

## La feuille de route des concepts informatiques

### **L'Internet polymorphe:** des modèles, des contre-modèles, des alter-modèles de communication, de stockage, de calcul

Michel RIGUIDEL

michel.riguidel@telecom-paristech.fr

(école nationale supérieure des télécommunications)



## Les fausses apparences

- Le discours politiquement correct
  - Un monde interopérable, ouvert, transparent, sans couture, neutre ...
- Dans la pratique
  - La loi de la jungle des services cloisonnés, peu interopérables, fermés, opaques, propriétaires, pas neutres

Entrailles opaques des services sur Internet



21/01/2010

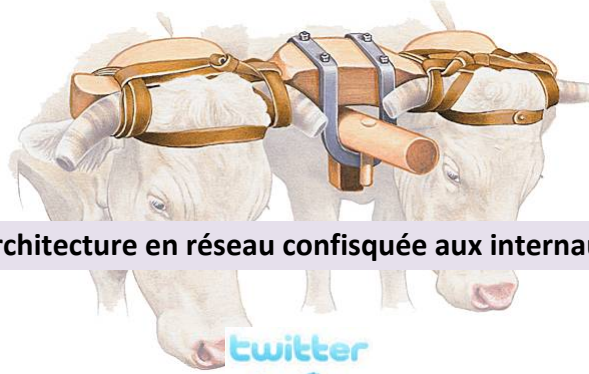
Michel Riguidel, Paris



Interface publique  
Pour accrocher un service

2

## Le joug des portails



L'architecture en réseau confisquée aux internautes

amazon.com

YouTube  
Broadcast Yourself

21/01/2010

twitter



Google

Michel Riguidel, Paris

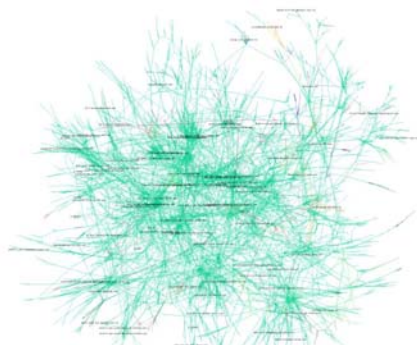
ebay

facebook

3

## L'Internet & l'Anti-Internet

Les applications & les architectures en réseau : horizontalité



21/01/2010

Le « temps partagé & traitement par lot » du temps jadis



Chemin canalisé



Michel Riguidel, Paris

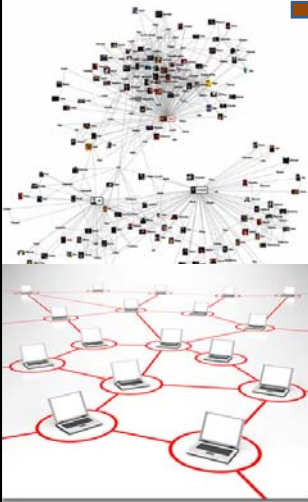
4

## Les scansionnements informatiques en accordéon

répartition



concentration



Principe d'action  
et de réaction



Ferme de serveurs Amazon



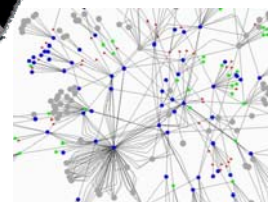
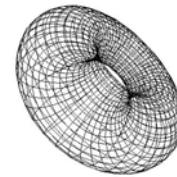
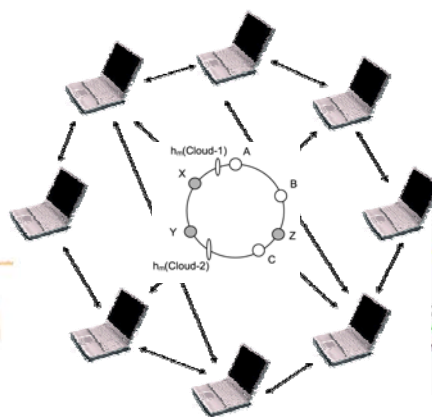
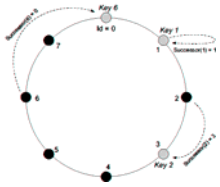
Vue aérienne des fermes Google

21/01/2010

Michel Riguidel, Paris

5

## L'architecture pair à pair encore trop pauvre, trop rigide



21/01/2010

Michel Riguidel, Paris



6

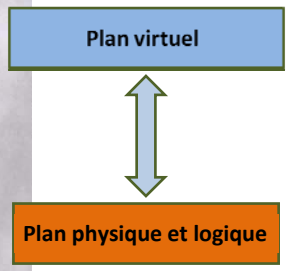
# La vision étroite des virtualisations juxtaposées

21/01/2010

Michel Riguidel, Paris

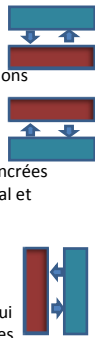
# Les coutures invisibles du virtuel

La gestion des abstractions dans les protocoles et les architectures



Une ingénierie pour surmonter la complexité des multi-technologies

- Mécanismes adaptés à la vitesse de réaction, à la répartition spatiale pour se raccrocher à la réalité physique et informatique
- 1. Au-dessus : les **overlays**
  - Structures de superposition ou architecture de recouvrement
  - Des fils virtuels cousus par des fonctions de hachage
- 2. Au-dessous : les **underlays**
  - Modèles de mobilité
  - Des balises physiques (Landmarks) ancrées et reliées par les traitements de signal et les modèles probabilistes
- 3. Sur le flanc : Les **crosslayers**
  - Transgression des couches OSI pour réagir plus vite
  - Des déclencheurs, des fils logiques qui court-circuitent les chemins classiques pour agir rapidement



## La virtualisation

Jongler avec des entités d'ordres différents pour gommer les formes rugueuses et réduire la complexité : une vue de plusieurs perspectives et de plusieurs granularités



Locale

21/01/2010



Angle de vue

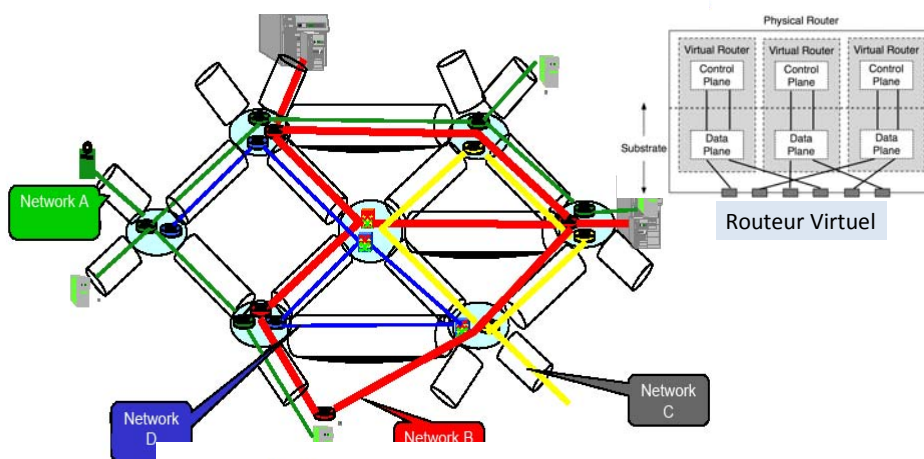
Michel Riguidel, Paris



Globale

9

## Les tranches de GENI



The Global Environment for Network Innovations (GENI)  
Michel Riguidel, Paris

21/01/2010

10

## Le réseau fut un graphe (nœuds et liens)

Routage des paquets  
dans un filet



Lois de D Poisson  
Chaînes de A Markov



21/01/2010

Michel Riguidel, Paris

11

## Le conformisme de l'IP

La dictature du paquet



La chasse aux sorcières



Format IP

header	total length
version length type of service	
identification	flags fragments offset
time to live protocol	header checksum
source IP address	
destination IP address	
options, if any (0-15)	

Routage IP

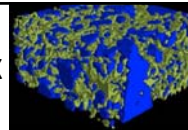


Approches en rupture

Michel Riguidel, Paris

12

# Le milieu 3D : le réseau en creux



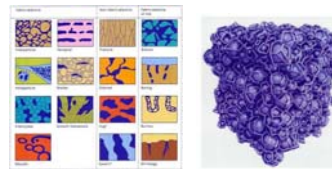
## L'informatique ubiquitaire

- L'intelligence ambiante
- La pervasivité
  - Omniprésence et mobilité
  - Reconfiguration et adaptabilité



## Les milieux poreux : H Darcy

- La géométrie hétérogène



- Les écoulements multiphasiques
  - Porosité, Perméabilité
  - Loi de H Darcy

$$Porosité = \frac{V_{eau}}{V_{total}}$$



$$U = Ki$$

$$\vec{U} = -\frac{k}{\mu} (\text{grad } p + \rho g \text{ grad } z)$$

# La réconciliation à partir de la trame Ethernet du sans fil et du filaire (optique, électrique)

## LA VIRTUALISATION SPATIO-TEMPORELLE DES ENTITÉS ET DES LIENS

Une vision globale de la virtualisation  
La virtualisation permet de découper en tranches virtuelles toutes les entités et de surmonter l'hétérogénéité

## LA VISION TEMPORELLE ET VIRTUELLE DES FLUX (TRAME, PAQUET, CIRCUIT)

- Une vision orientée sur les flux
- Inspection des flux
    - DPI (deep packet inspection) et DFI (deep frame inspection)
  - Réminiscence des réseaux actifs (« un paquet IP est un programme »), du concept de Jini
  - Incarnation: l'intelligence n'est pas que du calcul, elle exige un corps et une interaction avec son environnement



Nouer  
les coutures de la virtualisation et les liens des flux  
Sémantique de Typage des Liens pour l'acheminement



**Une prééminence accordée à de nouveaux liens instrumentés (sémantique des langages)**

# L'ouverture & la rupture authentiques

Élargir le champ global de la virtualisation dès la trame Ethernet

In Port	VLAN ID	Ethernet			IP			TCP	
		SA	DA	Type	SA	DA	Proto	Src	Dst

Table 1: The header fields matched in a "Type 0" OpenFlow switch.

OSI	TCP/IP
Layer 7 Application	Application Telnet, FTP, NFS, NIS
Layer 6 Presentation	Session e.g. RPC
Layer 5 Session	Transport Socket/Streams - TLI
Layer 4 Transport	TCP, UDP
Layer 3 Network	Network IP - ARP/RARP/ICMP
Layer 2 Data Link	Physical Protocol Ethernet/HDLC/PPP
Layer 1 Physical	Transmission medium Coax, Fiber, 10baseT



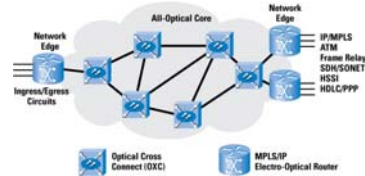
21/01/2010



Stanford, Cisco, Deutsche Telekom, Michel Riguidel, Paris

## Les approches obsolètes

1. En finir avec GMPLS trop compliqué



2. En finir avec le best effort despotique  
Deep Frame Inspection pour une QoS à flux prépondérant

1. En finir avec le best effort étendu (la neutralité)  
Virtualisation du bas jusques en haut, et d'ici jusque là-bas

15

# Virtuosité du doigté & Flux rythmique et sonore

L'exploration de la nouvelle technologie du clavier en 1830



F Chopin (1810-1849)

Étude Op. 10, No. 2



21/01/2010

L'exploration de nouvelles harmonies en 1915



C Debussy (1862-1918)

Claude Debussy : Livre I, étude n°6, des pas sur la neige



Michel Riguidel, Paris

16



Projet FET Panorama

Histoire décalée  
des langages informatiques et de l'architecture des réseaux  
**L'HISTOIRE SE RÉPÈTE**

**J Backus**  
**Fortran 1 : (1955 - 1957)**



• **Fortran, Compilateur**

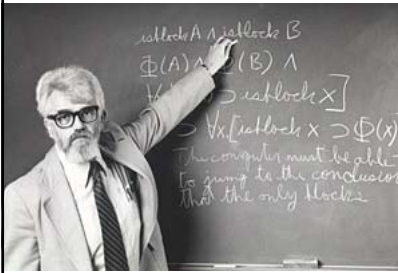
– Typage arithmétique

- Entier : 1 case
- Flottant : 2 cases avec mantisse et exposant

```
C IF (X) 1,2,3 betakodt
C spring naar label 1 als x < 0.
C spring naar label 2 als x = 0
C spring naar label 3 als x > 0

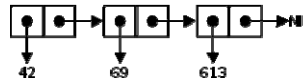
      IF (ISS)10,10,20
20 IF (IX-ISO)12,21,12
21 IF (IY-ISO)12,22,12
22 IF (IS-ISO)12,23,12
23 CALL PLALC(AM,SMAX,IRC)
      GO TO 73
10 IF (IX2)13,50,13
13 IF (IX2-MT)19,19,50
19 IF (IX2)11,50,11
11 IF (IY2-NT)12,12,50
12 IF (TIND(IX2,IY2,1)) GO TO 73
      IF (CV-AM(IX2,IY2))206,206,5
206 IF (IDX**2+IDY**2-1)213,6,213
213 DCP=(AM(IX,IY)+AM(IX2,IY)+
      + AM(IX,IY2)+AM(IX2,IY2))/4.0
      IF (DCP-CV)5,217,217
217 IF (INX(IS-1))214,215,214
214 IX=IX+IDX
C .....
```

**J Mac Carthy**  
**Lisp : (1958 – 1962)**



- **Lisp, Liste homogène**

- Utilisation déviante des flottants sur IBM 704
  - Mantisse : un entier
  - Exposant : l'adresse du membre suivant de la liste



- Les listes homogènes
  - Gestion des listes : Car, Cons, Cdr, etc
  - Glaneur de cellules, ramasse-miettes

- **Jeu entre nommage et adressage**

**D Ritchie**  
**C : (1972)**



- **Langage C, structure**

- Pointeurs et Structure

A pointe sur X  
 un pointeur nommé A  
 une variable entière, nommée X,  
 qui contient la valeur X



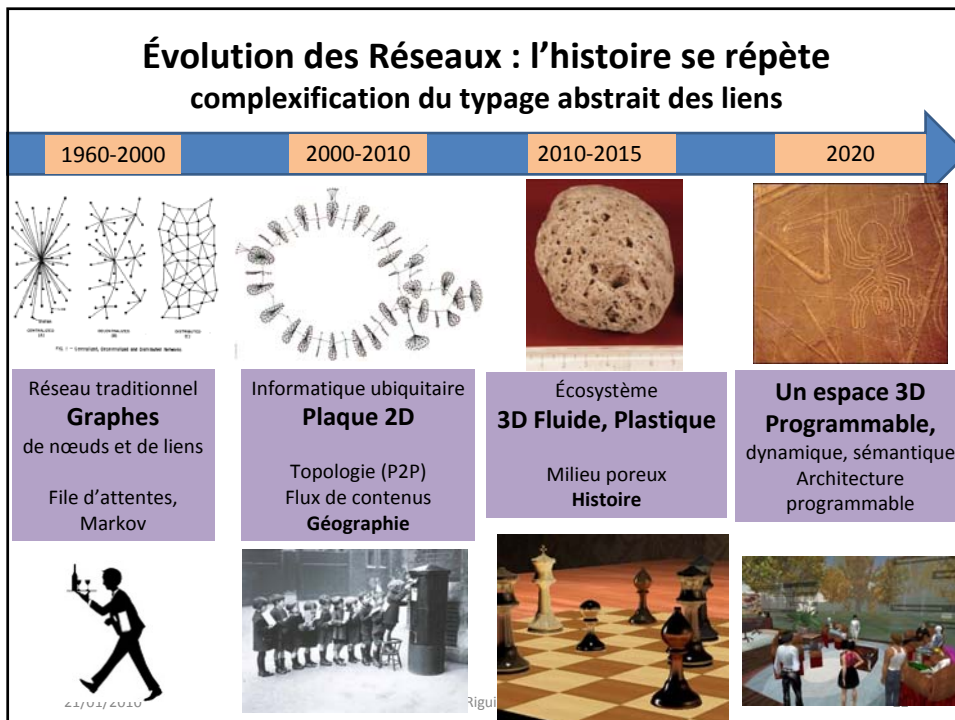
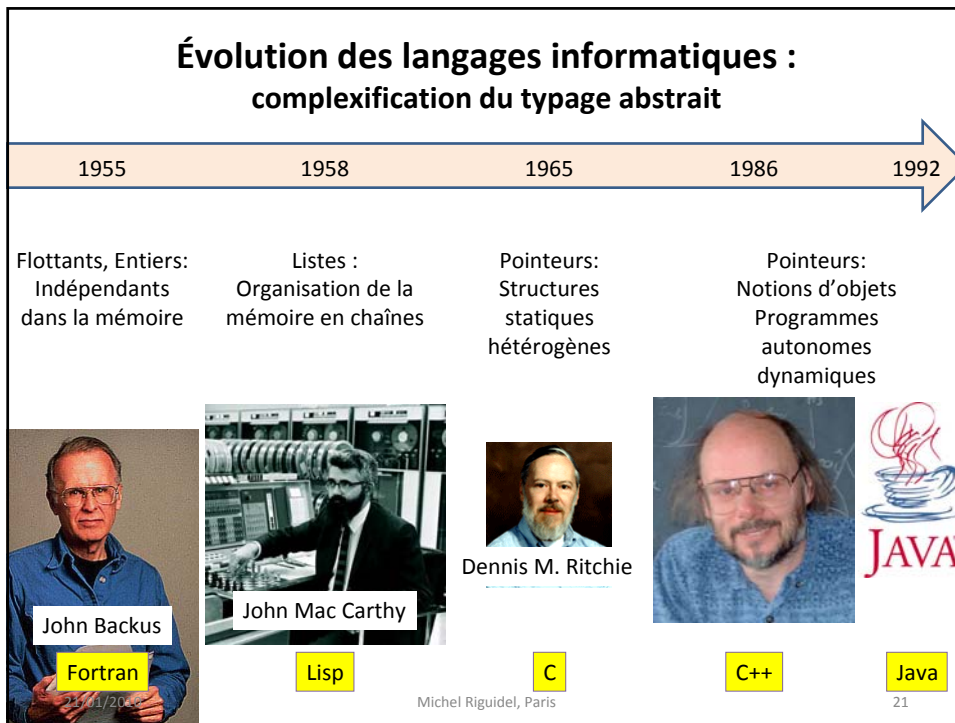
```

• struct Nom_Structure {
•     type_champ1 Nom_Champ1;
•     type_champ2 Nom_Champ2;
•     type_champ3 Nom_Champ3;
•     type_champ4 Nom_Champ4;
•     type_champ5 Nom_Champ5;
•     ...};
  
```

- int a = 2;
- char b;
- int \*p1;
- char \*p2;
- p1 = &a;
- p2 = &b;



- Adressage et Nommage de listes hétérogènes



## Internet de demain: Cortège d' « objets » virtuels mobiles communiquant en « père ou fils à père ou fils »

### Pièces du jeu d'échec

Des entités virtuelles  
(services, clouds, flux) sur le  
réseau avec leur propre  
routage  
Les entités se découvrent, se  
reconnaissent, se composent  
et se fédèrent

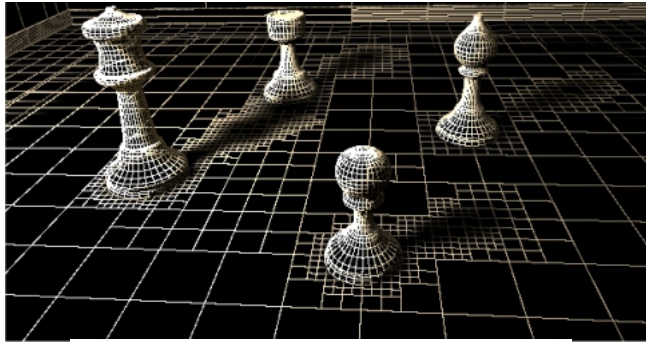
### Abstractions étagées au niveau des entités virtuelles

Vers un nouveau langage  
sur le réseau ? De  
l'adressage compilé  
Vers un routage différencié  
et hiérarchique ? Du  
routage compilé ou  
interprété

### Plancher, échiquier

Internet actuel, avec le P2P  
classique

21/01/2010



FUNDING OPPORTUNITIES from the  
FUTURE & EMERGING TECHNOLOGIES scheme



[http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fet-proactive/perada\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fet-proactive/perada_en.html)

Michel Riguidel, Paris

**PerAda**  
towards pervasive adaptation