

Le petit monde de l'Internet et des réseaux sociaux.

Full Internet map as of 18 Feb 1999
(99664 edges, 88107 nodes (42443 leaves))

Hal Burch, Bill Cheswick

Posted: 1999-02-23 15:23:31 <http://www.cba.hawaii.edu/~chesswick/index.html>

Lucent Technologies
©1999 Lucent Technologies



Le monde numérique : de grands bouleversements

Communication : Internet, tél. portable, tél. gratuit

Audio-visuel : MP3, photo/vidéo numérique, RDS, TNT, TVHD

Commerce : en ligne

Cartographie : cartes & photos interactives

Transports: GPS, pilotage, sécurité

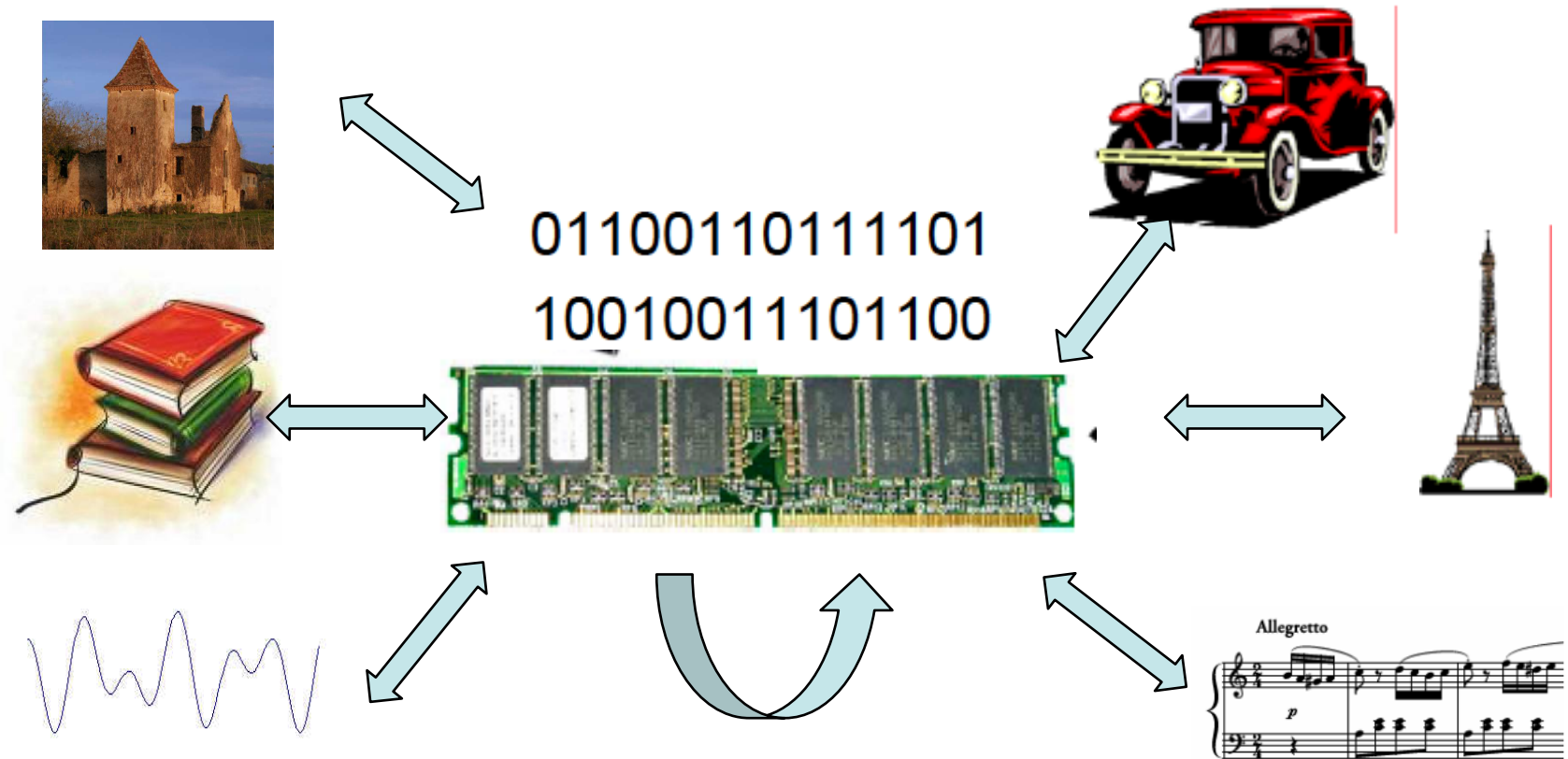
Industrie: gestion, outillage, CAO, travail à distance

Sciences: modélisation et expérimentation numérique

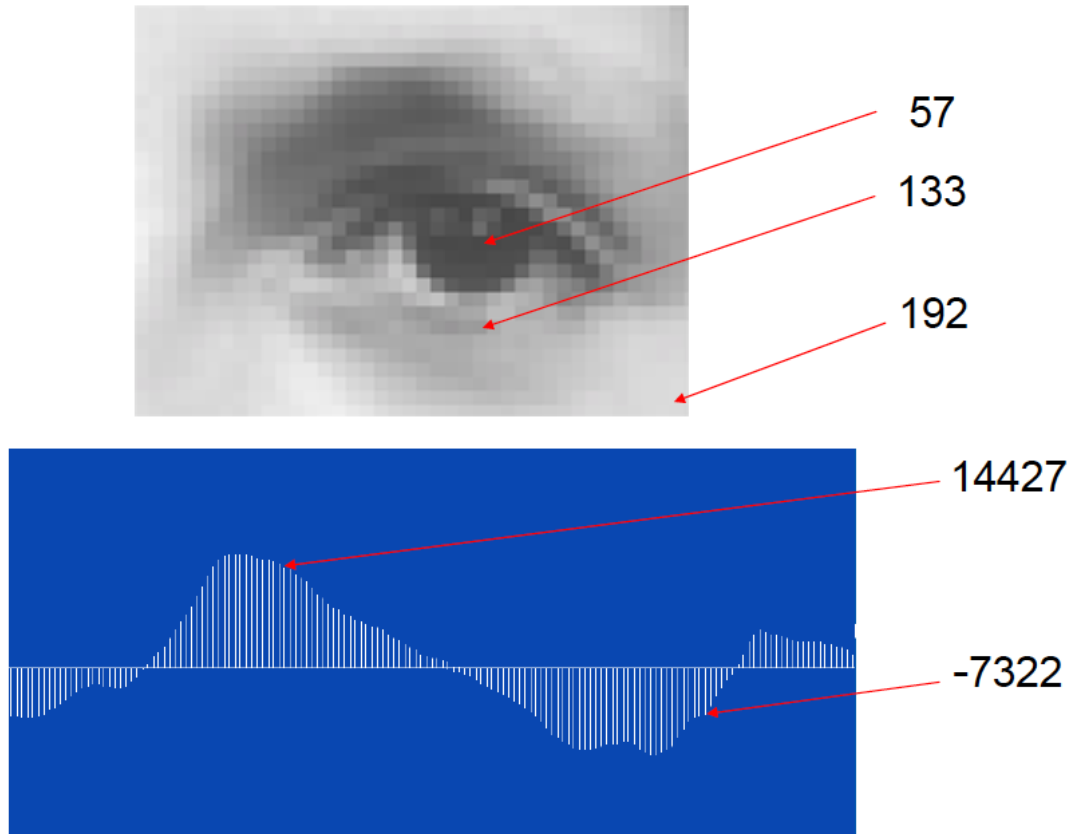
Médecine: imagerie numérique, chirurgie robotique

Grande industrie qui irrigue toutes les autres

Premier point clé : indépendance information / support (dématérialisation)



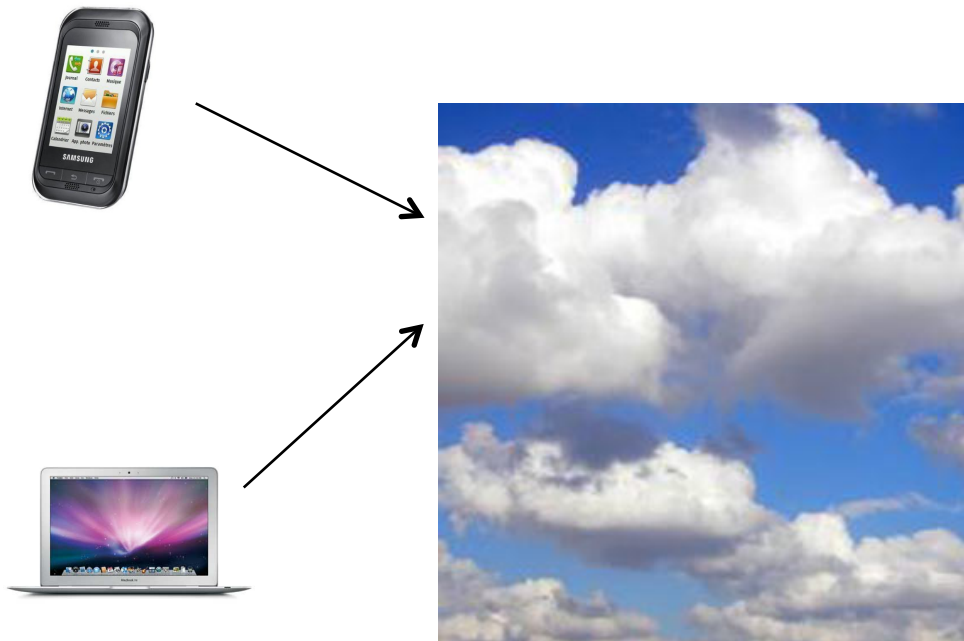
L'information devient un nombre



Un nombre est
représentable par
une suite de bits :

$$57 = \mathbf{1}x1 + \mathbf{0}x2 + \mathbf{0}x4 + \mathbf{1}x8 + \mathbf{1}x16 + \mathbf{1}x32$$

Deuxième point clé : la distance est abolie (virtualisation)



Machines, logiciels
et applications vues
comme
des services

Attention : les ordis sont partout...



- infestation massive par pucerons enfouis partout
- qui peuvent communiquer entre eux
- mais de plus en plus d'applications **critiques**

Quelques chiffres

- La population d'internautes dans le monde a dépassé 1,5 milliard en 2011
- Top 10 : Etats-Unis, Chine, Japon, Allemagne, Royaume-Uni, Corée du Sud, France, Inde, Canada, Italie
- Comment peut-on mesurer la taille du World Wide Web ? En 2011, on peut estimer le nombre à 300 milliards de pages.
- Cerveau humain : 100 milliards de neurones, 10^{15} connexions. Vitesse influx nerveux : 100m/s

Quelques chiffres

- Google est le site le plus visité au monde (gogol= 10^{100})
- Plus d'un petaoctets (10^{15} octets) nécessaires pour stocker le cache des pages Web référencées (de l'ordre du nombre de grains de sable de la plage de la Baule)
- Google posséderait 1 million d'ordinateurs dans plus de 60 fermes de serveurs autour de la planète. La puissance de calcul requise pour l'indexation dépasse désormais celle pour le calcul scientifique...

Pourquoi l'Internet grandit ?

- **Effet de famille** : un réseau de messagerie est d'autant plus utile qu'on peut y joindre d'avantage d'utilisateurs. L'attraction détermine le volume des nouveaux entrants (dérivée proportionnelle à la taille -> croissance exponentielle de l'effet boule de neige)
- **Effet de marché** : plus il y a d'utilisateurs, plus il y a de services offerts

Pourquoi l'Internet grandit ?

- **Choix techniques** : les architectes se sont attachés à construire le réseau le plus solidement possible, afin de garantir qu'il puisse croître
 - Élimination de tout point central
 - Les routeurs sont les briques de base (ordinateurs spécialisés chargés de relayer les messages de proche en proche)
 - Le calcul des chemins les plus courts est réalisé de façon répartie en fonction des informations disponibles chez les voisins

Les limites ?

- l'Ipcalyspe
- l'Energie

- Go

- @IP : 192.168.1.10

- 4 octets -> 4294967296 adresses

L'histoire...



Au commencement...

- 1957, le traumatisme Spoutnik : l'ARPA ("Advanced Research Projects Agency") est créé.
- 1962, l'US Air Force demande à un groupe de chercheurs de RAND (de "Research ANd Development", association non lucrative visant à développer les sciences et l'éducation aux états-Unis) de concevoir un réseau capable résister à une frappe nucléaire massive, afin de pouvoir riposter à son tour.
- La solution est un système décentralisé. Le projet de Paul Baran est refusé par les militaires et ce n'est que 6 ans plus tard qu'il se concrétise.

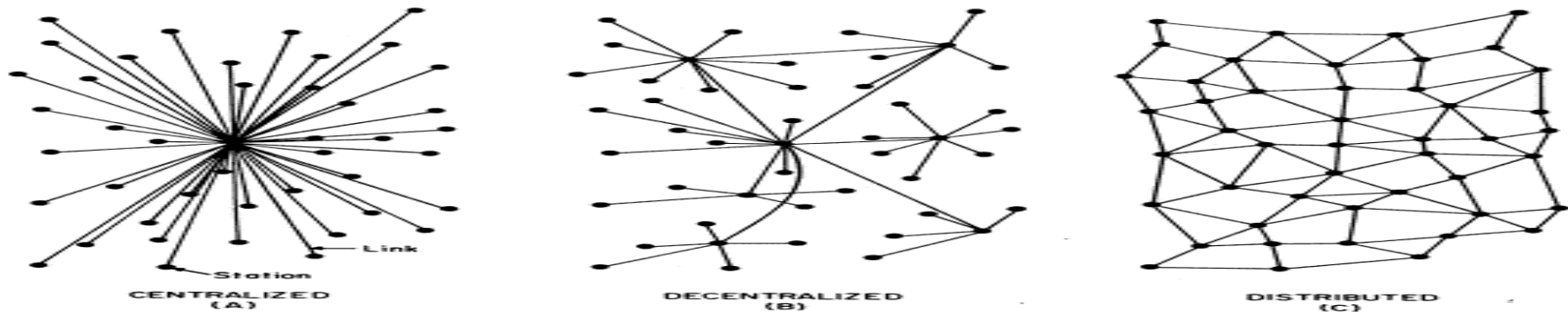
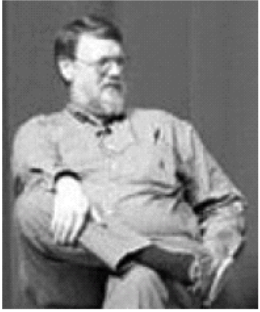


FIG. 1 — Centralized, Decentralized and Distributed Networks

Premières briques...

1969 : ARPANET



Ray Tomlinson, écoutant



Le professeur Kleinrock

- Il comprend quatre grands centres universitaires américains :
 - UCLA (Université de Californie à Los Angeles)
 - SRI (Institut de recherche de Stanford)
 - UCSB (Université de Californie à Santa Barbara)
 - l'Université de l'Utah
- Ces quatre centres étaient reliés par des câbles 50Kbps, et utilisaient le NCP ("Network Control Protocol").
- La date conventionnelle pour la "naissance d'Internet", c'est la date de publication de la première RFC ("Request For Comments of the Internet Engineering Task Force"), le 7 avril 1969.



Premières briques...



Jacques Dondoux,
un temps ministre

- 1971 : Ray Tomlinson travaille sur un système de Post-It sur l'écran. Il choisit le fameux glyphe "@". Anecdote : que contenait le premier courrier électronique jamais envoyé ?
- 1973 : le protocole TCP/IP (Vinton Cerf Stanford, Robert Kahn, DARPA et Louis Pouzin INRIA)
- 1980 : le cas du minitel français (Jacques Dondoux) 3615 code Ulla
- 1983 : le DNS (« Domain Name System »)

Le boom...

- 1989 : le World Wide Web (grand public). T. Berners-Lee (CERN)
- 1993 : Mosaic, le premier des navigateurs grand public, doté d'une interface graphique. M. Andreessen (étudiant à l'université de l'Illinois) -> Netscape
- 1995-2003 : la guerre des navigateurs (Netscape -> Mozilla, Microsoft/Internet Explorer)
- 2004- : l'explosion des réseaux sociaux
 - Facebook, Youtube, ...
 - Les bibliothèques numériques sont au cœur de l'Internet
 - Web 2.0.
 - Services mobiles

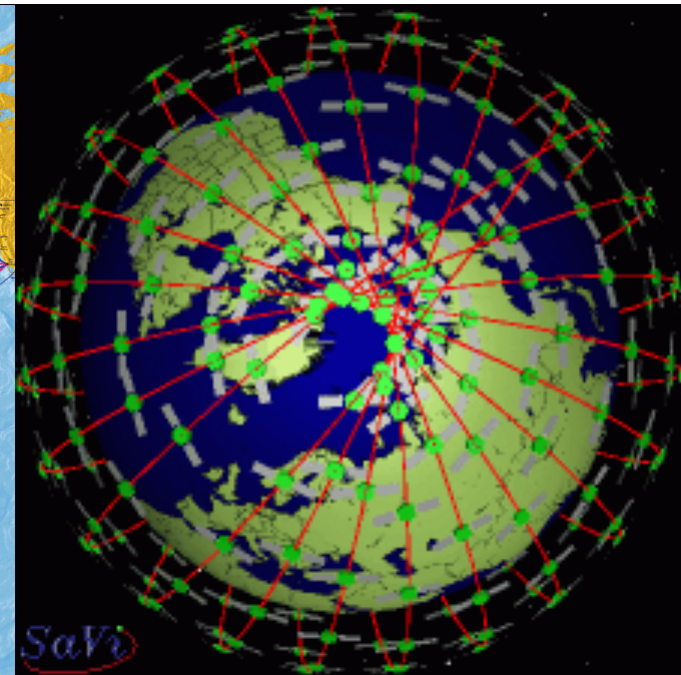
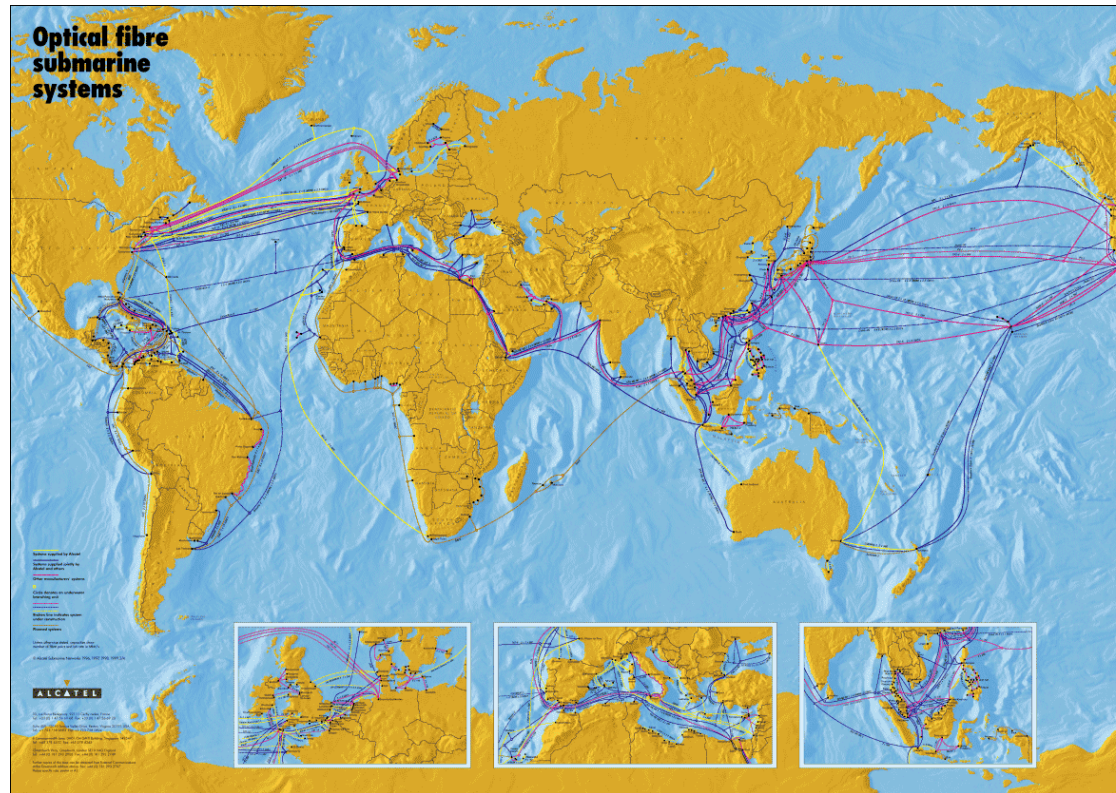
Avenir proche :

- l'Internet des objets

Les cartes de l'Internet : un nouveau territoire à découvrir...



Structure physique de l'Internet : l'épine dorsale "Mbone"



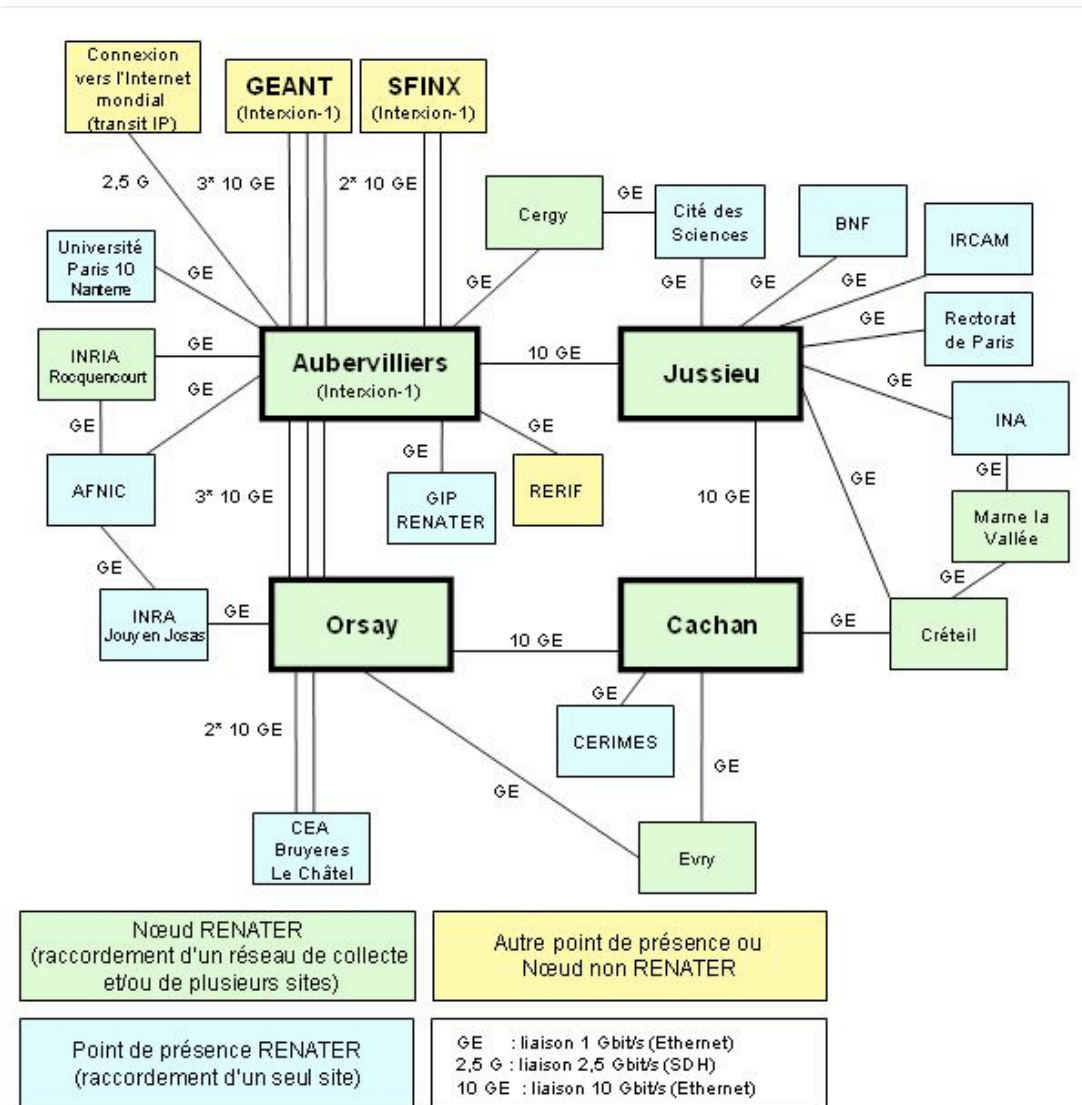
Le réseau de la recherche en France (RENATER)

Infrastructure en métropole

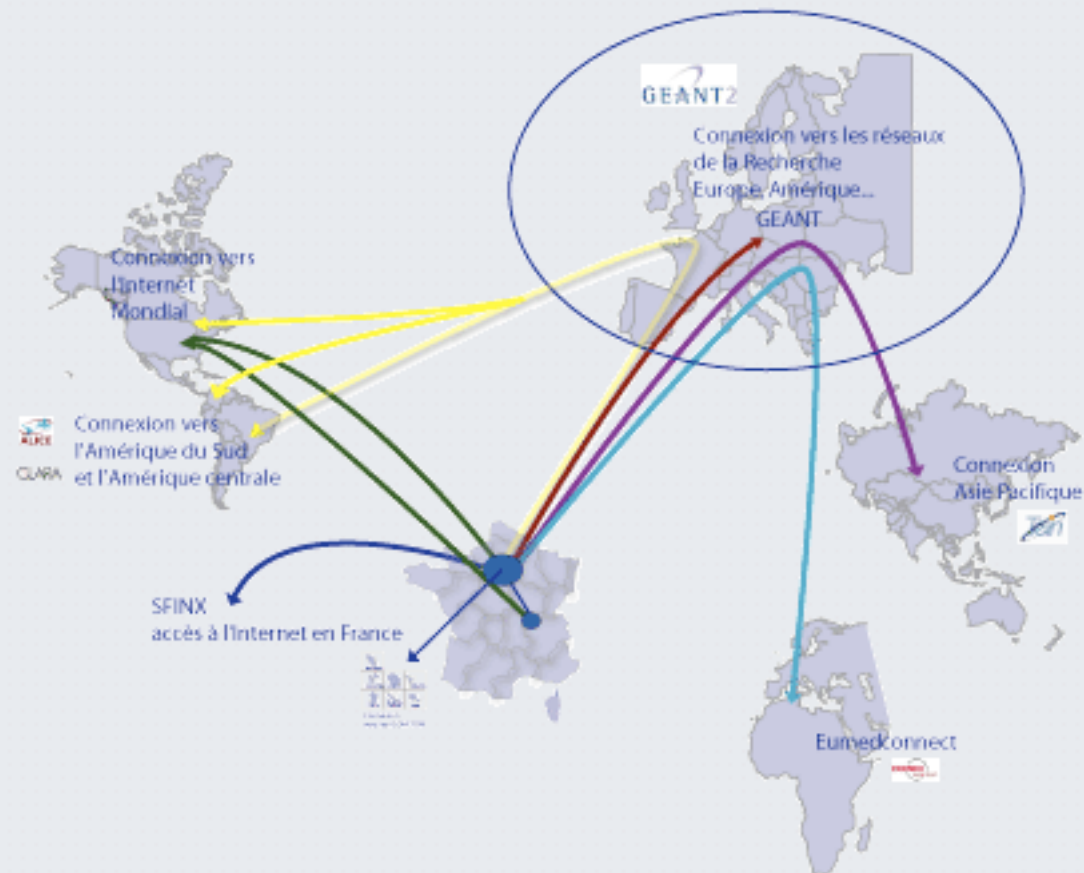


Les entreprises qui contribuent à l'évolution du réseau sont NeufCegetel pour la fourniture de l'ensemble du réseau de production national métropolitain (à l'exception de l'Ile de France et de la Corse), France Telecom pour la liaison avec la Corse, CISCO pour les équipements de routage et de commutation, Cegetel, Level3 et neuf telecom pour le réseau optique dédié aux grands projets de recherche et ALCATEL pour les équipements optiques. C'est Communication & Systèmes qui assure le déploiement, la gestion et l'administration de la totalité du réseau RENATER-4.

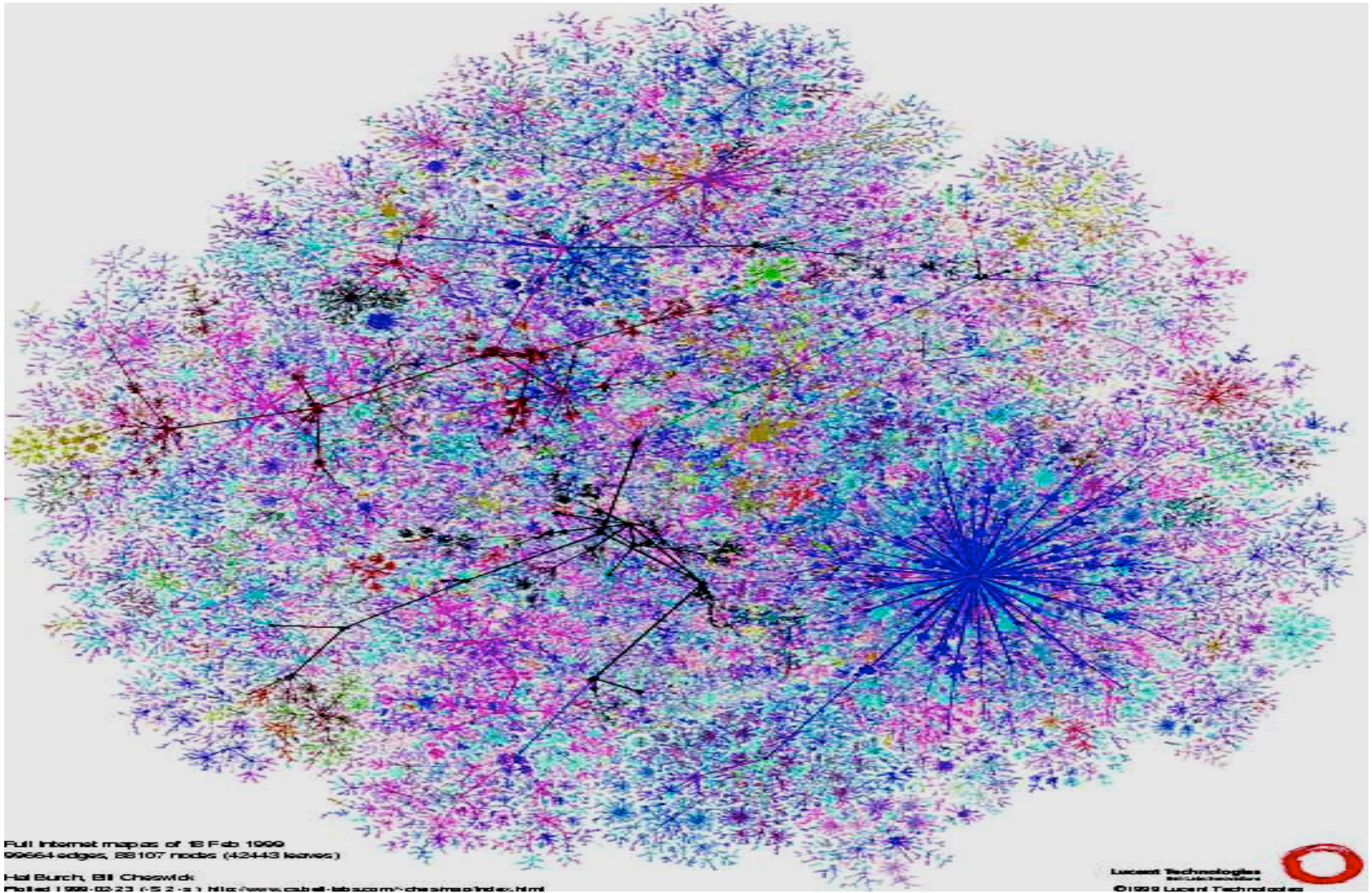
Le réseau de la recherche en Ile de France



Interconnexion vers les réseaux de recherche dans le monde



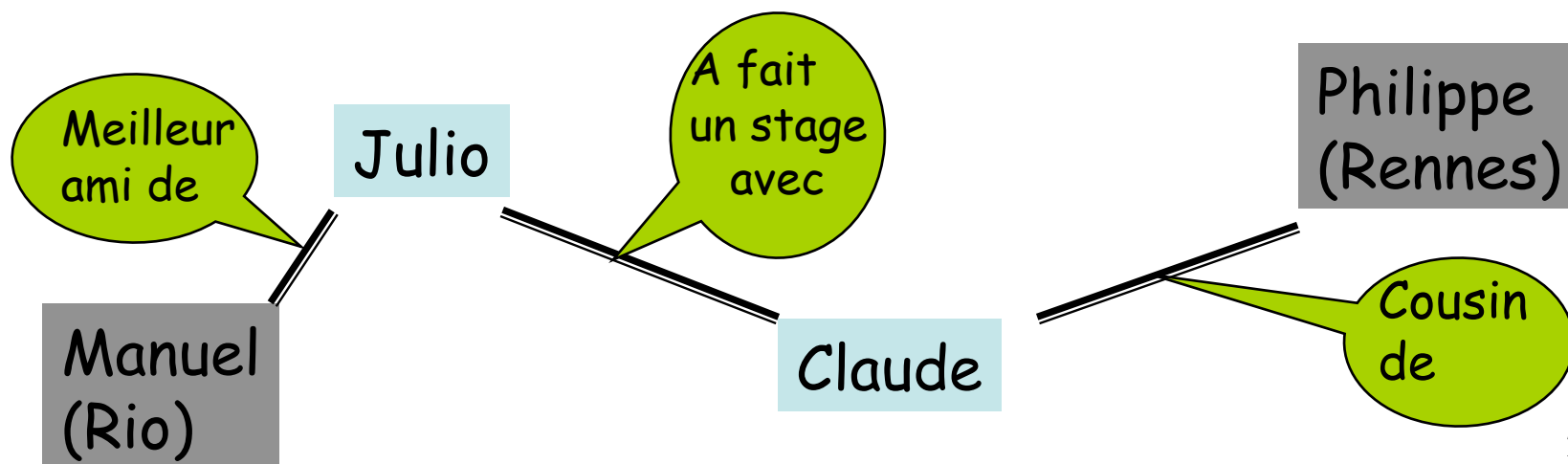
L'interconnexion Internet



*La surprise des graphes
petits mondes ...*

Le monde est petit...

- Expérience du psychologue Stanley Milgram en 1967
- 300 personnes sélectionnées aléatoirement doivent faire parvenir une lettre à une personne donnée de Boston
- **Règle** : on ne peut envoyer une lettre qu'à quelqu'un que l'on connaît



Résultats

- 20% des lettres sont arrivées
- Elles sont arrivées en 6 étapes max seulement !

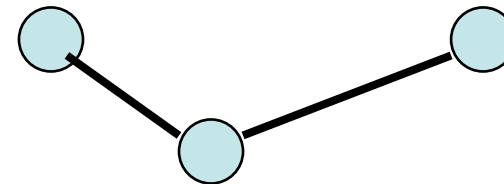
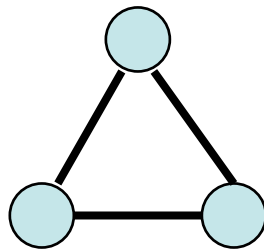
Caractéristiques des petits mondes :

1. Des chemins courts existent,
2. Les gens sont capables de les trouver

Les messages se déplacent sur un réseau social

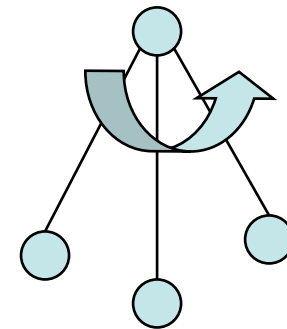
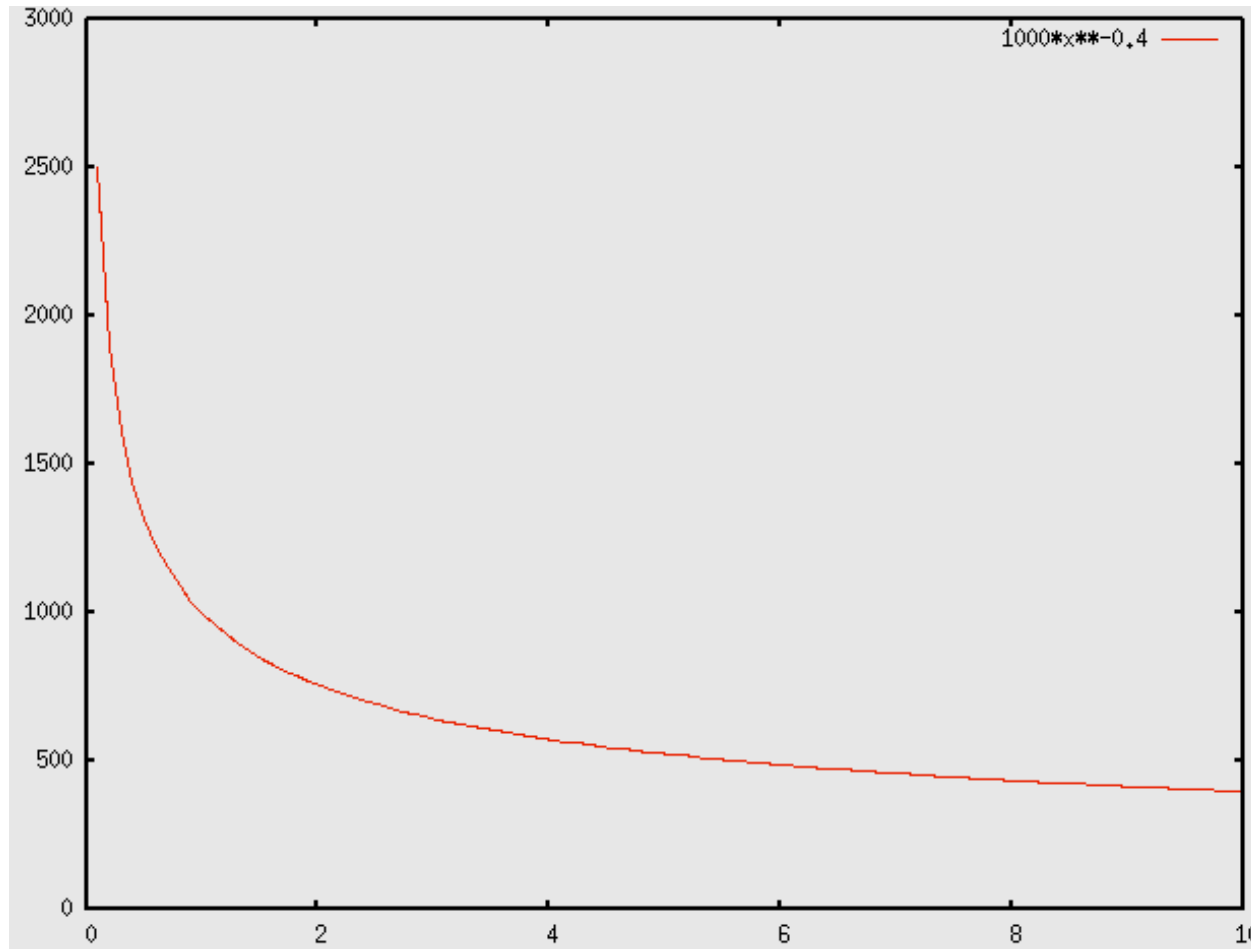
Grande connexité des petits mondes : phénomène de groupes

- “Les amis de mes amis sont mes amis” : beaucoup de triangles
- Mesure possible de connectivité :
 $C = \text{\#triangles} / \text{\#triplets connectés}$



Parties du graphe de l'Internet : $C = 0.11$
(sur un graphe aléatoire pur : 0.0001)

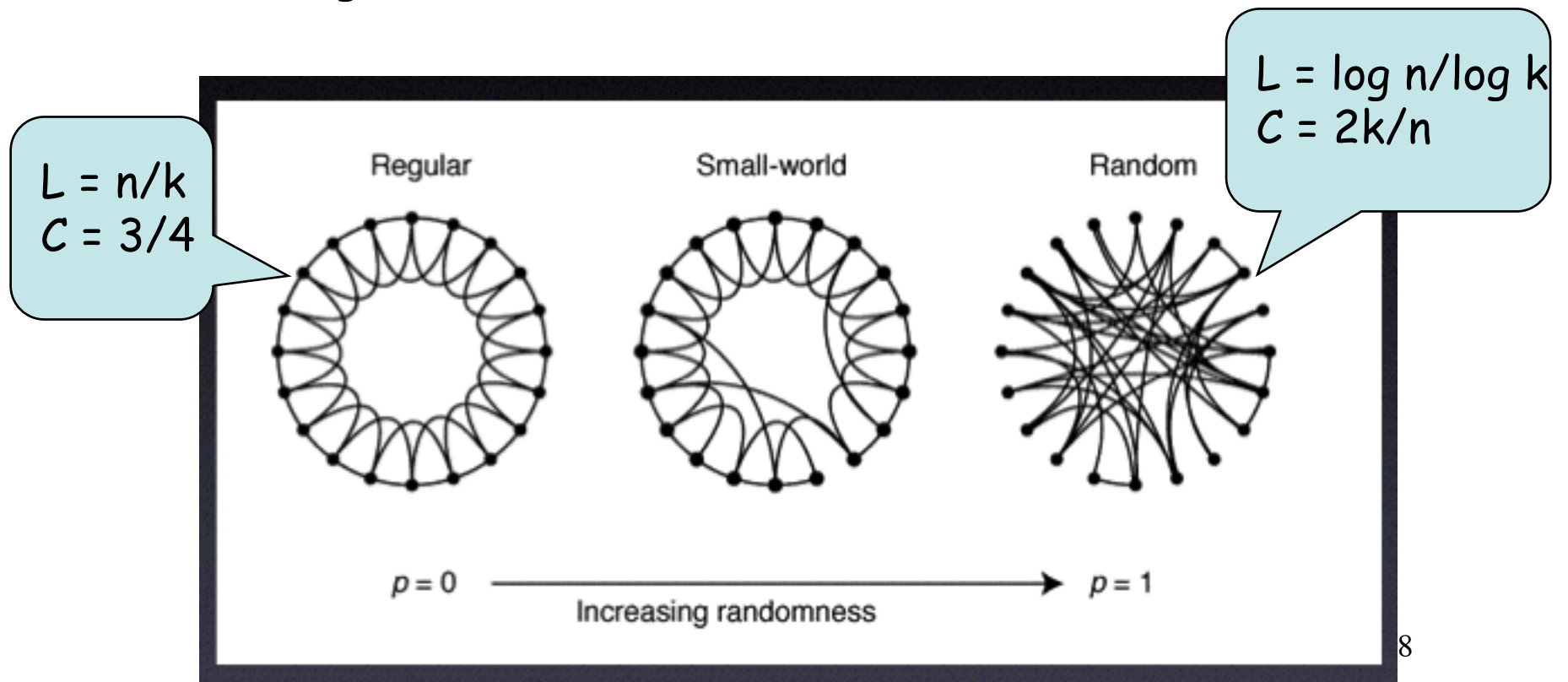
La distribution des degrés



- Loi de "puissance" : le nombre de noeuds de degré k est en $k^{-\alpha}$

Modèle de Watts et Strogatz [Nature 1998]

1. Un anneau de n noeuds
2. Chaque noeud est en plus connecté à ses k voisins les plus proches
3. Recablage aléatoire



Modèle dynamique

- Le modèle de Watts et Strogatz ne retrouve pas la loi de puissance des degrés
- Plus de réalisme peut être obtenu par la simulation de la croissance du réseau (modèle dynamique)
- Stratégie de "l'attachement préférentiel" [Albert et Barabasi 1999]:
 - Le réseau croît continuellement,
 - Les nouveaux noeuds s'attachent préférentiellement aux sites déjà bien connectés ("on ne prête qu'aux riches")
- Le phénomène de groupe reste un peu trop faible...