



50 ans d'Internet

Louis Pouzin¹

À tout seigneur, tout honneur, je vais vous parler de ce que j'ai fait au cours de mes carrières. J'ai été intégré dans un laboratoire du MIT, celui du Pr Corbató, où j'ai créé le langage SHELL (1965), un développement qui permettait de faire exécuter des commandes sans avoir à les taper. Après, rentré en France, j'ai fait un système pour la météo, l'ancêtre de Météo France : il s'agissait de faire de la météo en temps réel et non pas trois jours après, ce fut METEOS (1968).

Apports significatifs de Louis Pouzin



- 1963-65. MIT (Boston) : langage **SHELL**
- 1967-68. **METEOS**: créé pour Météo France
 - ✓ **Précurseur d'Unix, utilisé durant 15 ans**
- 1971-74. **CYCLADES**: Projet du Gvt Français (Plan Calcul-IRIA)
 - ✓ **Datagram**, protocole de réseau de réseaux avec matériel hétérogène. Adopté par les USA dès 1977, mis à la poubelle par Giscard.
- 1983. **TCP/IP développé par les américains**, copie limitée de Cyclades.
- 2003-05. **WSIS**: Sommets de l'ONU sur la Gouvernance de l'Internet (dans la délégation française)
- 2012. **Open-Root**, choix de son TLD, de sa langue, une 2^e Source, un Internet furtif
- 2017. **RINA**[™]: Recursive Inter-Network Architecture (Boston Univ./EU)
- 2018/19. **RINA**[™] Armenia déploiement de RINA en Arménie.

 open-root

2

Ce qui est intéressant, c'est que « j'ai copié Unix » mais Unix n'existait pas, à l'époque. Le système METEOS a été utilisé par la météo française pendant 15 ans, c'est-à-dire très au-delà des durées d'usage habituelles. Après avoir changé de société et alors que je commençais à m'ennuyer à Simca, j'ai eu un appel téléphonique et l'on m'a demandé de faire un réseau comme l'ARPAnet. Sur suggestion de Philippe Renard qui avait assisté à un colloque

où j'expliquais comment j'avais réussi à me passer d'IBM, le gouvernement français m'a appelé – c'était la période de Gaulle – il voulait que la France ait des capacités technologiques comparables à celles des Américains. J'ai bien sûr dit oui, d'accord OK, on y va. J'ai introduit la notion de *datagram* avec le réseau Cyclades (1971). Ce n'est pas moi qui ai inventé le mot *datagram* mais un ingénieur norvégien au cours d'un trajet en chemin de fer entre Paris et Rennes. C'est ce principe que j'ai mis en

1. Retranscription de son intervention lors des journées de la SIF « Les 50 ans d'Internet » le 29 octobre 2019, CNAM, Paris.

place dans Cyclades. Tout le monde disait que ça ne pourrait pas marcher, comme d'habitude, mais c'est pourtant ce qui est utilisé maintenant par tout le monde. Les États-Unis l'ont appliqué dès 1977 mais il faudra attendre 1983 pour avoir TCP/IP, développé par Vint Cerf et Bob Kahn. Le problème c'est que ce n'était pas une vraie copie de Cyclades mais presque, ils n'avaient juste pas développé la sécurité.

Dès le début des années 2000, on a commencé à avoir des discussions internationales avec l'ONU et l'UIT avec la création du SMSI/WSIS pour discuter du monopole américain sur la racine de l'Internet, le terme de « gouvernance » est apparu. J'ai fait partie de la délégation française en 2003 (Genève) et 2005 (Tunis). Mais rien n'a changé. Alors en 2012, compte tenu de ce qui se passait dans le monde, on a créé *Open-Root*, qui était une adaptation simple du DNS, et permettait d'utiliser ses propres extensions de noms de domaine (TLD) et non pas ceux qui étaient imposés par l'ICANN. Il s'agissait d'intervenir dans le monopole américain, qui imposait ses idées et son alphabet réduit à tout le monde et lançait des « nouvelles extensions » (*New gTLDs*) à des prix ahurissants n'ayant rien à voir avec le coût réel.

Ensuite, à partir de 2008, il y a eu RINA. Alors ça c'était vraiment novateur. Cela a été créé par John Day aux États-Unis mais c'est resté une dizaine d'années dans... on pourrait dire « dans le coton » parce qu'il n'y avait pas encore de tentation d'en faire un système international. Maintenant, on peut dire qu'on est arrivé à ce stade et il reste à le développer. Ce qui est intéressant, c'est que l'Arménie, qui est, comme vous le savez, un petit pays mais qui, bien qu'ayant dans les trois millions d'habitants localement, a des dizaines de millions d'Arméniens dans une diaspora mondiale – du fait de l'Histoire ce sont des gens multilingues et en recherche de développement. Ils ont tout de suite sauté sur l'idée de faire de l'Arménie un lieu international de développement pour RINATM et ont créé RINArmenia, dont je fais partie. Donc on en est à ce stade : vers un développement de RINATM dans le reste du monde. Ça, c'était pour mes réalisations.

Le problème de l'Internet actuel

Comme expliqué, les américains Vint Cerf et Bob Kahn n'ont pas réussi à développer le protocole du datagramme comme développé par les Français. Ils ont préféré faire l'impasse sur la sécurité (en 1983 c'était compréhensible) et sur le langage, et ont donc tout développé selon les normes de l'ASCII, un bas anglais.

Dans l'Internet, à l'opposé de ce qui existe dans les postes, chemins de fer, téléphone, etc., il n'y avait pas de standard international. Chacun faisait un petit peu ce qu'il

Le problème de l'internet actuel?

- Pas de standard international pour l'internet, uniquement des documents appelés RFC (Request For Comment), gérés par les US
- Plus de 8000 RFC (2018) gérés et maintenus par l'ICANN (monopole US)
- Une technologie internet développée en 1983 et ne permettant pas la diversité linguistique et la sécurité des échanges

La version actuelle de TCP/IP ne peut pas être sécurisée,
que des patches.

Le Datagram, inventé en 1971 (48 ans!) par l'équipe de Cyclades, était un prototype et n'avait pas vocation à supporter l'économie de la planète.





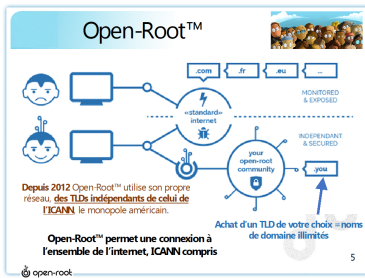
3

voulait. Il y avait bien entendu des communications et des accords entre les différentes équipes, mais c'était purement localisé dans les endroits où les gens avaient envie de coopérer.

On vous a parlé, je crois des RFC. C'est une manière assez spontanée qui a été utilisée à fond pour développer ce qui n'était pas des standards d'Internet : les RFC. Il y en a plus de 8 000 à l'heure actuelle. C'est vous dire que les standards d'Internet c'est un petit peu, aussi, une légende : il y en a un peu partout et de ce fait, le bon côté de la chose c'est que ça a permis à beaucoup de gens de tester leurs idées, même si elles n'étaient pas tout à fait correctes. Donc ça a été très constructif mais il arrive un moment où trop, c'est trop. Ce qui fait qu'aujourd'hui, Internet avec ses 8 000 RFC, ça veut dire que le système n'est pas très prévisible. Il y a des versions qui ne sont pas compatibles, qui ne sont pas mises à jour, qui ne sont pas maintenues, ainsi de suite. La technologie TCP a été développée aux États-Unis avec une forme un peu restrictive de ce qu'on avait fait dans Cyclades, en ce sens qu'il n'y avait pas de « destination virtuelle ». C'est cette technologie qui est devenue le quasi standard de l'Internet mais qui arrive à bout de course, en ce sens qu'on ne peut pas l'améliorer beaucoup à moins de la rendre beaucoup plus compliquée, et encore plus imprévisible. Ce qui veut dire qu'aujourd'hui, on est dans un système qui est quand même un peu en fin de carrière et il va falloir trouver autre chose. Alors ça, on peut dire que c'est déjà trouvé.

Que peut-on faire de TCP/IP ? On le met à la poubelle, ou pas ? Eh bien, c'est à peu près inconcevable qu'on mette à la poubelle quelque chose qui est actuellement utilisé par quelques millions – milliards, plutôt – d'individus et qui est présent dans tous les réseaux et les équipements. Donc il faut vivre avec, le temps que ça meure. Personnellement, je pense que la présence de TCP/IP ça va durer encore 10 ans : c'est un cycle normal dans l'industrie. Au bout de 10 ans, il faudra changer, évidemment, avec précaution, c'est-à-dire faire en sorte qu'on puisse continuer à vivre le temps que cet objet de musée puisse arriver en fin de course. Alors maintenant, ce qu'on a créé pour faire ça c'est dire, on va faire un autre système, bien sûr, mais comment faire pour qu'il survive ? Eh bien, c'est d'abord, de donner au système les capacités de celui qu'on veut éliminer, de manière à ce qu'il puisse communiquer avec le nouveau système. Ainsi, on peut développer tous les protocoles que l'on veut, en plus de ceux qui existent, mais sans casser la baraque.

Que faire en attendant le remplacement de TCP/IP ?

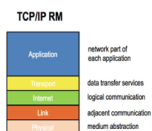


mais dont les gens avaient besoin, c'est-à-dire qu'on avait l'équivalent de l'ancien système plus le futur. Ce n'était pas trop compliqué à faire, et depuis sept ans on se sert d'*Open-Root™* pour faire communiquer entre eux des systèmes dont certains sont dans l'ICANN et d'autres pas. Alors donc le monopole n'est pas vraiment cassé mais il est quand même réduit. Alors la suite, c'est que maintenant on peut développer d'autres valeurs.

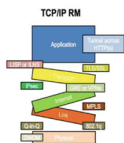
RINA, le nouvel Internet

Basé à l'Université de Boston, John Day, un ancien de l'ARPANet, a conceptualisé une nouvelle architecture où les informations sont enfermées dans des boîtes noires. Les échanges sont sécurisés entre les différents réseaux RINA. En 2008, il a écrit un bouquin sur ce qu'auraient dû être les techniques de communication dans un réseau. Il y constatait que le fonctionnement actuel n'était pas très bon, parce que cela introduisait beaucoup de cas particuliers, les « variantes ».

Ce qui était prévu en 1983...



Le résultat après 48 ans de patches



entrelacés, parce que ça facilitait un certain bricolage qui n'était pas prévu.

C'est ainsi que l'on a créé *Open-Root™*. C'est un DNS, c'est-à-dire l'annuaire des noms de l'Internet dans lequel il y a tous les « machin-point-quelque-chose ». C'était un monopole de l'ICANN (donc du gouvernement américain), et ce qu'on voulait, c'était casser ce monopole, donc on a créé une autre racine, qui comprenait tous les « point-quelque-chose » qui existaient dans l'ICANN plus celles qui n'existaient pas dans l'ICANN

RINA
Recursive Inter Network Architecture

2008: John Day, un ancien d'ARPANET, publie un livre : "*Patterns in Network Architecture*" qui présente une nouvelle idée basée sur la **récurtivité** (ne pas redevelopper plusieurs fois les mêmes outils) et la reprise des bases du **datagramme** de Louis Pouzin.

D'après John Day les travaux de Louis Pouzin étaient un nouveau paradigme dans la création de réseaux et l'application qui en a été faite dans TCP/IP n'est pas fidèle à l'idée de départ.

Un site internet centralise toutes les avancées de RINA™ : <http://pouzinsociety.org>

8

On peut voir ci-contre la différence entre la théorie de ce qu'aurait dû être le réseau et la dure réalité ! Le petit schéma de gauche, c'est le protocole TCP/IP, il est joli : il est bien empilé alors que dans la réalité, eh bien c'est plutôt ce qui se passe à droite, c'est-à-dire qu'on bricole. Il y a des morceaux de couches qui sont un peu

RINA™ (*Recursive Inter-Network Architecture*), n'est pas un logiciel, ni un produit, mais une architecture

Le livre que vous pouvez lire, *Patterns in Network Architecture* explique que RINA™ n'est pas un produit, ni un logiciel : c'est une architecture. C'est-à-dire que ce sont des principes pour construire des réseaux. De même que, si vous voulez construire un gros bâtiment – et même un petit, d'ailleurs –, vous demandez à un architecte de vous faire un plan, un projet, dans lequel il va mettre beaucoup de détails, mais il ne va pas, lui-même, prendre la truelle. Ce n'est pas le résultat physique, mais c'est le projet que l'architecte vous propose. Donc RINA, c'est un peu pareil. C'est une architecture, qui s'implémente, bien sûr, mais on ne vous donne pas le logiciel pour l'implémenter. Alors ça, c'est ce qui a été introduit par John Day, on peut dire, quand son livre a paru, c'était en 2008. Ce bouquin, autant que je m'en souviene, je l'ai lu en 2011, un truc comme ça. C'est quand même un bouquin assez imposant et important et, depuis ce temps-là, on n'arrête pas de réfléchir à ce qu'on pourrait faire de cette architecture. D'ailleurs, elle a beaucoup évolué depuis la sortie du bouquin. Pour vous mettre à jour, allez voir la collection d'articles disponibles à cette adresse². Pourquoi ça s'appelle Pouzin, je n'ai rien fait pour ça, je n'en n'ai aucun revenu. Lors d'un coup de fil, John Day me dit : « Voilà, on voudrait faire un site dans lequel il y a tout sur RINA™... Est-ce qu'on pourrait utiliser ton nom ? » J'ai dit oui, pourquoi pas, c'est tout mais je n'ai rien fait d'autre. C'est devenu le site incontournable qui centralise tous les projets et la R&D sur RINA™...

La particularité de ce travail de John Day, c'est qu'il utilisait ce qu'on avait fait dans Cyclades pour compléter ce qui n'avait pas été fait antérieurement dans Internet. Alors, c'est essentiellement l'idée de *datagram*, bien sûr, mais c'est aussi la possibilité de construire des réseaux beaucoup plus complexes et variés que ce qu'on pouvait faire dans TCP. Au départ, il n'y a pas eu beaucoup de réactions, en fait aucune, à part John Day et son équipe qui se sont organisés. Du côté américain, c'était marcher sur leur territoire privé, parce qu'on amenait autre chose que ce qu'ils avaient fait. C'est après que la Commission européenne a commencé à mettre quelque argent dans des projets confiés aux institutions européennes, aux chercheurs européens, mais ce n'était pas très argenté. Pendant deux ans à peu près, c'était du bricolage. Je fais partie de ceux qui ont écrit pour protester en disant que c'était vraiment le futur et qu'il fallait, quand même, le prendre sérieusement en compte et le financer au niveau européen. Et ce qui s'est passé, à partir de 2017, les financements sont passés au niveau de millions de dollars plutôt que des centaines d'euros. Alors maintenant on en fait de la propagande, enfin, c'est de la propagande active et documentée, comme beaucoup de gens. Mais ça n'allait pas très, très loin. Parce que

2. <http://pouzinsociety.org/>

pour faire de la propagande il faut aussi de l'argent, bien sûr, pour la documentation et pour voyager. Je suis souvent invité à l'étranger et en 2016 on m'a invité en Arménie (j'avais été nommé Homme numérique de l'année) et je leur ai bien sûr parlé de RINA™ et d'*Open-Root*™. Deux ans après, on m'a demandé de faire le *speech* d'ouverture du sommet de la francophonie à Erevan. Après une journée à discuter avec des ministres arméniens, ils ont décidé que le pays en entier utiliserait RINA pour gérer l'ensemble des services informatiques de leur pays. Ça c'est le premier point. Deuxième point, c'était de créer un centre technique de formation, non seulement pour leur propre population bien sûr, mais aussi pour tous les gens de par le monde qui voudraient se former sur RINA™. Les Arméniens de la diaspora sont souvent d'excellents *businessmen* qui ont beaucoup d'argent dans les poches et qui sont très solidaires pour financer leur pays dans le développement des industries futures. Donc, ils financent ces développements qui sont sous le contrôle d'aucun gouvernement à part le leur. C'est ainsi qu'est né RINArmenia, qui comme vous pouvez bien le penser est basée actuellement à Erevan, la capitale.

RINA™, c'est quoi ?



C'est une nouvelle architecture assez voisine de tous les systèmes de processus, par exemple Unix ou Linux. Mais ce n'est pas la seule chose, car c'est complètement distribué et ce n'est pas basé sur une machine ou même une association de machines. *C'est une association de processus*. Plusieurs pays et/ou institutions sont impliquées, il y a : IRATI, à Barcelone, le lieu où vous trouverez les gens qui développent la partie la plus opérationnelle de

RINA™, c'est-à-dire les protocoles ou les logiciels pour que ça marche sur des installations, des matériels existants ; il y a PRISTINE, qui est basé près de Dublin en Irlande, où ils développent les futurs usages de RINA™ ; également, ARCFIRE, qui est un groupement créé dans le cadre de la Commission européenne pour faciliter la création des documents, des normes nécessaires, etc. pour RINA™. Et puis il y a aussi d'autres trucs comme OCARINA, RINASIM, etc. Enfin il y a, comme cela, sept ou huit projets qu'on peut citer. Ça fourmille, maintenant, dans les différentes communautés européennes.

Les développements de RINA™ ne sont plus réservés simplement aux expérimentations mais dédiés à la construction d'écosystèmes dans lequel il y a des industriels, des chercheurs, des utilisateurs... Donc on peut dire qu'on a déjà dépassé le stade de l'expérimentation en ce sens qu'on ne regarde pas seulement la technologie mais également les usages de la technologie.

Les nouveautés de RINA™

Alors un truc qui n'a jamais été bien résolu dans Internet, c'est la mobilité parce qu'elle est trop liée au *hardware* ; autrement dit, à la physique des équipements. Alors la mobilité, ça veut dire des processus dont il n'existe pas de lieu d'exécution autre que celui qu'on décide au moment de l'exécution. Alors ça, c'est la base de RINA™, et on peut dire qu'un processus on peut le créer, on peut le détruire, il peut en créer d'autres, mais il peut se déplacer pendant qu'il est lui-même en train d'allumer des feux, à droite, à gauche. Donc c'est une gestion de réseau qui est beaucoup plus souple, et on pourrait dire, « inattendue », que ce qu'on connaissait avant. Par ailleurs il y a évidemment la récursivité qui est maintenant une technique qui est bien connue mais qui n'était pas nécessairement appliquée couramment – là encore, pour des raisons de nommage, pour des raisons de mobilité qui n'étaient pas développables dans le cadre de TCP. Par exemple il y a Ericsson Germany, qui est maintenant Ericsson mondial, qui développe la 5G – j'ai entendu dire aussi qu'ils passaient à la 6 mais je ne suis pas au courant – avec RINA™ parce qu'ils trouvent que c'est le futur de la téléphonie. Un certain nombre d'institutions se disent aussi que si on veut faire du nouveau, c'est RINA™, même si ce n'est pas RINA™ qui est l'objet du service. Un exemple qui est justement un cas comme ça, c'est la *Blockchain Cardoso*, un truc américain qui s'occupe de transactions bancaires pour lesquelles on doit avoir un haut niveau de sécurité et une transmission rapide. Eh bien, ils ont choisi RINA™. On peut dire que s'il y a autant de gens qui choisissent RINA™ c'est peut-être qu'ils n'ont pas tous tort, hein ?

Caractéristiques de RINA™

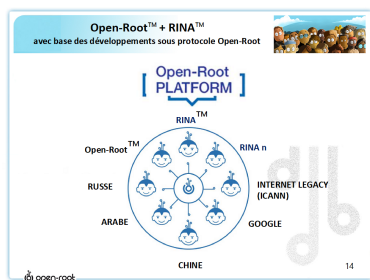


- Une gestion de la **mobilité** sans protocoles spécialisés (5G);
- Une **sécurité** plus efficace à moindre coût
- Une meilleure **Gestion du réseau** ;
- Une **qualité de service** et une bonne utilisation des ressources. Des tests de vitesse étonnants : **+ de 1000 fois + rapide** par rapport à TCP/IP.
- La **Récursivité**. Arrêter la conception et le codage des protocoles à partir de zéro;
- La recherche possible d'applications dans différents réseaux.

<http://pouzinisociety.org/RESULTS>

 open-root

13



Voilà, je m'arrêterai ici sur ce petit schéma marrant. C'est un petit peu pour représenter *Open-Root™* plus RINA™. Au départ, *Open-Root™*, c'était une plate-forme pour rendre les applications RINA™ compatibles avec l'ICANN, et puis en fait, dans le cadre des développements en RINA™, c'est devenu une possibilité de rendre les applications mobiles où qu'elles soient, puisqu'elles ont une plate-forme qui est elle-même mobile, pour

s'adresser les unes aux autres. Donc, ça élimine tous les problèmes de nommage qui nécessitent des accords internationaux, non seulement, mais qui font aussi courir le risque des lobbys, qui mettent la main sur des zones du nommage d'Internet.

Les sites en *Open-Root*TM

Vous voyez le suffixe « .QEPrize » : ce n'est ni un code, ni autre chose. C'est ce qu'*Open-Root*TM permet de faire : avoir des *top-level domains* (TLD) qui ne sont pas dans la liste de ceux de l'ICANN. Le *Queen Elizabeth Prize of Engineering* (QEPrize) est le prix Nobel des ingénieurs. Ce site est utilisé par le jury du QEPrize pour organiser le choix des lauréats.



Quelques liens

- « Louis Pouzin – L'un des pères d'Internet », Lebrument Chantal, Soyez Fabien, éditions Economica, 2018.
- <http://pouzinsociety.org/>
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Recursive_Internetnetwork_Architecture
- <https://la-rem.eu/2019/09/rina-un-projet-pour-linternet-de-nouvelle-generation/>