

# Réseaux sans fil dans les pays en développement

Un guide pratique pour la planification et la construction  
d'infrastructures de télécommunication à bas prix

# Réseaux sans fil dans les pays en développement

Pour plus d'informations sur ce projet, visitez notre site: <http://wndw.net/>

Première édition, Janvier 2006  
Édition en français, Novembre 2006

ISBN10: 0-9778093-2-3  
ISBN13: 978-0-9778093-2-5

Plusieurs désignations employées par des fabricants et des fournisseurs pour identifier leurs produits sont des marques déposées. Lorsque les auteurs se sont rendus compte de l'utilisation d'une marque déposée, les marques ont été imprimées en lettres majuscules ou avec une initiale majuscule. Les marques déposées appartiennent à leurs propriétaires respectifs.

Bien que les auteurs et l'éditeur aient préparé ce livre avec un grand soin, ils ne formulent aucune garantie explicite ou implicite dans cet ouvrage et n'endossent aucune responsabilité quant aux erreurs ou omissions qu'il peut éventuellement contenir. Aucune responsabilité n'est endossée pour des dommages fortuits consécutifs à l'utilisation de l'information contenue au sein de cette oeuvre.

© 2006, Limehouse Book Sprint Team



La parution de ce travail se fait sous la licence **Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.5**. Pour plus d'informations sur vos droits d'utilisation ou redistribution de ce travail, veuillez-vous référer à la licence sur <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>

# Table des matières

## Avant-propos

## Par où commencer?

But de ce livre.....	2
Adapter votre réseau actuel à la technologie sans fil.....	3
Protocoles de réseaux sans fil.....	4
Questions et réponses.....	6

## Une introduction à la physique des ondes radio

Qu'est qu'une onde?.....	9
Polarisation.....	13
Le spectre électromagnétique.....	14
Largeur de bande.....	15
Fréquences et canaux.....	16
Comportement des ondes radio.....	16
Ligne de vue.....	24
Énergie.....	26
Physique dans le monde réel.....	28

## Conception d'un réseau

Conception du réseau physique.....	31
Le réseau logique.....	35
802.11 Réseaux sans fil.....	38
Réseautage Internet.....	40
Réseautage maillé avec OLSR.....	44
Évaluation de la capacité.....	54
Planification des liens.....	58
Optimisation du trafic.....	71
Optimisation des liens Internet.....	83

## Antennes et lignes de transmission

Câbles.....	89
Guides d'ondes.....	92
Connecteurs et adaptateurs.....	94
Antennes et modèles de propagation.....	97
Théorie de réflexion.....	110

Amplificateurs.....	111
Conception pratique d'antennes.....	113

## Matériel réseau

Sans fil, avec fil.....	133
Choisir des composants sans fil.....	135
Solutions commerciales vs. DIY (Faites-le vous-même).....	137
Produits sans fil professionnels.....	140
Créer un point d'accès à l'aide d'un ordinateur.....	146

## Sécurité

Sécurité physique.....	160
Menaces pour le réseau.....	162
Authentification.....	165
Protection des renseignements personnels.....	171
Surveillance.....	179

## Construire un noeud extérieur

Boîtiers à l'épreuve de l'eau.....	189
Fournir de l'énergie.....	190
Considérations de montage.....	192
Sécurité.....	197
Aligner les antennes sur un lien à longue distance.....	198
Protection contre la foudre.....	200
Énergie solaire et éolienne.....	203

## Dépannage

Créer votre équipe.....	215
Technique de dépannage appropriée.....	218
Problèmes courants de réseau.....	220

## Études de Cas

Conseil général.....	231
Étude de cas: traverser la brèche à l'aide d'un simple pont à Tombouctou.....	235
Étude de cas: un terrain d'expérimentation à Gao.....	237
Étude de cas: Spectropolis, New York.....	241
Étude de cas: la quête d'un Internet abordable dans le Mali rural.....	246
Étude de cas: déploiements commerciaux en Afrique de l'Est.....	254

# Avant-propos

Ce livre fait partie d'une collection de matériel en rapport avec le réseautage sans fil dans les pays en développement. Tous les documents de la collection ne sont pas disponibles au moment de cette première parution, mais la collection complète comportera:

- Des livres imprimés ;
- Une version PDF Sans-GDN (DRM-Free) du livre ;
- Une liste de discussion archivée sur les concepts et techniques décrits dans ce livre ;
- Des études de cas additionnelles, du matériel et de l'information pour des cours de formation.

Pour avoir accès à tout ce matériel et plus, visitez notre site Web à <http://wndw.net/>

Ce livre et le fichier PDF sont publiés sous une licence **Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.5**. Ceci permet à n'importe qui de réaliser des copies, et même de les vendre pour en tirer un bénéfice, aussi longtemps que les auteurs reçoivent les attributions appropriés et que tous les travaux dérivés sont mis à disposition en vertu des mêmes conditions. Toutes les copies et les travaux dérivés **doivent** clairement mettre en évidence un lien vers notre site Web, <http://wndw.net/>. Visitez <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/> pour plus d'informations sur ces termes. Les copies imprimées doivent être commandées sur le site [lulu.com](http://lulu.com), un service d'impression à la demande.

Consultez le site Web (<http://wndw.net/>) pour plus de détails concernant la commande d'une copie imprimée. Le document PDF sera mis à jour périodiquement et la commande à partir du service d'impression à la demande s'assurera que vous recevrez toujours la dernière version.

Le site Web inclura des études de cas additionnelles, l'équipement disponible actuellement et plus de références provenant de sites Web externes. Volontaires et idées sont les bienvenus. Veuillez s'il-vous-plaît joindre notre liste de discussion et nous envoyer vos idées.

Le matériel de formation a été écrit pour des cours offerts par l'Association pour le Progrès des Communications et l'*Abdus Salam International Center for Theoretical Physics*. Veuillez-vous référer <http://www.apc.org/wireless/> et <http://wireless.ictp.trieste.it/> pour plus de détails sur ces cours et leurs matériels didactiques. L'information additionnelle a été offerte par l'*International Network for the Availability of Scientific Publications*, <http://www.inasp.info/>. Quelques-uns de ces matériels ont été directement incorporés à ce livre.

## Crédits

Ce livre a été initié comme un projet BookSprint durant la session 2005 de la conférence WSFII à Londres, Angleterre (<http://www.wsfii.org/>). Une équipe initiale de sept personnes en a établi les premières grandes lignes au cours de l'événement, a présenté les résultats à la conférence et a écrit le livre en quelques mois. Rob Flickenger a fait figure d'auteur et d'éditeur principal.

Au cours du projet, le groupe initial et central a activement sollicité des contributions et la rétroaction de la communauté de réseaux sans fil.

## Groupe central

- **Corinna “Elektra” Aichele.** Les intérêts principaux d'Elektra incluent les systèmes d'énergie autonomes et la communication sans fil (antennes, connexions sans fil sur une longue distance, réseautage maillé). Elle a réalisée une petite distribution de Linux Slackware relié à un réseautage maillé sans fil. Cette information est évidemment redondante si nous lisons le livre... <http://www.scii.nl/~elektra>
- **Rob Flickenger** a été l'auteur, l'éditeur et l'illustrateur principal de ce livre. Rob est écrivain professionnel depuis 2002. Il a écrit et édité plusieurs livres, incluant *Building Wireless Community Networks* ainsi que *Wireless Hacks*, publiés par O'Reilly Media. Il a été le co-fondateur de Metrix Communication LLC (<http://metrix.net/>), une compagnie de matériel sans fil dédiée aux logiciels open source et open standards (logiciels libres) et au réseautage sans fil ubiquitaire. Avant de devenir un membre actif de *SeattleWireless* (<http://seattlewireless.net/>), il a été le père fondateur du projet NoCat (<http://nocat.net/>).

Le but de Rob est la réalisation de la *Largeur de bande infinie, partout et gratuite (Infinite Bandwidth Everywhere for Free)*.

- **Carlo Fonda** est membre de l'Unité de Radio Communications à l'*Abdus Salam International Center for Theoretical Physics* à Trieste, Italie.
- **Jim Forster** a dédié sa carrière au développement de logiciels. Il a surtout travaillé sur les systèmes d'exploitation et sur la réseautique au sein de compagnies dans le domaine. Il détient de l'expérience au sein de plusieurs nouvelles compagnies de Silicon Valley. Certaines ayant connu

un échec, et une ayant particulièrement réussi, à savoir *Cisco Systems*. Après y avoir consacré plusieurs années de travail en développement de produits, ses plus récentes activités incluent le travail sur des projets et des politiques pour améliorer l'accès à Internet dans les pays en développement. Il peut être contacté à [jrforster@mac.com](mailto:jrforster@mac.com).

- **Ian Howard**. Après avoir volé à travers le monde durant sept ans comme parachutiste de l'armée canadienne, Ian Howard a décidé d'échanger son fusil contre un ordinateur.

Après avoir terminé un baccalauréat en sciences environnementales à l'Université de Waterloo, il a écrit dans une proposition: « la technologie sans fil a la possibilité de réduire la brèche digitale. Les nations pauvres, qui ne possèdent pas comme nous l'infrastructure pour l'inter-connectivité, auront à présent l'opportunité de créer une infrastructure sans fil ». Comme récompense, *Geekcorps* l'envoya au Mali comme responsable de programme où il a travaillé à la tête d'une équipe oeuvrant à l'équipement de stations de radio avec des connexions sans fil et où il conçu des systèmes de partage de données.

Il est actuellement un consultant pour plusieurs programmes *Geekcorps*.

- **Tomas Krag** consacre ses jours à travailler avec *wire.less.dk*, une compagnie enregistrée sans but lucratif qu'il a fondé, avec son ami et collègue Sebastian Büttrich, au début de 2002 et qui est installée à Copenhague. *wire.less.dk* se spécialise dans les solutions de réseautage sans fil communautaire et se concentre particulièrement sur les réseaux sans fil à bas prix pour les pays en développement.

Tomas est aussi associé à la *Tactical Technology Collective* <http://www.tacticaltech.org/>, une organisation sans but lucratif située à Amsterdam qui se dédie à « renforcer les mouvements technologiques sociaux et les réseaux dans les pays en développement et en transition, ainsi qu'à promouvoir l'usage efficace, conscient et créatif des nouvelles technologies de la part de la société civile ». Actuellement, la plus grande partie de son énergie se concentre sur le projet *Wireless Roadshow* (<http://www.thewirelessroadshow.org/>), une initiative qui appuie les partenaires de la société civile dans les pays en développement dans la planification, la construction et la viabilité des solutions de connectivité basées sur l'utilisation de spectres à exemption de licences, de technologie et de connaissances libres.

- **Marco Zennaro**, aussi connu sous le nom de Marcus Gennaroz, est un ingénieur en électronique travaillant à l'ICTP à Trieste, Italie. Depuis son adolescence, il fait usage des BBS (ou babillards électroniques) et est un radioamateur. Il est donc heureux d'avoir été en mesure de fusionner les deux champs en travaillant dans le domaine du réseautique sans fil. Il apporte toujours son Apple Newton.

En plus du groupe principal, plusieurs ont contribué par leurs écrits, rétroactions, corrections et d'autres qualités qui font de ce projet ce qu'il est présentement.

## Contributors

- **Sebastian Büttrich** (<http://wire.less.dk/>) est un généraliste en technologie avec une formation en programmation scientifique et physique. Originaire de Berlin, Allemagne, il a travaillé pour *IconMedialab* à Copenhague de 1997 à 2002. Il détient un Doctorat en physique quantique de l'Université Technique de Berlin. Sa formation en physique englobe des domaines tels que les dispositifs RF et la spectroscopie micro-ondes, les systèmes photovoltaïques et les mathématiques avancées.

Il est également un musicien professionnel.

- **Kyle Johnston**, <http://www.schoolnet.na/>
- **Adam Messer**. Avec une formation initiale d'entomologiste, Adam Messer s'est métamorphosé en professionnel des télécommunications après qu'une conversation fortuite en 1995 l'ait mené à créer l'un des premiers Fournisseur d'Accès à Internet (FAI) de l'Afrique. Devenant un des pionniers dans le domaine des services de données sans fil en Tanzanie, Messer a travaillé durant 11 ans en Afrique de l'Est et du Sud dans le domaine de la transmission de la voix et des données tant pour des nouvelles entreprises que pour des compagnies multinationales de cellulaires. Il réside présentement à Amman, Jordanie.
- **Ermanno Pietrosevoli** s'est consacré au cours des vingt dernières années à planifier et construire des réseaux d'ordinateurs. Comme président de l'École Latino-américaine de Réseaux, *Escuela Latinoamericana de Redes "EsLaRed"*, [www.eslared.org.ve](http://www.eslared.org.ve), il a enseigné dans le domaine des données de communication sans fil dans plusieurs pays tout en conservant sa base à Mérida, Venezuela.
- **Dana Spiegel** est un consultant indépendant en logiciels et fondateur de *sociableDESIGN* ([www.sociableDESIGN.com](http://www.sociableDESIGN.com)), une firme de consultants qui se spécialise en logiciels sociaux et les technologies sans fil. Il est également Directeur Exécutif et membre du Conseil d'Administration de *NYCwireless* ([www.nycwireless.net](http://www.nycwireless.net)), une organisation sans but lucratif située à New York City qui préconise et permet la croissance des réseaux sans fils libres et publics. Il écrit aussi le blog *Wireless Community* ([www.wirelesscommunity.info](http://www.wirelesscommunity.info)).

## Appuis

- **Lisa Chan** (<http://www.cowinanorange.com/>): l'éditrice principale.
- **Richard Lotz** (<http://greenbits.net/~rlotz/>) a réalisé une révision technique et a fourni différentes suggestions. Il travaille sur des projets *SeattleWireless* et préfère laisser son noeud (et sa maison) déconnectés.
- **Casey Halverson** (<http://seattlewireless.net/~casey/>) a réalisé une révision technique et a fourni différentes suggestions.
- **Catherine Sharp** (<http://odessablue.com/>) a offert son appui pour l'édition.
- **Matt Westervelt** (<http://seattlewireless.net/~mattw/>) a réalisé une révision technique et a offert son appui pour l'édition. Matt est le fondateur de *SeattleWireless* (<http://seattlewireless.net/>) et un « évangéliste » de la cause de FreeNetworks partout à travers le monde. Il a abandonné le monde corporatif pour donner naissance à Metrix Communication LLC (<http://metrix.net/>), une compagnie créée pour approvisionner *FreeNetworkers* en produits de réseautage sans fil basés sur des standards de haute qualité. Étant enfant, il a beaucoup écouté La rue Sésame et a la ferme conviction (peut-être erronée) que la coopération peut résoudre plusieurs des problèmes du monde.

## Remerciements spéciaux

Le groupe central voudrait remercier les organisateurs de la conférence WSFII pour avoir facilité l'espace, le support et également fourni la largeur de bande qui ont servi comme incubateur de ce projet. Nous voudrions tout particulièrement remercier les réseauteurs communautaires partout dans le monde, qui dédient autant de temps et d'énergie afin d'atteindre la promesse de l'Internet global. Sans vous, les réseaux communautaires ne pourraient exister.

L'équipe Booksprint veut remercier les importantes contributions de collègues et amis partout autour du globe ayant rendu possible la traduction dans diverses langues du livre « Réseaux sans fil dans les pays en développement ».

La traduction française a été réalisée par Alexandra Dans, et révisée par Ian Howard, Nadia Haouel, Marouen Mraïhi, Stéphane Nicolas, Frédéric Renet, François Proulx, Victor Tonon et Antoine Guillemot. Toutes leurs contributions ont été éditées par Jean-Philippe Dionne, notre rédacteur en chef, responsable de garantir que les concepts techniques ont été préservés et exprimés correctement. La coordination de cet effort collectif a été développée à travers l'initiative WiLAC, <http://www.wilac.net>