



**De Paris à Palaiseau
Des télécoms au numérique**



PRIX DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES

APPEL À CANDIDATURES NUMÉRIQUE ET ENVIRONNEMENT

Vous avez une **start-up** ou **scale-up** dont le but est de favoriser la décarbonisation ? Votre innovation permet de réaliser des économies d'énergie ou de développer les énergies renouvelables ?

Plus d'infos et dépôt de candidature :
<http://www.prixtechnologiesnumeriques.org/appels-a-candidatures/>

JUSQU'AU 29
NOVEMBRE 2019





TÉLÉCOM PARIS

07. Éditorial
Yves Poilane (I984), Laura Peytavin (I990)
08. L'École sur le site Barrault
Philippe Gallion
13. Pourquoi la Recherche et la Formation sont-elles toujours intimement liées ?
Marylin Arndt (I981)
15. Histoire et expérience de la naissance de la micro électronique à Télécom Paris
Propos de Francis Jutand recueillis par Marylin Arndt (I981)
17. Collection Historique et Cité, lieux de mémoire des télécoms
Patrice Carré
19. De Paris à Palaiseau
21. I7 520 jours rue Barrault
Henri Maître
23. L'ENST, école d'application pour le Corps des Télécoms... mais pas que !
Philippe Picard (I965)
25. La musique à Télécom Paris
Louis-Aimé de Fouquières (I982)
26. Portraits d'alumni
28. Les diplômés se mobilisent pour la diversité des profils sur les bancs de l'école
Laura Peytavin (I990)
31. La naissance de la messagerie électronique Wanadoo
Roger Courtois (I966)
34. Billet - Le Minitel et...
Roger Courtois (I966)
35. Télécoms du 20^e au 21^e siècle. De la téléphonie à la connexion
Richard Toper (I976)
39. Convergence des techniques CRAN et SDN pour la téléphonie 5G
Maurice Gagnaire (I992)

LE PROCHAIN NUMÉRO SERA
CONSACRÉ À L'INTELLIGENCE
DANS LES RÉSEAUX
ET AUX CARRIÈRES



TÉLÉCOM n°194 - Octobre 2019

est édité par l'Association Télécom Paris alumni.
Dépôt légal à parution.

Directeur de la publication : Laura Peytavin (I990)

Directeur de la rédaction : Michel Cochet (I973)

Secrétaire de rédaction : Melina Lauricella

Comité de rédaction : Marylin Arndt-Vincent (I981), Céline Beillouin (I2011), Gérard Cambillau (I973), Michel Cochet (I973), Georges Diègues (2017), David Fayon (I993), Louis-Aimé de Fouquières (I982), Grégoire Galievsky (2000), Paul Jolivet (I995), René Joly (I979), Marie-Liane Lekpeli (2013) et François Vanheeckhoet (I978).

Maquettiste et couverture :

DHTL - pao@dhtl.fr

Banque d'image : Shutterstock, pixel et pixabay

Les illustrations des articles sont fournies par les auteurs, sous leur responsabilité concernant les droits de reproduction. Les idées exprimées dans cette revue engagent la seule responsabilité de leurs auteurs. Reproduction autorisée avec mention d'origine après accord de la publication.

Rédaction & Abonnements :

2 villa Thoréton 75015 PARIS

Tél. : 01 75 31 42 60

revue@telecom-paris-alumni.fr

<https://www.telecom-paris-alumni.fr/>

Régie publicitaire :

PLM Média
46, rue Fernand Forest
92150 Suresnes
Pierre Lancien
Tél. : 06 48 67 33 44
pierrelancien@orange.fr

Imprimé en France par Printcorp
Abonnements annuels 2019 : 60 € TTC
Prix au numéro : 25 € TTC
ISSN 0040-2478



43. Une première pour le René Descartes
Didier Dillard (I986)
47. I28 mots des Télécom
Michel Cochet (I973), David Fayon (I993) et René Joly (I979)
53. La parole à Télécom Paris. Une recherche et une formation au cœur des problématiques actuelles
Gaël Richard (I990) et Chloë Clavel (2003)
55. L'intelligence artificielle, nouvelle interface utilisateur ?
Yan Georget
57. Les chatbots au service de la relation client digitale et humaine
France Heringer-Jallot (I990) et Angie Añazgo (2013)
60. Portraits d'alumni
62. Intelligence Artificielle et Mobilité as a Service
Pierre Plevén
65. Les mues de l'école au gré des réformes des télécommunications
Louis-Aimé de Fouquières (I982)
67. Une licorne avant l'heure ? I997 Naissance d'un nouvel opérateur de télécoms
Jean-Marie Metzler
71. La formation continue dans les écoles des télécommunications
Pierre Baylet
73. Brève historique de Télécom Évolution
Geneviève Metz (I982)
74. 40 ans de Bureau Carrières
Pierre Baylet
75. Les évolutions des métiers des Télécom à travers les enquêtes premier emploi
Michel Cochet (I973)
77. Telecom Etude. Le rôle de la Junior entreprise depuis 40 ans
Ruila Puskas-Juhasz (2021)
79. Le Forum fait peau neuve !
Amélie Claus (2021) et Zachary Sadeddine (2021)

Vous souhaitez partager votre point de vue avec nos lecteurs ?

Chaque revue TELECOM se compose de dossiers thématiques dont vous pouvez être le pilote en coordination

avec le comité de rédaction.
Envoyez-nous vos propositions d'articles ou de dossiers.

revue@telecom-paris-alumni.fr

LES 20 ANS DE PARISTECH ENTREPRENEURS

81. ParisTech Entrepreneurs, 20 ans d'innovation au cœur de Télécom Paris
Pascale Massot et René Joly (I979)
83. I2 start-up

NOTRE RÉSEAU

96. L'Association
103. L'École
104. La Fondation

DE PARIS À PALAISEAU DES TÉLÉCOMS AU NUMÉRIQUE





Pour des compétences toujours à la pointe

DÉCOUVREZ NOS **FORMATIONS**
AUX SCIENCES ET TECHNOLOGIES DU NUMÉRIQUE



FORMATIONS CERTIFIANTES, COURTES, E-LEARNING

#IA #BIGDATA #IOT # MOBILITE #CYBERSECURITE #TRANSFONUM
#RESEAU #TELECOM #IMMERSIF

www.telecom-evolution.fr



Éditorial



Yves Poilane (1984)
Directeur de Télécom Paris



Laura Peytavin (1990)
Présidente de Télécom Paris alumni

L'école déménage une fois par siècle ! Après sa création en 1878 rue de Grenelle, son déménagement rue Barrault en 1934, 2019 est donc l'année d'un nouveau déménagement, pour assurer une nouvelle étape de sa croissance ! Mais la comparaison avec le déménagement de 1934 s'arrête là. En effet, en 1934, l'opération n'était la composante d'aucun projet de plus grande ampleur ! D'ailleurs, l'école était bien seule dans son quartier et, au demeurant, n'a jamais tiré parti de sa proximité relative avec les Arts et Métiers, ni avec AgroParisTech (pourtant voisines).

A contrario, en 2019, ce déménagement permet de participer au grand projet de campus cluster de Paris-Saclay, voulu, il y a 12 ans, par Nicolas Sarkozy (rendons à César...) et, depuis deux ans, au projet de l'Institut Polytechnique de Paris souhaité par Emmanuel Macron (rendons à Jupiter...).

J'aurai eu la chance d'accompagner notre école pendant cette période-clé. L'État lui aura apporté son soutien constant avec le financement de la construction à Palaiseau et la stabilité de la subvention sur la période. Les entreprises, les étudiants et les alumni ont accru leur soutien avec une part de financement de l'école passée en douze années de 29% à 41%. Mais il reste encore beaucoup à faire pour se hisser au rang des meilleures universités mondiales, avec IP Paris. C'est l'ambition de Nicolas Gladys, mon successeur à compter du 1^{er} décembre. ■

Pendant plus d'un siècle, la communauté des diplômés de l'école forgeait son identité par des années de vie étudiante passées à Paris - avec ce surcroît de fierté que porte un domaine innovant par excellence, celui des technologies de l'information : la commutation, la micro-électronique, la télévision, les modulations et les multiplexages, les réseaux cellulaires du GSM à la 5G, l'architecture et les services Internet, les traitements des données et de la parole, la musique, les images, la vidéo, les bases de données structurés et non structurés de grand volume, sans oublier la pleine maîtrise de l'impact sur les usages à l'interface des sciences sociales et du droit.

Aujourd'hui, c'est sur le plateau de Saclay, au sein d'un des plus prestigieux écosystèmes académiques mondiaux que les futurs diplômés vont nous offrir l'embryon de nouveaux parcours d'ingénieurs passionnés, prolongeant cette épopée technologique, au service d'une ambition renouvelée.

Les alumni « d'avant » forts de leurs souvenirs, de leurs expériences et de leurs réussites répondront présents et présentes pour soutenir les futurs diplômés et partager avec eux et pour eux les défis et les réussites de IP Paris. Nous avons réalisé « Bye Bye Barrault » en juin 2019, nous fêterons tous ensemble l'arrivée de l'École dans son nouveau campus dès l'année prochaine. ■

L'École sur le site Barrault

Par Philippe Gallion

Présenter en quelques pages la longue et riche histoire de l'École sur le site Barrault est une entreprise prométhéenne ! Personne n'est dépositaire d'une si longue épopée. Comptant parmi les plus anciens et habitant du quartier, il m'a cependant été demandé de tenter cet exercice. Je ne suis arrivé à l'École qu'en 1978, année de son centenaire sans qu'il n'y ait de corrélation entre ces deux grands événements. Je n'ai donc été témoin, et un peu acteur, que des 41 dernières années de cette histoire. Après une rapide présentation du site, nous verrons qu'il fut pour l'École le lieu de profondes mutations et d'un extraordinaire développement de ses missions de formation, de recherche et d'innovation, accompagné de nombreuses évolutions institutionnelles et de nombreuses constructions de bâtiments.

L'École avant la rue Barrault



Figure 1 : l'École rue de Grenelle.
© bibliothèque historique des postes et télécommunications

Figure 1 nous montre la nécessité pour l'École de posséder, dès son origine, un bâtiment provisoire, ce qui s'avérera une autre grande constance en préfigurant le bâtiment G d'aujourd'hui.

La figure 1 nous montre la nécessité pour l'École de posséder, dès son origine, un bâtiment provisoire, ce qui s'avérera une autre grande constance en préfigurant le bâtiment G d'aujourd'hui.

En 1934, l'École déménage rue Barrault, anciennement ruelle Barrault, dont le nom, faisant référence à l'ancien propriétaire des terrains¹, lui a sans doute aussi permis d'éviter de passer directement de l'anonymat à l'oubli. Elle va passer 85 années sur le site Barrault.

Le site Barrault



Figure 2 : La rue Barrault vers 1880. © photo libre de droit de la BNF, propriétaire du fond Adget

À l'arrivée de l'École, la rue Barrault n'est pas vraiment un campus. À la fin du 19^e siècle, ce n'est encore qu'un chemin bordé de cabanes de chiffonniers (Figure 2). Il est promu "rue" en 1877, et immortalisé par Eugène Adget. En 1934, le site est encore marqué par une longue tradition de tanneries et de mégisseries, apportées ici par le caractère acide des eaux de la Bièvre, rivière mythique aujourd'hui disparue. Elle est aussi appelée Rivière des Gobelins et avait attiré, bien avant, et un peu plus en aval, les "taincturier en escarlate" de la célèbre famille de teinturier. L'origine de ce caractère acide est expliquée, par Rabelais, mais il est plus convenable de ne pas faire ici plus que l'évoquer. Les amateurs de précision pourront toutefois se reporter au Chapitre 12 du Livre 2 de Pantagruel, où tout ceci est expliqué avec force détails.

1/ Jacques Hillairet, *Dictionnaire historique des rues de Paris*, Les Éditions de Minuit, Paris, 1997.



Figure 3 : Tracé local et tracé parisien de la Bièvre. Renaud Gagneux. Référence 2

L'École est construite dans le remblai urbain du lit complexe de cette rivière fait d'innombrables bras et biefs² (Figure 3).

L'École y deviendra, en 1938, l'École Nationale Supérieure des Postes et Télécommunications, puis, en 1942, École Nationale Supérieure des Télécommunications. Devenue Télécom Paris en 1989, elle devient Télécom ParisTech en 2008 et redevient Télécom Paris, dans le cadre Institut Polytechnique de Paris (IPParis) en 2019.

Elle s'installe d'abord dans les locaux correspondant à l'actuel bâtiment C et dont la destination première était d'abriter une manufacture de gants pour la société Neyret. Ils n'ont en fait jamais servi à cet usage, mais l'École en conserve cependant précieusement l'héraldique³ dans ses grilles et dans des médaillons.

Neyret ne fait donc ici pas de gants et l'Administration de l'époque n'en prend pas. Elle croit bon d'affirmer immédiatement la nouvelle vocation du site par l'ajout d'un improbable blason en style Art Déco tardif (Figure 4).

Cela n'y suffisant pas, il est ajouté en 1962 une sculpture sur béton en deux parties de Felix Joffre. Elle nous



Figure 4 : Initiales de la ganterie Neyret. © Photos PG



Figure 5 : Affirmations successives de la nouvelle vocation du site. © Photos PG

présente des hommes dénudés maîtrisant, avec détermination, les forces élémentaires utilisées au cours des temps pour communiquer. De manière un peu rétrospective, il s'agit de la voix, des pigeons voyageurs, des signaux de fumés... mais dans une vision fulgurante de l'avenir elle nous présente aussi la Vuvuzela. Il nous fallut, cependant, attendre la coupe du monde de football de 2010 pour en percevoir le caractère visionnaire (Figure 5).

Il s'ensuit de nombreuses constructions et rehaussements successifs conférant un charme discret au site. Pour qualifier le résultat, nous pouvons affirmer sans risque qu'à aucun moment il n'a été tenté de faire croire, de manière trompeuse, qu'une vision globale de



Figure 6 : Une diversité architecturale rarement réunie. © Photos PG

2/ Renaud Gagneux, Jean Anckaert, *Sur les traces de la Bièvre*, Parigramme, Paris, 2003
3/ Chantal Jimenez, *Historique de la DEST*, Brochure Interne non datée.



Figure 7 : Un incroyable ensemble de niveaux et d'escaliers. © Relativity, M.C. Escher, photo PG, Atelier Phileas

son ensemble avait existé. Nous y trouvons ainsi une juxtaposition, rarement réunie sur un même site, de constructions des années 30, de bâtiments modernes en verre, appelés en leur temps "les ponts" dans une référence implicite à l'École éponyme, et d'un baraquement provisoire témoignant, si besoin est, de la longévité du provisoire dans un environnement changeant (Figure 6).

Énumérer les particularités du site feraient vite sortir de l'espace imparié, et il ne faut ici en mentionner que quelques-unes.

Tout d'abord, la numérotation des étages est déconcertante. L'entrée principale se fait directement au 3^e étage, comme si cette numérotation avait précédé le remblai de la Bièvre. Un jeu d'escaliers très complexe, qui n'est pas sans rappeler celui de Maurits Escher, interconnecte les différentes constructions dont les hauteurs d'étages sont toutes différentes (Figure 7).

Le site est particulièrement rétif à la signalétique. Après de nombreuses tentatives, cet art atteint son apogée avec l'affichage dans les ascenseurs de panneaux réussissant à troubler ceux qui sont déjà là depuis longtemps (Figure 8).

Arrivant par la rue de la Providence, la première impression est celle d'entrer dans un bar. Il fut long-

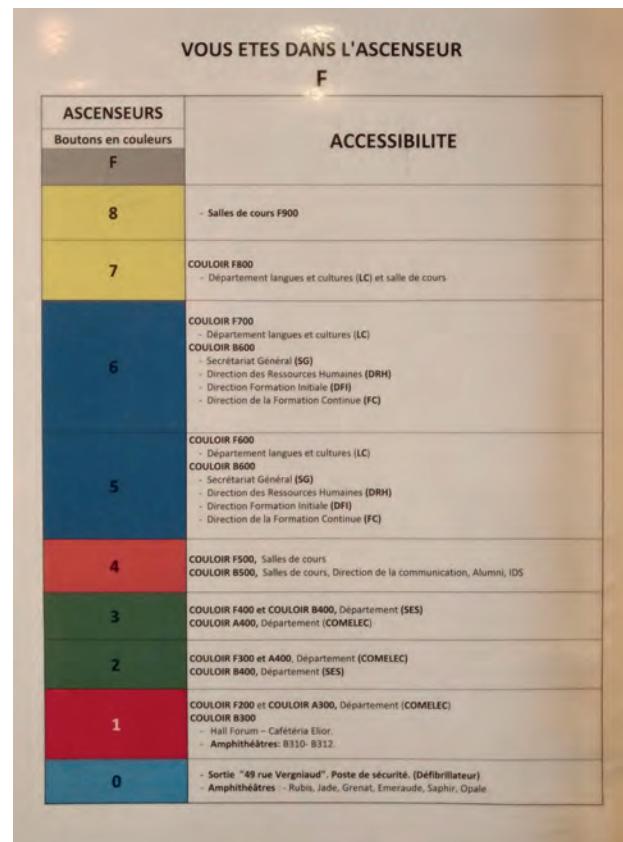


Figure 8 : Tentative de signalétique.

temps appelé "Chez Eric" sans que personne ne sache vraiment, même pas GéGé son célèbre tenancier, à qui ce nom faisait référence, laissant à chacun la liberté de faire des hypothèses. Qui un Directeur de la Formation, qui un représentant syndical...

C'est certainement la seule École de France, et sans doute de Navarre, mais ce dernier point reste à vérifier, qui soit propriétaire d'un Bureau de Poste.

Elle abrite un amphi Thévenin, au nom tout imprégné d'histoire scientifique et il accompagnera l'école à Palaiseau.

Le mot "**télécommunications**" a aussi été inventé ici !

La grâce du site ne se révèle vraiment que la nuit, illustrant, comme la rue Watt, la célèbre phrase de Boris Vian : "Le jour c'est moins joli, alors on vient la nuit" (Figure 9).



Figure 9 : Barrault by night. © Photo Télécom Paris

Les changements de tutelle

L'histoire de l'École sur le site est marquée par de nombreux changements de tutelle⁴. À son arrivée rue Barrault, elle dépend depuis 1921 des Postes, Télégraphes et Téléphones : les PTT. En 1960, ils deviennent les Postes et Télécommunications, mais, la Poste ne pouvant sans doute pas se résoudre à perdre une lettre, le sigle PTT est bizarrement conservé. L'École y est rattachée à la Direction de l'Enseignement Supérieur Technique (DEST). En 1990, une scission administrative crée France Télécom et La Poste. L'École est alors rattachée à France Télécom. Tout le monde s'aperçoit alors qu'un changement de tutelle n'est pas toujours qu'un simple changement de logo sur la feuille de paye. Il implique ici un changement de statut du personnel. Il s'ensuit un processus de reclassification mobilisant pour un temps les esprits et les énergies.

En 1997 Télécom Paris n'est plus capitale pour France Télécom qui n'a pas de mission d'enseignement et de recherche et se retrouve, de fait, faire de la formation pour des ingénieurs travaillant aussi pour les opérateurs concurrents. Le rattachement au Ministère délégué à l'industrie fait apparaître le Groupe des Écoles des Télécommunications (GET), puis, en 2008 l'Institut Télécom et enfin en 2012, l'Institut Mines-Télécom (IMT).

La mutation de l'enseignement

La place allouée ici interdit de détailler ici les différentes reformes de l'enseignement. Force est de constater que ce dernier a opéré sur le site une évolution extraordinaire. Pour apercevoir du chemin parcouru, il suffit de rappeler qu'en 1945, il n'y a, en dernière année de formation, que 13 ingénieurs-élèves, 6 titulaires issus de concours externes et d'admission sur titre (dont le surnom "Titus" évoquait-il la clémence ?) et 5 élèves des corps militaires. Donc moins de 50 élèves, toutes promotions confondues. En 1965 il y a trois options appelées "PTT" (30 élèves), "Radiotélévision" (55 élèves) et "Aéronautique" (18 élèves).

L'École a manifestement su passer des besoins historiques de l'Administration des PTT, aux besoins actuels de l'industrie et de la société. Elle a considérablement augmenté la taille de ses promotions, pour ne pas dire de ses fournées, en empruntant à la boulangerie en hommage à son Directeur.

Elle a élargi et internationalisé ses recrutements, diversifié ses titres notamment en déclinant les homophones du mot Master. Sa mise à l'écoute des besoins de l'industrie et de la société a permis l'apparition puis le développement de la formation continue.

Le démarrage et le développement de la recherche et de l'innovation

Dans les années 70, les seuls laboratoires de l'École sont, comme dans un établissement d'enseignement secondaire, des labos de travaux pratiques ! Les cours sont faits par des vacataires du Centre National d'Études en Télécommunications (CNET), aïeul de France Télécom R&D, lui-même né en 2000 et devenu Orange Labs en 2007. La recherche démarre ex nihilo à l'École à la fin des années 1970 et conduit à la création d'un corps d'enseignants chercheurs permanents. L'articulation, puis l'autonomie, par rapport aux recherches effectuées au CNET fait l'objet d'une période de réglage. Les laboratoires de recherche de l'École sont ensuite progressivement associés au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) sous forme d'une Unité de Recherche Associée (URA), puis sous forme d'une Unité

4/ Michel Atten, François, du Castel, Marie Pierre, *Histoire des Écoles Supérieures des Télécommunications, 1840-1997*, Hachette, Paris, 1999

Mixte de Recherche (UMR). En 1984 et 1985, l'École est habilitée à délivrer le Doctorat et le Diplôme d'Étude Approfondie (DEA). Elle est co-fondatrice de École Doctorale l'Informatique, des Télécommunication et de l'Electronique (EDITE). La recherche atteint une production scientifique et une visibilité internationale extraordinaires. Dans le même temps, la recherche contractuelle et l'innovation apparaissent et se développent pour atteindre les niveaux où nous les connaissons aujourd'hui.

L'essaimage permanent

Il souffle, de 1977 à 1979, un vent catabatique de décentralisation auquel l'École résiste. Elle voit alors sa fratrie s'enrichir de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications de Bretagne (ENSTB) et de l'Institut National des Télécommunications (INT) qu'elle entoure immédiatement d'une affection parfois un peu distanciée. Mais un grand projet de rénovation du site Barrault est abandonné, la maquette du site rénové qui m'avait été présentée à mon arrivée à l'École disparaît, ... et le site historique est "préservé".

L'École ne reste pas pour autant confinée intramuros et elle crée l'Institut Théséus (1989), l'École Nouvelle d'Ingénieurs en Communication (ENIC) en 1990 qui deviendra Télécom Lille, EURECOM à Sophia Antipolis, initialement en partenariat avec l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (1990), et l'École franco-polonaise de Poznan (1992). À titre d'anecdote l'auteur se rappelle avec émotion avoir été "parachuté" à Varsovie, avec le Directeur, dans le premier commando de la DEST préparant cette création.

La lutte permanente contre la pression des murs

Restée sur place, l'École doit se développer et diversifier ses activités dans un espace confiné. Il s'ensuit des constructions (bâtiment B inauguré en 1958, bâtiments A, D, E respectivement en 1962, 1963, 1969) et des surélévations de la façade et du bâtiment C en 1972). Elle entre en conflit avec la Villa Daviel, un site classé, dont les habitants, instruits par une longue histoire ayant obscurci lentement leur horizon, scrutent tous les matins l'apparition éventuelle de quelque nouvel appendice. La dernière évolution en date est la construction des Bâtiment E et F, les fameux "ponts".

L'École conserve de la Bièvre, sur laquelle elle est assise, une grande aptitude aux débordements et émet, de manière un peu ectoplasmique, toutes sortes de protubérances, souvent temporaires, dans le quartier. Il est difficile d'en établir une liste exhaustive, mais nous la trouvons ainsi au CNET à Bagneux, avenue Philippe



Figure 10 : Construction du bâtiment B, (1954-1958).
© Photo DEST

Auguste, rue Biot, rue de la Colonie, rue de l'Espérance (dans une boulangerie !), rue Guyton de Morveau, rue Dareau, avenue d'Italie, rue Barrault (autre site, près de la place Rungis).

Conclusion

L'École a donc eu un développement extraordinaire sur un site historique, dans des locaux bien situés certes, mais exigus, vétustes et assez peu adaptés à ses missions. Elle a su s'adapter, dans cet espace restreint, aux évolutions rapides de notre environnement et développer ex nihilo une activité de recherche. La vie sur le site, ouverte sur le quartier, y fut très agréable. Quitter un site procure toujours un sentiment mélangé, avec l'exaltation de la nouveauté et la nostalgie du passé. Pour le 13^e c'est Léo Mallet⁵ qui parle le mieux de ce sentiment : Pas de richesse rue des Cinq Diamants, peu d'espoir rue de l'Espérance... mais le cœur chaud rue de la Glacière. Une page va se tourner mais pas le grand livre de l'École se fermer. ■

L'AUTEUR

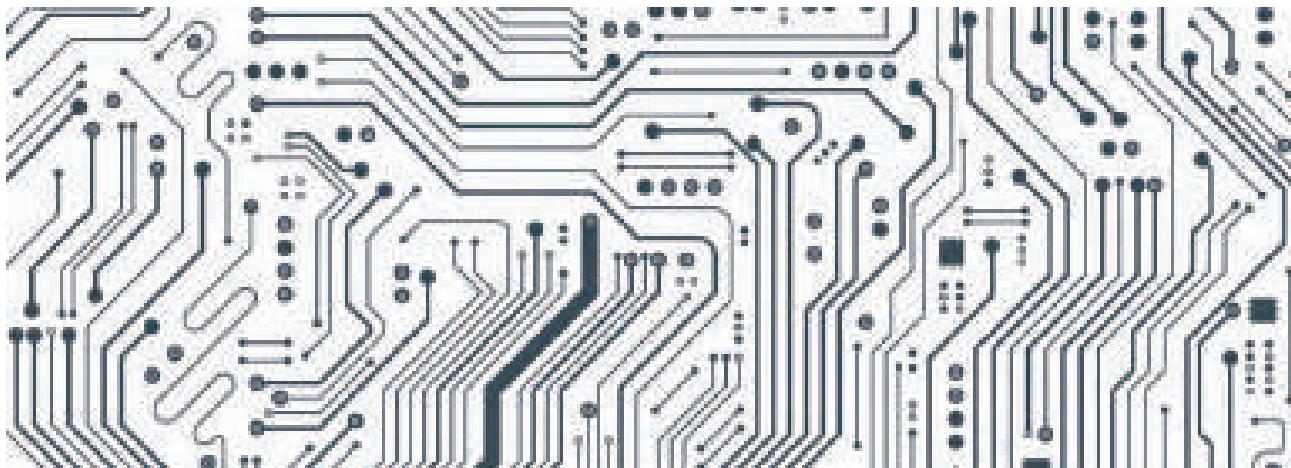


Philippe Gillion, Docteur es Sciences, est maintenant Professeur émérite à Télécom Paris où il a été responsable du Département Communications et Electronique. Ses recherches ont porté sur l'optoélectronique, les communications optiques et les communications quantiques. Il est auteur de plusieurs ouvrages et nombreuses publications internationales et il a dirigé une cinquantaine de thèses de doctorat. Il a aussi enseigné à l'Université Pierre et Marie Curie ainsi que dans nombreuses universités françaises et étrangères. Il est "Life Member" de l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) dont il préside le Chapitre français dédié à la Photonique.

5/ Léo Malet et Jacques Tardi, Brouillard au Pont de Tolbiac Éditions Robert Laffont, 1956

Pourquoi la Recherche et la Formation sont-elles toujours intimement liées ?

Par Marylin Arndt (1981)



Quand on parcourt l'histoire d'une école d'ingénieurs depuis sa création, il apparaît comme une évidence que celle-ci, comme tous les établissements d'enseignement de haut niveau, a créé des activités de recherche en interne afin d'alimenter et surtout de gérer les enseignements aux élèves et les contenus pour la formation permanente qui se devaient d'être alignés avec les sujets « tops » du moment.

Les premiers départements de recherche créés à Télécom Paris le furent dans les années 70 à l'initiative de Guy Lefrançois (1966), directeur de l'école. Alors qu'auparavant les cours étaient majoritairement assurés par des chercheurs du CNET (Centre national d'études des télécommunications) et du CCETT (Centre commun d'études de télévision et télécommunications) qui intervenaient à la demande, son objectif principal dans la création d'une structure d'enseignement et de recherche sur place était de disposer ainsi d'un socle d'enseignants-chercheurs attachés à l'école, au courant des avancées en recherche et pouvant en

même temps définir un programme d'enseignement en ligne avec ces sujets de recherche.

Dans les années 70, les thèmes majeurs dans le monde des télécoms concernaient les réseaux et les systèmes de transmission ainsi que le traitement de l'information, l'informatique, les technologies de traitement du signal (analogiques) et l'électronique.

À Télécom Paris, furent donc créés les départements Systèmes et Communications - ce fut le premier d'entre eux -, Informatique, et Electronique, et ceci en parallèle à la création d'un corps d'enseignants chercheurs permanents en interne à l'école.

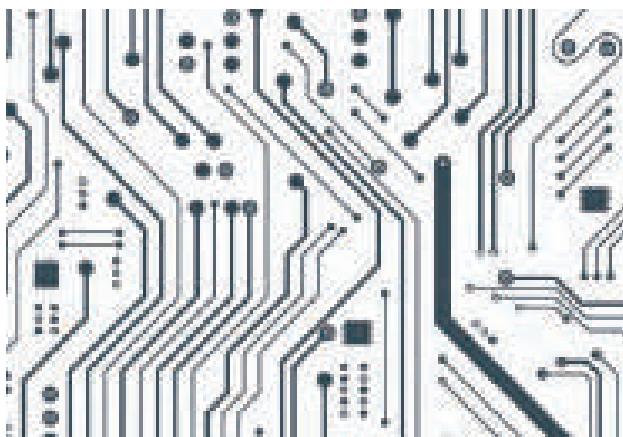
En 1980, le département Électronique se scinda ensuite en trois sous-groupes liés à l'arrivée de la fabrication des circuits intégrés à grande échelle, à l'aide des outils informatiques de modélisation et de simulation des phénomènes se produisant à l'échelle du micron - on l'appela : la micro-électronique. Les tech-

niques de traitement numérique du signal se développèrent rapidement en même temps que les composants clés : convertisseurs numériques-analogiques, capteurs analogiques, processeurs de traitement du signal et processeurs standards, accompagnés de leur programmes et mémoires. Tous ces éléments sont toujours aujourd'hui les blocs élémentaires essentiels d'un réseau de communication.

Et dans la foulée, le traitement des différents média numérisés se développa de façon exponentielle, le son, puis les images, qui incorporèrent les nécessaires techniques de codage-décodage-compression. Le tout avec des développements mathématiques complexes intégrés aujourd'hui dans ce que l'on appelle le Traitement de l'Information.

En 1980, je venais moi-même d'être admise sur titres en deuxième année de Télécom Paris, et j'ai donc suivi avec la petite dizaine d'élèves inscrits à l'option, les premiers cours et travaux pratiques de micro-électronique. Comme me l'a rappelé Marc Béthenod (1981), lui aussi inscrit à l'option, comme les cours débutaient et les enseignants étaient rares, les élèves qui avaient déjà une expérience réalisaient eux-mêmes certaines parties. D'ailleurs, la période de stage en entreprise avait été avancée dans l'année scolaire ; cela permettait aux élèves de partager leurs savoirs nouvellement acquis pendant le stage.

Les collaborations avec d'autres écoles telles l'ESIEE, qui avait déjà des salles blanches pour permettre aux étudiants de réaliser des circuits et pour faire des travaux pratiques, nous permirent de découvrir le monde de la CAO et de la conception des circuits complexes. Les circuits réalisés étaient composés d'une centaine de composants et les dimensions élémentaires typiques du canal d'un transistor étaient de 6 microns. Pour mesurer les quarante années parcourues depuis lors, les salles blanches utilisables par des étudiants à Grenoble, Paris, Lyon, Rennes,... leur permettent de réaliser des circuits de dimensions élémentaires 0,25 microns, avec une complexité de 100 000 transistors. Des applications logicielles permettent aujourd'hui de générer le dessin des masques de ces circuits, à partir de descriptions fonctionnelles et électriques, validées par des outils de preuve formelle.



Et n'oublions pas, que l'industrie et la recherche dans le domaine des micro et nano technologies est devenue au fil du temps mondiale, et que les étudiants d'aujourd'hui peuvent profiter d'enseignements et de stages dans les écoles et universités européennes, asiatiques et américaines.

Découvrons ce que nous dit l'un de ces pionniers, Francis Jutand, qui a développé dans les années 80 le département Électronique ainsi que l'enseignement aux élèves, afin de relever les multiples défis dus au développement exponentiel des différentes facettes de ce que l'on appela « la Micro électronique ». ■

L'AUTEUR



Marylin Arndt aujourd'hui retraitée d'Orange et autoentrepreneur, a passé une grande partie de sa carrière dans les laboratoires de FranceTelecom, devenu ensuite Orange. Elle a débuté, tout d'abord, dans le domaine de la microélectronique et de la conception de circuits télécom spécialisés pour le traitement du signal et de l'information dans les années 80. Elle a ensuite été responsable de groupes de recherches sur les objets communicants et l'Internet des Objets, dans un deuxième temps, dans les années 90. Ensuite, elle a été experte sur les plateformes M2M, dans les années 2000. La dernière partie de sa carrière a été consacrée à la standardisation de l'IOT et des plateformes applicatives M2M, au niveau européen et international.



Histoire et expérience de la naissance de la micro électronique à Télécom Paris

Propos de Francis Jutand recueillis par Marylin Arndt (1981)

Au début des années 80, en s'appuyant sur les enseignants chercheurs contractuels à plein temps dans les années 70, l'école après un siècle d'existence commença d'affirmer son autonomie vis-à-vis du CNET (Centre national d'études des télécommunications) pour la formation et la recherche.

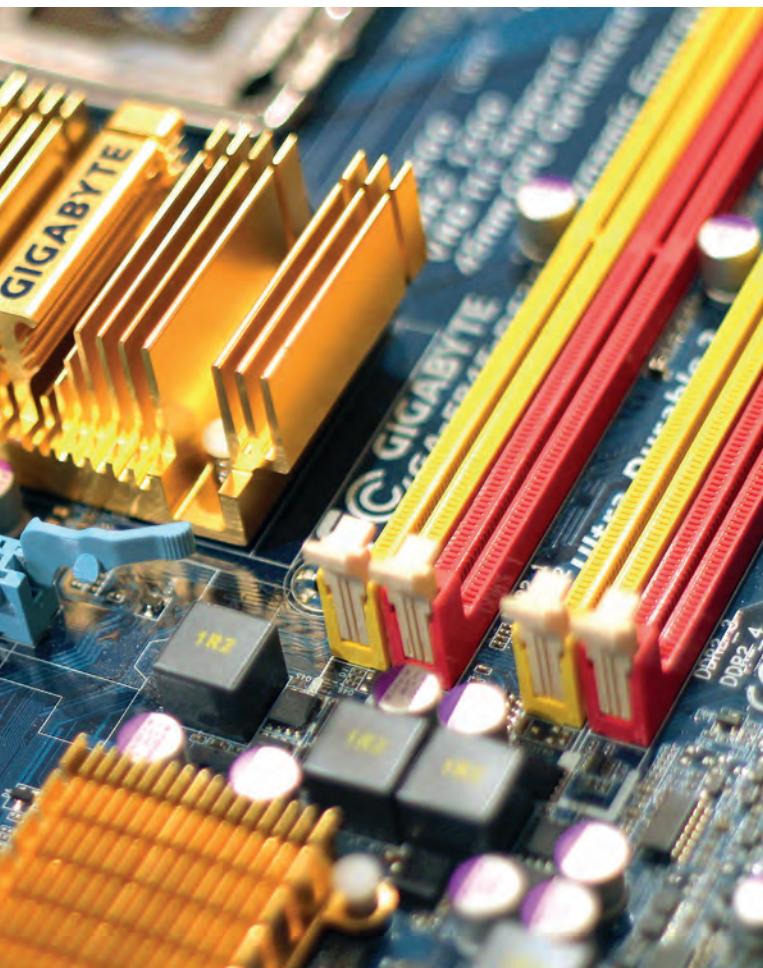
Venant des États-Unis, la microélectronique et l'informatique constituaient deux domaines d'innovation et de croissance rapide qui allaient transformer l'ensemble du champ industriel et créer les bases de l'avènement du monde numérique.

Malgré ses compétences en électronique civile et de défense, la France était en retard en microélectronique. La fameuse loi autopréditive de Moore laissait augurer une montée en puissance rapide des moteurs logiciels que constituaient les microprocesseurs et la dissémination des ordinateurs.

Le gouvernement français décida de réagir en soutenant à la fois les acteurs traditionnels de l'électronique comme Thomson, qui allait devenir ST Microelectronics, et la création d'entrants comme Matra Harris Semi-conducteurs et Eurotechnique. Du point de vue académique, seule une poignée de professeurs avait compris les enjeux, dont François Anceau et Gabrielle Saucier à Grenoble. Le CNET était aussi à la manœuvre en créant un centre de microélectronique sur le pôle électronique grenoblois.

La formation à l'école était organisée en un tronc commun de 1^{ère} et 2^e année suivie d'une 3^e année organisée en options disciplinaires qui - et c'était une originalité - n'était pas constituée d'enseignements de spécialité suivie d'un stage pratique en entreprise, mais fonctionnait en sens inverse. Par ailleurs nous avions contribué à quelques-uns à dédiscipliniser la formation en introduisant des blocs optionnels en 2^e année pour sensibiliser les étudiants aux métiers ou secteurs d'application et en divisant les options en deux voies d'approfondissement pour permettre aux élèves de les choisir dans des disciplines différentes.

L'essentiel du savoir-faire sur les circuits intégrés numériques se situant chez les industriels, nous leur avons proposé de co-construire ces nouvelles forma-



tions. Ils avaient besoin d'ingénieurs, maitrisant l'électronique, mais aussi capables de développer des outils informatiques sophistiqués et de créer des architectures système nouvelles tirant parti de la puissance de traitement apportée par la loi de Moore.

Ceci me permit de monter très vite une nouvelle option de 3^e année en microélectronique et architecture des VLSI (*Very Large Scale Integrated circuits*) enchainant stage dans les entreprises et formation avancée en électronique, informatique et traitement du signal.

Il me fallut convaincre le CNET Grenoble qu'il ne fallait pas réserver la formation microélectronique à Grenoble, car nous avions besoin d'attirer et former les élèves en associant les compétences en traitement du signal et architecture informatique dont nous disposions à Paris.

Une première promotion fut réunie associant des élèves pionniers, ingénieurs civils de l'école, polytechniciens et admis sur titre de l'université. Ils partirent en stage dans l'industrie et revinrent, très motivés pour étudier avec des enseignants-chercheurs de l'école sur plusieurs disciplines et des industriels.

Mais une formation ne peut durablement s'affirmer à haut niveau si elle ne s'appuie pas sur des équipements et une équipe de pointe. Je réussis à convaincre la direction de l'école de compléter mes compétences en électronique analogique et numérique, en embauchant deux jeunes ingénieurs de l'école, Michel Dana (1981), élève de la première promotion, et ingénieur informatique de génie, puis Nicolas Demassieux (1983) de la 3^e promotion ; ils avaient tous deux un profil d'excellence des ingénieurs de l'école, maitrisant à haut niveau toutes les facettes disciplinaires et les outils du traitement de l'information.

Cette petite équipe de choc permit en quelques années de monter un laboratoire de pointe, une forme de ruche, où les élèves, puis les thésards venaient travailler à toute heure leur projet de microélectronique, mais aussi tester de nouveaux langages, et de nouveaux logiciels ou passer une soirée à jouer à Donjon et Dragon.

La montée en compétence se fit par émergence, un ensemble d'activités originales naquirent que nos collègues universitaires appelaient de la recherche, mais qui pour nous avaient comme finalité de concevoir et créer des circuits intégrés à hautes performance et de créer un enseignement de pointe pour des élèves, qu'ils allaient ensuite eux-mêmes diffuser dans les entreprises.

Ne disposant pas de logiciels haut de gamme de la profession, nous créâmes nos outils, par exemple d'assemblage de circuits complexes, écrits en Lisp, le premier langage de l'IA, dont Michel Dana développa les versions pour les ordinateurs VAX. L'équipe avec l'aide d'un binôme d'élèves polytechniciens créa un logiciel de dessin rapide de bibliothèque de circuits au travers d'une description géo-symbolique qui pouvait ensuite

être implantée rapidement sur telle ou telle technologie disponible, ce logiciel fut utilisé dans nos conceptions et vendu à un industriel. Tout cela permit une activité contractuelle intense pour financer des ingénieurs de recherche, des doctorants et des équipements.

Avec Nicolas Demassieux, nous perçûmes très vite que la puissance de traitement disponible allait permettre de s'attaquer à des algorithmes puissants et complexes de traitement d'image en temps réel, et que le savoir architectural que nous commençons de posséder pouvait nous permettre de nous situer à la crête de la performance. Nous créâmes avec une *task force* de quelques élèves, une traduction en circuit intégré d'un algorithme de transformée en cosinus, point clef d'un dispositif de compression d'image.

Nous réalisâmes la conception en laboratoire d'une V1, une première mondiale, qui fut reprise l'année suivante chez ST Microelectronics par un élève de l'équipe, Alain Artieri (1983), et permit à ST de remporter le marché de Hughes pour installer sur leurs satellites des systèmes de transmission d'image.

Une équipe de recherche était née sur l'architecture de circuits intégrés à haute performance. Sa trajectoire fut en partie stoppée fin 1991 quand l'approche du tout logiciel s'appuyant sur des architectures de processeurs généraux multicœurs pris le dessus en sacrifiant la performance intrinsèque à la souplesse logicielle.

Sous la conduite de Nicolas Demassieux qui me succéda comme chef de département, les savoir-faire acquis ont continué de se développer, mais surtout cette expérience contribua à nourrir des approches innovantes de la formation pluridisciplinaire de nos élèves.

L'expérience acquise par l'expérimentation, l'audace, le partenariat avec les entreprises et la richesse de la production conjointe avec les élèves fut fondatrice pour mon parcours ultérieur. La richesse d'une activité de recherche motivée par la connaissance et la transmission plus que par la mesure bibliométrique forme aussi pour moi une conviction. Enfin la compréhension fine du traitement de l'information et de ses lois d'échange, de mélange et de mémoire, est aussi un enseignement opératoire que j'utilise à de nombreuses échelles et dans des situations variées. ■

L'AUTEUR



Francis Jutand est DGA de l'IMT. Il a été Directeur de Télécom Bretagne, Directeur Scientifique du CNET, Directeur du Département STIC du CNRS et créateur du pôle Cap Digital, puis Directeur Scientifique de l'Institut Télécom et de l'IMT. C'est un spécialiste du numérique, il a présidé le Conseil Scientifique STIC de l'ANR, a été membre du CNUM pour lequel il a dirigé les travaux sur la neutralité des plateformes, et a présidé les travaux du Comité national sur l'ouverture des données publiques de transport.

Collection Historique et Cité, lieux de mémoire des télécoms

Par Patrice Carré

Le 11 juillet 1962, à Pleumeur-Bodou et pour la première fois dans l'histoire, via le satellite de télécommunications Telstar, sont diffusées, en direct, dans les foyers français, des images de télévision venues d'outre-Atlantique. La mondovision vient de naître. Et, avec elle, les débuts d'une communication sans frontière ; comme le souligne le Général de Gaulle dans le discours qu'il y prononce le 19 octobre 1962 : « [...] Il va de soi que ces rapports, directs, constants, établis entre des continents, grâce à tout ce qui se fait ici, en même temps que cela commence à se faire ailleurs, est pour les rapports entre les hommes, pour leur compréhension réciproque, pour leur amitié, quelque chose qui sera probablement décisif [...] ».

Une page est tournée. La transmission de l'information ne sera désormais plus la même... prologue d'une convergence entre télécoms et audiovisuel... une trentaine d'années plus tard.

La Collection Historique des Télécommunications

Dans les années 60, bien que les ingénieurs et techniciens des télécoms aient alors montré tout leur talent et leur savoir-faire, le fonctionnement quotidien du réseau téléphonique national reste dans un état déploitable. L'équipement téléphonique du pays est tout à fait défectueux. C'est le temps de l'impuissance et de la pénurie. Une moitié de la population française attend le téléphone et l'autre... la tonalité.

Ce n'est que dans la seconde moitié des années 70 qu'est lancé un plan de rattrapage qui fera de la France, à l'horizon des années 80, l'un des pays disposant d'un réseau des plus innovants et performants au monde. C'est alors, en 1972, conscient qu'un monde technique allait à jamais disparaître, qu'un groupe de techniciens et d'ingénieurs du CNET (Centre National d'Etudes des Télécommunications) entreprend de créer la Collection historique des télécommunications (C.H.T.) dont le but sera de collecter : « les matériels anciens ou actuels qui caractérisent les différentes étapes du

développement des techniques de télécommunication, ainsi que les documentations s'y rapportant ». D'emblée, les missions fixées à la CHT furent non seulement de constituer et de conserver un patrimoine mais plus encore d'œuvrer à sa valorisation.

Depuis sa création à l'orée des années 70, ce sont plus de 10 000 objets techniques, témoins de l'histoire des télécommunications, qui ont été collectés. Il s'agit bien sûr tout d'abord d'une importante collection de terminaux. Outre une belle collection de terminaux télégraphiques dont certains sont particulièrement rares et recherchés, ont ainsi été sauvé de la destruction de nombreux dispositifs de télégraphie électrique accumulés au 19^e siècle par l'Administration des lignes télégraphiques : appareils scientifiques ou techniques, fils, câbles, équipements divers, appareils de mesure, etc. La CHT a réuni, également, une collection de téléphones - en partie, désormais exposés dans l'une des salles de la Cité des Télécoms - d'une grande richesse.

En effet, avant la standardisation du matériel téléphonique, en 1924, il existait une multiplicité de modèles.

En une vingtaine d'années, on est passé d'une profusion de téléphones dotés de formes, de designs, d'élegances « arts-déco » faites de mélange de matériaux précieux, à une production uniformisée, taylorisée, plastifiée de postes téléphoniques « modernes », fournis tant par les PTT européens que par la grande compagnie privée américaine AT&T. Mais, à côté de cette diversité de terminaux et d'objets - pour certains plus originaux les uns que les autres - la CHT a joué un rôle majeur de conservatoire technique en sauvegardant des installations inhérentes aux réseaux, aux infrastructures : matériel de transmission et matériel de commutation. A l'occasion de ce qu'on a appelé « le ratrappage téléphonique » puis de la constante et nécessaire modernisation du réseau, les équipements se sont renouvelés accélérant, de facto, l'obsolescence de nombre d'entre eux. La CHT s'est donc également développée en sauvant de la casse de nombreux équipements techniques : baies de commutation, éléments de transmission, équipements radio, etc.

Et s'il y a, dans notre pays, un équipement particulièrement représentatif de l'histoire des télécommunications, c'est bien le radôme de Pleumeur-Bodou.

Pleumeur-Bodou, la cité des Télécoms

Si le radôme en tant que tel a cessé toute activité en 1985, il a été décidé - contrairement à ce qui s'est passé aux USA - de ne pas le détruire mais d'en faire un véritable lieu de mémoire et de lui adjoindre un superbe bâtiment destiné à présenter un panorama complet de l'histoire des télécommunications, devenu depuis la Cité des Télécoms, Fondation d'entreprise. Depuis septembre 2000, le radôme de Pleumeur-Bodou est

► À PROPOS DE LA CITÉ DES TÉLÉCOMS

À la découverte d'un monde connecté... Fondation d'entreprise du Groupe Orange, la Cité des télécommunications a pour vocation d'ouvrir le monde des télécommunications et du numérique au plus grand nombre. Construite sur le site des premières transmissions internationales, à Pleumeur-Bodou, au coeur de la côte de Granit Rose, en Bretagne dans les Côtes-d'Armor, elle regroupe le Radôme, classé Monument historique et labellisé « Patrimoine du XX^e siècle », et un vaste centre d'exposition de 3000 m². Unique, cet ensemble constitue à la fois un lieu vivant de mémoire et une vitrine interactive sur les nouvelles technologies. Véritable outil pédagogique et ludique, la Cité des télécoms s'adresse à tous les publics. Elle est labellisée Tourisme et handicap pour les déficiences motrices, mentales et auditives.

classé monument historique et a reçu le label « patrimoine du XX^e siècle ». La Cité, quant à elle, déploie sur une superficie de 3 000 m² et sur plusieurs niveaux, à la fois une exposition permanente dressant un panorama extrêmement complet du développement des télécommunications et du numérique ainsi que des expositions temporaires (la plupart du temps en association étroite avec de grands centres de culture scientifique et technique, comme la Cité des Sciences de La Villette) comme celle actuellement consacrée à la voix¹ permettant une véritable plongée dans l'univers vocal entre art, sciences et technologies.

Espace à la fois scientifique et pédagogique mais également ludique et accueillant, la Cité des Télécoms construite sur le lieu de naissance des premières transmissions internationales, est le plus grand centre européen dédié à la découverte des télécoms. Or, en accueillant désormais la Collection Historique des Télécommunications elle renforce et consolide sa vocation : rendre accessible au plus grand nombre l'univers des télécommunications dans toute sa diversité.

En effet, le monde des télécommunications (et du numérique aujourd'hui) est en construction permanente. Son histoire est loin d'être figée. Il s'agit, contrairement à d'autres secteurs plus stables, d'une histoire dont les limites se déplacent perpétuellement, une zone mouvante dont l'événement fondateur est, en amont, relativement bien connu, avec la télégraphie aérienne, puis l'électricité et la Révolution Industrielle des années 1830/1840... mais dont l'aval ne cesse de se forger, de se transformer, sous nos yeux.

Nul doute qu'enrichie par l'apport de la CHT, la Cité contribuera encore plus à la diffusion de la culture scientifique et technique et permettra une sensibilisation, notamment des collaborateurs du Groupe Orange, à une histoire riche dont la connaissance est nécessaire à la véritable création d'une culture d'entreprise solide, cohérente et inscrite dans la longue durée. ■

► L'AUTEUR



© Orange/DGCI

Historien, **Patrice Carré** est l'auteur de nombreux articles et d'une douzaine de livres sur les relations entre imaginaire, technologie et société dont, avec Alain Beltran, *La vie électrique, histoire et imaginaire XVIII^e – XXI^e siècle*.

Il a été directeur des relations institutionnelles chez Orange, chargé de cours à Télécom Paris et au Celsa. Il préside le conseil scientifique du Think Tank Décider Ensemble et collabore aux travaux de la Cité des Télécoms.

Outre ses travaux d'historien des réseaux, ses recherches portent également sur l'imaginaire politique du numérique.

1/ <https://www.cite-telecoms.com/blog/expo/la-voix-expo-qui-vous-parle/>

De Paris à Palaiseau

À 7 mn en bus depuis la gare de Massy-Palaiseau, situé face à la future station de métro de la ligne 18, le nouveau bâtiment sera au cœur du « pôle de vie » du campus : proche des résidences étudiantes, des commerces, du bâtiment d'enseignements mutualisés avec d'autres grandes écoles. Les étudiants bénéficieront d'interactions fortes avec les écoles et universités du plateau ainsi que d'une vie associative extrêmement riche.

Les porteurs du projet

Télécom Paris

Télécom Paris est la première grande école française d'ingénieurs généralistes du numérique. Ses diplômés intègrent tous les secteurs d'activité. Avec des enseignements et une recherche d'excellence, Télécom Paris est au cœur d'un écosystème d'innovation unique fondé sur la transversalité de sa formation, son centre de recherche et ses deux incubateurs d'entreprises. École de l'Institut Mines-Télécom, Télécom Paris est membre du fondateur de IP Paris, le nouvel établissement public d'enseignement supérieur situé sur le plateau de Saclay et se définit comme le Collège de l'Innovation par le Numérique.

Ce déménagement est un événement sans précédent dans l'histoire de l'établissement qui ne déménage qu'une fois par siècle. Bien plus qu'un déménagement, c'est une mutation profonde de l'École, en écho à la place prise par le numérique dans les économies et notre société.

www.telecom-paris.fr

Télécom SudParis

Télécom SudParis (TSP) est une grande école qui forme des ingénieurs généralistes, ainsi que des ingénieurs de spécialité et des docteurs, innovants et entreprenants. Son corps professoral mène une recherche de haut niveau en lien étroit avec les entreprises et contribue à l'innovation dans le numérique et de nombreux secteurs d'application (énergie, santé, ville, transport,...). École de l'Institut Mines-Télécom, sous tutelle du Ministre en charge de l'Industrie, et membre fondateur de l'IP Paris, Télécom SudParis qui partage son campus international et soutient la création d'entreprises avec Télécom École de Management. Télécom SudParis compte 1000 étudiants dont environ 700 élèves-ingénieurs et 180 doctorants.

www.telecom-sudparis.eu

L'IMT

L'Institut Mines-Télécom, dont la Direction Générale sera donc installée à Palaiseau, est un établissement public dédié à l'enseignement supérieur et la recherche pour l'innovation. Acteur majeur du croisement entre les sciences et les technologies du numérique et de l'ingénieur, l'IMT met les compétences de ses écoles en perspective dans les grands champs des transformations numériques, industrielles, énergétiques et écolo-

giques et dans leurs impacts sur l'industrie du futur, la ville, la santé et l'autonomie des personnes.

Les écoles de l'IMT (dont Télécom Paris et Télécom SudParis) sont classées parmi les toutes premières grandes écoles en France. Leurs activités, tournées vers les acteurs économiques en matière de formations d'ingénieurs, managers, masters et docteurs, de travaux de recherche et d'innovation, sont reconnues au niveau national et international pour leur excellence.

<https://www.imt.fr>

Les grandes étapes du projet

2013 | Le concours d'architecture

Après un appel d'offres, le choix du cabinet d'architecte s'est porté sur le projet proposé par le cabinet Grafton Architects. Ce cabinet a été choisi pour la qualité et l'originalité architecturale associant la force et la finesse des bâtiments, en harmonie idéale avec son environnement. La richesse des espaces d'accueil et d'études, la diversité des circulations privilégient lumière naturelle, transparence et fluidité. Un bâtiment ouvert et en interaction avec son environnement, à l'image du numérique.

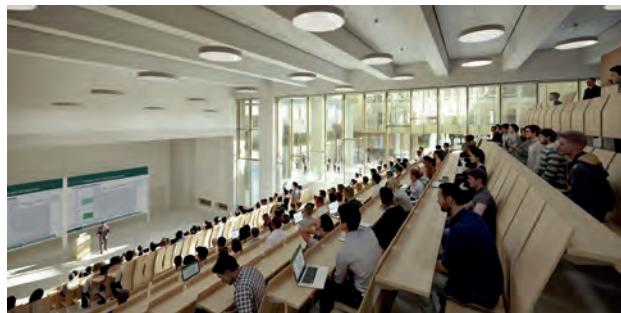
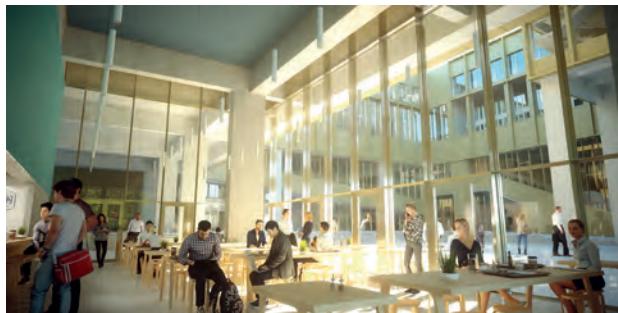
2015 | Télécom ParisTech Day

Télécom ParisTech a convié ses partenaires au « Télécom Paris Tech Day Paris-Saclay » dans les locaux de Thales à Palaiseau, à deux pas de sa future implantation. Un événement jalon pour l'École marqué par des présentations, des démonstrations et une visite du chantier.

2016 | Début du chantier

Les travaux sont lancés ! Vous pouvez suivre l'évolution grâce à notre caméra connectée 7 jours sur 7 !





2016 | Deux écoles, un grand projet, visite du plateau de Saclay

Pour marquer le lancement des travaux de notre futur bâtiment, Télécom Paris, Télécom SudParis et la Direction générale de l'IMT ont emmené leurs membres du personnel, des représentants des étudiants et des partenaires sur le plateau de Saclay pour une demi-journée de (re)découverte. Après une visite en car du futur écosystème à Palaiseau, tous les participants ont été accueillis chez EDF Lab pour un temps de présentation du projet et la signature d'un accord cadre de recherche entre EDF et les deux Écoles.

Juin 2017

Début des travaux de construction de la salle sourde au niveau -1. Cette structure est construite indépendamment du reste du bâtiment afin d'éviter toute interférence pendant les expériences qui y seront menées.

Septembre 2017

Les quatre équipes d'artistes sélectionnées dans le cadre de la procédure « 1% artistique » ont remis leur projet le 4 septembre. Le jury se réunira le 29 septembre en vue de désigner le lauréat.

Octobre 2019

26 et 27 octobre : Déménagement et emménagement.

28 octobre : Arrivée du personnel et de Télécom Paris alumni dans le nouveau bâtiment.

4 novembre : Arrivée des premières promotions dans le nouveau bâtiment à Palaiseau.

Télécom Paris à Paris-Saclay

Fin 2019, Télécom Paris rejoint ainsi le campus de l'Institut Polytechnique de Paris dont elle est membre fondateur avec l'École polytechnique, l'ENSTA Paris, l'ENSAE Paris et Télécom SudParis.

Par son emplacement idéal au cœur du quartier de l'École polytechnique à Palaiseau, l'École bénéficiera d'un écosystème dynamique exceptionnel mêlant partenaires académiques, scientifiques et industriels. Télécom Paris, située sur la « Place de la gare » de la ligne 18, sera aussi toute proche de résidences étudiantes, de commerces et du bâtiment d'enseignement mutualisé avec d'autres grandes écoles. Au cœur de la vie associative, nos étudiants pourront ainsi bénéficier d'interactions fortes avec les écoles et universités du plateau dans l'esprit d'un campus à l'anglo-saxonne. Ce projet, construit collectivement avec Télécom SudParis et la Direction générale de l'IMT, traduit l'ambition de former des inventeurs, des créateurs et des transformateurs de la société numérique, en s'appuyant sur une formation d'excellence, une recherche de haut niveau scientifique menée avec des partenaires académiques et industriels et en stimulant l'innovation et l'entrepreneuriat.

Le numérique est présent partout et transforme le monde en profondeur. Télécom Paris œuvre à faire en sorte que le pays tire le meilleur parti de ces transformations, sur le plan économique et social. ■

17 520 jours rue Barrault

Par Henri Maître

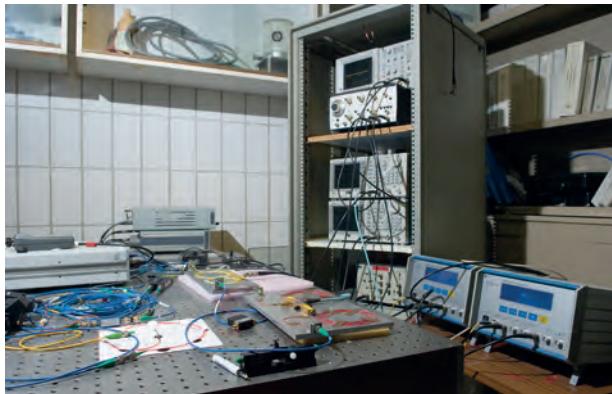
Arrivé à Télécom Paris (alors l'ENST) en 1971, Henri Maître retrace à grands traits quelques évolutions, anecdotiques parfois, mais mémorables de ce site.

En ce temps-là, la rue Barrault était encore à double sens et l'on entrait dans le bâtiment C par le porche du 36. Une fois poussée la lourde porte de la rue (celle de l'antique ganterie Neyret, avec ses ferronneries à volutes ioniques, pas celle en aluminium qui l'a remplacée), on était accueilli par un double vantail vitré après la volée de marches et par un hall dallé qui ouvrait sur l'escalier monumental avec sa belle rampe de cuivre et d'acier. À gauche, la loge d'un gardien, puis les grandes verrières boisées abritaient d'un côté des salles de cours, de l'autre les salles de travaux pratiques des lignes à grande distance où d'impressionnantes auto-commutateurs électromécaniques crossbar (des CP400 ou des Pentaconta ?) occupaient une bonne partie de l'espace, et à mon souvenir même, s'enfonçaient pour partie dans le sol. Une petite porte blindée, à guichet, incongrue en ces lieux, se cachait près de l'escalier d'accès aux laboratoires d'acoustique : le service de la paie. A droite de l'entrée, des salles de cours servies par un long couloir. C'est au fond de ce couloir, à l'angle de la rue Daviel, que s'installera bientôt le centre de calcul avec son 10 070 puis son IRIS80. Mais en 1971, les ordinateurs dont était fière l'ENST étaient au sous-sol du bâtiment D, dans le laboratoire de Claude Gueguen (1965) : un calculateur analogique et un calculateur hybride, chargés de soutenir les activités en automatique et traitement du signal qui initiaient la recherche à l'ENST. J'étais affecté à l'autre laboratoire

de recherche, tout juste créé, celui de Jacques Fleuret (1967), en holographie. Nous occupions des salles de travaux pratiques de physique au sous-sol du bâtiment C que nous avons progressivement grignotées, équipées d'un labo photo, de tables de marbre et de lasers, puis finalement peintes en noir. Quelques élèves téméraires s'y aventuraient, car l'enseignement s'ouvrait maintenant aux travaux individuels ou par groupes.

L'école évoluait très vite dans ces années, mais elle partait de loin. Sans corps professoral permanent, les cours étaient surtout assurés par de brillants ingénieurs du CNET qui quittaient l'amphi sans pouvoir beaucoup contacter les élèves. Des TP en radio, en physique, en programmation, en électronique étaient censés inculquer la pratique mais n'offraient guère l'occasion de se forger une expérience d'ingénieur. L'administration de l'enseignement était aussi très réduite et malgré des recrutements récents, on comptait sur les doigts de la main les personnels à la direction des études. Beaucoup de services différents se partageaient alors les locaux de la rue Barrault : la direction des services d'enseignement, l'ENSPTT, la formation des cadres techniques, la formation professionnelle technique et même certains services d'exploitation des lignes. Les étiquettes changeaient souvent sur les portes car les services s'installaient ailleurs ou prenaient un autre nom, une grande spécialité de nos directions qui a fort bien résisté au





temps. À chaque place libérée, l'ENST s'agrandissait un peu ; des enseignants-chercheurs formeront rapidement un vrai corps professoral avec ses titres et ses enseignements, les services administratifs s'étoffent aussi et l'École aura même un directeur et un vrai budget. Enfin, l'Etat s'attaque au retard du téléphone et nous sommes en première ligne. Les promotions grossissent, le recrutement se fait majoritairement par le concours, même le corps, qui fut longtemps la raison d'être de l'École, reprend une aura qu'il avait perdue dans les années 60. Le recrutement sur titre, en France et à l'étranger, apporte une diversité d'étudiants que les enseignants apprécient. La recherche en bénéficie car souvent les étrangers, qui ne se limitent plus aux fonctionnaires de nos anciens territoires, poursuivent jusqu'au doctorat d'ingénieur puis à la nouvelle thèse que l'École peut délivrer en son nom.

La coordination de cette recherche avec celle du CNET est un impératif économique dit-on mais ne va pas sans tiraillements. Comment aborder des sujets où notre grand frère développe des moyens très supérieurs aux nôtres : la télénformatique, la vidéo, le codage, les réseaux, etc. ? Comment prendre place dans un projet national que l'État veut à objectif court ? Nous nous rabattons sur les sujets théoriques (le signal, la théorie de l'information, les processus stochastiques...) et sur les applications latérales (le biomédical, la musique, l'imagerie satellitaire, etc.). Claude Gueguen (1965) nous rapproche du CNRS et associe certaines équipes dans une UA qui fera boule de neige, deviendra UMR et recouvrira finalement toute la recherche de l'École avant d'être brutalement stoppée. Nous aurons le temps de nous installer en forte visibilité dans le paysage scientifique français, car grâce à sa position, la rue Barrault est naturellement le lieu de réunion français de nombreux GdR en particulier en signal, en image, en communications, en électronique. La recherche contractuelle prend aussi une place grandissante. Elle complète le budget et noue des liens étroits avec nos partenaires industriels. Cela réclame des structures de gestion particulières : l'ADEC est créée puis remplacée par l'ARECOM avant que l'école ne puisse gérer en direct ses ressources.

L'enseignement ne suit pas moins un cours bouillonnant et tumultueux. L'École progresse de réforme en révision. Les programmes s'adaptent au forceps à l'avènement des nouvelles technologies et à l'introduction des sciences humaines ; les dominantes suivent les



options qui succèdent aux filières ou aux voies d'approfondissement, les modules remplacent les blocs et les tranches horaires montent à 90 minutes dans l'irrésistible besoin de faire mieux. L'effort se porte sur les langues et l'ouverture internationale ; les DEA, puis les Masters, les Mastères, les Mastairs, les Masthères... s'invitent dans les cursus. La pédagogie est le maître mot. Il rime dans tous nos rapports avec nouvelles technologies.

Comment faire tenir toutes ces activités dans les locaux de la rue Barrault ? En 1971, le bâtiment A a 4 étages, le bâtiment B en a 3 et le bâtiment C, 2. On construira deux étages au-dessus de B et C. On disait alors que pour déroger au Plan d'Occupation des Sols de la Butte aux Cailles, il fallait des locaux sociaux, ce qui expliquait que la bibliothèque et le restaurant occupent des positions sommitales. Vrai ou faux ? Si non è vero... Est-ce alors que bourgeonnent les abcès des bâtiments H et G ? Je ne m'en souviens pas. Lorsqu'on récupère le bâtiment D, abandonné par la formation professionnelle, on crée la Maisel, que l'on ouvre à tous les élèves et non plus aux seuls corpsards. On agrandit ici, on creuse là, on repousse des murs, on monte des cloisons. On crée des mezzanines que l'on détruira très vite. On construit les deux ponts des bâtiments E et F en 1992. Et on invente des annexes autant que de besoin : pour l'enseignement de physique au CNET à Bagneux, pour l'Électronique à la Nation, une antenne à Rennes pour les réseaux et une à Toulouse pour le spatial, la vidéo, le Lactamme et le STEMME rue de la Colonie, l'ARECOM rue Buot, une autre résidence rue Guyton de Morveau. Barrault résiste à la régionalisation avec l'appui de la DEST qui crée l'ENST Bretagne en 1977 et déplace l'INT à Evry en 1979. L'École participe (mais si peu) à l'expérience de Poznan, très activement à celle d'Eurecom à Sophia-Antipolis. Il ne reste plus que l'ouverture des sites de Dareau et de la place d'Italie avant que la décision soit prise de rejoindre le plateau de Saclay. Saclay sera une autre histoire... ■

L'AUTEUR



Henri Maître est professeur émérite à Télécom Paris où il a accompli toute sa carrière. Il y fut maître de conférences, professeur, chef du département Images et du département Signal et Images, directeur de la recherche, directeur de l'UMR 5141 LTCI, directeur adjoint.

L'ENST

école d'application pour le Corps des Télécoms... mais pas que !

Par Philippe Picard (I965), Président de l'AHTI

L'histoire des écoles des télécoms dont l'ENST a fait l'objet d'un excellent ouvrage rédigé par François du Castel (I949), Michel Atten et Marie Pierre : « **Histoire des Écoles supérieures des télécommunications, 1840-1997** ».

L'histoire ne s'est pas arrêtée à 1997. Le déménagement à Saclay est une rupture majeure dans la vie de Télécom Paris mais bien d'autres évènements ont depuis une vingtaine d'années modifié fortement l'environnement de l'école.

La création puis la vie de l'école ont été étroitement associées au Corps des Télécommunications.

De ce point de vue, l'ENST peut être comparée aux autres grandes écoles d'applications de l'X, chacune associée à un corps technique : Mines, Ponts, ENSTA, ENSAE (qui est l'école de l'INSEE), etc.

Jusqu'à la création de France Télécom, l'ENST était un service extérieur de la DGT. L'ensemble des services d'enseignement technique étaient confiés à des membres éminents du corps, de même pour les directeurs de l'ENST.

En fait, plusieurs évènements ont progressivement différencié Télécom Paris des autres écoles attachées à un corps technique :

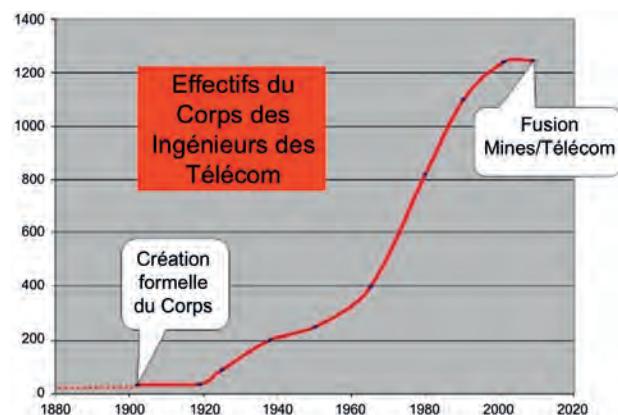
- Désrégulation progressive des télécom, nouvelle culture et économie de l'Internet ;
- Création de France Télécom (1990) puis privatisation (1996) entraînant la fin d'un débouché statutaire et majoritaire pour les ingénieurs du Corps ;
- Disparition du Corps des Télécom (2009) par intégration dans le Corps des Mines ;

Corps et réputation de l'école

En 2019, la réputation de Télécom Paris est très honorable parmi toutes les grandes écoles d'ingénieurs. Selon letudiant.fr (2019), Télécom Paris est 4^{eme} ex-aequo après l'X, Centrale Supelec et les Ponts.

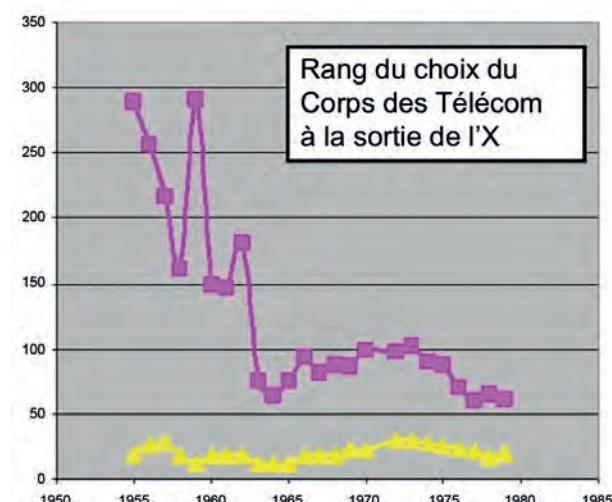
Cette réputation résulte de nombreux ingrédients, allant de la qualité de l'enseignement à l'image des réalisations du corps associé ou des alumni célèbres. Aujourd'hui, la population de l'ancien Corps est très minoritaire par rapport à l'ensemble des alumni de Télécom Paris.

La démographie historique du Corps est résumée sur le schéma ci-dessous, de sa création à sa disparition :



Orange n'est plus employeur majoritaire du corps. En 2015 on comptait encore environ 350 membres du corps des Mines/Télécoms employés dans le cadre du groupe Orange, mais avec une réduction rapide, compte tenu des faibles recrutements actuels du Corps (Mines et télécoms) comparé aux 40 entrées au début des années 1980.

L'évolution du rang de sortie de l'X pour les Télécoms est un bon indicateur de l'attractivité du Corps :



Dans les années 1960, le Corps souffrait de l'image du sous-développement téléphonique symbolisé par le « **22 à Asnières** ». Le succès du rattrapage téléphonique (le fameux **DELTA de LP**) et les innovations techniques Commutation électronique, Transpac, Télécom 1, NUMERIS ou grand public du Minitel au GSM ont positivement changé l'image du corps dans les années 1980.

Peu d'anciens élèves sont des célébrités connues du grand public. Cependant de nombreux membres du corps ont contribué à l'image de Télécom Paris.

Dans le cadre des journées du patrimoine de 2009, le Corps des Mines avait souhaité afficher les corpsards célèbres. Pour ce qui est des Télécom, quelques grands anciens avaient été sélectionnés :

- Edouard Estaunié (et son célèbre amphithéâtre) ;
- Louis Leprince Ringuet (physicien, académicien) ;
- Maurice Lauré (inventeur de la TVA) ;
- Marcel Pellec (créateur du réseau de radiodiffusion, sénateur) ;
- Pierre Schaeffer (père de la musique concrète et de la musique électroacoustique) ;

Les Directeurs Généraux des Télécom ont tous connu une réelle réputation... **Pierre Marzin, Louis-Joseph Libois, Gérard Théry, Jacques Dondoux, Marcel Roulet.**

Plusieurs ingénieurs des télécoms ont eu une reconnaissance internationale, notamment dans le domaine technique et scientifique (citons **André Pinet**, prix **IEEE Edwin Armstrong de 1978** pour sa contribution à l'invention de la commutation temporelle, **Philippe Dupuis**, médaille **Maxwell IEEE 2018** pour sa contribution à la norme GSM, dans le cadre de l'ETSI. Pour le prestige de Télécom Paris, n'oublions pas la médaille **Richard Hamming 2003** attribuée à **Alain Glavieux**, l'un des inventeurs des turbo codes.

Puisqu'on en est aux histoires de corps, rappelons que **Jean-Bernard Lévy**, actuel PDG d'EDF, maintenant ingénieur des Mines, est un alumni, pur produit de la filière du corps des télécoms. A l'inverse, **Henri Martre**, Ingénieur Militaire, est passé par Télécom Paris ; il a été Délégué général à l'Armement et PDG de l'Aérospatiale.

Les « compétences distinctives » des ingénieurs des télécoms.

Le monde des technologies de l'information (le mot à la mode d'aujourd'hui est le **numérique**) innove maintenant toute la société. Au début des années soixante, le nombre d'ingénieurs en France compétents en technologies de l'information (IT) était de l'ordre de quelques dizaines de milliers (PTT et militaires, constructeurs de matériels télécoms et d'entreprises du secteur informatique). Actuellement, le nombre d'ingénieurs compétents en IT est certainement proche de 10^6 (opérateurs de télécoms et FAI, industriels en télécoms et informatique, SSII et éditeurs de logiciels, services IT spécialisés internes aux entreprises, etc.). Autant dire que les

compétences distinctives qui avaient fait la spécificité du corps se sont très largement banalisées.

À titre d'anecdote historique, on citera une réunion organisée en 1951 sous l'égide de l'Académie des Sciences sur la « **cybernétique, la théorie du signal et de l'information** ». Cette réunion était présidée par **Louis de Broglie**. Sur les 15 conférenciers de cette réunion, la moitié venaient du CNET.

Cette anecdote est l'occasion de quelques remarques personnelles, mon passage à l'ENST datant de 1963-1965 :

- L'école ne disposait pas de labos de recherche, mais était associée au CNET qui alimentait largement le corps professoral ;
- Le CNET était à la pointe sur de nombreux domaines (informatique, communications numériques, optoélectronique fondamentale, etc.) ;
- Mais paradoxalement, malgré cette proximité, les programmes de l'école n'étaient pas très progressistes : très peu d'informatique ou d'algorithmique, **Shannon et Turing** « inconnus au bataillon ». La culture scientifique enseignée à l'époque était basée sur le monde de Maxwell... complétée par de la Mécanique Quantique !

Ces lacunes de l'enseignement de l'époque ne semblent pas avoir nui à la vitalité du corps mesurée par ses réalisations de la période des 30 glorieuses, déjà rappelées. En fait, pour les élèves du Corps, souvent lassés par leurs années d'études précédentes (prépa, X), le passage à l'ENST de l'époque était peu motivant à part quelques cours. Beaucoup complétaient leurs cursus par des études orientées vers l'économie et le droit (Sciences Po, Fac) ce qui leur a été très utile pour leur carrière de « manager ».

En guise de conclusion, il faut souhaiter que l'école, après son déménagement, entretienne et conforte ses « **compétences distinctives** » et maintienne son bon rang parmi les premières grandes écoles d'ingénieurs. L'école ne pourra plus bénéficier de sa référence principale, passée en quelques années du « **22 à Asnières** » à l'image techno des années 1980. C'est bien de ne pas être en retard sur l'IA, le Big Data, les blockchains : il ne faut pas oublier que pour le « **numérique** » de 2020, il faudra encore savoir concevoir des réseaux, de la 5G à l'IoT. Les futurs alumni devront pouvoir alimenter leurs CV par ces compétences spécifiques. ■

L'AUTEUR



Philippe Picard a contribué au démarrage des services de transmission à la DGT, et a piloté le lancement du réseau TRANSPAC. Puis il a été chef du service de l'industrie à la DGT/DALL avant de "pantoufler" chez Bull. Toujours dans le domaine des télécoms, il a été responsable des produits de réseaux, puis du marché sectoriel des TELCO's.

La musique à Télécom Paris

Par Louis-Aimé de Fouquières (1982)

Les bâtiments de la rue Barrault n'ont pas abrité seulement des études d'électronique et de sciences numériques. On y a aussi beaucoup pratiqué la musique.

C'était l'époque où la procédure d'entrée sur titre comprenait un entretien avec un membre de l'équipe de direction de l'école. Dans ce cadre, c'est un directeur adjoint, Daniel Cadé (1966, X61), qui m'a reçu. Entrant dans son bureau, je suis captivé par les affiches de concerts fixées au mur, le mettant en scène seul ou avec d'autres artistes. Nous engageons la conversation sur la musique. Pendant les trois quarts d'heure de l'entretien, je ne me souviens pas avoir évoqué d'autre sujet. Et quelques jours plus tard, mon admission à l'école était confirmée. Daniel Cadé, en marge de sa brillante carrière auprès de Télécom Paris, puis comme directeur de l'École des Ingénieurs de la Ville de Paris, a conduit une carrière internationale de pianiste concertiste.

Côté Enseignement

Je devais progressivement comprendre que la musique, ou plutôt les musiques, constituaient un ingrédient incontournable des études télécommiennes. Les études elles-mêmes comprenaient des disciplines applicables au traitement de la musique : les fréquences, les transformées de Fourier, le filtrage. Certes ces notions sont fondamentales pour aborder la question de la collecte et du transport du signal vocal, surtout à une époque où le téléphone analogique était le produit dominant des télécommunications. Mais les élèves n'en restaient pas à la simple théorie : le département Images et Sons, piloté par Eric de Lamarre, professeur à la personnalité attachante et inoubliable, leur permettait de toucher du doigt – ou plutôt du tympan – les questions de traitement qualitatif du son qui se posent dans un studio d'enregistrement ou pour une bonne chaîne « haute-fidélité ». Et pour ceux qui voulaient approfondir, l'IRCAM ouvrait ses portes aux élèves, pour des visites de groupe ou des stages.

Côté Loisir

Au-delà des matières d'enseignement, la pratique musicale a toujours été importante parmi les élèves. Différents genres musicaux ont été représentés. Les

années 1980-1990, le jazz était servi avec un groupe de grande qualité, qui s'est maintenu quelque temps après la fin des études à l'école. Plus près de nous, TSM (*Télécom Sound and Music*), groupe de DJs de Télécom, assure depuis 2011 l'animation du Gala Télécom Paris. Des groupes éphémères d'autres musiques se sont régulièrement créés dans l'école, tirant parti de nombreuses salles disponibles après les cours, dont plusieurs étaient équipées d'un piano.

La vocation musicale de l'école ne s'est pas restreinte aux élèves et enseignants. On venait de l'extérieur pour des conférences savantes sur la musique contemporaine. C'est ainsi qu'en 1982 il m'a été donné d'écouter Daniel Cadé interroger Pierre Boulez, puis interpréter une de ses œuvres au piano de l'amphi Thévenin. Je dois reconnaître que malgré le remarquable effort des intervenants pour faire comprendre cette musique, je ne suis toujours pas devenu un fervent auditeur des œuvres de Boulez.

Les bâtiments de la rue Barrault ont aussi longtemps accueilli les répétitions du Chœur et Orchestre des Grandes Écoles (COGE). A l'origine ensemble unique d'élèves et de jeunes anciens des grandes écoles, le COGE s'est développé en plusieurs formations : ce sont maintenant trois chœurs et deux orchestres. Tout ce monde se réunissait en soirée à l'école, au point que l'on eût pu dire que les bâtiments abritaient un conservatoire de musique le soir.

Le nouveau site de Saclay bénéficie d'installations fonctionnelles et agréables en vue des missions d'enseignement et de recherche de l'école. Espérons qu'il saura encore accueillir les pratiques musicales afin qu'elles restent consubstantielles à la formation complète de l'ingénieur Télécom Paris. ■



Antoine Schmitt (1984)

La programmation a été une passion pour moi dès l'adolescence : agir sur le monde par l'écriture de processus. Sorti de Télécom en 1984, j'ai travaillé dans une société de R&D à Paris en IA et réseaux de neurones, puis à NeXT dans la Silicon Valley comme programmeur. Il reste, d'ailleurs, un petit bout de code que j'ai écrit dans tous les iPhones et Mac actuels. Cela a été de belles années, très instructives, mais j'avais une frustration de liberté d'action : dans l'industrie, il est nécessaire de concevoir des produits utiles à des clients, cela restreint les possibles.

J'ai vite choisi le matériau « programmation » comme matériau artistique, car il a la capacité unique d'agir directement sur le monde.

La rencontre fortuite avec le monde de l'art m'a ouvert une porte. J'ai découvert la liberté d'expression en même temps que la rigueur de pensée et d'action. J'ai sauté le pas, et ai décidé de devenir artiste. J'ai vite choisi le matériau « programmation » comme matériau artistique, car il a la capacité unique d'agir directement sur le monde. Aujourd'hui, je travaille ce matériau pour produire des œuvres d'art, sous forme de tableaux actifs ou d'installations, dans la lignée d'une abstraction minimaliste, et qui questionnent le mouvement au sens large et ses causes. J'expose dans des centres d'art et des festivals, une galerie d'art vend mes œuvres, qui sont présentes dans de nombreuses institutions internationales et mon travail est reconnu par de nombreux prix. Je continue le combat, celui de participer au changement du monde par l'art, qui agit sur la pensée, et par l'art programmé, qui agit sur le monde. ■

Louis Sauter (1979)
Ingénieur et musicien

Mon arrière-grand-père était ingénieur et a fondé, en 1903, une société de construction automobile. Son fils fut, pour sa part, un pionnier de la TSF et a fourni des postes de radio à Sacha Guitry, Louis Lumière et d'autres... Dès mon plus jeune âge, j'ai bricolé dans son atelier du « Radio Toubib ». Je pense que j'étais prédestiné à devenir Télécom...

Ma carrière a débuté comme chercheur en traitement du signal puis en multimédia : publications, conférences, brevets et quelques démonstrations intéressantes, notamment à Las Vegas. Elle a ensuite évolué vers des fonctions managériales. J'ai eu la chance de diriger une partie du projet d'astrophysique Planck dont les résultats spectaculaires ont enrichi notre connaissance de l'Univers.

Pour autant, la musique a toujours été mon violon d'Ingres ! J'ai débuté le piano à l'âge de 12 ans et l'ai toujours pratiqué depuis. Ténor du Chœur Colonne, j'ai chanté dans des lieux prestigieux tels que la Salle Pleyel, la cathédrale de Chartres, le Palais Omnisports de Bercy, mais aussi pour la télévision française et pour l'enregistrement de plusieurs disques.

En 2012, j'ai mis fin à ma carrière d'ingénieur afin de me consacrer pleinement à ma véritable passion, la musique et la composition. Les ébauches composées trente ans auparavant ont été reprises et enfin achevées. J'ai eu le bonheur de voir que ma musique était appréciée des interprètes et du public, et qu'elle a rapidement été jouée en concert un peu partout dans le monde.

J'ai à mon actif un catalogue de plus de cinquante œuvres jouées ou enregistrées plus de deux cent fois. À noter que cinq CD contenant mes œuvres ont paru, et trois autres sont en préparation.

Aujourd'hui retraité d'une belle carrière d'ingénieur, je poursuis activement ma voie musicale. ■



Alain Amariglio (1988)

Dès la sortie de l'École, avec Jean Schmitt (1988), Jérôme Pujol (1988) et Thierry Delbecque (Télécom SudParis), amis aux formations homogènes et de profils complémentaires, nous avons créé SLP InfoWare, un éditeur de logiciels d'analyse de données – on parlait alors de *data mining* et de *Machine Learning*, pas encore de *Big Data*, mais les concepts étaient les mêmes. Nous proposions des applications aux opérateurs et notre start-up est rapidement devenue internationale, avant d'être rachetée par Gemplus (aujourd'hui Gemalto). J'ai ensuite repris ma liberté.

Pour toutes sortes de raisons, l'enseignement m'a toujours attiré, et ce à tous les niveaux, en formation initiale comme en formation supérieure ou continue. Par ailleurs, je me souviens d'une élection en France qui a été, à l'époque, comme un tremblement de terre. Dans mon entourage, je ne connaissais personne ayant voté pour l'un des deux finalistes – je ne donne pas de noms pour ne pas importer la politique dans ces colonnes, mais il est facile de deviner. Du reste, ce n'était pas seulement une question politique. Je dirigeais alors la R&D de SLP et j'ai soudain réalisé que je vivais dans une bulle – et ce bien avant les réseaux sociaux qui n'ont évidemment pas créé ce phénomène, s'ils l'ont sans doute amplifié. Je me suis dit alors que, parmi tous les rôles possibles dans l'enseignement, c'était celui d'instituteur qui me tentait le plus : seul l'enseignement primaire me permettrait de sortir de cette bulle. À la première occasion, je suis effectivement devenu institut. Maître d'école, d'abord au pied de la Butte-aux-Cailles (!) puis à la Porte de Clignancourt, j'ai quitté ma bulle et exercé l'un des plus beaux métiers du monde. Je raconte ces deux aventures dans *Il était une fois une start-up* (Éditions de la Différence) et *Dans la classe* (Éditions des Équateurs). J'ai pris goût à l'écriture et mon premier roman historique, *La dernière mission du maréchal Brune* (Éditions Les Monédières) devrait être présenté à la prochaine Foire du livre de Brive, en novembre... À suivre... ■



Farah Fadi (2002)

Après mon Master à Télécom Paris en 2002, j'ai travaillé chez Deutsche Telekom pour quelques années, en France et en Espagne. En 2005, j'ai obtenu un MBA à l'INSEAD. En 2008, j'ai opéré un premier virage de carrière : j'ai pris la Direction des Relations Investisseurs chez un promoteur immobilier parisien. En parallèle de mes jobs, depuis 2006, j'avais développé deux activités dans le secteur de l'investissement immobilier, en France et au Moyen-Orient. En 2009, un camarade de promotion de l'INSEAD me demande « ça te branche de vendre des lunettes sur internet ? ». Nous avons alors lancé ensemble www.easy-verres.com, aujourd'hui leader de la vente de lunettes sur internet en France.

Simultanément à mes activités professionnelles, j'ai poursuivi une carrière d'Officier dans la Réserve Opérationnelle de la Marine Nationale depuis 2001. Je consacre un mois par an en mission pour le Ministère des Armées. J'ai aussi fondé une ONG en 2002 ; chaque mois d'août nous animions des ateliers d'arts de rue pour 300 enfants d'un camp de réfugiés Palestiniens.

Depuis deux ans, j'ai pu stabiliser mes différentes activités d'entrepreneur. Nous sommes partis en famille vivre un an sur une île en Thaïlande, et vivons depuis un an à Barcelone. En septembre, je reprends des études de Relations Internationales avec l'objectif de travailler dans une Organisation Internationale en Palestine - d'où je suis originaire - pour deux ou trois ans... ensuite on verra !

Mon parcours n'est pas « classique ». Je me considère un entrepreneur qui veut profiter de son passage sur terre pour découvrir un maximum de choses. Et pour ceux que ça peut inspirer, un conseil : « n'ayez pas peur de vous lancer dans de nouvelles aventures, vous êtes certainement capables de beaucoup plus que vous ne le pensez ! » ■

Les diplômés se mobilisent pour la diversité des profils sur les bancs de l'école

Par Laura Peytavin (I990)
Présidente de Télécom Paris alumni

L'association des diplômés de Télécom Paris témoigne que l'amélioration de la diversité des profils des futurs jeunes diplômés peut bénéficier de la mobilisation de ses membres. *Mentoring*, soutiens, témoignages de carrières diverses sur des modèles non stéréotypés sont autant de moyens pour nourrir et incarner les programmes volontaristes qui se créent avec l'École et d'en assurer l'authenticité et l'efficacité.

Alors que le monde de l'entreprise a déjà manifestement constaté et intégré que la diversité sociale et de genre dans les profils ingénieurs apporte un surcroit de performance économique manifeste, celui de l'enseignement supérieur et notamment celui des grandes écoles n'a de cesse de chercher des solutions pour y contribuer en amont. Coincées entre un système éducatif et des réalités géographiques qui ne favorisent pas la diversité sociale dès le plus jeune âge, les grandes écoles d'ingénieurs doivent manifestement trouver de nouveaux leviers plus efficaces.

Le bilan – quelques chiffres

Il est en effet de notoriété publique que le bilan de la diversité dans les écoles d'ingénieurs et notamment dans celles des domaines du numérique et des télécoms n'est pas bon. Sur le front de l'ascension sociale, notre école rejoint le constat général sur l'ensemble des Grandes Écoles. Déjà en 1964 le sociologue Pierre Bourdieu¹ dénonçait une : « institution reproduisant

les inégalités, les exigences et les critères du système d'enseignement au détriment des classes défavorisées ». Depuis, les années se sont succédées, et malgré les efforts à tous les niveaux du système éducatif les ambitions affichées n'ont pas été atteintes.

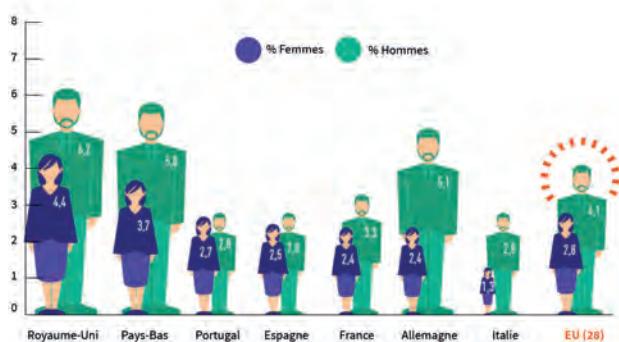
Aujourd'hui, Télécom Paris compte deux tiers d'enfants de cadres supérieurs contre 1% d'enfants d'ouvriers alors même que ces catégories représentent respectivement 15,8 % et 22,2 % de la population totale.

Du point de vue du développement de la mixité et plus généralement de la diversité de genre, la situation ne s'améliore là encore que très peu par rapport à ce que l'on constate dans nombre d'autres filières métiers. En 2013 on ne comptait que 28 % de femmes dans le numérique, contre 48 % pour le reste de l'économie². Parmi les codeurs 27% sont des femmes et elles ne sont que 15% dans les fonctions techniques (développement, avantage et gestion de projet), 11% dans la cybersécurité ; et seulement 7% dirigent des jeunes pousses du numérique³.

1/ *Les Héritiers, les étudiants et la culture*, Pierre Bourdieu 1964

2/ Transformation numérique et vie au travail - Bruno Mettling, 09/2015

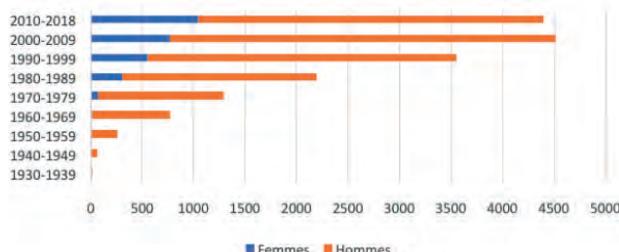
3/ <https://femmes-numerique.fr/>



Source : Vers l'égalité Femmes-Hommes ? chiffres clés 2016 - Ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

Un regard chez nos voisins européens nous rappelle que de bonnes idées sont aussi à prendre ailleurs et que le rattrapage entre les femmes et les hommes est un défi atteignable.

À l'échelle de notre école, la comptabilisation des diplômés par promotion donne pour l'année 2018 22% de femmes alors qu'elles étaient 21% en 2006, 14% en 1998. À quand la reprise d'une forte tendance haussière ?



Source : Répartitions femmes-hommes par années de diplômes de Télécom Paris.

Enfin sur l'ouverture au handicap, Hervé Laborde, responsable du groupe de travail Handicap de la Commission Diversité de la Conférence des Grandes Écoles (C.G.E.), estimait en 2012 qu'il y avait en moyenne, entre 800 et 1 000 élèves en situation de handicap dans les 160 grandes écoles françaises. Ce nombre encore très faible mais il est en augmentation depuis, de l'ordre de 13% par an.

Les actions de l'École

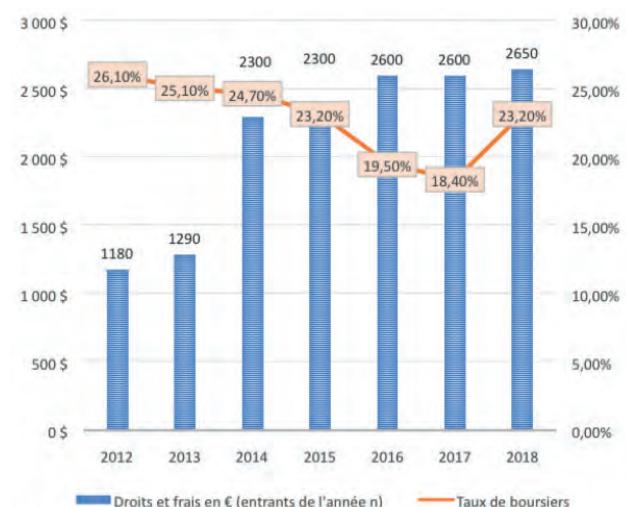
L'Éducation Nationale et l'État au travers des institutions tutélles de nos écoles se mobilisent, avec une injonction qui se fait de plus en plus pressante. À l'échelle des grandes écoles, des programmes volontaristes ont déjà été lancés, depuis parfois de nombreuses années, comme le souligne la C.G.E. Citons principalement :

- L'augmentation du nombre d'étudiants-boursiers qui

se situe autour de 30% en moyenne aujourd'hui sur l'ensemble des grandes écoles,

- Le développement des voies d'admission parallèles,
- Le partenariat avec Article 1⁴, la grande association résultat de la fusion de Passeport Avenir et de Frateli) dans le but de mener des actions de rencontres et de mentoring entre des jeunes de collèges, lycées ou déjà bacheliers avec des volontaires issus du monde professionnel, désireux de partager leurs savoirs et leurs engagements.
- Une 2^e « charte handicap » signée par la C.G.E. en janvier 2019 qui marque une nette volonté d'intensifier les actions autour des élèves en situation de handicap.

Pour ce qui est de Télécom Paris, la part des étudiants boursiers s'est élevée à 23% en 2018, les admissions parallèles représentant plus de la moitié de la promotion (140 sur 273) avec une proportion de 37% d'étudiants étrangers.



Le partenariat de Télécom Paris avec Article 1 s'est traduit quant à lui par la mise en place :

- D'une convention signée en 2008 et renouvelée depuis, qui a donné aussitôt naissance au partenariat avec les classes de TSI du lycée de Cachan pour les accompagner sur la maîtrise de la langue anglaise ;
- D'actions d'accompagnement par Article 1 pour aider des élèves de 1^{re} année issus de milieux modestes à appréhender leur arrivée dans une grande école ;
- D'un programme de mentorat, mis en place avec Télécom Paris Alumni pour que les diplômés se mobilisent auprès de jeunes issus de milieux modestes et les accompagnent du lycée jusqu'à leur intégration dans la vie professionnelle.

S'y est rajouté en 2018 le partenariat de l'École avec l'Institut Télémaque qui ouvre aux Alumni la possibilité de parrainer sur la longueur des élèves encore plus jeunes soit collégiens, soit lycéens.

Pour les élèves désirant œuvrer pour la diversité et l'égalité

4/ <https://article-1.eu/>

des chances pendant leurs années à l'École, Télécom Paris met à disposition un réseau dense de partenaires institutionnels, associatifs et même industriels leur permettant de s'engager dans des programmes de tutorat.

Au fil des ans, ces programmes ont incorporé les « cordées de la réussite » d'AgroParisTech, de Mines ParisTech, des soutiens pour collégiens avec ZUPdeCo, des soutiens d'élèves en situation de handicap avec Starting Block et puis la FEDEEH (niveau secondaire) ou Sopra Stéria (2^e cycle du secondaire), des séances d'éveil scientifique dans le secondaire avec Tremplin. Emmaüs Connect, qui cherche à réduire la fracture numérique auprès des populations fragiles économiquement ou socialement, est notre partenaire le plus récent. En 2018-2019, 24 élèves Télécom ont signalé leur participation à de tels programmes, certains préférant malgré tout accomplir ces gestes citoyens de façon anonyme. De plus, l'École propose un module de formation humaine sur la diversité, d'environ 18 heures, au début de chaque année scolaire (avec 18 inscrits en 2018-2019).

S'ajoute à tout cela, la très forte participation de Télécom Paris au consortium qui a créé l'**Institut Villebon George Charpak** à forte vocation pour la diversité qui compte environ 70% d'élèves boursiers, la quasi-parité entre garçons et filles, un mélange des filières classiques et technologiques et un accueil d'élèves en situation de handicap. Aujourd'hui la convention qui lie l'École avec l'Institut permet de présélectionner des élèves de 3^e année pour l'admission anticipée à Télécom Paris.

Enfin, à la rentrée 2019 et avec le déménagement de l'École sur le plateau de Saclay, l'engagement se renforce avec l'arrivée de Johanna Legru, issue d'Article 1, qui rejoint Télécom Paris et ENSTA Paris sur un poste commun de déléguée à la diversité à plein temps. Elle prendra ainsi la succession d'Alan Hornstein qui avait conduit des activités sur la diversité à Télécom Paris depuis 2009.

La mobilisation des diplômés

S'il fallait s'inspirer d'un jeune président américain bien connu, nous dirions : « ne vous demandez pas ce que peut faire votre école (ou l'Éducation Nationale) pour la diversité dans nos métiers, demandez-vous plutôt ce que vous pouvez faire pour cela ! ».

Parmi les initiatives telles celles citées ci-dessus, impulsées ou promues par l'École, certaines sollicitent déjà directement les diplômés. En effet la lutte pour la diversité des profils dans les métiers du numérique ne pourra jamais se réduire à de simples programmes et injonctions qui viennent d'en haut.

Ce dont il est question relève aussi d'une attention véritable à l'autre, d'une activité qui s'incarne par des visages et des parcours de vie professionnelle qui se racontent et qui échangent. Et qui mieux que les diplômés forts de leurs formations et de leur expérience peuvent faire cela ? Les premiers retours des diplômés concernant le suivi de leur mentorés dans la cadre d'Article 1 et de l'**Institut Télémaque** sont là pour le prouver.

L'expérience est enrichissante pour eux-mêmes et pour leurs mentorés, une trentaine à fin 2018. Des graines pour faire germer des vocations sont à l'œuvre, et ces talents potentiels issus de la diversité sont en train d'éclore. Il faut continuer ! (voir l'encart).

Faire voir et entendre des visages et des esprits nouveaux est aussi un moyen de toucher des personnes issues de la diversité, aussi bien que de sortir les étudiants « classiques » de l'enfermement mental du stéréotype et de contribuer ainsi aux objectifs et à l'ambition de l'École en matière de diversité.

C'est pourquoi Télécom Paris Alumni ambitionne de développer les moyens permettant aux alumni de se manifester et de témoigner, y compris dans l'espace public. À l'occasion de la fête Bye Bye Barrault, les jeunes et les moins jeunes se sont rencontrés avec plus d'esprit de partage que jamais ; avec quelque part dans toutes les têtes l'envie de développer et de porter une identité commune, le faire ensemble avec les différences et les diversités de profils de chacun ; autour de projets fédrateurs de société comme par ex. les grandes questions environnementales, et encore bien d'autres qu'il nous faudra accompagner dans les années qui viennent. ■

« Rejoignez les diplômés qui mentorent des jeunes de milieu modeste »

Article 1 Télémaque
Institut
PRENDRE LE POUVOIR SUR L'AVENIR

À raison de quelques heures par mois, chaque diplômé volontaire peut aider un jeune de sa ville à réussir ses études en lui donnant des conseils sur ses choix professionnels, sur la réalité du monde du travail et tout simplement en établissant une relation de qualité et de confiance.

Les partenariats mis en place avec Article 1 et l'**Institut Télémaque** ont été portés et soutenus par la passion et l'abnégation d'un de nos plus jeunes diplômés Guillaume Soulé (2015) qui incarne à merveille cet envie de passer le témoin entre générations en motivant les anciens d'aller vers les plus jeunes. Bravo à lui !

Alors n'hésitez pas, chères et chers diplômé.es, venez rejoindre l'initiative et contactez mentorat@telecom-paris.fr

L'AUTEUR



Laura Peytavin (1990) est ingénierie consultante avant-vente chez Proofpoint, certifiée CISSP depuis 2017.

Elle vient d'être élue présidente de l'association Télécom Paris Alumni, après y avoir animé son groupe Cybersécurité et l'avoir représentée à l'**Institut G9+**.

@LauraPeytavin /in/laurapeytavin

La naissance de la messagerie électronique Wanadoo

Par Roger Courtois (1966)

Un petit pas pour le web, un grand pas pour FT !

Le 2 mai 1996, fut lancé par France Télécom Interactive (FTI), filiale du groupe FT, le service d'accès grand public à Internet WANADOO, sous navigateur Netscape, du nom de l'entreprise américaine créée deux ans plus tôt qui avait été l'une des premières à miser sur le développement du web. Celle-ci ne pourra pas lutter contre son rival Microsoft avec son navigateur « Internet explorer » offert gratuitement avec Windows. « Netscape Navigator » utilisé en 1996 (à l'échelle mondiale) par plus de 90 % des internautes, sera quasiment éliminé de la compétition en moins de dix ans. Et c'est bien dommage, car la messagerie Netscape était d'une grande simplicité : UN message était matérialisé par UN simple fichier-texte que l'on pouvait même « lire » et modifier sous d'autres standards que Netscape. Au regard de cette simplicité, les logiciels de messagerie tels que Microsoft Outlook réunissent tous les messages (reçus ou sauvegardés dans de multiples répertoires) sous un unique fichier que seul Outlook sait déchiffrer... la moindre anomalie dans un message (par exemple mal fermé) corrompt toute votre messagerie...

Ainsi, les premiers internautes abonnés à Wanadoo accédaient à une page d'accueil dont l'en-tête offrait un nombre limité de services...

... dont une authentique messagerie électronique sous la rubrique « communication ».

On connaît aujourd'hui l'importance phénoménale qu'elle a prise, mais, à cette époque, du moins en France, le nombre de communicants dotés d'une messagerie Internet était limité ; aussi, étions-nous, en interne à FTI, les principaux utilisateurs de notre nouvel outil avec, accessoirement, la remise en cause totale du processus décisionnel habituel en entreprise : par exemple, nous annoncions une prochaine réunion sur un sujet précis à l'ensemble du personnel en appelant de nos vœux critiques et suggestions. Il en résultait un meilleur partage de l'information, des remontées vers l'initiateur de la réunion, sans filtrage hiérarchique, une meilleure préparation de la réunion (donc de durée plus courte), une appropriation majoritaire par le personnel de la décision finale...

Parti bon dernier à la conquête du web, le service Wanadoo, par France Télécom, tout spartiate qu'il était à ses débuts, allait croître et embellir rapidement jusqu'à devenir en moins de trois ans la principale offre d'accès grand public à Internet française. Le groupe partait de loin, puisque certains de ses dirigeants s'interrogeaient encore, courant 1995, sur l'avenir de ce nouveau mode de communication !

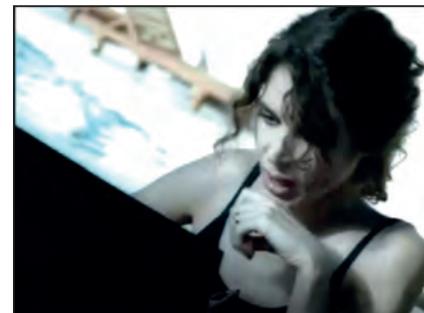
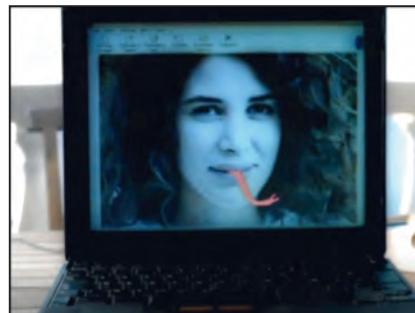
À la question que m'avait posée l'un d'eux « est-ce que tu crois à l'avenir d'Internet et faut-il que FT y aille ? », j'avais répondu : « si vous n'y allez pas, vous êtes morts ! »... et là, je m'étais entendu dire dans un éclat de rire : « tu exagères Roger ! ».

Néanmoins, je me dois de saluer l'intuition de quelques-uns, avec la mise en place de Renater (REseau



Wanadoo :
Un homme et une femme
25 septembre 1997

Agence, Issy-les-Moulineaux :
CLM/BBDO
Agence, Levallois Perret : Téléma
Annonceur, Paris :
France Télécom



NAtional de Télécommunications pour la technologie, l'Enseignement et la Recherche), qui avaient repéré tout le potentiel d'Internet et ont tout de même initié la bascule du Groupe dans ce domaine : je citerai notamment Jean-Jacques Damlamian (1966), Michel Treheux (1966), Yves Parfait (1984)... Mais en 1995-1996, une certaine frilosité persistait, que Gérard Eymery (1966) osera affronter en m'ouvrant un retour dans le groupe que j'avais quitté 15 ans plus tôt, qui explique peut-être pourquoi tous les moyens de France Télécom (à l'époque « riche ») ne nous furent pas tout de suite octroyés ! Ainsi, nous eûmes les plus grandes difficultés à faire admettre à notre maison mère qu'il fallait faire de la publicité grand public sur le support de la... télévision.

Ce n'est qu'un an après le lancement de Wanadoo qu'advent le feu vert. Mais, en franc-tireur que nous étions à FTI, nous avions anticipé le processus plusieurs mois à l'avance en sélectionnant (en toute discrétion) l'entreprise de communication CLM/BBDO dirigée par le renommé publicitaire Christophe Lambert, qui dirigera plus tard Publicis Conseil, et en réservant (audacieusement) des créneaux horaires sur les différentes chaînes de télé. Si bien que, dès l'accord donné, nous étions prêts à diffuser notre... message... et c'est le mot qui convient, puisque le scénario du spot publicitaire que nous avions retenu avec notre imaginatif prestataire était celui d'une scène de ménage entre mari et femme s'envoyant virtuellement à la figure de la vaisselle via... la messagerie de Wanadoo !

L'un était en voyage d'affaire à New-York, l'autre en vacances... à Biarritz... petite gâterie que m'avaient réservée mes collaborateurs qui connaissaient mes liens affectifs avec le Pays basque.

MAIS, à cette époque, la messagerie n'était pas encore en mesure de réaliser cet "exploit"... que de joindre à un message des images, ni en pièce-jointe, ni *a fortiori* dans le corps du texte !... Si bien que nous fûmes accusés de publicité mensongère par les services tatillons de l'administration. Il avait fallu batailler pour faire admettre que nous avions seulement un peu anticipé sur les possibilités futures du média.

J'avais pensé à l'époque à cette réflexion d'un proche de Pierre Marzin (1930), alors Directeur Général des Télécommunications, à la question d'un politique visitant dans les années 1960 le Centre National d'Études des Télécom (CNET) « qu'allait-on bien pouvoir faire maintenant qu'on maîtrisait la transmission du texte, du son et de l'image ?... il avait répondu : « Mais il y a encore beaucoup à faire... transmettre les odeurs, le sens tactile... ». Cette interpellation du Service de répression des fraudes prête aujourd'hui à sourire... au regard de l'explosion et de la diversification qu'on a pu observer des moyens d'expression audiovisuels en ligne.

Autre réminiscence anecdotique « wanadienne » à propos de messagerie : Un jour de 1997, plusieurs de mes collaborateurs me demandent de les rejoindre et me font découvrir une première communication audio via Internet... en quelque sorte l'ancêtre de Skype, sans l'image et sans les échanges textuels en temps réel. Et nous réalisons que c'est peut-être l'avenir du téléphone.

C'est que certains « gradés » de France Télécom étaient encore calés sur la certitude que l'on ne s'improvisait pas Opérateur téléphonique sans une forte expérience technique acquise pendant des décennies (au moins 30 ans !). C'était méconnaître les potentialités du web, simplissime protocole de communication permettant de relier entre eux les réseaux, sans limitations territoriales, sans distinction de taille des interlocuteurs terminaux (offreurs ou consommateurs de services), sans soucis du type d'infrastructure (câblée / en cuivre ou fibre optique, hertzienne, satellitaire...). Si bien que si France Télécom « n'y était pas allée », elle ne serait pas ce qu'elle est devenue aujourd'hui : le fournisseur d'accès à Internet largement majoritaire en France avec plus de 40 % du marché.

Alors, à l'issue de ces quelques souvenirs du lancement d'Internet grand public en France, osons quelques messages :



- Rien n'est définitivement acquis dans la course au leadership d'un métier : Netscape en a fait la cruelle expérience et France Télécom, réflexion faite, n'est pas passée très loin de la catastrophe industrielle.
- À vouloir tout contrôler, l'administration peut être un frein à l'imagination ou simplement à l'initiative industrielle.
- Et pour synthétiser ces deux idées : les certitudes d'un jour se révèlent parfois être des erreurs le lendemain.

Conclusion

Pour rester sur une note optimiste et dans le droit fil de la réponse faite dans les années 1960 à propos des potentialités encore inexplorées des télécommunications, j'emprunterai la chute de notre premier spot publicitaire à la télé : « Tous les sentiments passent par Internet... à condition d'avoir le mot de passe... ». ■

L'AUTEUR



Roger Courtois (1966) a passé au début de sa carrière 10 ans à la DGT (liens systèmes de téléphonie électronique et, plus tard, lancement de la télématique en France) puis cinq ans au Ministère de l'Industrie, en charge du secteur audio-visuel. Ensuite, il a créé, animé et... revendu des PME leaders en France du secteur télématique. Fin 95, il est rappelé par France Télécom pour créer et animer la filiale à l'origine de Wanadoo. Aujourd'hui, retiré à Biarritz et encore fan de communication électronique, il est le principal porte-parole de travaux linguistiques sur la langue basque. Il a été Rédacteur en Chef de notre revue puis Président de l'Association Amicale des Ingénieurs de notre École.

Billet

Le Minitel et...

Par Roger Courtois (1966)

Il faut bien le reconnaître, dans les années 1980, les chances pour notre terminal franco-français « Minitel » d'être adopté à l'international étaient minces pour de multiples raisons dont : son intelligence purement "matérielle" (programmation câblée), le manque de savoir-faire à l'international de l'Administration alors en charge du bébé (Direction Générale des Télécommunications), la (très) faible résolution des images transmises... mais, aussi, le principe d'une liaison permanente « appelant-appelé » (ou « utilisateur du minitel - serveur ») pendant toute la durée d'une transaction... donc une technologie très consommatrice de « temps-réseau ». Il faut en effet rappeler qu'Internet établit des connexions courtes pendant lesquelles sont rapatriées vers l'internaute les informations demandées... et que se libère aussitôt le réseau... laissant à l'internaute tout le temps de digérer ces informations sur son terminal (micro, tablette ou smartphone) sans encombrer le réseau... jusqu'au prochain "clic". Et c'est peut-être un **premier sujet de mauvaise humeur** de rappeler qu'à l'époque nous disposions déjà depuis longtemps en France d'une technique d'optimisation de l'usage du réseau fondé sur ce même principe (utilisation des temps morts d'une conversation téléphonique).



Pourtant, la France avait été championne du monde des Télécommunications avec ses services en ligne et j'affirme, voici encore une vingtaine d'années, que nous disposions d'atouts majeurs pour occuper une place de choix dans ce nouvel espace économique issu... d'Internet : en structuration/présentation/ergonomie desdits services en ligne, en matière de bases de données, en termes de relations Fournisseurs de services/Opérateur public aux plans techniques/réglementaires/économiques...

Et c'est un autre motif de **bien plus méchante humeur**, que de constater que la France n'a pas brillé sur la scène internationale depuis l'avènement des premiers accès à Internet : absence parmi les leaders des **moteurs de recherche** alors que nous avons de brillants sujets parmi les meilleurs mathématiciens au monde (et p.m. la puissance des moteurs de recherche, ce sont avant tout des algorithmes mathématiques), absence au niveau des logiciels et des services de référence (systèmes d'exploitation, navigateurs, messageries, anti-virus, traducteurs automatiques, Photoshop, Dreamweaver, Skype/WhatsApp...), absence parmi les GAFA ... et bien faible représentativité parmi les producteurs d'applications Internet qui fleurissent sur les smartphones !

Il faudrait sérieusement s'interroger pour expliquer toutes ces carences... qui ont certainement des origines multiples... Il en ressortirait peut-être des débuts de solutions pour tenter de tirer notre épingle du jeu dans cet espace numérique encore ouvert et riche de potentialités... ■

Télécoms du 20^e au 21^e siècle

De la téléphonie à la connexion

Par Richard Toper (1976)

Du téléphone au numérique

Le 20^e siècle a vu le téléphone « automatique » se déployer massivement. En premier lieu « fixe » avec des lignes de cuivre, puis « mobile » avec le GSM. En même temps, les liaisons « longue distance » se sont démocratisées, passant de circuits manuels exploités par des opératrices à des réseaux automatiques internationaux, des câbles sous-marins et des satellites géostationnaires. Longtemps, les pays ont possédé leur industrie nationale protégée par des normes locales.

En quelques années, la voix est devenue une application comme les autres sur l'écran des smartphones, avec la numérisation et la « paquétisation ». En 2019, un téléphone mobile sert un peu à téléphoner, mais permet surtout d'accéder à Internet, de voir une vidéo à la demande, de commander un « Uber », de se faire livrer un repas, de prendre en photo une fleur et de l'identifier ou encore de télécommander ses appareils électroménagers.

En un mot, voici venue l'ère de la connexion permanente. La crainte pour la génération Y n'est plus d'avoir faim ou soif, mais de perdre sa connexion (*FOMO : Fear of Missing Out*). Dans ce monde moderne, les grandes guerres ont laissé la place à de nouveaux chocs systémiques de plus en plus prégnants : liberté économique aux USA contre la planification industrielle chinoise, droit américain fondé sur les contrats contre la loi régaliennes européennes, contenus haineux des réseaux sociaux, usage généralisé du vocabulaire américain...

Cet article vise à présenter les infrastructures de ce nouveau monde numérique, où chacun et chacune sont connectés en permanence avec les autres et avec les machines.

Un volume gigantesque de données

En ce début de 21^e siècle, on observe une explosion du volume de données produites. En 2005, le monde comptait 130 exaoctets (soit 130 milliards de milliards d'octets) ; en 2025, ce chiffre passerait à 165 000 !

Désormais, humains comme objets, absolument tout semble être intimement lié à la création de données : personnes, ordinateurs, smartphones, voitures connectées, agriculture, médecine, industries, équipements ménagers... Tout est connecté et produit des quantités de données plus ou moins importantes en fonction des usages. Ainsi, à la campagne, je me surprends à écouter de la musique sur le radiateur « connecté » de ma salle de bains !

Ces données, nécessitent toutefois d'être traitées, stockées et transmises :

- traiter les données par le biais d'ordinateurs, avec un volet matériel (de la montre au supercalculateur) et un volet logiciel (dont la fameuse Intelligence Artificielle) dans un cadre sécuritaire bien agité (cybersécurité),
- stocker les données grâce à différents supports bien sûr, mais aussi à l'aide d'infrastructures physiques comme les **data centers**, lesquels deviennent de plus en plus sophistiqués pour répondre aux challenges actuels (énergie, sécurité, proximité),
- transmettre les données avec les réseaux qui sont devenus vitaux dans ce monde où la connexion est permanente.

La suite de l'article se focalise sur les réseaux télécoms (appelés aujourd'hui « réseaux de communications électroniques »), infrastructure invisible du grand public, mais indispensable à la vie numérique.

Différents types de réseaux télécoms

Un réseau télécom ou réseau de communications électroniques, permet d'échanger des informations entre différents utilisateurs. La conception des réseaux est effectuée en fonction des besoins et des objectifs : le réseau qui permet de communiquer avec les sous-marins nucléaire lanceur d'engins est bien différent du Réseau d'Initiative Publique Très Haut Débit du département de l'Aisne. Il existe de multiples types et architectures de réseaux de communications électroniques : réseaux avec ou sans fils, fixes ou mobiles, privés ou publics, d'accès ou longue distance, spéci-

lisés par opérateur d'importance vitale, sécurisés, etc... C'est notre métier d'ingénieur architecte des réseaux de concevoir pour nos clients les solutions optimisées répondant à leurs besoins.

Portons à présent notre attention sur les besoins de masse du « grand public ». Le réseau de base au 20^e siècle était le réseau téléphonique fixe, avec des commutateurs téléphoniques reliant les abonnés par le biais de câbles en cuivre. À cette époque, les liaisons longue distance utilisaient des câbles coaxiaux et des amplificateurs analogiques.

À partir des années 80, l'arrivée du numérique, des faisceaux hertziens et de la fibre ont permis des progrès spectaculaires sur les liaisons à longue distance ; les prix se sont effondrés, les volumes transmis ont augmenté et la qualité de service s'est améliorée. Le système était proche de la perfection... pour le téléphone fixe. S'est superposée l'arrivée du téléphone mobile qui a grandi très vite, en créant un réseau d'accès radio à base de pylônes et d'antennes. Le réseau mobile s'est facilement interconnecté aux réseaux à longue distance, récemment modernisés et très largement dimensionnés.

En 2000, l'arrivée d'Internet a rebattu les cartes, notamment pour le réseau d'accès fixe, c'est-à-dire la partie des réseaux reliant les utilisateurs aux réseaux à longue distance. Des tentatives pour adapter les réseaux existants ont été réalisées : le réseau cuivre avec l'ADSL et le VDSL ou bien les réseaux câblés avec les modems DOCSIS.

En 2019, le constat est désormais clair, les réseaux coaxiaux ou cuivrés ne répondent plus de manière adéquate aux attentes des consommateurs. Sans compter le fait que les besoins d'un débit élevé, parfois symétrique et d'une faible latence ne cessent d'augmenter.

Rassurons-nous, face à ces problématiques, une réponse existe : c'est la fibre optique. Cette dernière permet aujourd'hui d'annuler l'effet « loterie numérique » des réseaux de cuivre qui découle du lien entre la force du débit et le lieu d'habitation de l'utilisateur. Certes, il existe des technologies complémentaires ou transi-

toires, essentiellement radio et satellite, mais elles ne concernent qu'une part faible du marché.

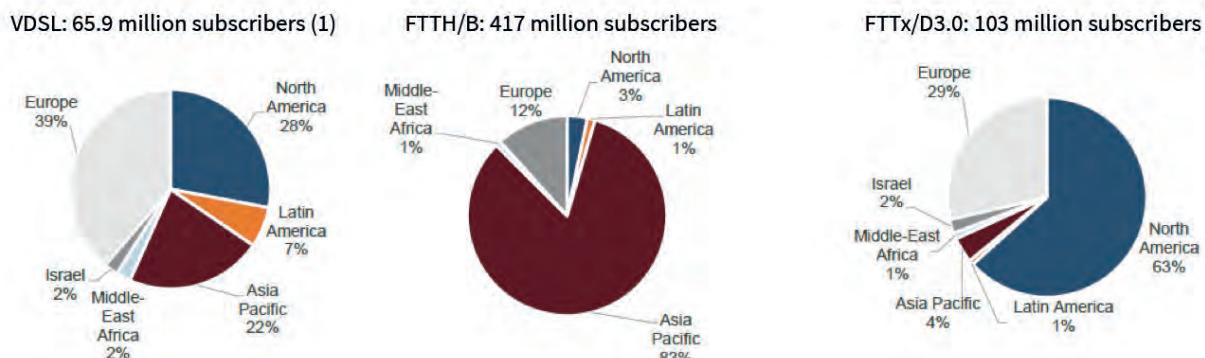
Les réseaux FTTH

La soif des données est une constante mondiale. Dès le début des années 2000, le Japon a choisi de déployer massivement la fibre optique pour offrir la même qualité en tout point du territoire, pour le débit bien sûr, mais aussi pour le temps de latence réduit, en raison des habitudes culturelles japonaises. Avec 10 ans de retard, la France a aussi fait le choix du FTTH (*Fibre To The Home*, « fibre à la maison »). A l'heure actuelle, si la Corée du Sud, la Chine, les Etats-Unis, l'Espagne ou la Russie sont devant la France, la Grande-Bretagne ou l'Italie démarrent à peine tandis que l'Allemagne n'a pas encore décollé en raison de sa volonté historique d'appliquer des solutions de type « *vectoring* » sur l'ensemble de son réseau en cuivre.

La fibre optique, utilisée depuis les années 80 dans les réseaux longue distance, s'est révélée être un support fiable et durable. Rappelons qu'une fibre optique correspond à des fils en verre transparent, déployables sur plusieurs dizaines de kilomètres et qu'il est possible de plier avec des rayons de courbure de 10 centimètres. Il s'agit d'un support particulièrement adapté pour transmettre des données.

Le principal défaut de ce support n'est autre que son coût. Lorsque l'on analyse le coût moyen d'une ligne en France, on se rend compte que les postes principaux de coûts sont la pose et le génie civil, bien plus onéreux que la fibre elle-même.

Pour résumer, il s'agit d'investir dans un réseau national, qui raccorde chaque logement, comme l'électricité ou le téléphone, et construit pour plusieurs décennies. L'intérêt de cette infrastructure, c'est de pouvoir supporter des services numériques variés ; certains sont bien identifiés, comme la vidéo à la demande ou le télétravail, d'autres commencent à émerger comme la télémédecine, et des services inconcevables aujourd'hui verront bientôt le jour.



MEA = Middle East and Africa; LATAM : Latin America; APAC = Asia-Pacific; NA = North America; EUR = Western + Eastern Europe

(1) 11.8 M FTTx+LAN subscribers in China are not taken into account.

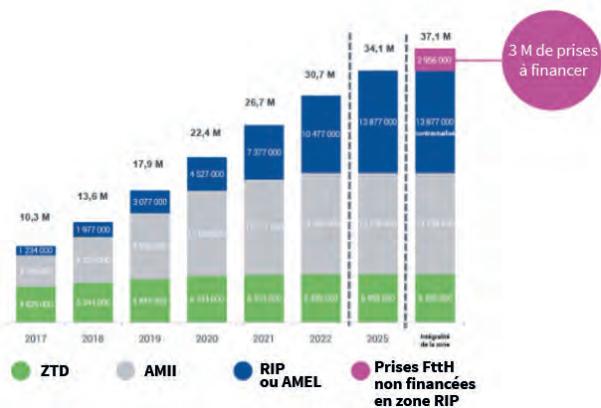
Source: IDATE DigiWorld, World FTTx market, June 2017

Depuis 2011, notre pays a mis en place le Plan France Très Haut Débit avec pour objectif de câbler 80% des logements en FTTH en 2022 et 100% en 2025.

Les principaux points de cette initiative nationale sont :

- découpage du territoire en Zone d'Initiative Privée et Zone d'Initiative Publique,
- financement assuré par l'Etat, les collectivités territoriales, les opérateurs et les investisseurs financiers (dont la Banque des Territoires),
- régulation éclairée par l'Etat (ARCEP), en concertation avec les différents acteurs, notamment les collectivités territoriales,
- réseaux FTTH construits et exploités par un opérateur vendant ou louant le réseau aux opérateurs de détail dans des conditions régulées,
- architecture unique : Nœud de raccordement optique (NRO, ex central), Point de Mutualisation (Sous-répartiteur optique, où sont implantés les coupleurs optiques), point de branchement (à moins de 200 m du logement), Interface Optique Electronique (dans le logement).

En 2019, le Plan France Très Haut Débit est bien lancé : les travaux sont en cours avec une production de plus d'un million de lignes FTTH par trimestre, soit quatre millions par an. 15 millions de lignes sont achevées et il reste 22 millions de lignes à construire. La bonne nouvelle est que le succès commercial est au rendez-vous, notamment dans les territoires ruraux. En effet, on remarque que les habitants qui n'avaient rien ou un piètre ADSL se connectent à présent au Très Haut Débit en masse dès lors qu'ils conservent leur opérateur habituel.



Volume de prises déployées par zone en cumul

Enfin, le « French Model » est admiré dans l'Union Européenne, à tel point que le nouveau code des télécommunications européen a repris la plupart des dispositions françaises.

La 5G

Pendant que les réseaux FTTH se déploient et que la 4G semble être devenue quelque chose d'assez banal



pour bon nombre de personnes, un nouvel entrant a fait une apparition remarquée sur la scène des nouvelles technologies : la 5G. Mais au fait, qu'est-ce que la 5G ?

Tout le monde connaît la 2G, la 3G, la 4G : cela s'affiche sur votre mobile. La 5G c'est tout d'abord la promesse d'un débit beaucoup plus important (10 fois plus que la 4G). C'est également un nouveau moyen de communication sans fil qui vise concomitamment à raccorder les objets connectés (bas débit sur une très grande surface), à offrir des services à très faible latence (voiture connectée, machine industrielle), ou encore focaliser les moyens sur une zone particulière (événement sportif par exemple).

La 5G fait la part belle à plusieurs innovations majeures. Tout d'abord, de nouvelles fréquences, notamment les fréquences millimétriques, qui permettent un très grand débit sur une courte distance, mais qui pénètrent difficilement dans les bâtiments. Ensuite, de nouvelles antennes, grâce auxquelles il est possible de focaliser les ondes sur des sites précis, mais qui sont plus volumineuses et plus nombreuses que les antennes actuelles. Enfin, de nouveaux équipements permettant le « *network slicing* », c'est-à-dire le fonctionnement simultané de plusieurs services sur le même équipement (objets connectés et Très Haut Débit).

Plusieurs expérimentations 5G ont lieu en parallèle dans le monde avec une avance dans plusieurs pays asiatiques et aux USA. Les travaux de normalisation se poursuivent.

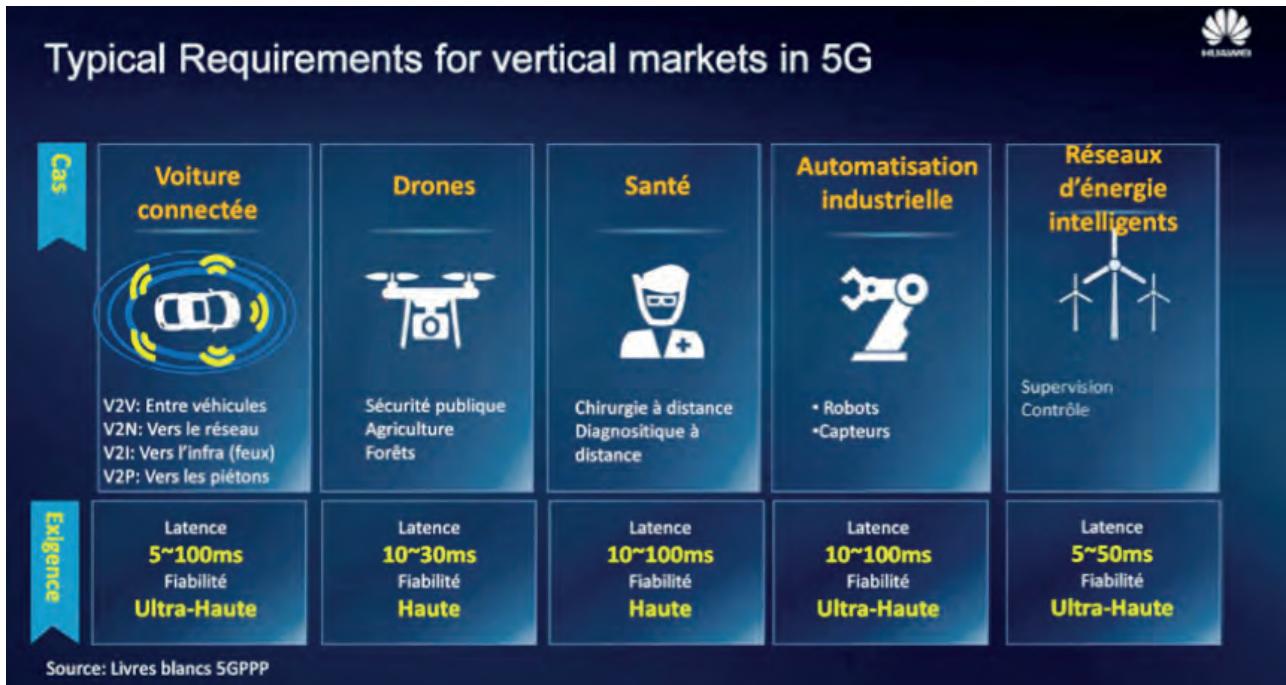
Pendant ce temps, se jouent des batailles industrielles tonitruantes entre les USA et la Chine sous les yeux des spectateurs européens...

FTTH et 5G : amis ou ennemis ?

Nous avons tous le nez sur le guidon. Prenons donc un peu de hauteur et évitons les illusions d'optique apportées par la communication marketing.

Tout d'abord rappelons une évidence, il y a beaucoup de fils dans un réseau sans fil, ce que j'ai pour habitude de résumer par la formule « **Sans Fibre pas de 5G** ».

Le FTTH est une infrastructure physique. Plus précisément, il s'agit d'un réseau passif en service depuis



plus de 10 ans dans le monde, qui sera intégralement déployé en France avant 2030 et qui vise à couvrir l'ensemble de la population. Ajoutons que la fibre est difficilement espionnable, ce qui renforce la cybersécurité des systèmes.

La 5G est de son côté un réseau actif (matériel et logiciel), dont les premiers déploiements viennent de voir le jour. C'est un réseau mobile pour lequel aucun *business model* n'a encore été véritablement développé. De plus, les risques de cybersécurité, les batailles industrielles et l'acceptabilité par le grand public des nouvelles antennes sont autant de facteurs susceptibles de perturber les calendriers de déploiement.

Le déploiement de la 5G auprès du grand public, mais beaucoup de secteurs industriels s'intéressent au sujet, et les développements de la 5G se feront prioritairement dans ces secteurs avec des réseaux privés et sécurisés. Citons l'exemple de l'Europe, qui a décidé récemment de favoriser la 5G au détriment du Wi-Fi pour les véhicules connectés, ou celui du Port de Hambourg, qui a demandé l'attribution de fréquences 5G.

Sur le plan de l'emploi, le Plan France Très Haut Débit a donné la possibilité de créer plus de 20 000 emplois non délocalisables, orientés aujourd'hui vers le déploiement, et demain vers le raccordement de millions d'abonnés. La valeur ajoutée est essentiellement française. La 5G est un très gros chantier pour les industriels des télécoms mais il n'y a plus d'industriels français et seuls quelques centres de R&D restent implantés dans notre pays.

Et après ?

Une chose est sûre, le secteur des télécommunications a encore de l'avenir et il est certain qu'un grand nombre d'innovations apparaîtront dans les prochaines décennies. À titre d'exemple, le nom de la 6G commence à se dessiner sur certaines lèvres ! Toutefois, les infrastructures (fibre, câbles, pylônes, spectre) resteront pendant des décennies les supports des nouveaux réseaux et services. ■

L'AUTEUR



Expert reconnu des télécommunications, **Richard Toper** est diplômé de l'Ecole Polytechnique ainsi que de Télécom Paris (1976).

Richard possède plus de 40 ans d'expérience dans les télécommunications. Dans les années 80, il a travaillé avec Nokia / Alcatel sur la première génération de réseaux FTTH et a vu se développer la concurrence entre les opérateurs. Il a notamment été le créateur et le Directeur Général de l'intégrateur Télécoms TELINDUS pour la France et l'Espagne, racheté en 2014 par l'opérateur SFR.

En 2002, Richard a fondé Setics, l'un des principaux cabinets de conseil en France dédiés aux infrastructures numériques et aux télécommunications.

Richard est membre du Conseil de Télécom Sud Paris, Président du Cercle CREDO, Vice-Président de l'Institut de Recherches Economiques et Sociales sur les Télécommunications (IREST), Président de l'atelier Très Haut Débit de Forum Atena et Vice-Président du Groupement des Conseils en Aménagement Numérique du Territoire (GCANT).

Convergence des techniques CRAN et SDN pour la téléphonie 5G

Par Maurice Gagnaire (I992)

La « cloudification » des réseaux d'accès pour la téléphonie 4G

La téléphonie mobile de quatrième génération (**4G**) opérationnelle aujourd'hui repose sur la technique **LTE** (*Long Term Evolution*). Cette dernière se caractérise par la convergence des services voix, données et images sur la base du protocole IP. La téléphonie mobile de cinquième génération (**5G**) en cours de développement repose quant à elle sur la technique LTE-avancée (**LTE-a**) visant à intégrer le trafic généré par les réseaux de capteurs liés à l'**Internet des objets (IoT)** au trafic radio-mobile orienté IP tel que considéré par la téléphonie 4G. Deux différences majeures caractérisent la téléphonie 5G vis-à-vis de la 4G. D'une part, le trafic véhiculé sur l'interface radio des terminaux radio-mobiles (*smartphones, laptops, tablettes*) n'est plus exclusivement généré à l'initiative des usagers eux-mêmes mais aussi par des capteurs/actuateurs situés dans leur environnement proche. Dans ce contexte, les applications prises en compte par l'IoT se caractérisent, en comparaison des applications voix/données/images de la 4G, par des micro-fLOTS de données en termes de débit et de durée. La multiplication et l'imprévisibilité statistique de ces micro-fLOTS complexifie singulièrement les contraintes de signalisation et de dimensionnement des infrastructures inhérentes à la téléphonie 5G. Au niveau de la couche physique, la téléphonie 5G se caractérise par l'utilisation de terminaux et de stations de base multi-antennes « intelligentes » de type **MIMO** (*Multiple Input - Multiple Output*). La technique MIMO permet d'adapter le diagramme de rayonnement (*beam forming*) de plusieurs antennes collaboratives desservant un même secteur afin d'en optimiser le débit utile pour les utilisateurs. Le défi de la téléphonie 5G consiste dans l'allocation en temps-réel du nombre de slots temporels et de quantums de ressources fréquentielles à chaque communication. Le

rapport signal-sur-bruit conditionnant le débit utile, la téléphonie 5G vise également à affecter en temps-réel les niveaux de puissance d'émission/réception à assigner à chaque terminal mobile afin d'optimiser la capacité du réseau global. Dans ce contexte, les **capteurs/actuateurs** de l'IoT peuvent être à usage soit privatifs, soit collectifs. Dans le cas d'usages privatifs, on peut mentionner des capteurs corporels surveillant au fil de l'eau la santé des usagers (température corporelle, tension artérielle, niveau d'insuline dans le sang etc.). Dans le cas d'usages collectifs, les données mesurées par les capteurs environnants peuvent servir, par exemple, à réguler les flux de trafic automobile en zone urbaine ou à adapter l'intensité de l'éclairage urbain en fonction de l'intensité du trafic. Pour ce type d'applications, la fonction GPS de chaque terminal (ou de l'ordinateur de bord d'un véhicule) couplée à un outil de calcul d'itinéraire permet d'envisager, via la 5G, de rerouter en temps-réel chaque véhicule en fonction de sa position courante et de sa destination. Tous les services cités plus haut nécessitent l'usage de serveurs de calcul situé dans l'infrastructure fixe. La viabilité économique de ces services ne fait sens que s'ils sont largement mutualisés. Seule la « cloudification » des infrastructures et des services offerts par la 5G peut répondre à cette exigence. Dans ce contexte, la migration des données entre chaque source et sa ou ses destinations se fait relativement à des positions géographiques fluctuantes. Comment alors dimensionner et positionner les mémoires caches permettant de mettre en œuvre de tels services au moindre coût ? Cela reste aujourd'hui un problème largement ouvert en termes de recherche académique et industrielle. Les techniques de « virtualisation » et de migration de machines virtuelles « sans couture » nécessitent d'équiper les réseaux d'accès radio ou **RAN** (*Radio Access Network*) d'une intelligence et d'une adaptabilité accrue par le biais de l'architecture **Cloud RAN (CRAN)**. Cet article

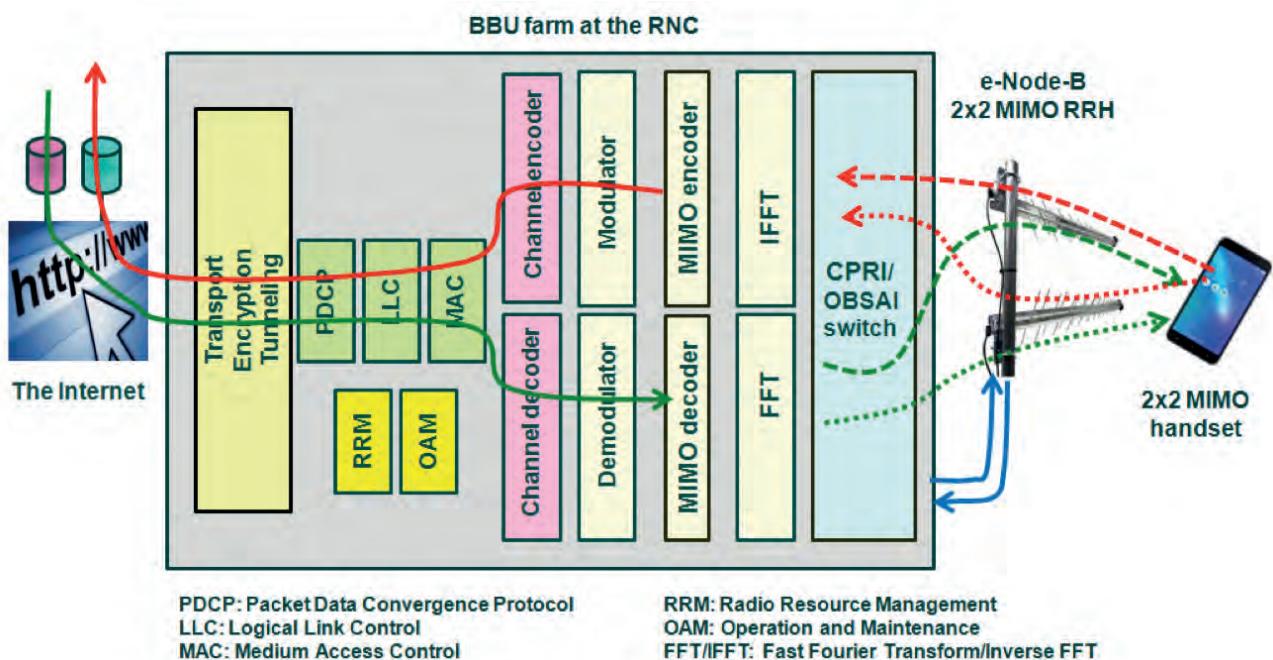
vise à présenter de façon synthétique quelques pistes de recherche actuellement en cours relatives à l'évolution des architectures CRAN pour la téléphonie 5G. L'explosion du trafic radio-mobile a nécessité ces vingt dernières années une densification sans cesse croissante du nombre de stations de base. Dans ce contexte, dès le début des années 2000, les premières expérimentations en vraie grandeur de réseaux d'accès radio-sur-fibre (RoF) analogiques puis numériques, ont démontré l'intérêt technico-économique de déporter les oscillateurs radio du pied des antennes vers les RNCs (*Radio Network Controller*) [1], [2].

Rappels sur les principes de l'architecture CRAN

La **figure ci-dessous** illustre le schéma de principe de l'architecture CRAN considérée aujourd'hui pour les réseaux 5G. La principale difficulté à saisir pour la planification de ce type de réseau réside, comme évoqué plus haut, dans l'imprévisibilité du volume de trafic à saisir. L'innovation apportée par la technique CRAN consiste à déporter, non seulement les oscillateurs radio, mais aussi toute l'intelligence liée à la gestion des canaux associés, des sites où sont placées les antennes (RRH) vers le RNC (*Radio Network Controller*). Rappelons que le RNC correspond à un bâtiment sécurisé où se trouve le personnel de supervision de l'opérateur. En contrepartie, les antennes radio de type MIMO sont à l'air libre et situées dans des endroits le plus souvent difficiles d'accès. Globalement, en zone urbaine dense, ce ne sont pas tant les débits agrégés à saisir qui constituent le principal challenge pour les réseaux CRAN-5G que la complexité de

la signalisation associée à des services corpusculaires dont la durée de vie et les débits associés peuvent être en pratique respectivement très éphémères et corpusculaires. Comme cela est déjà le cas pour les réseaux 4G, la gestion de la mobilité des terminaux (smartphones, ordinateurs de bord...) doit prendre en compte des fluctuations brusques de la capacité du canal. La **figure ci-dessous** décrit la configuration type d'un CRAN adapté à un système de transmission MIMO à deux antennes émettrices et deux antennes réceptrices. Comme l'illustre la figure, le module de traitement du signal d'une BBU est relié par deux fibres optiques contra-directives au site où se trouvent les antennes MIMO (jusqu'à quelques dizaines de kilomètres de portée). En jouant la mise en forme du diagramme de rayonnement (*beam forming*), il est possible d'améliorer singulièrement la qualité du rapport signal-sureté vu du récepteur.

Le principal avantage de l'architecture CRAN consiste à déporter la partie la plus coûteuse et la plus fragile d'un réseau radio-mobile, à savoir les oscillateurs radiofréquences et les modulateurs associés, du site de l'antenne (les eNode-Bs pour la 5G) vers un site sécurisé (présence du personnel de l'opérateur, local abrité) correspondant typiquement au **RNC** (*Radio Network Controller*). C'est au niveau du RNC que les signaux vocaux montants (des usagers mobiles vers l'Internet) et descendants sont respectivement numérisés ou convertis en analogique. Le débit d'un canal optique inhérent à la numérisation d'un signal LTE-a radio modulé en sortie d'un module CRAN au moyen des techniques OBSAI ou CPRI (les deux normes existantes) est de l'ordre de 10 Gbit/s pour une bande au niveau de l'interface radio de l'ordre de 20 MHz. Les



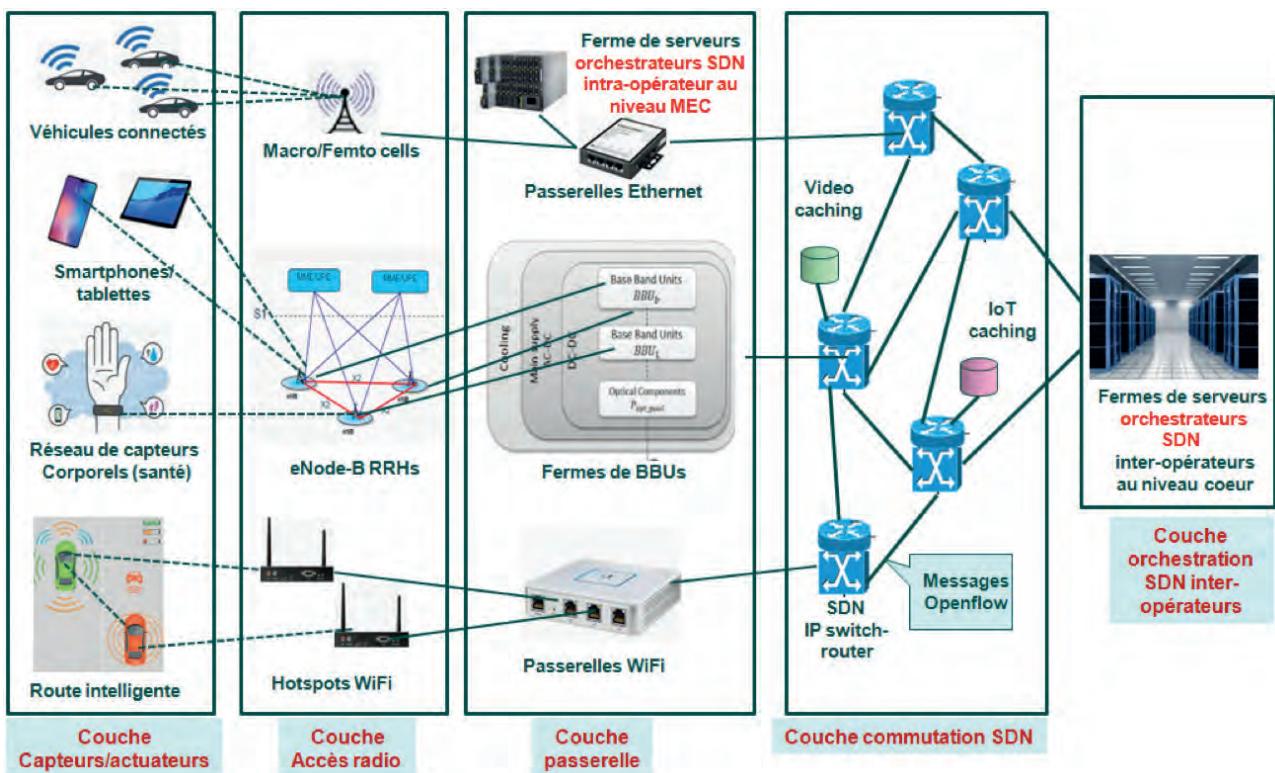
Configuration type d'une infrastructure CRAN.

données transmises sur les voies montantes et descendantes entre les BBUs et les RRHs sont structurées en trames synchrones de 10 ms pour les deux techniques CPRI et OBSAI. Les systèmes de transmission sur fibre optique monomode permettent, eu égard aux débits concernés, de couvrir aujourd’hui en point-à-point des distances entre un RNC et les RRHs environnantes d’une vingtaine de kilomètres (nonobstant la topographie de l’environnement considéré). De telles distances permettent dans la majorité des cas, notamment dans les zones urbaines les plus denses, un haut degré de mutualisation, et donc de virtualisation, des ressources radio au niveau du RNC. Par ailleurs, les fermes de BBUs (*baseband units*) présentent l'avantage pour l'opérateur d'optimiser l'utilisation de ces équipements eu égard au multiplexage statistique entre les différentes communications d'usager à usager ou d'usager à serveur, via l'Internet.

L'architecture « LayBack » : une approche prospective pour une gestion optimisée des CRANs multi-technologies et multi-opérateurs par le biais de la technique SDN

Une proposition originale récente désignée par « *LayBack* » pour *Layered Bakchaul* [3] vise à généraliser au-delà des réseaux d'accès radio, à l'échelle du réseau global, le partage des ressources radio par le biais de leur mutualisation entre différents opérateurs. L'équipe du Professeur Martin Reisslein de l'Univertité

d'Arizona (USA), en collaboration avec des ingénieurs des sociétés Qualcom et Intel, mène actuellement des recherches envisageant la possibilité de mutualiser les fermes de BBUs entre différents opérateurs, au gré de l'activité des utilisateurs. A cette fin, l'approche proposée sous le nom de *LayBack* pour « *Layered Backhaul* » vise à permettre le partage des ressources radio entre les réseaux des différents opérateurs radio-mobiles desservant les mêmes zones géographiques. La Figure ci-dessous illustre le principe de l'architecture *Layback*. L'approche retenue par l'Université d'Arizona se focalise sur la mutualisation des ressources radio au niveau du CRAN. Pour ce faire, il est proposé de disposer des fermes de serveurs BBUs partageables entre plusieurs opérateurs par le biais de passerelles Ethernet, tel que cela est illustré au centre de la Figure ci-dessous. Un exemple d'usage de ce type de services pourrait être lié à une forte croissance transitoire du trafic radio-mobile sur une zone géographique très localisée (par exemple, à proximité d'un stade de football à l'occasion d'un match). En dehors du partage dynamique en temps-réel des ressources radio proprement dites, il est possible d'envisager un partage de ressources de données applicatives auprès des utilisateurs mobiles ne présentant pas de contraintes temps-réel. C'est ce que pourrait permettre par exemple l'accessibilité à de larges fermes de serveurs situées dans des datacenters placés beaucoup plus haut dans l'infrastructure, comme l'illustre la partie droite de la Figure ci-dessous. Un exemple d'utilisation de ce type de service pourrait être la régulation des flots véhiculaires en zone urbaine via les outils cartographiques (GPS) des ordinateurs de bord des véhicules pour la mise en place en quasi



Principe de l'architecture *LayBack*.

temps-réel d'itinéraires bis individualisés. Pour ce faire, il pourrait être envisagé de mettre à disposition des opérateurs radio-mobiles des fermes de serveurs d'applicatifs mutualisés permettant de fédérer à la volée des orchestrateurs **SDN (Software Defined Network)** à l'échelle de la zone soumise au risque d'embouteillage. Nous décrivons ci-dessous succinctement le rôle des différentes couches fonctionnelles de l'architecture Layback. Partant de la gauche vers la droite de cette figure, nous remontons progressivement la hiérarchie des équipements mis en jeu, des capteurs individualisés gérés par les différents opérateurs pour arriver à l'orchestrateur global *Layback* permettant de mutualiser l'ensemble des ressources IoT gérées par les différents opérateurs.

- **La couche équipements** composée des divers types de terminaux radio : tablettes, smartphones, ordinateurs véhiculaires équipés d'une carte SIM, capteurs/actuateurs à usage privatif, capteurs/actuateurs à usage publics placés dans l'environnement proche etc.,
- **La couche accès radio** composée de eNode-Bs avec les RRHs associées, de points d'accès WiFi, d'antennes macro-cellulaires ou femto-cellulaires etc.,
- **La couche passerelle** entre l'infrastructure cœur composée de commutateurs SDN est dédiée à la gestion du partage de ressources entre les différentes technologies radio mentionnées plus haut appartenant aux opérateurs souhaitant partager tout ou partie de leur infrastructure. Trois principaux types de passerelles sont considérés :
 - Les passerelles Ethernet pour les connexions entre le réseau cœur SDN et les antennes macro ou femto-cellulaires,
 - Les passerelles CPRI/OBSAI liées aux fermes de BBUs situées entre le réseau cœur SDN et les RRHs des différents opérateurs,
 - Les passerelles WiFi entre l'Internet *backhaul* et les points d'accès WiFi.
- **Une couche de commutation SDN** composée de commutateurs *OpenFlow* au cœur de l'infrastructure globale et de sites de stockage massif servant de mémoires tampons dans les cas où des données d'un opérateur x peuvent être amenées à utiliser temporairement des ressources radio (quel que soit le type de technologie) d'un opérateur y. La couche SDN se comporte dans ce cas comme un datacenter multi-opérateurs composé d'un ensemble équipements qui, bien que de constructeurs distincts, opèrent tous sur la base du protocole *OpenFlow*.

Conclusion et problèmes ouverts

Avec l'émergence de l'**IoT**, le déploiement de l'infrastructure 5G reste pour l'heure en grande partie ouvert car la montée en débit et la diversification des services offerts devraient se traduire immanquablement dans les zones urbaines d'ici le début des années 2020 par

une densification des antennes à hautes performances de type MIMO, et donc par des coûts de déploiement et d'opération/maintenance élevés pour les opérateurs. Le concept d'architecture **LayBack** présenté plus haut apparaît comme une alternative technico-économique viable dans un marché de plus en plus morcelé. Le succès commercial et économique de la téléphonie 5G peut se trouver renforcé par le biais de l'architecture *LayBack*. Dans ce contexte, l'utilisation de la technique **SDN** apparaît comme particulièrement judicieuse. Cependant, la consommation énergétique de telles infrastructures reste un problème ouvert [4]. ■

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. Gagnaire, « *Analog and Digitized Radio-over-Fiber* », Chapter 4, in the collective book edited by M. Tornatore, Gee-Kung Chang and Georgios Ellinas, « *Fiber-Wireless convergence in Next-Generation Communications networks: systems, architectures and management* », Springer International Publishing AG, 2017.
- [2] A. Haddad and M. Gagnaire, « *Next Generation Access Systems Backhauling using Radio-over-Fiber: a Prospective Approach* », in IEEE/Proc. of Summer Topicals, Seattle, USA, 2012.
- [3] P. Shantharama et al., « *LayBack : SDN management of multi-access edge computing (MEC) for network access services and radio resource sharing* », IEEE Access, pp. 57545-57561, Vol. 6, 2018.
- [4] D. Sabella et al., « *Energy efficiency benefits of RAN-as-a-service concept for a Cloud-based 5G mobile network infrastructure* », IEEE Access, pp. 1586-1597, Vol. 2 , 2014.

L'AUTEUR



Maurice Gagnaire (1992), professeur au Département Informatique & Réseaux de Télécom Paris a conduit pendant une vingtaine d'années des activités d'enseignement-recherche dans le domaine du routage et de la planification des réseaux WDM transparents dans le cadre d'une longue collaboration avec les laboratoires de recherche de la société Nokia-Alcatel et du réseau d'excellence européen e-Photon-ONE. Il a ensuite contribué à divers projets de recherche nationaux ou européens ayant trait à la gestion optimisée des ressources de calcul dans les datacenters prenant en compte les contraintes thermiques. Il a aussi contribué à la conception de nouvelles infrastructures de recharge pour véhicules électriques (projets ADEME) ainsi qu'à l'optimisation énergétique dans les réseaux domestiques. Il s'intéresse aujourd'hui plus particulièrement à la convergence optique-radio-Cloudlet, ainsi qu'aux techniques de moissons énergétiques pour le Cloud et la téléphonie mobile de cinquième génération.

Une première pour le René Descartes

Par Didier Dillard (I986)

Orange Marine, filiale à 100% du groupe Orange, est l'héritière de l'activité séculaire de l'Administration française de travaux sur les câbles sous-marins de télécommunications, poses ou réparations, via sa flotte de navires câbliers. Avec ses trois navires sous pavillon français, le Raymond Croze, le René Descartes et le Pierre de Fermat, ses deux navires italiens le Teliri et l'Antonio Meucci opérés par la filiale Elettra achetée à Télécom Italia en 2010 et le Léon Thévenin sous pavillon Mauricien, Orange Marine est un des leaders mondiaux en la matière et ses navires sont amenés à intervenir partout dans le monde pour poser ou réparer des câbles sous-marins.

Cet article décrit l'opération de pose par le René Descartes du câble FOA (*Fibra Optical Austral*) de 2900 kilomètres de long reliant par fibre optique pour la première fois les régions les plus australes de la Patagonie chilienne au reste du monde, réalisée durant le premier semestre 2019.

Le projet FOA

Quatre atterrissages, deux Unités de branchement (« *Branching Units* ») à poser par 4 000 m de fond et surtout de la pose avec ensouillage dans les détroits chiliens les plus au sud du continent, le détroit de Magellan pour connecter la ville de Punta Arenas, mais aussi le Canal de Beagle, plus au sud et de ce fait, quasiment jamais emprunté, afin de relier Puerto Williams au reste du monde, petite ville de quelques milliers d'habitants à une centaine de kilomètres au nord du Cap Horn. Plus au nord, la troisième branche emprunte le canal de Baker pour rejoindre le village de Tortel, le câble se terminant au nord à proximité du port de Puerto Montt, une des principales villes de la Patagonie chilienne.



Ce projet financé par le Gouvernement chilien a comme objectif de contribuer au développement économique de ces régions excentrées en améliorant leur connectivité. C'est le constructeur chinois Huawei Marine Networks (HMN) qui a été retenu pour la fourniture du système sous-marin et qui a choisi Orange Marine

pour la pose du système à l'issue d'une procédure d'appel d'offres. Le marché de la fabrication des systèmes sous-marins à fibre optique est dominé par trois acteurs majeurs : Alcatel Submarine Networks désormais filiale du groupe Nokia, l'Américain Subcom et le Japonais NEC. HMN, joint-venture entre Huawei et les Britanniques de Global Marine, est un challenger en forte croissance. À la différence d'Alcatel et de Subcom et à l'instar de NEC, il ne dispose pas de sa propre flotte de navires câbliers et fait donc appel à des armateurs tiers tels qu'Orange Marine pour poser les systèmes qu'il fabrique.

La planification de l'opération

Le navire partant de Brest, le chargement du système devant se faire à l'usine de Changzhu près de Shanghai, la route du Descartes à planifier était simplement un tour du monde complet : départ de Brest, traversée de la Méditerranée, passage du canal de Suez, mer Rouge, océan Indien, mer de Chine, chargement à Changzhu, traversée du Pacifique, pose au sud du Chili, remontée vers le nord pour passer le canal de Panama et retour en Europe en traversant l'Atlantique. En tout, neuf mois d'utilisation du navire, un record pour un seul projet avec un seul chargement.

Mais au-delà des très longs transits, ce projet était un véritable challenge opérationnel : il s'agissait pour la

première fois de poser un câble sous-marin non seulement au-delà des quarantièmes rugissants, mais largement dans les cinquantièmes hurlants. En fait, FOA était tout simplement le projet de câble sous-marin le plus austral au monde, avec la quasi-totalité du tracé dans des zones où aucun câble sous-marin n'avait jamais été posé, avec une météo particulièrement imprévisible et souvent hostile, dans des détroits aux courants très forts peu propices aux travaux sous-marins.

Un impératif : poser les parties les plus au sud durant l'été austral à savoir janvier et février, bien que les changements brusques de météo soient toujours possibles à tout moment de l'année.

Le transit, l'arrivée à Changzu et le chargement du câble



Le Canal de Suez

Le navire appareille de Brest fin septembre 2018, passe le canal de Suez à mi-octobre et arrive à l'usine de Changzu début novembre après avoir remonté quelques kilomètres du fameux fleuve bleu, le Yang Tsé Kiang, véritable autoroute fluviale au trafic ininterrompu de navires marchands.



Le navire est amarré à proximité de l'usine et le chargement du câble se fait sur deux lignes en parallèle durant le jour et la nuit, rythmé par l'arrivée à bord des répéteurs insérés tous les 110 kilomètres afin d'amplifier et de régénérer le signal optique.

Finalement, le navire quitte Changzu fin novembre, avec près de 3000 kilomètres de câbles à bord, les répéteurs et les « *Branching Units* ».

L'arrivée au Chili et le passage du Cap Horn

Après avoir passé Noël en mer, le René-Descartes arrive le 1^{er} janvier à l'entrée ouest du détroit de Magellan pour faire une courte escale le 3 janvier à Punta Arenas. L'atterrissement à Puerto Williams « *la ciudad mas austral del mundo* », est programmé le 5 janvier. La météo semble propice, il faut donc faire en sorte de



Punta Arenas. Cap Horn

tenir la date prévue. Et pourtant, le Commandant ne choisit pas la route la plus directe entre Punta Arenas et Puerto Williams. Il met le cap plus au sud et le 4 janvier, il double le Cap Horn, porté par les vents dominants. Tous les anciens des câbles sous-marins sont unanimes, il s'agit d'une première mondiale pour un navire câblier !

La pose dans les détroits et les fjords : Puerto Williams et le canal de Beagle

L'atterrissement de Puerto Williams est lancé à la date prévue. L'environnement est magnifique, le navire se trouve dans le canal de Beagle, entouré de monts enneigés.

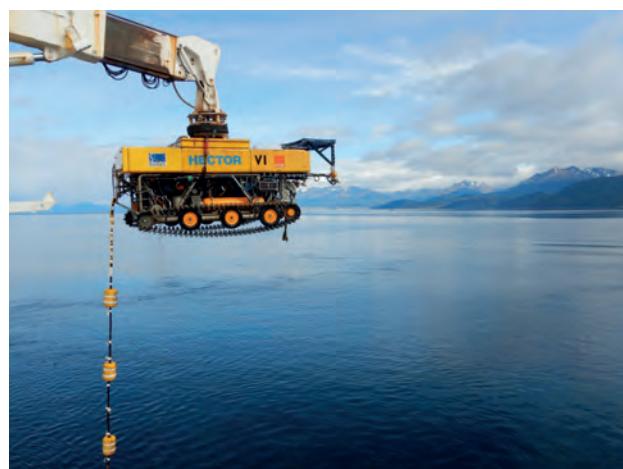


C'est ensuite à notre charrue **Élodie** d'être mise à contribution. En effet, afin d'assurer un bon niveau de protection contre les agressions extérieures, on utilise une charrue sous-marine, engin sous-marin de plus de 30 tonnes, posé sur le fond sous-marin et tiré par le navire, qui creuse un sillon dans lequel se dépose le câble sous-marin. Plus de 80 kilomètres de câbles doivent être ensouillés sur cette branche la plus au sud.

Le Pacifique et le point le plus austral est atteint (56° de latitude sud) et la pose de ce premier segment se termine par de la pose classique dans des conditions de mer et de vent allant jusqu'à force 9 Beaufort. Le navire peut se rendre de nouveau à Punta Arenas pour une relève d'équipage et du ravitaillement.



La charrue Élodie



Le Robot sous-marin Hector

La pose dans les détroits et les fjords : Punta Arenas, le détroit de Magellan, le canal de Magdalena

Les opérations reprennent le 1^{er} février en commençant par le deuxième atterrissage, celui de Punta Arenas. Cette fois-ci, il s'agit de poser près de 400 km de câbles dont la moitié à ensouiller à travers le fameux détroit de Magellan et l'étroit canal de Magdalena puis dans l'océan pacifique avant de récupérer l'extrémité du segment précédemment posé et d'intégrer et déployer la première « branching unit ».

L'ensouillage est difficile, les courants sont très forts et rendent les manœuvres difficiles, et puis la météo n'est pas toujours estivale malgré la période, le vent forcit avec parfois de fortes bourrasques. Mais les paysages restent magnifiques : après quelques jours, le Monte Sarmiento enneigé apparaît à l'horizon sur fond de ciel bleu, et ensuite le navire longe le glacier Contamaestre par un temps brumeux.



Monte Sarmiento 2187m



Le Glacier Ventisquero Contamaestre

C'est avec soulagement que le navire voit apparaître le Pacifique pour ensuite terminer l'installation de ce deuxième segment par de la pose classique par grand fond. L'extrémité du segment précédemment posé est récupérée et mise sur bouée avec celle du deuxième segment.

Cela permet au navire d'aller faire de l'inspection et du post ensouillage avec notre robot sous-marin **Hector** sur certaines parties de ce segment. Aujourd'hui de tels robots sous-marins ou ROV (*Remotely Operated Vehicle*) équipent tous les navires câbliers. Télécommandés depuis le bord, ils sont utilisés pour inspecter les parties sensibles d'un câble posé, pour

parachever l'ensouillage de câbles par « jetting » (creusement d'une tranchée par envoi de jets d'eau sous pression) et parfois aussi pour réparer un câble en défaut : repérer un défaut avec précision (ces engins sont équipés de caméras) et couper le câble au plus près de ce défaut. Point remarquable, les ROV utilisés par Orange Marine sont conçus et fabriqués en interne via un département spécialisé en la matière.



La bouée Branching Unit à la Mer

Le navire se dirige vers la bouée grâce à laquelle il peut récupérer les deux extrémités des segments posés et commencer le jointage avec la *Branching Unit* qui est posée par 4300 mètres de fond. C'est une première pour Huawei Marine.

La pose dans les détroits et les fjords : Puerto Montt, Tortel et le canal de Baker

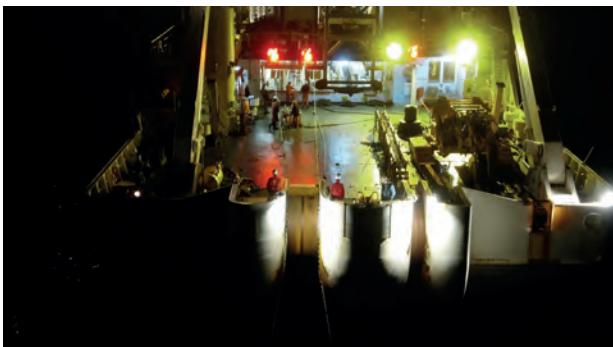
Après la pose du segment le plus au nord, le René Descartes se dirige vers Tortel, un petit village de quelques centaines d'habitants quasiment isolé du reste du monde, pour y effectuer le dernier atterrissage. Pour y arriver, il est nécessaire d'emprunter le canal de Baker qui traverse des lieux pratiquement déserts avant d'atteindre un site extraordinaire, mélange de fjord et de baie d'Along aux eaux vertes.



La Baie d'Along

L'atterrissement est lancé et le navire repart en pose et en ensouillage dans le canal de Baker puis rejoint l'océan. Il récupère l'extrémité du segment venant du sud pour effectuer l'intégration et la pose de la deuxième *branching unit* qui est mise à la mer en pleine nuit.

Après une pose classique par grand fond, le navire rejoint la fin de l'extrémité du segment nord et réalise enfin l'épissure finale qui est mise à la mer le huit Mai après que les tests de transmission effectués depuis la terre confirment que le système fonctionne correctement. La totalité du câble que nous étions chargés de poser est sur les fonds marins et le navire se rend à Puerto Montt après des derniers travaux d'inspection et d'ensouillage avec notre ROV.



Branching Unit

Escale finale à Puerto Montt et visite du Président Pinera.

L'importance de ce projet pour le Chili est telle que le Président du Chili en personne Sébastien Piñera vient à bord pour marquer cet événement. J'ai l'honneur de l'accueillir avec les deux commandants qui ont réalisé l'opération ainsi que plusieurs ministres, parlementaires et personnalités locales.

Ce projet FOA marquera certainement l'histoire d'Orange Marine. Sa localisation hors du commun, ses



Le Président Pinera

aléas météo, la part importante de l'ensouillage dans des zones difficiles, les exigences fortes du client, ont constitué des facteurs de risques majeurs qui ont été maîtrisés. Peu d'entreprises au monde sont capables de relever un tel défi et nous sommes fiers d'en faire partie. ■

L'AUTEUR



Didier Dillard dirige depuis janvier 2018 les sociétés Orange Marine et Elettra qui exploitent les navires câbliers du groupe Orange.

Polytechnicien (X81), Ingénieur de Télécom Paris (1986) et titulaire d'un MBA de l'université de Columbia (New-York), il a réalisé l'essentiel de sa carrière au sein de France Télécom devenu Orange.

Il a été chef de mission à bord des navires câbliers puis directeur des opérations marines dans la division des réseaux internationaux. Il a rejoint ensuite le bureau de France Télécom à New-York puis a passé deux années au sein de l'opérateur américain Sprint à Kansas City. De retour en France, il a occupé différentes positions sur les marchés entreprises et opérateurs avant de devenir directeur de la réglementation d'Orange pour la France.



Par Michel Cochet (1973), David Fayon (1993) et René Joly (1979)

2G à 5G : système GSM de 2^e, 3^e, 4^e et 5^e génération de réseaux mobiles avec des débits de plus en plus élevés offrant des possibilités d'usages accrues. (À noter l'existence de la 2,5G entre les 2^e et 3^e générations).

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) : réseau de raccordement numérique asymétrique qui avec deux modems (chez l'abonné et sur la ligne de l'abonné) permet d'accroître le débit sur une ligne (paire) en cuivre traditionnelle.

AFNOR (Association Française de NORmalisation) : membre de l'ISO et branche française du CEN (Comité Européen de Normalisation) ; cette association détient le monopole de la coordination de la normalisation en France.

Algorithme : suite d'opérations à exécuter qui consiste souvent à décomposer un problème en une suite de tâches élémentaires. Ce mot vient du mathématicien perse du IX^e siècle, Al-Khwârizmî.

Analogique (par opposition à numérique ou digital) : désigne un signal qui présente des variations continues de valeur entre des limites définies. Le signal numérique est par opposition discret avec seulement certaines valeurs possibles entre des limites définies.

ANFR (Agence Nationale des Fréquences) : entité qui a pour rôle la planification et l'allocation du spectre des fréquences radioélectriques selon des règles définies.

ANSSI (Agence Nationale de la Sécurité des Systèmes d'Information) : autorité nationale qui a pour rôle la prévention, la protection, la formation et la labellisation en matière de sécurité des systèmes d'information en France.

Anneau (à jeton) : l'anneau à jeton (*token ring*) est un protocole d'accès réseau d'origine IBM, qui est basé sur le principe de la communication « au tour à tour » (celui qui parle est celui qui détient le jeton circulant sur la boucle).

Annuaire (électronique) : base de données spécialisée stockant des informations de manière hiérarchique et offrant des mécanismes simples pour rechercher l'information, la trier, l'organiser selon un nombre limité de critères. L'annuaire électronique fut la première application fournie avec la mise en place du Minitel (voir ce terme).

API (Application Programming Interface) : interface permettant de connecter des applications tierces sur une application plateforme.

ARCEP (Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes) : autorité de régulation des télécommunications en France, autrefois nommée ART, dont le premier Président fut Jean-Michel Hubert (1964) en 1997. Son équivalent aux États-Unis est la FCC.

Arobase (@) : caractère qui, dans une adresse mél, sépare le nom de l'utilisateur de la machine qui l'héberge (peut se prononcer « *at* » ou « *chez* »).

ARPAnet (Advanced Research Projects Agency network) : considéré comme l'ancêtre du réseau Internet. En 1969, il était constitué de quatre (4) machines situées aux Etats-Unis (entre les universités de UCLA et de Stanford).

ARPU (Average Revenue Per User) : chiffre d'affaire moyen généré par abonné (client).



ASCII (American Standard Code for Information Interchange) : principal code utilisé en informatique pour les données alphanumériques et caractères spéciaux et qui a fait l'objet d'une normalisation. Le codage est effectué sur sept bits à l'origine, puis sur 8 bits en format étendu.

ATM (Asynchronous Transfer Mode) : technique de communication où l'information est encapsulée dans des petites cellules qui comportent 48 octets de données et cinq octets d'en-tête. Ces cellules ATM sont envoyées de manière asynchrone, en fonction des données à transmettre. Jean-Pierre Coudreuse (1971) fut le père fondateur d'ATM au début des années 1980.

Avatar : personnage virtuel qui représente graphiquement l'internaute.

Backbone : artère principale et fédératrice du réseau.

Bandé passante (bandwidth) : quantité maximale d'information (en bit/s) que peut véhiculer sans distorsion un canal de communication. Peut être comprise comme la largeur des tuyaux de communication mis à disposition pour le transfert de données.

Baud (de Baudot Émile inventeur du code Baudot) : unité de rapidité de modulation par seconde qui mesure le débit d'information (nombre de caractères par seconde) pour la transmission de données. Quand le signal est bivalent (0 et 1 par exemple) le Baud se confond avec le bit par seconde (et ses multiples).

Big data : traitement de quantités massives de données, en batch ou en temps réel, du fait de la profusion d'informations produites (capteurs, puces RFID, échanges sur le Web, etc.) nécessitant de nouveaux outils, faisant appel à des algorithmes statistiques complexes et induisant le développement de la fonction de data scientist.

Bit : caractère binaire élémentaire (0 ou 1 pour l'état électrique, en principe, égal à 0 V (0) ou à 5 V).

Blockchain (chaîne de blocs) : mode d'enregistrement de données produites en continu, sous forme de blocs liés les uns aux autres dans l'ordre chronologique de leur validation, chacun des blocs et leur séquence étant protégés contre toute modification par cryptographie. Ce serait un système « infalsifiable »...

Bluetooth : technologie permettant de faire communiquer entre eux sans fil et dans un rayon de couverture radio limitée différents objets mobiles ou fixes tels un smartphone, un PC, une oreillette, des enceintes, etc.

Bogue (bug) : défaut de conception ou de réalisation dans un programme. Historiquement c'est un papillon nocturne qui, retrouvé dans un relais du calculateur Mark II à Harvard, provoqua la première erreur de ce type.



Booléen : variable prenant soit la valeur vraie (1) soit la valeur fausse (0). L'algèbre de Boole est fondamentale en informatique et en électronique avec une représentation possible des circuits électroniques par une série de portes logiques (vrai, faux, et, ou, non et, non ou, ou exclusif, etc.).

Bureautique : ensemble des techniques et des moyens destinés à automatiser les tâches de bureau et principalement le traitement et la communication de la parole, de l'écrit et de l'image.

Câble : support de transmission qui peut être avec guide physique (câble électrique, câble en fibre optique, etc.) ou sans guide physique (câble hertzien, guide d'ondes, etc.).

Canal : milieu physique ou non, dans lequel est effectué un transfert d'information d'une source vers un destinataire.

Cellule : en radio communications, désigne une zone élémentaire d'un réseau radio cellulaire à laquelle on affecte un ensemble de fréquences non réutilisables dans les zones contiguës. En mode ATM, mini-paquet normalisé, comportant 48 octets de données et 5 octets d'en-tête.

Chiffrement : technique de codage permettant de rendre des données inintelligibles pour toute autre personne que le destinataire du message afin de garantir une confidentialité de l'information transmise. L'opération inverse est le déchiffrement effectué au moyen d'une clé de chiffrement. Le décryptage consiste pour un utilisateur malveillant à casser la clé de chiffrement. À noter que le terme crypter, introduit par Canal+, n'est pas correct.

Clé : suite d'un nombre important de bits (jusqu'à 128 bits ou plus) utilisée par un algorithme de chiffrement pour chiffrer un message. Cela revient à transformer un message en clair en un message inintelligible pour un tiers non autorisé et à fournir un cryptogramme.

Cloud (computing) : concept, qui consiste, entre autres usages, à stocker sur des serveurs distants des données ou des applications, et à y avoir accès.

Commutateur Ethernet (switch) : équipement qui dispose de plusieurs ports qui relie différents segments de réseaux Ethernet.

Compilateur : programme convertissant une liste d'instructions écrites dans un langage en un code objet formé d'instructions en langage machine, en vue de son exécution.

CPL (Courant porteur en ligne) : technique qui permet de transmettre des informations numériques sur des lignes électriques à moyenne ou basse tension à des débits allant de quelques kbit/s à quelques centaines de Mbit/s. Le nouveau compteur « Linky » de ENEDIS utilise





cette technique pour communiquer avec les concentrateurs.

Courrier électronique (ou mél ou courriel) : message envoyé de façon asynchrone à un ou plusieurs utilisateurs par le biais d'un réseau informatique. Le terme mail est un anglicisme.

Cybersécurité : ensemble des lois, outils, mécanismes, méthodes et moyens disponibles et utilisables pour protéger les personnes et les actifs matériels et immatériels des organisations et assurer la disponibilité, l'intégrité, la confidentialité et l'imputabilité des informations.

Datagramme : bloc contenant des données et des informations nécessaires à son acheminement vers son destinataire. Louis Pouzin (X 50) est l'un des pères du datagramme dans le cadre de l'équipe Cyclades du CNET au début des années 1970.

Dérégulation : terme d'origine américaine désignant le mouvement de déréglementation des entreprises de réseau (opérateurs téléphoniques) qui a débuté en 1984 avec le démantèlement d'AT&T aux États-Unis.

Domaine (en télécommunications et informatique) : ensemble d'adresses faisant l'objet d'une gestion commune.

Domotique : ensemble des technologies utilisées pour rendre l'habitat intelligent ou l'améliorer.

Donnée : représentation d'une information dans un programme. La donnée peut être du texte, une image, un son, une vidéo. Elle peut être qualifiée avec des attributs caractéristiques et fait généralement l'objet d'un stockage.

Emulateur : dispositif matériel ou logiciel simulant sur un matériel donné sur un autre matériel.

Erlang (de Agner Karup Erlang) : unité d'intensité du trafic acheminé sur un réseau (était aussi l'unité de mesure statistique de la charge d'un autocommutateur !).

Ethernet : réseau local aujourd'hui normalisé par ISO. Il fonctionne normalement à 10 Mbps par seconde sur un câble coaxial et une topologie en bus avec l'utilisation d'un protocole avec détection de collision (CSMA/CD). D'autres topologies (en étoile par exemple sont possibles) ainsi que maintenant des vitesses supérieures (100 Gbps et même 400 Gbps).

FAQ (Frequently Asked Questions) : foire aux questions ou réponses à des questions usuellement posées sur un site.

Fibre optique : médium conducteur de lumière, fin et flexible qui transmet les informations sous forme d'impulsions lumineuses. Une fibre noire est une fibre

optique brute, qui raccorde deux points et qui n'est pas encore « éclairée » (ou activée).

Filtre : en télécommunications, dispositif électronique installé sur une ligne de transmission pour séparer, éliminer ou vérifier tout ou partie des données qui y circulent en éliminant des composantes d'un signal et en privilégiant certaines.

Firewall (pare-feu) : dispositif logiciel ou matériel qui filtre tous les flux de données et ne laisse passer que les paquets qui répondent à un critère donné. Destiné à éviter les transferts de données non autorisés entre un réseau local et le monde extérieur, ou entre deux réseaux locaux.

Forum : groupe de discussion sur Internet.

Fournisseur d'accès à Internet (FAI) : société qui possède un serveur relié à Internet et loue des accès et services à des internautes, entre autres des adresses mél.

France Télécom : opérateur historique des télécoms en France issu de la Direction Générale des Télécommunications en 1986. Désormais société privée internationale devenue Orange en 2013.

FTP (File Transfer Protocol) : protocole de transfert de fichiers.

GSM (Global System for Mobile communications (initialement : « Groupe Spécial Mobile » créé par le « Groupe pour un Service Mobile »)) : système de communication mobile inventé par des ingénieurs de Télécom Paris (en particulier A. Maloberti (1979), Ph. Dupuis (1956)).

Hashtag (#) : mot clé précédé du caractère '#' qui permet d'effectuer facilement une recherche sur un thème, de suivre une conversation ou de marquer un sujet. Popularisé par Twitter. également dièse chez les opérateurs télécoms.

Hébergeur : serveur Internet qui a pour activité l'hébergement de sites. En France, le plus grand est OVH (pour : « On Vous Héberge »).

HTML (Hyper Text Markup Language) : langage de description de pages web permettant la navigation grâce à des liens hypertextes et hypermédia.

Hypertexte : technique qui crée des liens entre données de types différents, telles que textes, images et sons. Les liens sont activés en cliquant sur des zones réservées.

ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) : société de droit californien qui, en marge des GAFAM, attribue les noms de domaine sur Internet (.com, .fr, .org, etc.).

Informatique : science du traitement automatique et





rationnel de l'information au moyen, à l'origine, d'ordinateurs.

Intelligence artificielle : ensemble des théories et des techniques implémentées par des programmes informatiques qui permettent de simuler certains traits de l'intelligence humaine comme le raisonnement ou l'apprentissage. On distingue les systèmes experts, les réseaux neuronaux, le *Deep Learning*, le *Machine Learning*, les *chatbots*. Née au début des années 1950, elle est redevenue sur le devant de la scène vers 2015. (Des diplômés et des enseignants de Télécom Paris tels Luc Julia (1995), Jean-Louis Desalles (1981) et Antonio Casilli ont récemment écrit des ouvrages démythifiant ce concept (voir Revue n°192).

Interconnexion : mise en relation de plusieurs entités de telle manière que leur fonctionnement devient interdépendant.

Interface : limite physique ou théorique entre deux systèmes matériels ou logiciels, entre deux parties d'un système, entre deux couches fonctionnelles d'une architecture de réseau, ou entre l'utilisateur et sa machine, où s'appliquent les règles et conventions régissant leur interaction.

Internet : le réseau des réseaux (vient de *INTER*connected *NET*work). Selon Internet World Stats, en juin 2019 on dénombrait 4,4 milliards d'internautes dans le monde soit près de 57 % de la population.

IPv4 / IPv6 : version 4 ou 6 du protocole IP régissant les échanges de datagrammes dans Internet.

LAN (Local Area Network) : ensemble de moyens de communication à caractère privatif établi sur un site restreint, pourvu de règles de gestion du trafic et permettant des échanges internes d'informations de toute nature. Le terme VLAN désigne un « *Virtual Local Area Network* ».

Liaison (de données) : ensemble des ressources physiques et/ou logiques nécessaires pour mettre en communication deux ou plusieurs équipements.

Logiciel (software) : ensemble des programmes, procédures, règles et documentations, relatifs au fonctionnement d'une application (ensemble d'instructions élémentaires permettant de réaliser un programme informatique).

MAC (Média Access Control) : dans l'architecture des réseaux locaux, couche fonctionnelle chargée de contrôler l'accès physique au support de communications.

Matériel (hardware) : par opposition au logiciel, terme désignant tout composant palpable d'un système informatique.

Minitel : nom du terminal français conçu par France Télécom pour le vidéotexte français et basé sur le protocole X.25. Il a été commercialisé et exploité en France entre 1980 et 2012. Gérard Théry (1957) est à l'origine de Télétel, le réseau du Minitel à la fin des 1970 et est l'auteur du rapport au Premier ministre *Les autoroutes de l'information* en 1994.

Modem : Appareil de modulation et de démodulation dont l'objectif est de convertir les signaux numériques pour transmettre des données entre ordinateurs sur un réseau analogique téléphonique ou câblé. En France, ce terme a été emprunté par un parti politique.

Moteur de recherche (searchbot) : machine spécifique (matérielle et logicielle) qui visite les sites, les indexe, les trie. Elle permet à l'utilisateur de trouver les documents qu'il recherche.

Multimédia : combinaison de textes, de sons, d'images et de vidéos.

Multiplexage : technique consistant à assembler des signaux issus de plusieurs sources distinctes en un seul signal composite destiné à être transmis sur une voie de transmission commune. On distingue le multiplexage en fréquence, en longueur d'onde, temporel.

MVNO (Mobile Virtual Network Operator) : opérateur virtuel mobile qui sous-traite la gestion et le déploiement du réseau mobile d'un opérateur. Les MVNO sont apparus avec la déréglementation des télécoms.

Navigateur : logiciel permettant de surfer sur le Web en accédant aux documents HTML. On relève également le terme « butineur » dans la belle Province.

NGN (Next Generation Networks ou New Generation Network) : évolution de l'architecture des réseaux de télécommunications s'appuyant de plus en plus sur les protocoles et les services du réseau Internet.

Numérique (ou digital) : en télécommunications et informatique, se dit, par opposition à « analogique », de la représentation discrète de données ou de grandeurs physiques au moyen de caractères (des chiffres généralement) ; se dit aussi des systèmes, dispositifs ou procédés employant ce mode de représentation.

Octet (byte) : groupement de 8 bits.

PABX (Private Automatic Branch Exchange) : commutateur téléphonique qui, à l'intérieur d'une entreprise, gère de manière automatique les communications entre plusieurs postes et qui sert à établir celles avec l'extérieur via le RTC, le RNIS, ou des liaisons louées. Le PABX IP / IPBX est un autocommutateur d'une entreprise ou d'un organisme qui est capable d'acheminer sur un réseau utilisant le protocole IP la voix et les données. Cet équipement se distingue des commutateurs téléphoniques d'opérateurs de télécommunications par des fonctions additionnelles (plus





de postes que de lignes extérieures physiques, conférences, appels gratuits en interne, messagerie, rappels, etc.).

Paire torsadée : ligne symétrique formée de deux fils conducteurs enroulés en hélice l'un autour de l'autre. Cette configuration a pour but principal de limiter la sensibilité aux interférences et la diaphonie dans les câbles multipaires.

Paquet : ensemble de données numériques, constituant un message ou une partie de message, et d'éléments numériques de service, comprenant une adresse, organisés selon une disposition déterminée par le procédé de transmission et acheminés comme un tout.

Pare-feu (firewall) : voir firewall

Passerelle (gateway) : système permettant d'effectuer la liaison entre deux réseaux différents, notamment d'assurer l'interface entre des protocoles différents.

Ping : Commande permettant de déterminer si un autre système ou équipement est connecté sur le réseau.

Pixel (PICTure Element) : point élémentaire d'une image.

Podcast : moyen permettant de diffuser sur Internet des fichiers audio ou vidéo.

Pont : dispositif destiné à assurer entre deux réseaux locaux l'échange des trames de données sans les modifier, tout en détectant et en corrigeant les erreurs.

Port : interface avec un canal de communication, directement reliée à la carte mère, qui gère et synchronise les échanges de données entre l'unité centrale de l'ordinateur et un périphérique, grâce à un logiciel pilote.

Portail : site Internet mettant à la disposition de l'internaute un large ensemble de ressources et de services tant internes qu'externes et partenaires au site.

Protocole : ensemble de conventions régissant l'échange de données entre équipements du réseau.

Proxy : dispositif informatique associé à un serveur et réalisant, pour des applications autorisées, des fonctions de médiation, telles que le stockage des documents les plus fréquemment demandés ou l'établissement de passerelles.



QoS (Qualité de service) : aptitude d'un service à répondre adéquatement à des exigences, exprimées ou implicites, qui visent à satisfaire ses usagers.

Régulation (des télécommunications) : action consistant à s'assurer que le secteur fonctionne correctement dans le respect des règles de la concurrence et que

les intérêts des consommateurs et des autres parties prenantes sont protégés de manière juste et équitable. La dérégulation du secteur des télécommunications dans les années 1980-1990 a permis l'ouverture à la concurrence et la fin des monopoles des services des postes et des télécoms en Europe. En France, l'organisme chargé de cette régulation est l'ARCEP (voir cette entrée).

RFID (Radio Frequency Identification) : méthode utilisée pour stocker et récupérer les données à distance. Elle repose sur l'utilisation de balises métalliques qui réagissent aux ondes radio.

Réseau : ensemble d'équipements reliés entre eux. Internet est le réseau des réseaux.

Réseau social : service (en ligne) permettant aux utilisateurs d'être reliés entre eux dans le but de favoriser les interactions sociales.

RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services) : réseau numérique permettant d'échanger des informations multimédias. Jean-Pierre Coudreuse (1971) est à l'origine du développement et de la mise en place du réseau RNIS (appelé Numéris) dès la fin des années 1970 en France.

Roaming (itinérance) : possibilité offerte par un opérateur de téléphonie mobile à ses abonnés de continuer à utiliser leur téléphone portable pour appeler, être appelé et disposer d'une connexion Internet sur le réseau d'un autre opérateur en étant en situation de mobilité, notamment à l'étranger.

Routeur : équipement de réseau qui permet d'aiguiller les paquets de données. Parmi les fabricants signalons Cisco et Huawei.

Serveur : ordinateur qui offre des services à des ordinateurs reliés à lui (clients). Sur Internet le serveur héberge souvent des sites Web.

Service : les services qui mettent généralement en œuvre des techniques de téléinformatique permettent d'envoyer ou de recevoir des informations publiques ou privées, ou d'effectuer certaines opérations telles que consultation de fichier, réservation, opérations commerciales ou bancaires.

Shannon : unité de mesure de l'information, égale à la quantité d'information associée à la réalisation de l'un de deux événements équiprobables qui s'excluent mutuellement. Cette unité doit son nom au mathématicien américain Claude E. Shannon (1916-2001), créateur de la théorie de l'information.

Spam (courrier indésirable ou pourriel : poubelle + courriel) : courrier électronique non sollicité envoyé à un grand nombre de destinataires souvent à des fins publicitaires ou malhonnêtes.



Streaming : se dit de la diffusion ou de la réception via Internet de contenus audio et vidéo, selon un mode de transmission permettant une lecture en continu sans téléchargement complet.

Switch (Ethernet) : équipement qui relie plusieurs segments Ethernet (câbles ou fibres) dans un réseau LAN et qui permet de créer des circuits virtuels.

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) : protocole permettant l'interconnexion de réseaux et de machines hétérogènes.

Télématique : ensemble des services, autres que les services télégraphique et téléphonique usuels, qui peuvent être obtenus par les usagers d'un réseau de télécommunications.

Télécommunications : ensemble des moyens de communication utilisés pour transmettre des signaux entre des équipements séparés géographiquement. Edouard Estaunié (1887) est l'inventeur du mot « Télécommunications ».

Trame : ensemble structuré d'éléments numériques consécutifs, spécifié par un protocole de communication sur une liaison de données.

Transformation digitale : transformation d'une organisation grâce au numérique et selon six composantes (stratégie, organisation, personnel, offre, technologie et innovation, environnement) visant à augmenter la valeur de l'information de son offre. La transformation digitale d'une organisation peut l'amener à revoir son « *business model* », ses domaines d'activité stratégiques, ses APIs cœur de métier, etc.

Triple play (et quadruple) : offre commerciale d'un opérateur de trois services dans un contrat unique, téléphonique fixe, Internet à haut ou très haut débit et télévision. Et également téléphonie mobile dans le cadre du quadruple play.

Tunnel : encapsulation de données d'un protocole réseau dans un autre et situé dans la même couche du modèle en couches ou dans une couche de niveau supérieur. Le modèle en couches OSI de l'ISO comprend les sept couches physique, liaison, réseau, transport, session, présentation et application.

Ubériser : faire disparaître ou faire décliner un concurrent d'une entreprise du fait de l'emploi d'une nouvelle technologie, de nouvelles méthodes ou d'un business plan disruptif pouvant être opéré grâce à une transformation digitale réussie.

Unix : système d'exploitation multitâche et multi-utilisateurs apparu en 1969 et qui est à l'origine de nombreux systèmes d'exploitation dont Linux, Android, MacOS.

URL (Uniform Resource Locator) : adresse d'un site ou d'une page web sur Internet.

Virus : programme parasite autoreproducteur contaminant d'autres programmes. On distingue également les vers (worms), les chevaux de Troie (Trojans), les « backdoors ».

Virtuel/virtualisation : relatif à une ressource perçue comme l'entité physique qu'elle représente, mais dont les fonctions sont en réalité reconstituées par une autre ressource.

Web (et www) : partie graphique d'Internet, qui comprend l'ensemble des sites.

Web 2.0 : deuxième génération du Web (2004) qui recouvre 3 composantes : technique (utilisation de technologies combinées : feuilles de style, Ajax, syndication de contenu), sociale (interactions entre les utilisateurs et partage/collaboration avec les blogs et les wikis) et relative aux données collectées qui sont dépendantes de l'application Web 2.0 considérée et qui sont accessibles quel que soit le lieu de connexion au site 2.0. Le Web 3.0 est la combinaison de l'Internet des objets et du web sémantique.

Wi-Fi (wireless fidelity) : technique qui permet une connexion à Internet sans fil par fréquence radio dans un rayon de quelques dizaines de mètres.

X.25 : protocole de communication normalisé par l'ISO. Il repose sur la commutation de paquets en mode point à point et offre de nombreux services. Le Minitel était basé sur ce protocole. Alain Profit (1958) est à l'origine du lancement d'un réseau X.25 en France (le réseau qui deviendra Transpac).

Zombie (ordinateur) : Ordinateur personnel infecté et contrôlé à distance par un pirate malveillant, qui sert de relais, à l'insu de son propriétaire, pour envoyer massivement du pourriel ou pour lancer anonymement des attaques par déni de service. Par ailleurs, un processus peut être dans un état zombie s'il est achevé mais dispose toujours d'un identifiant de processus.

Zone blanche : zone qui se trouve à l'extérieur de la couverture réseau des opérateurs de réseau mobile.

Zone démilitarisée (DMZ) : zone tampon d'un réseau d'entreprise, située entre le réseau local et Internet, derrière le pare-feu, qui correspond à un réseau intermédiaire regroupant des serveurs publics (HTTP, SMTP, FTP, DSN, etc.), et dont le but est d'éviter toute connexion directe avec le réseau interne et de prévenir celui-ci de toute attaque extérieure depuis le Web.

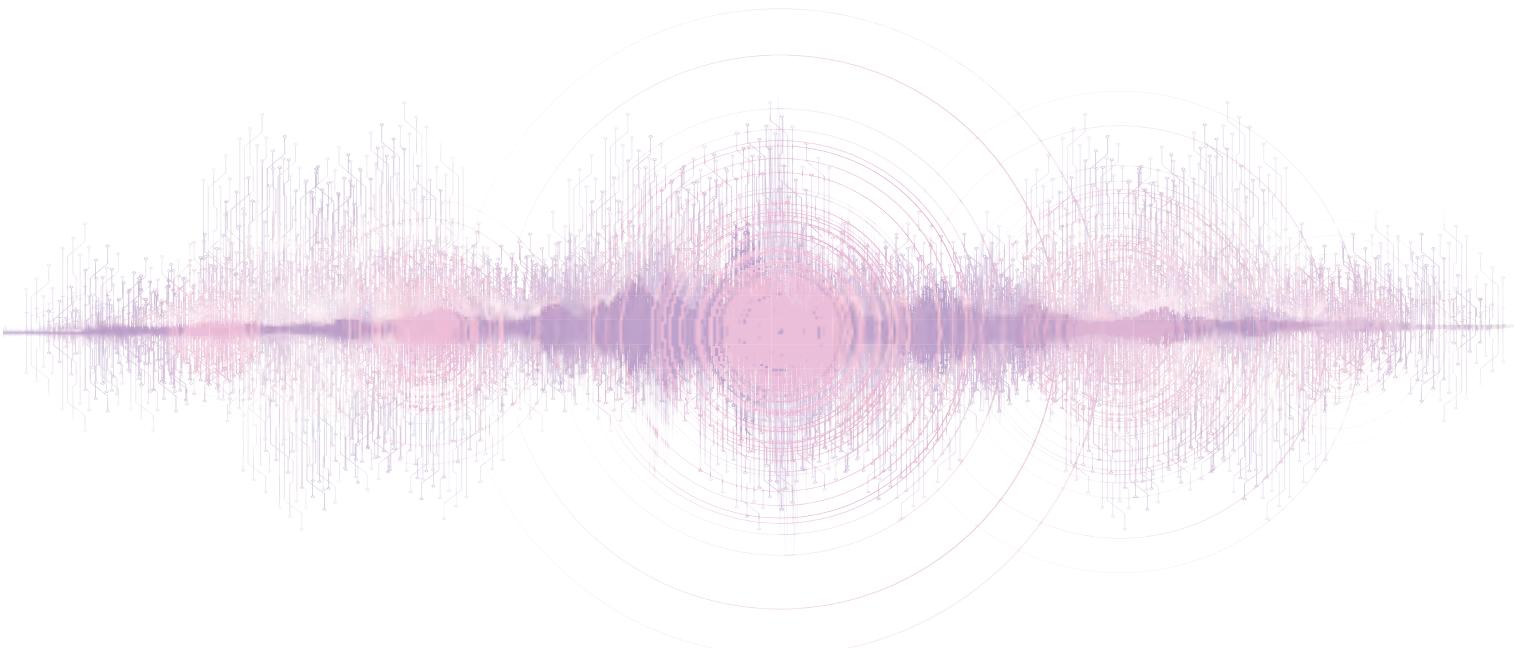
Zone grise : zone qui n'est desservie que par un nombre restreint d'opérateurs de réseau mobile. ■



La parole à Télécom Paris

Une recherche et une formation au cœur des problématiques actuelles

Par Gaël Richard (1990) et Chloë Clavel (2003)



Les signaux de parole et de musique sont un type de données disponibles en masse sur le web. Leur analyse est une étape primordiale à l'indexation, qui permet ensuite aux sites de réseaux sociaux d'organiser, d'agrégner ces contenus. Les données de parole jouent également un rôle central dans les applications dites de *speech analytics* et d'interaction humain-machine. Ces dernières applications incluent non seulement les enceintes connectées (ex : Google Home, Alexa d'Amazon) mais aussi la robotique sociale. A l'évidence, la parole est aussi une modalité incontournable de communication, et l'amélioration de la qualité et de l'intelligibilité du signal de parole dans des environnements bruyants est toujours un enjeu actuel du traitement de la parole.

Les applications du domaine et les enjeux associés sont nombreux avec le développement des agents virtuels

pour la gestion de la relation client et l'émergence d'assistants virtuels (Alexa d'Amazon, Siri d'Apple, Cortana de Microsoft, etc.). Si les assistants virtuels proposés par ces entreprises sont déjà commercialisés, la prise en compte de la composante sociale de l'interaction vocale reste un enjeu crucial pour la fluidité et le naturel de l'interaction. Une autre application de la prise en compte des comportements socio-émotionnels dans l'interaction-humain-agent est celle des *Serious Games* pour lesquelles l'utilisateur peut s'entraîner avec un agent virtuel à faire face à différentes situations. Par exemple, dans le cadre des travaux portés par Chloë Clavel (2003), enseignante, chercheuse et responsable du thème *Social Computing* à Télécom-Paris, nous travaillons sur une application où l'utilisateur peut s'entraîner à améliorer son comportement social lors d'entretiens d'embauche virtuels¹.

¹/ L. Hemamou, G. Felhi, V. Vandenbussche, J.-C. Martin, C. Clavel, HireNet: a Hierarchical Attention Model for the Automatic Analysis of Asynchronous Video Job Interviews. in AAAI 2019 <https://aaai.org/ojs/index.php/AAAI/article/view/3832>

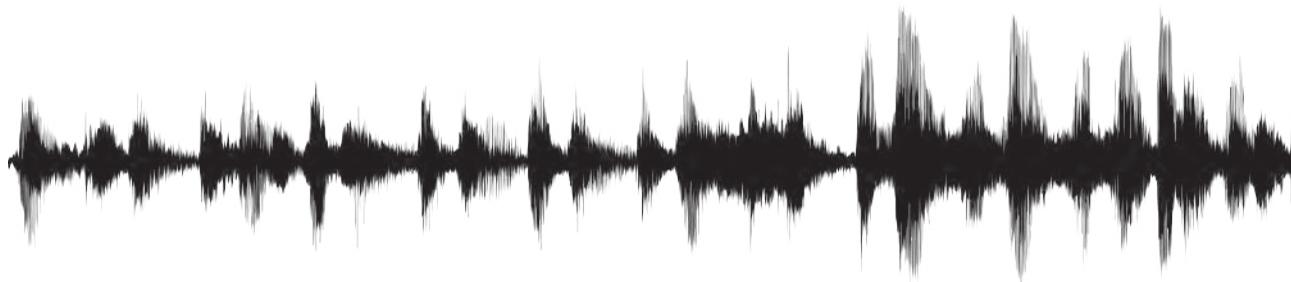
Nos partenaires sont multiples avec des entreprises travaillant pour le secteur des ressources humaines (*easyrecrue*), pour la gestion de la relation client (ex : EDF) ou encore dans la robotique (*Softbank robotics*). Depuis janvier 2018, nous sommes impliqués, pour une durée de quatre ans, dans le projet européen H2020 ANIMATAS² qui a pour but d'introduire des robots dotés de compétences sociales dans les écoles, afin d'assister l'équipe pédagogique. Nous travaillons sur l'analyse automatique des disfluences (par exemple, des hésitations, des mots ou phrases inachevées) comme signe de l'émotion ou du stress de l'enfant dans l'apprentissage, ou encore du degré de confiance qu'il a en ses compétences (*Feeling of Knowledge*) dans le cadre d'interactions avec d'autres enfants, le professeur ou encore le robot.

En ce qui concerne la qualité vocale, nous travaillons notamment avec notre partenaire PSA à améliorer l'intelligibilité des signaux de parole dans l'habitacle automobile. Le but de ces travaux portés à Télécom Paris par Gaël Richard, responsable du département Image Données Signal, est de transformer la parole provenant par exemple de la radio de telle sorte qu'elle

soit plus intelligible pour les passagers malgré le bruit ambiant et ce sans augmenter le volume global de la parole. On s'inspire pour cela des transformations naturelles qu'une personne apporte à sa voix pour être mieux comprise de ses interlocuteurs lorsqu'elle est dans une ambiance fortement bruitée. Ces transformations sont couramment regroupées sous le terme d'effet "Lombard", et c'est cet effet qu'on essaye de reproduire et d'amplifier³.

Télécom Paris forme ses futurs ingénieurs et chercheurs au traitement de la parole au sein de la filière Traitement du Signal et Intelligence Artificielle. Cette formation propose de parcourir, depuis les bases méthodologiques et théoriques jusqu'aux applications, les domaines du traitement de la parole et des signaux audio-fréquences.

Télécom Paris propose également une offre de formation continue au traitement de la parole que ce soit au sein de formation courte sur trois jours pour des entreprises⁴ ou dans le contexte d'une formation plus large en intelligence artificielle (CES IA⁵). ■



► LES AUTEURS



Gaël Richard (1990) est professeur à Télécom Paris et responsable du département Image, Données, Signal (IDS). Il mène ses recherches principalement dans le domaine de l'analyse et traitement statistique des signaux audio (parole, musique...) et notamment autour du développement de méthodes d'apprentissage statistique et d'intelligence artificielle appliquées aux signaux audio. Co-auteur de plus de 200 articles et co-inventeur de dix brevets, il est aussi membre « fellow » de l'IEEE.



<http://perso.telecom-paris.fr/~grichard/>.



Chloé Clavel (2003) est enseignante et chercheuse depuis 2013 à Télécom ParisTech au sein du Laboratoire de Traitement et Communication de l'Information (LTCI). Ses recherches contribuent au développement de méthodes issues de l'intelligence artificielle (apprentissage de modèles de comportements socio-émotionnels en combinant des méthodes symboliques et des méthodes issues de l'apprentissage automatique) et de l'informatique affective (analyse et synthèse de signaux socio-émotionnels) et s'intègrent dans un thème plus large celui du Social Computing qu'elle coordonne au sein du LTCI. Elle travaille actuellement sur les interactions entre humains et agents virtuels, de l'analyse du comportement socio-affectif (verbal et non-verbal) de l'utilisateur aux stratégies d'interaction socio-affectives. Elle a participé à plusieurs projets européens et nationaux collaboratifs autour du Social Computing (ex: H2020 ITN ANIMATAS, aria-valuspa UE-TIC, Labex smart). Elle a obtenu récemment un ANR Jeunes Chercheurs Jeunes Chercheuses sur les thématiques de l'analyse d'opinions dans les interactions (ANR MAOI).

2/ <https://blogrecherche.wp.imt.fr/2018/11/26/robots-assistants-pedagogiques/>

3/ K. Nathwani, G. Richard, B. David, P. Prablan, V. Roussarie, *Speech Intelligibility Improvement in Car Noise Environment by Voice Transformation, Speech Communication*, May 2017. <https://perso.telecom-paristech.fr/grichard/Publications/2017-SpeechCom-Nathwani.pdf> 4/ <https://www.telecom-evolution.fr/fr/formations-courtes/traitement-de-la-parole>

5/ <https://www.telecom-evolution.fr/fr/formations-certifiantes/intelligence-artificielle>

L'intelligence artificielle, nouvelle interface utilisateur ?

Par Yan Georget

Depuis quelques années, l'internet subit une profonde révolution d'usage avec l'émergence des messageries, des agents conversationnels et des assistants vocaux. D'autre part, le traitement automatique du langage naturel a connu une très forte accélération portée par les progrès de l'apprentissage profond : faute de réellement comprendre, les ordinateurs peuvent désormais voir, entendre et parler. Nous pensons que la conjonction de ces deux phénomènes va profondément et durablement bouleverser une interaction entre l'homme et la machine qui va vers toujours plus de dématérialisation.

Les agents conversationnels à la conquête du web

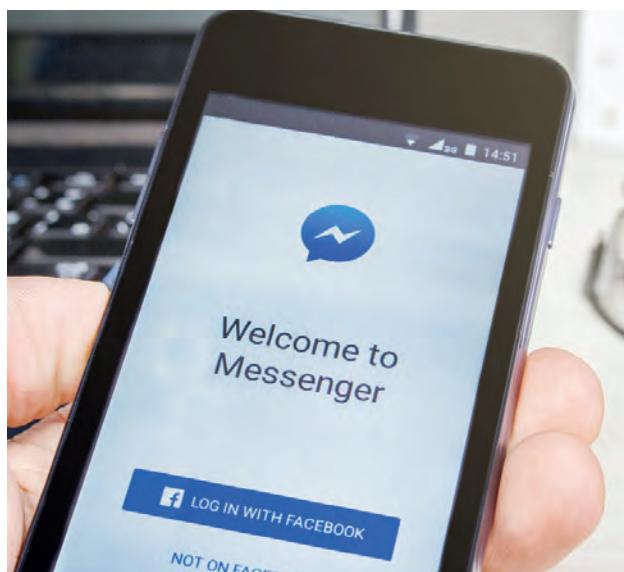
Il s'agit d'une révolution récente. En effet, depuis 2015, l'audience cumulée des systèmes de messageries (l'américain Messenger, le chinois WeChat, le russe Telegram et les autres) a dépassé celle des réseaux sociaux. Par ailleurs, à eux seuls, Facebook et le réseau social chinois Tencent ont plus de trois milliards d'utilisateurs actifs. L'internet vit donc une seconde révolution : à peine devenu mobile, le voici désormais conversationnel. En ce qui concerne la croissance fulgurante des agents conversationnels, la plateforme de messagerie de Facebook, Messenger, lancée lors de la conférence F8 de 2016, avait atteint cent mille *chatbots* un an plus tard. Cette révolution s'inscrit dans une révolution plus générale, celle de la dématérialisation des biens et des services.

Plus précisément, cette transformation de l'internet s'accompagne d'un second changement : la dématérialisation des interfaces homme-machine, l'interface graphique s'effaçant au profit de l'interface conversationnelle. De plus, la conversation est une interface flexible et facile d'accès puisqu'elle ne demande pratiquement aucun apprentissage. La conversation serait donc l'interface ultime.

Ces échanges de messages se font soit sur des messageries (publiques ou privées), soit, plus récemment, sous la forme de conversations orales, grâce à des assistants de plus en plus présents autour de nous (Amazon Alexa, Google Home, Siri d'Apple).

Quels sont les marchés visés par les agents conversationnels (*chatbots*) ?

Les entreprises et les marques qui veulent pouvoir continuer à s'adresser à leurs audiences doivent désormais le faire sur les messageries et via des assistants vocaux. Pour cela, elles ont le choix entre embaucher de véritables armées de *community managers* qui vont communiquer avec les internautes, ou bien développer des agents conversationnels aussi appelés, en anglais, *chatterbots*, *chatbots*, ou plus simplement *bots*. On peut aisément imaginer quel choix elles vont faire !



Passons maintenant en revue des cas d'utilisation concrète des agents conversationnels.

Le premier marché qui vient à l'esprit lorsqu'on parle d'agents conversationnels est celui du support client.

On peut en effet facilement imaginer des agents conversationnels capables de traiter jusqu'à 50 % des demandes clients simples, tout en sachant aiguiller la conversation vers des opérateurs humains lorsque le besoin s'en fait sentir : requêtes trop compliquées, clients mécontents...

Par ailleurs, les agents conversationnels sur messageries et les webchats sont disponibles 24 heures sur 24 et sept jours sur sept, et ils parlent toutes les langues. Enfin, leur coût est sans commune mesure avec celui des centres d'appel (dont, par ailleurs, la qualité laisse souvent à désirer).

Les grands acteurs du helpdesk (WebHelp, Articall...) l'ont bien compris et regardent de près le sujet des chatbots.

Un autre marché très prometteur est celui du commerce conversationnel. On peut déjà commander un taxi ou une pizza sur des plateformes comme Slack (la messagerie d'entreprise qui ambitionne de supplanter l'email). L'éditeur de solutions de chatbots Botfuel aide la Française des Jeux à proposer des paris sportifs sous forme conversationnelle sur Facebook Messenger. La souplesse de l'interface conversationnelle permet de proposer des interactions innovantes. On pourrait ainsi imaginer demander, à un site de vente de livres, « le dernier polar à la mode ».

Les messageries d'entreprise représentent un domaine qui offre beaucoup d'opportunités. On peut en effet imaginer remplacer un intranet (d'un usage souvent peu pratique) par un agent conversationnel, lequel va permettre d'accéder, grâce à un petit nombre de questions, à l'information recherchée.

Enfin, l'animation des réseaux sociaux est un quatrième cas d'usage pour les chatbots, qui peuvent modérer, commenter et répondre à la place de community managers souvent débordés par le flux grandissant de commentaires d'internautes.

Les enjeux technologiques

L'histoire du traitement automatique du langage naturel commence dans les années 1950, bien que l'on puisse trouver des travaux antérieurs.

En 1950, Alan Turing publie un article célèbre dans lequel il propose ce que l'on appelle à présent le test de Turing comme critère d'intelligence. D'après Wikipedia « ce critère dépend de la capacité d'un programme informatique à personnaliser un humain dans une conversation en temps réel de façon si convaincante que l'interlocuteur humain ne peut distinguer sûrement - sur la base du seul contenu de la conversation - s'il interagit avec un programme ou avec un autre vrai humain ».



ELIZA était une simulation à la manière de la psychothérapie rogerienne, écrite par Joseph Weizenbaum entre 1964 et 1966. Bien que n'employant presque aucune information sur la pensée ou l'émotion humaine,

ELIZA parvenait parfois à offrir un semblant stupéfiant d'interaction humaine. Quand le « patient » dépassait sa base de connaissances (par ailleurs très petite), ELIZA pouvait fournir une réponse générique, par exemple, en réponse à : « J'ai mal à la tête », dire : « Comment cela se manifeste-t-il ? »

La technologie a fait d'énormes progrès depuis l'époque de Turing, des technologies comme le Deep Learning sont même désormais connues du grand public, par exemple au travers de leurs applications à la reconnaissance vocale et à la reconnaissance d'images, à la traduction automatique, mais aussi au jeu de Go.

Plus prosaïquement, la capacité d'un chatbot à implémenter un service complexe va reposer sur sa capacité à traiter des phrases complexes en utilisant des algorithmes de traitement automatique des langues.

Nous avons vu que, dix ans après son passage au mobile, internet est en train de vivre sa seconde révolution, une révolution d'usage qui s'incarne à travers les messageries et les assistants vocaux. Par ailleurs, les progrès de la technologie, en particulier l'apprentissage profond, permettent de lever beaucoup de verrous : les ordinateurs peuvent désormais voir, entendre et parler (à défaut de réellement comprendre) ! Nous pensons que la conjonction de ces deux phénomènes va profondément et durablement bouleverser l'interaction homme-machine qui va vers toujours plus de dématérialisation. ■

À retenir

- Internet vit une révolution d'usage et passe du mobile au conversationnel.
- L'apprentissage profond (*Deep Learning*) permet aux ordinateurs de voir, entendre et parler mais ils ne sont toujours pas intelligents !
- L'interaction homme-machine évolue grâce à l'intelligence artificielle et se dématérialise de plus en plus.

L'AUTEUR



Polytechnicien (X92), **Yan Georget** est aussi docteur en IA.

Après avoir travaillé dans le logiciel (Trilogy, Business Objects puis SAP), il a, depuis 2009, occupé des postes de direction informatique dans le e-marketing, en particulier il a été VP R&D chez Criteo.

Depuis, il a fondé plusieurs start-up dont Botfuel au début 2016.

Email : yan@botfuel.io

@yan_georget @botfuel <https://www.botfuel.io>

Les chatbots au service de la relation client digitale et humaine

Par France Heringer-Jallot (1990) et Angie Añazgo (2013)

En tant que professionnel, il n'y a plus une conférence sur la relation client ou l'expérience client qui ne traite du développement des *chatbots*, aujourd'hui boostés par l'Intelligence artificielle et les progrès en traitement du langage naturel. Et en tant qu'utilisateur d'applications mobiles, de messageries, de sites internet, nous voilà exposés de plus en plus à ces agents conversationnels, qui nous sont proposés pour nous aider à trouver une information, de l'assistance, ou acheter un produit ou un service.

Au-delà de l'effet de mode ou de l'innovation technologique, quel intérêt pour les utilisateurs ou les clients ? Quelles opportunités pour une entreprise ? Ce sont ces deux points de vue que nous vous proposons de partager dans cet article.

Pour un client/un utilisateur : moins d'efforts, plus de simplicité... à la cible !

Mon premier réflexe lorsque j'ai besoin de renseignements, d'acheter un produit, ou de résoudre un problème avec une marque, c'est d'abord aller en ligne, sur mon appli, ou sur un site web, et d'essayer de faire moi-même en quelques clics, simplement et immédiatement.

Si on me propose de le faire via un *chatbot*, il faudra que ce soit encore plus simple et facile que mon expérience digitale actuelle. *Pour citer un Millenial de ma connaissance : quel intérêt d'avoir une conversation avec un robot pas intelligent alors que tu pourrais tout faire beaucoup plus rapidement toi-même ?...*

Si je contacte un conseiller, je dois souvent attendre, et je me demande si ce contact sera agréable, sans effort et efficace. Dès que je perçois chez mon interlocuteur une réelle posture de service, ça me détend immédiatement. Face à un *chatbot* au lieu d'un conseiller, je ne vais pas avoir à patienter bien sûr, j'aurai une prise en charge immédiate, mais je vais aussi m'attendre à faire moins d'effort : pour moi, un *chatbot* devrait être capable de connaître mon contexte, comprendre ce qui m'amène à le contacter, interpréter mon intention, et

d'agir de manière pertinente sans que j'aie besoin de répéter quoi que ce soit. Et bien sûr de me comprendre, à l'oral comme à l'écrit, lorsque je parle avec mes mots et mes tournures habituelles.

Si une marque a déjà des informations sur moi, je souhaite qu'elle prenne en compte mes préférences, mes centres d'intérêt et ma fidélité pour me proposer des solutions pertinentes. Par exemple, utiliser l'historique de nos conversations passées, de mes achats et de mes usages pour me proposer un échange personnalisé et contextualisé.

Aujourd'hui, nous sommes encore loin de cette expérience rêvée : lors de mes interactions avec des *chatbots* variés (consultation, réservation, dépannage entre autres), j'ai été confrontée à de vrais dialogues de sourds : la même réponse donnée une dizaine de fois, la même question posée encore et encore... Un bon *chatbot* doit savoir passer la main en temps utile à un conseiller, et évidemment avec tout le contexte parce que je ne veux pas avoir à tout répéter !

Je veux aussi avoir le droit à l'erreur, pouvoir corriger une information en cours de discussion, des erreurs d'écriture ou de prononciation qui seraient facilement gérés par les humains mais que pour le moment les *chatbots* ont du mal à intégrer.

En résumé, le meilleur *chatbot* est celui qui fait bien pour moi un maximum de tâches mais qui sait me mettre en contact avec la bonne (vraie) personne quand j'en ai besoin !

Pour l'entreprise : *to bot or not to bot* n'est plus une question, mais l'exécution est clé !

Même si nous n'en sommes qu'au début (et d'ailleurs la plupart des *chatbots* commencent la conversation en vous disant qu'ils sont « en train d'apprendre »), il est clair que ces agents conversationnels, boostés par les progrès en langage naturel et en intelligence artificielle, vont changer la donne de la relation client.

Pour une entreprise de service comme Orange, opérant dans un univers hyper concurrentiel, la relation client est un enjeu majeur de différenciation, et bien sûr un enjeu économique important : les interactions avec nos clients représentent cinq milliards de contacts digitaux par an, 500 millions d'appels, et autant de visites en boutiques.

Cette relation client s'est déjà massivement transformée ces dernières années, avec la progression du digital : en Europe, 80% des parcours de nos clients démarrent sur le digital, et plus de 50% de nos transactions techniques ou commerciales sont aujourd'hui 100% digitales.

Que peuvent apporter les *chatbots* dans ce contexte ?

Permettre à nos clients de disposer d'un service disponible 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7 mais en échangeant comme ils le feraient avec un conseiller, en s'exprimant naturellement, sans avoir à chercher des rubriques dans une appli, à l'écrit ou à l'oral.

C'est aussi dégager du temps de nos conseillers pour se focaliser sur les interactions les plus sensibles ou les plus créatrices de valeur.

Pour apprendre et tester de manière pragmatique ce que nous voyons comme le premier point d'entrée en contact avec Orange dans le futur, nous avons lancé *Chatbots22*, un programme volontariste d'introduction des *chatbots* dans notre relation client.

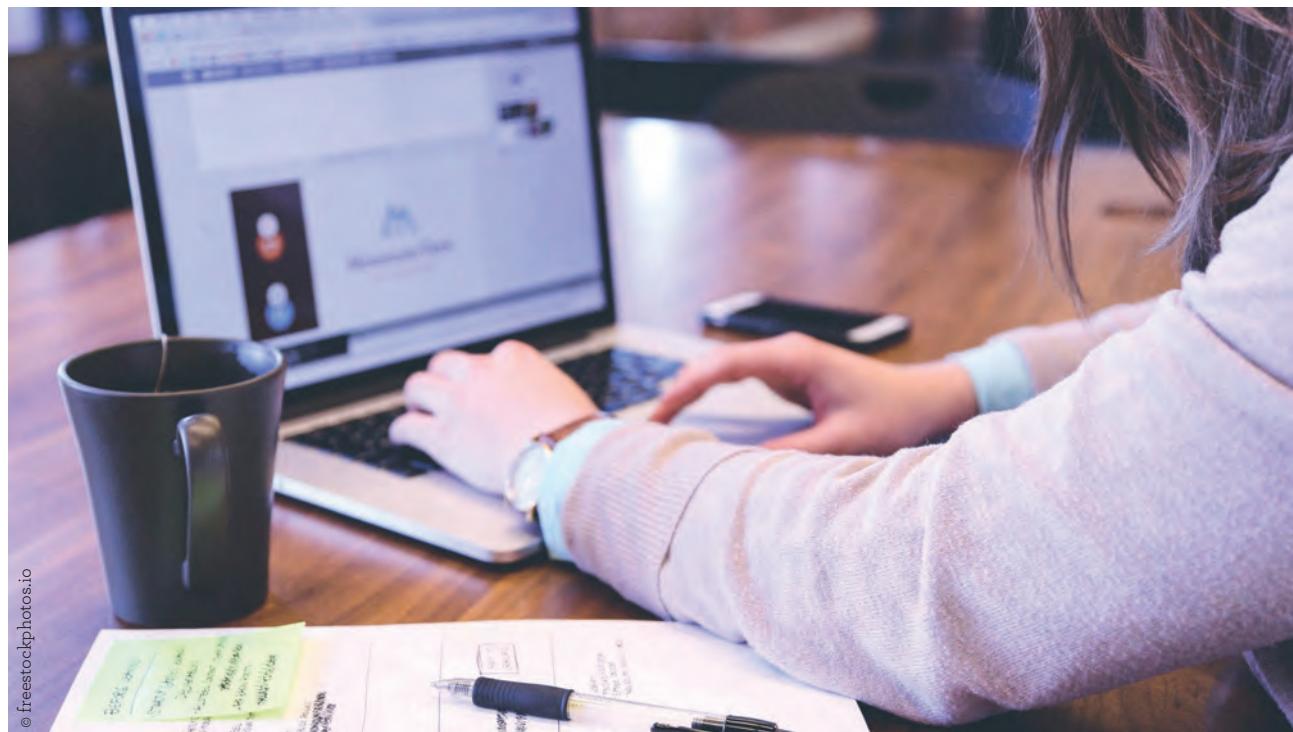
Ainsi chez Orange Bank, toutes les demandes de nos clients sur l'application mobile sont d'abord accueillies par notre agent virtuel Djingo, qui traite plus de 50% des demandes intégralement, et transfère à un conseiller dans les autres cas.

Chez Orange Espagne, un Djingo espagnol assiste les clients sur leur facture, pour le déblocage de leur carte SIM... et il est maintenant accessible sur WhatsApp, l'application de messagerie la plus utilisée par les Espagnols, en plus de l'être du web et de l'appli Mi Orange.

Mais l'écrit n'est pas le seul terrain d'expression des *chatbots* : en Pologne, nous avons introduit un assistant vocal Max, qui accueille 100% des appels en centre de contacts pour les traiter ou les aiguiller vers le bon conseiller.

Ainsi avec les *chatbots*, le digital devient conversationnel et la conversation devient digitale.

Au total, ce sont près de 10 millions de conversations qui ont été gérées par des *chatbots* chez Orange au premier semestre 2019.



© freestockphotos.io



Quels facteurs clés de succès avons-nous tirés de ces premières expériences ?

- Se concentrer sur les tâches simples qui apportent tout de suite de la valeur,
- Etre transparent vis-à-vis des utilisateurs sur l'utilisation du *chatbot* et ses limites,
- Se mettre en position d'apprendre en permanence : au-delà de la technologie c'est une organisation apprenante qu'il faut mettre en place. On parle d'ailleurs maintenant d'entraîneur de *chatbots*.

Et enfin, et surtout, même si les *chatbots* peuvent être une solution ergonomique et efficace pour répondre à un certain nombre de demandes, l'humain reste clé : pouvoir parler à une vraie personne qui aura la bonne empathie, la réassurance, l'intelligence relationnelle, est déterminant.

C'est pourquoi en parallèle de nos investissements sur le digital, l'IA, les *chatbots*..., nous investissons dans notre réseau physique de boutiques, et dans les compétences de nos 100000 conseillers, vendeurs et techniciens, pour leur permettre d'accompagner au mieux les clients - parce que l'humain est ce qui crée de l'émotion positive dans une relation.

Une relation client performante, c'est le meilleur du digital allié au meilleur de l'humain. ■

LES AUTEURS



France Heringer-Jallot (1990), Senior Vice President Expérience Client et Ventes – Groupe Orange

France Heringer-Jallot est Directrice Expérience Client et Ventes du Groupe Orange depuis septembre 2015 ; elle était auparavant directrice de la zone Ouest au sein du comité de direction d'Orange France, et a exercé des responsabilités managériales variées au sein du groupe Orange, en France et au Royaume-Uni dans les domaines de l'innovation, des réseaux, de la relation client.

@FranceHeringer



Angie Añazgo (2013), Chef du Département SAV 24h/7j - Orange Business Services

Angie Añazgo a 10 ans d'expérience dans le management d'équipes et de projets internationaux B2C et B2B dans le secteur des télécommunications. Depuis 2019, elle est Chef du Département

SAV 24h/7j d'Orange Business Services qui assure le suivi des opérations pour les clients français et pour les clients internationaux présents en France. Franco-péruvienne, elle est engagée en faveur de l'égalité des chances et passionnée par les voyages.

@aanazgo



Michèle Levraud (1992)

Je suis aujourd'hui agent immobilier après avoir travaillé 14 ans à TéléDiffusion de France. Comment en suis-je arrivée là ? A TDF, j'ai acquis des compétences diverses car je changeais de poste tous les 2 ans, ayant été successivement : commerciale, responsable de services d'exploitation, de maintenance, de marketing et de contrôle de gestion. J'étais très attachée à certaines valeurs de cette entreprise.



Néanmoins, en 2005, ne me reconnaissant plus dans la politique de l'entreprise et ses changements d'actionnaires, j'ai décidé de changer de vie. A la stupéfaction de mon entourage, j'ai créé l'agence immobilière le TUC IMMO Châtillon. Mes parents ayant fait de l'immobilier à titre privé, je n'ai pas eu l'impression de me lancer dans l'inconnu ; mais devenir patronne de TPE lorsqu'on est salariée d'une grande entreprise est bien un virement à 180°. J'avais le soutien de mon mari et un an de salaire d'avance, et le filet de sécurité du congé pour création d'entreprise, ce qui est très important pour la sérénité de la famille, ayant trois jeunes enfants.

Treize ans après, je ne regrette pas du tout cette décision. J'ai évidemment beaucoup travaillé ; j'ai développé successivement des activités de vente, location et gestion. Je me suis formée à tous ces nouveaux métiers, à la gestion d'une TPE, et surtout à ses ressources humaines. L'agence se porte très bien. J'ai aujourd'hui quatre employées. Je fais aussi des formations pour agents immobiliers, et viens d'écrire un livre destiné aux particuliers et aux agents immobiliers "de la location à la gestion". Au niveau familial être à mon compte m'a donné une liberté très appréciable, surtout quand mes enfants sont devenus ados et qu'il a fallu plus les accompagner. Une très belle expérience ! ■



Marc Porot (1973)

Je dois beaucoup à Télécom Paris. Après trois ans rue Barrault, j'ai fait un Master à UCLA, financé par le Rotary Club. Mon projet de recherche concernait le contrôle de la respiration, dans un laboratoire du département d'anesthésie. Cette expérience a confirmé ma vocation de médecin, un métier qui m'avait toujours attiré (il y a beaucoup de médecins dans ma famille).

À mon retour en France en 1975, j'ai fait mes études à la Pitié Salpêtrière. J'ai enseigné à l'option biomédicale à l'École ce qui m'a permis de gagner ma vie pendant ces études.

En 1983, je suis retourné à UCLA faire ma spécialité d'anesthésie (1983-1986). Pendant 29 ans j'ai travaillé en libéral à Los Angeles. Trois enfants ont grandi pendant ce temps. En 2005 je me suis orienté vers le traitement médical et interventionnel des douleurs chroniques (Algologie), spécialité que je pratique toujours - à temps partiel.

Je suis maintenant dans un village de Bourgogne mais reste actif grâce aux technologies de télécommunications - et des voyages réguliers aux États-Unis.

Je n'ai pas oublié mes racines de Télécom : très logiquement l'essentiel de mon travail est maintenant en télémédecine avec trois hôpitaux aux États-Unis. Je cherche à développer cette activité en France.

J'ai suivi de très près l'évolution de l'informatique médicale et fait de la programmation dans l'ensemble de ma carrière. J'ai commercialisé en 2001 un logiciel de gestion du bloc opératoire, qui est bien sûr désormais dépassé.

Je dois beaucoup à la grande générosité du système éducatif français et en premier lieu à Télécom Paris. L'école m'a permis de faire mon Master à UCLA, a beaucoup contribué à ma survie pendant les études de médecine. Mon passé d'ingénieur a été très utile en médecine. La transition technologique radicale en cours a été facile pour moi. Une approche quantitative et scientifique des problèmes est un grand atout pour gérer l'évolution très rapide de ce domaine.

Donc de tout cœur merci Télécom Paris. Si je peux être utile à l'école et ses étudiants, je le ferai très volontiers. ■

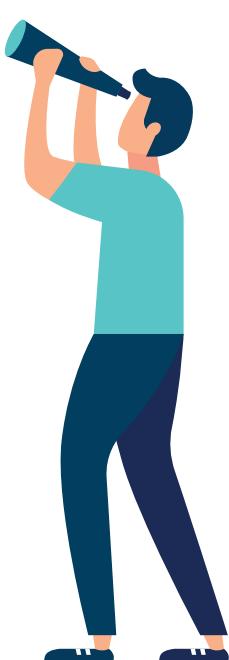


Augustin Morel (2016)

Comme beaucoup de mes camarades de classe, je pense être entré dans le système prépa-école un peu par défaut et je pense être arrivé à Télécom Paris un peu par hasard, ou plutôt au bon vouloir du jeu des classements des concours. Cela ne m'a pas empêché de m'y épanouir pleinement, même si je ne me sentais pas vraiment l'âme d'un ingénieur. Pour dire vrai, j'ai toujours été attiré par le monde de l'audiovisuel, et la réalisation de films. Cameraman attitré de mes vacances familiales depuis de nombreuses années, j'ai commencé à réaliser des court-métrages en prépa. Mes trois années à Télécom Paris m'ont permis de développer ma passion pour la vidéo, notamment en relançant le journal TV de l'école, le LIVE, mais aussi en participant à la réalisation de nombreuses petites productions amateurs et en faisant mes armes dans le monde professionnel en tant qu'intermittent du spectacle, sur mon temps libre. J'ai opté pour un master en entre-preneuriat, qui m'a apporté beaucoup dites « transverses » utiles aujourd'hui. au « business deve-lopment » en stage et après avoir réalisé bout du monde, de ma cérémonie de que j'ai choisi de 180° dont je rêvais fonder ma propre audiovisuelle,

mon temps libre. J'ai opté pour
entre-preneuriat, qui m'a
de connaissances
qui me sont très
utiles.
Après m'être essayé
au « business deve-
lopment » en stage
un long voyage au
c'est le lendemain
remise de diplôme
prendre le virage à
depuis des années :
boîte de production
Behind the Door.

*J'aime à croire
que j'exerce l'un des plus
vieux métiers du monde,
celui de conteur.*



Behind the Door est une société de production de contenu audiovisuel qui accompagne ses clients dans l'intégralité de leur production vidéo. J'ai démarré mon activité en mars 2019 et construis peu à peu ma clientèle. Je travaille essentiellement à la réalisation de films institutionnels mais réalise aussi des productions « internes » comme mon dernier court-métrage *Never too Late*. J'aime à croire que j'exerce l'un des plus vieux métiers du monde, celui de conteur. Le monde dans lequel nous vivons aujourd'hui m'offre cependant bien plus de moyens pour raconter des histoires qu'il n'en offrait à un collègue troubadour du Moyen-Age. J'ai commencé à explorer le monde du documentaire en réalisant pour l'école un épisode spécial du LIVE consacré à l'histoire de l'école à la rue Barrault. Après le succès de ce film, je compte me lancer dans la production d'un documentaire autour du thème de l'environnement et du développement durable, sujet qui me tient particulièrement à cœur. En regardant ce qui se passe autour de moi, je me rends compte que j'appartiens à une génération qui cherche un sens à leur vie, qui cherchent à trouver leur rôle dans la société. J'espère avoir trouvé le mien, raconter, montrer des histoires pour apprendre, sensibiliser et pourquoi pas toucher les spectateurs. S'il y a bien une chose que je pourrais souhaiter aujourd'hui à un jeune télécomien, c'est bien cela : se trouver lui-même. ■

Intelligence Artificielle et Mobilité as a Service

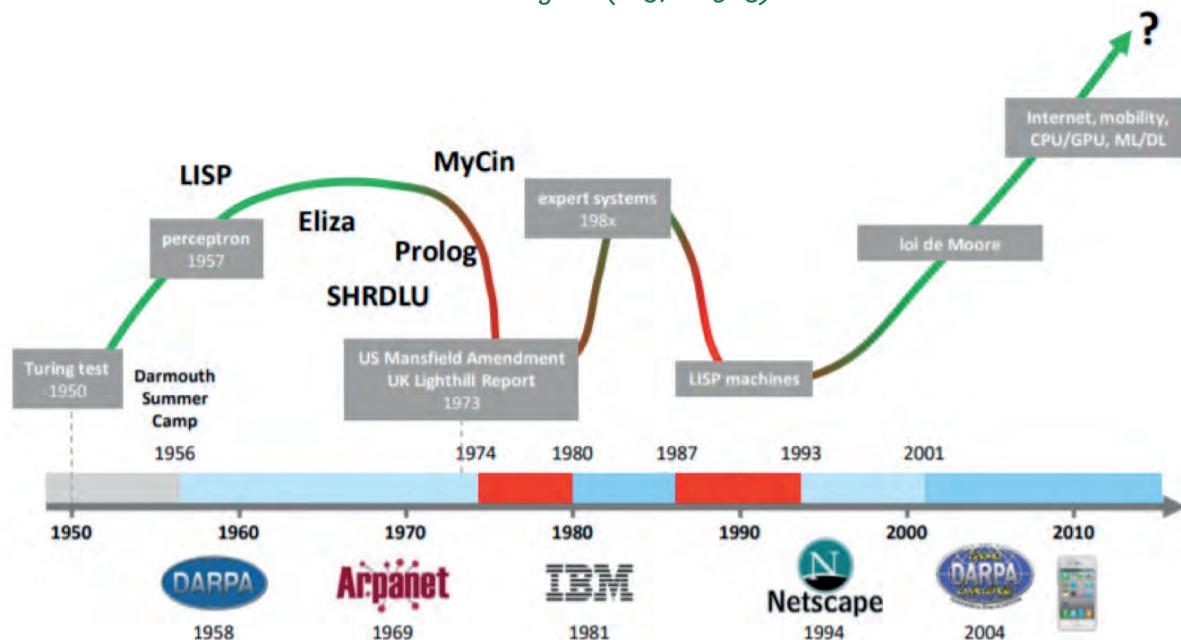
Par Pierre Pleven

Télécom Paris a développé une expertise unique dans les sujets de pointe, que sont le « Big Data » et l’Intelligence Artificielle. Initiée dès 2010 par Stefan Clémenccon au sein du département de Eric Moulines. Télécom Paris propose aujourd’hui une large palette de programmes de formation capitalisant sur une activité de recherche avancée¹. Ces activités sont soutenues par la plateforme TeraLab² qui permet une expérimentation basée sur des données réelles.

La définition de l’intelligence a toujours été très polémique, déjà au 19^e siècle, les « savants » avaient du mal à se mettre d’accord sur une définition. Pas étonnant que les débats autour de l’intelligence artificielles fassent couler beaucoup d’encre. Dans cet article, nous

allons tenter d’apporter quelques éléments pour contribuer à mieux comprendre les défis et les opportunités de l’intelligence artificielle et de l’impact sur le secteur de la mobilité.

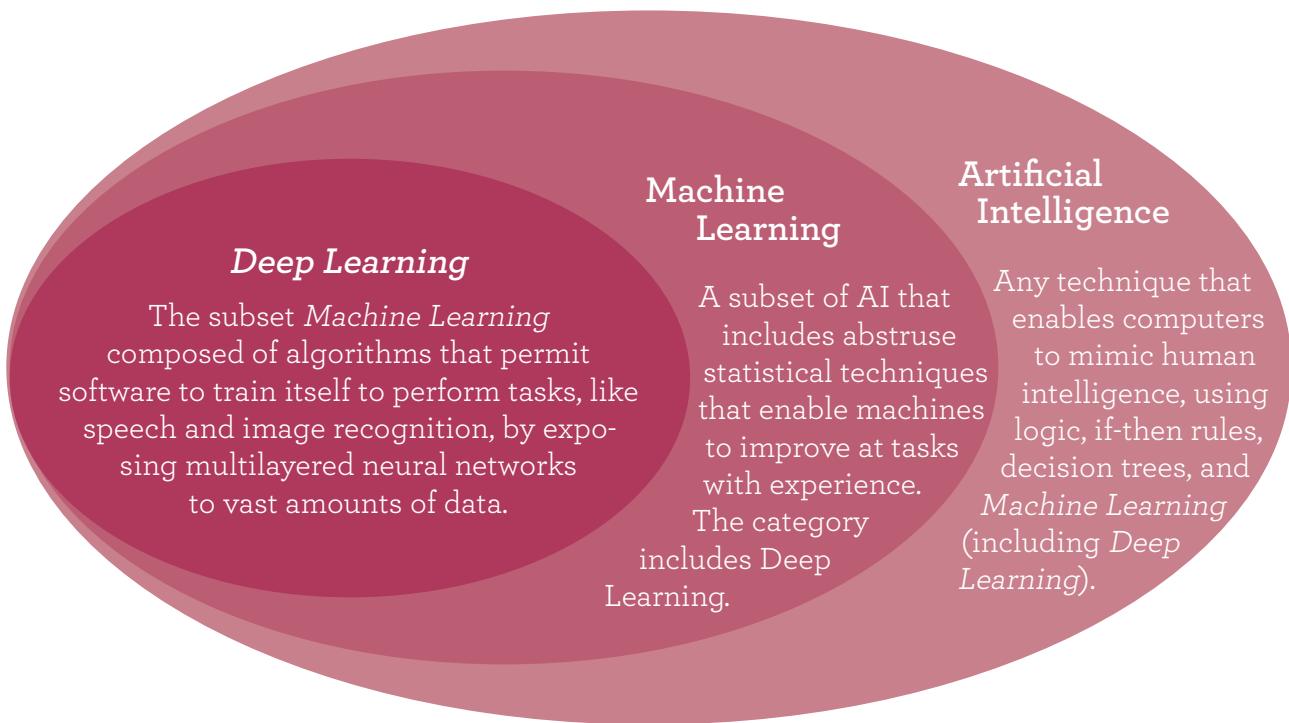
« Since no one Knows what is an "intelligence", we cannot speak about intelligence in animals, therefore I declare this meeting closed. »
N.V. Bugaev (1837 – 1903)



Les hauts et les bas de l’AI. Source Actuaries Digital

1/ https://www.telecom-paris.fr/fr/masteres-specialises/tous-les-ms?gclid=CjwKCAjw-ITqBRB7EiwAZ1c5U6SYfZpPffLIdMvr_WRko-hlD3f2qL57s2eNctbuBAWDqQUEyVstBBoCCyMQAvD_BwE

2/ https://twitter.com/TeraLab_DIH



Les grands domaines de L'IA. Source Wikipedia

IA - Une histoire ancienne

Depuis l'introduction du Test de Turing en 1950, le sujet a toujours été très présent dans les sphères recherche et innovation, avec des hauts et des bas.

Longtemps basée sur des règles logiques (*if-then rules*), une accélération s'est produite au début du 21^e siècle par l'apport de la statistique, nous allons essayer de comprendre pourquoi.

Un certain nombre de facteurs se sont combinés pour une avancée scientifique, technique et économique :

- Les progrès théoriques et pratiques constants dans le *Machine Learning*, les réseaux de neurones et le *Deep Learning*.
- L'augmentation de la puissance des ordinateurs qui a permis de diversifier la mise en œuvre de nombreuses méthodes jusqu'alors inaccessibles. Et en particulier, l'usage du *Machine Learning* pouvant exploiter la puissance des machines autant côté calcul que stockage et puis, plus récemment, les réseaux neuronaux et le *Deep Learning*.
- Des victoires médiatiques comme la victoire début 2016, de Google *DeepMind AlphaGo* au jeu de Go contre le champion du monde
- L'Internet grand public qui a créé de nouveaux besoins comme les moteurs de recherche et aussi permis le déploiement d'architectures massivement distribuées.

- La disponibilité de très gros volumes de données, via les usages de l'Internet et des mobiles, des objets connectés ou de la génomique, exploitables par différentes méthodes de *Machine Learning* et de *Deep Learning*.

- La culture de l'open source qui domine les outils de développement de solutions d'IA et les jeux de données suscités.

- Les nombreuses applications commerciales de l'IA mêlant le *Machine Learning*, les objets connectés, la mobilité et le Big Data. Avec des attentes fortes dans le marketing, le e-commerce, la finance et le vaste secteur de la santé.

IA - une valeur reconnue dans un grand nombre de secteurs

On peut citer les enjeux identifiés par la mission IA Canadienne vers une création de valeur socioéconomique rendus possible par l'adoption massive de l'IA :

- Santé durable, bien-être des personnes et santé animale. Dans quelle mesure les ressources et les outils numériques peuvent-ils permettre au patient de participer à l'élaboration de la solution médicale ?
- Nouveaux modèles d'affaires, industrie 4.0, travail, emploi et entreprenariat : Comment les nouvelles plateformes du numérique redéfinissent-elles les structures de l'entreprise, l'organisation ou la concep-

tion même du travail et les frontières de la relation d'emploi ?

- Éducation, formation, citoyenneté, familles, communautés et communautés autochtones : Comment les outils numériques et intelligents peuvent-ils contribuer à une éducation plus performante et rendre l'accès à l'éducation plus équitable ?
- Urbanisation 4.0, géospatiale, environnement, ressources naturelles ville intelligente et transport : L'IA peut-il contribuer à la transition des villes vers une mobilité plus intelligente et plus durable ?
- Société, arts, médias, communication, patrimoine, culture et diversité culturelle.
- Droit et cyberjustice ; sécurité, cybercriminalité, lutte contre la corruption.
- Éthique, gouvernance, démocratie et responsabilité sociale des organisations.
- Relations internationales, actions humanitaires et droits humains.

Parmi ces huit propositions nous allons revenir en détail sur la proposition n°4 dite Urbanisation 4.0 qui place l'IA au cœur des propositions pour une mobilité dans la ville plus douce, plus souple plus économique et surtout plus respectueuse de l'environnement

L'IA à Télécom Paris et à l'IMT : une contribution unique à la « DataScience » en France

La « *practice* » Big Data est apparue vers 2010 sous l'influence scientifique de Stefan Cléménçon, dont le responsable de département était Eric Moulines. Stefan crée dès 2013 la chaire « Machine Learning et Big Data ». Cette chaire a pour but de produire une recherche méthodologique répondant au défi que constitue l'analyse statistique des données massives et d'animer la formation dans ce domaine à Télécom Paris. Avec le soutien de la Fondation Mines-Télécom et le mécénat de cinq entreprises partenaires : BNP Paribas, Criteo, PSA Groupe, Safran et Valeo (qui l'a rejoint en juin 2017), elle a permis l'écriture de près de 400 publications dans des revues ou actes de conférences internationales avec comité de lecture, le finan-

cement de dix thèses de doctorat et d'une trentaine de stages, la formation en cinq ans de plus de 600 « data scientists », ingénieurs « Big Data » et de professionnels de la donnée. Isabelle Bloch et Florence D'Alché-Buc (1990) contribuent à ces travaux.

En parallèle Henri Verdier³, alors président de Cap Digital⁴, faisait la promotion de l'appel du PIA (Programme Investissement d'Avenir⁵) pour la plate-forme Big Data pour la recherche, l'innovation et l'enseignement. L'IMT se porte candidat et remporte l'appel à projet. Ce sera la naissance de TeraLab⁶. Depuis son ouverture, en 2014, la plateforme à soutenu plus de 60 projets « DataScience » avec des chercheurs, des étudiants, des PME et des industriels, sur des thématiques comme l'industrie du futur, la santé, la logistique, l'agriculture, l'énergie, l'e-gouvernement, la cybersécurité. À chaque fois, les acteurs ont pu avoir accès à des données réelles, toujours dans un mode précompétitif. Les compétences à disposition vont de la configuration d'infrastructure jusqu'au conseil, en passant par l'algorithmique, le Machine Learning, le Deep Learning, la data visualisation... TeraLab est, depuis 2016, labellisée « Silver i-Space », un label décerné par la « Big Data Value Association (BDVA) », gage de la qualité des services proposés à l'échelle continentale, à la fois sur les plans techniques et juridiques. TeraLab est la seule plateforme française labellisée « Silver i-space ». C'est aussi la plateforme d'expérimentation pour le projet H2020 AI4EU⁷. ■

L'AUTEUR



Au sein de ma société Pi-Org, mes 45 ans d'expérience en Informatique dans le monde industriel, ont permis des intervention de conseil auprès de grandes institutions comme l'IMT, Télécom ParisTech, des grandes entreprises, des PME et des startups. Une culture R&I me permet de trouver un langage commun avec les Entreprises, le monde de la Recherche et de l'Innovation ainsi que les Institutionnels (Région, Etats, Europe), sur des projets concret dans les domaines, IA et Big Data. J'interviens alors sur la mise en œuvre opérationnelle ainsi que sur l'engineering financier, depuis une investissement comme Business Angel jusqu'aux grands projets H2020, en passant par les solution bilatérales CIR, CII, Mécénat. Mes dernières interventions se situent dans le domaine Big Data et Intelligence Artificielle.

3/ https://en.wikipedia.org/wiki/Henri_Verdier

4/ <https://www.capdigital.com/>

5/ <https://www.gouvernement.fr/le-programme-d-investissements-d-avenir>

6/ <https://www.imt.fr/recherche-innovation/recherche/nos-partenariats/teralab/>

7/ <https://www.ai4eu.eu>

Les mues de l'école au gré des réformes des télécommunications

Par Louis-Aimé de Fouquières (1982)

Ces quarante dernières années ont vu la transformation de l'ENST, service de la Direction Générale des Télécommunications, en l'école de l'entreprenariat numérique.

De l'ENST à Télécom Paris

Quoiqu'une des plus jeunes parmi les grandes écoles d'ingénieur dans les années 1970, l'École Nationale Supérieure des Télécommunications (E.N.S.T.) avait guère changé ni de nom ni de statut depuis 1942, date de sa création par scission de l'E.N.S.P.T.T. (École Nationale Supérieure des Postes Télégraphes et Téléphones). Elle entre sous la tutelle directe de la Direction Générale des Télécommunications (D.G.T.) en 1971. En somme, il s'agit de l'instrument de formation du ministère des Postes et Télécommunications, sur le modèle d'écoles supérieures publiques rattachées à leurs ministères respectifs. Certes le développement des télécommunications des années 1970 voit la création de deux autres écoles, l'E.N.S.T. Bretagne et l'I.N.T. à Évry, mais celles-ci restent des structures administratives rattachées à la D.G.T.

Ce rattachement laisse une grande autonomie à l'école dans sa politique de marque et dans sa capacité à former des partenariats. Au cours des années 1980, elle prend pour la première fois le nom de Télécom Paris. En 1991, elle participe à la fondation de l'association qui deviendra plus tard ParisTech, établissement public regroupant les grandes écoles d'ingénieurs parisiennes et H.E.C. Ces évolutions ne modifient pas fondamentalement les débouchés de l'école. La Direction Générale des Télécommunications est le premier employeur des jeunes diplômés. Suivent les grands équipementiers électroniques publics (Alcatel, Thomson Csf...), dont les liens de partenariats avec la D.G.T. sont extrêmement étroits, puis le secteur informatique. La petite entreprise et la start-up sont guère représentées.

La déréglementation et ses impacts

Les évolutions réglementaires et économiques du secteur des télécommunications vont rapidement bouleverser ce paysage à partir de la fin des années 1990. Une première phase de déréglementation des télécommunications en Europe est provoquée par la promulgation du « Livre vert des télécommunications » par la Commission européenne en 1987. À l'époque, il ne s'agissait pas encore de libéraliser le marché de la téléphonie, mais de faire émerger des services « à valeur ajoutée » s'appuyant sur les services de télécommunications « de base », ceux qui seraient plus tard nommés les « services universels ».

Remettons-nous un instant dans le contexte de l'époque, en évoquant un exemple français : le réseau Télétel a commencé de se développer à partir de 1982. La Commission européenne espère favoriser l'émergence de services à valeur ajoutée semblables dans l'ensemble des États-membres. Mais chaque État défend son administration des télécommunications.

C'est de ce « Livre vert » qu'émergent les concepts clés qui bouleverront le paysage institutionnel des télécommunications :

- les activités réglementaires doivent être séparées de l'activité d'exploitation des réseaux de télécommunications ;
- seule l'offre d'infrastructure de réseau et le service de téléphonie peuvent être réservées à une administration ;

- l'offre d'autres services et de terminaux doit être libre, pour autant que ces services et terminaux sont conformes à des standards européens.

L'application du « Livre vert » à la France donnera lieu à l'apparition, dès 1988, du nom « France Télécom » pour désigner la Direction Générale des Télécommunications, et la création d'un établissement public à budget autonome en 1990. La Direction Générale des Postes et Télécommunications, une direction du ministère chargé de l'Industrie, prend en charge les activités réglementaires, séparément de France Télécom.

C'est vers 1995 que s'engage la deuxième phase de la déréglementation des télécommunications. Il ne s'agit plus seulement de protéger un monopole public d'infrastructures et de services de téléphonie, il s'agit de mettre à terme l'ensemble de ces activités dans le régime de concurrence de droit commun. Et c'est à l'occasion de cette deuxième phase qu'émergent les acteurs d'aujourd'hui :



- En 1996, France Télécom est transformée en société anonyme ; elle sera concurrencée sur ses marchés traditionnels par de nouveaux acteurs, dont la plupart seront assez éphémères, parmi lesquels Cégétel, S.F.R., Louis Dreyfus Communication, Complétel etc. ; après quelques péripéties marquées notamment par l'éclatement de la bulle Internet en 2000, France Télécom prendra définitivement le nom de Orange en 2013.

- En devenant société anonyme, France Télécom se sépare des écoles de télécommunications. Celles-ci sont regroupées au sein du Groupe des Écoles de Télécommunications (G.E.T.), l'ancêtre de l'Institut Mines-Télécom.

- La régulation du secteur des télécommunications est transférée à une autorité indépendante, l'Autorité de Régulation des Télécommunications (A.R.T.), gouvernée par un collège de personnalités désignées par le Président de la République, le Président de l'Assemblée Nationale et le Président du Sénat.

L'A.R.T. se transformera en Autorité de Régulation des communications électroniques et des postes (ARCEP) en 2005, alors que son autorité s'étend au secteur des activités postales, lui aussi libéralisé.

Alors que notre école quittait le giron de France Télécom pour entrer dans le G.E.T., elle s'engagea, sous la direction de Marc Peyrade (1973), dans l'appui aux ingénieurs-entrepreneurs, en créant dès 1999 l'un des premiers incubateurs d'école d'ingénieurs. Cet incubateur allait devenir ParisTech Entrepreneurs.

Quel chemin parcouru, entre l'entité de formation d'une direction administrative et une école arborant comme devise « Entreprendre dans un monde numérique » ! Seuls les locaux n'avaient pas changé au cours de cette révolution. C'est maintenant chose faite en arrivant à Palaiseau et en effectuant son deuxième déménagement depuis sa création en 1878. ■

L'AUTEUR



Louis-Aimé de Fouquières (1982) commence sa carrière comme ingénieur en systèmes de communication mobile, puis devient consultant en organisation auprès des administrations et des établissements publics. Parallèlement, il assure successivement plusieurs fonctions comme administrateur de Télécom Paris Alumni.

Tout en développant de nouveaux outils de gestion du temps collectif, il continue de participer au comité de rédaction de la revue Télécom.

@louisdefouquier

www.calendriermilesien.org

Une licorne avant l'heure ?

1997 Naissance d'un nouvel opérateur de télécoms

Par Jean-Marie Metzler



Avant-propos

Cet article répond à la demande amicale d'un ancien de Télécom Paris à son collègue SNCF qui a vécu "intimement" de 1995 à 1997 avec la genèse, puis, les années suivantes, la croissance d'un nouvel opérateur télécom national.

Témoignage dû et reconnaissance à ceux - pionniers peut-on les appeler ! - qui, dès l'aube du projet ont accepté le défi de bâtir quelque chose de tout nouveau. Aventure managériale au sein d'une entreprise publique : identification d'une opportunité stratégique, choix et constitution de l'équipe de « conquête », mise en œuvre d'un projet industriel...

Libéralisation et Création de Valeur

L'ouverture à la concurrence des monopoles naturels de réseaux, pour la plupart publics et réglementés en Europe, forgera, dans le mitan de la décennie 90, le cadre de cette... "Saga".

La dérégulation trouve ses racines début des années 70 aux USA dans le domaine aérien, fondée sur cette philosophie de concurrence réputée capable, expression parfois -valise-, de "créer de la valeur" pour les consommateurs, les usagers et les actionnaires.

Les Autorités européennes s'en emparèrent à la fin des années 80, entre autres dans le secteur aérien pour les vols domestiques. C'est à ce titre que de nouvelles dessertes aériennes furent accordées en France à un opérateur nouveau, Nouvelles Frontières, telle la ligne Paris-Limoges qui se trouva en compétition avec Air Inter et avec ce train SNCF phare, le "Capitole" Paris - Limoges - Toulouse !).

Le concept se révélera riche de fruits.

SNCF, Voyageurs et Télécoms

SNCF avait identifié dès 1987 ce mouvement stratégique, en prenant prospectivement pour son activité Voyageurs la décision de bouleverser le mode de

distribution des billets et pour les grandes lignes son système de prix. Quatre lignes TGV nouvelles allaient être construites en sept ans en France, le Tunnel sous la Manche et la liaison Benelux ouverts, faisant anticiper une vive croissance des volumes et très probablement une concurrence intermodale accrue.

Hommage aux techniques des télécommunications et de l'informatique, deux révolutions technologiques ont permis ces bouleversements stratégiques et marketing de l'offre :

- Un protocole nouveau (TPF d'IBM, celui des systèmes de réservation aériens - GDS) permettant de décupler, jusqu'à mille par seconde, les messages électroniques de réservation,
- Des machines à base de PCs connectées en réseau pour les guichets et automates de vente en gare, et ceci avant même de pouvoir bénéficier de l'explosion de l'Internet public.

A noter que les concepteurs de cette rénovation profonde, mise en place en 1994 - non sans quelques maux techniques de jeunesse, il faut l'avouer - avaient permis de mesurer l'importance.. d'un réseau de Télécommunications performant.

Le chemin de fer et les autres entreprises de réseau

L'ouverture à la concurrence ferroviaire intra modale a pourtant été très prudente, pour des raisons qui ne sont d'ailleurs pas que sociales. Elle ne prendra par la suite une forme stabilisée que grâce à la récente loi, dite "Nouveau Pacte Ferroviaire", votée en juin 2018.

Dans les Télécoms en revanche, la Directive européenne sur la libéralisation des services et sa traduction dans la loi française avaient entraîné dès 1996 le changement de statut de France Télécom et la mise en place en 1997 d'une Autorité de Régulation des Télécommunications (ART), ouvrant ainsi le bal de la libéralisation des services. Les Télécommunications auront en quelque sorte servi de laboratoire.

La décennie 2000 connaîtra ensuite, simultanément ou presque :

- La loi de régulation des activités postales (2005), l'ART étant devenue l'ARCEP à cette occasion, puis le changement de statut de la Poste (2010),
- La libéralisation des marchés du gaz et de l'électricité de 1999 à 2007, et la réorganisation corrélative du secteur de l'énergie. La création en 2000 de l'autorité indépendante Commission de Régulation de l'Électricité (CRE), aux missions étendues au Gaz en 2003, sous le nom de Commission de Régulation de l'Énergie...

Exploration et décisions

En 1994 la direction de SNCF avait donc envisagé d'étudier comment faire jouer à cette dernière un rôle dans le jeu d'acteurs de télécommunications qui se mettait en place.

SNCF disposait d'une expérience certaine de construction et d'exploitation d'un réseau télécoms privatif voix et données, de l'avantage singulier de gérer une infrastructure linéaire, nationale, continue par nature. Elle avait commencé à numériser ses services et déployé, pour ses besoins propres, quelques milliers de kilomètres de fibres optiques.

Ce triple avantage, dûment documenté par un des grands cabinets de Conseil du marché, fit prendre en 1994 au Président Bergougnoix la décision de confier à une équipe interne SNCF la menée à bien de la valorisation des actifs télécoms de l'entreprise publique.

Le positionnement de l'entité à créer n'était à ce stade aucunement figé : opérateur de réseau sûrement (fourniture de capacités de transport... ici d'informations !), offre de services voix et données sans doute, dont SNCF avait, comme dit à l'instant, quelque compétence, au moins pour l'activité de services aux entreprises.

"L'équipage de conquête"

Équipe de préfiguration, composée essentiellement d'une demi-douzaine de cadres, d'origine SNCF dont l'expérience technique pouvait apporter beaucoup, ou bien appelés de l'extérieur de SNCF pour leur expérience financière ou marketing.

La tâche de ce groupe fut par bonheur facilitée par l'appui indéfectible des pouvoirs publics à toute solution permettant d'introduire, via des acteurs nouveaux décidés à investir, une concurrence - régulée - à l'opérateur historique. Le rôle de la Direction des Postes et Télécommunications (DGPT) du Ministère des Télécommunications se révéla ici essentiel.

- Une des questions-clefs posée dès le départ à la direction générale de SNCF par la direction du projet concerna la perspective jugée quasi nécessaire - presque une condition sine qua non - de donner un statut de filiale à l'entité qui allait mettre en œuvre l'opération.

Ce qui n'allait pas du tout de soi dans le contexte social et politique du moment et provoqua des débats internes parfois houleux¹. La promotion au sein de l'entreprise de cette nécessité requit d'ailleurs un soutien personnel continu des trois Présidents successifs de SNCF de 1994 à 1997. La direction de projet veilla aux « passages de relais », les mandats des deux premiers ayant été successivement brusquement interrompus, le premier après les événements sociaux de fin 1995, le second pour raisons judiciaires étrangères à SNCF.

Voir SNCF participer à la construction d'une concurrence à l'opérateur public France Télécom n'était pas non plus admis de tous les acteurs de son environnement.

- L'équipe devait dans ces conditions s'assurer impérativement de deux compétences :
- **Juridique** : l'activité visée d'opérateur de télécoms relevait évidemment de nouvelles règles de régulation et de concurrence nationales et européennes Un cabinet juridique intervenu précédemment avec succès dans le règlement d'un délicat grief de concurrence posé aux chemins de fer européens par la Commission européenne, fut appelé en appui.
- **Ressources humaines** : un projet de développement de cette ampleur se devait par éthique managériale d'être présenté très soigneusement aux cheminots tout en identifiant aussi les compétences nouvelles à réunir.

Outre juridique, la raison majeure pour établir une filiale était financière. Constituer un réseau fixe national supposait, l'étude préalable l'avait démontré, des investissements que le budget de SNCF n'avait pas la capacité de supporter (n'était-ce d'abord que par respect du principe de spécialisation d'une entreprise publique). C'est donc un partenariat stratégique qu'il fallait construire, à la fois financier et de compétences. L'apport simultané par SNCF de « droits réels » de passage sur les infrastructures ferroviaires (juridiquement une quasi-propriété), l'obtention de la part des pouvoirs publics de la licence d'opérateur de télécommunications en faveur de la filiale à créer, pèsèrent lourd dans le succès du montage.

- Le troisième pilier de l'équipe fut ainsi le directeur financier. C'est lui qui allait mener les négociations d'alliance, appuyées - chose nouvelle pour SNCF, par une banque d'affaires à envergure internationale, choisie par appel d'offres.
- Au cœur du plan d'affaires, les systèmes d'information en constituaient la clef. Les compétences nécessaires ont pu avec bonheur être trouvées au sein même de SNCF, montrant bien la pertinence de ce "spin off".

¹/ Le changement de statut de France Télécom au même moment ne fut pas non plus un fleuve toujours tranquille.

Le schéma de partenariat proposé

Il s'agissait bel et bien, en termes de schéma sociétal, d'un véritable "spin off" hors SNCF, pour employer un terme du métier de banque d'affaires : la filiale, qui prit le nom de Télécom Développement ou familièrement TD, avait donc obtenu des droits de passage sur les infrastructures SNCF aux fins d'établir un réseau national nouveau de fibres optiques, et droit d'usage des fibres optiques déjà mises en place par SNCF.

Pour mieux permettre à cette dernière de continuer à moderniser ses propres services de transmission, ce droit d'usage fut assorti d'un droit de « restitution » en sa faveur et à sa discrétion, capacité établie à un STM1 (155 Mbit/s) par câble optique, à raccorder gratuitement par Télécom Développement².

Le Président de SNCF, Louis Gallois, fixa un cadre strict à ses négociateurs : trouver d'une part les moyens de financer les investissements d'infrastructure télécoms - transmission de données et commutation voix, et s'assurer par ailleurs des compétences pour les commercialiser sur un marché concurrentiel, sans les exercer directement. Compétence marketing qui n'était évidemment pas au cœur de l'expertise de SNCF.

Schéma et Gouvernance

Les schémas présentés aux candidats avec l'aide de la banque d'affaires choisie prévoient ainsi, comme l'avaient décrit les études amont préliminaires, une structure à trois entités :

- Télécom développement (TD) structure de tête, à laquelle les pouvoirs publics avaient accordé a priori la licence d'opérateur téléphonique, dans laquelle SNCF aurait la majorité, fournisseur en gros (« whole sale ») de liaisons louées et de minutes de voix,

- Et participation minoritaire dans deux sociétés de commercialisation à destination des particuliers et des entreprises, aux noms de « code » respectifs TDS et TDE.

La gouvernance proposée : Conseil de Surveillance / Directoire, permettait de bien séparer les responsabilités d'actionnaires de celle du management de TD.

Le lancement de l'appel d'offres eut lieu à mi 1996, les négociations furent "entrelacées", et rendues même très "vivantes", par de multiples évènements extérieurs (agitations sociales autour des libéralisations en général, création de Réseau Ferré de France auquel certains auraient voulu rattacher TD, changements de Présidents de SNCF...).

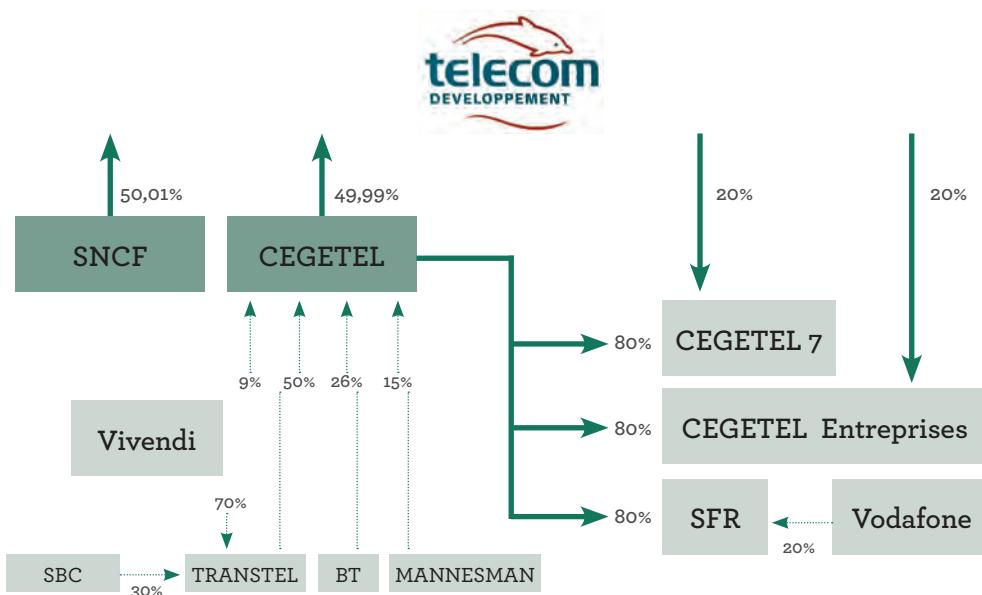
Certains arbitrages intercurrents indispensables durent être rendus à haut niveau des pouvoirs publics sollicités. L'appui de la DGPT du Ministère des Télécommunications fut encore déterminant.

Les premiers pas dans la "vraie vie"

Après deux tours de négociations, le Groupe Générale des Eaux (CGE), à la tête d'un conglomérat international, incluant British Télécom, l'allemand Mannesman, et l'américain Southern Bell Company (SBC)³ fut finalement choisi en février 1997 comme partenaire stratégique de SNCF.

La garantie de CGE de l'appel à Télécom Développement pour les liaisons de transmission nécessaires au réseau mobile de sa filiale SFR joua un rôle notable dans ce choix.

TD, à majorité SNCF, est actionnaire à hauteur de 20% dans les entités de commercialisation, dénommées désormais Cegetel le 7 et Cegetel entreprises (Schéma ci-dessous).



Capital TD à la fin de l'année 1999

2/ La modestie apparente de ce chiffre ne fait qu'illustrer la montée extraordinaire des besoins en débits télécoms maintenant avérés, du grand public et des entreprises. La révolution Internet est passée par là.

3/ « Baby Bell » fruit du démantèlement du géant ATT par le régulateur américain !....

La croissance fut portée par le marché : le réseau se déploya très vite, le premier appel voix via le 7 (le préfixe attribué à Télécom développement) fut passé début février 1998. A fin 2000, TD affichait un chiffre d'affaires de deux miliards de Francs (la 100^e entreprise française !), avait posé 19000 km de câble à fibre optique, constitué 45 anneaux de transmission SDH, installé huit autocommutateurs de type E10 Alcatel écoulant deux milliards de minutes cette année-là⁴. L'entreprise TD, qui comptait environ 250 salariés à cette même date, avait réussi le mariage de deux cultures, privée et publique, ses cadres provenant désormais à la fois de SNCF et naturellement en nombre croissant du Groupe Vivendi ou simplement du marché du travail. Les accords d'actionnaires avaient prévu la répartition des quatre postes du Directoire, le Président de celui-ci étant choisi d'entente entre les deux actionnaires. Le système fonctionna sans accroc significatif.

Le défi de la qualité du réseau, face à France Télécom - reconnu sur ce point, n'était pas mince, mais fut tenu grâce à un management rigoureux et la motivation des équipes à le relever. Il faut sans nul doute rendre ici un hommage particulier, au Président lui-même du Directoire de Télécom Développement, Charles Rozmaryn (1968), qui a mis son immense expérience au service de cet objectif.

La révolution Internet, montée en puissance du protocole IP – Fin de Partie pour SNCF

La révolution Internet a sur ces entrefaites poussé la demande de raccordement haut débit des particuliers (ADSL).

L'ART imposa fin 2000 à l'opérateur historique de donner accès à sa boucle locale cuivre dans les nœuds de raccordement d'abonné (NRA). Les fournisseurs d'accès (FAI) purent installer leurs équipements dits DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*). Installation confiée à TD, la discussion avec Cegetel sur ce point fut cependant assez rude.

La téléphonie mobile puis fixe migrait vers la voix sur protocole IP. Remettant en question l'architecture et la technologie des services de transport demandés par SFR, et marquant la fin d'un cycle technique (fondé sur le multiplexage TDM) dans les commutateurs téléphoniques de voix.

Les économies significatives de coût permises par le protocole IP - dont la fiabilité et surtout la qualité s'améliorent par ailleurs, en particulier pour la voix - rendent enfin plus âpre la lutte entre opérateurs, le consommateur est désormais prêt à arbitrer - jusqu'à un certain point - la qualité en faveur de la réduction de son prix d'achat de services.

En 2003, SNCF décide de négocier l'abandon de son contrôle sur TD, qui fusionne avec Cegetel. L'ensemble

« pèse » alors 1,3 milliard € en CA, compte 2000 salariés, son réseau de 21000 km de fibres écoule 40 milliards de minutes voix, sert 3,7 millions de clients et 20 000 entreprises.

La consolidation économique des opérateurs fixes, inhérente à tout processus de libéralisation, violente à certains égards se produira alors entre 2005 et 2008. SNCF sort du jeu. SFR Cegetel sous le nom de SFR devient le 1^{er} opérateur global alternatif présent en Europe à la fois dans le fixe et le mobile.

En guise de conclusion : fiertés légitimes, modestie lucide

Fierté pour SNCF d'avoir su saisir l'opportunité d'un marché en croissance pour brillamment valoriser des actifs publics, fierté d'une œuvre collective ayant, avec succès mais aussi bonheur somme toute, combiné cultures d'entreprises publique et privée.

Modestie lucide, car rien n'est jamais pérenne en technologie : les ruptures peuvent soit changer « dramatiquement » si l'on se permet cet anglicisme, d'échelle une situation (WDM et topologie du réseau), soit rompre ou rendre obsolète un écosystème industriel (protocole IP et autocommutateurs TDM).

Envie de dire alors aux ingénieurs de chercher sans cesse, avec passion, à maîtriser la technique, car, au fond, c'est elle qui crée la valeur.

Beaucoup de domaines industriels sont maintenant bouleversés par la révolution digitale. Garder les yeux ouverts, ne laisser personne s'endormir dans une fierté paresseuse, en cela réside peut-être - confidence finale - la manière de rendre le progrès utile. ■

Avec les concours de certains des acteurs de Télécom Développement - Cegetel, qui ont "convoqué" ici leur mémoire pour retracer cette aventure :
Denis Manteau, directeur du Réseau,
Didier Bissery (1977), directeur Financier
Robert Ammon, directeur des Services commutés
Françoise Pouliquen, directrice de la Transmission,
bien des autres encore auraient pu être mobilisés, ce texte est aussi hommage à leur égard.

L'AUTEUR



Jean-Marie Metzler est entré à SNCF en 1967.

- Ingénieur chargé du Programme de construction du matériel roulant TGV et de sa mise en service, de 1976 à 1981
- Directeur Général de la branche ferroviaire de Jeumont Schneider de 1983 à 1987
- Directeur Grandes Lignes (Voyageurs) SNCF de 1987 à 1994, période qui initia la mutation de la distribution des prestations voyageurs et de la tarification voyageurs de SNCF
- Chargé en 1994 du projet de valorisation des actifs Télécoms de SNCF,
- Directeur Général de Télécom Développement de 1997 à 2004

4/ Apogée "topologique" et matérielle maximale réseau ; l'irruption à partir des années 2000 des techniques de multiplexage optique (WDM et DWDM) va permettre de multiplier par plusieurs centaines la capacité d'un réseau de transmission, à infrastructures physiques constantes : une fibre passe d'une capacité de 2,5 Gb/s à l'aube des années 2000 à actuellement plusieurs térbith/s, avec des "bonds" sans régénération du signal de l'ordre du millier de kilomètres....

La formation continue dans les écoles des télécommunications

Par Pierre Baylet

La finalité première des écoles d'ingénieur est d'apporter aux étudiants et étudiantes sur plusieurs années une formation initiale solide et les connaissances fondamentales nécessaires à l'exercice du métier d'ingénieur tout au long de leur vie. Les jeunes diplômés ont donc un solide bagage à la sortie de l'école. Mais ce bagage est le reflet du niveau technologique existant pendant leur scolarité et l'environnement scientifique change vite. C'est pour cela que toutes les écoles d'ingénieur ont développé une activité de formation continue pour permettre une actualisation permanente des compétences des diplômés à l'évolution des techniques.

Un peu d'histoire

Dès la fin du XIX^e siècle, ce qui constituait les ancêtres de la fonction formation au sein de ce qui était alors le ministère en charge des PTT avait développé des formations professionnelles plutôt orientées ouvriers et apprentis. Diverses réformes, notamment en 1941 (création de la DGT) en 1942 (création du service d'enseignement) et en 1971 la séparation des formations scientifiques et des formations administratives ont permis une identification nette de l'activité de formation continue

Cette activité qui était gérée par l'association des anciens élèves est transférée à l'École en 1969. L'Association a jugé à cette époque que ce n'était pas dans son rôle de réaliser cette activité. Elle a estimé préférable de confier cette fonction commerciale à l'École compte tenu de l'ampleur des besoins et des compétences. On peut encore s'interroger sur la pertinence du transfert de cette activité qui était rentable.

La naissance d'un service de la formation continue

C'est à partir des années 70 qu'une activité significative se développe pour trois raisons principales :

Sur le plan économique la fin des années 70 et le début des années 80 ont vu l'explosion du développement des télécommunications, enfin reconnues comme essen-

tielles au développement du pays grâce aux considérables efforts financiers de l'Etat et de la puissante DGT. C'est, en effet, à cette époque que pour corriger la pénurie constatée et le retard considérable de l'équipement de la France en téléphone et en infrastructures performantes l'Etat lance en 1975 un vaste « plan de rattrapage du téléphone ». C'est l'époque où l'objectif principal est de multiplier les lignes principales avec un indicateur clé le « DELTA LP » qui mesure l'augmentation du nombre de lignes téléphoniques installés. Cet objectif s'est traduit par la création, dans les années 75, de plus d'un million de lignes par an, voire plus de deux millions certaines années. En 1975, la France comptait six millions de lignes, puis 12 millions en 1980 et 25 millions en 1985. Pour chaque million de lignes nouvelles installées, un jour de congé supplémentaire était attribué à chaque salarié.

Sur le plan technique des bouleversements technologiques se produisent avec la numérisation des transmissions, les nouveaux systèmes de commutation (commutation temporelle en 1977), les débuts de la fibre optique, le déploiement des réseaux de données (Transpac en 1978), les débuts de la télématique. Ces ruptures technologiques ont considérablement modifié les besoins de formation.

Parallèlement à la croissance des infrastructures, l'industrie française des télécommunications a connu son âge d'or. Il fallait développer et produire les équipements et matériels nécessaires à l'aménagement du réseau. À côté des filiales du groupe américain ITT,

une industrie nationale se développe dans le cadre d'une politique industrielle autour de la filière électronique Alcatel, Thomson, Câbles de Lyon, TRT (filiale de Philips) qui tournaient à plein régime.

Cette période qui cumule extension du réseau, ruptures technologiques et développement de l'industrie entraîne de forts besoins de formation. C'est dans ce contexte qu'un service spécifique de formation continue a été mis en place au sein de l'École. Alors que le nombre de stagiaires s'élève à 1000 en 1977, ils sont plus de 3200 dans les années 1995, dont une part croissante de stagiaires venant des entreprises industrielles. Cette activité était très liée aux enseignants de l'école qui pouvaient y affecter des enseignements spécialisés dans les formations.

Le développement fulgurant des années 90

Pour faire face à ces besoins de compétences, il fallut augmenter le nombre d'ingénieurs diplômés et renforcer le service de formation continue de l'École. Sur ce dernier point, le recours aux enseignants de l'École se développa, mais ceux-ci avaient déjà des charges importantes et prioritaires pour la formation des ingénieurs, sans compter leurs propres travaux de recherche. Il fallait donc arbitrer et faire admettre aux enseignants l'importance de leur contribution à la formation continue, ce qui ne fut pas tâche facile.

Heureusement, la proximité organisationnelle de l'École avec la puissance du CNET et de ses milliers d'ingénieurs auxquels le service de formation continue de l'École pouvait facilement faire appel (au moins jusqu'à l'arrivée d'opérateurs concurrents) permit de constituer une force de frappe considérable. Et cela, d'autant plus que les ingénieurs du CNET étaient souvent les créateurs et les inventeurs de ces nouvelles technologies et souvent les seuls à pouvoir les enseigner. Ainsi, pour les protocoles du GSM, les réseaux de données, la fibre optique, la plupart des ingénieurs alors en activité dans ces domaines (à France Télécom ou dans les entreprises du secteur) ont participé à un de ces séminaires. Il fallut aussi les démultiplier à Paris (ou à Lannion pour les réseaux de fibre optiques) et ils ont fait l'objet de très nombreuses éditions pour réduire les files d'attente et répondre à la demande notamment celle des industriels.

La diversification des domaines

À l'origine très orientée « Télécom et réseaux », les champs de compétence de l'activité se sont rapidement élargis à l'ensemble des technologies numériques liées à l'informatique et à la communication. Ainsi le catalogue 1992 fait état de domaines variés : signal et images, réseaux d'entreprises, systèmes mobiles, protocoles de communication, langages et systèmes informatiques, sécurité, communications mobiles. Ces

programmes sont naturellement en constante évolution avec près de 25 % de renouvellement complet chaque année.

La diversification des types de formations

À l'origine, les formations étaient généralement réalisées sous la forme de séminaires courts de quelques jours à une semaine. Avec la complexité croissante des matières, des programmes plus longs ont été développés s'étalant sur plusieurs semaines. Parallèlement, les modalités d'enseignement ont considérablement évolué. Dès les années 70, l'École proposait des programmes totalement ou partiellement à distance dans l'esprit de ce que l'on appelait alors des « nouvelles technologies » de l'enseignement. ■

L'AUTEUR



Pierre Baylet est actuellement

- Expert auprès de la Commission du Titre d'ingénieur (CTI) en charge de missions d'audit pour l'habilitation des formations.
 - Expert auprès du Haut Conseil d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (HCERES), en charge de missions d'audit sur la gouvernance des établissements d'enseignement supérieur
 - Président du Conseil d'école de Télécom Nancy (École d'ingénieurs de l'Université de Nancy)
 - Membre de Pascaline, association pour la promotion de la formation à l'informatique.
- Pierre Baylet est diplômé de l'institut d'études politiques de Toulouse et a une Maîtrise de droit.

TÉLÉCOM ÉVOLUTION EN QUELQUES CHIFFRES



- **2000 professionnels** formés chaque année
- **600 enseignants-chercheurs**
- **un millier d'experts** venant de l'industrie et des centres de recherche
- **un catalogue** d'environ **150 formations**
- **9 domaines d'expertise**

Brève historique de Télécom Évolution

Par Geneviève Metz (I982)

Une initiative tripartite

La multiplication, depuis le début des années 2000, d'acteurs privés sur le marché de la formation continue a naturellement conduit les écoles des Télécoms à renforcer leur modèle en structurant une offre à destination des professionnels allant d'un format de quelques jours à des cycles certifiants et diplômants, mais également en développant de nouvelles thématiques de formation et en s'adressant à des secteurs (collectivités territoriales, défense, transport) portés par la transformation numérique.

Un nouveau projet d'unification des formations continues de Télécom Bretagne, Télécom ParisTech et Télécom SudParis voit le jour en 2010 et aboutira en 2014 à une fusion des offres et la naissance d'une nouvelle marque, Télécom Évolution, dédiée à la formation aux sciences et technologies du numérique tout au long de la vie.

Lancement de Télécom Évolution

Nourrie par les apports des Enseignants-chercheurs des trois écoles et des représentants d'entreprises spécialistes, Télécom Évolution publie sa première offre commune de formation continue en 2015 autour de 11 domaines et lance son site Internet.

Réparti sur les sites de Brest, Evry, Rennes et Paris 14^e, le personnel de Télécom Évolution s'organise autour d'un pôle dédié au déploiement des formations, un pôle commercial Grands Comptes ainsi que des ressources en ingénierie pédagogique, administrative et marketing. Rapidement, un troisième pôle est créé afin de répondre aux besoins grandissants de formations sur le thème du Big Data et de l'intelligence artificielle.

Au cœur des réformes de la formation professionnelle

Dans le contexte des différentes réformes de la formation professionnelle qui se sont succédées, Télécom Évolution continue d'innover en proposant de nouvelles méthodes pédagogiques telles que le e-learning et plus récemment le *blended learning* (ou hybride)

dation) permettant d'associer les atouts de périodes d'échanges en présentiel et l'apprentissage à distance, au gré des disponibilités de l'apprenant.

Annoncée au printemps 2018, la dernière réforme opère des changements importants en mettant au centre des attentes l'approche par compétences et une plus grande autonomie de l'apprenant dans le choix de sa formation.

De la formation au parcours apprenant

Cette montée en puissance de l'accompagnement des organisations et des professionnels s'appuie sur différents temps forts pour Télécom Évolution comme la certification qualité Datadock et la mise en place d'un pôle dédié aux clients particuliers en 2018.

S'adaptant aux contraintes organisationnelles, la formation professionnelle se tourne désormais vers de nouveaux modèles de formation, au cœur de la vie des entreprises, et permettant un suivi jalonné jusqu'à la reconnaissance des compétences acquises. Télécom Évolution sera au rendez-vous de ces nouvelles innovations pédagogiques dans les années à venir.

A compter de novembre 2019, c'est dans de nouveaux locaux situés au 2 Villa Thoréton, Paris 15^e que la suite de cette histoire s'écrira avec une ambition unique : mettre l'excellence académique des trois premières grandes écoles du numérique au service des organisations publiques et privées. ■

L'AUTEUR



Geneviève Metz, diplômée de Télécom Paris (I982), travaille dans le domaine de la formation continue depuis plus de 25 ans. Formatrice réseaux en début de carrière, elle a occupé ensuite différents postes de responsable formation continue dans des entreprises privées du numérique : entreprises de services et éditeurs de Logiciel. Elle a été Directrice EMEA (Europe Middle East and Africa) de Genesys University de 2003 à 2014. Elle est depuis Octobre 2015, directrice de Télécom Evolution, l'organisme de Formation Continue de IMT Atlantique, Télécom Paris et Télécom SudParis.

40 ans de Bureau Carrières

Par Pierre Baylet

Le Bureau Carrières de Télécom Paris alumni est un service qui a vocation à aider les jeunes diplômés dans la recherche de leur premier emploi. Il intervient aussi auprès des ingénieurs confirmés qui ont des choix à faire dans leur évolution professionnelle. Il a été créé par Roger Courtois (1966), en 1980, époque où les débouchés étaient déjà très importants mais les jeunes diplômés n'avaient qu'une connaissance approximative des métiers possibles. La recherche, le déploiement des réseaux et de la conception des systèmes informatiques constituaient le gros des débouchés. Les diplômés pouvaient exercer des activités diverses dans les secteurs qui recrutaient mais qui, en général, étaient peu connus par eux (consultant, commercial, chef de projet, etc.).



C'est pour élargir et diversifier la liste des métiers accessibles que le Bureau Carrières a développé des conférences sur les métiers, des rencontres avec des industriels et des relations avec leurs responsables du recrutement.

Ayant repris le poste, en 1982, j'ai prolongé et élargi ces activités d'autant plus que la croissance fulgurante du domaine télécom dans ces années avait nécessité un fort accroissement du nombre d'ingénieurs diplômés.

Les taux de placement étaient très élevés, la plupart des diplômés obtenant un contrat AVANT même l'obtention de leur diplôme. Le problème n'était pas de trouver des emplois, mais de convaincre les recruteurs de proposer des postes pertinents et d'encourager les diplômés à élargir leurs choix professionnels. Pour quelques centaines de diplômés, le Bureau Carrière recevait des milliers d'offres.

En 1986, j'ai lancé pour le compte de la Conférence des Grandes Écoles une enquête pour mieux connaître les conditions d'emploi des trois plus récentes promotions. Cette enquête désormais intitulée « Insertion Jeunes diplômés » a eu un grand succès puisque presque toutes les écoles d'ingénieur et de gestion ont répondu. Cette enquête s'est pérennisée jusqu'en 2019, elle est encore réalisée et constitue une référence annuelle.



Parallèlement, pour mieux connaître les profils des jeunes diplômés et leurs perspectives de carrière, j'ai mis en place un observatoire des métiers pour faire des études et des enquêtes à la fois pour connaître la réalité des conditions d'emploi et la diversité et les perspectives à moyen terme.

Le Bureau Carrières continue aujourd'hui son soutien aux alumni avec des entretiens carrières, des conseils pour CV, des ateliers et événements pour améliorer l'efficacité de leurs recherches.

La situation actuelle est toujours très favorable, en termes de délai d'embauche, de responsabilités proposées, de niveau de rémunération. L'avenir est donc tout à fait serein. ■

LE BUREAU CARRIÈRE AUJOURD'HUI

Le Bureau Carrières est réseau, un soutien et des services pour vous accompagner tout au long de votre parcours professionnel.

Pour mieux vous épauler, le Bureau Carrières vous propose de nouveaux services, en partenariat avec Inter-Mines, dont l'offre s'enrichit tout au long de l'année.

Des services gratuits sont réservés exclusivement aux alumni cotisants, par exemple l'entretien carrières. Les événements payants et ouverts à tous ont un tarif préférentiel pour les alumni cotisants. Vous pouvez retrouver l'agenda et les services carrière sur le site de l'association.

<https://www.telecom-paris-alumni.fr>

Les évolutions des métiers des Télécom à travers les enquêtes premier emploi

Par Michel Cochet (1973)

Depuis le début des années 80, avec la reprise du Bureau Carrières de l'Association par Roger Courtois en 1977 puis par Pierre Baylet en 1980 la revue a publié des enquêtes « premier emploi ». Cette tradition s'est perpétuée jusqu'à ce jour et l'Association continuera en liaison avec l'École cette action essentielle parmi les services à fournir aux élèves et aux jeunes diplômés.

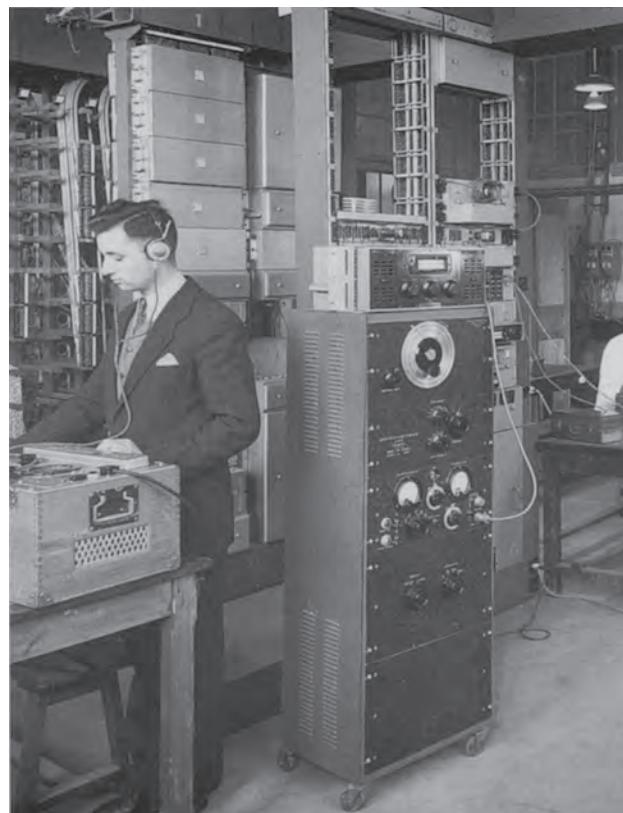
Dès les années 80, la mutation apparaît

À la fin des années 70 (enquête 81), les Télécoms sont essentiellement des concepteurs de systèmes (22%), des analystes (12,5%) et des chercheurs (11,8%). Ils travaillent principalement dans le domaine des télécommunications (25%), dans les domaines de conception de systèmes informatiques et de Génie Logiciel (21%) et dans le secteur de l'électronique (19%).

Les qualités appréciées chez le Télécom sont : autonomie, dynamisme, capacité d'adaptation, aisance dans l'expression orale et écrite, capacité à s'intégrer facilement en plus des solides connaissances techniques. En 1986, René Colletti (Sema Group) au vu de la mutation profonde au niveau technique en cours annonce, au sein des SSII et dans les entreprises, une évolution vers des nouveaux métiers tels que : Stratèges, architectes, tacticiens, animateurs, formateurs, experts et développeurs.

Les années 90 voient une transformation importante des métiers

Le début des années 90 (enquête 91) voit une modification du marché de l'emploi : les Ingénieurs d'étude (40%), les Ingénieurs Logiciel (14%) et les chercheurs (12%) dominent le marché dans les domaines d'activité qui sont encore en priorité le secteur des Télécoms (21%) de l'informatique (17%) et de l'Électronique (14%).



En majorité, tous les Ingénieurs sont satisfaits par leur premier emploi et considèrent la formation de l'École bien adaptée (environ 60%). Le ralentissement du marché de l'emploi qui apparaît vers le milieu des années 90 n'est pas réellement catastrophique, mais il entraîne une augmentation de la concurrence pour les postes disponibles.

trophique pour les Télécoms même si le marché du premier emploi est perçu comme plus tendu.

Côté évolution des métiers sur la période, un guide des métiers paru fin 1998 fait apparaître à côté des métiers traditionnels l'émergence de nouveaux métiers que sont : les ingénieurs Réseaux, les consultants en organisation, les consultants internet, les architectes réseaux que ce soit chez les opérateurs télécom, les constructeurs du domaine des télécoms, leurs clients et dans les SSII.

Avec le tournant du siècle, de nouveaux métiers sont confirmés

La nouvelle définition des métiers faite en 2000 a été confirmée par les enquêtes de 2001 puis de 2002. Les métiers du conseil séduisent de plus en plus les jeunes diplômés et si la diffusion se fait dans tous les secteurs d'activité, les métiers exercés sont encore principalement en relation avec les télécoms et avec l'informatique.

Les activités d'études et de développement informatiques sont maintenant en tête (30%) suivies par le conseil (24%), les études et développements en Électronique et Télécoms (17%) ; le commercial et le management ne représentant que 14%, l'architecture des réseaux et la recherche plongeant respectivement à 8% et 5%. Seulement 2% se risquent à créer une entreprise (start-up dans la langage actuel) alors que l'incubateur vient de se créer !

Les cabinets de conseil se maintiennent en tête (21%) suivis par les SSII (14%) talonnées par l'industrie des Télécoms (13%) devant les opérateurs Télécoms (11%), le secteur électronique (10%) et les éditeurs de logiciel (9%). En 2005, l'enquête révèle une diminution des effets de la crise mais une augmentation des poursuites d'étude dont la moitié en doctorants. Parmi les employeurs, les cabinets de conseil sont toujours en tête (27%) suivis par les SSII (19%) puis encore par les opérateurs de Télécoms (14%) avec une apparition à égalité des Banques/assurances avec les éditeurs de logiciel et l'industrie dans son ensemble (7% chacun !) pour des métiers qui sont d'abord le conseil (33%), commercial et management (31%) suivis par les études et le développement informatique (21%) donc encore des métiers à fort contenu technique.

La diffusion des métiers dans toutes les couches de la société fait maintenant que les Télécoms se retrouvent aussi, en suivant ce mouvement, dans tous les secteurs de l'activité économique et sociale.

Les Télécoms sont plébiscités en 2011

L'enquête publiée en 2011 fait apparaître les métiers du conseil (29%) en tête suivis par les métiers dans l'informatique (23%) puis le commercial et management (16%) suivi par la finance (8%).

Sans surprise, le secteur du conseil arrive de nouveau en tête (27%) suivi par le secteur des opérateurs de Télécoms (10%) et le secteur des SSII (10%) en baisse

sensible mais encore devant le secteur de la banques et des assurances qui se maintient bien (8%).

Les salaires s'établissent à un niveau de 41000 € brut en France en moyenne ce qui montre la vitalité des formations dispensées à l'École la plaçant dans les cinq meilleures écoles françaises pour ce critère.

Et maintenant

La tendance apparue fin des années 2000 se confirme dans les dernières enquêtes réalisées et publiées jusqu'en 2019. De nouveaux équilibres se sont établis avec l'importance prise par les nouveaux métiers liés à l'explosion des technologies du Numérique.

Avec ces nouveaux métiers (*Data scientist, Data miner, spécialistes des algorithmes, de la cybersécurité, etc.*), les diplômés se retrouvent presque également répartis dans tous les secteurs d'activité (entre 12 et 17%) dans l'enquête 2017 et surtout 2019.

L'attrait pour le secteur financier se confirme (17%) suivant de près le secteur du conseil en innovation numérique et en innovation (20%).

Plus d'un tiers des diplômés s'orientent vers les études et développement informatiques et le niveau de salaire moyen se stabilise autour de 47000 € brut en France en 2019 (stabilisé depuis 2017).

Ainsi, les Télécoms restent encore, au moins, pour leur premier emploi, attirés par des carrières à profil technique. L'arrivée de l'école sur le plateau de Saclay à Palaiseau et son statut de membre fondateur de IP Paris confirmera-t-il cette particularité en les faisant reconnaître comme les experts du Numérique. Il est encore trop tôt pour l'envisager.

Mais la première mission des étudiants de Télécom Paris serait, à mon avis, de marquer leur territoire et leur spécificité par rapport à leurs pairs dont ils n'ont pas à rougir.

De cette proximité devrait naître un enrichissement mutuel, une saine émulation et une très grande ouverture d'esprit. ■



Telecom Etude

Le rôle de la Junior Entreprise depuis 40 ans

Par Ruila Puskas-Juhasz (2021), présidente de la J.E. de 2019 à 2020

Cette année, Telecom Etude, la Junior entreprise de Télécom Paris, a fêté son quarantième anniversaire. Voici donc l'occasion de revenir sur ces années et de voir ce qui a (ou non) changé.

Des processus intemporels

40 ans, 40 ans déjà que la Junior Entreprise (J.E.) de Télécom Paris participe au rayonnement de l'École et à l'introduction des élèves auprès des professionnels.

Son fonctionnement n'a pas changé pendant ces quatre décennies. Les clients de la J.E. s'adressent à nous avec un besoin particulier que nous nous occupons de formaliser par un processus d'audit très rigoureux. Ainsi, tout ancien membre de l'association a connu les plaisirs de la rédaction d'un cahier des charges particulièrement pointilleux, la proposition d'un devis délicat et bien d'autres. Toutes ces petites difficultés nous ont néanmoins beaucoup appris. En effet, être membre de la J.E. signifie être confronté à des premières responsabilités professionnelles et donc de faire des choix, choix qui peuvent avoir une portée morale conséquente.

« La Junior Entreprise a été pour moi, entre autres, un vrai exercice de moralité. J'ai été très fier d'avoir mené cette barque pendant un an, dans le sérieux, l'éthique et l'honnêteté », témoigne Jean-Louis Froissart (président 1993).

La gestion désintéressée de l'association a ainsi été la pierre angulaire qui a permis à Telecom Etude de rayonner dans le monde des entreprises par son professionnalisme et sa rigueur.

« La J.E. m'a permis de découvrir à petite échelle les contraintes d'une entreprise, son fonctionnement (Conseil d'administration, ...), ou encore la nécessité de certains process pour fonctionner en équipe et en pôle. Le voir à petite échelle, c'est plus facile pour mesurer impacts et conséquences de nos décisions ou de nos actions sur l'ensemble de l'entreprise. » explique Clémence LE (trésorière 2008).

Les études : une évolution en symbiose avec les nouvelles technologies

Le terme « JETS » remonte à 1979, du nom de la Junior Entreprise nouvellement créée « Junior Entreprise Telecom Services ». Commençant modestement avec seulement quatre membres en 1980, la structure s'est rapidement développée et démocratisée.

« Au début, il y avait peu de gens intéressés par la toute jeune J.E., celle de Supélec était beaucoup plus active. » souligne Pascal Wattiaux (président 1981).

« Les vrais intérêts de la J.E. sont la diversité des compétences développées, que ce soit le management, le marketing, la comptabilité, la gestion des missions, la négociation des accords cadre, mais aussi et surtout le fait de savoir faire confiance aux autres. »

Didier Gruson (Président 1987).

Son activité, elle, a évolué au même rythme que la course effrénée des nouvelles technologies et des Télécoms depuis les années '80. Ainsi, après les années de transition de 1970 à 1980, l'identification de plus en plus claire des enjeux de l'innovation dans les Télécommunications conduit les étudiants de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications (ENST) à créer une Junior Entreprise répondant aux enjeux de son temps, de la numérisation du signal aux logiciels d'exploitation et de gestion des réseaux, en passant par la transmission optique des systèmes de communication et la programmation de microprocesseurs. De même, en 1987, cinq années après la proclamation de l'année mondiale de la communication par les Nations Unies, Telecom Etude remporte le prix d'Excellence décerné par la Confédération Nationale des Juniors Entreprises. Cette année-là, les étudiants réalisent des missions de formation, de développement, d'électronique, de câblage dans les locaux d'anciens Jets :

« Les années `80 ont vu naître la micro-informatique. C'était le début des micro-ordinateurs et nous avions acheté les tout premiers Macintosh » se rappelle Didier Gruson (président 1987).

De plus, la J.E. décroche en 2006 le prix de la meilleure étude d'ingénierie.

Cependant, au commencement de Telecom Etude, du fait du statut encore flou des Juniors Entreprises dans le paysage professionnel, les études étaient bien différentes.

« Les études de marchés des années `80 portaient sur l'utilisation du Minitel, des ordinateurs. Nous recevions des paquets d'interviews et devions remplir des grilles. La J.E. était plus artisanale, son activité s'est considérablement professionnalisée » fait remarquer Christophe Aulnette (président 1983).

Ainsi, par la suite la mode est arrivée à la création de bases de données, dans les années 90, pour laisser place au développement web vers la fin de ces années-là.

« En 1998, nous étions régulièrement contactés par des grandes et moyennes entreprises pour faire du développement, puisque c'était l'époque où le web arrivait en France », se rappelle Julien Courbe (président 1998).

Toujours plus ou moins en lien avec les Télécoms, pour aujourd'hui laisser place aux créations de logiciels de reconnaissance d'images ou de caractères et d'algorithmes de recommandation.

Mais au-delà de ses domaines de compétences profondément ancrés dans la technique, la J.E. fait bien évidemment appel à une certaine fibre commerciale

« Depuis toujours, l'expérience en Junior Entreprise donne un parfum entrepreneurial à un parcours par ailleurs très linéaire de la prépa à la Grande École », met en avant Christophe Aulnette (président 1983).

« C'est le côté entrepreneur qui m'a plu à la J.E. J'y ai trouvé autre chose que l'aspect purement technique enseigné à l'école. C'était aussi une bonne occasion de s'engager dans la vie associative. », explique Didier Gruson (Président 1987).

« Je peux dire que c'est ma première expérience professionnelle. Elle m'a permis d'aborder mon premier stage en entreprise avec beaucoup plus de sérénité,

« On avait doublé l'effectif du Comité d'Administration par rapport à l'année d'avant. Et on apprenait tous ensemble comment construire une bonne relation client, comment développer un contrat, suivre les études, négocier, et relancer les clients ne voulant pas payer. Mais c'était aussi pour moi une première expérience de leadership, de management et de gestion d'équipe. » souligne Julien Courbe (Président 1998).

« Mon expérience à la J.E. m'a permis de mûrir en faisant la distinction entre l'amitié et le travail pour satisfaire à un client ayant des attentes. » se rappelle Pascal Wattiaux (Président 1981).

et de mieux comprendre les enjeux de mon stage. » souligne Clémence LE (Trésorière 2008).

L'ADN de la J.E. : des clients, des amis, une école

Accompagnée de partenaires hors-pairs, KPMG, BNP Paribas et Bearing Point, Telecom Etude a réalisé des missions de grande ampleur, pour des grandes entreprises dont le prestige n'est pas remis en cause, tels que Saint-Gobain, le Ministère de la culture, la SNCF, France TV, BNP Paribas, Safran, Mitsubishi Electric, La Poste, ainsi que Télécom Paris, la Maisel et bien d'autres. Mais Telecom Etude est avant tout au service de son école et des élèves. Ainsi, tous les JETS sont d'accord pour dire que la J.E. est avant tout une expérience humaine, une occasion de se faire des amis pour la vie. Force est de constater que pour la majorité des JETS, il s'agit d'une histoire humaine. Comme toutes les autres associations, la J.E. est d'abord l'affaire d'un groupe d'amis qui se forme au fur et à mesure.

« Nous étions un groupe de copains et avons lancé une campagne électorale pour être élus. Elle avait lieu en même temps que la campagne BDE et nous nous étions alliés avec la liste Elmer Food BED. On servait des petits déjeuners à la Maisel, on a organisé notre propre soirée. » se souvient Jean-Louis Froissart (Président 1993).

L'ADN de la J.E. réside avant tout dans son profond attachement à l'identité télécommienne. Depuis plus de 40 ans, au 46 rue Barrault et les prochaines quarante années, sur le plateau de Saclay, Telecom Etude a fait et fera profiter le monde professionnel de l'excellence télécommienne. ■

L'AUTEUR



Ruila Puskas-Juhasz (2021) est en deuxième année à Télécom Paris, en filière intelligence artificielle et économie. Engagée dans la vie associative et également élue au conseil d'école et au comité d'enseignement, elle est depuis mai dernier présidente de la Junior Entreprise.

Le Forum fait peau neuve !

Par Amélie Claus (202I) et Zacchary Sadeddine (202I)

Après avoir gardé pendant presque trente ans la même forme de forum, l'association Forum de Télécom Paris a fait le choix de se renouveler et de proposer un nouvel événement, plus proche des élèves et de l'école : le Talent Day, qui aura lieu le 28 novembre 2019 au cœur même du nouveau campus de Palaiseau.

L'association Forum de Télécom Paris, toute une histoire...

Un Forum. Rassembler des étudiants et des entreprises, les faire se rencontrer, s'échanger des informations, des CV, des cartes de visite, des goodies, et j'en passe et des meilleures. L'idée de rapprocher ainsi les futurs ingénieurs et les recruteurs en recherche de pépites est bénéfique pour toutes les parties, et au coeur du rapprochement entre les élèves et les entreprises. Depuis bien des années, les étudiants de Télécom Paris sont ceux qui organisent le Forum, une petite équipe au service de tous, professionnalisaante à la fois pour ses membres et pour ceux qui jouissent du fruit de son labeur. D'abord organisé dans les locaux historiques de l'école, rue Barrault, le Forum a ensuite déménagé vers de plus grandes salles, s'alliant au passage avec Télécom SudParis (ex Télécom INT, ex INT) et IMT Business School (ex Télécom École de Management) en 1993 pour organiser le Forum des Télécommunications. Après vingt-sept éditions, l'équipe de Télécom Paris a décidé de profiter de l'année du changement qu'est 2019 pour insuffler une énergie nouvelle à une formule qui a du mal à changer avec son époque. Dorénavant, l'objectif assumé de l'équipe est de remplir au mieux les attentes des Télécommuniens, en adaptant les entreprises aux envies et formations des étudiants, en favorisant les interactions et en ramenant les entreprises au coeur de la vie de l'école, le nouveau campus à Palaiseau. Rendez-vous le 28 novembre pour le **Talent Day**.

... un Forum : le Talent Day...

La première édition du Talent Day se tiendra le 28 novembre 2019 au cœur même du nouveau campus de l'école. Il s'agira d'une journée où les étudiants de l'école



auront l'opportunité de rencontrer de nombreuses entreprises pour lesquelles le numérique est un enjeu majeur. Organisé en partenariat avec la direction des Relations Entreprises de Télécom Paris, ce Forum renouvelé poursuit plusieurs objectifs pour les différentes générations Télécommuniennes, pour lesquelles la journée sera banalisée et donc entièrement consacrée à l'événement.

Tout d'abord, lors de l'organisation du Forum, une attention toute particulière a été portée à l'adéquation entre les enseignements dispensés à partir de la deuxième année à Télécom Paris, cursus Paris et Sophia, et les domaines d'application des stages et premiers emplois proposés par les entreprises exposantes. Ainsi, les étudiants pourront élargir leur réseau, parfaire leur orientation en ayant une idée plus concrète des divers débouchés en fonction des filières et postuler pour un stage ou un premier emploi. Il s'agit donc d'offrir un large spectre d'entreprises de toutes les tailles adaptées aux profils des Télécommuniens tout en s'adaptant à leur pluralité : cursus ingénieur de la première à la troisième année, doctorants, masters spécialisés...

Par ailleurs, au-delà des stands traditionnels, l'association a mis en place plusieurs activités afin de permettre des rencontres étudiants/entreprises moins formelles. La journée débutera notamment par un *Breakfast Meeting* et se clôturera par un *Apéro Meeting*, au cours desquels plusieurs groupes d'une dizaine d'étudiants



pourront avoir un contact privilégié avec une des entreprises participantes autour d'un buffet. De même, des étudiants en cybersécurité organiseront un « *Capture The Flag* ». Ainsi, le Forum sera véritablement l'occasion pour les étudiants d'échanger sur leurs projets.

Enfin, en adoptant un tel format, l'association Forum Télécom Paris a pour projet de faire du Forum une tradition à part entière au cours de laquelle toutes les générations Télécommuniennes seraient réunies et fières d'accueillir les entreprises sur leur campus. Pour cela, les Alumni sont aussi invités à jouer un rôle clé dans cette journée en participant au Village Conseil regroupant relecture de CVs, simulations d'entretiens, conseils personnalisés...

... mais pas que !

Forum Télécom Paris ne se résume pas à l'organisation du Talent Day. Association à part entière, elle compte une trentaine de membres répartis en sept pôles : Relations entreprises, Logistique, Restauration, Communication, Goodies, Informatique et Conseil, qui s'investissent tous pour organiser le meilleur forum possible. De plus, le recrutement de l'association se fait à la suite de la Campagne Forum : cinq semaines au cours desquelles deux listes s'affrontent dans l'organisation de divers événements festifs et de défis. Comme elle se déroule en septembre/octobre, elle contribue aussi largement à l'intégration des élèves de 1^{ère} Année.

Ainsi, entre association professionnalisaante et créatrice de liens forts entre les Télécommuniens, Forum Télécom Paris demeure une composante clé de la vie étudiante de l'école. ■

À retenir



- Les étudiants de Télécom Paris se sont désolidarisés du Forum des Télécommunications, qui n'est désormais organisé que par Télécom SudParis et IMT Business School.
- Le Talent Day est organisé conjointement par les Relations Entreprises de l'école et l'association étudiante Forum Télécom Paris. Il aura lieu le 28 novembre 2019 sur le campus de Palaiseau.
- L'association, forte de son expérience et de son esprit d'équipe, travaille actuellement sur plusieurs projets afin de s'adapter au nouveau contexte de IP Paris.

www.forumtélécomparis.fr

Forum Télécom Paris

ParisTech Entrepreneurs, 20 ans d'innovation au cœur de Télécom Paris

Par Pascale Massot et René Joly (I979)

Adossé à Télécom Paris, l'incubateur ParisTech Entrepreneurs structure et accompagne des projets numériques innovants depuis 1999. Il est considéré comme l'incubateur de référence pour l'innovation dans le numérique en France.



C'est en effet au printemps 1999 qu'est né « Télécom Paris Entrepreneurs », créé par Marc Peyrade, alors directeur de l'école. L'incubateur soutenu par la Mairie de Paris, a été inauguré le 13 mars 2003 par Christian Sautter, adjoint au Maire de Paris chargé du développement économique.

À l'automne 2006, une antenne de l'incubateur est créée à Sophia Antipolis au cœur de la technopole afin de contribuer à créer dans la région PACA un véritable effet de levier sur la chaîne locale de l'innovation dans le numérique.

Suite à la création de ParisTech dont l'école dirigée par Yves Poilane en est l'un des membres fondateurs, Télécom Paris Entrepreneurs devient « ParisTech Entrepreneurs », au service des étudiants, diplômés et chercheurs des écoles de ParisTech, mais également ouvert à des entrepreneurs de tous horizons. ParisTech Entrepreneurs s'étant fixé à l'époque pour objectif de démultiplier les créations d'entreprises dans Paris.

Le 16 septembre 2009, le nouveau ParisTech

Entrepreneurs est officiellement inauguré par Jean-Louis Missika, adjoint au Maire de Paris, chargé de l'Innovation, de la Recherche et des Universités.

En 2016, Télécom Paris crée un accélérateur de start-up, *SME Builder*, associé à ParisTech Entrepreneurs, afin d'encourager le développement des start-up en croissance pour les amener à devenir des PME solides du domaine du numérique.

**Aujourd'hui ParisTech Entrepreneurs
en est à sa vingtième année
d'existence. Qu'en est-il de ses
activités et de son bilan ?**

Dans ses locaux parisiens, ParisTech Entrepreneurs soutient en permanence 35 start-up incubées sur une période de 18 mois : 22 intègrent chaque année l'incubateur, nombre auquel il faut ajouter huit start-up en développement accueillies au sein de la structure *SME Builder* (sur une période de 24 mois), ainsi que cinq projets de *spin-off*.

À Sophia Antipolis l'incubateur accueille et accompagne en permanence une dizaine de start-up, également sur une période de 18 mois.

Depuis une dizaine d'années, ParisTech Entrepreneurs a mis en place un programme de mentorat impliquant des mentors issus pour la plupart du réseau des alumni de Télécom Paris ou d'anciens fondateurs de start-up passés par l'incubateur.

La mise en relation des entrepreneurs avec un ensemble de partenaires dans un écosystème riche, est une fonction clé de l'aide que ParisTech Entrepreneurs leur apporte. Sur ce plan, l'incubateur a noué et structuré de nombreux partenariats de différentes natures avec des acteurs économiques et scientifiques, des acteurs institutionnels ou du monde associatif, régionaux ou nationaux, etc. Par différents moyens, l'ensemble de ces réseaux par leur diversité, contribuent à renforcer les projets d'entreprise accueillis au sein de l'incubateur.

Pour être éligible à intégrer ParisTech Entrepreneurs, les candidats doivent porter des projets disruptifs des technologies et des usages du numérique, notamment dans les domaines du Big Data, du Machine Learning, de l'Intelligence Artificielle, de la Blockchain, de l'IoT, de la Réalité Virtuelle, de la Robotique.

Dans son processus de sélection, ParisTech Entrepreneurs privilégie la synergie possible avec les laboratoires de recherche de Télécom Paris, le potentiel économique et de croissance du projet, et son potentiel de développement international. Un comité qui se réunit dix fois par an a pour objet de sélectionner les start-up qui intégreront l'incubateur. Le comité qui est présidé par la responsable de l'incubateur, est constitué outre des enseignants chercheurs de Télécom Paris, de représentants indépendants de l'économie numérique - entrepreneurs, cadres d'entreprises, chercheurs, investisseurs, professionnels, respectant la charte de confidentialité et les règles de bonne conduite de ParisTech Entrepreneurs.

► LES CHIFFRES CLÉS DE PARISTECH ENTREPRENEURS DEPUIS L'ORIGINE

- **482** projets incubés
- **442** start-up créées
- Plus de **422 millions de Fonds** levés
- Plus de **3000 emplois** créés
- Plus de **200 Brevets** déposés

Au cours de leur période d'incubation, chaque start-up bénéficie d'un accompagnement personnalisé mené à la fois par un chargé d'affaires dédié de l'incubateur et par des tuteurs ou experts spécialisés familiers du domaine technologique et/ou commercial adressé, dans lequel évolue la start-up. En outre, un accompagnement collectif est organisé sous la forme d'ateliers conseils, de matinales thématiques, de rendez-vous techniques, de participations à des événements régionaux, nationaux et internationaux, etc.

De solides liens ont été tissés avec certains réseaux de Business Angels et d'investisseurs. Des rencontres sont régulièrement organisées entre responsables de fonds d'amorçage et start-up.

Sur l'année 2018, les start-up de moins de 5 ans ont levé au total 35 millions d'euros dont 50 % concernent celles âgées de moins de deux ans. À fin juin 2019, les levées de fonds réalisées par les start-up s'élèvent à 69 millions d'euros.

En 20 ans de très belles histoires ont été écrites par des start-up de ParisTech Entrepreneurs portées notamment par des diplômés de Télécom Paris. C'est le cas en particulier pour : Agorize, DCBrain, ekWateur, Energysquare, Exotec, FieldBox, InterCloud, Linxo, MesDépanneurs.fr, Qarnot computing, SevenHugs et Teemo. ■

► QUELQUES INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

- 60% des start-up de l'incubateur ont à minima un diplômé d'une des 10 écoles de ParisTech parmi leurs fondateurs.
- 39% des start-up ont à minima un docteur universitaire ou d'une grande école parmi leurs fondateurs.
- Les fondateurs sont en très grande majorité issus de grandes entreprises. Ils ont en moyenne 35 ans. Ils maîtrisent le domaine technique dans lequel ils créent et ont pour la majeure partie d'entre eux, trouvé l'idée ou l'opportunité d'une création d'entreprise directement dans leur environnement professionnel.
- Le taux de survie des start-up à 3 ans est de 95 % ; cependant, nous considérons ce taux comme peu significatif et préférons le taux de survie à 5 ans qui est de 86 %, et qui est plus représentatif de la survie des entreprises. En outre, depuis l'origine de ParisTech Entrepreneurs le taux de survie est de 78 %.



Lancée en septembre 2016, ekWateur est une marque de Joul & Cie, entreprise créée en 2015 par Julien Tchernia et Jonathan Martelli. ekWateur fournit de l'électricité verte, du gaz et du bois de chauffage 100% renouvelables.



Produits

L'électricité fournie par ekWateur provient de petits producteurs français ou européens, essentiellement d'origine hydraulique. Le gaz est du gaz naturel ou du biométhane, dont une option permet de choisir que du biométhane 100 % français. Le bois de chauffage correspond à des bûches compactées à base de sciures de chêne et de hêtre, qui proviennent de forêts françaises gérées durablement. Le bois est non-traité et ne contient ni colle, ni liant.

En 2017 ekWateur remporte le lot « soutien à des petits producteurs » de l'opération « Energie Moins Chère Ensemble » de UFC-Que Choisir, et en 2019 les lots "électricité", "gaz" au niveau national et "soutien aux petits producteurs" dans trois Entreprises Locales de Distribution.

De mille abonnés en 2017, l'entreprise passe à 50 000 en 2018, 80 000 à l'été 2019 et pense atteindre environ 200 000 début Janvier 2020.

Reconnaissance et levée de fonds

En 2018, ekWateur reçoit le prix Selectra du « meilleur fournisseur vert 2018 ». En septembre 2018, l'entreprise remporte le prix « world's best green energy brands » des « Charge Energy Awards ». L'année suivante, Selectra lui remet de nouveau son prix du « meilleur fournisseur vert 2019 ».

En 2019, la société remporte l'appel d'offres lancé par la Direction des achats de l'État pour approvisionner en électricité verte la plupart des ministères et plus de cent établissements publics. Ce contrat, d'une durée de quatre ans, prévoit la fourniture, à compter de 2020, de 27 000 compteurs supplémentaires.

Le Petit poucet EkWateur, comptant à ses débuts parmi les nombreux concurrents d'EDF et d'Engie sur la vente d'électricité et de gaz, a réalisé courant 2019 une levée de fonds de 10,6 millions d'euros auprès notamment de la société de conseil Mantu du fonds Astar, de BNP Paribas et de Bouygues. ■





Co-fondée, en 2011, par Charles Thou (2010), Yohan Attal et Yohann Melamed (2010), Agorize est une start-up française spécialisée dans l'organisation de challenges d'innovations ouvertes et de *hackathons* en ligne. En raison de sa taille, de ses résultats financiers et de son internationalisation, Agorize peut être considérée comme une scale-up.

Activité

Agorize offre des prestations aux entreprises pour organiser des évènements d'*open innovation* en contactant les profils souhaités : étudiants, start-up, développeurs ou encore collaborateurs internes.

Le siège social d'Agorize est à Paris. Elle est également présente à l'international avec des bureaux à Montréal, Stuttgart et Hong-Kong. Elle a pu entrer sur le marché américain et collaborer avec le département fédéral de l'Education ainsi que Bank of the West (groupe BNP Paribas). Elle commence à investir le marché japonais avec des clients comme NTT Data au Canada, en Asie, ainsi qu'à Stuttgart en Allemagne.

Reconnaissance et levées de fonds

En 2014, Agorize obtient deux millions d'euros auprès de Capnamic Ventures, Iris Capital & Ader Finance.

En 2016, elle propose ses prestations au concours ALD Automotive, filiale du groupe Société Générale.

En 2017, l'entreprise recrute 30 employés, portant ses effectifs à 70 personnes. Elle compte des clients comme Google, Microsoft, Paypal, etc. Toujours en 2017, dans le cadre du challenge Industrie du Futur, SKF et Atos co-organisent avec Agorize l'évènement « Industrie du Futur ».

Afin d'accélérer son déploiement à l'international, l'entreprise annonce en avril 2019 avoir levé 13 millions d'euros auprès de Creadev, Sofiquest, Iris Capital et Capnamic Ventures avec un effectif de 140 personnes. ■



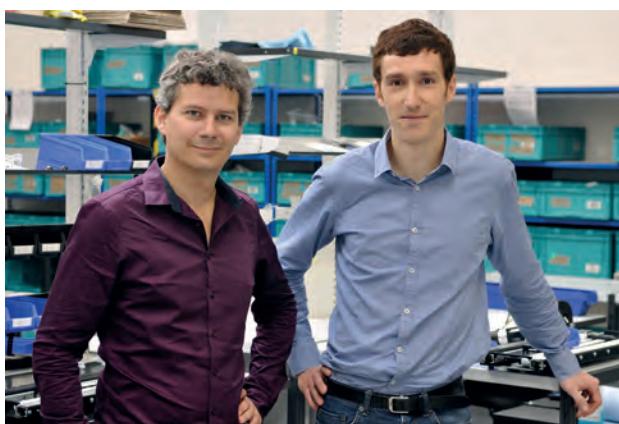
EXOTEC

SOLUTIONS

Fondée en juin 2015 par deux jeunes ingénieurs, Renaud Heitz et Romain Moulin, Exotec est une entreprise industrielle qui conçoit des robots logistiques de nouvelle génération pour concevoir des systèmes de préparation de commandes adaptés à la logistique des acteurs du e-commerce et destinés à leurs entrepôts. Sa solution, le système Skypod, est basée sur des flottes de robots mobiles autonomes qui évoluent dans les trois dimensions.

Produit

La solution de préparation de commandes est une couche logicielle basée sur des algorithmes avancés qui permet de choisir quelle commande assembler, à quel moment, et d'envoyer les robots chercher les bacs dans l'entrepôt afin d'amener les articles en station à l'opérateur, avec un objectif : sortir les commandes le plus vite possible du système. Exotec est la seule entreprise au monde à savoir faire un robot se déplaçant librement en trois dimensions, avec la capacité de monter sur les racks. Ce système est protégé par cinq brevets internationaux. L'entreprise a pour vocation de devenir le fournisseur de référence pour toute la robotique en entrepôts de préparation de commandes.



Reconnaissance et levées de fonds

Un an après avoir collecté 340 000 euros auprès de business angels, la start-up annonce fin 2016 avoir levé 3,3 millions d'euros auprès de 360 Capital Partners, de Breega Capital et d'investisseurs historiques. Une somme conséquente qui lui permet alors d'entrer dans une phase d'industrialisation et de commercialisation du produit.

En 2018, Exotec annonce une levée de fonds en série B pour un montant de 15 millions d'euros, menée par le fonds d'investissement européen Iris Capital aux côtés des investisseurs historiques 360 Capital Partners et Breega.

S'adosser à un grand groupe pour se déployer. Telle a été la stratégie gagnante d'Exotec qui propose depuis 2016 des robots pour les préparations de commandes de Cdiscount. Du côté du grand groupe, c'est l'occasion pour elle de bénéficier de l'agilité et de l'audace d'une start-up en valorisant la co-création. Cette ouverture mutuelle à l'open-innovation leur a d'ailleurs valu le Prix David avec Goliath 2018 décerné par le fonds de dotation RAISE et le cabinet de conseil Bain & Company.

Exotec, aujourd'hui, c'est plus de 100 salariés et un objectif de 1000 robots par an à fin 2019. ■





Fondée en par Alexander Gushchin (2013) et Katia Sogreeva, MesDépanneurs.fr est une marketplace spécialisée dans le dépannage d'urgence à domicile.

Activité

Prenant à contre-courant le secteur du dépannage et son déficit de confiance, Mesdépanneurs.fr est une plateforme de mise relation des particuliers avec des artisans qualifiés disponibles dans les vingt minutes qui garantit des prix raisonnables.

Agissant en véritable tiers de confiance, le tarif des interventions est estimé en ligne et les paiements sont mis sous séquestre pendant trois mois pour éviter les contentieux.

Les artisans sont sélectionnés par la start-up en considérant le parcours et la documentation légale de l'entreprise, un candidat sur deux est retenu. Le profil des artisans sont ensuite mis en ligne sur la plateforme où il sera évalué par les clients après travaux.

Sur chaque intervention les tarifs sont plafonnés, comptez entre 150 et 300 euros pour une réparation d'un ballon d'eau chaude par exemple, MesDépanneurs.fr préleve ensuite une commission sur chaque prestation.



Reconnaissance et levées de fonds

Après une première levée auprès du groupe d'investissement Guibor, en 2015 la Maif entre au capital de MesDépanneurs, à hauteur de 1,7 million d'euros, en 2015.

En 2017, le groupe ENGIE rachète mes dépanneurs.fr pour un montant de plus de 10 millions d'euros, jusqu'alors le capital était détenu par Katia Sogreeva et Alexander Gushchin (fondateurs de MesDépanneurs.fr), l'assureur Maif et Guibor, le family office du business angel Dominique Romano.

Au moment de la vente, la société, était présente dans 25 villes françaises, référençait 700 professionnels sur sa plateforme qui proposaient 450 prestations différentes. ■

The screenshots show the user interface of the MesDépanneurs.fr website. The left one displays a grid of icons representing various services: electricity, heating, water, gas, and more. The right one shows a booking form with fields for 'Quel est votre besoin ?' (What is your need?), 'Et pour que le professionnel puisse intervenir :' (And for the professional to intervene:), 'Quelle heure doit-il venir ?' (At what hour should it come?), 'Pour que nous puissions réaliser votre intervention :' (So that we can perform your intervention:), 'Souhaitez-vous communiquer des informations supplémentaires à l'artisan ?' (Do you want to communicate additional information to the craftsman?), and 'Concernant le règlement :' (Regarding payment:).

sevenhugs

Lancée en janvier 2014 par quatre experts de la microélectronique, Simon Tchedikian, Stéphane Jaubertou, Lionel Marty (2001) et Olivier Mandine, Sevenhugs est une start-up spécialisée dans la conception et la commercialisation d'objets connectés intelligents.

Produits

Depuis cinq ans, la start-up améliore et simplifie l'expérience Smart Home pour le grand public.

C'est le HugOne, premier produit de Sevenhugs présenté au CES 2015 qui a révélé la start-up. Véritable tracker de sommeil, l'objet connecté permet de contrôler le sommeil en intégrant des paramètres environnementaux.

Sevenhugs se lance rapidement dans le développement d'un nouveau produit, la télécommande connectée universelle. Permettant de contrôler la majorité des objets connectés de la maison. La technologie de la Smart Remote, protégée par 23 brevets, se démarque de la concurrence puisqu'elle permet de contrôler les différents équipements simplement en les visant avec la télécommande.

La version 2019, Smart Remote U, a convaincu les grands distributeurs comme Best Buy et Amazon et peut contrôler plus de 650 000 appareils de la maison connectée.

Après avoir configurer les objets de la maison sur l'application Android ou IOS, l'interface permet de passer d'un appareil à un autre d'un simple mouvement de balayage. Elle peut ainsi avoir en mémoire **jusqu'à 80 systèmes différents**, dont 20 par infrarouge.

Reconnaissance et levées de fonds

Basée à San Francisco et Paris l'entreprise compte plus de trente collaborateurs. Reconnue à travers le monde, Sevenhugs est lauréate de 21 grands prix d'innovation, notamment ceux du CES et de la ville de Paris.

Après une première levée de fonds de 1,5 millions en 2015 auprès du réseau de Business Angels Badge, de Kima et de Novx, la société boucle en 2016 une nouvelle levée de 13 millions d'euros menée par un nouvel actionnaire : la société de gestion Xerys, auquel ont également participé NovX Capital (véhicule d'investissement du groupe Noveo) et CapDecisif Management avec le FRCI (Fonds Régional de Co-investissement de la Région Île-de-France). ■





InterCloud est une entreprise fondée en 2010, par Jérôme Dilouya (2002), Benjamin Ryzman et Antoine Valat.

Aujourd’hui considérée comme le leader européen dans le domaine de la connectivité Cloud, la plateforme d’InterCloud permet aux entreprises de gérer plusieurs clouds simultanément pour délivrer des applications et des données de façon flexible et sécurisée.

Activité et services

Depuis 2010, InterCloud fournit un accès simple et fiable aux applications clouds pour les multinationales. La start-up propose une solution appropriée, répondant à la fois aux besoins de sécurité et de conformité.

En fournissant un accès au cloud flexible, fiable et transparent, InterCloud garantit aux entreprises un contrôle absolu sur leurs applications. Les principaux fournisseurs dans le Cloud, tels que Amazon Web Services, Microsoft, Google Cloud, Salesforce, ServiceNow, IBM, SAP, Oracle, Outscale et Alibaba, ont choisi la plate-forme InterCloud.

Organisé en réseau privé, InterCloud est isolé des réseaux publics le protégeant des attaques systématiques dont sont victime les clouds web.

Reconnaissance et levées de fonds

Des multinationales comme SNCF, Schneider Electric et Veolia ont fait confiance à InterCloud pour leur fournir une solution de connectivité au cloud adaptée à leurs besoins dans le cadre de l’hybridation de leurs applications métiers.

Les services InterCloud sont largement déployés dans le monde, la start-up est présente dans de nombreux pays grâce à une stratégie de partenariat très efficace.

Après avoir levée 6,5 millions d'euros en 2014, InterCloud réalise en 2017 un nouveau tour de table de 10 millions d'euros auprès de ses actionnaires historiques CapHorn Invest et Ventech, mais aussi de Bpifrance et d'Hi Inov afin d'accélérer sa croissance internationale. ■



FieldBox.ai

Artificial Intelligence for Industry

Fondée en 2011, par Antoine Trihoreau et Aymeric Préveral Etcheverry, FieldBox.ai apporte des solutions d'intelligence artificielle qui améliore l'efficacité opérationnelle des industriels

Activités

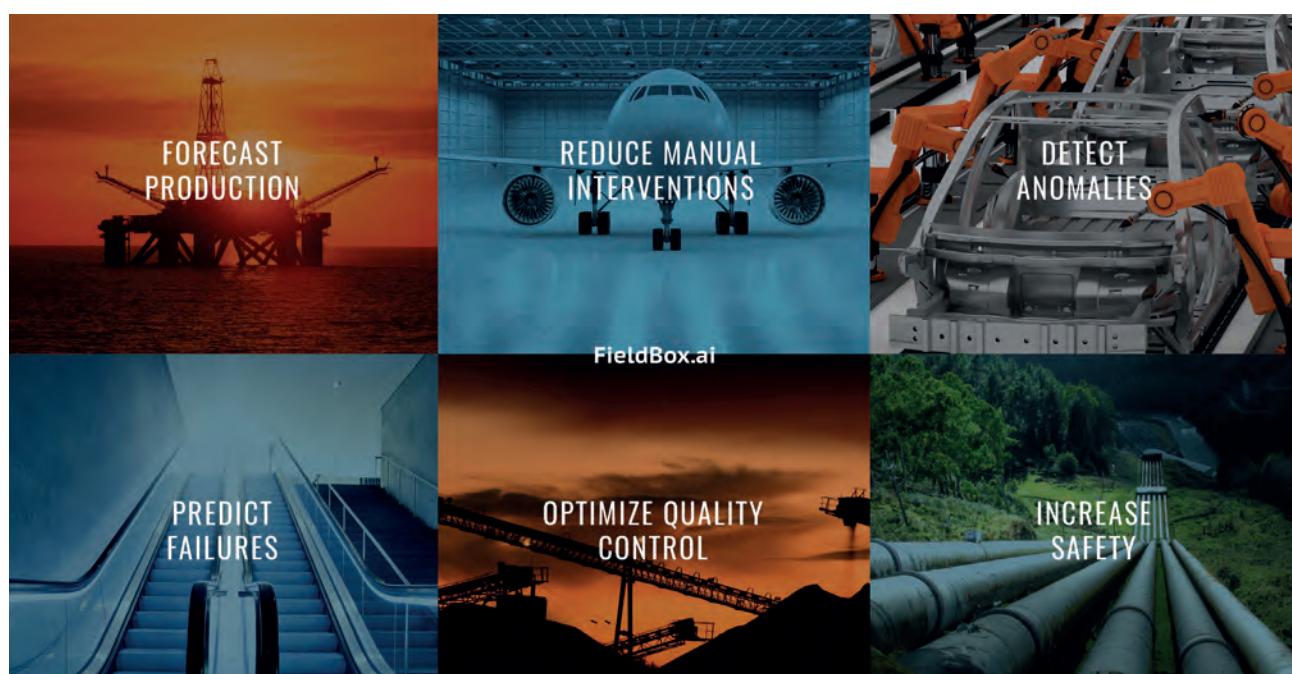
Fieldbox.ai est un leader de l'intelligence artificielle pour l'industrie en France. La solution FieldBox est utilisée en production depuis 2014, et sur cinq continents. Centres logistiques, réseaux de services publics, industries manufacturières et extractives, ce sont des grands comptes comme des ETI, parmi lesquels : TOTAL, SNCF et Aéroport de Paris.

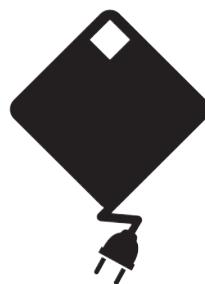
Grâce à sa plateforme d'intelligence artificielle, des agents virtuels entraînés avec de l'IA sont déployés au cœur des sites industriels et optimisent leurs opérations en temps réel et de façon autonome. Ce sont des agents intelligents capables notamment d'envoyer des SMS et des emails d'alertes, de déterminer la cause des incidents, de mesurer finement l'efficacité des équipements, ou d'en ajuster les paramètres, de programmer des opérations de maintenance, ou d'automatiser le contrôle qualité.

Fieldbox.ai a été créé, en 2011, sous le nom IDMOG pour servir l'industrie pétrolière. Construite à partir de l'expérience du terrain, sa méthode permet de construire un pilote utilisant l'intelligence artificielle en quelques mois, et de déployer la solution de façon opérationnelle en quelques semaines.

Reconnaissance et levées de fonds

Paris, Bordeaux, Singapour et bientôt aux US, Fieldbox.ai fait partie des rares start-up qui ont su financer leur développement sans levée de fonds. Forte de sa cinquantaine de salariés et en s'appuyant essentiellement sur son développement commercial, Fieldbox part à la conquête de l'international qui représente déjà plus de 50% de son chiffre d'affaires. ■





energysquare

Energysquare est une entreprise fondée en 2015 par Daniel Lollo (2015) et Timothée le Quesne (2015).

Energysquare développe une nouvelle technologie de charge sans fil pour appareils électroniques : "Power by Contact". C'est en 2014, les fondateurs étant alors étudiants à Télécom Paris, que le projet voit le jour à l'occasion du prix Artscience. Cinq ans plus tard, la start-up a bien grandi et a été désignée par le magazine Challenges comme une des 100 start-up où investir en 2019.

Activité et services

Energysquare développe la technologie "Power by Contact", permettant de charger sans fil plusieurs appareils simultanément, à la même vitesse qu'en filaire, sans perte d'énergie. Cette technologie brevetée fonctionne par conduction et pallie aux principales limites des technologies inductives présentes sur le marché, à un coût bien plus avantageux. Energysquare vend des licences de cette technologie aux fabricants d'appareils électroniques souhaitant offrir plus d'ergonomie à leurs clients. *Power by Contact* est notamment la première technologie capable de charger sans fil n'importe quel ordinateur portable.

Rapidement repérée par des industriels du domaine pour son potentiel comme le constructeur Dell, Energysquare souhaite se développer sur le marché de l'espace de travail intelligent et construire un standard regroupant de nombreux acteurs.



Reconnaissance et levées de fonds

En 2018, seulement deux ans après sa création et forte de brevets internationaux, la start-up a su convaincre des investisseurs à hauteur d'un million d'euros, gagnant la confiance de Business Angels Français et de la BPI. L'intérêt du public est conforté par une campagne de *crowdfunding* en 2016 avec plus de 1500 pads de vendus à hauteur de 95K euros. Après de nombreux prix remportés en France, notamment celui de la journée de l'innovation Télécom Paris et de la fondation Norbert Ségard en 2016, Energysquare fait une entrée remarquable au salon CES en remportant en 2019 le "**Best of Innovation Award**" parmi plus de 4500 entreprises. ■



QARNOT

C O M P U T I N G

Qarnot computing, a été fondée en 2010 par Paul Benoît (2000) et Miroslav Svizeny. La start-up conçoit et commercialise le premier radiateur-ordinateur connecté. Les radiateurs contiennent des processeurs informatiques qui diffusent de la chaleur, dite fatale, en répartissant la puissance de calcul des processeurs là où il y a des besoins de chaleur. Fierté Française de l'innovation technologique, Qarnot Computing a créé une nouvelle manière de se chauffer de manière écologique et gratuite.

Activités et services

Les équipes de Qarnot computing innovent sur un marché régulé et complexe. Elles ont dû créer une toute nouvelle chaîne de valeur pour intégrer les grands projets immobiliers et gagner la confiance des clients et usagers. En plus du radiateur ordinateur, Qarnot computing distribue également sa chaudière numérique pour les grands bâtis, le QB-1, chaque unité produit jusqu'à 2kW de puissance de calcul, la chaleur est ensuite convertie en eau chaude et en air chaud. Deux autres produits complètent la panoplie, une étagère numérique qui joue le rôle de routeur wifi, chargeur et de centrale domotique et enfin le crypto-radiateur, qui permet de miner de la crypto-monnaie en chauffant.

Qarnot computing utilise ses micro-processeurs intégrés à ses produits pour déployer toute une gamme de service aux entreprises depuis des outils de gestion du bâtiment jusqu'au Cloud avec tout le traitement des données et de calculs intégrés dans les radiateurs.

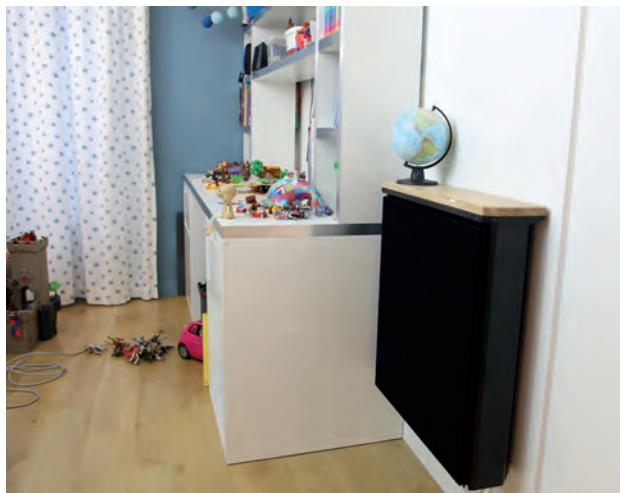


Reconnaissance et levées de fonds

En leader, Qarnot Computing s'intègre dans les projets de construction ambitieux comme ceux du Grand Paris, la start-up a su convaincre les grands groupes d'utiliser ses services de cloud computing comme le groupe Casino, Disney, Air Liquide, HP ou encore BNP Paribas qui lui confie jusqu'à 25% des calculs réglementaires de ses activités de marché.

Les reconnaissances par le monde de l'innovation s'accumulent depuis la création de la start-up comme celui du CES 2018 « **Eureka Park Climate Change Innovators Award** » ou le prix de l'entrepreneur social du Boston Consulting Group (BCG) ou encore en 2015 lors du Cloud Innovation World Cup, catégorie Smart Living.

La dernière levée de fonds connue de la start-up date de 2016 à hauteur de 2,5 Millions d'euros, en 2018, elle affichait un chiffre d'affaires de deux Millions d'euros pour 30 salariés. ■





Teemo a été fondée en 2014 par Benoit Grouchko, François Wyss et Guillaume Charhon, anciens de Criteo et de Google.

Teemo est une plateforme de marketing digital pour les distributeurs, les restaurants et les concessionnaires, qui maximise le trafic généré en point de vente grâce à un ciblage publicitaire géographique et affinitaire, et sa technologie d'intelligence artificielle.

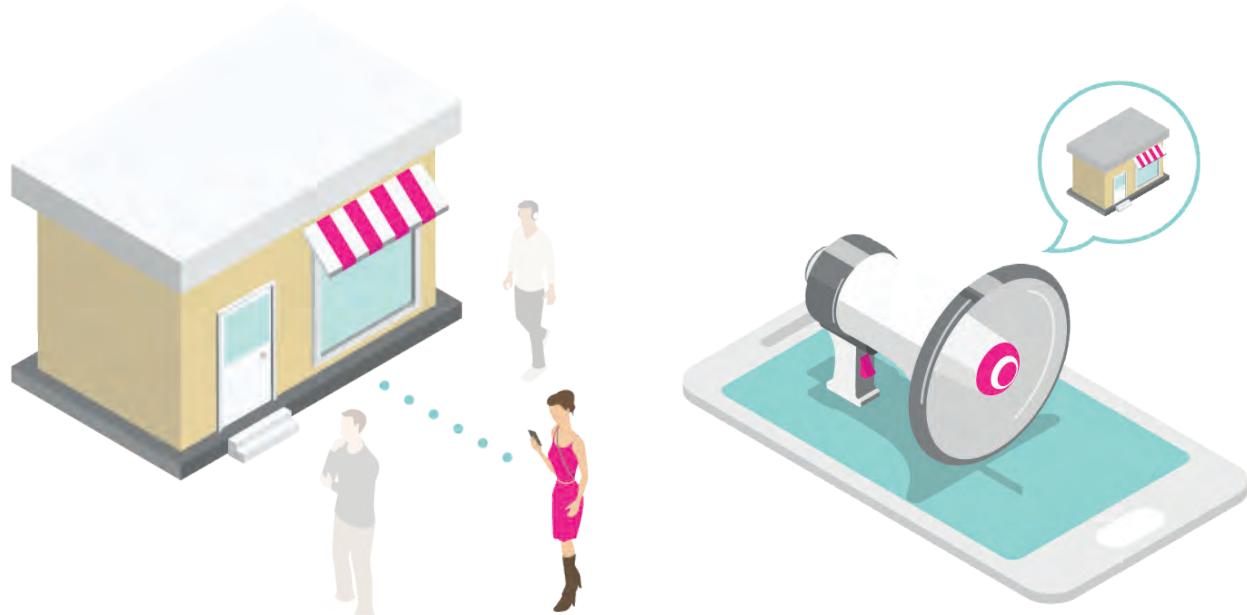
Activité et services

La start-up diffuse des publicités aux prospects de ses clients grâce à un ciblage puissant basé sur des profils qualifiés et des algorithmes. Teemo travaille avec des tiers de mesure afin de valider les résultats et performances des ses campagnes auprès des annonceurs.

Avec plus de 100 clients grands comptes dans les secteurs de l'automobile, l'alimentaire, le bricolage et l'ameublement, Teemo est présente en France ainsi qu'aux Etats-Unis avec un bureau à New-York depuis deux ans.

Reconnaissance et levées de fonds

En 2017, Teemo a réalisé une levée de fonds de 15 millions d'euros. La start-up fait également partie des élues ayant reçu le Pass FrenchTech, un programme national d'accompagnement d'entreprises en hyper croissance. ■





DCbrain a été créée en 2014 par Arnaud de Moissac (2010) qui a été ensuite rejoint par Benjamin de Buttet et François Olivier-Martin (2010).

DCbrain est le spécialiste de l'Intelligence Artificielle appliquée aux réseaux physiques complexes, permettant aux industriels et aux gestionnaires de réseau d'énergie et de marchandises de fiabiliser et d'optimiser leurs flux.

Activités et services

DCbrain a développé le seul logiciel modulaire basé sur l'Intelligence Artificielle permettant de piloter de manière optimale les réseaux complexes, quel que soit le niveau de maturité de ses clients en termes de données.

La start-up développe le logiciel *Deep Flow Engine*, un outil d'aide à la décision aux opérationnels terrains qui pilotent au jour le jour leur réseau, ou qui réalisent des études d'évolution de ce réseau. Ce logiciel en mode SaaS, simple à déployer et basé sur des technologies d'Intelligence Artificielle, permet d'optimiser les processus le domaine de la logistique ou de l'énergie. Le logiciel outil permet de visualiser en temps réel, via une interface « réseau digital » l'ensemble des données du réseau. Cela lui permet d'identifier et de proposer des solutions d'optimisation. Cette offre complète a déjà séduit des grands comptes comme GRDF, Daher, Total et Idex. L'entreprise exporte maintenant à l'international.

Reconnaissance et levées de fonds

DCbrain a pu se développer sans lever de fonds pendant près de quatre ans en évoluant seulement avec son chiffre d'affaires, en 2018 elle réalise un tour de table de 1,5 millions d'euros auprès d'Aster Capital, BPI et InnoEnergy afin de garder son avance en se déployant sur le continent européen.

La start-up est lauréate du concours *Smart Grid Contest* organisé par Enedis en 2015 confirmant l'intérêt des industriels. Repérée par Microsoft, DCbrain a intégré le programme AI Factory à station F en multipliant les prix de concours en IA jusqu'à obtenir le Pass French Tech, le label d'hyper croissance. ■





Linxo a été créée en 2010 par Bruno Van Haetsdaele (1999) et Hugues Pisapia (2001), deux ingénieurs de Télécom Paris.

Linxo est un des leaders du marché des agrégateurs bancaires réunissant près de trois millions d'utilisateurs. L'application permet la visualisation de l'ensemble de ses comptes et mouvements bancaires.

Activité et services

Linxo a développé un nouvel usage dans la relation bancaire en ajoutant une fluidité et une instantanéité dans la communication entre les institutions et leurs clients.

En téléchargeant l'application Linxo, les clients sélectionnent ses banques et renseignent ses identifiants pour chaque institution. L'agrégateur génère ensuite une interface attractive qui améliore de manière remarquable l'expérience utilisateur. Des fonctionnalités permettent notamment de trier ses dépenses et d'anticiper les entrées et sorties mois après mois afin de mieux gérer son budget.

Linxo développe également une interface en marque blanche pour les banques qui ont dû s'adapter aux nouveaux usages, c'est notamment le cas pour Crédit Agricole, LCL, BforBank, Crédit Mutuel Arkea, HSBC et la Maif.

En 2020 Linxo proposera son propre service bancaire avec la possibilité d'ouvrir un compte et de disposer d'une carte bancaire visa.

Reconnaissance et levées de fonds

Linxo fait partie des Fintech Française les plus reconnues de la décennie. Lauréate du Pass French Tech, elle a également remporté la première place en France du réputé European Fintech Awards.

Linxo a su convaincre des grandes institutions de secteur bancaire et de l'assurance de l'accompagner dans sa croissance. En 2017, la start-up annonce son dernier tour de table qui porte ainsi à 23,2 millions d'euros les fonds levés depuis son lancement. ■



Notre réseau

94. L'Association

103. L'École

104. La Fondation

Bye Bye Barrault



Le 29 juin, Bye Bye Barrault a réuni plus de 500 alumni, étudiants et membres du personnel de l'école, pour profiter d'une dernière journée festive avant le déménagement à Palaiseau.

Les clubs étudiants ont été particulièrement impliqués dans la programmation, en proposant des dégustations, de la musique, des jeux et une expo photo.

La troupe Acte XIII a présenté un sketch sur mesure décrivant une parodie de l'organisation de la fête.

Augustin Morel (2016), fondateur de *Behind The Door*, a monté un **Live Spécial Barrault** en ressortant des pépites des archives de l'école, d'Orange, de l'INA et des archives personnelles des alumni.

Nous remercions vivement nos partenaires Orange, Schlumberger et Lydia pour leur soutien. ■



Technologies et accès au système de santé

Conférence ParisTalks du 4 juin 2019

Par Alain Tassy (I982), Co-président de Télécom ParisTech santé

L'accès au système de santé est un droit humain fondamental créé en 1946 par la Charte de l'OMS. En France, il a été renforcé par la loi Kouchner de 2002, avec la notion de prévention. Aujourd'hui le système de santé fait face à l'augmentation des maladies chroniques, au changement de comportement des malades dû à Internet, au manque de médecins dans certaines zones et à la nécessité d'une réforme pour rendre de meilleurs services avec moins de moyens.



Quel impact les technologies digitales auront sur l'accès au système de santé ?

L'accès au système de santé passe par le médecin. En France, leur nombre augmente (+2% en 2018), mais l'activité est en baisse (-10% sur 10 ans). Dans certaines zones, le nombre de médecins généralistes diminue alors que la population augmente ; ainsi 11 000 communes en France seraient considérées en désert médical. De plus, la profession des médecins se féminise (la parité est attendue pour 2020) et les burn outs s'intensifient avec

l'isolement, les agressions, les contraintes administratives et la difficulté de se faire remplacer. Aujourd'hui sur 3 000 remplacements seuls 30% sont pourvus.

Comment faire face aux déserts médicaux ?

Il existe plusieurs technologies digitales pour faire face aux déserts médicaux. La plateforme Docndoc s'appuie sur l'attractivité territoriale pour aider à trouver des remplaçants et inciter les postulants à s'installer dans des zones en déficit de médecins. La téléconsul-

tation représente une autre solution. Disponible depuis plusieurs années, elle est désormais prise en charge par la Sécurité Sociale¹ à condition d'être réalisée en vidéo. Cette solution semble idéale, cependant, on constate que la carte des déserts médicaux correspond aux zones non couvertes par le haut débit. Ensuite, cet usage n'est pas encore entré dans les moeurs car il est difficile de trouver des médecins qui souhaitent faire des téléconsultations. Pour que cette technologie améliore l'accès des patients au système de soin, il faudrait une meilleure couverture à haut débit et des changements de comportements au sein du système médical.

De la collecte de données aux objets connectés, comment améliorer l'accès au système de santé ?

Les technologies digitales permettent de collecter des données de santé. En les organisant, celles-ci amélioreront la qualité de l'accès au système de soin. Le dossier médical partagé (DMP) en est un bon exemple, car lors d'une prise en charge aux urgences, grâce au DMP, le corps médical aura immédiatement accès à toutes les informations sur le patient à soigner. Un autre exemple : les maladies chroniques qui sur les 10 années à venir devraient croître de 25%. Aujourd'hui nous savons que seul 10% de ces patients ont accès à une éducation thérapeutique. Si Internet joue un rôle fondamental dans cette éducation, les patients connectés ont, quant à eux, un meilleur accès au suivi de leur pathologie. Ils établissent une nouvelle relation avec leur médecin et, avec une bonne utilisation de ces technologies, cela peut permettre une meilleure prise en charge. La surveillance de l'apnée du sommeil ou la détection précoce des rechutes du cancer du poumon sont des exemples de pathologies où des solutions digitales sont utilisées pour suivre leur évolution.

De l'importance d'une collaboration entre professionnels de santé, patients et industriels pour les objets connectés de santé

Pour que les technologies digitales améliorent de manière optimum le processus thérapeutique, une collaboration entre médecin, patient et développeur doit s'appuyer sur la personnalisation, une relation humaine attentive et un processus d'amélioration continu. On constate qu'il faut :

- Concevoir les objets en fonction du contexte d'utilisation visé
- Sélectionner les bonnes personnes pour expérimenter
- Toujours lier l'outil à l'humain
- Soutenir les premiers utilisateurs et rester à leur écoute
- Oser repenser le dispositif de départ

Comment évolue la relation patient/médecin avec les objets connectés ?

Comme avec Internet, l'utilisation des objets connectés modifie la relation patient/médecin et peut poser un problème de référentiel. En effet, souvent le médecin fixe des objectifs à atteindre avec son propre référentiel. Or, pour le malade, et particulièrement pour les affections de longue durée, le plus important est de vivre le mieux possible avec sa maladie. Malgré cela, les améliorations apportées par les objets connectés sont notables. Prenons le cas d'un patient atteint de mucoviscidose, il est équipé d'un objet permettant de détecter très tôt les infections pour permettre une prise en charge plus rapide. À l'usage il s'avère que cet outil a permis au patient d'apprendre comment éviter les infections et au lieu d'augmenter le nombre d'accès au système de santé, il lui a permis de devenir plus autonome et de diminuer les périodes de soins intenses. Donc les objets connectés prolongent les périodes de rémission et donnent la possibilité au malade de participer pleinement au contrôle de sa santé sans recourir au système de santé. D'autre part, l'impact émotionnel n'est pas à négliger, on le constate avec une patiente diabétique de type 1 et insulino-dépendante. Après deux mois d'utilisation d'un capteur de glucose, celle-ci a vu sa vie se transformer. Elle pouvait faire de nouvelles activités qui lui étaient interdites depuis des années. Ainsi les objets connectés responsabilisent le patient, même s'il ne va pas jusqu'à suivre entièrement les recommandations données par son médecin, ils apportent des informations plus objectives et permettent d'augmenter le pouvoir d'agir du patient sur sa maladie.

Accéder au nouveaux traitement grâce au Big Data ?

L'accès au système de santé passe aussi par les nouveaux traitements. Ainsi nous savons que quand un médicament n'est pas encore commercialisé, certains patients peuvent y avoir accès avec les autorisations temporaires d'utilisation (ATU). L'accès et le mode de financement de ces nouveaux traitements pourraient changer avec les technologies digitales et en particulier le Big Data. D'après le laboratoire Roche, ces technologies permettront de définir un processus différent, plus rapide que l'actuel, pour fixer le prix du médicament. Ce système pourrait même être utilisé pour établir un prix variable selon la pathologie et la réaction du patient au traitement.

Quel rôle ces évolutions vont jouer sur les assureurs de santé ?

Historiquement, les assureurs santé n'interviennent pas dans l'accès au système. Nous savons que leur rôle est de prendre en charge, à posteriori un pourcentage

¹/ Avenant n°6 à la Convention Nationale, approuvée par un arrêté du 1^{er} août 2018

Mathias Bejean
Associate professor – UPEC
Formateur conférencier à l'ENA

Cynille Isaac-Sibille
Député du Rhône,
secrétaire de la commission des affaires sociales de l'Assemblée nationale

Dr Pascale Karila-Cohen
Radiologue et Fondatrice de Docidoc

Dr Kazim Ould-Kaci
Délégué scientifique Groupe VIV

Robert Picard
Rédacteur Santé au Conseil général de l'économie, auteur du rapport sur les Dispositifs Médicaux

Dr Laurence Samelson
Responsable régional institutionnel IDF, Roche

Dr Pierre-Yves Traynard
Secrétaire général du Forum des Living Labs Santé Autonomie

SCIENCE

#Tptalks19

TELECOM Paris TELECOM Paristech TELECOM Evolution

des frais d'actes médicaux en fonction du contrat souscrit. Cependant leur marché est bouleversé pour trois raisons : d'abord l'état tend à transférer la charge de la santé vers les mutuelles, ensuite les critères de solvabilité qui leurs sont imposés les poussent à se regrouper ou à disparaître et enfin les accords passés avec l'UNOCAM² engendrent une institutionnalisation et une homogénéisation des contrats. Face à ces défis, les technologies numériques représentent une opportunité, en particulier le Big Data car il améliore l'évaluation du risque. Par ailleurs, la médecine 5P (Préditive, Préventive, Personnalisée, Participative, Preuve) change la pratique et nécessite un accompagnement sur le long terme avec de nouveaux métiers. Enfin la prévention devient une composante essentielle du nouveau rôle des mutuelles, mais associée au Big Data, elle pourrait devenir un cheval de Troie qui viendrait remettre en cause le droit à l'accès aux soins. En effet la tentation est forte de mettre en place des programmes de préventions obligatoires qui ne seraient pas égales, les personnes bien portantes ayant généralement plus de facilité à suivre ces programmes.

Les technologies digitales, des outils de surveillance bienfaiteurs ?

La loi de modernisation du système de santé de janvier 2016 ouvre la porte à une véritable révolution en proposant de rebâtir tout le système autour du parcours de santé afin de mettre le patient au centre du dispositif pour favoriser la prévention. Encore faut-il que les pratiques évoluent avec une coordination efficace entre professionnels de santé. Mais ces évolutions doivent respecter les principes de droit à l'accès au soin pour tous. L'accès à ce système, qui reposait essentiellement

sur le colloque singulier patient/médecin, devient multidimensionnel. Beaucoup d'éléments hétérogènes comme la désertification médicale, les zones blanches en télécommunication ou les lenteurs administratives viennent perturber cet accès et nous ne prétendons pas avoir une vue exhaustive du problème. Les technologies digitales apportent des solutions qualitatives et efficaces mais ce sont les usages que les différents intervenants feront de ces technologies qui permettront la mise en œuvre vertueuse de ces solutions. ■

Les présentations sont en ligne sur le site de l'association pour les membres du groupe ou sur Slideshare pour les autres participants.

L'AUTEUR



Alain Tassy est docteur ingénieur diplômé de TélécomParis (1982, 1986) et de l'Executive MBA de HEC (91). Alain accompagne les dirigeants d'entreprise et les entrepreneurs dans la mise en place opérationnelle de leurs stratégies d'innovation en particulier dans la transition digitale. Après avoir créé le laboratoire de traitement du signal de Matra Communication, il occupe successivement des postes de direction dans les groupes Alcatel, Vodafone, UUnet MCI-Worldcom. Il est ensuite directeur général de Volp Télécom et vice-président Opérations de Quescom Business Angel depuis 2000, il participe à la création et au lancement de plusieurs sociétés, en particulier Virtualtel et la SATT Lutech. Depuis 2010, Alain intervient dans la santé numérique et crée en 2015 le groupe Santé de Télécom Paris alumni.

Une nouvelle dynamique

Par Laura Peytavin (1990)

C'est d'abord avec une grande fierté et beaucoup d'humilité que j'ai pris la présidence de l'association des diplômés de Télécom Paris, depuis le mois de juillet, à un moment charnière marqué par le déménagement de l'École et la recomposition de l'environnement académique.

Le déménagement et l'intégration de notre école au cœur de l'ambitieux projet de l'Institut Polytechnique de Paris sont très stimulants pour l'association.

Les objectifs de l'association à court et moyen termes vont principalement concerner :

- L'étude de changements en profondeur du financement des activités de l'association : cotisation à vie, services plus soutenus pour le mentoring et les carrières, évènements de promotions, grands évènements de « networking » ou à portée plus large...
- La construction de nouvelles synergies autour d'une communauté d'alumni issus de toutes les écoles composant Institut Polytechnique de Paris
- L'accompagnement de grands défis que veut relever l'École, tel que la diversité sociale et de genre pour les futures promotions et la prise en compte des dimensions environnementales des technologies du numérique.

Nous aurons notamment à cœur de réussir, d'ici l'été 2020, une très grande fête pour inaugurer, tous ensemble, alumni et élèves la nouvelle école sur le campus de Palaiseau. De plus, nous organiserons également une soirée de débat afin d'y aborder sans filtre les fondements de la raison d'être de Télécom Paris.

► LAURA PEYTAVIN (1990)



Après 10 ans de conception algorithmique en traitement d'images satellitaires pour le groupe Airbus (Matra à l'époque), j'ai pris le tournant du boom de l'Internet des années 2000 pour travailler dans le domaine des communications unifiées, de la messagerie puis de la cybersécurité. Je suis aujourd'hui ingénieur technico-commercial chez Proofpoint éditeur américain de solutions de cybersécurité de nouvelle génération pour les entreprises. J'ai également un master (niveau M2) en Management de l'Innovation et de Prospective Stratégique au CNAM, avec un focus sur les nouvelles formes de management des technologies Open Source et une certification internationale CISSP dans le domaine de la cyber-sécurité.

Impliquée dans l'association depuis 2012, sur des projets de remise à plat de notre plateforme numérique, j'ai pris petit à petit la mesure de l'effort qu'il faut déployer pour cultiver l'identité de notre réseau d'alumni, et de ce fait l'image de notre École et de sa formation. Avec notamment la casquette de vice-présidente de l'association, je représentais l'association aux activités et évènements de l'interclub G9+.

Par ailleurs, je me suis beaucoup investie bénévolement dans des activités citoyennes, militante pour les droits des femmes et des minorités sexuelles de notre pays, auprès de notre représentation nationale et aussi en tant que membre nommée de la Commission Nationale Consultative des Droits de l'Homme. Ma condition de femme transgenre ainsi que mon appétence pour les grands défis des droits humains et de l'égalité femme-homme nourrit un regard, à la fois exercé et singulier sur les parcours des femmes dans nos écoles et nos métiers du numérique.

Par ailleurs, l'association a désormais deux permanences :

- Télécom Paris, 19 place Marguerite Perey, 91120 Palaiseau
- à Paris au côté de la formation continue et de la Fondation, 2 villa Thoréton, 75015 Paris ■

► LE CONSEIL D'ADMINISTRATION 2019 - 2020

Pendant l'assemblée générale du 25 Juin 2019, quatre nouveaux administrateurs ont été élus :
Marylin Arndt (1981), Andrea Caridi (2010), Yves Poilane (1984) et Laure Pourcin (1990).

et quatre administrateurs ont aussi été réélus :
Sophie Aveline (1997), Gérard Cambillau (1973), Michel Levy (1975) et Geneviève Metz (1982).

Pendant le Conseil d'administration du 3 juillet, le bureau suivant a été élu :

- Présidente :** Laura Peytavin (1990)
Vice-présidente : Amandine Moutte (2016)
Vice-présidente : Sophie Aveline (1997)
Vice-président : Michel Cochet (1973)
Secrétaire général : Alexis Ferrero (1987)
Trésorier : Serge Bruillot (1984)
Membre : Michel Levy (1975)
Membre : Gérard Der Agobian (1983)



Trombinoscope du conseil d'administration de Télécom Paris alumni 2019-2020



Marylin Arndt-Vincent (1981)



Sophie Aveline (1997)



Serge Bruillot (1984)



Dominique Burlett (1991)



Gérard Cambillau (1973)



Andrea Caridi (2010)



Basile Cayatte (1998)



Michel Cochet (1973)



Thi-Mai Dang Vu (2007)



Gérard Der Agobian (1983)



Alexis Ferrero (1987)



Michel Lévy (1975)



Fabrice Linot (2011)



Genevièvre Metz (1982)



Pascale Montrucher (1988)



Adrien Morvan (2013)



Amandine Moutte (2016)



Margaux Penwarden (2014)



Laura Peytavin (1990)



Yves Poilane (1984)



Laure Pourcin (1990)



François Quentin (1975)



Maria Shiao-Di Francesco (1988)



Laurent Soulier (1998)



Le prix des Technologies Numériques

Jean-Louis Mounier (1989), président du jury



Jean-Louis, vous venez de prendre la présidence du jury du Prix des Technologies Numériques, pouvez-vous nous dire quelques mots sur votre parcours ?

Que de transformations vécues en 30 ans, âge de ma promotion de Télécom Paris (1989) ! Mon parcours est jalonné de défis dans les télécoms et les infrastructures, avec mes premières expériences vécues à l'international, d'abord à la découverte de l'Asie et tout particulièrement de la Chine, mais aussi de l'Afrique, puis à la construction de réseaux mobile et fixe haut débit, et enfin depuis neuf ans chez TDF, pour le développement d'une plateforme d'infrastructures mutualisées permettant à nos clients télécoms et médias d'y installer leurs services numériques sur tout le territoire et de préparer l'émergence de nouveaux usages et *business models*.

Passionné de High Tech et d'innovation, j'accompagne également depuis de nombreuses années des projets de développements, que ce soit en interne, avec des partenaires industriels, mais aussi auprès de start-up, pour faciliter l'accélération de l'intégration du numérique dans l'économie, et son accessibilité à tous.

Quelle a été votre principale motivation pour prendre cette responsabilité ?

Membre assidu du jury du PTN depuis 2013 à l'invitation de François Paulus (1989), Vincent Pilloy (1990) m'a fait l'honneur de me proposer de lui succéder cette année en tant que président du jury. La surprise fut grande pour moi, à tel point qu'il m'a fallu quelques jours avant d'accepter ce nouveau défi.

La réflexion en équipe avec des personnalités venant de différents environnements et parcours, le partage d'expériences dans la mise en lumière des talents et des projets, le soutien au développement de la filière française du numérique, la dynamique de Télécom Paris sous l'impulsion d'Yves Poilane (1984) et ma proximité avec les alumni sont les principaux moteurs de ma motivation.

Comment se déroule votre prise de fonction ?

Les processus bien rodés mis en place par mes prédécesseurs et la bienveillance des membres du jury sont un réel confort pour une transition en douceur et dans la continuité. Trois prix seront remis encore cette année, et pour les préparer, j'ai souhaité que certains membres du jury soient encore plus impliqués dans la prise en main de l'animation et des débats.

Par ailleurs, nous nous appuyons sur l'École et sa chaire Entrepreneuriat Numérique Étudiant sous la responsabilité de Sophie Boudin en impliquant une équipe d'élèves qui nous apporte une force de travail supplémentaire que le jury ne pourrait pas avoir par ailleurs.

Comment le jury aborde-t-il la thématique "Environnement et numérique" ?

Pour l'édition 2020, le jury du Prix des Technologies Numériques a convergé rapidement sur le choix du thème « Environnement et Numérique ».

Une des grandes questions d'aujourd'hui est de mettre la transition numérique au service de la transition écologique. La convergence de ces deux transitions n'est pas seulement nécessaire pour accélérer la transition écologique, c'est aussi une opportunité pour faire des acteurs du numérique des piliers incontournables de l'économie de demain, sobre en ressources.

Ce secteur qui fait preuve d'un grand dynamisme d'innovations et de transformations technologiques, concentre plusieurs enjeux essentiels pour notre économie et notre environnement, dans un contexte politique sensible à ce domaine.

Le prix récompensera des start-up et des scale-up françaises qui soutiennent et développent l'innovation numérique en faveur de l'écologie. En particulier un focus sera fait sur ces « greentech » françaises qui permettent de réaliser des économies d'énergie et agissent en faveur de la décarbonisation.

Avez-vous un message à faire passer ?

Vous avez compris que nous avions le souci de mettre à l'honneur des lauréats dont les qualités de vision, d'esprit d'entreprise, ou d'expérience managériale sont des exemples de l'excellence française du numérique accompagnant la transformation de la société et de l'économie.

Alors, aux candidats potentiels : « Dépêchez-vous d'envoyer votre candidature, vous avez jusqu'au 30 novembre ! » www.prixtechnologiesnumeriques.org. Enfin, nous avons besoin, chers alumni de votre soutien en engageant votre entreprise comme sponsor : « venez afficher vos couleurs au PTN 2020 ». ■

L'École

Le magazine britannique Times Higher Education, célèbre pour son classement mondial des universités classe Télécom Paris 188^e meilleur établissement d'enseignement supérieur au monde.



TÉLÉCOM PARIS ENTRE AU CLASSEMENT THE 2020 !



TÉLÉCOM PARIS SE CLASSE 188^e MEILLEUR ÉTABLISSEMENT D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR AU MONDE.



TÉLÉCOM PARIS DÉTIENIR LA 2^e PLACE DES ÉCOLES FRANÇAISES DANS LE CLASSEMENT.



Télécom Paris fait son entrée en 2^e place des grandes écoles françaises dans le classement World University Ranking du Times Higher Education.

En effet, pour la première fois, Télécom Paris figure dans ce prestigieux classement. Elle se positionne ainsi parmi les cinq meilleurs établissements français. Et le pari n'était pas gagné d'avance, puisque l'édition 2019-2020 du palmarès ne compte que 38 établissements français parmi les 1400 écoles et universités sélectionnées dont deux écoles de l'Institut Polytechnique de Paris (IP Paris) qui apparaissent en bonne place : l'École polytechnique (93^e) et Télécom Paris (188^e). Télécom Paris est aussi la 2^e grande école française du classement et seule école du Concours Commun Mines-Ponts dans les 200 premiers établissements.

Dans le domaine des sciences, le World University Ranking de THE met en lumière les universités et grandes écoles à la pointe de l'ingénierie générale, numérique, électronique etc. Le classement repose sur 13 critères tels que : la qualité de l'enseignement, le niveau de la recherche et le rayonnement international. Un classement multicritère qui concerne l'ensemble des principales missions des universités et grandes écoles : connaissance, innovation et réputation internationale. Avec un profil équilibré Télécom Paris présente

de bons scores sur l'ensemble des critères pris en compte par THE ainsi qu'un bon classement lorsqu'il s'agit d'évaluer les relations entreprises (119^e rang). Cette position illustre la confiance que les entreprises accordent à l'école et la qualité des projets de recherche menés.

Après le très bon positionnement de Télécom Paris dans le classement mondial QS (224^e et 3^e grande école française), cette entrée dans le palmarès World University Ranking de THE, confirme l'excellence de cette grande école et son ambition à l'international. En effet, Télécom Paris propose une formation d'excellence avec une importante ouverture internationale aussi bien pour les étudiants français que pour les étudiants étrangers. ■



TÉLÉCOM PARIS ENTRE AU CLASSEMENT THE 2020 !

TÉLÉCOM PARIS SE CLASSE 188^e MEILLEUR ÉTABLISSEMENT D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR AU MONDE.

TÉLÉCOM PARIS DÉTIENIR LA 2^e PLACE DES ÉCOLES FRANÇAISES DANS LE CLASSEMENT.

THE WORLD UNIVERSITY RANKINGS
www.thewur.com

Les actualités de la Fondation

Le BdE de la promo 2000 et la promo 2001 signent un siège et une salle à Saclay

L'opération « Signez le futur de Télécom Paris » prend un nouveau tournant grâce au BdE « MiB ». Ce groupe d'amis qui s'est formé lors de leur passage à Télécom Paris (promo 2000) a signé un siège collectivement dans le futur amphithéâtre Thévenin de Télécom Paris à Saclay.

Sous l'impulsion de deux alumni motivés, le groupe s'est mobilisé pour réunir les fonds nécessaires et inscrire les MiB sur le siège Co6, au 3^e rang de l'amphithéâtre.

Le BdE de la promo 2000 est suivi dans cette initiative



par la promo 2001 qui souhaite nommer une salle à son nom. La collecte pour la salle de cette promo engagée (ils étaient les plus représentés lors de l'événement Bye Bye Barraut) est encore en cours. Si vous souhaitez y prendre part, contactez Thomas Robert.

Comme eux, signez un siège du futur amphi Thévenin ou une salle du bâtiment, de votre nom, celui de votre association étudiante ou votre promotion. Revenez sur les bancs de l'École qui vous a formée. L'occasion de laisser l'empreinte de votre passage ! Rendez-vous sur <https://paris-saclay.telecom-paris.fr/>

Dernière ligne droite avant l'inauguration à Saclay : prenez vite un siège à votre nom !

Vous avez encore la possibilité de donner votre nom à un siège de l'amphithéâtre Thévenin du futur bâtiment de Télécom Paris à Saclay. Pour 2000 € (soit 680 € après réduction fiscale sur l'impôt sur le revenu), vous signez un siège pour 10 ans. Pour 4000 € (soit 1360 € après réduction fiscale), vous apposez cette plaque sur votre siège à vie.

Vous pouvez échelonner vos dons en plusieurs mensualités grâce à la mise en place d'un prélèvement automatique. C'est simple, facile à mettre en place et sécurisé. Profitez de cette liberté !



Pour toute information, contactez : emma.pezzani@fondation-mines-telecom.org

Tél. : 01 75 31 41 79

Rendez-vous sur <https://paris-saclay.telecom-paris.fr/> pour choisir votre siège

4 nouvelles chaires

portées par Télécom Paris avec le soutien de la Fondation Mines-Télécom en 2019

En collaboration avec des partenaires scientifiques et industriels, les chaires d'enseignement-recherche sont destinées à renforcer des domaines cruciaux pour le développement technologique et l'innovation. Télécom Paris a développé une politique forte en la matière et compte aujourd'hui 11 chaires d'enseignement et de recherche ou de recherche. Depuis le début de l'année, quatre nouvelles chaires ont été signées :

- *Data Science and Artificial Intelligence for Digitalized Industry and Services*, en partenariat avec **Airbus Defence & Space, Engie, Idemia, Safran et Valeo**

L'apprentissage statistique réalisé par l'IA sera au cœur des projets de la chaire. Ses applications sont en effet multiples. Défense, santé, transport, confiance en la technologie sont autant de domaines où les systèmes d'intelligence artificielle doivent prouver leur robustesse.

- *Data Science pour le e-commerce*, portée avec **Télécom SudParis** en partenariat avec **VeePee**

Son objectif : développer les enseignements dans les domaines des sciences des données et de l'intelligence artificielle auprès des étudiants ingénieurs.

Les étudiants-ingénieurs de Télécom Paris et Télécom SudParis pourront ainsi approfondir l'impact des sciences des données et leur utilisation dans le e-commerce. Ils seront alors exposés et sensibilisés à ce sujet et à ses différents domaines d'application. La chaire a également pour but de proposer la réalisation

d'études de cas par les étudiants avec la collaboration de VeePee.

- *RD-ID : Responsibility for Digital IDentity*, en partenariat avec **Gemalto**

La chaire *Responsibility for Digital IDentity* s'intéresse à la question de l'identité numérique en tant qu'amas de données formant une superposition d'identités en renouvellement constant. La recherche se fera également vis-à-vis de la gestion, de la protection et de la sécurisation des multiples identités mises en œuvre dans l'espace numérique par les individus. L'objectif de cette recherche est de favoriser les usages responsables sur cette thématique touchant l'ensemble des utilisateurs du numérique.

- *Design de la transformation digitale* en partenariat avec **Wavestone**.

Pour Télécom Paris, cette chaire répond à une demande grandissante de ses étudiants désireux d'élargir leurs compétences en se formant aux technologies et aux grands enjeux de la transformation numérique qui touchent tous les domaines d'activité, dans le monde entier. La chaire étudie particulièrement l'impact des nouvelles technologies sur la stratégie et les transformations technologiques et techniques des entreprises. Elle vise à exposer et sensibiliser les étudiants à l'intérêt des métiers liés à ces enjeux stratégiques. Les étudiants travailleront notamment sur , des études de cas avec la collaboration de Wavestone. ■



COMMANDER LA REVUE TELECOM

Bulletin à compléter et à nous retourner, accompagné de votre règlement à :

Télécom Paris alumni - La Revue TELECOM - 2 villa Thoréton - 75015 PARIS

ou sur contact@telecom-paris-alumni.fr

Aucune commande ne sera prise en compte sans règlement joint.

VOS COORDONNÉES

Nom, Prénom
 Société
 Adresse
 Code postal Ville
 Pays
 E-mail
 Tél

Adresse de facturation (*si différente de l'adresse de livraison*)

Nom, Prénom
 Société
 Adresse
 Code postal Ville
 Pays
 E-mail
 Tél

VOTRE ABONNEMENT

- | | |
|---|-------------|
| <input type="checkbox"/> Je m'abonne à la Revue TELECOM pour une année civile (4 numéros 2019) | 60 € |
| <input type="checkbox"/> Numéro(s) paru(s) depuis moins d'un an
<i>Numéro : 192, 191, 190, 189</i> | 25 € |
| <input type="checkbox"/> Numéro(s) paru(s) depuis plus d'un an
<i>Numéro : (à partir du n° 193 à 186. Pour les numéros antérieurs, contactez-nous)</i> | 15 € |

Mode de règlement (*factures sur demande*)

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> Par virement (voir les informations ci-dessous)
Date du virement : / / Référence du virement : |
| <input type="checkbox"/> Par chèque : à l'ordre de l'AIST |
| <input type="checkbox"/> En espèce ou par carte bancaire au bureau de l'association au 2 villa Thoréton, 75015 PARIS |

*Informations complémentaires pour les virements : IBAN FR76 1027 8033 0000 0280 2554 590 - BIC CMCIFR2A
 Merci d'intituler votre virement « achat de la revue ___ » et de retourner ce document à contact@telecom-paris-alumni.fr*

LES NUMÉROS DISPONIBLES À LA VENTE

- | | |
|---|--|
| N° 193 La numérisation des administrations
La biotechnologies | N° 192 Prix des technologies numériques
La fintech |
| N° 191 L'agriculture et le numérique
Médias : un nouveau visage | N° 190 Intelligence artificielle et cybersécurité
Vers de nouveaux modes de management |

- | | |
|--|---|
| N° 189 Les nouveaux usages de la santé numérique
Le sport à l'heure du digital | N° 188 20 ^e anniversaire du Prix des technologies numériques. Transport et mobilité |
| N° 187 Énergies, les ruptures !
Intelligence artificielle | N° 186 L'usine du futur
Travail et création à l'ère de l'économie collaborative |

COMMENT AVEZ-VOUS CONNU LA REVUE TÉLÉCOM ?

- | |
|---|
| <input type="checkbox"/> Dans votre entreprise |
| <input type="checkbox"/> Suite à un événement. Lequel ? |
| <input type="checkbox"/> Par le site Internet de Télécom Paris alumni |

- | |
|--|
| <input type="checkbox"/> Pendant votre scolarité à Télécom Paris |
| <input type="checkbox"/> Autres ? |

Important : Les diplômés de Télécom Paris cotisants peuvent souscrire un abonnement à la Revue TELECOM à un tarif préférentiel. Pour plus d'informations : contactez-nous !

Contact contact@telecom-paris-alumni.fr

Plus que quelques jours pour graver votre nom en amphi Thévenin !

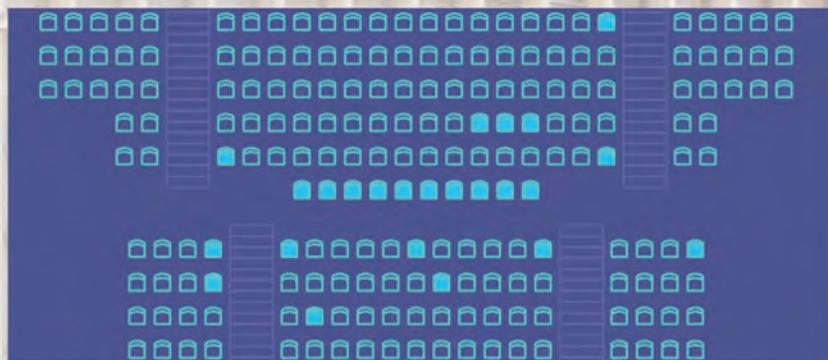
Qui n'a jamais rêvé de retourner sur les bancs de son École ?

Par votre don, soyez enfin autorisé·e à laisser votre empreinte sur un siège, pour 10 ans ou à vie !

Notre École a besoin de votre soutien pour assurer sa place dans le nouvel écosystème de l'Institut Polytechnique de Paris.

Par votre don, vous soutenez la diversité sociale, l'attractivité internationale, l'entrepreneuriat et l'excellence scientifique & l'innovation au sein de votre École.

Vous pouvez échelonner vos dons en plusieurs mensualités grâce à la mise en place d'un prélèvement automatique.



Pour choisir votre siège et indiquer le **texte que vous souhaitez graver**, rendez-vous sur paris-saclay.telecom-paris.fr ou contactez Emma Pezzani emma.pezzani@fondation-mines-telecom.org - 01 45 81 72 84

Votre don vous permettra de bénéficier d'une réduction d'impôt de 66% de ce montant pour l'Impôt sur le Revenu - 75% pour l'IFI – 60% pour l'Impôt sur les Sociétés.

Gravé pour	Montant du don	Coût net après réduction fiscale sur :		
		Impôt sur le Revenu	Impôt sur les Sociétés	IFI
10 ans	2 000 €	680 €	800 €	500 €
à vie	4 000 €	1 360 €	1 600 €	1 000 €



Technologie de pointe

Environnement stimulant

Evolution de carrière

MON MÉTIER N'EST PAS
SEULEMENT TECHNOLOGIQUE,
IL EST AUSSI STRATÉGIQUE.

MBDA, AU CŒUR DE NOTRE DÉFENSE

Nos 10 000 collaborateurs en Europe travaillent dans un esprit de coopération et d'excellence. Ils unissent leurs compétences techniques et leurs qualités humaines pour développer des solutions de défense afin de répondre aux besoins opérationnels de nos clients. Avec plus de 100 métiers et de belles perspectives de carrière, MBDA le leader Européen de l'industrie missilier, vous propose bien plus qu'un travail.

www.mbda-systems.com

MBDA est une filiale commune de Airbus (37,5 %), BAE SYSTEMS (37,5 %) et Leonardo (25 %)

MBDA
MISSILE SYSTEMS