

Partage distribué et dynamique de spectre entre cellules par l'utilisation de jetons crédits

David Grandblaise

Motorola Labs, ECR, Gif sur Yvette,
France

Journées Scientifiques du CNFRS,
URSI

28-29 Mars 2006



CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise



MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2003.



Le spectre est sporadiquement utilisé - Perspective pour un usage secondaire

- L'utilisation de spectre varie temporellement et spatialement
- Des opportunités de réutilisation existent:
 - Pour des environnements large couverture
 - Pour de courtes périodes de réutilisation
- Opportunités de réutilisation secondaire du spectre avec l'utilisation de radios cognitives
- Ex: FCC - ET Docket No. 03-108 (Perspective US):
 - *“Cognitive radio technologies can facilitate secondary markets in spectrum use”*,
 - *“... cognitive radio technologies can facilitate automated frequency coordination among licensees”*,
 - *“Cognitive radios can function either by employing cognitive capabilities within a network base station that in turn controls multiple individual handsets or by incorporating capabilities within individual devices”*,
 - *“... cognitive radio technology could eventually allow licensees and potential lessees to negotiate for leased spectrum use on an ad hoc or real-time basis ...”*,
 - *“Licensees and potential lessees could exchange information via a communication link identifying the spectrum that would be leased as well as the then current terms and conditions for its use”*,
 - *“Real time automated negotiation of leased use rights”*.

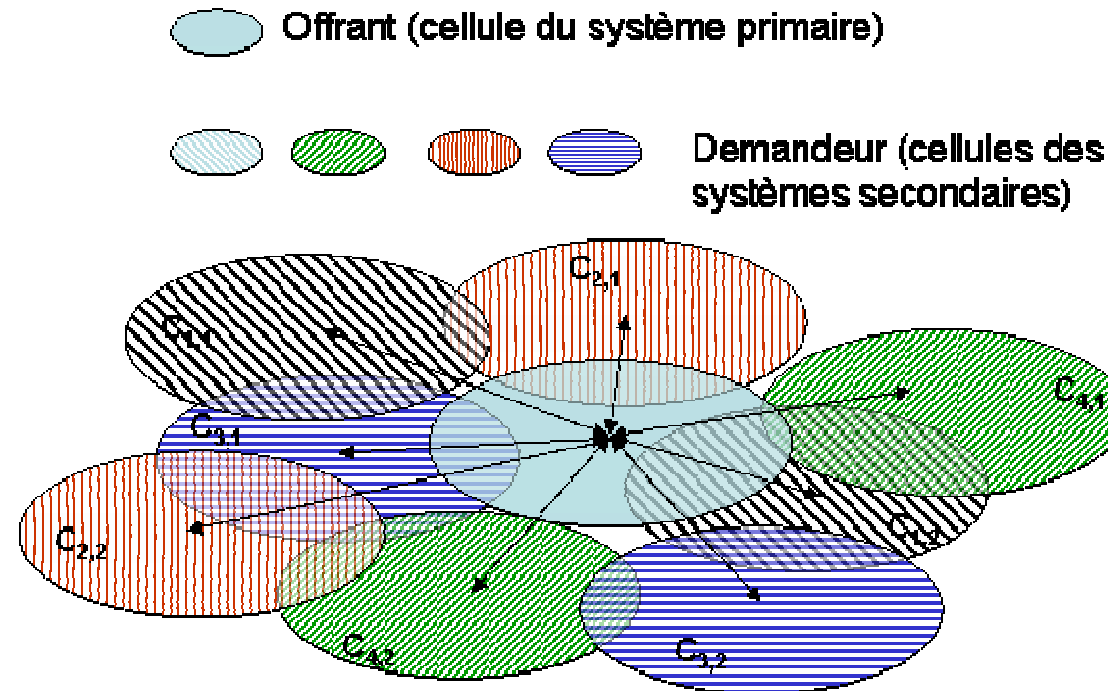
CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise



MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2003.



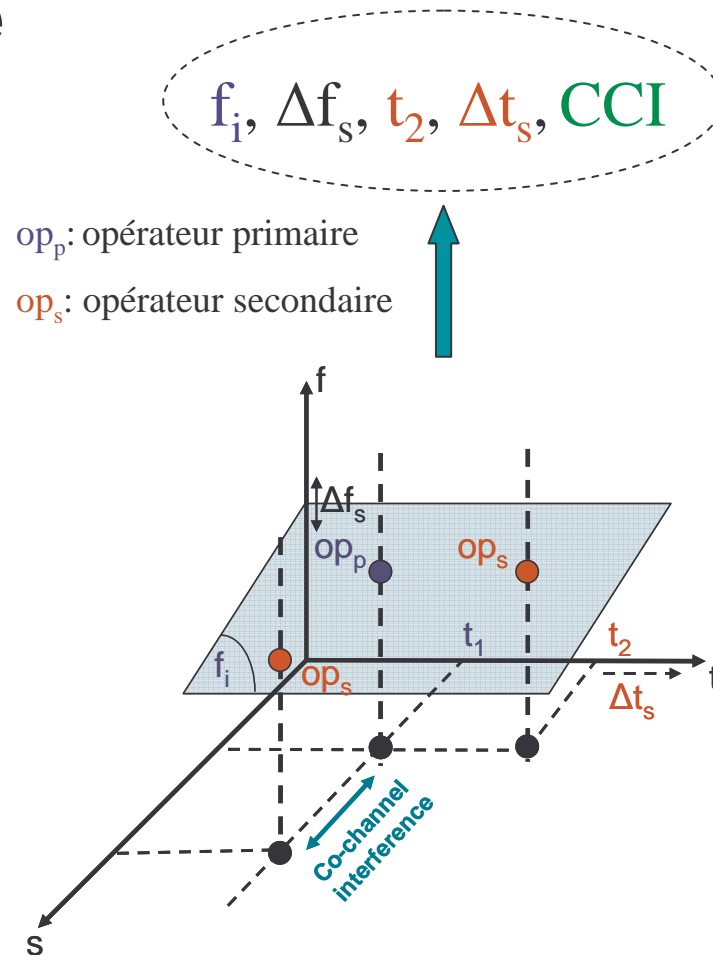
Partage de ressources radios entre cellules primaires et secondaires avec DCA



$C_{i,j}$ = cellule #j opérée par l'opérateur #i

CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise

Espace de collaboration pour un usage secondaire



CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise

Application de méthodes d'enchères à la radio cognitive

- Bibliographie:

- (1) Protocole de location de spectre pour un usage secondaire du spectre sous forme de « spectrum pooling » a été introduit par J. Mitola: *“Cognitive radio for flexible mobile multimedia communications”, Mobile Multimedia Communications, 1999. (MoMuC '99), 15-17 Nov. 1999.*
- (2) Mécanismes MAC basés sur des séquences d'enchères pour partage de spectre: *Jondral F. Kloeck C., Jaekel H., “Auction Sequence as a New Resource Allocation Mechanism,” IEEE VTC Fall 05.*
- (3) Extension de (2) dans un contexte multi-radio : *Kloeck, C.; Jaekel, H.; Jondral, F.K.; “Dynamic and local combined pricing, allocation and billing system with cognitive radios, IEEE DySPAN 2005 Symposium, 8-11 Nov. 2005.*
- ... Et bien d'autres ...

=> approche centrée sur l'utilisateur (application à plusieurs utilisateurs au sein d'une même cellule)

- Contexte de cette présentation:

- Extension à un contexte multi-cellulaire: protocole distribué et coopératif de partage de spectre entre cellules primaires et secondaires lorsque le DCA est appliqué (même technologie d'accès type OFDMA).
- Utilisation d'enchères entre les cellules (i.e. BS) au niveau MAC pour « scheduler » les ressources radios de manière distribuée et dynamique.

CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise



MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2003.



Sommaire

- Protocole de Location et Etiquette Radio
- Communication BS-BS
- Protocole de Location et Normes IEEE sur la Radio Cognitive
- Conclusion

CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise



MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2003.



Sommaire

- Protocole de Location et Etiquette Radio
- Communication BS-BS
- Protocole de Location et Normes IEEE sur la Radio Cognitive
- Conclusion

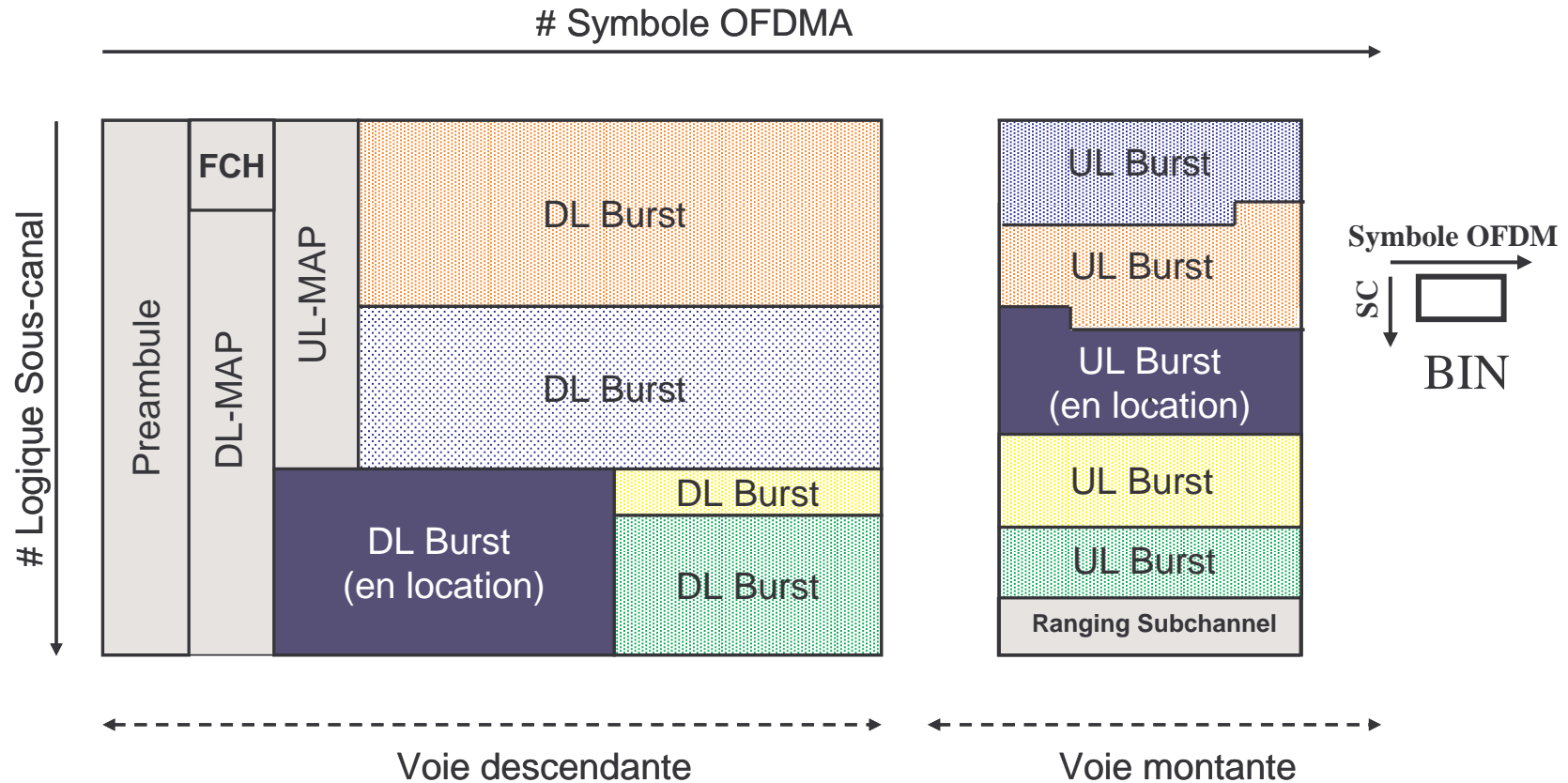
CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise



MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2003.



Structure de trame pour location de spectre



Structure de trame OFDMA/TDD (type 802.16) – cellule primaire

CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise

Protocole de location basé sur l'utilisation de jetons crédits (1/4)

- Définition:
 - Cellule primaire = **offrant**.
 - Cellule secondaire = **demandeur**.
 - **Jetons Crédits (JC)**: unité d'échanges de base utilisée pour différentes phases de la négociation (vente, achat, récompense) entre une cellule primaire et une ou plusieurs cellules secondaires (i.e. BS) lors du partage de la trame OFDMA.
- Principes
 - L'usage de jetons crédits peut s'appliquer à n'importe quel mécanisme d'enchère.
 - Chaque cellule est initialement créditée d'un certain **budget** de JC.
 - La location de ressources radios (BINs) est facturée sous la forme d'un certain montant de JC.
 - Les jetons sont **échangés** dynamiquement d'une cellule (BS) aux cellules avoisinantes (ou se chevauchant) en fonction des transactions.
 - L'usage des JC et la limitation du budget permettent de résoudre les problèmes de **conflits** entre cellules secondaires en compétition lorsqu'elles sont amenées à partager la trame OFDMA.
 - La facturation des JC est adaptée en fonction du **contexte**.
 - Le partage de ressources radios repose sur un **accord** entre cellules primaires et secondaires, ce qui permet de garantir un temps d'accès pour les cellules secondaires (favorise la **QoS**).

CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise



MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2003.



Protocole de location basé sur l'utilisation de jetons crédits (2/4)

- Mécanismes de récompense:
 - L'usage des JC **encourage** chaque cellule primaire à relâcher (partiellement ou totalement) les ressources sous-utilisées ou non utilisées de sa trame.
 - L'usage des JC fournit les moyens de **récompenser** les cellules primaires (BSs) faisant l'effort de louer ses ressources radios pour un usage secondaire.
 - Cette récompense consiste à attribuer à ces cellules primaires un certain nombre de JC supplémentaires.
 - Par exemple:

$$JCR \sim C(t,s) * f(\Delta_{location})$$

CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise

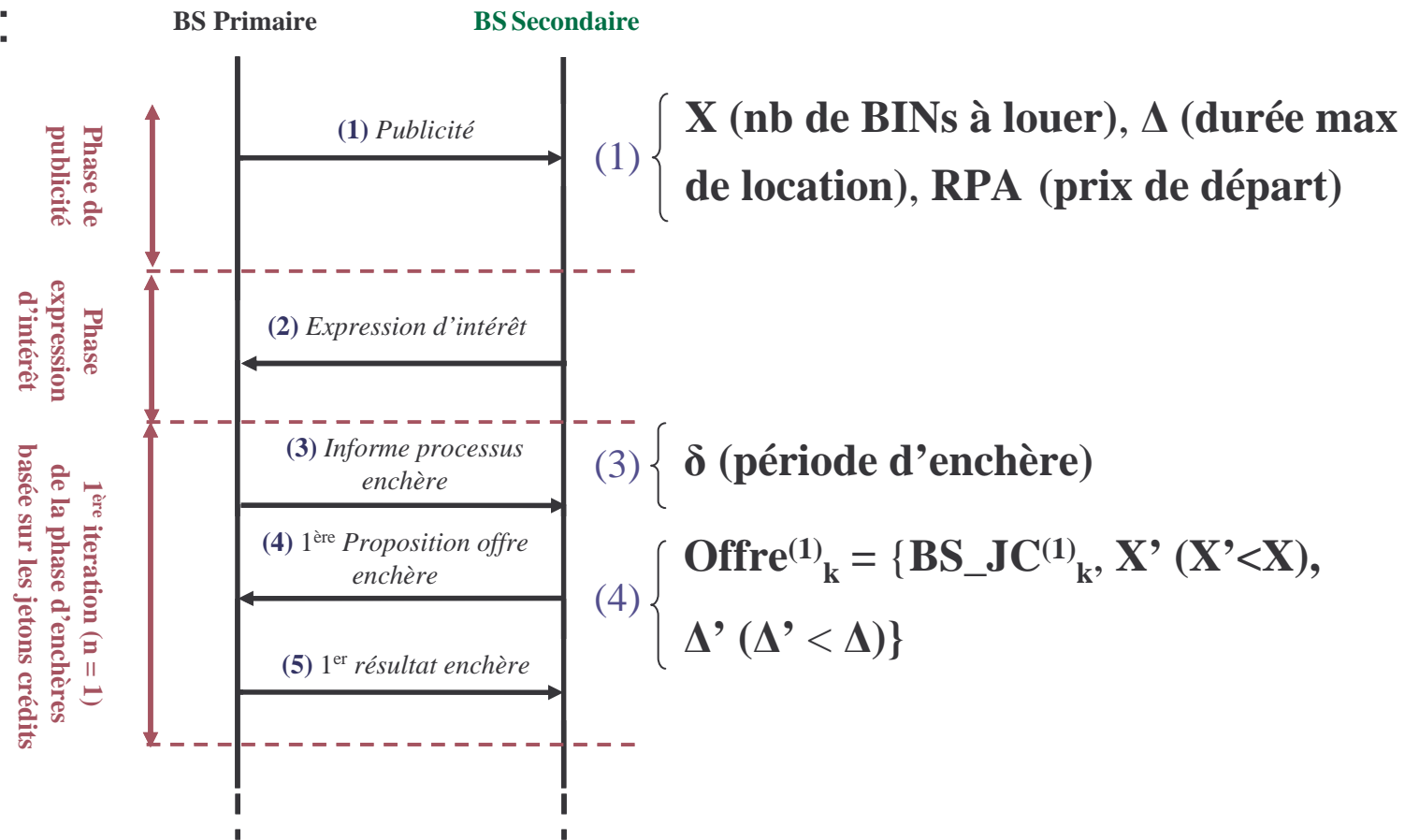


MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2003.



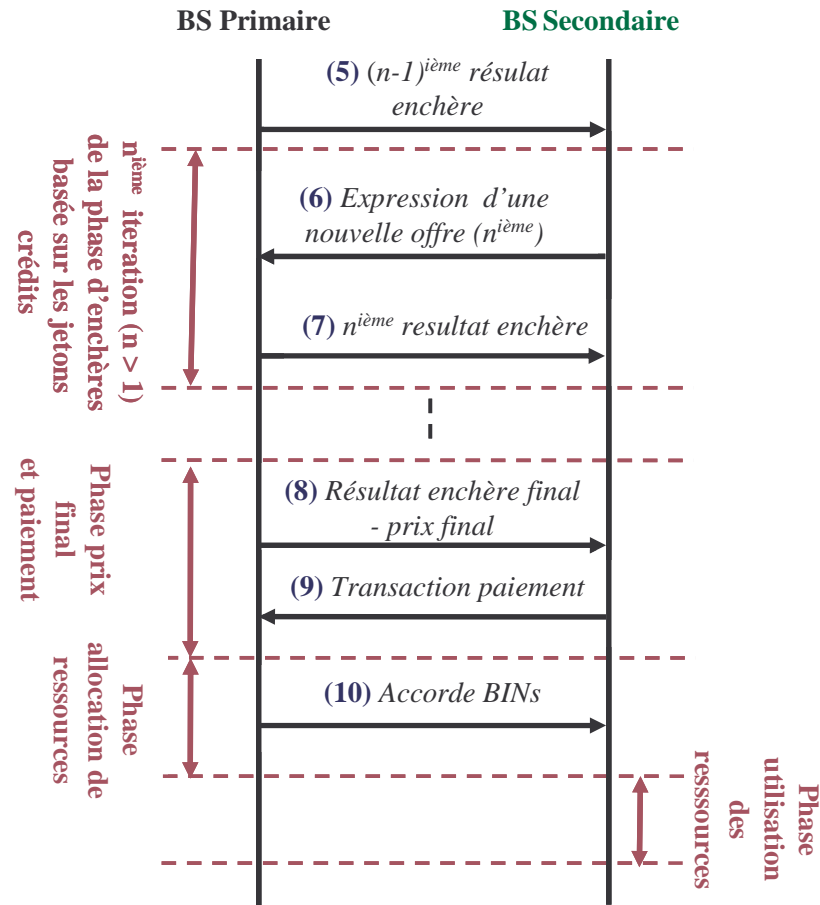
Protocole de location basé sur l'utilisation de jetons crédits (3/4)

- Exemple:



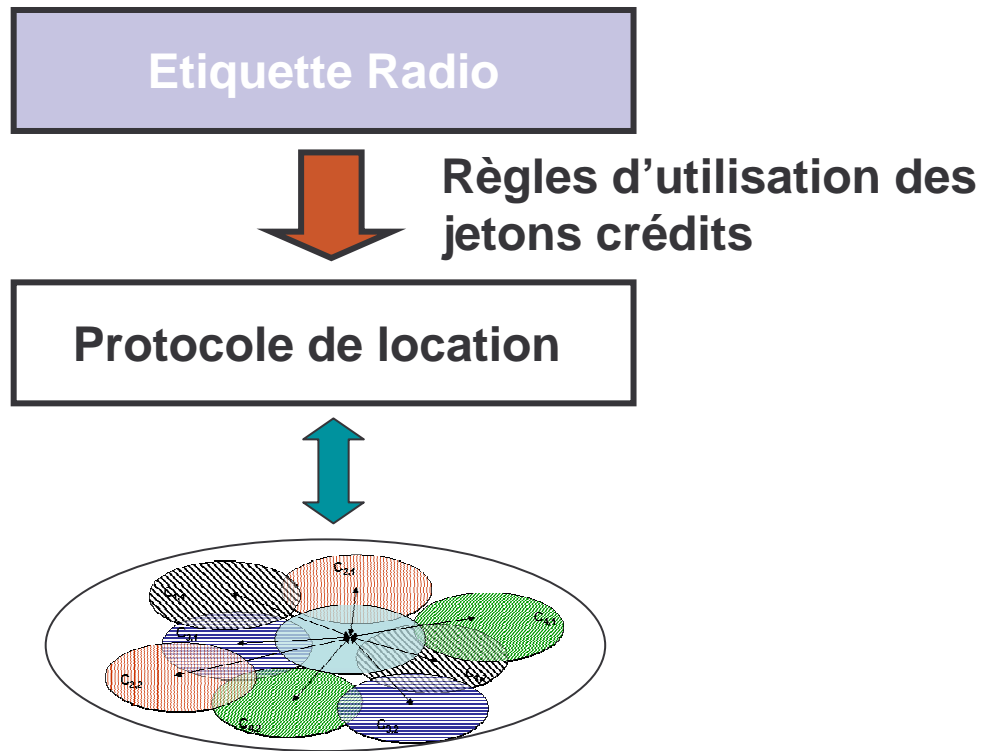
CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise

Protocole de location basé sur l'utilisation de jetons crédits (4/4)



CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise

Etiquette radio



- méthode d'enchère = f (contexte)
- contexte:
 - Nb de cellules secondaires
 - X
 - Δ
 - δ
 - ...

➔ L'étiquette radio régit le protocole de location

CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise

Sommaire

- Protocole de Location et Etiquette Radio
- Communication BS-BS
- Protocole de Location et Normes IEEE sur la Radio Cognitive
- Conclusion

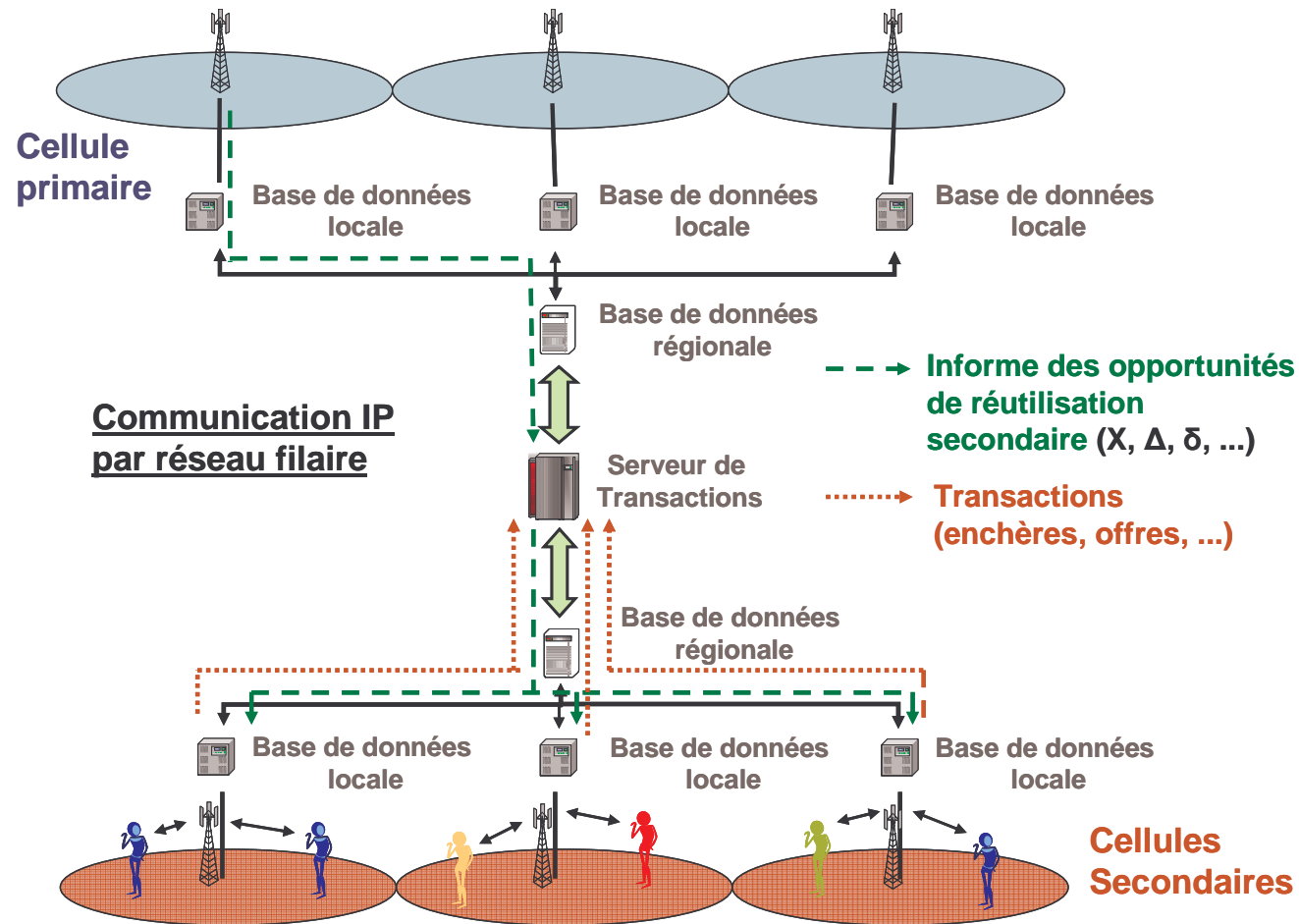
CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise



MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2003.

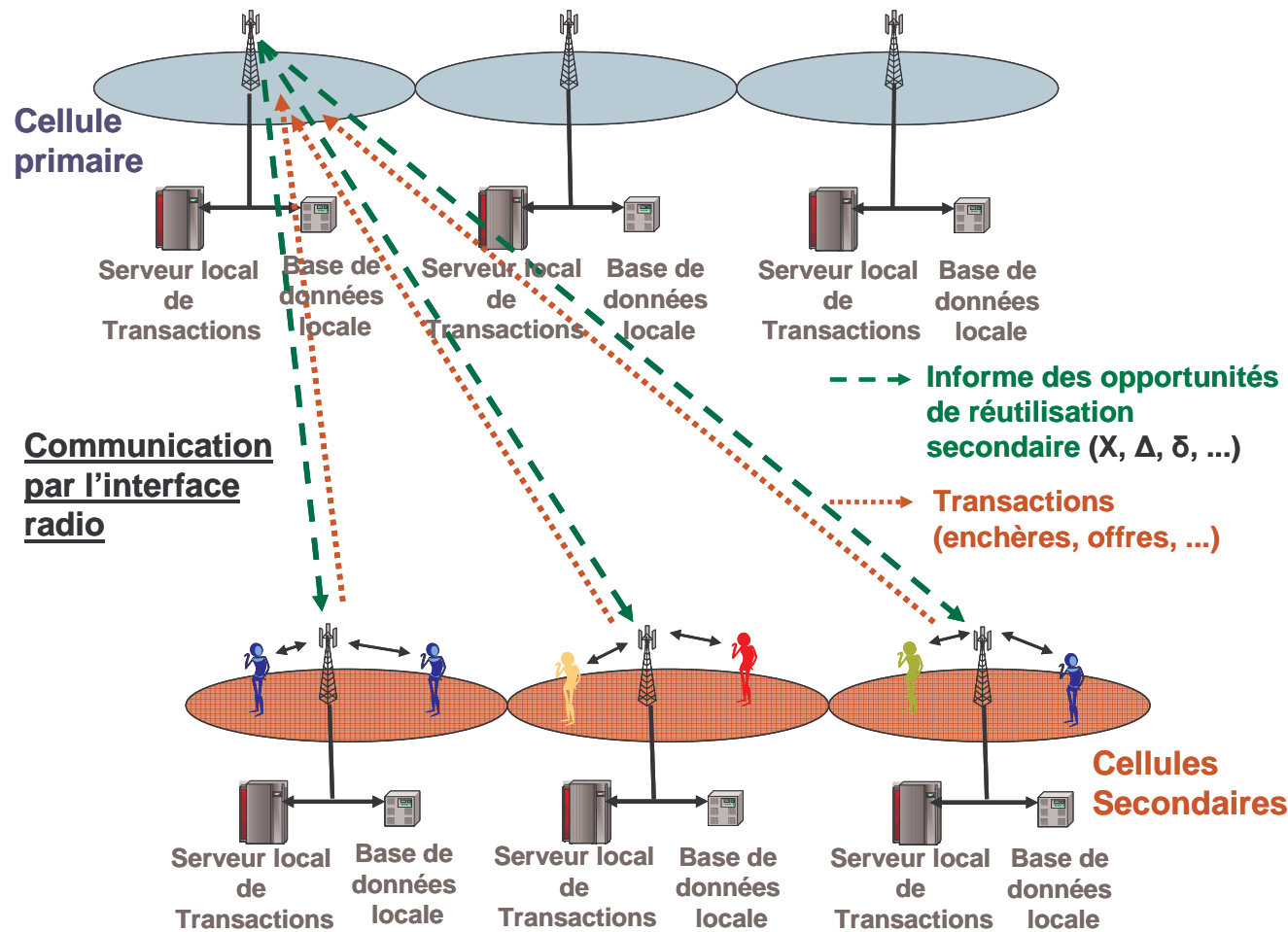


Communication par le backhaul



CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise

Communication par l'interface radio



CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise

Sommaire

- Protocole de Location et Etiquette Radio
- Communication BS-BS
- Protocole de Location et Normes IEEE sur la Radio Cognitive
- Conclusion

CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise



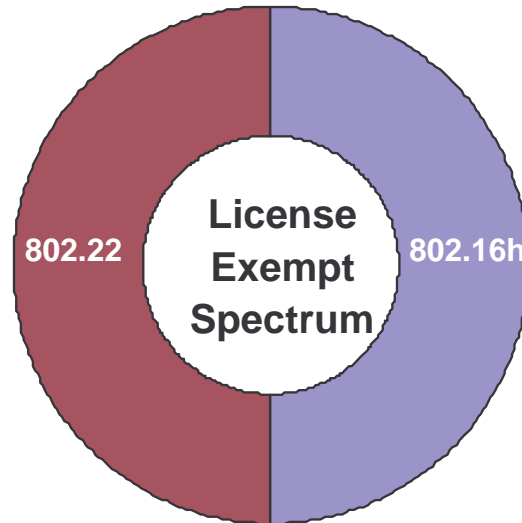
MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2003.



Protocole de location et normes IEEE sur la radio cognitive

Basée sur la Radio Cognitive

WRAN (Wireless Regional Networks): utilisation par des équipements non licenciés des bandes de radio diffusion TV sans interférer ces systèmes primaires existants



Utilisation non coordonnée des bandes dans lesquelles 802.16-2004 est applicable, incluant les bandes permettant des services partagées (ex: spectre TV < 900 MHz)

PHY + MAC

MAC

Deux types de co-existence pour ces deux normes:

- Co-existence avec systèmes primaires
- Auto co-existence => partage dynamique du spectre avec le protocole de location

CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise

Sommaire

- Protocole de Location et Etiquette Radio
- Communication BS-BS
- Protocole de Location et Normes IEEE sur la Radio Cognitive
- Conclusion

CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise



MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2003.



Conclusion

- Protocole distribué, dynamique et collaboratif de partage de spectre sous forme de location entre cellules primaires et secondaires au niveau MAC utilisant DCA:
 - Négociation entre cellules est fondée sur des méthodes d'enchères
 - Les enchères sont basées sur l'utilisation de jetons crédits
 - L'usage des jetons crédits assure une équité à l'accès à la ressource radio lors du partage dynamique entre systèmes secondaires (peut inclure le critère de CCI).
 - Ces mécanismes sont applicables à différents systèmes dès lors que ces systèmes ont des structures de trames similaires et que la communication BS à BS est possible.
 - L'étiquette radio régit les politiques de location de ressources radios en fonction du contexte (auto adaptation) => utilisation d'agents logiciels au niveau de chaque BS.
 - Protocole de location de spectre devient réalité avec IEEE 802.16h et 802.22... Première ébauche de systèmes cognitifs...
-

CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise



MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2003.





Merci pour votre attention

Questions ?

david.grandblaise@motorola.com

CNFRS - URSI
28-29.03.2006 – D. Grandblaise



MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent & Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2003.



