# Sommaire

## Cours 1
**Introduction aux réseaux • 1**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Section</th>
<th>Page</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Les transferts de paquets</td>
<td>2</td>
</tr>
<tr>
<td>Les réseaux numériques</td>
<td>4</td>
</tr>
<tr>
<td>Le transport des données</td>
<td>5</td>
</tr>
<tr>
<td>Routage et contrôle de flux</td>
<td>8</td>
</tr>
<tr>
<td>Propriétés du transfert de paquets</td>
<td>11</td>
</tr>
<tr>
<td>Propriétés de base</td>
<td>12</td>
</tr>
<tr>
<td>Internet</td>
<td>15</td>
</tr>
<tr>
<td>Le paquet IP</td>
<td>18</td>
</tr>
</tbody>
</table>

## Cours 2
**Les grandes catégories de réseaux • 21**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Section</th>
<th>Page</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Les réseaux de transfert</td>
<td>22</td>
</tr>
<tr>
<td>Les catégories de réseaux</td>
<td>25</td>
</tr>
<tr>
<td>Les opérateurs de télécommunications</td>
<td>25</td>
</tr>
<tr>
<td>La parole téléphonique</td>
<td>26</td>
</tr>
<tr>
<td>Les choix technologiques des réseaux de télécommunications</td>
<td>28</td>
</tr>
<tr>
<td>Le futur des réseaux de télécommunications</td>
<td>29</td>
</tr>
<tr>
<td>Les opérateurs Internet</td>
<td>30</td>
</tr>
<tr>
<td>Les choix technologiques des réseaux informatiques</td>
<td>31</td>
</tr>
<tr>
<td>Le futur des réseaux informatiques</td>
<td>33</td>
</tr>
<tr>
<td>Les opérateurs vidéo</td>
<td>33</td>
</tr>
<tr>
<td>Câble coaxial et fibre optique</td>
<td>34</td>
</tr>
<tr>
<td>Internet</td>
<td>35</td>
</tr>
<tr>
<td>Les réseaux ATM</td>
<td>37</td>
</tr>
<tr>
<td>Les réseaux Ethernet</td>
<td>38</td>
</tr>
</tbody>
</table>

## Cours 3
**L’architecture physique • 43**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Section</th>
<th>Page</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Le support physique</td>
<td>44</td>
</tr>
<tr>
<td>La paire de fils torsadés</td>
<td>45</td>
</tr>
<tr>
<td>Le câble coaxial</td>
<td>46</td>
</tr>
</tbody>
</table>
La fibre optique .................................................................................................................................................................... 47
Les supports hertziens ..................................................................................................................................................... 48

**Les équipements intermédiaires** ........................................................................................................................................................................... 50
  - Le connecteur ....................................................................................................................................................................... 50
  - L’adaptateur ............................................................................................................................................................................ 51
  - Le coupleur ............................................................................................................................................................................. 52

**Les équipements réseau** ............................................................................................................................................................. 53
  - Le nœud de transfert ........................................................................................................................................................ 53
  - Le répétiteur et le pont ....................................................................................................................................................... 54
  - Le concentrateur ................................................................................................................................................................. 55
  - Le hub ......................................................................................................................................................................................... 56

**Les topologies** ........................................................................................................................................................................... 57
  - L’étoile ........................................................................................................................................................................................ 57
  - Le bus .......................................................................................................................................................................................... 58
  - L’anneau .................................................................................................................................................................................... 60

**Cours 4**

**Les techniques de transfert • 67**

- La commutation de circuits ......................................................................................................................................................... 68
- Le transfert de paquets ............................................................................................................................................................. 71
  - Les routeurs ......................................................................................................................................................................... 72
  - Les commutateurs ................................................................................................................................................................. 73
  - Le routage-commutation ...................................................................................................................................................... 76
- Le transfert de trames et de cellules ........................................................................................................................................ 78
- Les techniques de transfert hybrides ........................................................................................................................................ 79

**Cours 5**

**Le modèle de référence • 85**

  - Couche 1: Le niveau physique ................................................................................................................................................. 86
  - Couche 2: Le niveau trame ....................................................................................................................................................... 89
  - Couche 3: Le niveau paquet ...................................................................................................................................................... 92
  - Couche 4: Le niveau message ................................................................................................................................................. 94
  - Couche 5: Le niveau session .................................................................................................................................................. 96
  - Couche 6: Le niveau présentation ....................................................................................................................................... 97
  - Couche 7: Le niveau application ....................................................................................................................................... 99

**Cours 6**

**Les architectures logiques • 103**

  - L’architecture Internet .......................................................................................................................................................... 104
  - L’architecture Ethernet ......................................................................................................................................................... 107
<table>
<thead>
<tr>
<th>Cours 7</th>
<th>Les fonctionnalités de base des réseaux</th>
<th>121</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Les modes avec</td>
<td>122</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>et sans connexion</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le mode multipoint</td>
<td>123</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le contrôle de flux</td>
<td>126</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le routage</td>
<td>132</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>L'adressage</td>
<td>135</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La sécurité</td>
<td>138</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Les mécanismes de sécurité</td>
<td>139</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Cours 8</th>
<th>La transmission</th>
<th>147</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>Le codage et la transmission</td>
<td>148</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La transmission en bande de base</td>
<td>152</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La modulation</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La modulation d'amplitude</td>
<td>154</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La modulation de phase</td>
<td>155</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La modulation de fréquence</td>
<td>155</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Les modems</td>
<td>156</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le multiplexage</td>
<td>157</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le multiplexage fréquentiel et temporel</td>
<td>158</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le multiplexage statistique et les concentrateurs</td>
<td>159</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La numérisation</td>
<td>160</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Phase 1 : l'échantillonnage</td>
<td>160</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Phase 2 : la quantification</td>
<td>161</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Phase 3 : le codage</td>
<td>162</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La numérisation de la voix téléphonique</td>
<td>163</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La détection et la correction d'erreur</td>
<td>164</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Éléments de détection d’erreur</td>
<td>165</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Cours 9</th>
<th>Les protocoles de niveau trame</th>
<th>171</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>HDLC et LAP-B</td>
<td>172</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Les variables d'état N(R), N(S), V(R) et V(S)</td>
<td>174</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Les trames de supervision RR, RNR, REJ et SREJ</td>
<td>176</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le bit P/F</td>
<td>179</td>
</tr>
<tr>
<td>Cours 10</td>
<td>Les protocoles de niveau paquet • 195</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>----------</td>
<td>-----------------------------------</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le protocole IP</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le protocole IPv4</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le protocole IPv6</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le routage IP</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Les algorithmes de routage</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>195</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>196</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>201</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>206</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>208</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Cours 11</td>
<td>Les protocoles de niveau message • 221</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le protocole TCP</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le protocole UDP</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>221</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>222</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>231</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Cours 12</td>
<td>Exemples d’applications • 237</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La messagerie électronique</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le transfert de fichiers</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Le Web</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La parole téléphonique</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La téléphonie sur IP</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>La vidéo</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>MPEG-2</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>MPEG-4</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>237</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>238</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>239</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>241</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>242</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>245</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>248</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>248</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>251</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>253</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Cours 13</td>
<td>Les réseaux IP • 259</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Les environnements IP</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Les protocoles ARP et RARP</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>DNS (Domain Name Service)</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>ICMP (Internet Control Message Protocol)</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>RSVP (Resource reSerVation Protocol)</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>RTP (Real-time Transport Protocol)</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>259</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>260</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>263</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>265</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>269</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>273</td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>277</td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>
NAT (Network Address Translation) .................................................................................. 281
Adresses privées et adresses publiques .............................................................................. 282
Partager une adresse IP privée ......................................................................................... 282
Avantages du NAT ............................................................................................................. 285

IP Mobile .......................................................................................................................... 289
IPsec ...................................................................................................................................... 292

Fonctions supplémentaires ............................................................................................... 293

Cours 14  Les réseaux Ethernet • 299

La trame Ethernet ............................................................................................................. 300
L’Ethernet partagé .............................................................................................................. 303
L’Ethernet commuté .......................................................................................................... 309
Les réseaux Ethernet partagés et commutés .................................................................. 313
Ethernet multimédia et VLAN ......................................................................................... 320
Ethernet Carrier Grade .................................................................................................... 325

Cours 15  Les réseaux télécoms : FR, ATM et MPLS • 333

Le relais de trames .......................................................................................................... 334
La commutation de trames (Frame Switching) ................................................................. 335
Le relais de trames (Frame Relay) .................................................................................... 336
Le niveau trame ................................................................................................................ 338
Les réseaux ATM .............................................................................................................. 344
Caractéristiques des réseaux ATM ................................................................................... 346
MPLS (MultiProtocol Label Switching) ........................................................................ 353
 Fonctionnement de MPLS .............................................................................................. 353
LSR (Label Switched Router) et LER (Label Edge Router) ............................................. 357
FEC (Forward Equivalency Class) ................................................................................... 358
MPLS et ingénierie de trafic ............................................................................................ 359

Cours 16  Les réseaux de mobiles • 369

Les réseaux cellulaires ..................................................................................................... 370
Le GSM ............................................................................................................................. 378
Le GSM ............................................................................................................................. 379
L’UMTS ............................................................................................................................. 383
3G+ et 4G ........................................................................................................................ 388
Le HSDPA ........................................................................................................................ 388
Le HSDPA ........................................................................................................................ 389
Le HSUPA ........................................................................................................................ 389
Le HSUPA ........................................................................................................................ 389