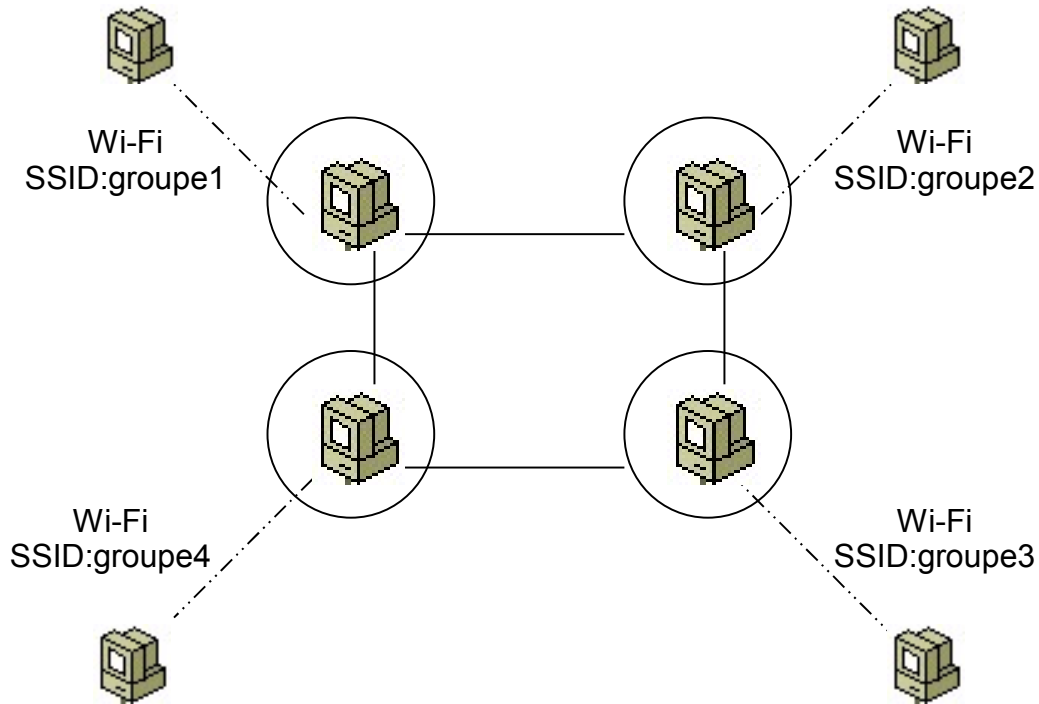


## Lab 4: Mobilité IPv6

### Objectif:

Démontrer la continuité du fonctionnement de l'application ping pendant les épisodes d'itinérance

# Mobilité



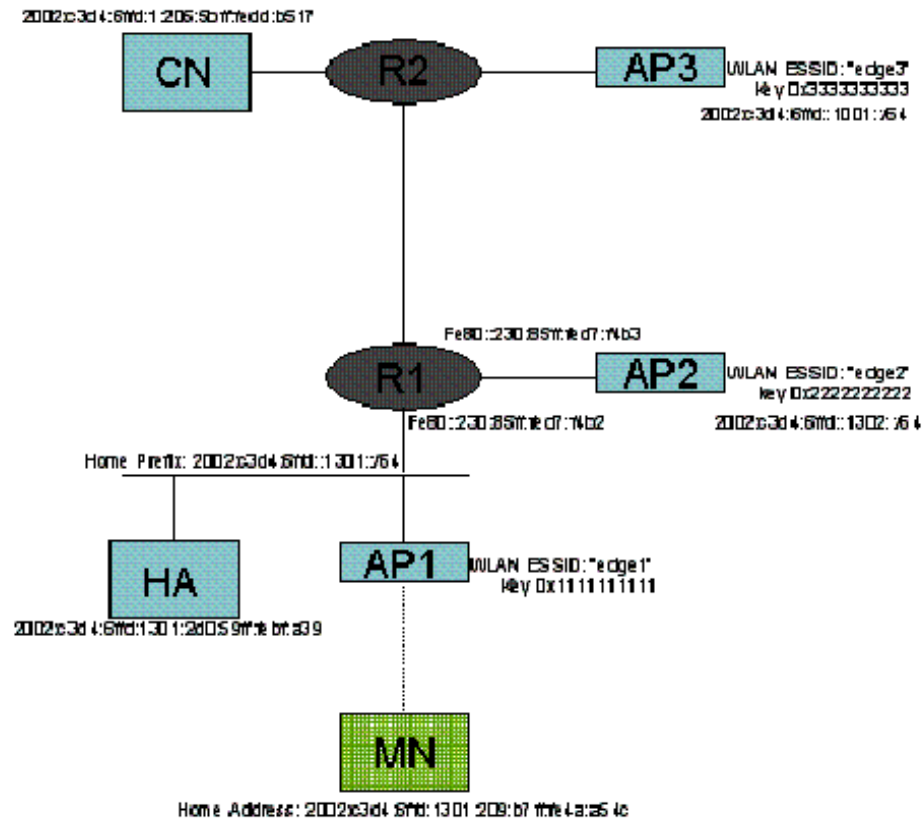
- **Instructions**

- 1) Lire l'exemple suivant sous Unix
- 2) L'adapter à l'environnement Windows du lab
- 3) Etudier les possibilités de roaming (itinérance) de Windows XP
  - a- Système d'exploitation et applications
  - b- Mobile IPv4 et IPv6
  - c- Optimisation des routes

- **Objectifs**

Montrer la continuité du fonctionnement de l'application ping lorsque un nœud mobile visite un réseau étranger (un autre sous-réseau)

# Topologie de l'exemple sous Unix



# Configuration initiale

Une topologie minimale pour tester la mobilité IP requiert l'utilisation de plusieurs systèmes. Il est en effet nécessaire d'utiliser au moins trois ordinateurs différents pour le MN, le CN et le HA. Ensuite, comme chacun de ces systèmes doit être positionné dans des sous-réseaux différents, quelques routeurs seront nécessaires pour constituer un réseau coeur. Finalement, pour que le terminal soit effectivement mobile, l'utilisation d'une technologie lien sans fil s'impose, donc au moins deux points d'accès, en l'occurrence WiFi (802.11b).

Sur la figure plateforme de test, les deux routeurs centraux R1 et R2 forment un réseau coeur, au bord duquel les HA, MN et CN sont positionnés. Le réseau mère interconnecte le HA, le MN et le AP1. Les réseaux visités, offrent l'accès WiFi 802.11b au moyen de deux AP's (Access Points) différents : AP1 et AP2. Finalement, le CN est positionné dans un réseau entièrement séparé.

- Configuration Initiale

Initialement, le MN est positionné dans son réseau mère et configuré sans Mobile IPv6, c'est-à-dire comme un système IPv6 pourvu d'une adresse auto-configurée dynamiquement ainsi que d'une route par défaut. Dans la description suivante, le code source de la souche LIVSIX a été téléchargé et installé sur le MN et le HA dans le répertoire noté <1>, les noyaux de ces deux systèmes ont été configurés pour accepter LIVSIX, les sources respectives ont été compilées et R1 et R2 sont configurés pour envoyer des RA's sur leur liens avec une fréquence élevée (typiquement 50ms au lieu de 3 secondes). Les instructions d'installation détaillées se trouvent dans le fichier `INSTALL` de la distribution LIVSIX.

# Load LIVSIX module

La configuration la plus simple de la souche du MN passe par la modification du fichier livsix.sh dans le répertoire `<1>/userspace`.  
Il s'agit d'indiquer seulement le paramètre `MCONF`, pour spécifier MN :

```
#!/bin/sh
# Copyright Emmanuel Riou, Alexandru Petrescu,
# Motorola Labs 2000, 2001, 2002, 2003, 2004
#
# Load LIVSIX module
#
# Automatically loads Livsix kernel module and configures it. This
# Script works only on Linux: hasn't been tested on other System.
LOCKDIR=/var/lock/subsys
# ISROUTER=1 means the machine forwards packets according to the
# routing table. ISROUTER=0, or commented, will not forward packets.
# ISROUTER=0
# To set a default interface, normally we have to check its validity
# first by sending a router solicitation \ (cf: sysctl entry :
# rs_device) But the default interface can be set directly by writing
# into sysctl entry defint please make sure the chosen default
# interface is up and connected to the network ! # DEFINT=eth0
# MCONF: Mobility configuration (mandatory pour activer la mobilité)
# MCONF = 1 pour configurer le n?ud en « Home Agent »
# MCONF = 0 pour configurer le n?ud en « mobile node »
# A noter que si MCONF n'est pas défini, la mobilité sera désactivée
MCONF=0
[...]
# HOMEAGENT address
# Should be commented in case LIVSIX is acting as a HA.
#
# HOMEAGENT=2002:c3d4:6ffd:1201:2D0:59FF:FEAB:E83D
[...]
```

# ifconfig

Une fois cette configuration faite, il est nécessaire de vérifier par `ifconfig`, qu'aucune autre souche IPv6 n'est déjà lancée avant de démarrer LVSIX (aucune adresse IPv6 n'est déjà associée à l'interface) :

```
[root@MN userspace]# ifconfig eth1
eth1 Link encap:Ethernet HWaddr 00:09:B7:4A:A5:4C
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:465 errors:12532 dropped:0 overruns:0 frame:12532
TX packets:27 errors:9 dropped:0 overruns:0 carrier:9
collisions:0 txqueuelen:1000
RX bytes:32172 (31.4 Kb) TX bytes:4518 (4.4 Kb)
Interrupt:3 Base address:0x100
```

# Lancement de livsix et vérification par ifconfig

Le lancement de la souche se fait en exécutant depuis le répertoire d'installation le fichier `livesix.sh`:

```
[root@MN userspace]# ./livesix.sh start
Starting LIVSIX: [ OK ]
eth1:
FE80::209:B7FF:FE4A:A54C
eth0:
FE80::2D0:59FF:FECC:A14A
lo:
::0.0.0.1
```

À la fin du lancement de la souche, la commande `livconfig` est appelé pour afficher certains paramètres de la souche.  
`livconfig` permet également de contrôler les différents paramètres d'IPv6, comme la HoA, ou même les délais TCPv6.

La commande standard `ifconfig` peut elle être utilisée pour observer l'apparition des adresses IPv6 sur l'interface :

```
[root@MN userspace]# ifconfig eth1
eth1 Link encap:Ethernet HWaddr 00:09:B7:4A:A5:4C
inet6 addr: 2002:c3d4:6ffd:1301:209:b7ff:fe4a:a54c/64 Scope:Global
inet6 addr: fe80::209:b7ff:fe4a:a54c/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:758 errors:18926 dropped:0 overruns:0 frame:18926
TX packets:39 errors:9 dropped:0 overruns:0 carrier:9
collisions:0
RX bytes:51972 (50.7 Kb) TX bytes:5358 (5.2 Kb)
```

# livconfig et ping6

Dans ce cas particulier, la souche a auto-configuré une adresse IPv6 locale (`fe80::209:b7ff:fe4a:a54c`) basée sur l'adresse MAC de l'interface ainsi qu'une adresse globale (`2002:c3d4:6ffd:1301:209:b7ff:fe4a:a54c`) basée sur la même adresse MAC et sur le préfixe `2002:c3d4:6ffd::/64` reçu du RA du R1. En plus, la souche a auto-configuré une route par défaut qui peut être visualisé avec la commande `livconfig` :

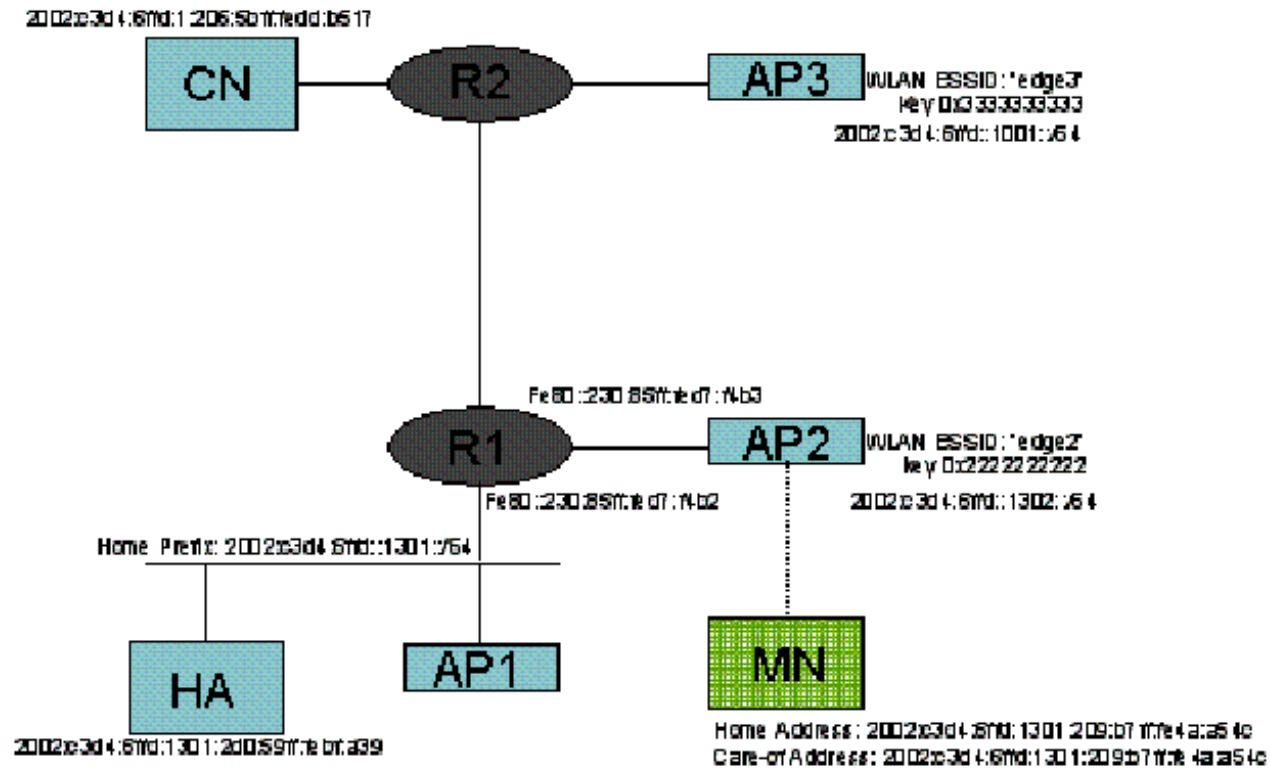
```
[root@MN userspace]# ./livconfig -r
./livconfig: Default Router List:
FE80::230:85FF:FED7:F4B2 00:30:85:d7:f4:b2 (eth1)
```

Une fois la souche IPv6 configurée, il est déjà possible d'exécuter les applications qui supportent IPv6, par exemple ping, utilisée ici pour tester la connectivité entre MN et CN :

```
[root@MN userspace]# ping6 2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517
PING 2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517(2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517) 56 data bytes
64 bytes from 2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517: icmp_seq=1 time=10.1 ms
64 bytes from 2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517: icmp_seq=2 time=5.05 ms
64 bytes from 2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517: icmp_seq=3 time=5.08 ms
--- 2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, 0% packet loss, time 2018ms
rtt min/avg/max/mdev = 5.055/6.761/10.143/2.392 ms
```

Cet échange de requêtes/réponses continue aussi longtemps que la connexion sans fil du MN à AP1 est maintenue. Si la connexion au AP1 est interrompue en attachant MN au AP2 (cf. figure Noeud mobile déplacé), l'échange est arrêté (on n'utilise pas Mobile IPv6 pour l'instant). Cette interruption est due au changement d'adresse IPv6 du MN.

# Noeud mobile déplacé



# Changement d'attachement de AP1 vers AP2

```
[root@MN userspace]# ping6 2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517
PING 2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517(2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517) 56 data bytes
64 bytes from 2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517: icmp_seq=1 time=9.61 ms
64 bytes from 2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517: icmp_seq=2 time=5.20 ms
64 bytes from 2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517: icmp_seq=3 time=10.3 ms
[changement d'attachement du AP1 vers AP2]
[block]
^C
--- 2002:c3d4:6ffd:1:206:5bff:fedd:b517 ping statistics ---
4 packets transmitted, 3 received, 25% packet loss, time 3029ms
rtt min/avg/max/mdev = 5.201/8.388/10.355/2.276 ms
```

On remarquera que l'interface a acquis une nouvelle adresse valable sous AP2 et qu'une nouvelle route par défaut a été configurée

```
[root@MN userspace]# ifconfig eth1
eth1 Link encap:Ethernet HWaddr 00:09:B7:4A:A5:4C
inet6 addr: 2002:c3d4:6ffd:1302:209:b7ff:fe4a:a54c/64 Scope:Global
inet6 addr: 2002:c3d4:6ffd:1301:209:b7ff:fe4a:a54c/64 Scope:Global
inet6 addr: fe80::209:b7ff:fe4a:a54c/64 Scope:Link
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1
RX packets:2324 errors:50553 dropped:0 overruns:0 frame:50553
TX packets:327 errors:9 dropped:0 overruns:0 carrier:9
collisions:1
RX bytes:167860 (163.9 Kb) TX bytes:32542 (31.7 Kb)
[root@MN userspace]# more /proc/net/livsix_drlist
FE80::230:85FF:FED7:F4B3 00:30:85:d7:f4:b3 (eth1)
FE80::230:85FF:FED7:F4B2 00:30:85:d7:f4:b2 (eth1)
```

Le MN a envoyé 4 paquets Echo Request au CN et en a reçu seulement 3. La réponse perdue a été en fait envoyée au AP1 et, comme MN ne se trouve plus sur son réseau mère (sous AP1) mais dans un réseau visité (sous AP2), toutes les autres réponses du CN sont perdues.

# Gestion du mouvement

Pour pouvoir gérer dynamiquement ce changement d'adresse du MN et rediriger les réponses arrivées a AP1 vers AP2, il est nécessaire de configurer le HA sur le réseau mère et spécifier au MN l'adresse du HA. Le fichier `livsix.sh` du HA contiendra au moins le paramètre `MCONF=1` et dans le fichier `livsix.sh` du MN le paramètre

```
HOMEAGENT=2002:c3d4:6ffd:1301:2d0:59ff:febf:a39
```

est spécifié.

```
# MCONF: Mobility configuration (mandatory)
# HA = 1
# MN = 0
MCONF=1
```

Ensuite le script `livsix.sh` du HA est lancé :

```
[root@HA userspace]# ./livsix.sh start
Starting LIVSIX: [ OK ]
Initial Refresh Interval set to 8
LIVSIX box configured as Home Agent
eth0:
FE80::2D0:59FF:FEBF:A39
lo:
::0.0.0.1
```

Dans le fichier `livsix.sh` du MN le paramètre `HOMEAGENT = 2002:c3d4:6ffd:1301:2d0:59ff:febf:a39` est spécifié, `livsix.sh` est relancé sur le MN positionné cette fois à la maison. Après avoir acquis une adresse valable dans le réseau mère (qui devient en effet la HoA), la commande ping vers le CN est redémarrée. Ensuite le MN est déplacé du AP1 vers AP2. On remarquera qu'après un court délai (entre 50ms et plusieurs secondes, dépendant de la fréquence de RA's), les réponses du CN vont commencer à arriver à AP2 et par conséquent au MN.

Ces réponses sont initialement interceptées par HA grâce à son cache d'adresses et ensuite encapsulées vers AP2 et la CoA du MN. Pour remplir son *Binding Cache*, le HA utilise la mise à jour d'association envoyée par MN une fois sa nouvelle CoA configurée. À la réception du BU, HA répond avec l'acquiescement *BAck (Binding Acknowledgement)*.

# Capture avec Ethereal

Un exemple de capture de paquets BU et BAck réalisée avec le logiciel Ethereal sur HA est montré :

```
Internet Protocol Version 6
Version: 6
Traffic class: 0x00
Flowlabel: 0x00000
Payload length: 40
Next header: IPv6 destination option (0x3c)
Hop limit: 254
Source address: 2002:c3d4:6ffd:1302:209:b7ff:fe4a:a54c
Destination address: 2002:c3d4:6ffd:1301:2d0:59ff:febf:a39
Destination Option Header
Next header: Mobile IPv6 (0x87)
Length: 2 (24 bytes)
PadN: 4 bytes
Option Type: 201 (0xc9) - Home Address Option
Option Length : 16
Home Address : 2002:c3d4:6ffd:1301:209:b7ff:fe4a:a54c (
Mobile IPv6
Payload protocol: IPv6 no next header (0x3b)
Header length: 1 (16 bytes)
Mobility Header Type: Binding Update (5)
Reserved: 0x00
Checksum: 0x3d51
```

# Capture (cont.)

## Binding Update

Sequence number: 0

1... .. = Acknowledge (A) flag: Binding Acknowledgement requested

.1.. .... = Home Registration (H) flag: Home Registration

..1. .... = Link-Local Compatibility (L) flag: Link-Local Address Compatibility

...1 .... = Key Management Compatibility (K) flag: Key Mngnt Mobility Compatib.

Lifetime: 65535 (262140 seconds)

## Mobility Options

PadN: 4 bytes

Internet Protocol Version 6

Version: 6

Traffic class: 0x00

Flowlabel: 0x00000

Payload length: 40

Next header: IPv6 routing (0x2b)

Hop limit: 255

Source address: 2002:c3d4:6ffd:1301:2d0:59ff:febf:a39

Destination address: 2002:c3d4:6ffd:1302:209:b7ff:fe4a:a54c

Routing Header, Type 2

Next header: Mobile IPv6 (0x87)

Length: 2 (24 bytes)

Type: 2

Segments left: 1

Home Address : 2002:c3d4:6ffd:1301:209:b7ff:fe4a:a54c

Mobile IPv6

Payload protocol: IPv6 no next header (0x3b)

Header length: 1 (16 bytes)

Mobility Header Type: Binding Acknowledgement (6)

Reserved: 0x00

Checksum: 0xebd2

Binding Acknowledgement

Status: Binding Update accepted (0)

1... .. = Key Management Compatibility (K) flag: Key Mngnt Mobility Compatib.

Sequence number: 0

Lifetime: 16383 (65532 seconds)

Mobility Options

PadN: 4 bytes

# Binding cache

---

Suite à cet échange, la BC du HA peut être consultée ainsi que la " BU list " du MN :

```
[root@HA userspace]# ./livconfig -b
```

```
./livconfig: Binding Cache:
```

```
HOME ADDRESS CARE-OF ADDRESS It
```

```
2002:C3D4:6FFD:1301:209:B7FF:FE4A:A54C 2002:C3D4:6FFD:1302:209:B7FF:FE4A:A54C 65529
```

```
[root@MN userspace]# cat /proc/net/livsix_bulist
```

```
HoA\CoA\HA\lifetime
```

```
2002:C3D4:6FFD:1301:209:B7FF:FE4A:A54C 2002:C3D4:6FFD:1302:209:B7FF:FE4A:A54C  
2002:C3D4:6FFD:1301:2D0:59FF:FEBF:A39 65535
```

# Conclusion

---

Cet exemple démontre l'utilisation de la souche LIVESIX et les bénéfices du protocole Mobile IPv6. Avec Mobile IPv6, une application continuera à fonctionner sans interruption quand un terminal mobile change son point d'attachement. Plusieurs autres fonctionnalités peuvent être expérimentées avec cette souche. Par exemple, il est possible de commencer les mouvements à partir d'un réseau visité (et non pas du réseau mère) en spécifiant la variable `HOMEADDRESS` sur MN ; une manière encore plus simple serait de ne spécifier sur MN que le préfix du réseau mère (et pas l'adresse entière du HA) ensuite, pour la configuration des autres paramètres de mobilités, utiliser:

- DHAAD (*Dynamic Home Agent Address Discovery*) qui permet à un noeud mobile distant de découvrir son HA ou
- MPD (*Mobile Prefix Discovery*) qui permet à un noeud mobile distant de reconfigurer ses adresses dans les cas où, pendant son déplacement, les préfixes du lien mère changent. .

# Références

---

- Mobile IPv6
  - [http://livre.point6.net/index.php/Un\\_exemple\\_de\\_mise\\_en\\_oeuvre\\_de\\_la\\_pile\\_LIVSIX](http://livre.point6.net/index.php/Un_exemple_de_mise_en_oeuvre_de_la_pile_LIVSIX)
- Motorola Labs
  - <http://www.enrl.motlabs.com/livsix/>
- Itinérance Cisco Wireless
  - Cours CUWN 4.0