



# Information

Systemes numériques à bande étroite

FDMA et TDMA

## Limitation de responsabilité

Les informations ci-dessous sont délivrées par Icom Inc. exclusivement à des fins de clarification et/ou d'information, et tout a été mis en œuvre pour que leur contenu reste aussi neutre et impartial que possible.

Ce texte suppose que le lecteur connaît les systèmes de radio numérique à bande étroite FDMA et TDMA actuellement disponibles sur le marché des LMR (Radio Terrestre Mobile) et, en conséquence, aucune référence directe à des noms de systèmes ou de fabricants concurrents autres que Icom Inc. et/ou Icom, n'est utilisée ici.

Icom Inc. ne prétend pas que ce document contient une description comparative de chaque système, ni que son contenu peut être utilisé à des fins de comparaison.

Bien que le plus grand soin ait été apporté pour vérifier l'exactitude et la précision du contenu de ce document, Icom Inc. ne peut être tenu responsable des erreurs ou imprécisions qu'il pourrait éventuellement contenir. Icom Inc. se réserve le droit de modifier tout ou partie de ce document sans préavis ni obligation d'informer.

## Introduction :

Il existe actuellement, trois systèmes numériques à bande étroite à usage commercial ou industriel. Deux de ces systèmes sont basés sur la technologie FDMA 6,25 kHz (Un système offre également les fonctionnalités FDMA 12,5 kHz) et le troisième basé sur une trame de modulation TDMA à 2 slots opérant sur une largeur de bande de 12,5 kHz par canal. Le débat sur les avantages et les inconvénients de chaque système ne manquera sûrement pas de se produire, mais Icom aimerait exposer son opinion sur le sujet et clarifier certains commentaires entendus à ce jour.

## Conclusion Initiale : Quel est le meilleur système ?

Il est impossible de répondre à cette question, chaque système présentant des avantages et des inconvénients. Il est laissé à l'initiative du lecteur le soin d'effectuer les comparaisons nécessaires entre chacun des systèmes sur la base de l'information disponible au public, afin de déterminer par lui-même le système qui convient le mieux à ses propres besoins.

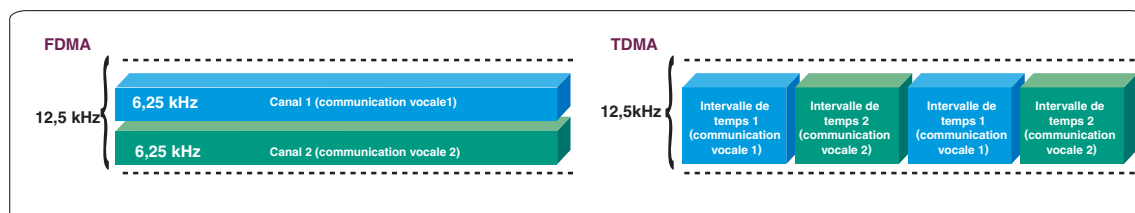
## Séparer les faits de la fiction :

Ce qui suit est une tentative d'explication non faussée des systèmes FDMA 6,25 kHz et TDMA 12,5 kHz. Nombre des explications fournies ci-dessous sont des clarifications de sujets relatifs aux deux systèmes qui, aujourd'hui, sont dans le domaine public.

## La Technologie :

Sans être trop technique, la différence fondamentale entre les systèmes FDMA (accès multiple par répartition de fréquence) et TDMA (accès multiple à répartition dans le temps) est la définition d'un canal et la manière de l'utiliser (d'y accéder). En FDMA une bande passante spécifique (par exemple, 6,25 kHz) à une fréquence spécifique (par exemple, 150,000 MHz) est utilisée pour définir un canal. C'est le mode d'allocation de canaux qui a été utilisé pendant des décennies.

En TDMA, le même principe s'applique en ce qui concerne la bande passante et la fréquence, mais le signal est divisé en intervalles de temps pour disposer d'une capacité "supplémentaire" dans la même bande passante, ce qui revient, par exemple, à disposer de "l'équivalent" de deux canaux 6,25 kHz dans un canal 12,5 kHz. Voir le diagramme ci-dessous pour une explication graphique.



Jusqu'à présent le système TDMA était plus efficace avec un espacement plus large entre voies tel que 25 kHz, puisque deux ou trois utilisateurs pouvaient accéder à la même bande passante que l'utilisateur unique d'un canal FDMA. Cependant, dans le cas de la technologie récemment développée de bande FDMA étroite 6,25 kHz, cette dernière et la technologie TDMA 12,5 kHz à 2 slots obtiennent le même résultat en ce qui concerne l'indice d'occupation spectrale.

## Protocoles Propriétaire ou Protocoles Libres :

Le protocole du système TDMA est conforme à la norme technique libre TS102 361 de l'Institut Européen pour les Normes de Télécommunications (ETSI) communément appelée DMR (Radio Numérique Mobile). Une licence et des royalties sont exigées pour l'utilisation de ce protocole dans le développement de produit, mais par essence, n'importe quel fabricant peut développer des produits conformes à la norme DMR .

De plus, en Europe la norme technique TS102 490 de l'ETSI, communément appelée dPMR446, offre une version libre de droits du protocole FDMA 6,25 kHz Aucune licence ou royalties ne sont réclamées pour l'utilisation de ce protocole et les fabricants, quels qu'ils soient, sont libres de développer des produits conformes à cette norme. Le développement d'une version de cette norme sous licence (Tier 2) a récemment été homologué par l'ETSI et la mise à jour de la norme est attendue pour la fin de l'année 2008.

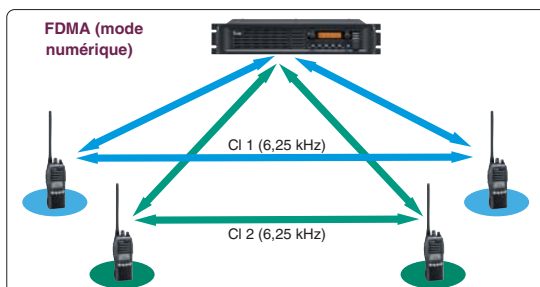
Hors d'Europe, le système TDMA a, jusqu'aujourd'hui, été développé par un seul fournisseur, et à l'heure où ces lignes ont été rédigées, aucun fabricant ne semble en mesure de développer ou de fournir des produits basés sur ce protocole.

Hors d'Europe, des fabricants, dont Icom, proposent actuellement des produits conformes au protocole FDMA 6,25 kHz. Il faut s'attendre à ce qu'à terme, d'autres fabricants proposent des produits basés sur ce protocole.

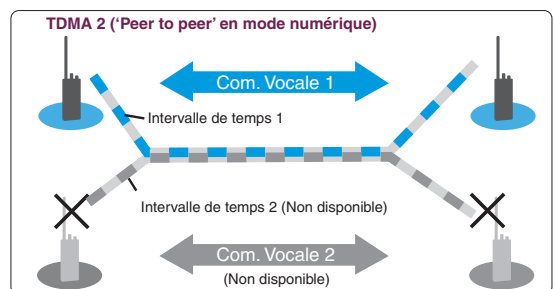
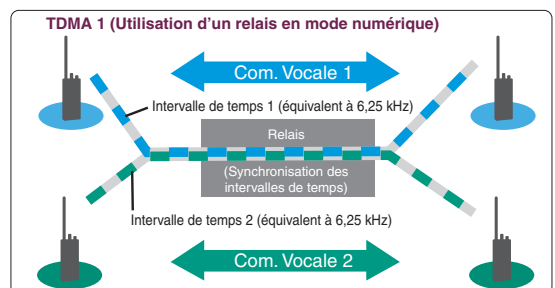
Comme on peut le voir, la réponse à la question de savoir si cette technologie est "propriétaire" ou "libre" est un mélange des deux.

## Indice d'Occupation Spectrale et "Double Capacité":

Comme indiqué ci-dessus, les deux technologies atteignent les possibilités de la bande étroite 6,25 kHz à l'aide de méthodes différentes. La différence réside dans le fait que le système FDMA est un "vrai" canal 6,25 kHz tandis que le système TDMA crée une "équivalence" au canal 6,25 kHz en partageant le canal à 12,5 kHz en intervalles de temps. À partir du fait que l'espacement à 12,5 kHz est considéré comme la norme actuelle de bande étroite, on peut considérer que les systèmes offrent ce qu'il est coutume d'appeler la "double capacité". La différence est que le système FDMA est toujours en double capacité qu'il soit utilisé avec ou sans infrastructure. Dans le système TDMA, la double capacité est obtenue à condition qu'un relais synchronise les intervalles de temps et que deux utilisateurs soient dans la même zone géographique et accèdent au même relais en même temps. Voir le schéma ci-dessous.



• Le système FDMA double toujours la capacité, aussi bien en mode 'peer to peer' que via un relais.



• La communication vocale 1 (Intervalle de temps 1) occupe la totalité du canal. Les stations utilisant l'intervalle de temps 2 ne peuvent donc pas communiquer.

## Qualité Audio :

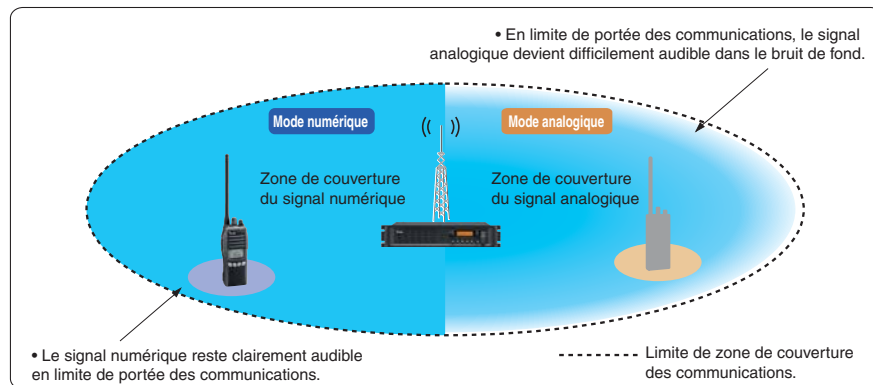
Beaucoup d'encre a coulé pour décrire la supériorité de la qualité de la technologie des radios terrestres mobiles analogiques sur la FM analogique. Actuellement, les deux systèmes FDMA et TDMA, utilisent le même vocodeur, donc, mises à part les différences de conception ou de puissance du haut-parleur, la qualité audio des deux systèmes doit être de niveau similaire.

## Portée d'émission :

Théoriquement, en conditions identiques et à même puissance d'émission, la bande passante plus étroite du système FDMA doit permettre au signal d'atteindre une portée supérieure que le système TDMA (ou FDMA) à 12,5 kHz. En effet, comme le bruit de fond de tout récepteur est proportionnel à la bande passante du filtre, plus la bande passante est étroite, plus la capacité de réception d'un signal étroit est élevée.

Sur le terrain, divers facteurs tels que la topographie, la hauteur de l'antenne des stations de base et des immeubles environnants, etc. affectent la propagation des signaux. Et aucun des deux systèmes ne peut se prévaloir d'une quelconque supériorité en l'absence de tests comparatifs spécifiques.

On peut cependant affirmer que le signal numérique surpasse sans difficulté le signal FM analogique en clarté audio en limites de couverture des communications, fournissant ainsi un signal audio plus fiable sur une zone totale plus étendue, même si la portée des deux signaux en distance est la même. Le schéma comparatif ci-dessous illustre cette différence.



## Autonomie de la batterie :

Le fabricant du système TDMA revendique une augmentation de 40 % de l'autonomie de la batterie en mode numérique en partant du fait que la durée d'émission est réduite de moitié (c'est-à-dire un intervalle de temps). À ce jour, nous n'avons trouvé aucun document dans la documentation publiée permettant de porter un jugement pertinent sur cette affirmation. En l'état actuel des choses, l'utilisateur ne dispose donc d'informations suffisantes pour évaluer une quelconque augmentation de l'autonomie de la batterie en mode numérique avec l'utilisation de ce système.

Comme indiqué en rubrique "Portée d'émission", la réduction du bruit de fond, caractéristique du rétrécissement de la bande passante en mode FDMA, améliore la sensibilité du récepteur. Il est possible d'émettre à puissance d'émission réduite, ce qui à pour conséquence d'augmenter l'autonomie de la batterie et donc de prolonger la durée d'utilisation de la radio.

## Coûts du Système :

Certains affirment que les frais de licence et les coûts de mise en place (par exemple, matériel de multiplexage plus coûteux ou nombre de relais plus élevé) du système FDMA sont potentiellement plus importants. La réglementation des licences varie considérablement selon le pays ou l'administration qui en a la charge. Il est donc tout à fait plausible que l'autorité compétente considère les deux intervalles de temps du système TDMA comme deux "canaux individuels" et donc y applique les frais de licence correspondant au nombre estimé de canaux du système.

L'argument du coût de mise en place du système complet dépend de nombreux facteurs et/ou de considérations telles que :

- Tous les systèmes doivent uniquement être des nouveaux sites ou systèmes.  
Un des objectifs du système Icom est de permettre aux utilisateurs de transformer progressivement leur système analogique en système numérique à leur propre rythme. Il n'est pas nécessaire de passer à un système totalement nouveau. Dans un site déjà en place on considère qu'un certain nombre d'équipements, tels qu'un multiplexeur, sont déjà installés.
- Le coût des composants d'un système FDMA est élevé.  
Le coût des produits est le fruit de la politique commerciale de chaque fabricant, mais Icom est décidé à proposer des produits à prix compétitif. Notre configuration de canaux "deux en un" offre au propriétaire du site un moyen souple d'implantation de l'infrastructure à un prix compétitif.  
Au final, ce sont les besoins individuels et les tendances du marché qui détermineront le coût du système. Ici encore, il s'agit d'une contrainte qui s'applique à chacun des trois systèmes actuellement proposés.

## Problèmes d'Interférences :

L'étroitesse de la bande passante a, dès le début, soulevé diverses questions quant aux interférences entre canaux adjacents dans le système FDMA à 6,25 kHz. Icom a mené une campagne d'essai probante et a présenté le système aux autorités américaines de coordination des fréquences pour montrer que les problèmes d'interférences avaient été pris en compte, ce qui a amené la délivrance de licences pour l'utilisation de canaux à 6,25 kHz. Les produits FDMA Icom sont également compatibles avec la norme européenne ETSI EN301 166 pour les communications analogiques ou numériques à bande étroite, très difficiles à adapter à la bande passante de 6,25 kHz.

Comme les produits du système TDMA fonctionnent dans une bande passante de 12,5 kHz les problèmes d'interférences avec les canaux adjacents sont très largement pris en compte, comme cela a, depuis un certain temps, été une exigence pour tous les fabricants de systèmes radios. La preuve en est que les mêmes licences de bande étroite ont été approuvées par les autorités américaines de coordination des fréquences. Les produits DMR européens doivent être conformes à la norme EN300 113 qui est la norme équivalente pour les systèmes 12,5 kHz.

La surveillance des interférences potentielles doit être poursuivie ultérieurement par toutes les parties intéressées à mesure de la pénétration du produit sur le marché. Ceci s'applique au système FDMA 6,25 kHz pour les interférences de canal et au système TDMA par exemple, pour les interférences de canal commun (c'est-à-dire les interférences entre intervalles de temps), ce qui peut être un problème lorsque deux stations utilisent le même relais à des distances différentes, en raison des différences de délai de synchronisation entre les intervalles de temps.

## Fonctions Numériques :

Les deux systèmes FDMA et TDMA offrent de nombreuses fonctions aussi bien en mode analogique qu'en mode numérique. Il est recommandé au lecteur d'effectuer un comparatif exhaustif de chaque système de sorte à disposer de suffisamment de connaissances pour sélectionner celui qui correspond le mieux à ses propres besoins. La liste ci-dessous récapitule les éléments communs aux deux systèmes pour les fonctions numériques.

- **Double mode**  
Les deux systèmes disposent d'une fonctionnalité "double mode" analogique et numérique et sont compatibles avec les systèmes analogiques FM existants.
- **Communication 'peer to peer'**  
Les deux systèmes peuvent communiquer 'peer to peer' en mode numérique. Cependant, comme indiqué, le système FDMA 6,25 kHz utilise toujours une bande passante de seulement 6,25 kHz par canal en mode numérique. Comme expliqué dans "Indice d'Occupation Spectrale et Double Capacité", le système TDMA occupe une bande passante de 12,5 kHz de bande passante, mais utilise seulement la moitié du canal (c'est-à-dire un seul intervalle de temps). Du point de vue de l'indice d'occupation du spectre, le système FDMA a l'avantage dans le mode de communication "peer to peer".
- **Fonction de Signalisation et Type d'appel**  
Bien que la dénomination puisse varier d'un système à l'autre, les équivalents numériques de l'appel individuel, de l'appel de groupe, de l'appel sélectif, des transmissions de données, des messages d'états, etc. existent jusqu'à un certain point, dans les deux systèmes
- **Trunking numérique**  
Aujourd'hui, un seul fabricant propose le trunking numérique, mais Icom proposera cette fonction dans un avenir proche. Il n'est pas certain qu'une version trunking du système TDMA sera disponible, mais une norme de protocole de trunking existe dans la version DMR européenne de ce système.
- **Interfaçage réseau**  
Les deux systèmes peuvent être connectés à un réseau et/ou disposer de la fonctionnalité IP, bien que jusqu'à présent, seul le système TDMA ait offert cette fonctionnalité. Les deux systèmes FDMA devraient offrir cette possibilité dans le futur.
- **Applications**  
Le système TDMA propose d'ajouter une application externe permettant de renforcer le système et ses fonctions. Icom a également l'intention de proposer à des éditeurs de logiciels la possibilité de créer des applications permettant d'étendre ou de personnaliser les fonctions de base du système. Nous ne sommes pas en mesure d'indiquer les intentions des autres fabricants de systèmes FDMA à 6,25 kHz.

## Interopérabilité des systèmes :

La configuration minimale requise pour l'interopérabilité est la suivante :

- \* Plus d'un fabricant proposant un produit utilisant un protocole commun.
- \* Compatibilité d'un jeu minimal de fonctions entre les produits de tous les fabricants d'un tel protocole.

Comme indiqué en section "Protocoles Propriétaires ou Libres", des protocoles libres sont disponibles en Europe pour les deux systèmes FDMA et TDMA. Des séries de tests d'interopérabilité et de conformité sont également disponibles, de sorte qu'un produit correctement développé par n'importe quel fabricant sur la base de la norme appropriée, bénéficie de l'interopérabilité avec une radio d'un autre fabricant.

Hors Europe, les deux fabricants du système FDMA ont trouvé un accord et ont effectué les essais préliminaires d'un jeu minimum de fonctions en mode conventionnel. Les produits FDMA à 6,25 kHz éventuellement développés dans le futur par d'autres fabricants, devront offrir ce jeu minimum de fonctions pour être conformes et donc permettre l'interopérabilité.

Comme indiqué ci-dessus, il n'est pas possible actuellement de savoir si le fabricant du système TDMA mettra le protocole à la disposition d'autres fabricants pour leur permettre de développer des produits compatibles.

## En conclusion :

Comme indiqué dans ce document, les systèmes FDMA et TDMA offrent tous deux des avantages et des fonctions similaires. Nous espérons que l'information ici dispensée a permis de clarifier les diverses interrogations et a fourni de nouvelles données de référence. L'heure est sans doute à un vif intérêt pour les fabricants comme pour les utilisateurs en ce qui concerne le potentiel des systèmes des radios LMR numériques à bande étroite sur les marchés privés de la sécurité partout dans le monde.



ICOM FRANCE  
Zac de la Plaine - 1, Rue Brindejont des Moulinais  
BP 45804 - 31505 TOULOUSE CEDEX 5  
Tél : +33 (0)5 61 36 03 03 - Fax : +33 (0)5 61 36 03 00  
WEB ICOM : <http://www.icom-france.com>  
E-mail : [icom@icom-france.com](mailto:icom@icom-france.com)

