

Internet - Généralités

Nicolas Delestre et Géraldine Del Mondo



Historique 1 / 5

- 1957 : Création de la (D)ARPA
 - *(Defense) Advanced Research Project Agency*
- 1969 Inter-connexion de quatre noeuds
 - Université de Californie UCLA
 - Institut de Recherche à Stanford SRI
 - Université de Santa Barbara UCSB
 - Université de l'Utah
- 1970 : Premières publications au sujet de l'ARPANET
- 1971 : 15 Noeuds
- 1973 :
 - Inter-connexion avec l'Angleterre et la Norvège
 - Thèse de Bob Metcalfe : Ethernet



Plan

- 1 Historique
- 2 Architecture TCP/IP
- 3 Adressage
 - Généralité
 - Masque de réseau
 - Sous réseaux
 - CIDR
- 4 Nommage



Historique 2 / 5

- 1974 : Vint Cerf et Bob Kahn spécifient le protocole TCP
- 1975 :
 - Première liste de diffusion
 - Première liaison satellite entre deux océans (Hawaï et Angleterre)
- 1977 :
 - Spécification du Mail
 - Apparition du Telnet
- 1979 : USENET (UUCP)
- 1980 : ARPANET se scinde en MILNET (militaire) et ARPANET (civil)
- 1981 : Minitel en France
- 1982 :
 - ARPA adopte les protocoles TCP et IP
 - Création de l'EUNet

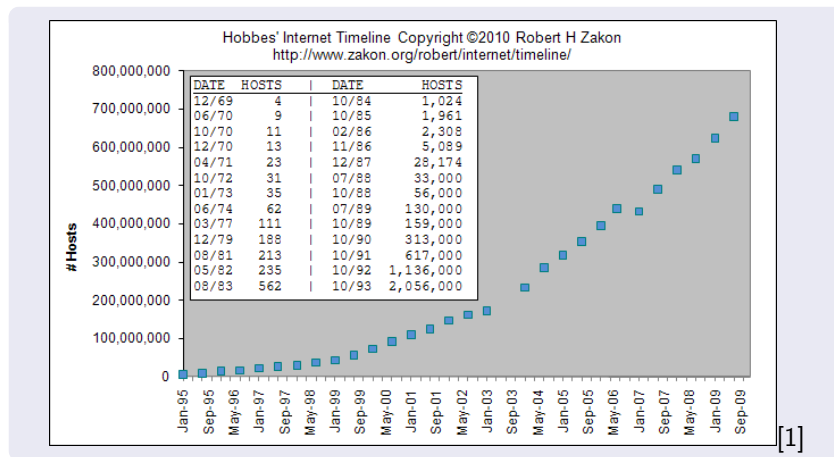


Historique 3 / 5

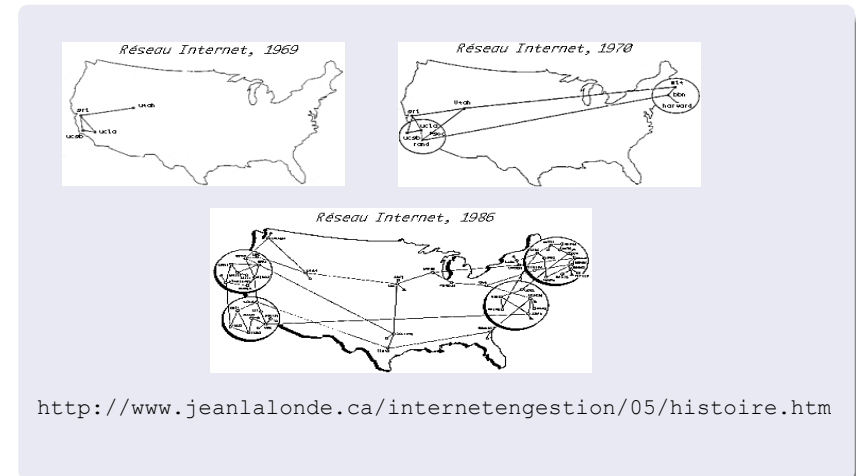
- 1983 : Université du Wisconsin - Élaboration de serveurs de Noms
- 1984 : Introduction de DNS
- 1990 : Mort de l'ARPANET (pour les militaires MILNET), place à INTERNET



Historique 5 / 5



Historique 4 / 5



<http://www.jeanlalonde.ca/internetengestion/05/histoire.htm>



Architecture des protocoles TCP/IP 1 / 6

L'architecture TCP/IP est structurée en 4 couches :

- 1 La couche lien est l'interface avec le réseau, constituée :
 - d'une carte d'interface
 - d'un driver du SE (deux couches LLC et MAC)
- 2 La couche réseau gère la circulation des paquets, cinq protocoles sont utilisés :
 - Internet Protocol (IP)
 - Internet Control Message Protocol (ICMP)
 - Internet Group Management Protocol (IGMP)
 - Address Request Protocol (ARP)
 - Reverse Address Request Protocol (RARP)



Architecture des protocoles TCP/IP 2 / 6

3 La couche transport gère la communication de bout en bout en s'abstrayant des machines intermédiaires, deux protocoles utilisés :

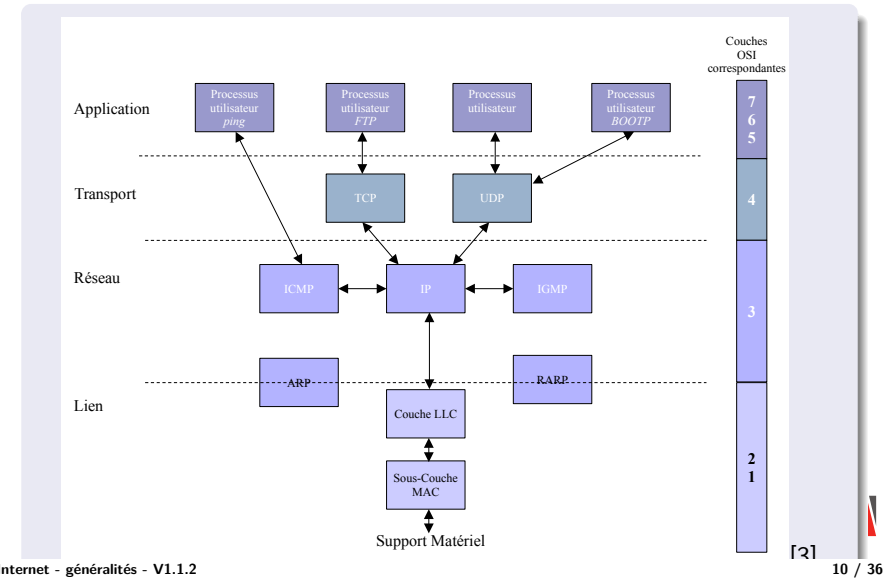
- Transport Control Protocol (TCP)
- User Datagram Protocol (UDP)

4 La couche application est celle des programmes utilisateurs, tels que :

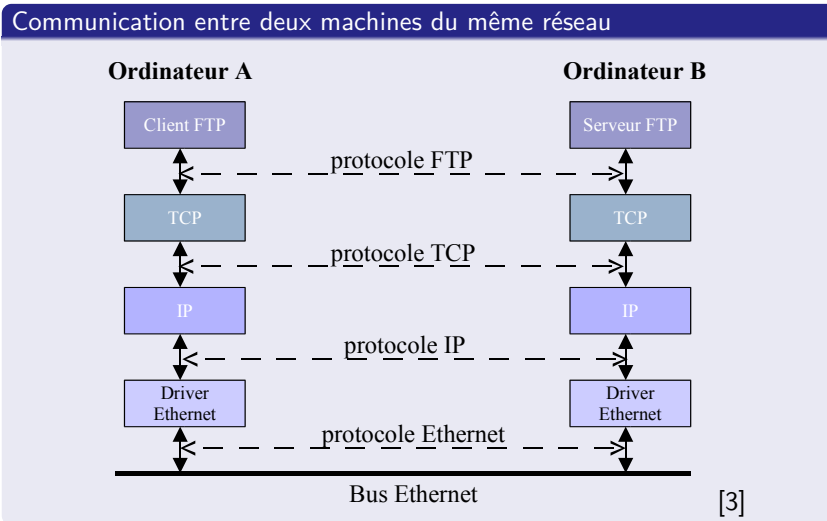
- Telnet
- File Transfert Protocol
- Simple Mail Transport Protocol
- etc.



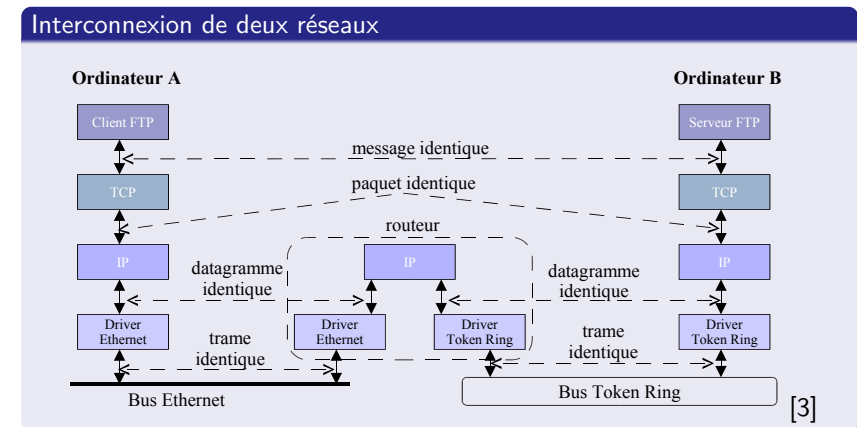
Architecture des protocoles TCP/IP 3 / 6



Architecture des protocoles TCP/IP 4 / 6

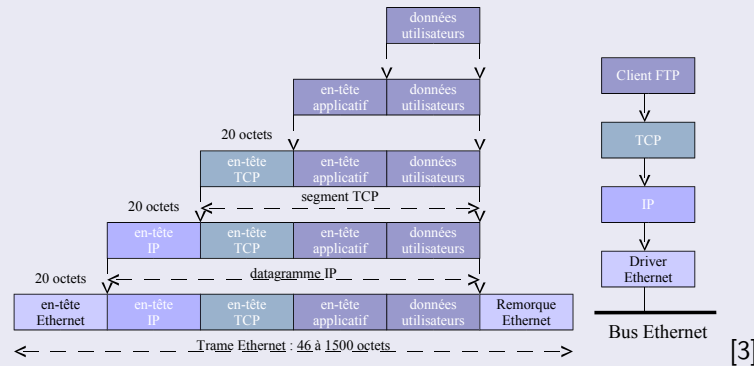


Architecture des protocoles TCP/IP 5 / 6



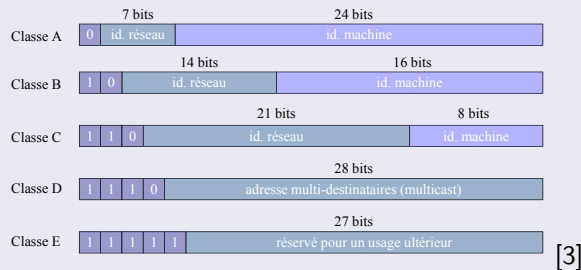
Architecture des protocoles TCP/IP 6 / 6

Encapsulation des données par la pile



Les classes d'adresses 1 / 3

Classe	Plage d'adresses
A	0.0.0.0 à 127.255.255.255
B	128.0.0.0 à 191.255.255.255
C	192.0.0.0 à 223.255.255.255
D	224.0.0.0 à 239.255.255.255
E	240.0.0.0 à 247.255.255.255



[3]

Adressage (classful)

Chaque interface du réseau Internet dispose d'une adresse IP unique :

- codée sur 32 bits : 4 octets
 - ex : 193.49.144.1
- constituée d'une paire :
 - identifiant du réseau
 - identifiant de la machine
- appartenant à une classe (parmi 5 : A, B, C, D ou E) déterminée par la valeur du premier octet



Les classes d'adresses 2 / 3

Classe A

Utilisée pour les très grands réseaux :

- Il y en a 127
- Nb d'ordinateurs $2^{24} - 2$
- ex : MIT, Défense américaine

Classe B

- Il y en a 2^{14} (16384)
- Nb d'ordinateurs $2^{16} - 2$ (65534)
- Classe la plus utilisée et adresses aujourd'hui pratiquement épuisés
- ex : Les universités américaines



Les classes d'adresses 3 / 3

Classe C

- Seulement 254 machines
- Mais plus de 2 millions de réseau ($2^{21} = 2097152$)
- ex : L'INSA de Rouen (194.254.13.0 - 194.254.19.0)

Pratique

Pour savoir qui possède quelle ip :

- <http://whois.domaintools.com>



Quelques adresses particulières

- 0.0.0.0
 - Adresse par défaut (utilisée pour obtenir une "vraie" adresse (par ex via DHCP))
- <id réseau>.<id machine nul>
 - Le réseau
- <id réseau>.<id de machine avec tous les bits à 1>
 - Toutes les machines d'un réseau
- 255.255.255.255
 - Toutes les machines d'un même réseau
- 127.0.0.1
- Adresses privées

Classe A	10.0.0.0 à 10.255.255.255
Classe B	172.16.0.0 à 172.31.255.255
Classe C	192.168.0.0 à 192.168.255.255

Cas particulier des Classe D et E

Classe D : Classe multicast

Une adresse IP correspond alors à un ensemble de machines (groupe) :

- certains groupes sont permanents :
 - 224.0.0.1 tous les hôtes d'un LAN
 - 224.0.0.2 tous les routeurs d'un LAN
- les groupes temporaires sont à créer
 - processus utilisateur

Classe E

Réservée pour des expérimentations (<http://www.ietf.org/>)



Notion de masque de réseau

Exemple

Soit l'adresse IP 192.168.25.147, à quel réseau appartient-elle ?

- C'est le masque qui le détermine
- Pour l'adressage classful le masque est implicite (suivant la classe)

Masque de réseau (de sous-réseau)

Un masque de sous-réseau est un mot de 32 bits, où les bits sont à :

- 1 en lieu et place de l'identificateur du réseau (et du sous-réseau)
- 0 en lieu et place de l'identificateur de machine

Donc par défaut le masque de sous-réseau :

- pour la classe A : 255.0.0.0
- pour la classe B : 255.255.0.0
- pour la classe C : 255.255.255.0

Exemple (suite)

Soit l'adresse IP 192.168.25.147, à quel réseau appartient-elle ?

⇒ un masque de classe C : 255.255.255.0

→ Le réseau sur lequel se trouve l'adresse est donc 192.168.25.0

Comment le calcul est-il fait ?

ET logique entre l'adresse IP et le masque :

11000000.10101000.00011001.10010011

ET 11111111.11111111.11111111.00000000

→ 11000000.10101000.00011001.00000000

La notation 192.168.25.147/24 précise que les 24 premiers bits du masque sont à 1.

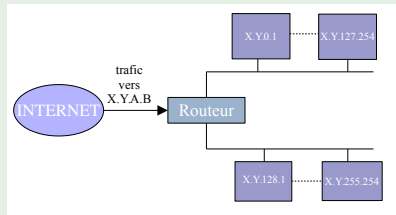
C'est le masque qui va déterminer le réseau et par conséquent le nombre de machines adressables sur ce réseau.



Adresses et sous-réseaux 2 / 3

Découpage d'une classe B (avec application de la RFC 1878)

- Soit un réseau de classe B
 - Masque classique de sous réseau : 255.255.0.0
- Soit un découpage de ce réseau en 2 sous-réseaux :
 - Masque de sous réseau : 255.255.128.0
- Le routeur va pouvoir envoyer les paquets sur la bonne branche : Gain dans le trafic
- Inconvénient : chaque création d'un sous réseau fait perdre des adresses IP



Adresses et sous-réseaux 1 / 3

Le protocole IP permet de définir des adresses de sous-réseaux :

- On découpe la partie réservée à l'adresse machine, en deux parties dont la première sera un identificateur de sous-réseau
- Ceci est obtenu grâce à l'utilisation d'un masque de sous-réseau

Exemple

le réseau 192.168.25.0 de classe C (voir premiers bits) ⇒ masque en /24 ⇒ peut accueillir 256 machines - 2 = 254

si je veux 2 sous réseaux (de taille équivalente) :

11000000.10101000.00011001.00000000 : 192.168.25.0/25

11000000.10101000.00011001.10000000 : 192.168.25.128/25



Adresses et sous-réseaux 3 / 3

Découpage d'une classe C (avec application de la RFC 1878)

nombre de sous-réseaux	IP dispo. / sous-réseau	masque de sous-réseau
1	254	255.255.255.0
2	126	255.255.255.128
4	62	255.255.255.192
8	30	255.255.255.224
16	14	255.255.255.240
32	6	255.255.255.248
64	2	255.255.255.252



CIDR (RFC 1517, 1518, 1519 et 1520) (classless)

Problèmes engendrés par le principe des classes

- Gaspillage d'adresses
- Problème de routage

Objectifs

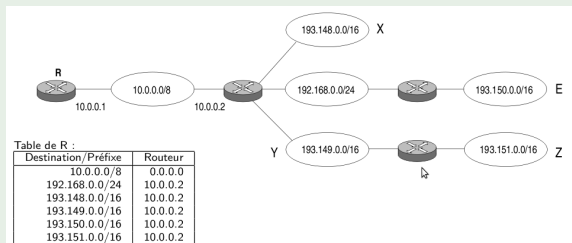
- Identifier les bits de réseau et de machine, non plus grâce à la classe (donc des 3 premiers bits) mais en fonction d'un suffixe
 - Notation : adresseIP/nb de bits pour le réseau
- Répartir les adresses IP géographiquement



Simplification des tables de routage

Exemple (issu de [4])

- Soit trois entreprises (X,Y,Z et E) ayant chacun une classe C avec l'architecture réseau suivante :



- Ne peut-on pas agréger des routes pour simplifier la table de routage de R ?



Répartition géographique

Depuis 1993 l'attribution des adresses IP est donc décentralisée :

- AfriNIC (Afrique)
- APNIC (Asie - Pacifique)
- ARIN (Amérique du Nord)
- LACNIC (Amérique Latine et Caraïbes)
- RIPE NCC (Europe)

Aujourd'hui seules les adresses de classes C sont encore disponibles :

192-193	Divers (adresses déjà attribuées)
194-195	RIPE NCC
196-197	Divers
198-199	ARIN
200-201	LACNIC
202-203	APNIC
204-205	Divers



Essayons de regrouper celles qui ont même préfixe (ici 14 premiers bits) :

193.148.0.0/16 : **11000001 10010100** 00000000 00000000
 193.149.0.0/16 : **11000001 10010101** 00000000 00000000
 193.150.0.0/16 : **11000001 10010110** 00000000 00000000
 193.151.0.0/16 : **11000001 10010111** 00000000 00000000

192.168.0.0/24 : **11000000 10101000** 00000000 00000000

D'où la nouvelle table de routage :

10.0.0.0/8	0.0.0.0
192.168.0.0/24	10.0.0.2
193.148.0.0/14	10.0.0.2



Agrégation de classes

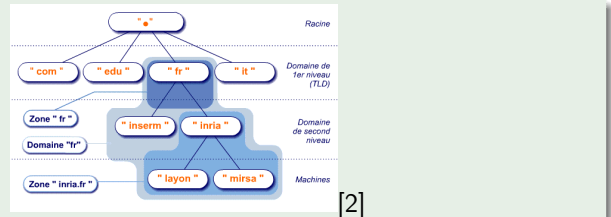
Exemple (issu de [4])

- Soit un FAI qui gère le réseau 194.24.0.0/16 :
 - Une entreprise A a besoin de 2000 adresses
 - Le FAI va lui attribuer l'adresse 192.24.8.0/21 (192.24.00001000₂.0), soit 2048 adresses allant de 192.24.8.0 à 192.24.15.255
 - Une entreprise B a besoin de 4000 adresses
 - Le FAI va lui attribuer l'adresse 192.24.16.0/20 (192.24.00010000₂.0), soit 4096 adresses allant de 192.24.16.0 à 192.24.31.255
 - Une entreprise C a besoin de 1000 adresses
 - Le FAI va lui attribuer l'adresse 192.24.4.0/22 (192.24.00000100₂.0), soit 1024 adresses allant de 192.24.4.0 à 192.24.7.255



Structure d'un nom

- Chaque noeud a un nom d'au maximum 63 caractères
- La racine a un nom vide
- Les Top-Level Domain (TLD) sont les domaines de premiers niveaux, divisés en deux catégories :
 - les groupes nationaux : ccTLD (country-code TLD)
 - les groupes génériques : gTLD (generic TLD)
- Ne pas confondre domaine (arborescence à partir d'un nœud donné) et zone (partie d'un domaine gérée par un serveur de nom)



[2]

DNS

- Le problème avec les adresses IP est qu'il est très difficile pour un humain de les retenir :
 - Utilisation de nom de machine
 - Utilisation de bases de données distribuées qui effectuent la conversion
 - Domain Name Servers
- Le DNS est un espace de noms hiérarchisés, c'est-à-dire qu'il peut être représenté à l'aide d'un arbre

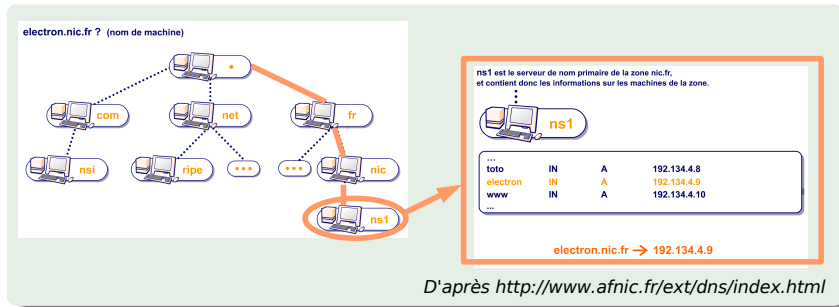


Adresse IP ↔ Nom 1 / 3

- Le mécanisme de résolution de nom en adresse IP est géré par des serveurs de noms
- Lorsqu'une machine est ajoutée à une zone, son nom et son adresse IP sont ajoutés au serveur de noms dont elle dépend

Nom ⇒ Adresse IP

- Un serveur de noms peut recevoir cette requête :
 - d'une machine cliente : il lui répond après avoir trouvé la réponse (requête qui correspond à sa zone ou interrogation d'autres DNS : de son domaine ou un des DNS primaires)
 - d'un autre DNS :
 - soit il possède la réponse à la requête : la réponse est l'adresse IP demandée
 - soit il ne possède pas la réponse : la réponse est l'adresse IP d'un DNS qui peut répondre
- ⇒ Pour éviter trop de requêtes chaque serveur a une mémoire cache



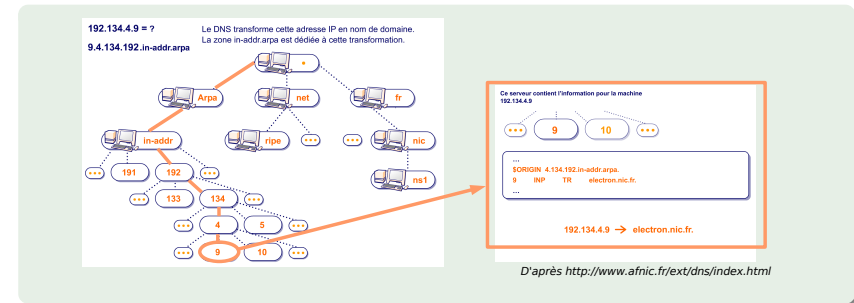
Conclusion

- Internet est une inter-connexion de réseaux
- Il est composé de 4 couches :
 - 1 Lien que l'on nomme aussi réseau locaux
 - 2 Réseau
 - 3 Transport
 - 4 Applicatif
- Il est en constante évolution
 - Lien : des nouveaux supports de communication (Wifi, etc.)
 - Réseau : IPv6
 - Applicatif



Adresse IP ⇒ Nom (Résolution inverse)

- Utilisation du domaine particulier in-addr.arpa (sous-domaine de arpa) :
 - Chaque octet de l'adresse IP forme un sous-domaine
 - Par exemple pour l'adresse 192.134.4.9 on obtient 9.4.134.192.in-addr.arpa (Cf.[2])



Références

- [1] Hobbes' internet timeline v8.0.
<http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>.
- [2] AFNIC.
Auto-formation au dns.
<http://www.afnic.fr/ext/dns/index.html>.
- [3] P. Nicolas.
Cours de réseaux de la maîtrise de l'université d'angers.
<http://www.info.univ-angers.fr/pub/pn> (URL morte), 2004.
- [4] C. Pain-Barre.
Réseaux - cours 1, l'adressage hors classe par cidr.
<http://infodoc.iut.univ-aix.fr/~cpb/index.php?page=reseaux>, 2009.
- [5] C. Servin.
Réseaux et Télécoms.
Dunod, Sciences SUP, 2003.
ISBN 2-10-007986-7.

