

RECOMMANDATION UIT-R BT.1832*

Système de radiodiffusion vidéo numérique de Terre avec canal de retour (DVB-RCT) – Scénarios de déploiement et considérations relatives à la planification

(Question UIT-R 16/6)

(2007)

Domaine d'application

La présente Recommandation décrit des scénarios de déploiement et expose des considérations à l'intention des régulateurs chargés d'attribuer des fréquences pour les trajets de retour interactifs utilisant le système de radiodiffusion vidéo numérique de Terre avec canal de retour (DVB-RCT).

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que le système DVB-RCT est un système de télécommunication conçu pour fonctionner avec le système de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre (DVB-T) et lui fournir un canal de retour et des capacités d'application interactive;
- b) que les caractéristiques potentielles du système pour le trajet de retour ont déjà été définies dans les Recommandations UIT-R BT.1306-1 et UIT-R BT.1667 ainsi que dans la norme de référence ETSI EN 301 958 V.1.1.1 (2002/03);
- c) que le trajet de retour peut, à titre facultatif, être déployé comme indiqué dans l'Annexe 1 en vue d'assurer une grande efficacité d'utilisation du spectre et la réutilisation des fréquences;
- d) que la technologie d'accès multiple par répartition orthogonale de la fréquence (OFDMA) pour le trajet de retour du système DVB-RCT est intrinsèquement souple et modulable, car elle permet de faire un compromis entre le débit (par utilisateur), la capacité (nombre d'utilisateurs admis), les liaisons disponibles et la taille des cellules. Ces caractéristiques sont appliquées avec une modulation et un codage adaptatifs ainsi qu'avec une concentration de puissance dans les assignations de sous-trajets, ce qui permet d'obtenir un gain du système à partir des sites d'utilisateurs;
- e) que la qualité de fonctionnement du système DVB-RCT a donné de bons résultats dans le cadre d'essais sur le terrain effectués avec plusieurs systèmes pilotes dans différents pays. Ces systèmes comprenaient différentes applications interactives qui ont été déployées pour valider le partage du trajet de retour entre de nombreux utilisateurs;
- f) que le système DVB-RCT peut être très efficace et offrir une grande capacité. Il peut constituer une solution optimale lorsqu'il s'agit de déployer un système dans de grandes cellules dans les zones rurales et les zones mal desservies, ce qui contribue à réduire la fracture numérique¹,

* La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à la présente Recommandation en mars 2017 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 1.

¹ Par «fracture numérique», on entend «l'écart qui existe entre les populations qui bénéficient d'un accès généralisé et facile, à un coût financièrement abordable, à des services de radiodiffusion numérique et celles pour qui l'accès à ces services est difficile ou inexistant».

recommande

- 1 de tenir compte, pour la planification du déploiement du système DVB-RCT, des considérations relatives à la planification décrites dans l'Annexe 1;
- 2 d'utiliser les données relatives à la qualité de fonctionnement du système DVB-RCT et les scénarios de déploiement possibles comme base pour les futures études de partage, aucun brouillage ne devant être causé aux services primaires;
- 3 d'utiliser les résultats de mesure pertinents obtenus sur le terrain pour mettre à jour la capacité des cellules et l'analyse d'efficacité définie dans l'Annexe 1.

Annexe 1

Système DVB-RCT – Scénarios de déploiement et considérations relatives à la planification

1 Données relatives au système DVB-RCT

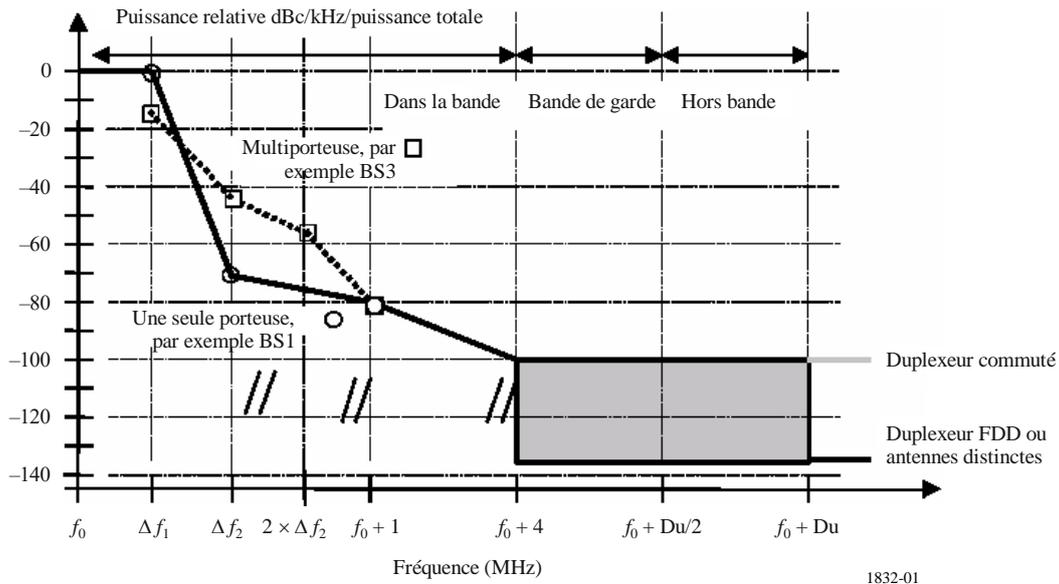
1.1 Paramètres du système

Les principaux paramètres du système DVB-RCT, tels qu'ils sont définis dans l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R BT.1667, sont les suivants:

- Fréquence du trajet de radiodiffusion aller
 - ondes métriques: 170 MHz à 230 MHz (174-230 MHz)
 - ondes décimétriques: 470 MHz à 860 MHz (470-862 MHz)
- Puissance d'émission sur le trajet de retour: 20 dBm (type) à 30 dBm (maximum)
- Gain d'antenne sur le trajet de retour: 13 dBi (directive)
Gain de l'antenne d'utilisateur: 3 dBi (équidirective)
- Sensibilité du récepteur de la station de base
 - Rurale fixe, espacement de 1 kHz, MAQ-4 1/2: -135 dBm
 - Urbaine/portable, espacement de 4 kHz, MAQ-64 3/4: -109 dBm
- Rapport *C/N* opérationnel de la station de base
 - Rurale fixe, espacement de 1 kHz, MAQ-4 1/2: 5 dB
 - Urbaine/portable, espacement de 4 kHz, MAQ-64 3/4: 22 dB.

La Fig. 1 représente le gabarit spectral de puissance d'émission sur le trajet de retour.

FIGURE 1
Gabarit spectral RCT sur le trajet de retour



Dans la Fig. 1, f_0 est la fréquence centrale, $\Delta f_1 = 0,375/T_s$ et $\Delta f_2 = 1,2515/T_s$, où $\Delta f = f - f_0$; et Du est l'espacement duplex et dépend des critères d'absence de brouillage et de la technique de filtrage choisis.

Dans les analyses futures, il est suggéré, pour un espacement duplex de fréquences supérieur, de réduire la puissance conformément à ce qui est indiqué dans le Tableau 1 (en se fondant sur les données mesurées sur une unité d'utilisateur commercialisée):

TABLEAU 1

Réduction de la densité spectrale de puissance en fonction de l'espacement de fréquences

Δf	16 MHz	24 MHz	32 MHz	40 MHz	48 MHz	56 MHz
Affaiblissement	17 dB	27 dB	37 dB	47 dB	57 dB	62 dB

En conséquence, la densité spectrale de brouillage relative RCT globale en fonction de l'espacement de fréquences, est indiquée dans le Tableau 2.

TABLEAU 2

Densité spectrale de brouillage relative RCT, A_f (dBc/kHz)

Δf	< 4 MHz	8 MHz	16 MHz	24 MHz	32 MHz	40 MHz	48 MHz	56 MHz
Duplexeur commuté	0	-100	-117	-127	-137	-147	-157	-167
Duplexeur FDD	0	-137	-154	-164	-174	-184	-194	-204

Il convient de noter que le gabarit spectral sur le trajet RCT a été conçu de façon à éviter les brouillages entre les systèmes d'émission RCT et les systèmes de réception DVB-T ou de télévision analogique (qui peuvent fonctionner sur des trajets adjacents sans causer de brouillage sur le trajet). Les duplexeurs disponibles sur le marché offrent un isolement d'environ 25 à 30 dB, de sorte qu'un

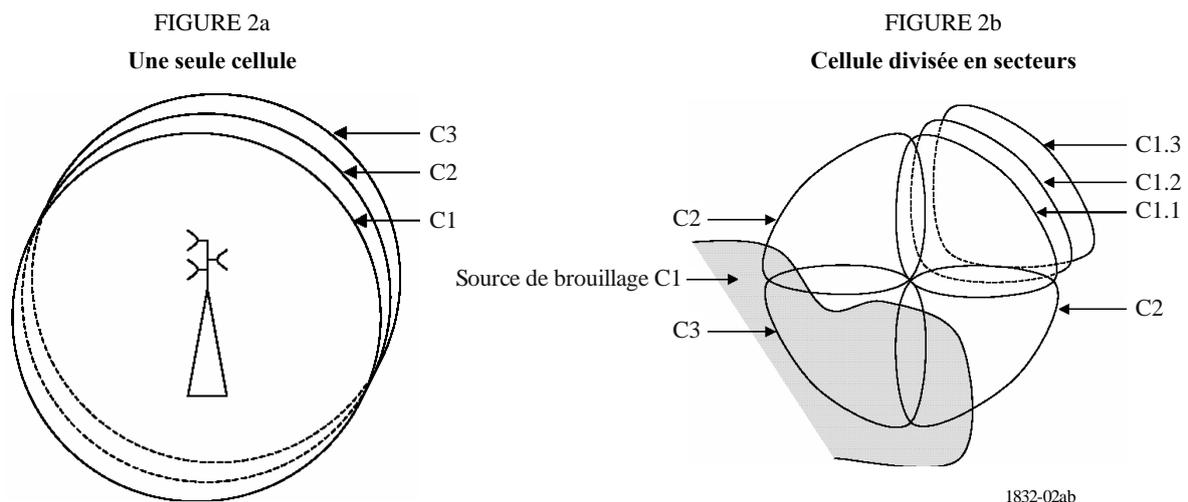
espacement duplex de 24 MHz est acceptable pour un décodeur DVB-T/RCT. Dans le cas d'une assignation de trajet adjacent, il faut prévoir un isolement supplémentaire, que l'on obtient généralement en utilisant des antennes distinctes ou une installation extérieure, comme décrit au § 2.2.

2 Scénarios de déploiement

2.1 Configuration des cellules

La norme DVB-RCT décrit deux configurations de cellules, représentées dans la Fig. 2:

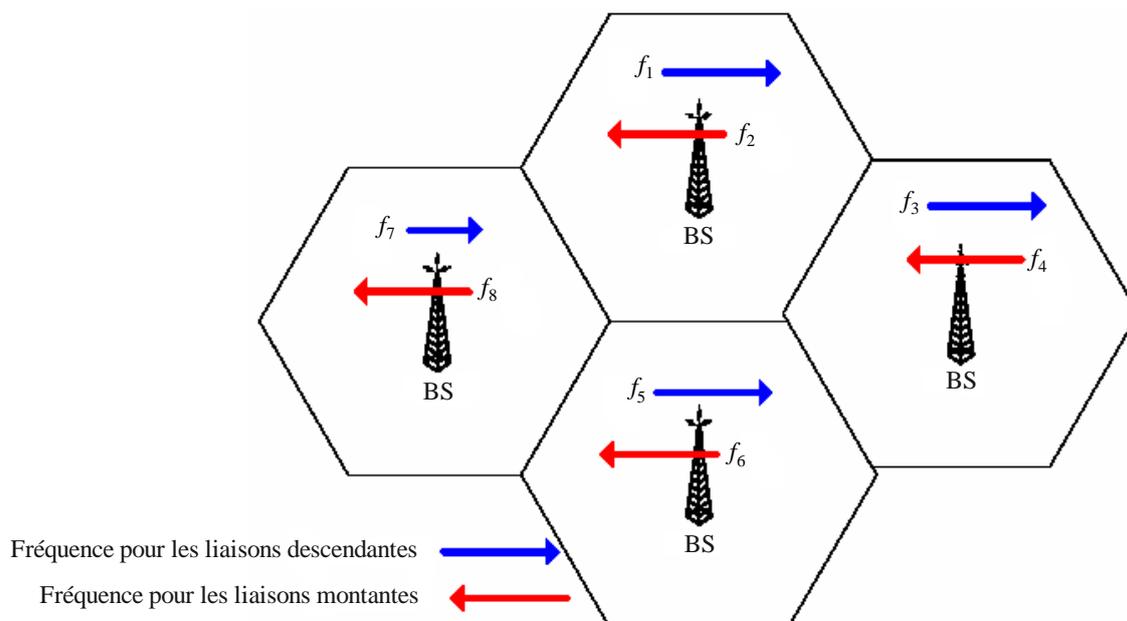
- Une ou plusieurs liaisons montantes dans une seule cellule (Fig. 2a).
- Cellule divisée en secteurs (Fig. 2b).



2.2 Déploiement cellulaire

Outre les scénarios indiqués, les zones de trafic dense peuvent être couvertes par un déploiement cellulaire, comme décrit à la Fig. 2c, qui montre une architecture identique pour les déploiements cellulaires du canal RCT montant et du réseau multifréquence DVB-T descendant. En pareil cas, les émetteurs DVB-T ne sont pas les émetteurs puissants normalement utilisés pour la radiodiffusion DVB-T.

FIGURE 2c
Déploiement cellulaire



1832-02c

Le système RCT, fondé sur les couches physiques OFDMA, est intrinsèquement souple et modulable, car il permet de faire un compromis entre le débit (par utilisateur), la capacité (nombre d'utilisateurs admis), les trajets disponibles et la taille des cellules. Pour cela on utilise une modulation et un codage adaptatifs, une assignation de sous-trajets et une concentration de puissance à l'extrémité utilisateur.

Le Tableau 3 montre le compromis entre l'assignation du trajet RF et le rapport porteuse/brouillage (C/I) entre les cellules du système RCT. Il présente la distribution du rapport C/I en fonction du nombre de trajets de fréquence assignés au système, qui résulte d'une simulation de huit cellules hexagonales avec des antennes types disposées dans six secteurs par cellule.

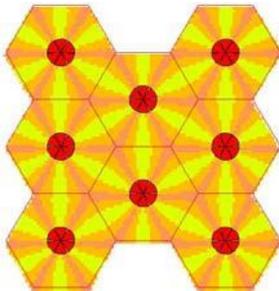
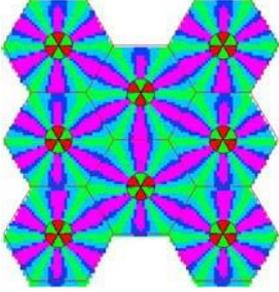
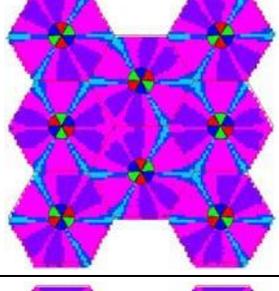
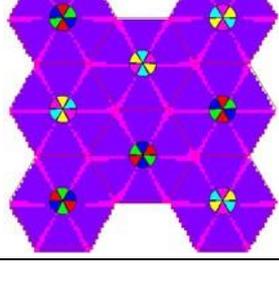
Le nombre de trajets assignés au système est indiqué dans la première colonne; les différentes valeurs du rapport C/I prévu figurent dans la deuxième colonne et le pourcentage de la zone de la cellule avec ledit rapport C/I pour des cellules de 2 km et des cellules de 6 km est indiqué dans la troisième colonne. Les motifs présentés dans la dernière colonne sont des distributions types du rapport C/I sur cette zone. Les différents niveaux du rapport C/I sont indiqués en couleur (rouge pour les niveaux bas, violet pour les niveaux élevés) dans les zones des cellules. Au centre de chaque cellule, on peut voir un diagramme circulaire coloré qui représente les secteurs, la couleur variant en fonction de la fréquence attribuée à chaque antenne du secteur.

Min	à	-2dB	
-2dB	à	2dB	
2dB	à	6dB	
6dB	à	10dB	
10dB	à	13dB	
13dB	à	18dB	
18dB	à	22dB	
22dB	à	24dB	
24dB	à	29dB	
29dB	à	Max	

En attribuant un nombre adéquat de sous-trajets, et en sélectionnant le niveau de modulation et de codage, il est possible d'exploiter le système RCT avec une large gamme de valeurs du rapport C/I . Un rapport C/I de niveau élevé permet au système de fonctionner avec un fort débit (en utilisant MAQ-64). Lorsque le niveau du rapport C/I est bas, en choisissant une modulation à faible rapidité (MDP-4) et un codage adéquat et en réduisant le nombre de sous-trajets assignés à chaque utilisateur, il est possible d'exploiter le système RCT au détriment du débit de données.

TABLEAU 3

Distribution du rapport C/I en fonction du nombre de trajets de fréquence aller et de la capacité de rejet des brouillages sur le trajet adjacent

Nombre de trajets de fréquence	C/I (dB)	Distribution de C/I		Motif type
		2 km	6 km	
1	-2 à 2 2-6 6-10	—	—	
2	24-29 22-24 18-22 13-18	29% 18% 30% 24%	27% 19% 30% 24,5%	
3	>29 dB 24-29 22-24 18-22	30,7% 51% 12% 6%	37,7% 46,6% 13,6% 2%	
6	>29 dB 24-29 22-24 18-22	72,3% 26,3% 1,3% 0%	48,53% 43,9% 6,8% 0,68%	

2.2.1 Calcul de la capacité

La capacité moyenne acceptée par un système à une seule porteuse (SC) qui utilise une modulation adaptative peut être calculée en fonction des pourcentages indiqués dans le Tableau 3, en supposant une distribution uniforme des utilisateurs à l'intérieur de la zone.

Pour le système OFDMA, le calcul est plus complexe, en raison de la division du trajet et des capacités de concentration de puissance. Le système OFDMA peut être opérationnel même en présence de brouillage important ou d'une faible intensité du signal reçu.

Le Tableau 4 récapitule la capacité moyenne et l'efficacité RF en termes de capacité globale par secteur de cellule, d'efficacité spectrale (bit/s/Hz) et d'efficacité du système (bit/s/Hz/cellule).

On a utilisé comme référence un système SC type/théorique qui, dans le cas d'un trajet à une seule fréquence, ne peut pas fonctionner étant donné que le niveau minimal du rapport C/I exigé n'est pas disponible dans ce scénario.

En revanche, le système OFDMA divise la largeur de bande de façon à éviter les brouillages. En pareil cas, bien que la capacité totale ne puisse être prise en charge, il est possible de transmettre une partie du trafic.

TABLEAU 4

Capacité par secteur et efficacité des systèmes à une seule porteuse et des systèmes OFDMA

Nombre de trajets de fréquence aller			Taille de la cellule	
			2 km	6 km
1	Mbit/s/secteur	Une porteuse	0	0
		OFDMA	2,35	2,35
	Bit/s/Hz	Une porteuse	0	0
		OFDMA	0,39	0,39
	Bit/s/Hz/cellule	Une porteuse	0	0
		OFDMA	2,35	2,35
2	Mbit/s/secteur	Une porteuse	7,4	7,3
		OFDMA	8,96	8,92
	Bit/s/Hz	Une porteuse	0,62	0,61
		OFDMA	0,75	0,74
	Bit/s/Hz/cellule	Une porteuse	3,70	3,65
		OFDMA	4,48	4,46
3	Mbit/s/secteur	Une porteuse	11,2	11,8
		OFDMA	13,3	13,44
	Bit/s/Hz	Une porteuse	0,62	0,66
		OFDMA	0,74	0,75
	Bit/s/Hz/cellule	Une porteuse	3,73	3,93
		OFDMA	4,43	4,48
6	Mbit/s/secteur	Une porteuse	13,6	12,4
		OFDMA	15	15
	Bit/s/Hz	Une porteuse	0,38	0,34
		OFDMA	0,42	0,42
	Bit/s/Hz/cellule	Une porteuse	2,27	2,07
		OFDMA	2,50	2,50

Le Tableau 4 montre que l'utilisation du système OFDMA présente un avantage substantiel, puisqu'il est possible d'obtenir entre 5% et 25% d'efficacité supplémentaire.

2.3 Déploiement des antennes

La norme RCT prévoit deux scénarios de déploiement d'antennes, à l'intérieur et à l'extérieur. Les systèmes RCT et DVB-T dans le sens descendant peuvent partager une antenne commune (il peut s'agir d'une antenne intérieure ou extérieure) en utilisant un commutateur ou un duplexeur. Les deux antennes peuvent aussi être distinctes. Ces possibilités sont décrites dans la norme et présentées dans la Fig. 3. Le sigle BIM est l'abréviation de module d'interface de diffusion (DVB-T) et IIM correspond au module d'interface interactive (RCT). Dx signifie multiplexeur. Il convient de noter que les options de commutation ne permettent pas l'exploitation simultanée de la réception télévisuelle et des émissions DVB-RCT; elles ne devraient donc probablement pas être utilisées dans la plupart des déploiements.

FIGURE 3
Déploiement d'antenne

