



Laplume, sous le masque

par Patrick Flandrin (membre de l'Académie des sciences, directeur de recherche CNRS à l'École normale supérieure de Lyon,) et Olivier Rioul (professeur à Télécom-ParisTech et professeur chargé de cours à l'École Polytechnique)

Cette note vise à faire sortir de l'oubli un travail original de 1948 de l'ingénieur français Jacques Laplume, relatif au calcul de la capacité d'un canal bruité de bande passante donnée. La publication de sa Note dans les Comptes Rendus de l'Académie des sciences a précédé de peu celle de l'article du mathématicien américain Claude E. Shannon, fondateur de la théorie de l'information, ainsi que celles de plusieurs chercheurs aux U.S.A. qui avaient proposé la même année 1948 des formules de capacité analogues. La singularité de Jacques Laplume réside dans le fait qu'il travaillait indépendamment et isolément en France, et que son approche est (contrairement à Shannon) plus physique que mathématique bien qu'exploitant explicitement (comme Shannon) le caractère aléatoire du bruit. La Note est semble-t-il tombée rapidement dans l'oubli et n'a été exhumée qu'en 1998, à l'occasion du cinquantenaire de la théorie de l'information. Même au début de cette année 2016 qui marque le centième anniversaire de la naissance de Shannon, nous ne connaissions que très peu de choses sur l'œuvre et la vie de Jacques Laplume. Il nous a fallu un véritable travail de détective pour remonter jusqu'à sa famille et découvrir que cette Note de Jacques Laplume n'était qu'une parmi de nombreux travaux extrêmement divers d'une personnalité forte aux multiples talents qui s'inscrit dans une véritable saga familiale.

1948, *annus mirabilis*

Nous fêtons en 2016 le centenaire de la naissance de Claude E. Shannon, mathématicien américain considéré comme le « père de l'Âge de l'information ». C'est l'occasion d'un retour sur sa théorie de l'information et sur la formule emblématique de la capacité d'un canal bruité qui couronne son œuvre : $C = W \log_2(1+SNR)$ où C est la capacité (débit maximal pour une transmission fiable) exprimée en bits par seconde, W est la largeur de bande passante du canal, et SNR ("Signal to Noise Ratio") est le rapport signal sur bruit présent lors de la transmission.

La théorie de l'information naît en 1948, dans un seul article de Shannon publié en deux parties en juillet et en octobre, « *A Mathematical Theory of Communication* » (Shannon, 1948). Cet article rassemble tellement d'avancées fondamentales et de coups de génie qu'on peut dire sans exagérer que Shannon est le héros mathématicien dont les théorèmes ont rendu possible le monde du numérique que nous connaissons aujourd'hui. Sa formule de la capacité y est démontrée rigoureusement dans un modèle de bruit additif



gaussien en se fondant sur la théorie des probabilités, à l'aide du concept d'entropie qu'il développe mathématiquement. Cette formule a connu un succès immédiat, c'est l'aboutissement de la recherche du compromis exact entre débit de transmission, largeur de bande et rapport signal sur bruit qui a fortement influencé les ingénieurs spécialistes de la communication de l'époque.

1948 est aussi l'année de la naissance de la cybernétique de Norbert Wiener popularisée dans son livre *Cybernetics* (Wiener, 1948), ainsi que l'année où les laboratoires Bell (où travaillait Shannon) rendent publique l'invention du transistor. S'il on ajoute que le premier grand ordinateur électronique programmable (l'ENIAC) venait d'être mis en service depuis moins de deux ans, on constate que tous les éléments (théoriques, matériels, logiciels et algorithmiques) de la nouvelle « Ère de l'information » sont réunis en cette seule année 1948 !

Shannon et les sept chercheurs

La profondeur et l'originalité des découvertes théoriques de Shannon sont telles qu'elles ont mis du temps à être digérées par la communauté des mathématiciens et des ingénieurs. Sans doute à cause de ce constat, on a souvent affirmé que la théorie de l'information est venue alors qu'on ne l'attendait pas, et qu'en quelque sorte la formule de Shannon $C = W \log_2(1+SNR)$ nous a été donnée en 1948 comme une révélation. C'est oublier qu'à cette époque, avec les progrès des systèmes de communication par modulation de fréquence et modulation par impulsions, on ressentait déjà une « nécessité urgente » (Aigrain, 1949) d'une théorie permettant d'établir le meilleur compromis entre quantité d'information transmise et quantités physiques définissant un système de communication comme la bande passante et la puissance émise.

Ainsi en 1948, les temps étaient mûrs pour la formule de Shannon (Lundheim, 2002) : pas moins de sept autres chercheurs ont proposé la même année une formule très similaire à celle de Claude Shannon : Jacques Laplume (avril 1948), Stanford Goldman (mai 1948), William G. Tuller (dans sa thèse soutenue en juin 1948), C. Earp (juin 1948), André G. Clavier (décembre 1948), Norbert Wiener (dans son livre de 1948) ainsi que Herbert Sullivan (non publié). La plupart de ces chercheurs ont été directement ou indirectement en relation avec Shannon : un Symposium de la société IRE (aujourd'hui IEEE) tenu à New York le 12 novembre 1947 vit Shannon présenter ses premiers résultats à ses collègues. Une recension du Symposium, donnée dans le numéro de janvier de la revue *Electronics* (Fink, 1948) mentionne les interventions de Shannon et de Clavier et la présence de Tuller et de Sullivan. Ce Symposium est explicitement cité par Earp dans son article. Shannon lui-même cite Wiener, Tuller et Sullivan et Goldman crédite également Tuller.

Parmi ces sept propositions, l'approche la plus originale et en même temps la plus proche du calcul théorique de Shannon est due à Wiener. Ce dernier prend explicitement en compte le caractère gaussien du bruit, mais il ne résout pas à proprement parler un problème de communication de signaux. La similarité avec le calcul de



Shannon a néanmoins pu convaincre que Wiener fut également le père fondateur de la théorie de l'information (Wiener, 1956).

Quant aux autres développements, notamment ceux de Tuller et Goldman, ils sont très proches les uns des autres et basés sur un raisonnement par dénombrement de signaux discernables en présence d'une incertitude liée au bruit (Rioul & Magossi, 2014). Curieusement, ce raisonnement est maintenant classiquement attribué à Ralph Hartley dont l'article "*Transmission of Information*" publié vingt ans auparavant (Hartley, 1928) était effectivement le point de départ des investigations de Shannon, et mentionnait déjà le rôle de la bande passante et de la mesure logarithmique de l'information. Mais comme l'explique (Rioul & Magossi, 2014), il y a une sorte de malentendu historique : la notion même de bruit était absente chez Hartley et la formule « de Hartley » dénombrant les signaux discernables en présence de bruit provient en réalité des travaux de Tuller, Goldman et autres en 1948.

La plupart de ces chercheurs contemporains de Shannon, cependant, ne se réfèrent pas explicitement à la nature aléatoire (« erratique » comme on disait alors) de ce bruit. Jacques Laplume est une exception.

Laplume et Clavier

Dans cette liste de sept chercheurs on trouve deux ingénieurs français : Clavier et Laplume. Shannon et Clavier ont présenté chacun leurs travaux dans le même Symposium IRE de novembre 1947 mais, curieusement, aucun d'eux n'a ensuite cité l'autre dans leurs publications respectives (Lundheim, 2002). Une raison possible est que le travail de Clavier ne concerne explicitement que les applications pratiques en radiocommunications, la formule qu'il donne n'étant pas du tout de nature théorique. Clavier avait émigré aux États-Unis en 1946 et travaillait au Laboratoire Fédéral des Télécommunications à New York ; il sera naturalisé américain dès 1950. Il travaillait bien à Paris auparavant au LMT (Le Matériel Téléphonique, filiale de ITT) et à ce titre était proche de l'invention de la modulation par impulsions dans la fin des années 1930, mais il ne semble pas qu'il y eut un lien quelconque entre Clavier et Laplume à cette époque.

En 1948, Laplume est employé comme ingénieur radio-électricien au Laboratoire de Recherches en Hyperfréquences de la CFTH (Compagnie Française Thomson-Houston), Annexe Lecourbe, dans le 15^{ème} arrondissement de Paris. Ce qui rend Laplume particulier, c'était qu'il était a priori isolé des autres en France, et que son approche originale tient compte de la nature probabiliste du bruit par l'intermédiaire de sa densité spectrale de puissance.



Jacques Laplume en 1945.

Une Note et un article

C'est lors de la séance de l'Académie des sciences du 26 avril 1948, présidée par Henri Villat, qu'est présentée une Note de Jacques Laplume intitulée "Sur le nombre de signaux discernables en présence de bruit erratique dans un système de transmission à bande passante limitée". Qui en a assuré la présentation n'apparaît ni dans la publication aux *Comptes Rendus* associée (Laplume, 1948), ni dans les archives de l'Académie. On peut néanmoins imaginer que Jacques Laplume aura soumis son manuscrit à Louis de Broglie — dont on connaît l'intérêt qu'il porte alors à la théorie de l'information naissante (Segal, 1998-2003) —, celui-ci ayant présenté cinq des sept Notes publiées par Jacques Laplume aux *Comptes Rendus* entre juin 1947 et août 1949 (les deux autres, dont celle qui nous intéresse ici, ne mentionnant pas de présentateur).

Cette Note très brève (moins de deux pages) établit un résultat qui est essentiellement celui de la capacité d'un canal bruité, mais elle ne renvoie à aucune référence bibliographique et présente une étude a priori isolée et indépendante des avancées obtenues dans le même temps outre-Atlantique, dont il est peu probable qu'il ait pu avoir connaissance. Les résultats de Jacques Laplume présentés au printemps 1948 apparaissent ainsi comme une singularité entre le Symposium IRE de New York du 12 novembre 1947, réunion au cours de



laquelle Claude Shannon a donné une première présentation de sa théorie de la communication, et la publication aboutie qu'il en fera quelques mois plus tard dans les numéros de juillet et d'octobre 1948 du *Bell System Technical Journal* (Shannon, 1948).

Au vu du retentissement considérable qui a suivi la publication de ces deux derniers articles devenus des classiques, il n'est pas étonnant que la Note de Jacques Laplume soit passée inaperçue et n'ait semble-t-il fait l'objet d'aucune citation avant d'être exhumée à titre historique à la fin des années 90 (Segal, 1998; Verdú, 1998). La concision de la Note en rend aussi la lecture difficile, motivant sans doute la rédaction ultérieure d'une version étendue qui sera publiée à la revue *L'Onde Électrique* (Laplume, 1950), faisant suite à une présentation donnée au Congrès d'Électronique et de Radio-Électricité tenu à Paris en janvier 1950. Si, comme le dit l'auteur, "*Cette communication ne fait que reprendre, en la développant, une étude dont [il a] exposé les grandes lignes aux Comptes-rendus à l'Académie des Sciences, il y aura bientôt deux ans*", la lecture de l'article à *L'Onde Électrique* est doublement éclairante par rapport à la Note aux *Comptes Rendus* de 1948 dans la mesure où elle en détaille de façon graphique le raisonnement, et où elle s'accorde maintenant des résultats acquis depuis par Tuller et surtout Shannon, dont il a pu avoir connaissance dans l'article (Aigrain, 1949), et qu'il cite.

Le résultat central de ces deux publications est le même, à savoir la formule de la capacité d'un canal bruité qui revient à "échanger des kilocycles contre des décibels", selon les mots de Jacques Laplume. Cette formule permet en effet, en théorie, d'élargir la bande passante tout en réduisant la puissance d'émission du signal, et inversement. Son établissement procède dans les deux cas d'une approche de type "ingénieur" basé sur une approximation qui contraste avec celle plus mathématique suivie par Shannon — que Laplume considère volontiers d'un "niveau mathématique élevé" car faisant appel à un espace à "grand nombre de dimensions".

Jacques Laplume propose un argument géométrique en deux dimensions, dans un plan fréquence-puissance qu'il justifie de découper en "cellules d'incertitude" dont la taille est réglée en fréquence par la résolution $\Delta f = 1/T$ atteignable pour une durée de signal donnée T , et en puissance par le niveau β de la densité spectrale du bruit additif supposé blanc.

Pour une bande fréquentielle disponible B , le pavage induit naturellement $n = B/\Delta f = BT$ colonnes fréquentielles. Chaque cellule du plan étant de "hauteur" β , un signal de puissance moyenne donnée P en occupe $N = PT/\beta\Delta f$, d'où la relation $N/n = P/b$, en notant $b = \beta B/T$ la puissance moyenne du bruit blanc additif dans la bande B . Ceci étant établi, la suite de l'argument est essentiellement combinatoire, s'attachant à dénombrer les M configurations garantissant des spectres discernables qui sont de puissance inférieure ou égale à P . Sous hypothèse que N et n sont grands, les factorielles mises en jeu dans la forme analytique exacte $M = (N+n)!/N!/n!$ peuvent être approchées par la formule de Stirling, faisant apparaître l'approximation



logarithmique $\log M \# N \log(1+n/N) + n \log(1+N/n)$. L'hypothèse enfin d'un rapport signal sur bruit P/b élevé, équivalente à considérer que $N \gg n$, permet de considérer que le premier terme est négligeable devant le second, conduisant ainsi à l'approximation $\log M \# BT \log(1+P/b)$, et par suite à la capacité $C = \log m / T = B \log(1+P/b)$, qui est exactement l'expression de Shannon (moyennant l'identification des notations $W = B$ et $SNR = P/b$).

Comme cela est remarqué dans (Segal, 2003), le principe géométrique de l'approche, à savoir le pavage d'un plan en "cellules d'incertitude" n'est pas sans rappeler celui mis en avant par Dennis Gabor dans son article de 1946 "Theory of communication" (Gabor, 1946). On peut imaginer que Laplume ait pu avoir connaissance des travaux de Gabor du fait qu'il en était en un sens "collègue", Laplume étant alors employé de la Compagnie Française Thomson-Houston, et Gabor travaillant pour sa part depuis 1933 au Research Laboratory de British Thomson-Houston établi à Rugby, Warwickshire (GB) — laboratoire qu'il quittera en 1949 après y avoir conçu et mis au point en 1947-1948 le principe de l'holographie, ce qui lui vaudra le Prix Nobel de Physique en 1971.

Cependant le pavage de Laplume se distingue de celui de Gabor d'au moins deux façons. La première est que le plan retenu n'est pas le même, celui de Gabor étant de nature fréquence-temps et pas fréquence-puissance. La deuxième est que la notion même de bruit est absente de la théorie de Gabor, alors qu'elle est centrale dans l'approche de Laplume. En suivant toujours (Segal, 2003), on peut néanmoins voir dans ce recours à des "cellules d'incertitude" une influence possible de l'Enseigne de Vaisseau Pierre Aigrain, même si Gabor n'est que mentionné et non cité explicitement dans la bibliographie de l'article (Aigrain, 1949) que Laplume cite.

Si l'on compare enfin les deux publications successives de Jacques Laplume, on remarque que la présentation donnée dans (Laplume, 1950) s'accorde davantage de la terminologie qui s'est mise en place depuis 1948. Ainsi du titre qui devient "Sur la capacité de transmission maximum d'un canal en présence de bruit", du contenu qui mentionne explicitement les procédés de modulation en communication — alors que (Laplume, 1948) ne mentionne qu'une application générale aux signaux de télévision — et aussi de la forme même de la formule de la capacité C telle qu'elle est donnée ci-dessus (et apparaît à l'équation (10) de l'article de 1950), alors que la version première néglige (à l'équation (3) de la Note de 1948) le terme 1 apparaissant dans le logarithme. Le rapport signal sur bruit P/b étant supposé élevé, la simplification de l'approximation est justifiable, mais ne pas la faire permet d'identifier de manière exacte le résultat de Laplume à celui de Shannon. On notera en passant que cette question de prendre en compte ou non le 1 additif a été évoquée par Harold Wheeler lors de la discussion ayant suivi la présentation de Shannon au Symposium IRE de 1947, ainsi que cela est rapporté à la fin de la recension (Fink, 1948).



La Note de 1948 donne également un autre développement, qui n'est pas repris dans (Laplume, 1950), permettant d'évaluer le nombre d'amplitudes discernables sous une imprécision donnée, qui ressemble trait pour trait au raisonnement de Tuller ou Goldman. Une autre différence intéressante est relative à la notation utilisée pour désigner la largeur de bande passante du système. Il s'agit de la notation anglo-saxonne W comme *bandWidth* également employée par Shannon pour (Laplume, 1948) et de la notation française B pour (Laplume, 1950). Faut-il y voir une influence américaine sur le travail de Laplume dès 1948 ?

Jacques Laplume retrouvé

Avec le recul, nous apprécions aujourd'hui tout l'intérêt historique de la Note de Jacques Laplume de 1948. L'ingénieur français, apparemment isolé des chercheurs américains, y propose simultanément à Shannon la même formule de capacité. Cependant cette Note, ainsi que l'article (Laplume, 1950) qui a suivi sont semblent-ils restés par la suite ignorés, certainement éclipsés par les travaux fondateurs de Shannon. On peut aussi émettre l'hypothèse que Jacques Laplume n'ait pas beaucoup mis en valeur son propre travail théorique : comme nous le verrons, il abandonne rapidement son intérêt pour les radiocommunications dès le début des années 1950, en se tournant vers d'autres sujets comme les semi-conducteurs.

Ce n'est qu'à la fin des années 1990 que Jacques Laplume est redécouvert grâce au formidable travail d'historien de Jérôme Segal. Ce dernier soutient sa thèse en histoire des sciences sur la théorie de l'information (Segal, 1998) le 4 décembre 1998 à l'Université de Lyon II. Cette thèse, un moment disponible sur internet, a été publiée en 2003 sous la forme d'un livre (Segal, 2003) qui a été réédité en 2011. Pour les besoins de sa thèse commencée en 1995, Segal explique qu'il a consulté les revues françaises des télécommunications sur la période 1945-1955, dont *L'Onde Électrique*, ce qui lui a permis de consulter l'article (Laplume, 1950) et partant de là, de remonter à la Note (Laplume, 1948).

Outre-Atlantique, l'année 1998 est également le cinquantenaire de la publication de l'article fondateur de Shannon et à cette occasion, Sergio Verdú, chercheur à l'Université de Princeton aux U.S.A., rédige en juin 1998 un article historique (Verdú, 1998) où il cite également la fameuse Note (Laplume, 1948). Interrogés par nos soins, Sergio Verdú déclare ne pas se souvenir de la façon dont il a pris connaissance de cette Note et Jérôme Segal ne souvient pas davantage d'un quelconque lien avec Verdú. On peut néanmoins émettre l'hypothèse qu'une partie du contenu des travaux de Segal étaient accessibles sur internet entre 1995 et 1998 et que les performances d'un moteur de recherche ont permis à Verdú d'accéder à cette Note.

On trouve une nouvelle fois la trace de Jacques Laplume sur internet à l'occasion de la réédition d'un document historique de 180 pages par Philippe Magne (Magne, 2001) qui retrace l'épopée des ingénieurs des télécommunications de Thomson depuis les années 1940. A la rubrique "Les faisceaux hertziens de la CFTH", il mentionne le rôle moteur de Jacques Laplume au sein du Laboratoire de Recherches en Hyper-fréquences vers 1950 qui dirigea le projet de liaison de télévision par faisceau hertzien de la tour Eiffel au Beffroi de Lille.



Son rôle est à la fois théorique et pratique : Jacques Laplume, qui mena à bien cette réalisation à la fréquence de 1GHz, est aussi admiré pour sa publication d'une Note (d'octobre 1948) aux *Comptes Rendus de l'Académie des sciences* faisant mention d'une condition pouvant rendre linéaires en phase les circuits sélectifs de couplage entre étages d'amplification (Magne, 2001). Laplume était à l'époque très actif en publications (7 notes aux *Comptes Rendus de l'Académie des sciences* entre juin 1947 et août 1949) mais également très occupé par des considérations d'ingénierie pratique dès la fin des années 1940. On découvre également dans (Magne, 2001) une photo de Jacques Laplume, de profil et aux cheveux grisonnants, qui se trouvera plutôt dater de la fin de sa carrière.

Jacques Laplume est encore redécouvert à l'occasion d'une nouvelle publication historique sur la formule de Shannon (Rioul & Magossi, 2014) présentée à la conférence MaxEnt'2014 à Amboise. À l'aide de l'association des anciens de son entreprise, un des organisateurs de la conférence (Frédéric Barbaresco, ingénieur à Thales Air Systems) l'identifie comme un élève de la 56^{ième} promotion (1937-1940) de l'École de Physique et de Chimie de Paris (aujourd'hui ESPCI, École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris). La photo présente dans (Magne, 2001) ainsi que celle de la promotion de l'ESPCI illustrent certaines des présentations de Frédéric Barbaresco où Laplume est présenté comme un des fondateurs de la théorie de l'information à l'égal français de Claude Shannon.



Détail de la photo de 56^{ième} promotion de l'ESPCI au premier rang : Jacques Laplume (à gauche), Serge Trouvé (au centre) et Maurice Saint-Raymond (à droite).

Mais qui était Jacques Laplume ? Au début de cette année 2016, nous n'avions que très peu d'indices : un titre (ingénieur radioélectricien de la CFTH) datant des années 1950, une origine supposée de la 56^{ième} promotion de l'ESPCI, avec une photo d'un jeune élève souriant assis en tailleur parmi ses camarades de promotion. Le site des anciens de l'ESPCI mentionne que Jacques Laplume est décédé mais ne fournit aucune notice nécrologique. Parmi les camarades assis en tailleur à côté de Laplume figure Maurice Saint-Raymond, le grand-père de Laure Saint-Raymond (professeure à l'ENS, membre de l'Académie des sciences)



qui nous indique les coordonnées du seul camarade de la 56^{ième} promotion encore en vie, Serge Trouvé. Presque centenaire, ce dernier nous confirme que Jacques Laplume est bien, comme lui, l'un des six ingénieurs de spécialité Physique-Chimie embauchés par Thomson-Houston à la sortie de l'École. Serge Trouvé (chimiste) ne connaissait pas intimement Jacques Laplume (physicien), mais il s'en souvient comme de quelqu'un de plutôt porté sur les équations, faisant partie du « groupe des chiadeurs » !

Dans le même temps, nous avons retrouvé dans le réseau bibliothécaire scientifique universitaire la référence d'un livre entier sur *Le Calcul Symbolique et Quelques Applications à la Physique et à l'Électricité* (Potier & Laplume, 1943), écrit conjointement par Robert Potier (professeur à l'ESPCI) et Jacques Laplume, « licencié ès Sciences physiques et ès Sciences mathématiques, ingénieur de l'ESPCI ». Publié dans une collection dirigée par Frédéric Joliot-Curie, ce livre confirme le goût du tout jeune Laplume pour les équations mathématiques puisqu'il est basé sur les propriétés de la transformée de Laplace et du développement en série de Mac Laurin. La toute première publication de Jacques Laplume en radiocommunications (Laplume, 1946) utilise d'ailleurs abondamment ce calcul symbolique.

Le document qui va se révéler essentiel pour retrouver enfin trace de la vie de Jacques Laplume est la copie d'un brevet américain déniché sur *Google Brevets* : datant de septembre 1969, il décrit un système d'identification à distance d'objets mobiles. A côté du nom de l'inventeur Jacques Laplume, on y précise sa résidence, Gif-sur-Yvette, France et son affiliation à la Société d'Études Techniques et d'Entreprises Générales (SODETEG). Il était donc probable que Jacques Laplume ait déménagé de Paris au sud de la région parisienne à l'occasion d'un changement d'affectation à la SODETEG. En recherchant dans l'annuaire les Laplume habitant dans la région, nous avons retrouvé la trace d'une vidéo d'un vernissage récent d'exposition de peintures d'Eva Laplume, dont le visage fait inmanquablement penser à celui du jeune Jacques sur sa photo de promotion de l'ESPCI — Eva se révélera être la petite-fille de Jacques ! De fil en aiguille et d'amis Facebook en amis Facebook, il a été possible de remonter jusqu'à Bertrand Laplume, son père, qui maintient son arbre généalogique en ligne : son père à lui s'appelait bien Jacques et a eu six enfants. Un coup de téléphone a permis de tout confirmer : le père de Bertrand est bien Jacques Laplume, ingénieur à la société Thomson puis à la SODETEG !

Grâce à Bertrand à son frère Yves, ancien journaliste à Radio France, nous avons pu enfin consulter de nombreux documents et bénéficier de témoignages sur la vie de Jacques Laplume.

Une saga familiale

Toute la famille de Jacques Laplume est originaire du Pays Basque, plus précisément du territoire de la Soule autour du village de Moncayolle. Comme l'explique Jacques Laplume lui-même dans une interview (Laplume, 1997) « Depuis de nombreuses générations, mes ancêtres sont nés et ont vécu en Soule. [...] La lignée de



Laplume comptait dans ses rangs plusieurs instituteurs ou écrivains publics d'où peut-être le sobriquet de La Plume, devenu patronymique. »

Son grand-père Arnaud Laplume (1849-1913) fait partie des nombreux Basques émigrés à Cuba : Avec son frère cadet marié à une sœur de sa femme, il émarge sur la liste des passagers qui embarquèrent à bord du *Floride* au port de Saint Nazaire à destination de la Havane le 15 novembre 1872. À cette époque les bateaux qui traversaient l'Atlantique avaient à leur bord de nombreux jeunes Basques désireux de trouver du travail en Amérique. À Cuba, la plupart des émigrés, comme Arnaud Laplume qui était bourrelier, venaient surtout faire ce qu'ils avaient appris au Pays Basque, essentiellement dans le travail du cuir.

L'un de ses quatre fils, Pierre-Esteban Laplume (1885-1970), père de Jacques, est donc né à la Havane. Français par son père, espagnol de naissance, cubain à l'indépendance de Cuba en 1899, il fut ensuite naturalisé américain... En effet, il part aux États Unis vers 1910 pour y travailler comme mécanicien de bord sur des cargos qui faisaient la ligne New York – Colòn (le canal de Panama n'était pas encore achevé). À la maison des Basques de New York, il y rencontre Marianne Sathicq (1886-1968) alors embauchée au service du marchand d'art Paul Durand-Ruel à New York, et qui n'est autre que la fille du maire du même village de Moncayolle dont est originaire son père ! Il l'épouse à Brooklyn en 1911.

Le couple s'installe quelques temps à La Havane mais il semble que Marianne Laplume supportait mal la vie cubaine et était désireuse de revenir au Pays Basque. Or à cette époque pour Pierre Laplume, un retour en France signifiait la prison : les émigrés Basques, n'ayant pas fait leur service militaire en France, étaient considérés comme insoumis. Finalement Pierre et Marianne Laplume furent les seuls Laplume à revenir en France à la faveur d'une amnistie décrétée par le Président Raymond Poincaré en 1913.

Durant la Grande Guerre, Pierre met à profit ses qualités de mécanicien et sa connaissance de la langue et des mesures anglaises. Mobilisé à l'arsenal de Tarbes, il traduit les notices des machines-outils que les États Unis fournissaient à la France (bien avant leur entrée en guerre en 1917). Roger, le frère aîné de Jacques Laplume, naît à Tarbes mais dès la fin de la guerre, la petite famille décide de « monter à Paris » et s'installe dans le 3^{ème} arrondissement, dans un petit appartement de deux pièces perché au cinquième étage d'un immeuble vétuste, au 4 rue du Vertbois tout près de la place de la République. C'est là que Jacques Laplume est né le 12 juin 1920 et y a vécu toute son enfance. Comme l'écrit Jacques Laplume (Laplume, 1997) « Pour mon frère aîné et moi-même, ce fut la chance de notre vie car Paris offrait infiniment plus de facilités que La Havane pour poursuivre des études supérieures. »

La vie de Jacques Laplume

Jacques Laplume étudie dans les écoles publiques de son quartier sans être prédestiné à de longues études. Son père était mécanicien et parlait bien mal un Français auquel il mélangeait des expressions de basque et



d'espagnol, et comme sa mère, ne connaissait rien du système scolaire et universitaire. Mais le jeune Jacques était insatiable de connaissances. Il a tout d'abord de très fortes aptitudes pour les langues étrangères (notamment anglais et espagnol, grâce à ses parents) — plus tard, il apprit tout seul le portugais de façon très approfondie en préparation d'un voyage au Brésil. Au collège, alors qu'il suivait la filière la moins prisée de l'enseignement général, il se mit seul à l'apprentissage du Latin et à la lecture des grands auteurs dont il était capable, bien des années plus tard, de réciter par cœur des œuvres entières. Au Lycée Turgot, il se laisse orienter par son directeur qui lui conseille de tenter le concours de l'ESPCI — sans apparemment lui mentionner la possibilité d'autres concours... Des parrainages bienveillants dont il a bénéficié il gardera, lui le catholique fervent, une reconnaissance totale dans l'institution laïque.

Entré à l'ESPCI en 1937, à seulement 17 ans, Jacques Laplume effectue sa préparation militaire supérieure l'année suivante mais n'a pas été mobilisé à la déclaration de guerre, bénéficiant d'un sursis pour terminer ses études. Ses parents et lui rejoignent le Pays Basque lors de l'exode avant de remonter à Paris à l'armistice. Pour Jacques, le sursis sera prolongé jusqu'à la fin de la guerre pour raisons familiales : son frère Roger est fait prisonnier en 1940 et se trouve dans un Stalag en Allemagne, et son père s'est engagé... dans le service du travail obligatoire (STO) pour, disait-il, rejoindre son fils aîné, laissant sa femme seule à Paris. Jacques fera un service militaire assez court à la fin de la guerre dans l'armée de l'air comme interprète auprès du commandement français.

Diplômé de l'ESPCI en 1940 à 20 ans, il est ingénieur débutant à la Société de Force et Lumière Électriques (FORCLUM) et décroche en parallèle une licence ès Sciences à la Faculté des sciences de l'Université de Paris en 1941. Il obtient par la suite un certificat de « mécanique rationnelle » et de « calcul intégral et calcul différentiel ». Il intègre pour cinq ans la CSF (Compagnie générale de télégraphie sans fil) en tant qu'ingénieur de recherche en optique électronique et en radiocommunications, et c'est à cette époque qu'il co-écrit son livre sur le Calcul Symbolique (Potier & Laplume, 1943). Il entre finalement en 1946 à la compagnie Thomson où il restera toute sa carrière, d'abord au laboratoire de recherche en hyper-fréquences, devenu par la suite le département Radar Hyper-Fréquences.



Jacques Laplume entouré de ses collègues au laboratoire de la CFTH, 1946.

C'est à cette époque que Jacques Laplume se marie avec Françoise Manières ; ils auront six enfants : Bertrand, Yves, Edith, Jean-François, Marie-Hélène et Elisabeth. Militant catholique, Jacques aura, avec sa femme Françoise, des responsabilités internationales dans un mouvement de foyers catholiques qui les amenaient à voyager régulièrement au Portugal et au Brésil. Il deviendra rapidement familier avec le portugais au point de tenir des conférences lors des rencontres auxquelles il participait.

Ce qui frappe dans le parcours professionnel de Jacques Laplume, c'est la diversité des thèmes de recherche abordés au cours des années. Ses premiers travaux concernent les radiocommunications, qui culminent vers 1950 à la réalisation du faisceau hertzien de télévision Paris-Lille et sur le plan théorique à sa thèse de Doctorat en Physique qu'il soutiendra en 1950, « sur les circuits linéaires à distorsions réduites ». En comparaison, sa Note de 1948 sur la capacité de transmission sur un canal bruité y apparaît presque comme anecdotique !

Dès 1953 ses activités se focalisent sur les semi-conducteurs (redresseurs au germanium, transistors à jonction PN) ainsi qu'aux techniques du vide et à la spectrométrie de masse. Jacques Laplume devient clairement plus physicien que mathématicien. Côté enseignement, sa seule activité semble être celle de chargé de conférences à l'ESPCI sur les ondes ultra-courtes de 1957 à 1969.



En 1958, Jacques Laplume est affecté au département d'études nucléaires dans le cadre de contrats entre la CFTH et le CEA. Il y est associé à l'expérimentation de la bombe atomique, sans doute en charge de la construction des installations du pas de tir et des systèmes de mesures, notamment lors de l'explosion du 13 février 1960 à Reggane dans le désert du Sahara (nom de code « Gerboise Bleue »). On ne dispose que de très peu d'informations sur ce sujet — ses travaux ayant vraisemblablement été classifiés — si ce n'est que Jacques Laplume est félicité officiellement par le Ministre délégué auprès du Premier Ministre, chargé de la recherche scientifique et des questions atomiques, pour avoir « pris une part importante à la préparation de la première explosion atomique française ». Il a ensuite, après 1962, fait de nombreux voyages à Mururoa.

Jacques Laplume fut finalement cité à l'Ordre National du Mérite en 1966 malgré son refus exprimé dans une lettre au directeur des applications militaires du CEA à qui il « demande instamment de ne pas donner suite à la proposition » de nomination dans l'Ordre National du Mérite dont il est l'objet, au motif que sa « participation aux récentes expérimentations nucléaires au Pacifique a été insignifiante » et qu'une « récompense, fût-elle modeste, accordée dans ces conditions, paraîtrait à beaucoup totalement injustifiée ». Il n'a pas souhaité, en conséquence, porter un quelconque ruban et plaisantait beaucoup sur ce sujet reprenant des appréciations de ses anciens instituteurs qui disaient de lui qu'il était un enfant « bien méritant » !

En 1966 Jacques Laplume est déjà directeur des études à la SODETEG, filiale ingénierie de Thomson, où il est entré ingénieur en chef quelques années auparavant. C'est à cette occasion qu'il déménage avec sa famille à Gif-sur-Yvette. Passionné d'innovation, ses activités touchent alors à de nombreux secteurs : transports urbains (il est un ardent défenseur du tramway), environnement (il fonde une association pour le développement des sciences et techniques de l'environnement), ingénierie de gestion d'un hôpital, et... techniques d'enseignement ! De nombreux brevets couvrent tous ces domaines d'activité et bien d'autres : enregistrement de signaux à variation rapide, localisation de bâtiments en mer, commutateurs électriques, détection et identification à distance de mobiles, machines pédagogiques individuelles — il développe un prototype d'une « machine à enseigner » la grammaire muni d'un écran et d'un clavier dont il sera très fier —, systèmes de télécommunications sans fil, systèmes de transport utilisant des véhicules tractés, recherche et transmission à distance d'images fixes : la liste est longue et au cours de sa carrière Jacques Laplume aura déposé 33 brevets.

Une autre facette de Jacques Laplume transparait dans son cercle intime comme dans son travail : un très grand sens de l'humour et des incontestables aptitudes littéraires et poétiques. Il signe ainsi une description réjouissante (Laplume, 1970) de l'évolution d'une entreprise comme la SODETEG, en la classant en plusieurs époques illustrant un certain type de marchand : le marchand sans marchandise, le marchand de marrons, le marchand de tapis, l'épicier, le colporteur, le supermarché, et enfin la septième époque dont Laplume juge que la SODETEG se trouve, celle du magasin à succursales multiples. Pour Jacques Laplume,



l'action prospective passe par des activités d'études avancées. Il écrit : « Je précise "avancées", cela va de soi, mais il faut peut-être le dire quand même, parce qu'il y a des gens qui passent leurs temps à faire des études retardées. Ils se posent des problèmes, et puis ils trouvent des solutions qui sont connues depuis longtemps, mais on ne les a pas mises en pratique, parce qu'en fait, c'était de fausses solutions ». Il conclue en disant : « cette action [prospective], il faudra qu'elle se concrétise par des documents, par des rapports, par des projets, par des brevets, par des articles de revues, par je ne sais quoi encore, de façon que la recherche ne soit pas déconnectée de la vie, mais au contraire qu'elle permette de promouvoir efficacement le rayonnement et le développement de la SODETEG. »



Jacques Laplume à son bureau de la SODETEG en 1970.

Une autre conférence (Laplume, 1972) traite de l'innovation et de son financement, qui, en raison du thème afin de le rendre moins rébarbatif, a été écrit entièrement en alexandrins ! Difficile de résister à la tentation d'en donner un extrait :

« La mode, en ce moment, est à l'innovation.

Partout on élucubre à gogo sur ce thème.

C'est la question du jour, c'est la tarte-à-la-crème.



Nous avons jusqu'ici recruté des chercheurs ;
Il s'agit maintenant de trouver des trouveurs.
Les Français sont futés mais manquent d'idées neuves,
Qu'ils vont chercher ailleurs. En voulez-vous la preuve ?
La preuve la voici : qui d'entre vous savait
Que, quand nous importons un kilo de brevets,
Nous n'en exportons pas plus de trois cent vingt grammes ?
Cette disproportion fixe l'ampleur du drame.
Or les temps sont venus où nous devons choisir,
Et le choix est fort clair : innover ou périr.»

Jacques Laplume publie également des problèmes à résoudre des petits contes ou bouts-rimés dans le journal local de Gif-sur-Yvette. Ainsi « la Chicane » (1979) :

Un jour, ayant subi
Un grave préjudice,
Zoé en poursuivit
Les auteurs en justice.
Dédaignant le concours
Coûteux d'un avocat
Seule, devant la Cour,
Elle exposa son cas.

Hélas ! Le défenseur
De la partie adverse
Était un beau parleur
Expert en controverse,
Et, d'arguments spécieux
En fallacieux discours,
Pour lui, ce fut un jeu
D'entortiller la Cour.

La suite — je présume —
Se laisse deviner :
Le cœur plein d'amertume,
Zoé fut déboutée.
J'en conclu qu'au Palais,



Clamer la vérité
Ne sert de rien. Seuls les
Robins sont crus, Zoé.

À partir du début des années 1970 les responsabilités de Jacques Laplume au sein de la SODETEG sont moins centrées sur des questions techniques que sur la coordination des activités au sein de l'entreprise. Il entreprend de nombreux voyages pour visiter des entreprises qui travaillaient dans les mêmes secteurs aux États Unis, au Japon, en URSS, en Chine, en Israël et en Afrique du sud. Jacques reste à la SODETEG jusqu'à sa préretraite en 1981, après une dernière mission en Corée du sud au retour de laquelle il annonce à sa famille qu'il arrête définitivement sa carrière d'ingénieur, à 61 ans.

Jacques Laplume, comme son frère, est Basque dans l'âme, et c'est tout naturellement qu'il revient, comme son frère, au pays de ses origines. Il consacre sa retraite à recevoir ses nombreux enfants et petits-enfants pendant les vacances scolaires dans sa maison de Bardos au Pays Basque et voyage souvent à l'étranger pour visiter sa famille. Il consacre également une grande énergie à la chorale de la paroisse du village dont il devint un chef de chœur passionné. Les chants basques l'ont ainsi accompagné jusqu'au bout de son chemin ; il s'éteint le 22 mai 2008 à 87 ans.

Quel destin pour cet homme, né à Paris, d'une mère et d'un père qui se sont rencontrés à New York, mais qui sont originaires du même petit village Basque ! Ingénieur touche-à-tout, des radiocommunications aux machines électroniques à enseigner en passant par les semi-conducteurs et les essais nucléaires, son petit travail de 1948 sur la capacité de transmission d'information aurait pu légitimer à lui seul la paternité française de la théorie de l'information qui révolutionna le monde devenu numérique ; mais celui-ci n'apparaît que comme un parmi de nombreux travaux extrêmement divers d'une personnalité forte aux multiples talents et, comme ses fils Bertrand et Yves en témoignent, très discret dans ses accomplissements, dont on n'a pu mesurer l'importance qu'après son décès.

Sources et remerciements

Nous remercions très chaleureusement la famille de Jacques Laplume, particulièrement leurs fils Bertrand et Yves Laplume pour toute l'aide qu'ils nous ont apportée. La présentation donnée ici de la vie de Jacques Laplume est une transcription directe de leurs souvenirs. Un grand merci également à Frédéric Barbaresco, Philippe Dupuis et Michel Joindot pour leur travail documentaire, ainsi qu'à Serge Trouvé (via Laure et Françoise Saint-Raymond), Claude Brémenson (pour les mémoires de Philippe Magne), Sergio Verdú et Jérôme Segal pour leurs réponses bienveillantes. Merci enfin à l'Association des anciens élèves de l'ESPCI pour nous avoir autorisés à reproduire la photographie de la 56ème promotion.



Références

Aigrain, P. (1949). "Théorie des communications", 4(12):406-411.

Fink, D.G. (1948). "Bandwidth vs. Noise", *Electronics*, 21(1):72-75.

Gabor, D. (1946). "Theory of Communication", *J. Inst. Elec. Eng.*, 93(III):429-457.

Hartley, R. V. L. (1928). "Transmission of Information", *Bell Syst. Tech. J.*, 7(3):535-563.

Laplume, J. (1946). "Calcul de la bande passante minimum d'un système de transmission d'impulsions", *Annales de Radioélectricité*, 1(4-5).

— (1948). "Sur le nombre de signaux discernables en présence de bruit erratique dans un système de transmission à bande passante limitée", *Comptes Rendus Acad. Sc. Paris*, 226:1348-1349.

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k31787/f1348.image>

— (1950). "Sur la capacité de transmission maximum d'un canal en présence de bruit", *L'Onde Électrique*, 30:234-238.

— (1970). "Liaisons en matière de prospective", conférence à la SODETEG, 12 décembre 1970.

— (1972). "De l'innovation en général et de son financement en particulier", conférence à la SODETEG, 13 décembre 1972.

— (1997). "Des questions pour un champion", article paru dans *Sud Ouest* daté du 19 avril 1997.

Lundheim, L. (2002). "On Shannon and "Shannon's Formula" ", *Teletronikk*, 98(1):20-29.

Magne, P. (2001). "Les Hommes et la Technique. Témoignages — Histoire des faisceaux hertziens et des télécommunications par satellite à Thomson CSF". Association Amicale des Ingénieurs et Cadres Pré-Retraité, Retraité, Anciens de THOMSON CSF, 15 avenue de la Paix, 92120 Montrouge.

http://www.bremenson.com/HOMMES_ET_TECHNIQUE.pdf

Potier, R. et Laplume, J. (1943). *Le Calcul Symbolique et Quelques Applications à la Physique et à l'Électricité*. Actualités scientifiques et industrielles, 947. Physique et chimie théoriques. IV. Paris, Hermann.



Rioul, O. and Magossi, J.C. (2014). "On Shannon's Formula and Hartley's Rule: Beyond the Mathematical Coincidence", *Entropy*, 16:4892-4910.

Segal, J. (1998). *Théorie de l'information : sciences, techniques et société de la seconde guerre mondiale à l'aube du XXIème siècle*, Thèse de Doctorat, Univ. Lyon II (871 p.).

— (2003). *Le Zéro et le Un — Histoire de la notion scientifique d'information au 20ème siècle*, Paris, Éditions Syllepse. Réédition en 2011 aux Éditions Matériologiques, Collection Sciences & philosophie.

Shannon, C.E. (1948). "A Mathematical Theory of Communication", *Bell Syst. Tech. J.*, 27(3):379-423 et 27(4):623-656.

Verdú, S. (1998). "Fifty Years of Shannon Theory", *IEEE Trans. on Info. Theory*, 44:2057-2078.

Wiener, N. (1948). *Cybernetics*, John Wiley & Sons : New York, USA.