



Partie 1 : Introduction aux réseaux

Olivier GLÜCK

Université LYON 1 / Département Informatique

Olivier.Gluck@univ-lyon1.fr

<http://perso.univ-lyon1.fr/olivier.gluck>

Copyright

- Copyright © 2021 Olivier Glück; all rights reserved
- Ce support de cours est soumis aux droits d'auteur et n'est donc pas dans le domaine public. Sa reproduction est cependant autorisée à condition de respecter les conditions suivantes :
 - Si ce document est reproduit pour les besoins personnels du réproducteur, toute forme de reproduction (totale ou partielle) est autorisée à la condition de citer l'auteur.
 - Si ce document est reproduit dans le but d'être distribué à des tierces personnes, il devra être reproduit dans son intégralité sans aucune modification. Cette notice de copyright devra donc être présente. De plus, il ne devra pas être vendu.
 - Cependant, dans le seul cas d'un enseignement gratuit, une participation aux frais de reproduction pourra être demandée, mais elle ne pourra être supérieure au prix du papier et de l'encre composant le document.
 - Toute reproduction sortant du cadre précisé ci-dessus est interdite sans accord préalable écrit de l'auteur.

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

2

Remerciements

- Certains transparents sont basés sur des supports de cours de :
 - Danièle DROMARD (PARIS 6)
 - Andrzej DUDA (INP Grenoble/ENSIMAG)
 - Alain MILLE (LYON 1)
 - CongDuc PHAM (LYON 1)
 - Michel RIVEILL (Université de Nice/ESSI)
 - L'Institut National des Télécommunications (INT)
 - Cisco Networking Academy
- Des figures sont issues des livres cités en bibliographie

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

3

Plan de la partie 1

- Organisation pratique et contenu du module
- Bibliographie
- Les réseaux : brefs historiques, normalisation
- Pourquoi les réseaux ? Fonctions de base
- Classifications et aperçus des réseaux
- Aperçus industriels : opérateurs et constructeurs mondiaux, marché français
- Evolutions actuelles
- Exemple du réseau de l'université

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

4



Organisation pratique et contenu du module

Le module LIFASR6 : organisation

- Environ 60h de présentiel étudiant
- 8 séances de 3h de Cours = 24h
- 11 séances de 1h30 de TD = 16h30
- 6 séances de 3h de TP = 18h
 - Les groupes de TD et TP sont figés dès la 1^{ère} séance de TD
 - Salles « Réseaux » : TPR2 et TPR3 (Linux/Windows 2000), pas d'accès extérieur (on est coupé du monde), possibilité de câblage, root sur les machines
- Validation de l'UE : 100% Contrôle Continu
 - Présences en TD + QROC (20%)
 - Présences en TP + comptes-rendus de TP + TP final noté (20%)
 - CC mi-parcours (0h30 ou 0h45) en TD (20%)
 - Contrôle de fin de module (1h ou 1h30) en amphi (40%)
 - En cas d'absence justifiée, m'apporter le certificat médical ainsi qu'à l'enseignant de TD/TP

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

7

Cisco Certified Networking Academy

- Une certification professionnelle reconnue
- Une formation complémentaire aux enseignements de l'UE
- Facultatif
- Beaucoup de travail personnel (plus de 4h par semaine pendant 6 ou 7 semaines)
- 6 séances surveillées de QCM ou TP noté en salle TP du Nautibus (de 16h15 à 18h15...)
- N'intervient pas dans l'évaluation de l'UE
- Un plus si vous comptez poursuivre dans les réseaux (M2SRIV)
- Peut vous servir à trouver un stage
- La moitié des TPs se font sur du matériel CISCO

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

8

Planning provisoire (Voir ADESoft)

- Cisco est optionnel, Attention aux dates des CC
- Je vais faire les groupes de TD/TP

semaine	1	2	3	4	5	6	7	8
	21/01/2021	28/01/2021	04/02/2021	11/02/2021	18/02/2021	25/02/2021	04/03/2021	11/03/2021
Jeu	Rs 9h45 11h30							
A				Cat1				
B	CM1 CM2	CM3 CM4	CM7 CM8	CM10 CM11	Vacances	CM14 CM15	TPR-1	Cat3
C							TD3 TD4	
D							TD5 TD6	Forum Avant
mercredi	14h 15h45 17h30							
A							TD3 TD4	TDS TD6
B	Transversales	CM5 CM6	CM9 TD1	CM12 CM13	Vacances	CM16 TD2	TPR-1	TDS TD8
C							TD5 TD6	TD7 TPP-1
D							TD5 TD6	TPR-1
semaine	9	10	11	12	13	14	15	16
	15/03/2021	22/03/2021	29/03/2021	05/04/2021	12/04/2021	19/04/2021	26/04/2021	03/05/2021
Jeu	Rs 9h45 11h30							
A	TD7 TPP-1	TPR-2	TD10 Cat5	TPR-2-disco				
B	CC TPP-1 TD1	TD9	TPR-3	TD11				
C	TPR-1	TPR-2	TD9	TD10	TPR-2-disco	Vacances	TP rotule	
D	TPR-1 TD1	TPR-2 TD8	TD9	TD10				Stage
mercredi	14h 15h45 17h30							
A	TPF-2 TD8	TD9	TPF-3	TD11	Cat6-7 TPR			
B	TD8 TPP-2	TPR-2	TD10	TPF-3	TPR-2-disco	Vacances	CCF	
C	TPR-2	TD10	TPF-3	TD11				Stage
D	TPR-2	TPR-3	TPR-2-disco	TD11				

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

11

Questions ?

- Vous et les réseaux ?
- Avez-vous suivi LIFASR2 ?
- Ordinateur chez vous ?
- Quel système d'exploitation ?
- Connexion Internet ?
- Programmation en C ?
- Certains d'entre vous seront amenés à faire un stage dans les réseaux...

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

12

Le module LIFASR6 : contenu (1)

- P1 + P2 : Introduction aux réseaux et Notions de base
 - représentation de l'information, transmission de données, supports et techniques de transmission
 - architectures en couches, encapsulation, modèles OSI et TCP/IP
- P3 : Notions de protocoles
 - fanion et transparence, contrôle d'intégrité
 - contrôle de l'échange, contrôle de flux
 - signalisation

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

13

Le module LIFASR6 : contenu (2)

- P4 : Liaison de données
 - rôle de la liaison de données, fonctionnalités
 - exemple de protocoles : HDLC, SLIP, PPP
- P5 : Réseaux locaux
 - architecture IEEE 802, couches MAC, LLC
 - étude d'Ethernet (origine, trames, les Ethernet)
 - politique d'accès, topologie et commutation
 - aspects protocolaires
 - aperçus VLAN, réseaux sans fil

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

14

Le module LIFASR6 : contenu (3)

- P6 : Le concept de réseau
 - commutation (circuits/messages/paquets)
 - adressage, nommage, MTU
 - acheminement, fonction et protocoles de routage
 - problèmes de congestion
- P6 : Interconnexion de réseaux
 - passerelles, répéteurs, ponts, routeurs
 - étude d'un exemple

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

15

Le module LIFASR6 : contenu (4)

- P7 : Architecture TCP/IP
 - pile et applications TCP/IP
 - adressage et routage dans IP
 - protocole IP, protocoles de transport (UDP/TCP)
 - pourquoi IPv6 ?
 - se connecter à Internet (FAI, mode d'accès)
- Les applications ?

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

16

Bibliographie

- « Réseaux », 4^e édition, Andrew Tanenbaum, Pearson Education, ISBN 2-7440-7001-7
- « Réseaux et Télécoms », Claude Servin, Dunod, ISBN 2-10-007986-7
- « Analyse structurée des réseaux », 2^e édition, J. Kurose et K. Ross, Pearson Education, ISBN 2-7440-7000-9
- « TCP/IP Illustrated Volume 1, The Protocols », W. R. Stevens, Addison Wesley, ISBN 0-201-63346-9
- « TCP/IP, Architecture, protocoles, applications », 4^e édition, D. Comer, Dunod, ISBN 2-10-008181-0
- « An Engineering Approach to Computer Networking », Addison-Wesley, ISBN 0-201-63442-6
- Internet...
 - <http://www.guill.net/>
 - <http://www.courseforge.org/courses/>
 - <http://www.commentcamarache.net/ccm/doc/>
 - <http://www.rfc-editor.org/> (documents normatifs dans TCP/IP)

Brefs historiques et normalisation



Les télécommunications (1)

- **Télécommunications** = toutes techniques de transfert d'information

- techniques : filaires, radio, optiques, satellites, ...
- information : symboles, écrits, images fixes ou animées, son, vidéos, ...



Transfert fiable d'information entre entités communicantes :
données traduites (compréhensibles par A et B)
support de communication (lien)
adaptation entité/support
une procédure d'échange (**protocole** = ensemble de règles à suivre pour effectuer un échange d'information)

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

19

Les télécommunications (2)

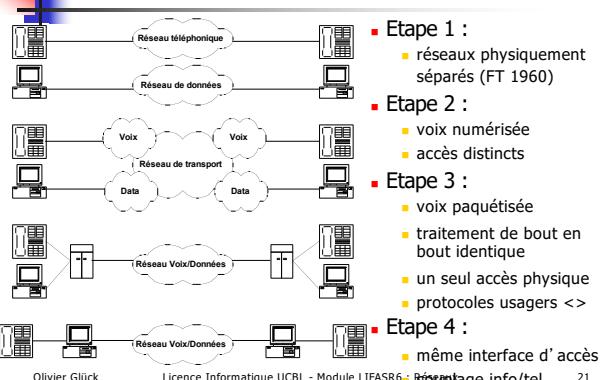
- 1932 : l'Union Télégraphique Internationale devient Union Internationale des Télécommunications (**UIT**)
- Télégraphie -> Téléphonie -> Communication (Internet = interconnexion de réseaux)
- Progrès techniques considérables :
 - -> Banalisation des flux (voix, données)
 - -> Convergence des techniques
- Aujourd'hui, les télécoms sont partout !
 - Téléphone, mobile, fax, minitel, cartes de crédit, télévisions, radios, satellites, Internet...

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

20

Les télécommunications (3)



Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

21

Bref historique (1)

- 1832 : alphabet de Morse (système de transmission codée)
 - breveté en 1840
 - première liaison en 1844
 - 1856 en France
 - première liaison transatlantique en 1858
- 1899 : première liaison télégraphique par onde hertzienne France/Angleterre
- 1938 : principe de numérisation du signal
 - MIC = Modulation par Impulsions Codées
- 1948 : invention du transistor

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

22

Bref historique (2)

- 1956 : premier câble téléphonique transocéanique avec 15 répéteurs immersés
- 1962 : satellite Telstar 1 -> première liaison de télévision transocéanique
- 1969 : premiers pas de l'homme sur la lune en direct
- 1979 : ouverture au public du premier réseau mondial de transmission de données par paquets X.25 (France : Transpac)
- 1981 : Le minitel

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

23

Bref historique (3) ... et Internet ?

- 1959-1968 : Programme ARPA
 - ministère américain de la défense : lancer un réseau capable de supporter les conséquences d'un conflit nucléaire
- 1969 : ARPANET, l'ancêtre d'Internet
 - les universités américaines s'équipent de gros ordinateurs et se connectent au réseau ARPANET
- 1970-1982 : Ouverture sur le monde
 - premières connexions avec la Norvège et Londres
- 1983 : Naissance d'Internet
 - protocole TCP/IP -> tous les réseaux s'interconnectent, les militaires quittent le navire

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

24

Bref historique (4) ... et Internet ?

- 1986 : Les autoroutes de l'Information
 - la *National Science Foundation* décide de déployer des super-ordinateurs pour augmenter le débit d'Internet
- 1987-1992 : Les années d'expansion
 - les fournisseurs d'accès apparaissent, les entreprises privées se connectent au réseau
- 1993-2003 : L'explosion d'Internet
 - ouverture au grand public
 - avènement du WEB et courrier électronique
 - -> marché considérable

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

25

Bref historique (5)

1970	Arpanet, premier e-mail premier Ethernet expérimental, TCP/IP
1980	X.25 Transpac première carte Ethernet, Unix BSD sockets, NFS 1000 sites connectés, DNS Token Ring FDDI
1990	10 000 sites connectés, WWW Arpanet -> Internet, X.25 -> Frame Relay, ATM 100 WWW, première radio sur Internet Lycos, Java, IP sur ATM Altavista ligne Renater France/US à 155Mbit/s
2000	

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

26

La normalisation (1)

- « Normalisation » : ensemble de règles destinées à satisfaire un besoin de manière similaire
 - réduction des coûts d'études
 - rationalisation de la fabrication
 - garantie d'un marché plus vaste
 - garantie d'inter-fonctionnement, d'indépendance vis à vis d'un fournisseur, de pérennité des investissements
- Aboutissement d'une concertation entre industriels, administrations et utilisateurs
- Exemple dans les réseaux mobiles :
 - GSM 900, DCS 1800 en Europe
 - D-AMPS 900 et 1900 aux Etats-Unis

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

27

La normalisation (2)

- **U.I.T.** Union Internationale des Télécommunications (ex CCITT)
(Genève) <http://www.itu.ch>
 - recommandations pour les pays moins avancés
 - recommandations pour les télécommunications internationales
 - **UIT-R : Radiocommunications (allocations des fréquences)**
 - **UIT-T : Télécommunications**
 - **UIT-D : développement**
- **E.T.S.I.** European Telecommunications Standard Institute
(Sofia Antipolis) <http://www.etsi.org>
 - responsable de la normalisation des Télécommunications en Europe (réseaux publics et leur moyen d'accès)
 - recommandations identiques à celles de l'UIT.
- **A.N.S.I.** American National Standard Institute
(New York) <http://www.ansi.org>
 - équivalent américain de l'ETSI

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

28

La normalisation (3)

- **I.E.E.E.** Institute of Electrical & Electronics Engineers (USA)
<http://www.ieee.org>
 - plus grande organisation professionnelle et universitaire du monde
 - groupe de normalisation pour l'informatique (IEEE 802)
- **I.S.O.** International Standardization Organization
 - organisation non gouvernementale
 - centaine de pays membres
 - édite des normes dans tous les domaines
 - membre de l'UIT
- **A.F.N.O.R.** Association Française de NORmalisation
(Paris la Défense et régions) <http://www.afnor.fr>
 - responsable de la normalisation en France
 - membre de l'ISO

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

29

La réglementation



Loi de Réglementation des Télécommunications (LRT) Le 18 juin 1996

- ➡ - aménage la concurrence des réseaux et services
- assure le maintien et le développement du service public
- crée une **autorité de régulation indépendante (ART)**
- ➡ Libéralisation totale du secteur
Le 1er janvier 1998
- ➡ Incidence sur la tarification
 - rapprocher coûts/tarifs
 - obligation du service universel (2 postes téléphoniques doivent pouvoir être mis en relation à tout instant)
 - loyauté de la concurrence

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

30

L'observatoire de l'ARCEP

<http://www.arcep.fr/index.php?id=4>

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

31

Pourquoi les réseaux ? Fonctions de base



Définitions (1)

- « **Télécommunications** » :
 - toute transmission, émission ou réception de signes, de signaux, d'écrits, d'images, de sons ou de renseignements de toute nature, par fil, radioélectricité, optique ou autres systèmes électromagnétiques.
- « **Réseau de communication** » :
 - ensemble de ressources (artères de transmission, commutateurs, ...) mis à la disposition d'équipements terminaux pour leur permettre d'échanger de l'information.

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

33

Définitions (2)

- « **Réseau public** » :
 - réseau accessible à tous moyennant une redevance d' usage.
- « **Réseau privé** » :
 - réseau regroupant une communauté d' utilisateurs appartenant à une même organisation.
- « **Réseau privé virtuel** » :
 - simulation d' un réseau privé à travers un réseau public.

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

34

Définitions (3)

- « **Réseau de commutation** (ou commuté) » :
 - réseau dans lequel un abonné peut atteindre n' importe quel autre : mise en relation de 1 à 1 parmi N (ex : Réseau Téléphonique Commuté).
- « **Réseau d' entreprise** » :
 - réseau connectant les principaux points d' une entreprise, généralement privé.
- « **Réseau dorsal** » (*Backbone*) :
 - réseau jouant le rôle d' artère principale pour le trafic en provenance et à destination d' autres réseaux.

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

35

Les fonctions d' un réseau

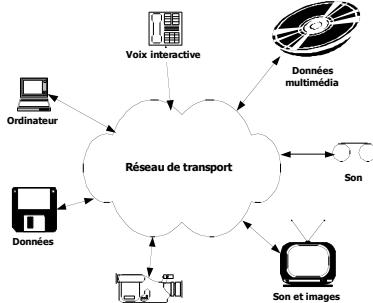
- La transmission
 - point à point ou diffusion
- La commutation
 - comment mettre en relation un utilisateur avec n' importe quel autre ?
- La signalisation
 - repose sur l' échange d' informations de « services »
- L' administration et la gestion
 - détection des fautes
 - facturation au prix juste (ART)
 - configuration : nouveaux matériels, nouveaux utilisateurs
 - performances et qualité de services
 - sécurité

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

36

Les flux d' information



Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

37

Les applications industrielles (1)

- Contrôle de la production, suivi des stocks, comptabilité, gestion clientèle : **pas de contraintes géographiques**
 - -> **partage de ressources** (bases de données, imprimante, scanners, graveurs...)
- Système de messagerie, vidéoconférence, réunions téléphoniques : **gain de temps**
 - -> **outil de communication**
- Commandes électroniques en temps réel : **efficacité, diminution des stocks**
 - -> **outil de conclusion d' affaires**

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

38

Les applications industrielles (2)

- Commerce électronique : **diminution des coûts**
 - -> **outil de vente directe**
- De nombreuses entreprises s' arrêtent en même temps que le réseau
 - banques
 - usines de production
- Distances entre les sites de plus en plus grandes
 - -> multinationales
 - grâce aux progrès des réseaux !

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

39

Les applications domestiques

- Internet, Internet, Internet...
 - recherche d' informations
 - communication entre personnes (e-mail, forums, messagerie instantanée, *chat*...)
 - divertissements interactifs
 - commerce électronique, vente aux enchères
 - gestion comptes en banques, opérations boursières
 - démarches administratives
 - *peer-to-peer* : (<> client/serveur) Napster
 - téléphonie, visiophonie, radio, vidéos à la carte...
 - enseignement à distance, travail à domicile ?
- Téléphonie, TV, Radio

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

40



Classifications et aperçus des réseaux

Des classifications

- Selon les types de transmission
 - -> supports (filaires, optiques, sans fil)
 - -> modes de diffusion
- Selon la taille
 - PAN, LAN, MAN, WAN, Internet
- Selon les performances
 - -> bande passante (débit), délais (latence)
- Selon le type des terminaux
 - -> réseaux téléphoniques
 - -> réseaux d' ordinateurs
 - -> réseaux domestiques

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

42

Les modes de diffusion



Diffusion 1 à N

- réseaux de radiodiffusion
- réseaux locaux



Collecte 1 à N

réseaux de télémesure



Commutation 1 à 1 parmi n

Réseau Téléphonique Communiqué

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

43

Classification selon la taille

- **PAN** - *Personal Area Network* - réseau personnel
 - 1 m : liaison sans fil ordinateur/souris, clavier, imprimante... contrôle appareil auditif, stimulateur cardiaque...
- **LAN** - *Local Area Network* - réseau local
 - 10 m/1 km : salle/immeuble/campus
- **MAN** - *Metropolitan Area Network* - réseau métropolitain
 - 10 km : ville
- **WAN** - *Wide Area Network* - réseau longue distance
 - 100 km/1 000 km : pays/continent
- **Internet**
 - 10 000 km : planète, interconnexion de réseaux

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

44

Performances des réseaux

- **Débit** : nombre de bits que le réseau peut transporter par seconde
- **Latence** : nombre de secondes que met le premier bit pour aller de la source à la destination

en bits par seconde

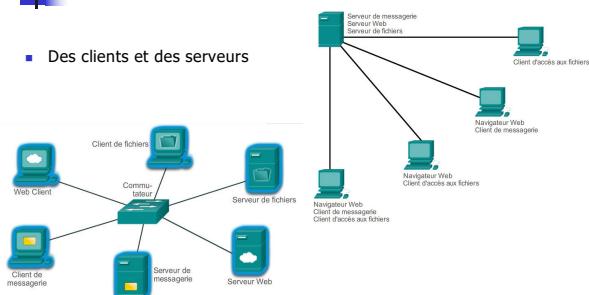
Réseaux d'accès résidentiels				
RTC 64 K	Modem RTC 56 K	RNIS 64 K	ADSL 1 M à 8 M	Modem câble ~ 1-10 M
Réseaux locaux et métropolitains				
Ethernet 10 M à 10 G	ATM 155 M	FDDI 100 M	DQDB jusqu'à 622 M	
Réseaux sans fil				
IEEE 802.11 11 M à 54 M	GSM	GPRS	UMTS	Satellites
	jusqu'à 14.4 K	114 K	jusqu'à 2 M	Iridium jusqu'à 64 K VSAT jusqu'à 512 K Teledesic 100/720 M
Cœurs de réseau et réseaux de la recherche				
Renater 3 Paris/DOM-TOM 128 K à 2 M	International jusqu'à 2,5 G	National 155 M à 2,5 G	Idf jusqu'à 80 G	GEANT 155 M à 10 G

Olivier Glück Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

45

Réseaux d'ordinateurs (1)

- Des clients et des serveurs



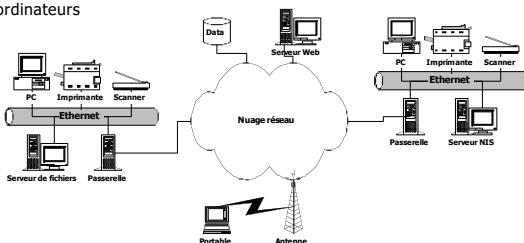
Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

46

Réseaux d'ordinateurs (2)

- Ensemble d'ordinateurs autonomes interconnectés au moyen d'une seule technologie
- Applications situées sur les ordinateurs
- Permet la transmission de textes, images, vidéos, sons entre les ordinateurs



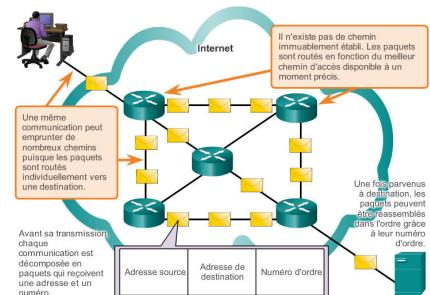
Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

47

Réseaux d'ordinateurs (3)

Commutation de paquets dans un réseau de données



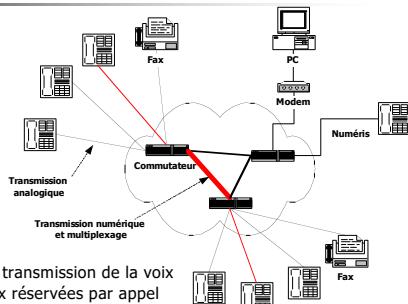
Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

48

Réseaux téléphoniques (1)

- Spécialisés pour la transmission de la voix
- Ressources réseaux réservées par appel
 - commutation - 1 canal de 64 Kbit/s par appel
 - multiplexage en fréquence/temporel du lien



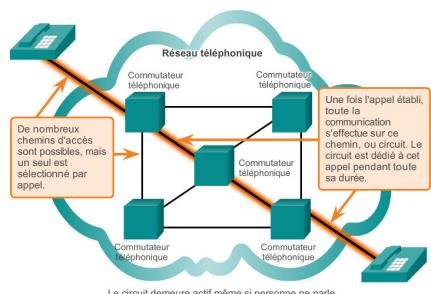
Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

49

Réseaux téléphoniques (2)

Commutation de circuits dans un réseau téléphonique



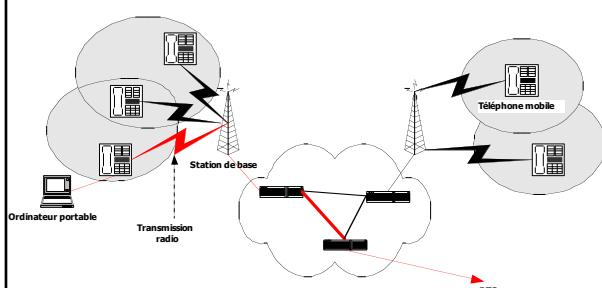
Olivier Glück

Il existe de nombreux circuits, mais leur nombre n'est pas limité. Pendant les périodes de pointe, certains appels peuvent être rejettés.

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

50

Réseaux sans fil (1)



MOOC Comprendre la 4G de Mines-Télécom

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLjXls-kqM6ICu5jYPrRzX3gISX6Bev3m>

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

51

Réseaux sans fil (2)

- Différence accès mobile / accès sans fil
- Applications :
 - téléphonie mobile, radio, TV, satellites, infrarouge, usagers en déplacement, conférences informatiques, taxis, livreurs, armée, distributeurs de boissons, parcmètres
- LAN sans fil : IEEE 802.11
 - plusieurs dizaines de mètres - jusqu'à 50 Mbit/s
- Réseau cellulaire : territoire divisé en cellules
 - quelques kilomètres - ~1 Mbit/s
- Bluetooth : réseau sans fil de faible portée

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

52

Réseaux domestiques

- Les réseaux du futur ? (1945 président IBM...)
- Réseau permettant aux appareils domestiques de communiquer entre eux + accès Internet
 - PC, portables, PDA, périphériques partagés
 - TV, DVD, lecteurs MP3, photos numériques, caméscopes
 - téléphones, mobiles, télécopieurs, ...
 - horloges, micro-ondes, fours, réfrigérateurs, ...
 - télémétrie et surveillance (compteurs, alarmes, vidéos)
- Besoin de débits importants à faibles coûts
- Problème de sécurité et de fiabilité

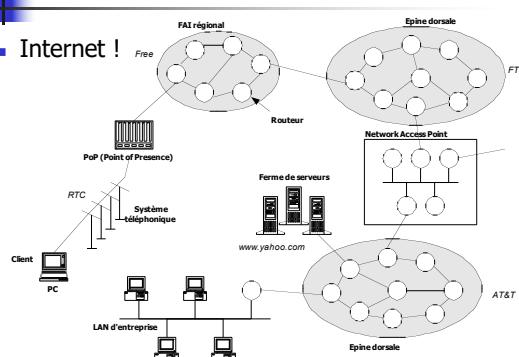
Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

53

Réseaux de réseaux...

- Internet !



Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

54



Aperçus industriels : le marché des télécommunications

Il faut distinguer les opérateurs, les constructeurs, les fournisseurs de services (ex: FAI), les abonnés, ...

Dans ce datacenter, Google doit conserver la trace de milliards de pages web sur des millions de serveurs ! © Google



Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

56

Evolutions actuelles (1)

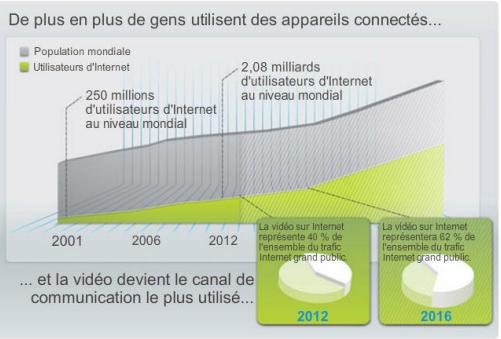
- Une ère nouvelle : celle de la « communication » avec une explosion prévisible d' Internet
 - volume du trafic de données / conversations téléphoniques
 - augmentation du trafic, du nombre de sites, du nombre d'abonnés,...
 - augmentation des débits (le haut débit du futur ?)
 - changement de la nature des flux (multimédia)
 - téléphonie mobile (pas seulement pour téléphoner !) UMTS, 3G, 4G, 5G...
- Importance des réseaux sans fil
 - accès à l' information partout, à n'importe quelle heure, sous n'importe quelle forme

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

57

Evolutions actuelles (2)



Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

58

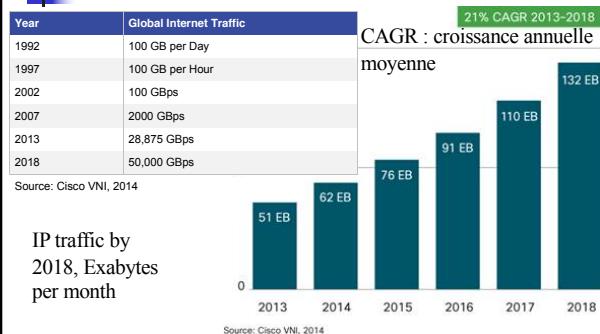
Evolutions 2013-2018 selon Cisco (1)

- D'ici 2018, il y aura près de **4 milliards d'utilisateurs d'Internet** (plus de 51% de la population mondiale). Il y en avait 2,5 milliard en 2013.
- D'ici 2018, il y aura **21 milliards d'équipements connectés**. Il y en avait 12 milliards en 2013.
- Entre 2013 et 2018, la moyenne de la vitesse des accès va augmenter de 16 Mbps à 42 Mbps.
- En 2013, le trafic vidéo représentait 66% de tout le trafic Internet. En 2018, il représentera 79%.

Evolutions 2013-2018 selon Cisco (2)

- Le trafic IP a fait x5 entre 2008-2013 et va faire x3 entre 2013-2018. En 2018, il sera 64 fois celui de 2005**
- En 2016, le trafic sans-fil et mobile va dépasser le trafic des terminaux filaires
- En 2018, il y aura 2 fois plus de terminaux IP que d'habitants
- Les clients de VoD vont doubler d'ici 2018**
- Cela prendrait 5 million d'années à une personne de regarder tout le trafic vidéo qui passera dans Internet pendant un mois en 2018

Traffic IP 2013-2018, évolution



Olivier Glück

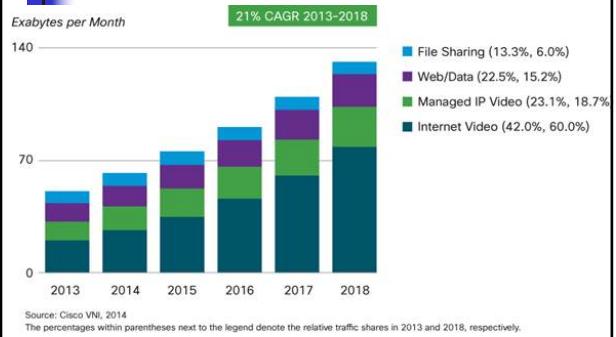
Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

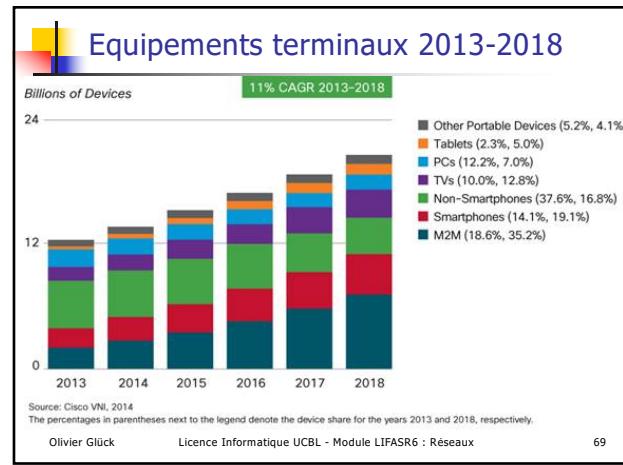
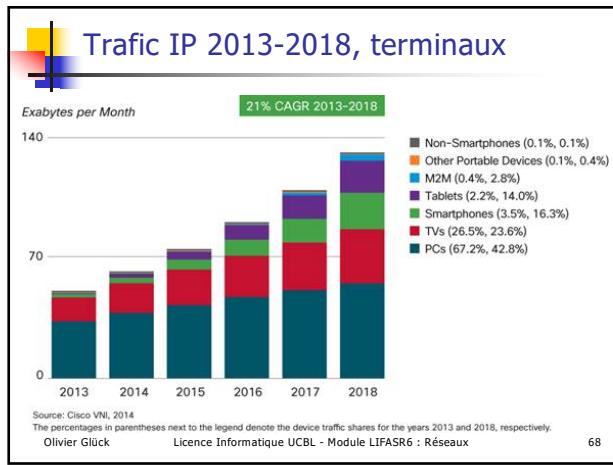
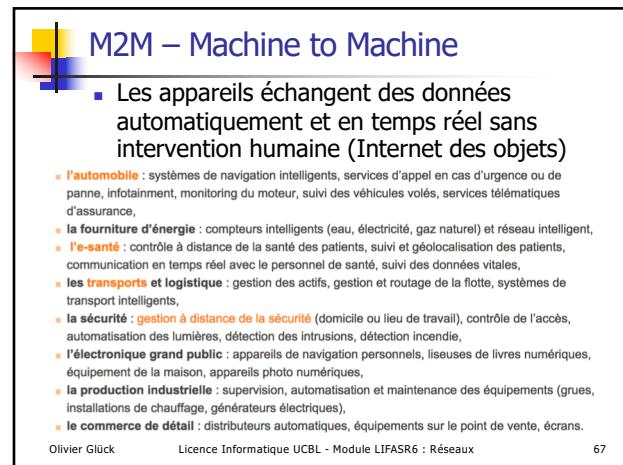
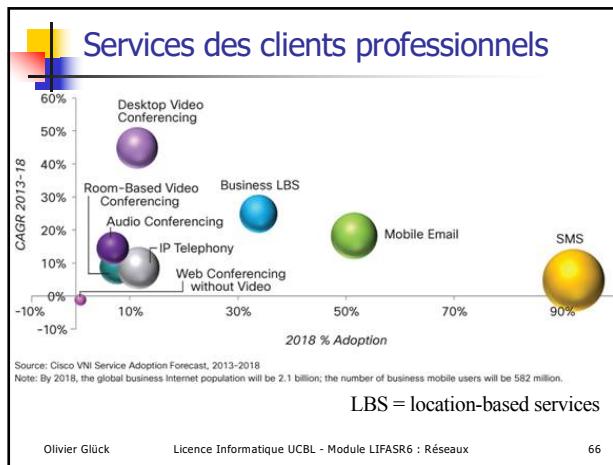
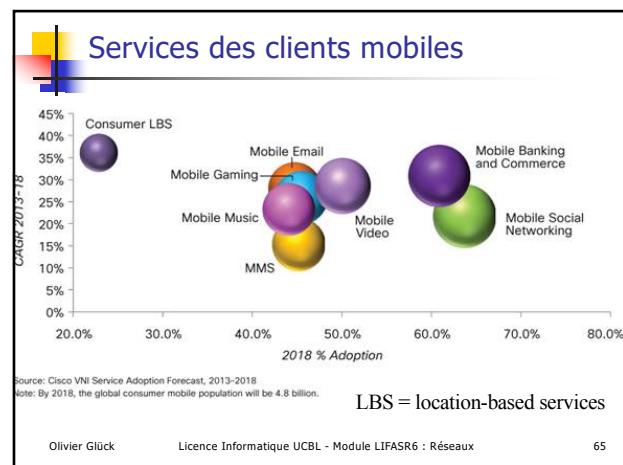
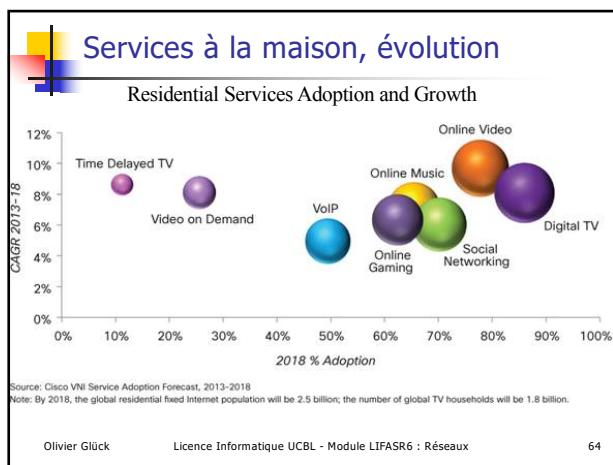
61

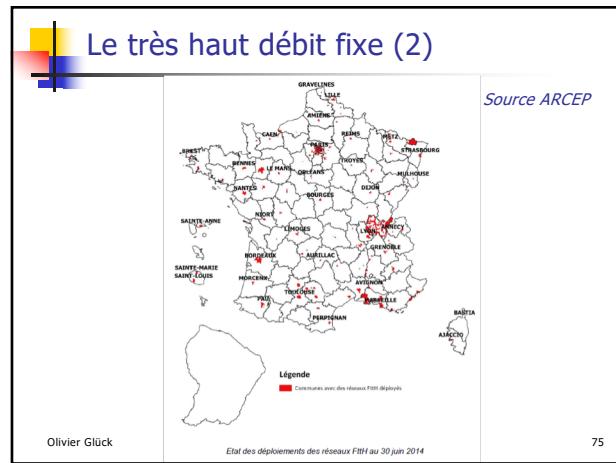
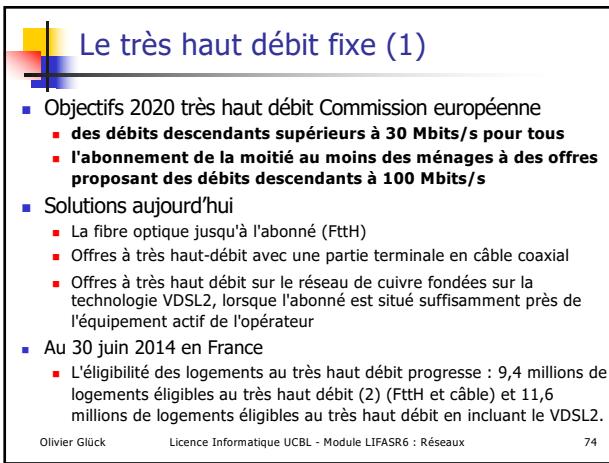
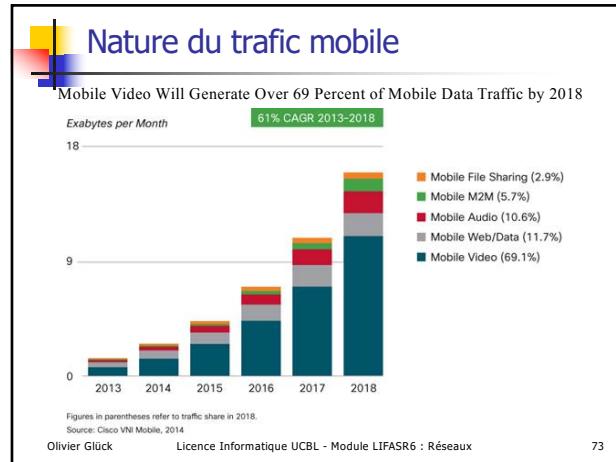
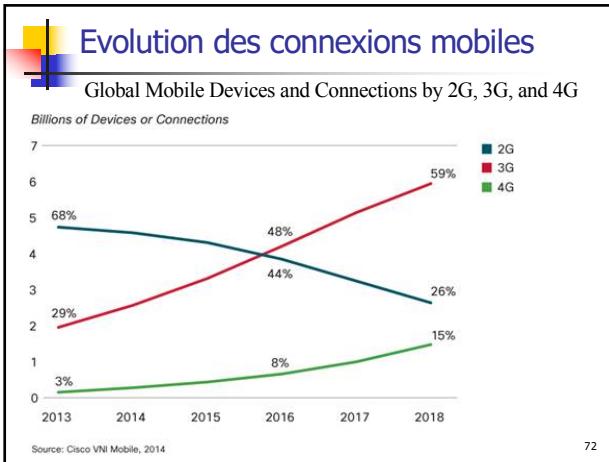
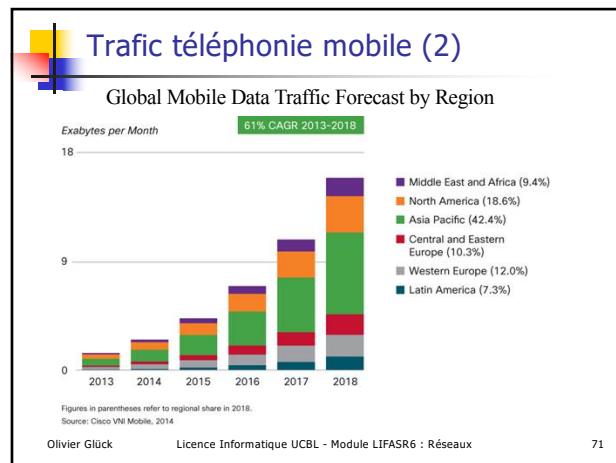
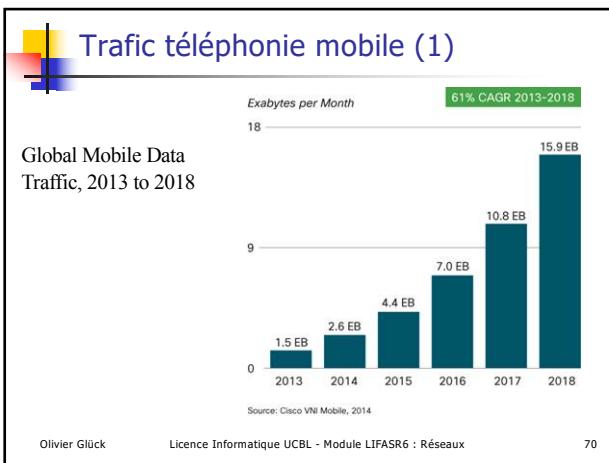
Traffic IP 2013-2018, types d'accès



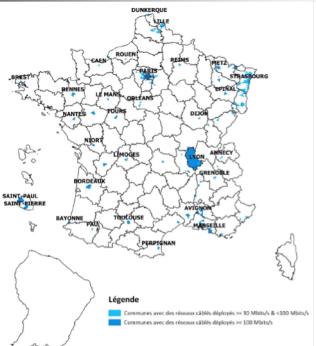
Traffic IP 2013-2018, applications







Le très haut débit fixe (3)



Olivier Glück

Etat des déploiements des réseaux câblés au 30 juin 2014

76

Le très haut débit fixe (4)

- **Bitstream** : opérateurs alternatifs louent des accès haut débit activés par Orange. Raccord préalable d'un ou plusieurs points de livraison du réseau d'Orange. Ils peuvent alors offrir des services haut débit de détail dans les zones où ils ne sont pas présents au titre du dégroupage.
 - bitstream classique si l'abonné conserve un abonnement au service téléphonique classique
 - bitstream ADSL nu si l'abonné n'a plus d'abonnement au service téléphonique classique
 - DSL-Entreprise, offre à débit garanti à destination d'un usage professionnel, sur un accès sans abonnement au service téléphonique

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

77

Le très haut débit fixe (5)

- **Dégroupage** : offre de gros d'Orange, permet aux opérateurs alternatifs d'avoir un accès direct à la paire de cuivre. Ils doivent avoir installé au préalable leurs propres équipements au niveau des répartiteurs d'Orange. Ils sont alors en mesure de contrôler l'accès haut débit de bout en bout et de fournir un service différencié de celui d'Orange
 - dégroupage partiel : l'abonné conserve un abonnement au service téléphonique classique
 - dégroupage total : pas d'abonnement au service téléphonique
- **DSL (Digital Subscriber Line)** : technologie permettant d'utiliser les lignes de cuivre raccordant les clients du réseau téléphonique commuté (RTC) pour des transmissions de flux de données à haut débit sous forme de paquets

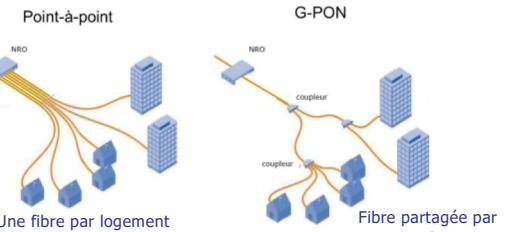
Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

78

Le très haut débit fixe, infrastructures (1)

Source ARCEP



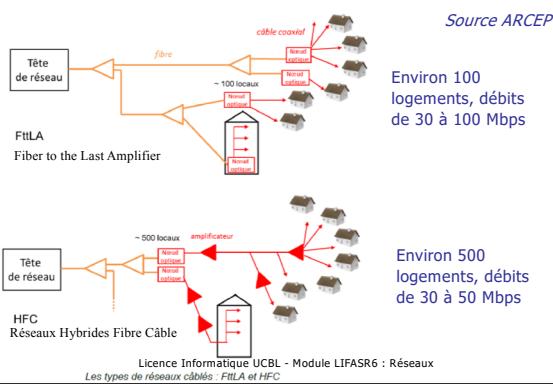
Les deux principaux types d'infrastructure FttH : Point-à-point et G-PON

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

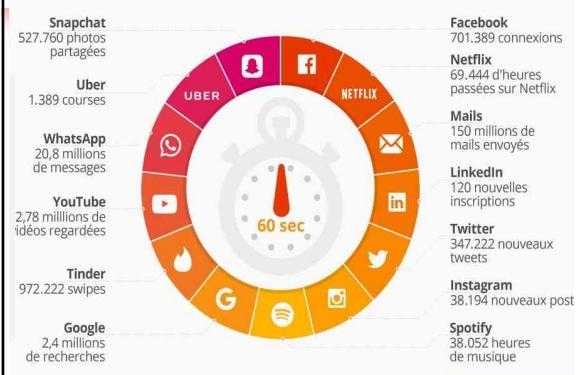
79

Le très haut débit fixe, infrastructures (2)



80

Que se passe-t-il en 60 secondes sur Internet ?



Internet et la planète (1)



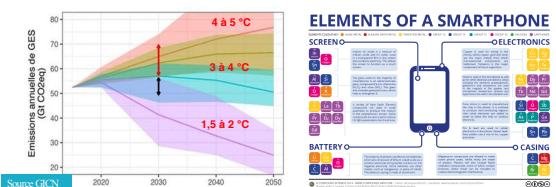
Internet et la planète (2)

- 45% conso énergie = fabrication des équipements
 - Durée de vie : Smartphone = 18 mois, PC = 3 ans (obsolescence programmée), problématique de gestion des déchets + pollution



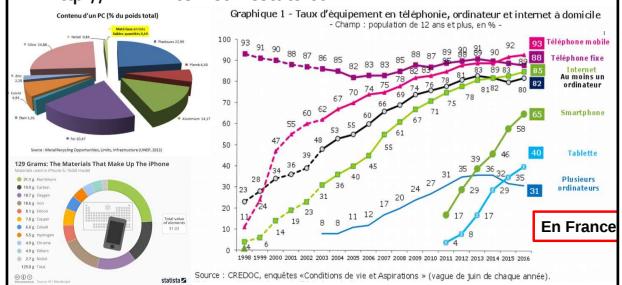
Internet et la planète (1)

- L'envoi d'un simple e-mail : 25Wh, 20g eq CO₂ (Ademe)
 - 100 000 milliards d'e-mail par an (1 smartphone = 80kg eq CO₂)
 - Le numérique :
 - 10% de la consommation électrique mondiale, +9% par an (non soutenable car COP21 recommande -5% par an)
 - Eq CO₂ = aviation (8%) en 2013 = automobiles (20%) en 2025
 - 9000 milliards de \$ = 60% PIB Europe (GAFAM = 4500 milliards)



Internet et la planète (3)

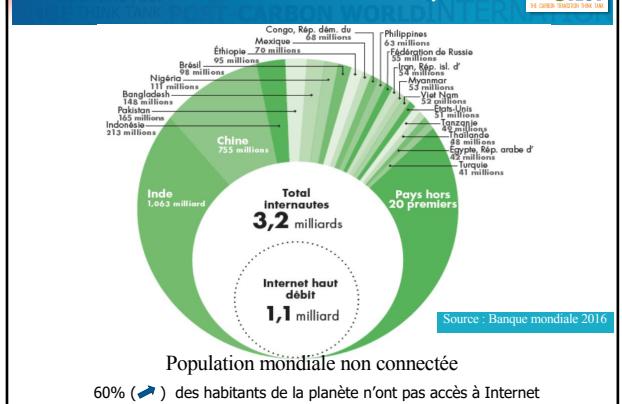
- PCs en service dans le monde en 2015 : 2 milliards
 - Vente de téléphones : 2 milliards/an soit 80/seconde
<http://www.internetlivestats.com>



Une consommation numérique toujours plus polarisée

Nombre d'équipements connectés par personne	2016	2021	Croissance annuelle
Asie-Pacifique	1,9	2,9	8,3%
Europe centrale et orientale	2,5	3,8	9,1%
Amérique latine	2,1	2,9	7,0%
Moyen-Orient et Afrique	1,1	1,4	5,4%
Amérique du Nord	7,7	12,9	11,0%
Europe de l'Ouest	5,3	8,9	10,9%
Global	2,3	3,5	8,5%
Regional split 2016	Population (millions)	Devices per capita	Traffic per capita (GB/mth)
USA	322	7,8	97,0
Western Europe	415	5,3	34,0
Japan	126	6,3	35,0
China	1374	2,5	12,0
Developing countries	3700	1,1	1,5
World	7500	2,3	13,0

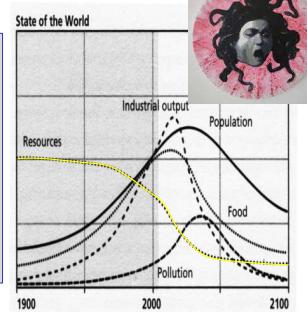
Un constat de fracture numérique



(Rapport Meadows & al. 72) du 'club de Rome' dans les années 70. Interactions entre population, produit industriel, pollution, nourriture, et ressources

Effondrement du niveau de vie (quotient alimentaire et produit industriel par habitant) au début du XXI^e siècle, avec retour en 2100 aux valeurs de 1950. L'élément déclencheur est la baisse des ressources naturelles non renouvelables.

Source : Olivier VIDAL, CNRS



<https://pour-un-reveil-ecologique.be/index.php>

Manifeste étudiant pour un réveil écologique

Nous, étudiants en 2018, faisons le constat suivant : malgré les multiples appels de la communauté scientifique, malgré les changements irréversibles d'ores-et-déjà observés à travers le monde, nos sociétés continuent leur trajectoire vers une catastrophe environnementale et humaine.

Nous, signataires de ce manifeste, sommes pourtant convaincus que ce sombre tableau n'est pas une fatalité. Deux options s'offrent aujourd'hui à nous : poursuivre la trajectoire destructrice de nos sociétés, ou bien prendre notre avenir en main en décider collectivement d'anticiper et d'inclure dans notre quotidien et nos métiers une ambition sociale et environnementale, afin de changer de cap et ne pas finir dans l'impassé.

Conclusions (1)

- Constats
 - Les utilisateurs des réseaux sont de plus en plus nombreux
 - Le nombre de sites et d'abonnés augmentent considérablement
 - Les volumes transportés sont de plus en plus élevés
 - Les flux changent de nature (Vidéos, TV, M2M...)
- Les problèmes du futur
 - Importance du haut débit
 - Importance des réseaux sans fil
 - Le très haut débit du futur ?
 - Problèmes de sécurité (e-commerce, horodatage, informations sensibles, confidentialité, piratages, virus...)
 - Problèmes de durabilité, d'énergie

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

90

Conclusions (2)

- ... et la recherche : Top 10 Trends in 2015 from IEEE ComSoc Technology News
 - 5G
 - Fiber everywhere
 - Virtualization, open source and SDN
 - Everywhere connectivity, Internet of Things : 50 milliards d'objets connectés d'ici 2020
 - Bigdata, cibersecurity, green communications
 - Network neutrality, internet governance...

Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

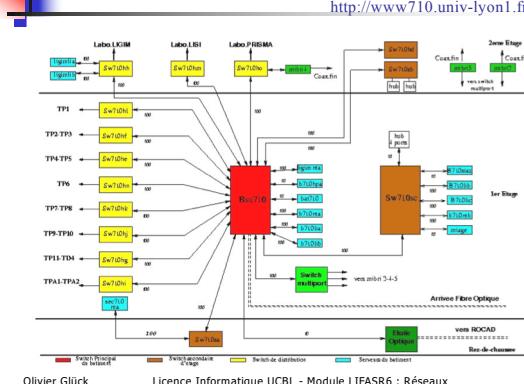
91



Exemple : réseau de l'université

Le bâtiment 710

<http://www.710.univ-lyon1.fr/>



Olivier Glück

Licence Informatique UCBL - Module LIFASR6 : Réseaux

93

