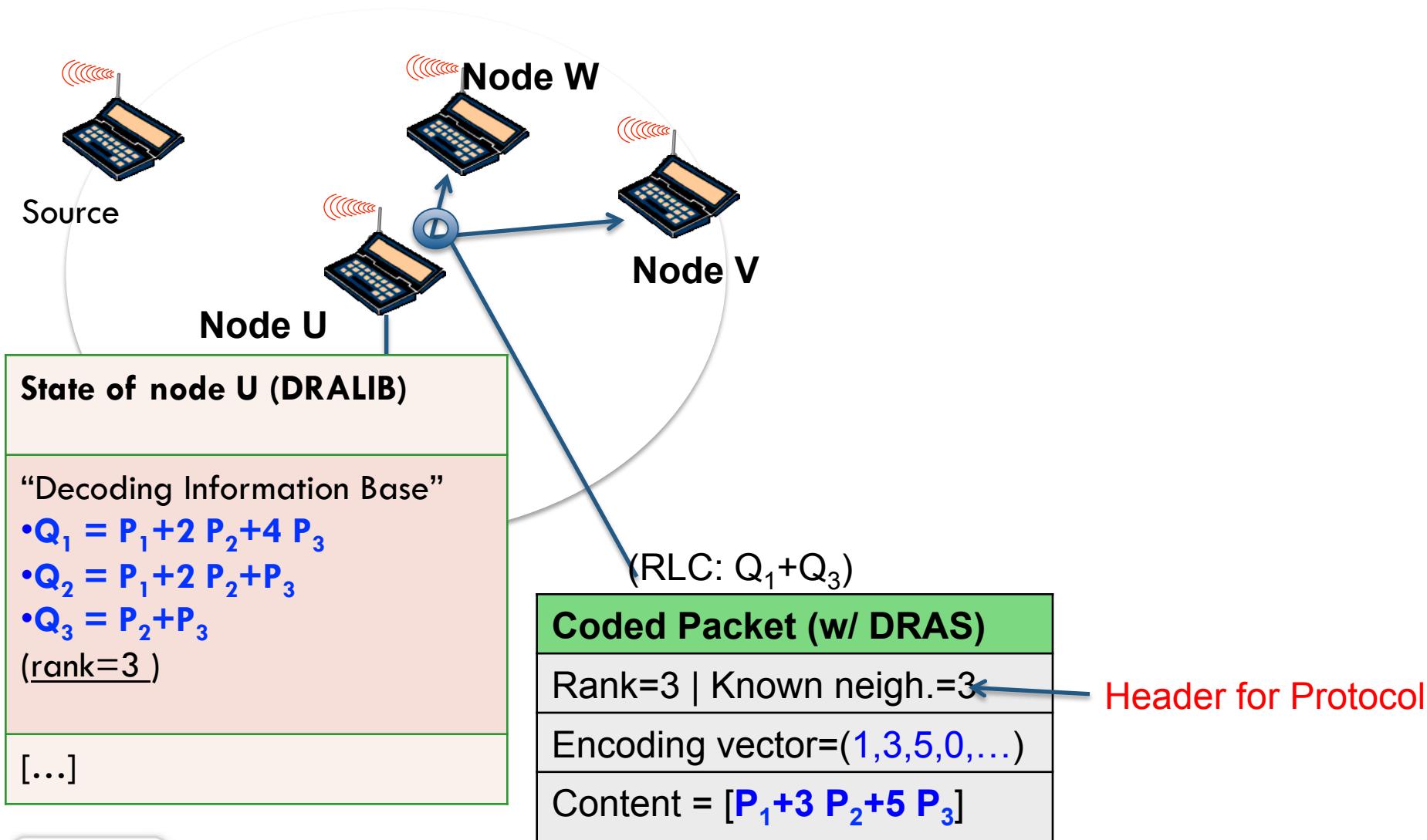
DRALIB
Local Information
Base

How to store information
about neighbor nodes

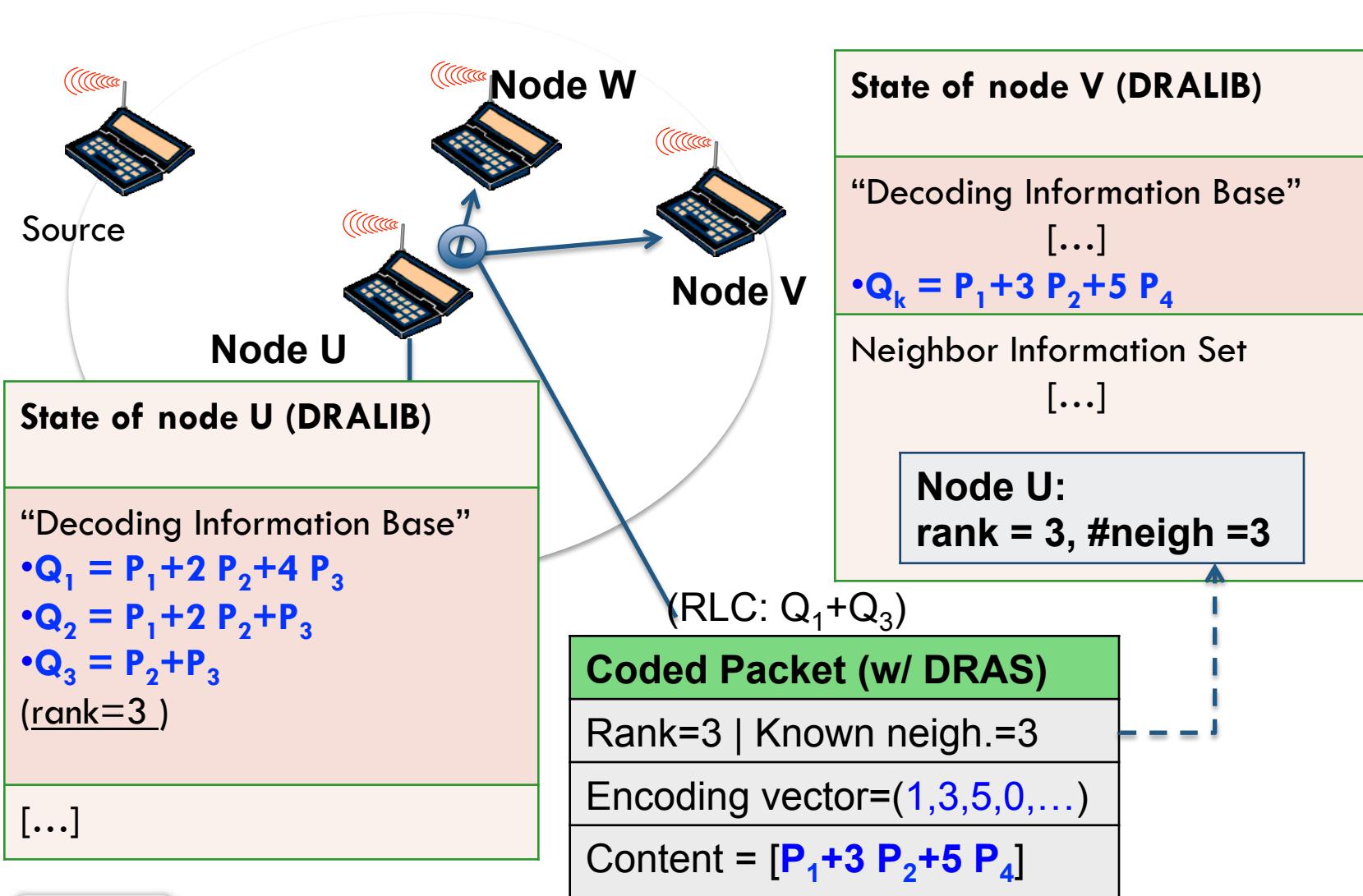
Protocol Overview (1/3)



Protocol Overview (2/3)



Protocol Overview (3/3)



SEW: Sliding Encoding Window

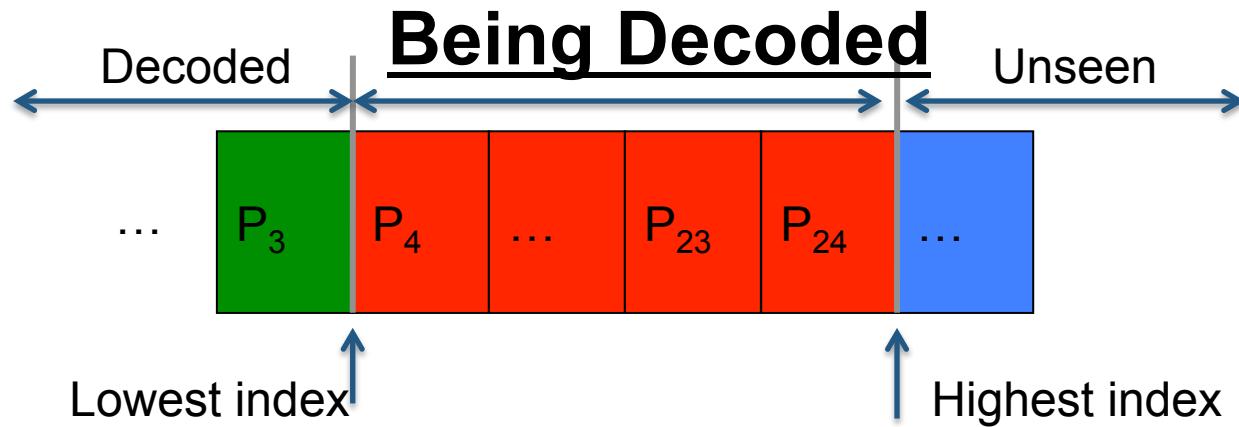
- Principle: “real-time” robust decoding
- Variant of Gauss-Jordan elimination

(variant of reduced row echelon form)

Decoded			Unseen							
P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}	P_{11}
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	?	?	1	0	0	0	0	0
0	0	0	?	?	0	1	0	0	0	0
0	0	0	?	?	0	0	?	?	1	0

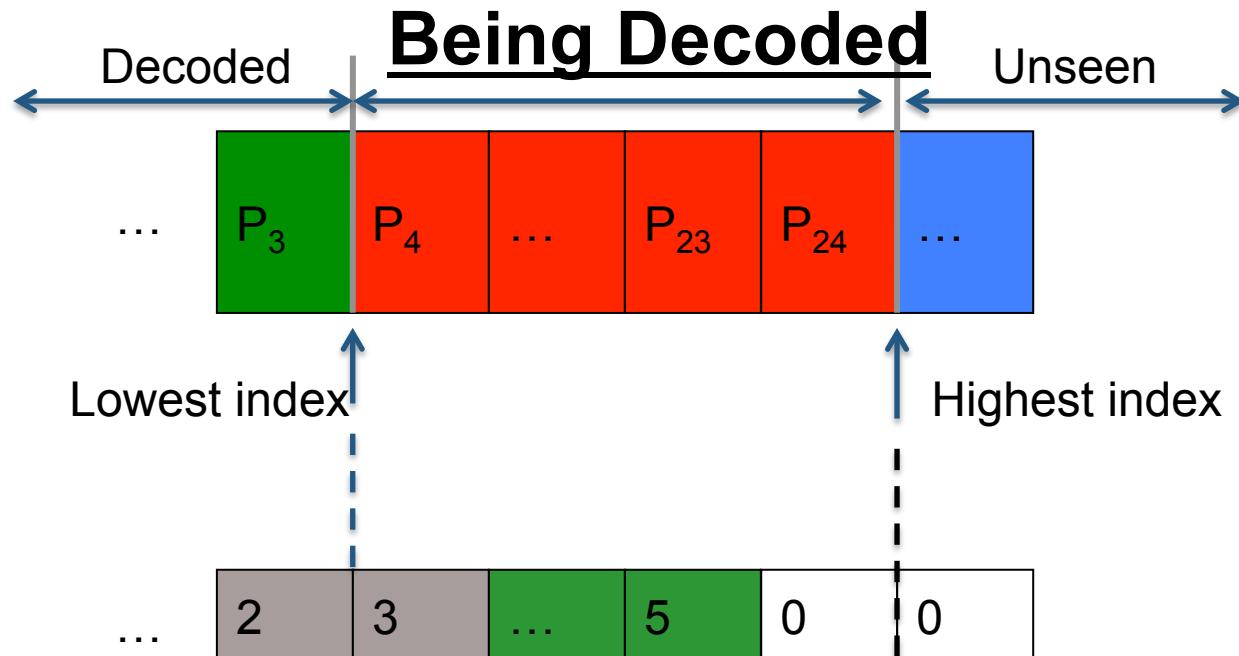
SEW: Sliding Encoding Window

- Macroscopic view:



SEW: Sliding Encoding Window

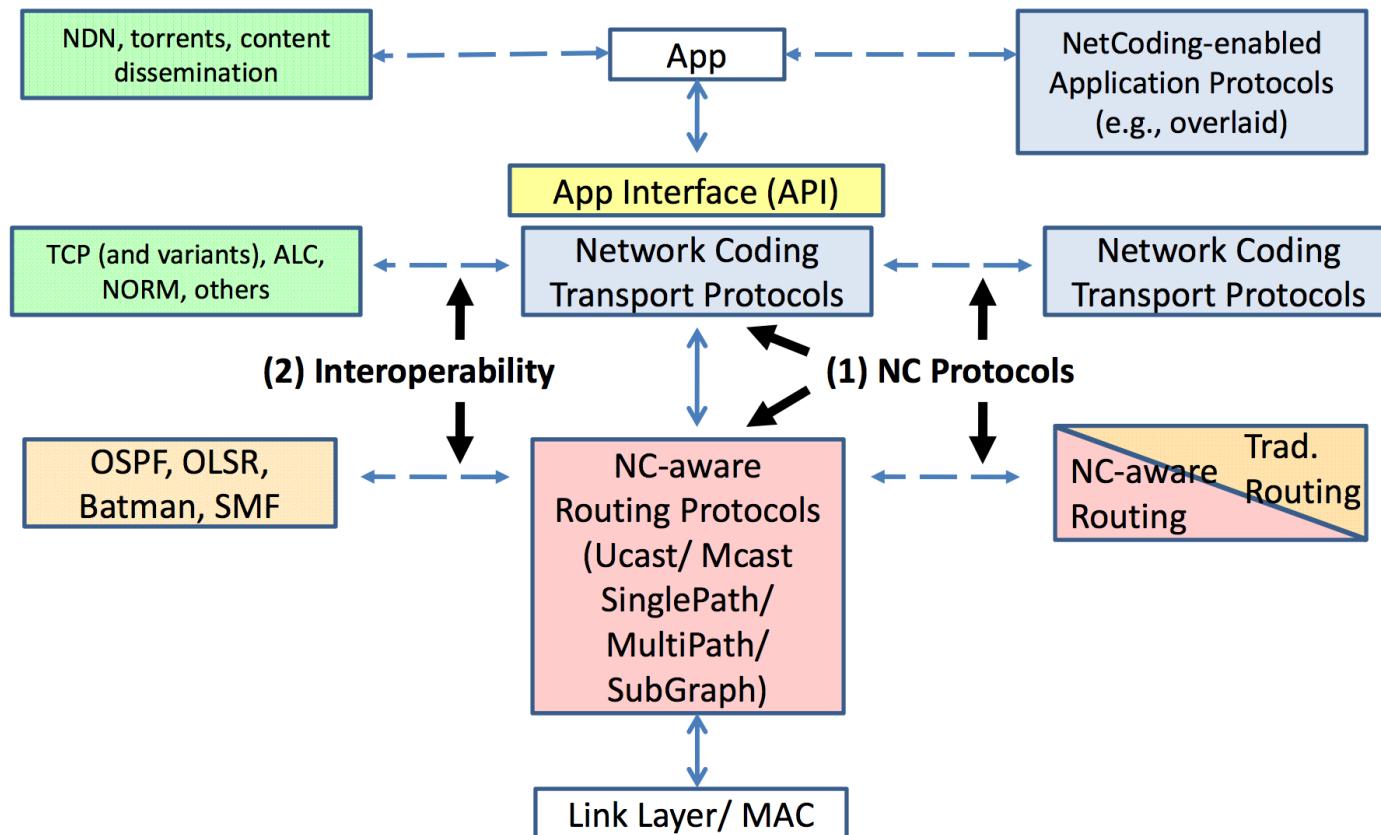
- Macroscopic view:



Any linear combination of packets with indices < Highest index will help decoding most of the time

Codage Réseau – Architecture (IRTF)

Notional Network Coding Architecture



4

Codage Réseau

Codage réel + simulations (dév.)

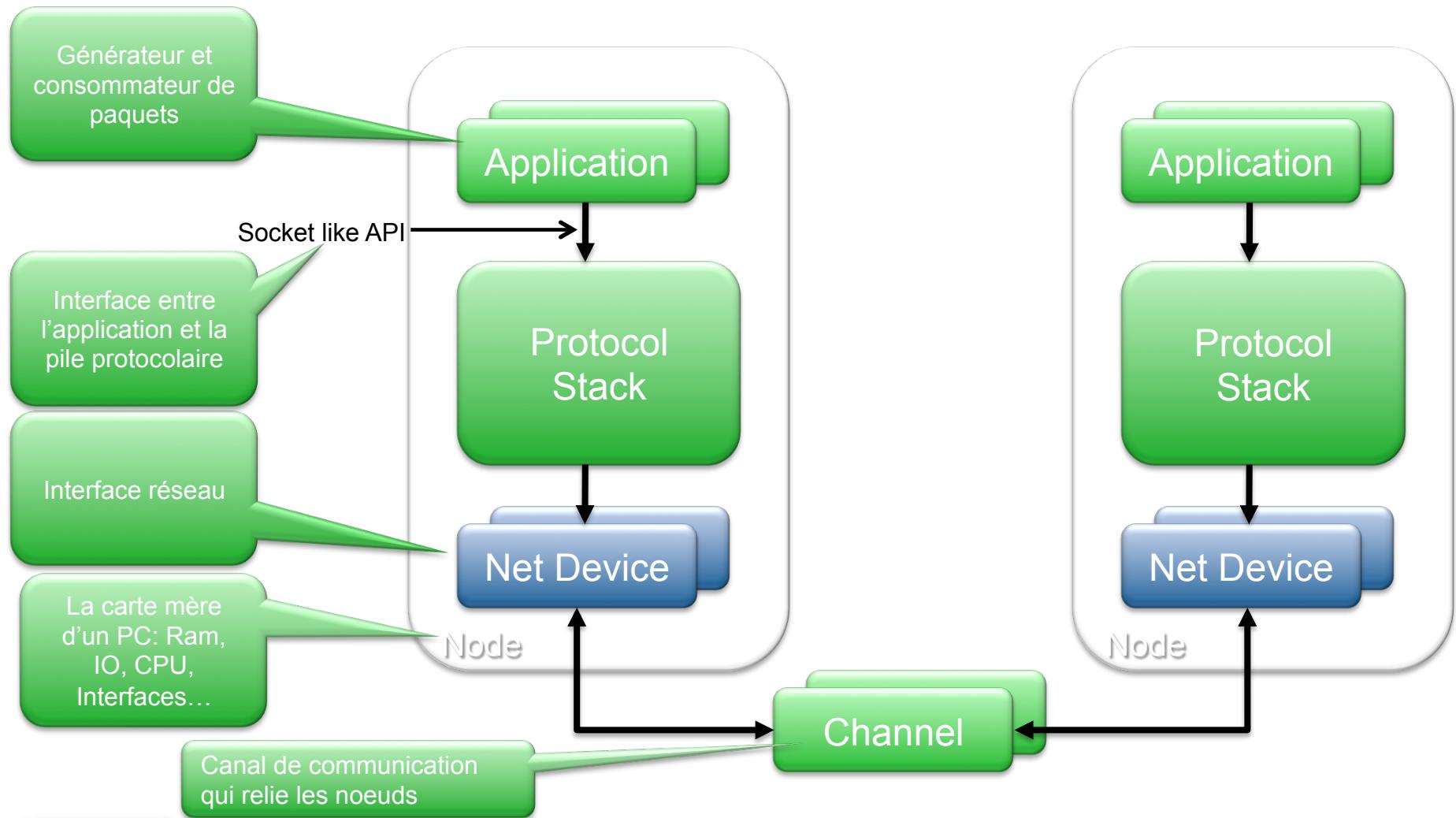
Codage Réseau – Développement

- Implémentation du codage linéaire
 - Bibliothèque : nctools / libnc
 - Codage linéaire (i.e. P1+5.P2, ...)
 - Codage en fenêtre + décodage temps réel « SEW »
- Open Source
 - Utile pour la communauté (incl. IRTF)
 - Problème de brevets ... (codage linéaire aléatoire)

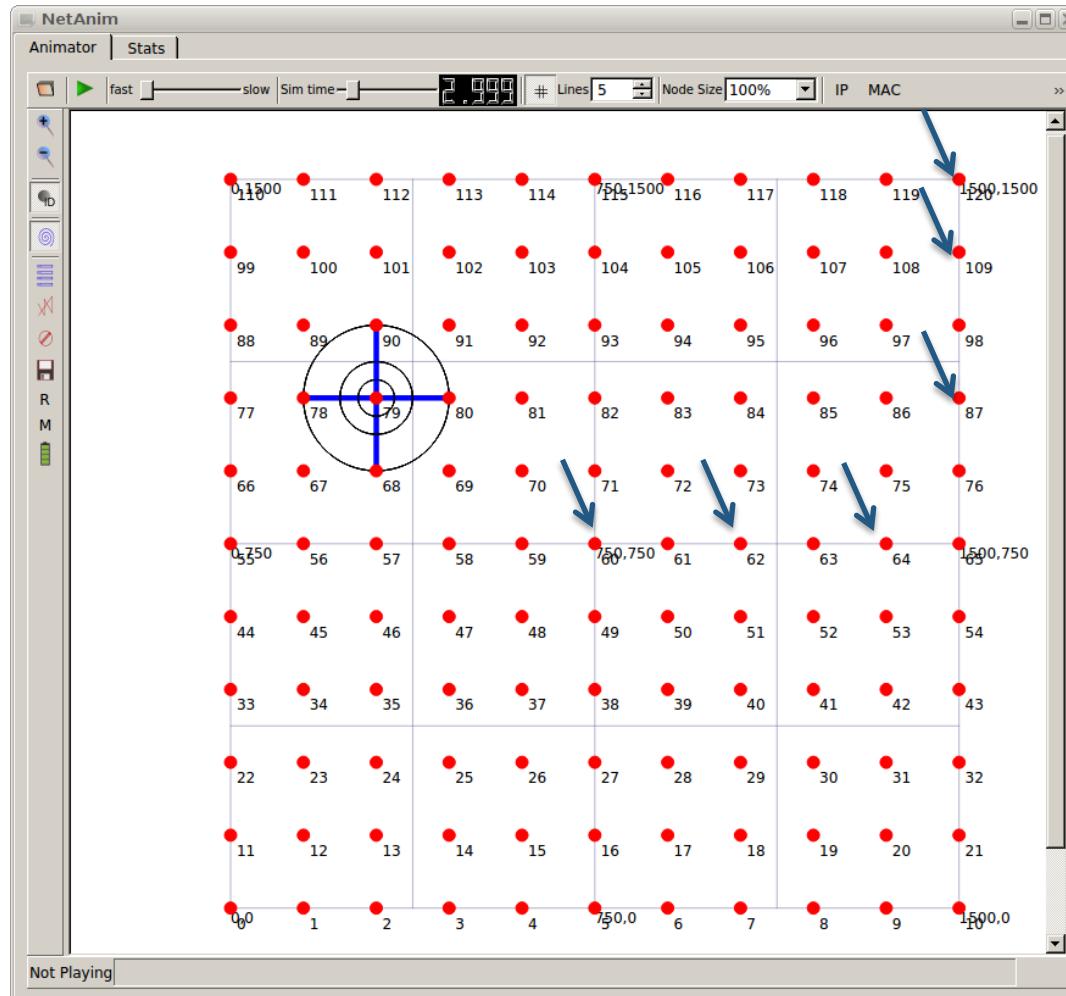
Codage Réseau – Développement

- Un module « codage réseau » sur ns-3
 - Vrai codage avec la bibliothèque
- Implémenté : sim. protocole diffusion de base de type MANET (avec couche Wifi)
- À voir:
 - Sim. protocoles de diffusion dynamiques
 - Sim. protocoles codage réseau dans le cas unicast :
 - + Réseaux de capteurs ? Collecte de données ?

ns-3 : simulateur avec modèle en couches



Module codage réseau sous ns-3

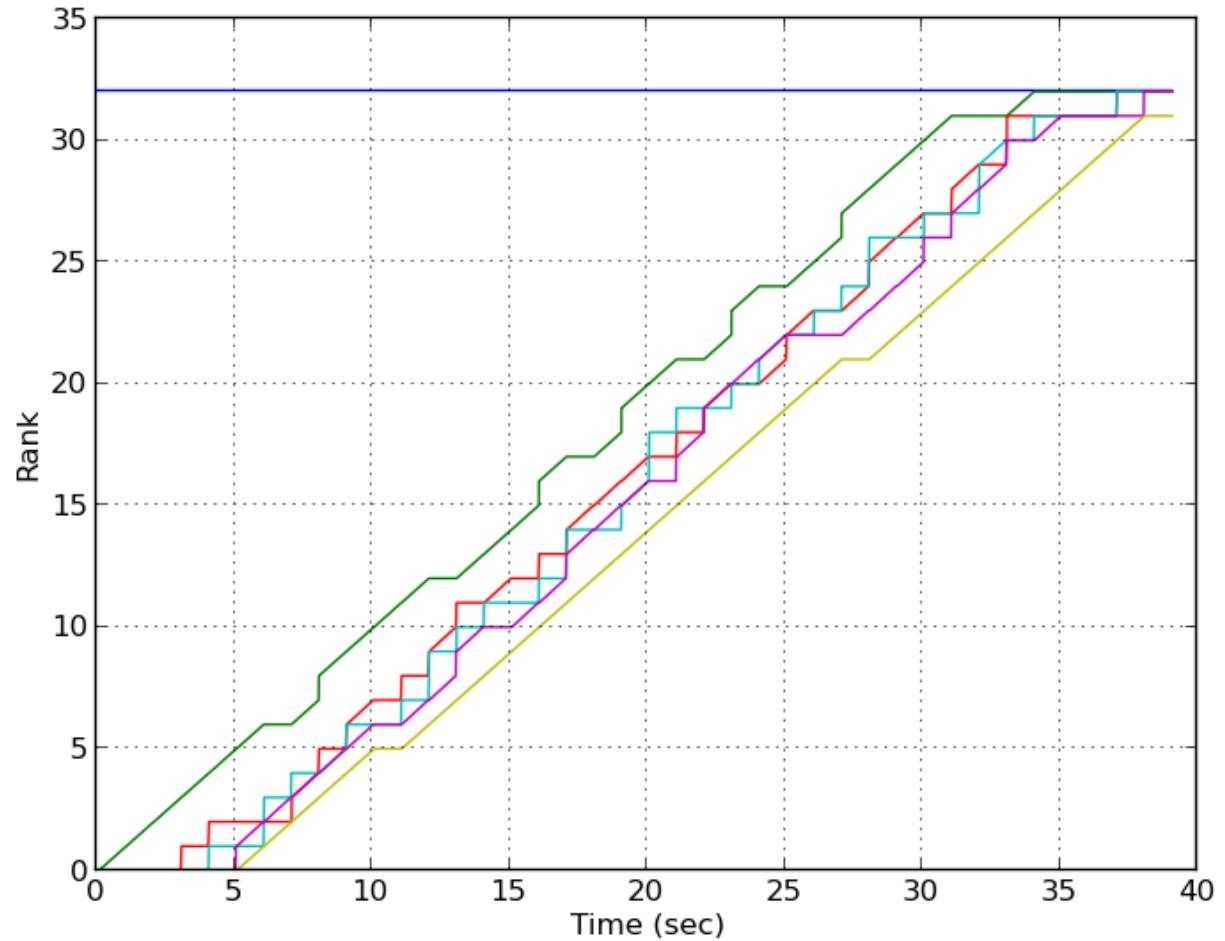


Module codage réseau sous ns-3

- État d'un nœud à un instant donné (bibliothèque NC)

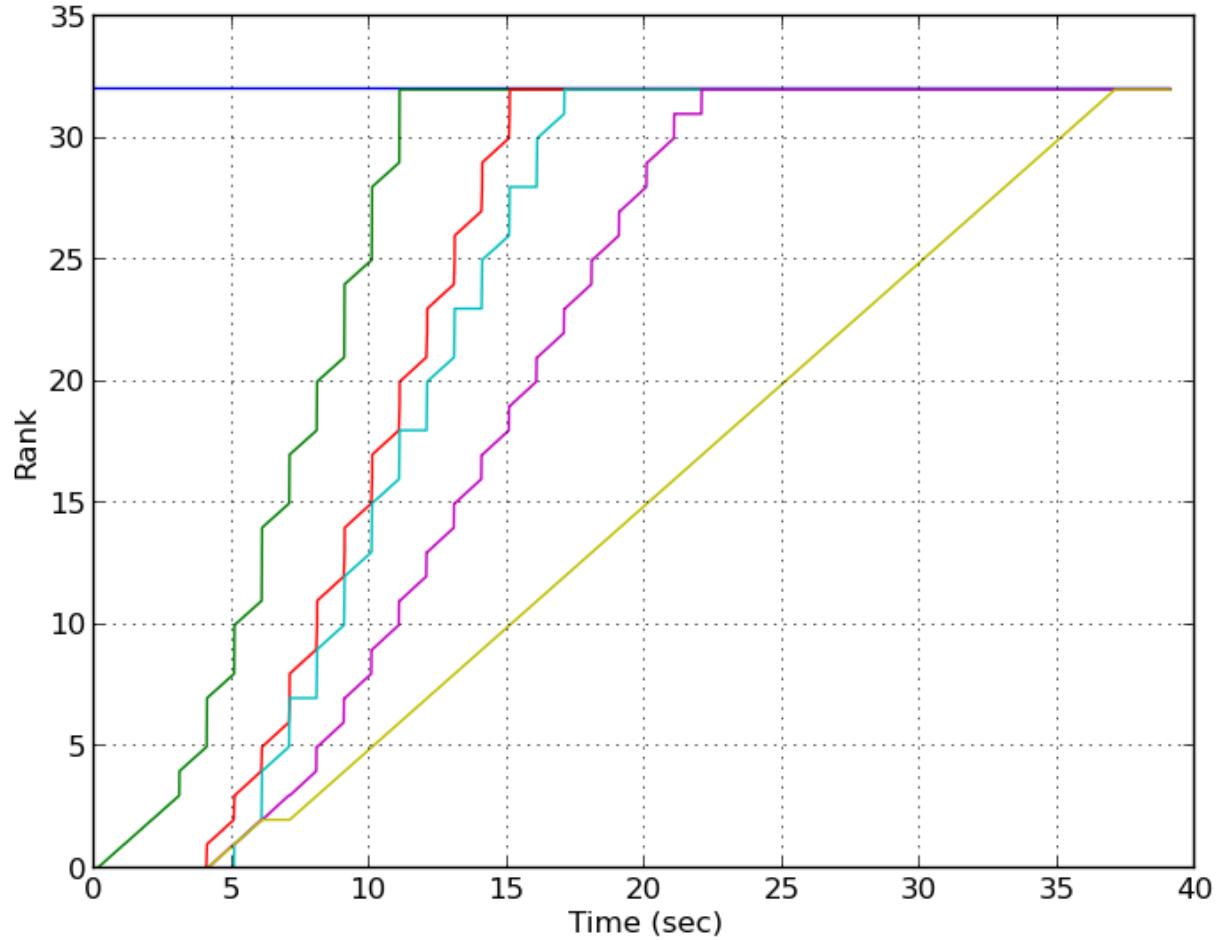
Module codage réseau sous ns-3

Débit
source
1 p/s



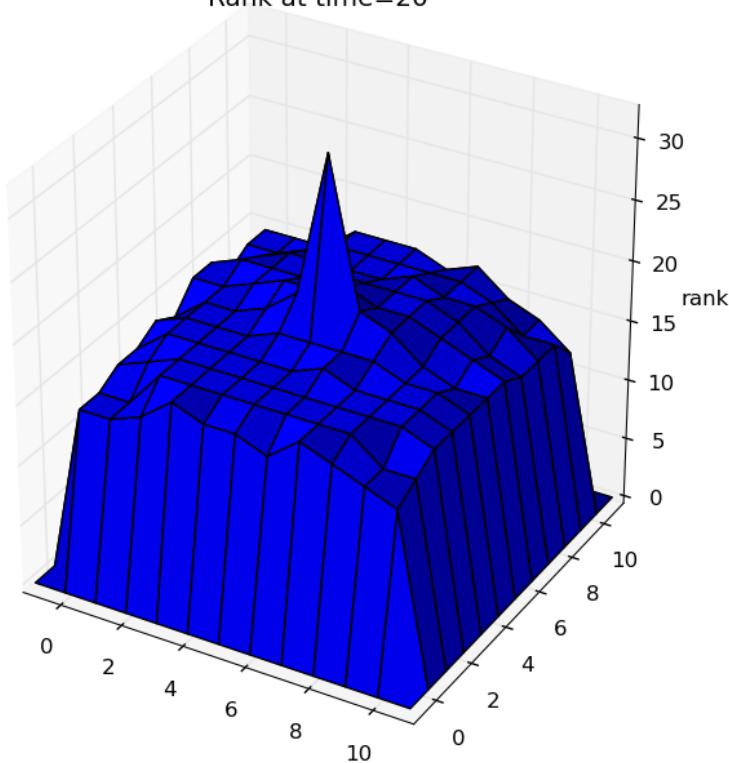
Module codage réseau sous ns-3

Débit
source
4 p/s



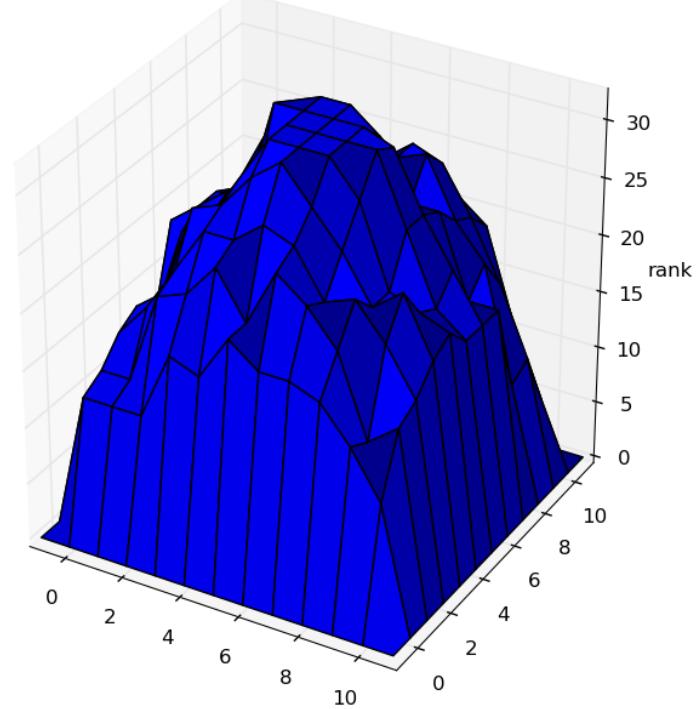
Module codage réseau sous ns-3

Rank at time=20



1 p/s

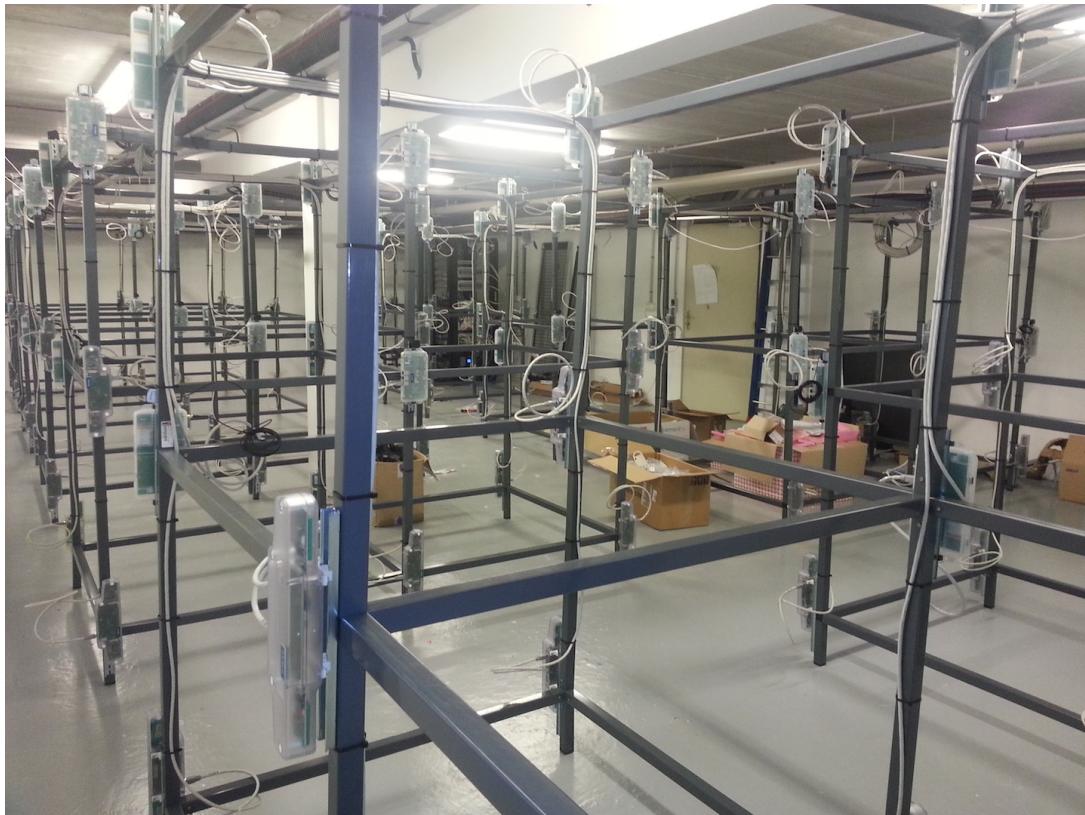
Rank at time=12



4 p/s

Codage Réseau - Plan

- Implémentation sur réseau de capteurs possible



5

Codage Réseau

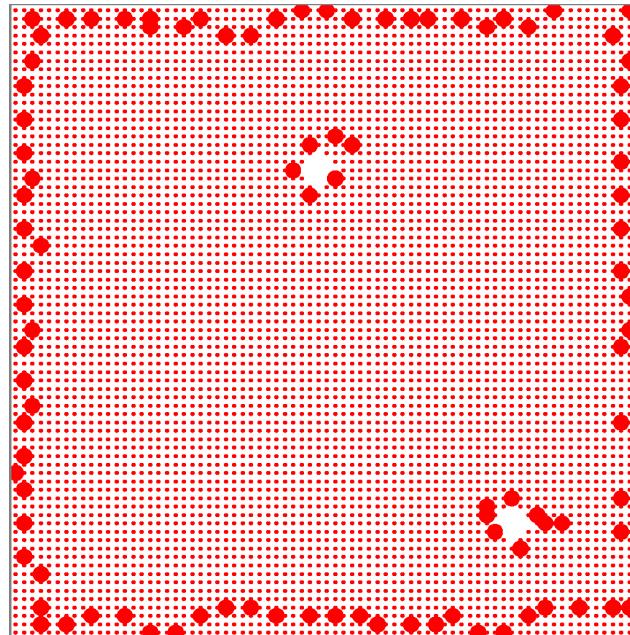
Partie scientifique

Performances attendues (théoriques)

- Transmettre l'information :
 - d'une source vers tous les nœuds du réseau
- Topologie : Tore, Grille, ...
- Objectif : Maximiser la quantité d'information transmise
- Quel débit atteindre et comment faire ?
- Outils : Théorie de l'Information, Géométrie Discrète

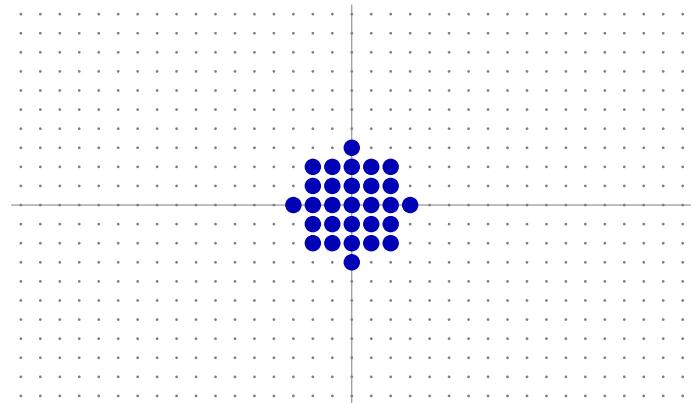
Performances attendues (théoriques)

- Existant : modèle idéalisé (« unit graph »), résultats asymptotiques



Performances attendues (théoriques)

- Grille, Torre (sans rép.)
- Modèles réalistes, e.g.
 - Évanouissement
 - atténuation + aléatoire
 - Utilisation de bornes théoriques, e.g.
$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \text{ en diffusion}$$
 - Utilisation possible de transmissions simultanées



Performances attendues (théoriques)

- Utilisation du modèle de canal de diffusion
 - Étendu en multi-saut
 - Prise en compte de la corrélation
 - Atteindre les performances théoriques
 - Transmission « diffusion »
(plusieurs informations codées en même temps)
 - Utilisation possible de réceptions multiples
(MPR, ex: « successive interference cancellation »)
- Construire des protocoles

Construction de protocoles

- Protocoles de diffusion :
 - Diffusion en boucle fermée
 - Besoin de « feedback »
 - Échanges avec la structure DRAGONCAST
- Revue de l'existant :
 - État du nœud :
 - CCACK
 - Codage de l'état du nœud
 - Multi-chemin ; identification des chemins utiles
 - Routage

Protocoles

Lien avec OCARI / OPERA

- Routage en arbre
- Méthode basée sur VCM

OCARI Network Analysis - Google Chrome

[live] 09:58:07.554

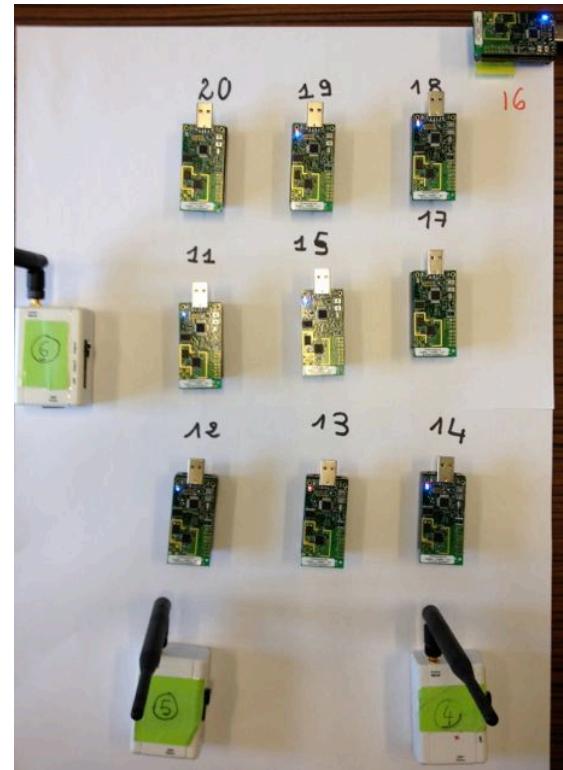
addr	neigh	color	addr	neigh	color
11	3	col: 4	12	2	col: 6
13	3	col: 7	14	2	col: 8
15	4	col: 3	16	1	col: 0
17	3	col: 5	18	3	col: 1
19	3	col: 2	20	2	col: 8

Diagram showing a network topology with nodes 11 through 20. Each node has a color and a sequence number (c). The connections are as follows:

- 16 (c=0/9) connects to 18 (c=1/9)
- 18 (c=1/9) connects to 17 (c=5/9)
- 17 (c=5/9) connects to 14 (c=8/9)
- 14 (c=8/9) connects to 13 (c=7/8)
- 13 (c=7/8) connects to 15 (c=3/8)
- 15 (c=3/8) connects to 19 (c=2/9)
- 19 (c=2/9) connects to 20 (c=9/9)
- 20 (c=9/9) connects to 11 (c=4/7)
- 11 (c=4/7) connects to 12 (c=6/7)
- 12 (c=6/7) connects back to 11 (c=4/7)

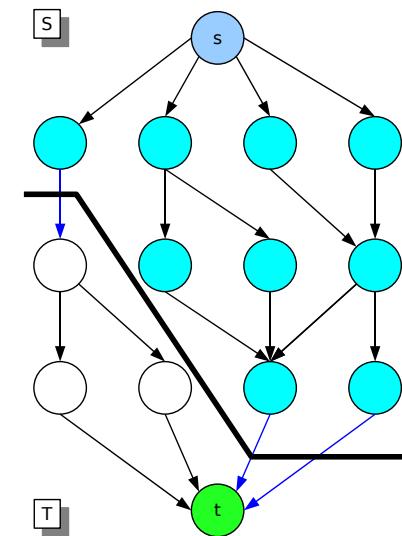
On the right, there is a tree diagram showing the routing paths from various nodes to a central point.

```
16.068555 [Hello(11): seq=58 sym=12,15,20]
163.098414 [Color(11) seq=11 color=4/7 prio=2 c=3,6,8;2,5,7]
163.156683 [Hello(16): seq=58 sym=18]
163.329025 [Hello(14): seq=58 sym=13,17]
163.366418 [Hello(13): seq=58 sym=14,12,15]
163.387890 [Color(13) seq=11 color=7/8 prio=1 c=3,6,8;2,4,5]
163.481525 [Hello(19): seq=58 sym=18,15,20]
163.510409 [Hello(12): seq=58 sym=11,13]
163.613529 [Hello(17): seq=58 sym=18,14,15]
```



Codage Réseau – Identification des flots

- Idée :
 - Quantifier la propagation du codage réseau
 - En fonction des transmissions
 - Sans codage réseau
- Élément de base pour
 - Simulations sans codage
 - Si en distribué:
 - Construction de protocoles pour la fiabilité :
 - Quels nœuds sont utiles ?



Codage Réseau – Identification des flots

- Évaluation de la quantité d'information disponible en un nœud (rang):
 - Calcul de flot maximal sur le graphe des transmissions
- Spécificités
 - Réseau avec N nœuds, densité M , paquets de la source G . Avec G grand devant N, M
 - Calcul du flot à tout moment (« en ligne »)
 - Idées d'algorithme efficace

merci



LIEU
LOCALISATION
www.inria.fr