



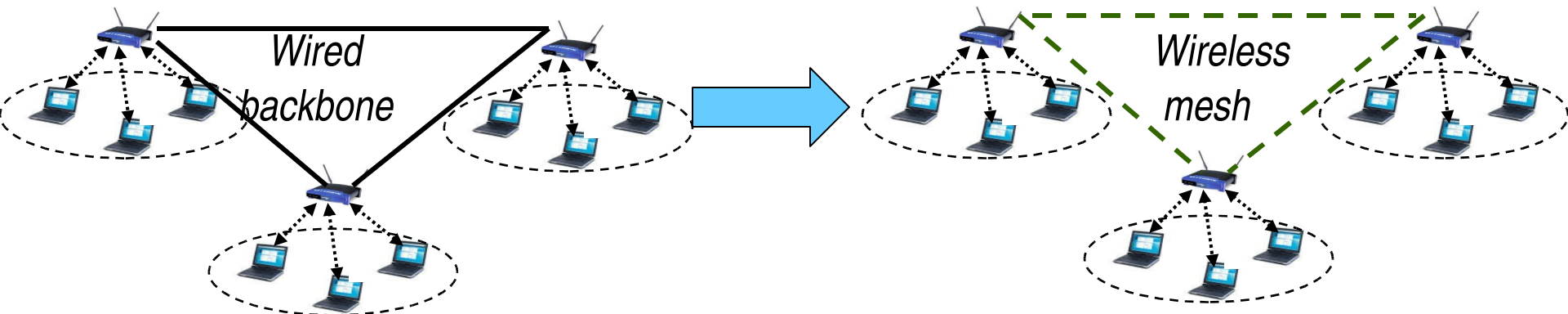
**RESEAUX
SANS FIL
MAILLES
(« MESH »)**

SOMMAIRE

- DEFINITION
- TOPOLOGIES
- AVANTAGES DES RESEAUX MESH
- PROTOCOLES DE ROUTAGE MESH
- EQUIPEMENTS MESH
- LIMITES ET CHALLENGES

DEFINITION

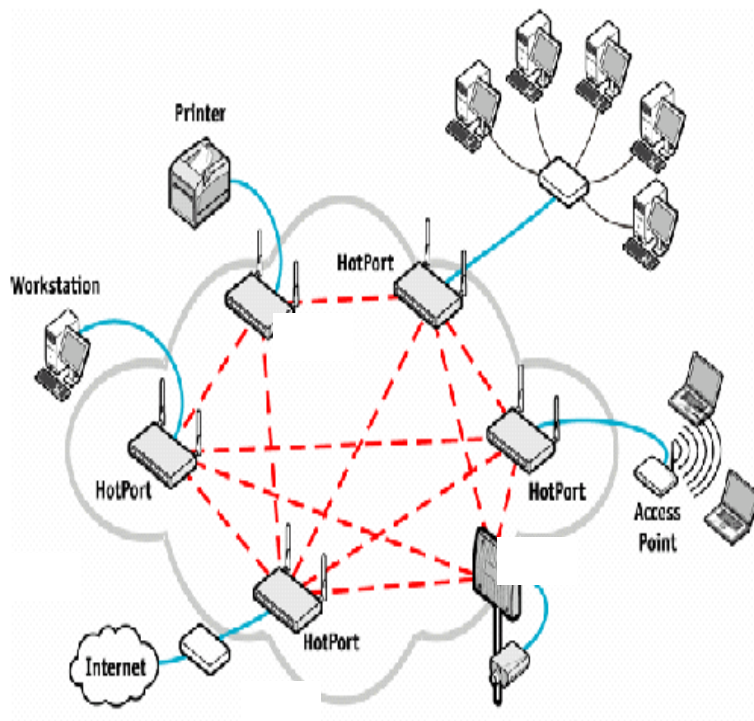
La technologie mesh permet aux équipements sans-fil de se **connecter de proche en proche, d'une façon dynamique et/ou statique et instantanée, sans hiérarchie centrale**, formant ainsi une structure en forme de filet d'où son nom Mesh.



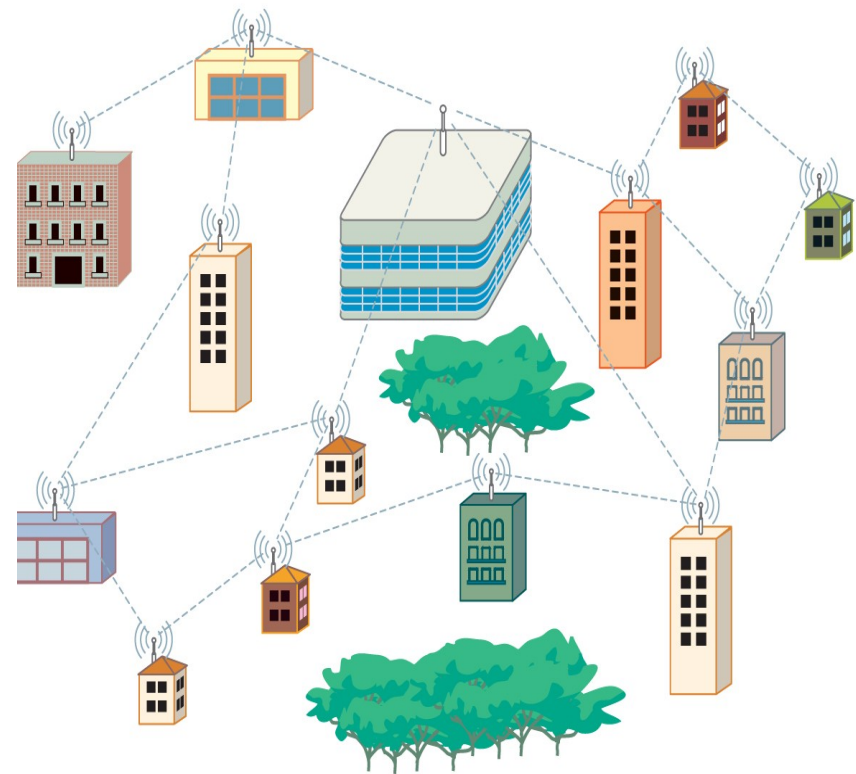
La technologie mesh permet aussi la connexion et la déconnexion de nouveaux relais **sans recourir à la configuration manuelle** et fastidieuse du réseau.

TOPOLOGIES

Maillage totale



Maillage partielle



AVANTAGES DES RESEAUX MAILLES SANS FIL

•Le faible coût

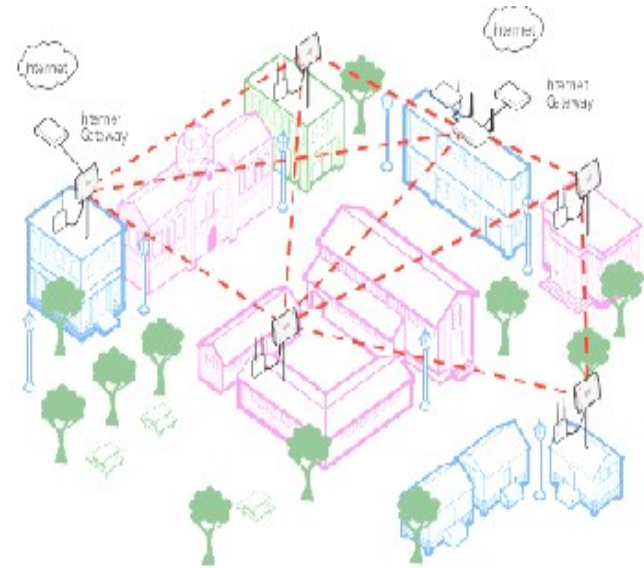
•La Facilité d'installation

•Elimination **totale** du câblage

•Un modèle économique simple

•Des possibilités d'alimentation diverses

•Une robustesse d'infrastructure



PROTOCOLES DE ROUTAGE MESH

- Fonctions remplies
- Découverte des noeuds directs
- Découverte des frontières
- Calcul de la métrique
- Calcul des Itinéraires optimums
- Gestion des adresses IP

PROTOCOLES DE ROUTAGE MESH

- Categories Principales

PROTOCOLES REACTIFS:

(*sur demande*) sur la détection des problèmes (routes non fonctionnelles) moins exigeant sur le processeur.

PROTOCOLES PRO- ACTIFS:

(*dirigé par les tableaux*) vérifie l'état des liens et met à jour les tableaux, très complexe et exigeant pour le processeur. Haute performance

PROTOCOLES DE ROUTAGE MESH

- Protocoles Pro actifs
- **OLSR** « Optimized Link State Routing Protocol » ,
- **MMRP** « Mobile Mesh Routing Protocol » , en court: MobileMesh
- **OSPF** « Open Shortest Path First »
- ...

OLSR

Optimized Link State Routing

- Pour le protocole « Optimized Link State Routing ». RFC3626
- Le protocole de routage OLSR est conçu pour les réseaux mobiles Ad Hoc.
- C'est un protocole proactif, dirigé par les tableaux et utilisant une technique appelée **MRP** « **multipoint relaying** » pour acheminer les messages.
- Actuellement, son exécution se compile sur les systèmes GNU/Linux, Windows, OS X, FreeBSD et NetBSD.
- OLSRD est conçu pour être bien structuré et bien codé;
- C'est l'un des protocoles les plus stables et prometteurs.

MMRP (MobileMesh)

Le protocole MobileMesh contient trois protocoles séparés, chacun gérant une fonction spécifique:

- **Découverte des liens**
- **Routage – « Link State Packet Protocol »**
- **Découverte des frontières – permet les tunnels externes**

- **Développé by Mitre (par des intérêts militaires)**
- **Le logiciel Mobile Mesh est sous la licence publique GNU (Version 2)**

Ref: <http://www.oreillynet.com/pub/a/wireless/2004/01/22/wirelessmesh.html>

PROTOCOLES DE ROUTAGE MESH

- Protocoles Réactifs

AODV

- Le protocole de routage AODV pour « Ad hoc On Demand Distance Vector » est conçu pour les réseaux mobiles et en direct (ad hoc).
- Il permet un routage dynamique, automatique et « multihop » entre les ordinateurs.
- Présentement expérimenté, ce protocole sera bientôt normalisé à la IETF.
- Le projet AODV@IETF est rendu possible par la collaboration des laboratoires MOMENT et NMSL de Santa Barbara et de Intel R&D.

Équipements pour les topologies mesh

- Ils peuvent varier de moins de 50 dollars américains pour un ordinateur ré-usiné jusqu'à plusieurs milliers pour un ordinateur plus récent intégrant des équipement de type opérateur.
- Les marchés sont en développement, des plateformes et des normes libres sont en développement

Équipements Mesh 4G AccessCube

- Dimensions: petit cube (7x5x7cm)
- Consommation électrique basse (ca. 4-6W)
- 100Mbps Ethernet
- Puissance Ethernet (802.3af standard)
- Jusqu'à 2 (4,6) WLAN (802.11a/b/g) connecteurs)
- 400MHz MIPS processeur
- 32MB flash, 64MB RAM
- USB
- Environ 200-400 €



interfaces (RP-SMA



Équipements Mesh :

Linksys WRT54G



- Pas initialement prévu comme un équipement pour la technologie en mailles
- Une des options les plus versatile et à faible coûts à cause du logiciel GPLed.
- Plusieurs autres versions du logiciel sont disponibles: OpenWRT, EWRT, Batbox, Sveasoft , FreifunkFirmware, et davantage

Caractéristiques: RAM / Flash / vitesse processeur

WRT54G v2	16	4	200 MHz
WRT54GS	32	8	200 MHz

Processeur: BCM4712KPB

Prix: 60 € (WRT54G) / 7



Équipements Mesh : Locustworld MeshAP

- Processeur de 500 Mhz, 128 mb ram, WiFi intégré, 32 mb disque compact.
- Pas de parties amovibles!
- Le logiciel Locustworld MeshAP est basé sur MobileMesh. Une des plateformes les plus populaires dans la mise en réseau communautaire.
- Carte mère VIA Technologies
- 400 USD chacun ou 350USD avec une commande de 10 et +



Équipements mesh: n'importe quel vieux portable peut devenir un noeud

- N'importe quel vieux portable peut devenir un node
- Visez n'importe quelle version de Linux adaptée, ex : Pebble Linux, MeshLinux, etc.
- Il existe plusieurs raisons contre l'utilisation des vieux équipement ré-usinés, notamment la consommation élevée d'électricité.

Solutions logicielles aux réseaux Mesh

- Nous présentons ici un mélange de versions de tout ordre.
- Un bon point de départ pour l'expérimentation.
- Un intérêt tout spécial sur le logiciel libre.

Solutions Logicielles : MeshLinux

- Par Elektra, Berlin/Allemagne
- Basé sur slackware, autour de 50 MB ISO
- Pour les portable ré-usinés
- Protocoles inclus: MobileMesh, OLSR, BGP, OSPF, RIP, AODV

Solutions Logicielles : Zebra/Quagga

- Par Kunihiro Ishiguro
- Un logiciel libre, GNU Zebra gère le protocole de routage TCP/IP et est distribué sous la licence GNU GPL
- Protocoles inclus: BGP-4 (RFC1771), RIPv1, RIPv2, OSPFv2, IPv6.
- Fork: Quagga adds RIPv3, OSPFv3

Solutions Logicielles : CUWin

- Par Champaign Urbana projet communauté, USA.
- Le projet CUWiN « Champaign-Urbana Community Wireless Network » a créé un système d'opération complet pour établir un node, parti d'un réseau sans fil en mailles.
- Il est basé sur NetBSD auquel ils est ajouté des pilotes sans fil, des protocoles de routage et des systèmes spécialisés permettant aux noeuds de fonctionner en harmonie et d'échanger les données.
- Utilise HSLS (Hazy Sighted Link State routing protocol) , OSPF et ETX.

Solutions Logicielles : Pebble

- par NYCWireless community.
- Pebble Linux est une version micro (moins de 64 megs, mais plus grand que 8 megs) conçue pour des cartes intégrées tels que Soekris ou Stylistic 1000. Il est basé sur Debian GNU/Linux et est parfait pour toutes sortes de machines incluant les vieux 486, les mini-itx boards, etc.
- Protocoles inclus: OSPF, (OLSR en version Metrix)

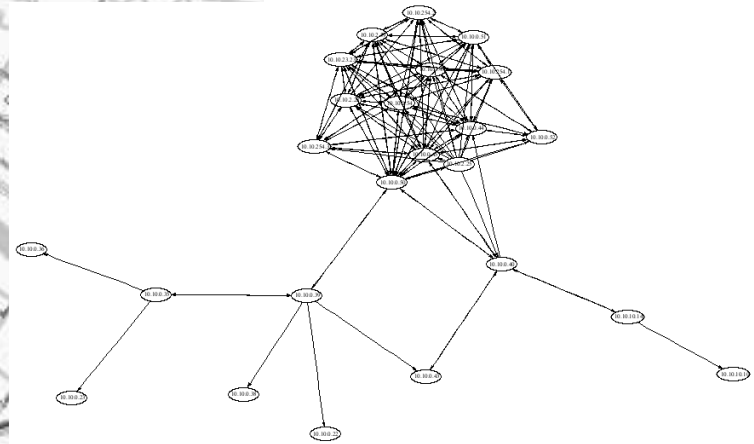
Solutions Logicielles : OpenWRT

- OpenWrt est une version Linux pour Linksys WRT54G,
- ssh et interface web disponible via ipkg
- plusieurs compléments, ex : php, nocat, spalsh, asterisk
- Protocoles inclus: OLSR, AODV,

Logiciels liés: Freifunk

- Par le groupe Freifunk, Berlin/Allemagne
- Basé sur OpenWRT
- Freifunk peut être installé, soit sur un Linksys WRT54g (version 1.0 à 2.2), un WRT54gs (version 1.0 et 1.1), un WAP54g (version 2.0) ou un équipement compatible pour facilement mettre en place un noeud OLSR.

Quelques cas: OLSR Freifunk, Berlin, Allemagne



Quelques cas : MIT Rooftop



Des cas: CUWin



Quelques cas : Tropos.com Chaska, Minnesota

Propriétaire MetroMesh™ routing software &
Predictive Wireless Routing Protocol PWRP™

Chaska, Minnesota: Réseau municipal:
environ 250 noeuds



The Tropos 5110 outdoor MetroMesh router.

Quelques cas : Taipei/Taiwan

Un exemple de grand réseau municipal.

Extrait d'un communiqué de presse de Nortel:

“la ville of Taipei, Taiwan a sélectionné Nortel Networks pour la mise en place d'un réseau en mailles intégrant 10000 points d'accès sans fil à la fin de 2005 et desservant 272 km² où vivent 2.65 millions de personnes.”

Nortel/Qware

Les challenges des réseaux mesh

- Débit utile
- Temps de latence
- Sécurité
- Distribution des adresses IP

Les challenges des réseaux mesh

- La discussion est controversée et parfois biaisée selon les intérêts personnels.
- Les attentes divergent largement. Une entreprise a des besoins et doit relever d'autres défis que la connectivité en milieu rural.
- Il y a tout simplement plusieurs choses qui n'ont pas encore été expérimentées (échelle, stabilité) et qui ne peuvent être analysé en laboratoire.

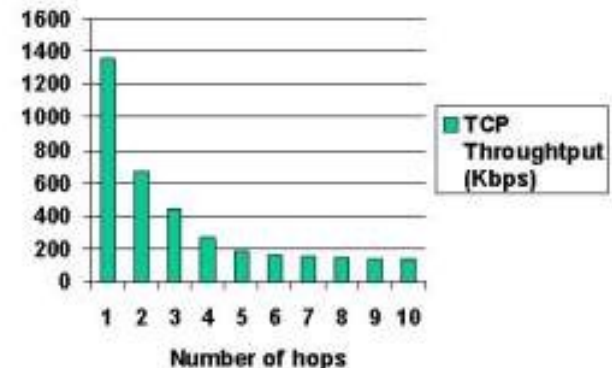
Les challenges des réseaux mesh: délais de transit

- De façon évidente, le délai de transit va augmenter avec le nombre de saut.
- Les effets du délai de transit dépendent de l'application.
- Par exemple, sur le VoIP, on peut ressentir ces délais à partir de 170 ms.

Les challenges des réseaux mesh :Débit réel

- Problème de la dégradation de débit avec les sauts
- Echelle de dégradation: $1/n$ or $1/n^2$ or $1/n^{1/2}$? (n = nbr de sauts)
- pour le 802.11 MAC:
(fonctionnement half duplex)
throughput $\sim c/n^a$ with $a = 1 \dots 2$
et C = le nbr de client simultanés.

Impact of Multi-Hop Wireless Paths
[Holland99]



TCP Throughput using 2 Mbps 802.11 MAC

Enjeux dans le réseautage en mailles: Échelle

- Les réseaux en mailles n'ont été testés qu'avec pas plus de quelques douzaines de noeuds.
- MIT : 40-50
- Berlin OLSR: environ 80?
- CUWin: < 10.
- Le laboratoire n'est pas la réalité!

Les challenges des réseaux mesh : distribution des adresses IP

- La distribution d'adresses IP dans les réseaux en mailles est essentielle.
- Le DHCP dans les éventailles IP privées fonctionne, mais qu'arrivera-t-il lorsque le réseau en mailles 1 rencontrera le réseau en mailles 2?
- Ipv6 est peut-être la solution! Possiblement basé sur la longitude et la latitude?

Enjeux dans le réseautage en mailles: sécurité

Les réseaux en direct (Ad hoc) doivent par définition parler au client avant de le connaître. --
> un défi inhérent à la sécurité.

- Enjeux DoS.

Réseaux en mailles: sur le Web

- Voyez les ressources additionnelles
- <http://ecomesh.objectis.net/Members/virginie/biblioMesh/view>