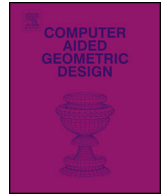


Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Computer Aided Geometric Design

journal homepage: www.elsevier.com/locate/cagd

Paul de Casteljou: The story of my adventure [☆] From an autobiographical letter

Andreas Müller

Hochschule Kempten, Bahnhofstraße 61, 87435 Kempten, Germany

ARTICLE INFO

Keywords:

De Casteljou algorithm
Blossoming
Quaternions
Organisational culture
Citroën
History of CAD

ABSTRACT

Paul de Faget de Casteljou (19.11.1930 - 24.3.2022) has left us an extensive autobiography, written in 1997. In 19 sections, he takes us through his eventful life which he describes with wit and humor. We read about his youth in occupied France and his education at the *Ecole Normale Supérieure*. He describes in detail various episodes from his time at Citroën, the situation during and after the discovery of his now famous algorithm, the takeover by Peugeot, his ban from working on CAD and his corporate rehabilitation thanks to his advances in polar forms and quaternions. His memoirs end with his departure from Citroën and his first invited talks at academic conferences.

The paper contains the transcribed French original, its English translation and numerous notes and annotations. The handwritten text is available as a digital supplement.

1. Introduction

This article builds on a letter from Paul de Faget de Casteljou to Andreas Müller dated 8 July 1997, which included the autobiography as an attachment.¹ The letter is part of a correspondence which resulted from an initial meeting between the young scholar and the famous pioneer at a Chamonix conference, during which de Casteljou had presented his ideas on Focal Splines (de Faget de Casteljou, 1994). Subsequently, an exchange of letters developed between the mid-1990s and the end of the 2000s, primarily focused on de Casteljou's thoughts on metric geometry.

Back in 1992, on the occasion of his retirement from Citroën, de Casteljou had already written a short autobiographical text in French, which he had distributed to participants of an Oberwolfach conference that June. It appeared in English in the first CAGD special issue on de Faget de Casteljou (1999), based on a prior German translation (Müller, 1995). While that first text was full of wordplay and allusions, the present text was intended to be clearer and more approachable. Aware of a potential readership,

[☆] Transcription, translation and annotations were carried out by the author (mailto: andreas.mueller@hs-kempten.de), who would like to thank Christophe Rabut and Jean-Luc Loschutz for the rich conversations, comments and feedback, Hartmut Prautzsch, Larry Schumaker, Jim Heppelman, Hanspeter Bieri, Tom Lyche, Rich Riesenfeld, Bob Barnhill, Dianne Hansford, Lyle Ramshaw, Georges-Pierre Bonneau for their comments and historic insights, Louise Songer-Strom and Julia Teschner for the thorough proof-reading, the anonymous reviewers for their helpful and critical comments and remarks and particularly the de Casteljou family for their continuing support and permission.

E-mail address: andreas.mueller@hs-kempten.de.

¹ From the main letter we can infer that the autobiography had previously been sent (end of February 1997) to an unknown Swiss addressee who had apparently asked for a curriculum vitae. The letter to this correspondent is dated end of February 1997, the Post Scriptum is dated end of March 1997. In search of the unknown recipient, I had also asked Hanspeter Bieri from University of Berne, as de Casteljou received his honorary doctorate from Bieri's alma mater in November 1997, yet Bieri has no recollection of it.

<https://doi.org/10.1016/j.cagd.2024.102278>

Available online 5 March 2024

0167-8396/© 2024 The Author(s).

Published by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY license

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

de Casteljau wrote in the postscript of the following autobiography: “I do not wish in any way that a premature dissemination, especially in French, would provoke malicious reactions from people who may feel defamed.” Today, a quarter of a century later, this concern is no longer justified and with the generous support of the de Casteljau family, said autobiography can be published as a contribution to this second special edition of CAGD in honour of Paul de Faget de Casteljau.

The autobiography talks about the life and work of de Casteljau from his childhood until the zenith of his publications in 1997. It particularly emphasises his time at Citroën (1958-1992), which was dominated by two relevant external developments: Firstly, due to its expensive product decisions, Citroën had come into financial distress in the early 1970s and was taken over by Peugeot in 1976,² which imposed a major cultural change on employees and management. Secondly, the field of CAD/CAM was developing rapidly, and soon it no longer presented a competitive advantage for individual car manufacturers to develop in-house algorithms or software. Instead, specialised CAD software companies offered solutions for various automotive and aerospace clients, the domain of computer-aided design merged into that of product lifecycle management (PLM). Consequentially, the role of Paul de Casteljau turned from a master of in-house algorithms into an internal consultant on mathematical problems.³ Further effects of these external developments form the subject of the following autobiography of de Casteljau.

This article is structured into two parts with three sections each. Following this introduction, the first part starts with the transcript of the handwritten cover letter to an anonymous Swiss correspondent, followed by the French transcripts of autobiography and postscript. The French text stays as close as possible to the original. To improve its readability, de Casteljau’s characteristic orthography has been brought into a modern form: When using the simple past of a verb that includes a « u », de Casteljau used to add a circumflex accent (« *il volût* » or « *je fûs* » instead of « *il volut* » or « *je fus* »); he also used the old French form of « *jusques* » instead of the modern « *jusque* ». In his vivid writing style, he sometimes changed the punctuation marks to a surprising comma or started with capital letters after a colon. Finally his handwritten quotation marks were exchanged with French *guillemets*, partly completed by a period. The interested reader can study his style together with his handwriting in the supplemented scans of the original letter, see Supplementary Material.

The second part proceeds with the English translation and numerous annotations. The headlines are reproduced from de Casteljau’s original, and the title of the article connects to a phrase from the postscript. Similarly, we encounter the cover letter first, followed by the autobiography, and finally the postscript.

2. Cover letter to an anonymous Swiss (French original)

Fin février 1997

Cher Monsieur,

Voilà déjà un certain temps que votre lettre du 12 février 1997 se trouve devant moi, comme un reproche ! Quand en moins de huit jours, il m’a fallu assister à pas moins de trois messes d’enterrement, sans oublier le baptême de mon sixième petit fils, tout en accordant de mauvaise grâce la priorité à la rédaction de la feuille de déclaration des revenus, ma réponse s’en trouvait différé.

Ce n’est pas avec une ou deux excursions, effectuées avec le lycée de Besançon que je pourrais avoir la prétention de connaître la Suisse ; par contre des Suisses, immigrés en Franche-Comté ne sont pas rares. En milieu étudiant, il peut en résulter des joutes oratoires dont le caractère nationaliste est résolument passionnel et certainement excessif. Néanmoins, n’est-ce pas la conquête par Louis XIV, qui a détaché de la Franche Comté, le comté, devenu canton de Neuchâtel ? La ligne de démarcation, héritée de l’époque burgonde serait plutôt est-ouest ; alémanique au pays de Montbéliard comme à Bâle, l’influence romanisée est la même à Besançon, Dôle ou Neuchâtel, et cela jusqu’à ce que les conflits religieux de la Renaissance ne viennent pas tout bouleverser, sans parler de Napoléon, par la suite.

Curriculum vitae? Ce n’est certainement pas en suivant un itinéraire balisé que l’on rencontre l’inconnu ! Si j’avais fait comme on me le demandait, comment aurais-je pu étonner les autres, par mes idées originales. Or qu’est-ce qu’un CV sinon l’énumération d’un itinéraire, dans ce qu’il a de conventionnel ! Je n’ai jamais rien voulu faire comme les autres, ce qui a été à l’origine de beaucoup d’ennuis. Aussi je ne pense pas que vous souhaitiez l’énumération de tout ce que j’aurais dû être, et que je n’ai pas été. « Franc-Comtois, tête de bois » affirme le dicton.

Aussi je vais tenter de faire la narration de mon aventure, de façon plus vivante. Quelquefois, il me sera nécessaire de raccourcir le récit, laisser de côté des épisodes secondaires, ou tenir compte du fait que certains personnages pourraient ne pas apprécier mon point de vue, sans oublier que mes talents ne sont pas ceux de Balzac. Lors de ma mise à la retraite, j’avais fait un résumé de ma carrière, suffisamment codé, pour que seuls les protagonistes puissent se reconnaître. Pourrais-je refuser les explications de mes jeux de mots, à notre ami A.M, étudiant allemand ? Trois fois sur quatre, il avait deviné juste. Son diplomarbeit, qui en publie la traduction

² More precisely, Citroën had offered only two models, the simple 2CV and the luxurious DS, both mainly on the French market, missing a mid-sized model and international markets. Although famous for its high-end technologies, the company had come into financial distress and Fiat’s Agnelli family made an offer to acquire Citroën shares in 1968, supported by the then main shareholder Michelin. Yet, French president Charles de Gaulle limited the deal and wanted to keep the independence of the French company (N.Y. Times, 1968). After Fiat finally lost interest in 1973, the government pushed a Peugeot takeover, initially unwanted by the Peugeot family.

³ During this change, Citroën abandoned its own CAD/CAM system SADUSCA (and Peugeot its UNISURF system, which it has co-developed with Renault) to the advantage of the external CADDs system provided by ComputerVision. A team of Citroën and Peugeot engineers even helped to enhance the new system by earlier in-house algorithms, which was internally called CV+ (Poitou, 1989; Paraponaris, 2019).

allemande donne beaucoup plus de clefs, en note, que n'en a jamais eu le texte français. Heureusement pour moi, les victimes de mon humour ne lisent pas l'allemand, et n'ont d'ailleurs jamais eu de copie de cette traduction. Ce qui signifie que mon discours doit rester bridé.

J'espère qu'ainsi, vous aurez obtenu satisfaction, mon épouse se joint à moi pour vous exprimer tout le plaisir que nous avons eu de vous rencontrer au château de Dagstuhl, et du souvenir que nous en conservons.

3. Le Récit de Mon Aventure (French original, 1997)

[page] 1

Les Racines

Septième et dernière naissance d'une famille réduite à six, je vis le jour le 19 Novembre 1930 à Besançon (Doubs). Du côté de mon père, la famille s'honorait de la très proche parenté avec le Marquis de Jouffroy d'Abbans, inventeur du bateau à vapeur. Il était militaire de carrière, passé par tous les grades, et venait d'être promu Lieutenant-Colonel, à la veille de la guerre, en vue de sa mise à la retraite, mais fût maintenu en activité. En 1939, par crainte de bombardements, ma mère se retira à la campagne, et je fus inscrit en sixième, à un cours par correspondance ; ma seconde sœur, peu douée pour les études, reçut la charge fort délicate, de me faire travailler. Comment aurait-elle pu m'apprendre les rudiments de la langue allemande, dont elle ignorait le premier mot ?

Le facteur nous tenait au courant des événements, d'un mot vers midi ! Ainsi, on eût de la peine à le croire quand il nous lança : « les Allemands ont pris le Danemark et sont en Norvège ! » Le temps de réfléchir un peu, cela signifiait qu'ils voulaient débarquer en Écosse : tant qu'ils s'expliqueraient avec les Anglais, ils nous laisseront tranquilles ! Peu après, le facteur nous annonça : « les Allemands sont à Chaumont ! » On les croyait encore à Sedan ; ma mère sauta dans le dernier train civil qui descendait vers les bords de la Garonne, où elle avait passé son enfance, avec pour toute fortune un billet de 10.000 F. La maison de mon oncle était occupée par des aviateurs, qui menaient on ne sait quelle guerre ; on apprit qu'à Toulouse, il y avait des avions mais pas de pilotes, tandis qu'à Bordeaux il y avait des pilotes mais pas d'avions. On disposait d'une pièce, et gentiment, ils nous passaient la moitié de leurs rations par une fenêtre ; ils passaient leur temps à écouter la Radio, et on put ainsi écouter de l'extérieur aussi bien l'appel du 18 Juin 1940, lancé par le général de Gaulle, que les discours du Maréchal Pétain. Mon père, encerclé le jour de l'armistice, faute d'ordre de repli, fut fait prisonnier avec tout son régiment, originaire de Lons le Saunier, auquel il ne manquait ni un homme, ni un fusil, cela lui valut la promotion au grade de Colonel, et la Croix de Commandeur de la Légion d'honneur. Il s'évada un mois plus tard, d'une manière qu'il se plaisait à raconter. Si je me suis un peu étendu sur ces préliminaires, c'est qu'ils décidèrent de ma vocation de mathématicien. Mon grand-père maternel, né en 1830 et décédé dans sa 100^{ème} année avait réuni une bibliothèque presque exclusivement scientifique. Il y avait là, un rayon complet des œuvres de son aïeul, le chimiste de Fourcroy, seul conventionnel décédé de mort naturelle en 1809, ce qui lui évita d'assister au déclin de l'Empire : tout ce temps, il avait été ministre de l'Instruction Publique. J'évitai la lecture du Phlogistique, théorie dépassée. Il me restait des livres de navigation, et de mathématiques. Mon grand père, ancien de Navale, était contre-amiral, et avait fait la guerre de Crimée !!! Je me délectais dans la lecture de mathématiques d'un niveau supérieur, en gardant les oies ou moutons dans un pré voisin. Et au collège Saint Caprais d'Agen, je me mettais à jongler avec des intégrales, quand le professeur nous enseignait la réduction de fractions, ou la règle des signes ! Entre deux rêves, cela ne m'empêchait nullement de le contredire à l'occasion : consulté, le professeur des « grandes classes » me donna raison. C'est ainsi qu'en dehors des contraintes imposées par les programmes officiels, je pus fortifier mes connaissances en mathématiques anciennes. Sans mes lectures buissonnières, y aurait-il eu un jour, les formes polaires, ou le « Blossoming » ? Si notre serène tranquillité n'avait pas été troublée par le tourisme blindé de nos cousins germains, aurais-je eu ces lectures ? Les desseins de la Providence, sont insondables !

Mon professeur d'allemand, un alsacien réfugié, prenait les événements à la plaisanterie. L'écusson du Collège S^T Caprais, le saint avait été décapité, était

[page] 2

constitué d'une épée verticale, encadrée des initiales S.C. Notre professeur proclamait à qui voulait l'entendre : « il y a eu les S.A. Sections d'Assaut, il y a les S.S Sections Spéciales et il y a encore des S.C Sections de Combat ». On le considérait avec un certain effarement, deux ans plus tard, cela aurait été de la dernière imprudence ! Mes progrès en allemand consistaient à imiter son accent, où à chanter avec lui : « Für Straßburg, ja (bis) Soldaten müssen sterben! Ha ! Ha ! (bis) » Ce fut un abbé hollandais, deux ans plus tard qui m'enseigna quelques rudiments d'allemand ; c'était trop tard, pour me débarrasser de mes mauvais réflexes. Si en maternelle je raflais les premières places, et subissais l'humiliation à la seconde place, j'étais désormais un mauvais élève, au deuxième tiers de la classe excepté en Mathématiques où je ne connaissais qu'une place, la première. Ce faisant, j'empêchais Michel Serres, le futur plus jeune académicien de France, de réaliser le grand chelem. Je l'ai retrouvé à Normale plus tard, après qu'il eût quitté Navale !

De retour à St Jean de Besançon, en 1945, ce contraste s'accroît encore : à Agen, j'avais été un des rares à décrocher l'éphémère « Certificat d'Études Classiques », ce qui m'évita de subir les pénalités promises par les professeurs de lettres. Mes inquiétudes pour décrocher la première partie de mon baccalauréat furent plus sérieuses, heureusement, qu'il existait encore une session d'Octobre... en Moderne ! Ouff !!!.. En Mathématiques Élémentaires ce fut une promenade ! Toutefois, je découvris pour la première fois, à mes dépens, la signification du mot laïcité ; malgré une brillante impression faite sur le public, confirmée par l'apéritif qui me promettait des sommets, je ne décrochais que la Mention Assez Bien.

L'étudiant

A l'arrivée en Math Sup, au Lycée Victor Hugo de Besançon cela me situait loin derrière un peloton, issu des écoles publiques, arborant massivement des mentions Bien et Très Bien ; Considéré comme quantité négligeable, image de cet epsilon ϵ , que nous allions apprendre à respecter. Sans perdre une minute notre professeur, Ghouti Ben Merah, qui nous terrifiait par sa voix de stentor nous fit passer la première colle sur la Géométrie Descriptive, qui n'est pas le point fort des bacheliers. Une moitié de la classe passait avec lui, l'autre étant condamnée à subir l'humour asiatique du prof de Spéciales Pham Tinh Quat, et quel humour ! Les anciens nous avaient prévenu, la meilleure note qu'il n'avait jamais attribuée lors de cette première colle, avait été deux et demi $2 \frac{1}{2}$, et encore on s'en souvenait comme exceptionnelle. En partant d'un air décidé, les premiers, les mention très Bien, suivies des Bien n'en voulaient rien croire ! Leur retour en salle était moins glorieux ! Combien que t'as eu ? : « Un »... « Un demi » alors que les rescapés de Ben Merah annonçaient des 12 ou 14.

Quand les carottes sont cuites, pourquoi se frapper ? Arborant un sourire insolent, je tendis mon livre scolaire à Pham Tinh Quat : il l'entrouvrit un instant, le referma aussitôt, puis lentement dessina sur son carnet, avec son crayon une ellipse d'axe vertical, et tous en rangeant crayon et carnet, et refermant sa sacoche et m'articula : « intersection de deux plans ! » Je lui demandai « Comment dois-je définir les plans ? » Il répondit « comme vous voulez » « donc, je choisis le plus facile, par leurs traces » ; le temps de tracer deux lignes de rappel, je lui lance « Voilà l'intersection ! » J'entendis alors Pham Tinh Quat, glapir « Bouh ! Il y a encore de bons élèves dans les écoles libres ! » Encore plus narquois, je lui réponds : « Vous voyez bien !... dans mon livre... mes notes » Lui « Oh oui! Bouh ! Ça ne signifie rien ! » Dans cette petite salle, il y avait deux $7/2$ (par année de présence on compte $1/2$ en Math Sup, 1 en Spéciales) seuls privilégiés autorisés à assister à ce spectacle. En train d'ingurgiter des sandwiches, environnés de

[page] 3

saucissons et de fromages, je vis leurs mandibules se figer net, pour ne pas dire bouche bée, car elle était pleine. Pham Tinh Quat ressortit carnet et crayons et me distilla : « Si vous me répondez correctement à cette question, je vous mettrai une bonne note ! Intersection de deux droites de profil ! ». Encore plus goguenard, je lui retorque « Quelle méthode préférez vous : un rabattement, la rotation, la troisième vue... » « Comme vous voulez ! » Je pris la troisième vue, trace mes lignes de rappel ; « voilà le point ! » « Bouh ! C'est bien, je vous mets 20 » et il traça alors un 2 devant le O , déjà en place. A mon retour en salle d'étude, après avoir fait le plaisantin, on me redemanda ma vraie note : « 20 vous dis-je ! » « Non, ce n'est pas possible ! il n'a jamais donné ça ! » « Si ! Si ! il a eu 20 ! » dirent en chœur les deux $7/2$, encore sous le choc, d'une voix presque inaudible. Finalement, j'étais bien le seul à arborer une mine réjouie.

Plus tard, Pham Tinh Quat cherchait à lire sur mon visage, si j'avais trouvé la solution de son exercice et ne m'interrogeait que s'il était persuadé du contraire. Dès lors, je faisais semblant de chercher fébrilement quand j'avais trouvé, ou de bailler béatement aux corneilles dans le cas contraire, bien qu'il soit bien plus difficile de chercher, sans ses notes ; ainsi je le piégeais presque à tous les coups.

Il y eut plusieurs exploits mémorables en Math ou Physique, qui me permirent d'affermir ma réputation de scientifique « hors normes ». Ainsi la visite d'un inspecteur général. Pham Tinh Quat avait déjà envoyé trois élèves au tableau, le troisième qu'il supposait bien être le dernier, car il est rare qu'un inspecteur en demande plus de deux, était un futur élève de Normale Supérieure, très régulier. L'inspecteur, au bout de cinq minutes, le renvoya sèchement à sa place, la situation paraissait désespérée ! Quand Pham Tinh Quat tourna son regard dans ma direction, sans un mot ! Je me levai, effaçai les calculs de mon condisciple, en gardant l'équation différentielle, proposée par l'inspecteur, comme il m'était demandé. J'avais bien remarqué dans cette équation un binôme, comportant x, y, y' , et sa dérivée, mais comme l'équation était aussi homogène j'attendais pour commencer que l'inspecteur m'y invitât. Et alors je proposais de poser z égal le groupement visible. C'était l'astuce de l'inspecteur, que j'avais mise à jour ! Au signal « allez y ! » j'arrivai vite à la solution, puis à la manière de Pham Tinh Quat, qui lançait de loin son bout de craie dans la boîte, en la manquant toujours, je fis de même, puis retournai dignement à ma place, sans attendre qu'on m'y invitât. Le silence, assourdissant, fut rompu par l'inspecteur. « Vous en avez beaucoup d'élèves comme ça ? » Pham Tinh Quat, redevenu lui-même, esquissant son sourire asiatique des grands jours « encore quelques-uns ». Il obtint alors, ce qu'il n'osait même plus espérer : d'obtenir un poste pour exercer dans une Université.

Pourtant Pham Tinh Quat m'incitait à me méfier de moi-même, trouvant mes devoirs trop rétrécis : « Bouh! On dirait un résumé aide-mémoire ! » C'est ainsi déjà que je voyais les problèmes : les réduire à l'essentiel, sans s'encombrer de toutes les considérations superflues, qui ne font que du remplissage, quel qu'en soit l'intérêt ! Répondre à une question, ne consiste pas à réciter une litanie de toutes les questions qu'elle peut évoquer.

J'allais bientôt découvrir un autre phénomène, variante de celui de la laïcité, les professeurs des « grands » lycées de la capitale vieillissaient jalousement, sur tout ce qui aurait pu ternir leur réputation d'excellence. Pour une prestation équivalente, ou plus brillante même, la note d'un provincial subissait une dévaluation substantielle, surtout quand un professeur parisien venait plaider la cause d'un élève auprès d'un examinateur. L'estimation d'une note, est rarement une Science exacte ! Quand il existe un barème, établi après correction

[page] 4

des grands lycées parisiens, on peut alors crever le plafond de 20/20. Cela m'est arrivé à la seconde épreuve de Math à Normale Sup. Un « résumé aide-mémoire » sur la Géométrie des courbes cycloïdales, tenait en moins d'une dizaine de lignes, à côté de la figure,

aussi isolé dans les grandes pages d'examen, qu'un oasis au milieu du Sahara : 20 1/2. Par contre à l'épreuve de Physique, où j'avais 16 1/2 Les notes ont été relevées de moitié, et au lieu de 25 je n'ai eu que 19 1/2, c'est malhonnête, car bien que satellisé à la première place de l'écrit, l'oral m'a accordé une place moyenne.

Le Normalien

A Normale, les Mathématiques prétendues Modernes, commençaient leurs ravages. La majorité de la promotion fit le choix de la Physique, du jamais vu, choix qui fut aussi le mien ! Comme l'Agrégation de Physique comportait aussi la Chimie, je coiffai le bonnet d'âne !! Si vous mettez une charge sur le dos d'un cheval, et vous lui commandez "Hue" il obéit et avance. On dit que le cheval est intelligent, parce qu'il obéit à l'homme. Un âne se retournera avant de prendre une décision, et si le chargement ne lui convient pas, mal arrimé par exemple, il refusera d'avancer ; si vous le frappez, il reculera !... Je fûs cet âne. Mais voilà, si vous emmenez le cheval sur un sentier de montagne, vous retrouverez le tout, chargement et cheval au fond du ravin. Un âne s'assurera que la pierre, sur laquelle il va poser son pied, ne bouge pas, sinon il cherchera son appui ailleurs. Et le chargement arrive à destination sur le dos de l'âne. L'âne est bête, parce qu'il discute les ordres de l'homme.

C'est ainsi que, malgré les moyens massifs utilisés, les alliés anglo-américains piétinaient devant Cassino, et ce sont les mulets de Juin qui percèrent le front allemand, là où personne ne les attendait !

A l'école Normale, les élèves répétaient qu'en Mathématiques, il ne restait plus rien à glaner, à moins d'aller chercher des théories particulièrement tordues et difficiles d'accès. Les Maths étaient délaissées par les élèves, et il suffit de prêter une oreille attentive, aux propos du prix Nobel de ma promotion, Pierre Gilles de Gennes pour s'en convaincre : il est opposé à la sélection des élites par les mathématiques ! Mon inappétence pour la Chimie achevait de me métamorphoser en un taré et un raté ; il ne me restait plus qu'à proposer mes services à l'industrie, seule issue pour les ânes de mon genre. (Depuis cette époque, les préférences ont changé. Le choix de l'industrie par les « désagrégés » est réservé à l'élite. Le désagrégé renonce à l'agrégation, qui était considérée comme un diplôme, au lieu du concours de recrutement, qu'elle est en réalité.) Une année passée comme assistant du professeur Guinier (rayons X) achevait de me convaincre : les locaux de ce qui aurait dû être mon laboratoire, ne furent jamais dégagés des occupants, à qui on les avait prêtés "en attendant" !

Pour mon service militaire, effectué en partie à Belfort, la France m'offrit une villégiature en Algérie où il fallait "pacifier" et ne "pas s'y fier", ce qui me vaut le titre et la retraite d'ancien combattant ! J'ai passé mon temps à remplir les papiers et fonctions d'officier chargé des effectifs, tout en n'étant que maréchal des logis ! Personne ne pouvait y échapper, même si mon contingent d'âge n'avait pas été rappelé. Ce n'est qu'à mon retour, que je me rendis compte, que sur les 25 Scientifiques de notre promotion, deux seulement avaient été envoyés en Algérie. L'autre était le fils du proviseur du Lycée d'Alger !! En trois ans, passés dans le djebel, l'usage des mathématiques ne constitue plus qu'un vague souvenir, et mon poste d'assistant était occupé. Certes, on me confirma que je restais prioritaire, mais que si j'avais un tout petit peu de cœur, serais-je capable d'en priver son nouveau bénéficiaire ?

[page] 5

Un corsaire !

Je fis alors, sans grand succès, malgré une recommandation, le tour des industries électroniques et afin de me permettre d'attendre mieux je répondis à une petite annonce demandant des « jeunes présentant bien ! » Quand la réponse m'apprit qu'il s'agissait de Citroën, j'eus une réaction de surprise, mêlée de désappointement. Je venais de recevoir une réponse, assez favorable d'une Compagnie pétrolière, mais sans effet immédiat, et mes économies commençaient à fondre comme neige au soleil, et il aurait été malvenu de faire le difficile, surtout par suite d'une relative proximité de la chambre, où je logeais. Les gens de Citroën étaient encore bien plus surpris que moi, et je me retrouvais en face de Monsieur de la Boixière, qui cherchait sans trop l'espérer, l'oiseau rare qui lui faisait défaut. Il cherchait à prouver la possibilité d'un usinage, prédéterminant par le calcul, le trajet d'un outil. Sans doute le Seigneur cherchait à exaucer ses prières : « J'ai bien ce qu'il te faut, mais je ne crois pas, que cela te fera plaisir ! » semblait lui répondre le Seigneur.

Lors de cette première rencontre, je fûs littéralement saoulé de petits vecteurs, de moteurs pas à pas, de rythmes, de bande perforée... auxquels je n'ai absolument rien compris ! Intérieurement, je me mis à regretter amèrement un poste de professeur à Cucuron les Olivettes ; mais il n'est pas très facile d'avouer qu'on a fait fausse route, et machinalement, c'est une main d'automate, qui apposa la signature, sur le papier qu'on m'avancait. Comme s'il s'agissait d'une farce je devais commencer le 1er Avril 1958 ! Aucun de mes prédécesseurs n'avait encore pu tenir plus de trois mois : à l'intérieur de Citroën, les bons conseils pleuvaient, mais dès qu'il s'agissait d'effectuer un calcul, grandeur réelle, il n'y avait plus personne.

Le laboratoire de Monsieur de la Boixière ressemblait à une caverne d'Ali-Baba ! Une montagne de prototypes abandonnés était juxtaposée à coté de machines qui semblaient sortir d'un rêve de Jules Verne. Monsieur de la Boixière avait lui-même l'habitude, d'abréger et de signer son nom des deux lettres Bx. Bx était avant tout un breton, animé par un tempérament de corsaire, pour qui seule compte l'efficacité, doublé de l'âme d'un chouan. Il était alors secondé par un autre breton, ingénieur de Supélec comme lui, ours bien léché, dont l'hérédité de fils de gardien de phare de la pointe extrême de l'Europe, Ouessant, était évidente dès le premier abord. Un appareil préhistorique, constitué de rupteurs d'automobiles de récupération avait servi à délivrer les impulsions de commande, dont un magnétophone à vitesse continûment variable avait la charge de régulariser le débit aux machines-outils, s'imposait au regard ! On était loin des laboratoires de l'école Normale Supérieure, même pour l'électronique. Les lecteurs de bande

perforée étaient pneumatiques et les moteurs pas à pas, refroidis à l'air comprimé, bobinés maison, associaient un stator hypertrophié à un rotor, gros crayon. Plus loin une batterie d'armoires de commande ; on y apercevait dans chacune, six magnums bleuâtres, qui se révélaient être chacun, un thyatron à vapeur de mercure de 1 kilowatt ; la chaleur de la plaque de protection était si élevée qu'elle aurait permis d'y faire cuire une omelette. Ce bric-à-brac pilotait une aléuseuse de fière apparence, qualité suisse d'une Genevoise transformée en fraiseuse trois axes. Cette machine nous valut une aventure plutôt cocasse. Un jour, un axe grippât. On sollicita l'intervention d'un dépanneur à Genève. Ce fut pour nous dire aussitôt arrivé : « Pas question de m'en occuper : vous l'avez transformée en fraiseuse, alors qu'elle n'était prévue, que pour aléser. Rien à faire, débrouillez-vous. » Sur ce, notre helvète demanda à téléphoner à son chef, pour lui raconter qu'on faisait de drôles de choses qu'il n'avait encore jamais vues. Son chef sauta dans le premier avion pour Paris, et c'est avec une dextérité, toute helvétique, que nos deux compères remirent prestement notre machine en état de marche. Plus tard une machine cinq axes, construction Citroën, véritable monstre avec sa tourelle orientable et sa tête inclinable vint s'ajouter à cet impressionnant arsenal.

[page] 6

L'utopie

Arrivé à ce stade, Bx estima que tous les problèmes matériels avaient été surmontés, hormis la miniaturisation, mais que faute de calculs, cet atelier allait être condamné à un grave sous-emploi. Il en était réduit à une certaine mendicité, pour qu'on lui laisse usiner les calibres définis par des segments de droites et arcs de cercles. La montagne accouchait d'une souris. En revanche les autres services ne lui proposaient guère, que des pièces à problèmes, souvent dues à des incompatibilités géométriques du dessin. Sur la pièce, qui devint la première « forme à pôles », le plan indiquait un point muni de trois tangentes, malheureusement non coplanaires. Beaucoup plus difficile encore, le dessin d'une tubulure, en fourche, comportait un contour apparent virtuel, ainsi qu'une violation flagrante du théorème de Meusnier, sur les courbures des Surfaces ! Ce fut, la fibre neutre de cette pièce qui m'inspira l'idée des courbes à pôles. Voici comment : Ayant d'abord projeté cette courbe depuis les deux extrémités, pour l'assimiler à une cubique, intersection de deux cônes, la cubique passait bien par les points principaux sélectionnés, mais au prix de trois branches asymptotiques, dans la zone utile ! Bien que mon sentiment soit parfaitement favorable aux courbes rationnelles, je fis le serment de les éviter : je mis au point ce petit algorithme, que je suis le seul de toute la planète à ne pas désigner par mon nom. Tous les points de construction se situent à l'intérieur d'une feuille de papier, dès que les points de base, les pôles s'y trouvent déjà. Le mot « pôle » est de Monsieur de la Boixière, il condense l'idée d'interpolation par polynômes écrits sous forme polaire. La communauté internationale a préféré leur donner le nom de point de Bézier, alors que la ville de Bézier est à 140 km du Sud-Sud-Ouest du petit village de Casteljou ; je ne sais pour quelle raison ! Serait-ce pour la raison que le village de Casteljou restait difficile d'accès, perdu dans les contreforts des Cévennes dominant la vallée assez abrupte du Chassezac ? Peut-on imaginer un américain, arrivant du Far West, qui arriverait à dénicher le château de Casteljou ? Moi-même j'ai eu de la peine à le trouver, lors d'une seconde tentative. Dans mon esprit cette construction s'inspirant de la génération mixte, ponctuelle et tangentielle de la parabole, s'accommodait bien des exigences des traces de géométrie descriptive. Elle conservait les proportions en projection, et sa traduction algébrique possède les propriétés d'une forme polaire multilinéaire, comme ses dérivées successives par rapport à n'importe laquelle des variables, présentées sous forme symétrique. D'aucuns ont voulu plus tard, y voir l'influence de Bernstein, ou de je ne sais quelle minimisation quadratique de fibre élastique, rien n'est plus absurde. La courbe à pôles, écrits avec des lettres latines, p et q ($p + q + 1$), figure déjà dans le rapport annuel d'activité que les usages nous obligent à rédiger, dès Décembre 1958 ! $p^3 A + 3p^2 q B + 3pq^2 C + q^3 D$. A l'époque, les ordinateurs étaient loin d'avoir les performances actuelles ; on se limita au 4^{ème} degré, et la continuité entre arcs resta dans les cartons, car il était bien plus urgent d'usiner nos premiers carreaux, aussi bien triangulaires que rectangulaires, afin de prouver l'utilité de ces formes à pôles, qui déjà faisaient l'objet de vives critiques, de toutes parts.

Il y avait un franc-comtois, qui se déplaçait sur une jambe de bois, héritage de la guerre 1914-1918, qui venait m'encourager, comme il le pouvait, tous les jours. En principe, je devais mettre en pratique le calcul des pièces de forge « ça c'est mathématique, avec des cônes, cylindres, sphère, ou dépouilles à 7° » Je lui faisais remarquer qu'il restait encore les petits raccords triples, représentant 2% en surface d'usinage, mais bien 98% du temps de calcul. Son domaine d'activité était la carrosserie. C'est alors que je lui dis « et pourquoi pas, calculer la carrosserie ? » Il me considéra avec attention : étais-je sérieux ? Étais je subitement devenu fou, ou étais-je en train de lui monter un superbe canular, spécialité reconnue aux Normaliens, bien capables de réussir à déranger le ministre en personne, pour venir inaugurer la statue de l'illustre Hégésippe Simon, savant qui n'a jamais existé !

[page] 7

« Vous n'êtes pas sérieux ! » arriva-t-il à me répondre après une longue réflexion. « La carrosserie c'est de là peu près, du travail au pistolet, du pifomètre d'artiste, et puis il y a le spring-back ! Cela n'a rien de mathématique, d'ailleurs c'est réalisé avec une tolérance de 0,25 mm, tandis que les pièces de forge ou de fonderie... » je l'arrêtai « non ! c'est bien à l'intérieur de ces 2 dixièmes et demi, qu'on pourrait essayer de passer avec les surfaces à pôles, à qui je cherchais une application ! » Y crut-il vraiment ? je ne saurais le dire ! Toujours est-il qu'il ne chercha pas à nous contrarier, et nous fournit des documents. Quel lièvre, j'avais débusqué là ! Peu de temps après, une avalanche de confidences me fit prendre la mesure de mon inconscience !!! La carrosserie était entièrement redessinée après la fabrication des outils, par les méthodes. Pour respecter la symétrie apparente « à l'œil », il y avait une asymétrie de 9 mm entre l'aile droite, et l'aile gauche de la DS ! Plus ahurissant encore, entre les sections en long ou en large d'une pièce aussi

régulière qu'un pavillon, les traceurs relevaient des différences de l'ordre de 0,8 mm ! Ils procédaient pourtant à des tracés soignés, épures sur tôle vernie, à l'aide de lisses métalliques, maintenues en place par des poids en fonte qui se terminaient par une pointe, qui maintenait la lisse. Avec une dextérité remarquable, ils soulevaient deux poids à la fois, de part et d'autre d'un troisième, pour laisser le métal se détendre, et puis ainsi déplaçait leur action d'un bout à l'autre de la courbe, avant de promener la pointe à tracer. Aux études, on nous demanda si on pouvait les aider à réaliser le dessin d'une planche de bord. On leur avait finalement accordé 10000 heures de travail mais les dessinateurs ajoutaient, à voix basse, qu'ils y passaient 30000 heures avant d'arriver à un résultat présentable, que l'on facturait sur d'autres travaux ! Objectif atteint plus tard, par le calcul !!!

Je me souvins de la première colle de Pham Tinh Quat ! Foutu pour foutu, je n'avais plus rien à perdre. Je persistai dans mon intention d'usiner cette petite pièce « grande comme un timbre-poste » selon les dires de Bx, que l'on avait appelé la savonnette ; du nom de la planche sur laquelle on allait glisser et se casser la figure. Elle comportait 300 points de calcul, l'atmosphère se dégradait si vite, que prenant le taureau par les cornes, sans vouloir figoler les éléments de définition de la forme, Bx commençant à tourner autour de moi, comme une guêpe, prête à l'attaque ; je me lançais dans le calcul de détail avec une machine électromécanique, Tetractys Olivetti, fort bruyante dotée de deux mémoires, mais ignorant la règle des signes, nécessitant ainsi une surveillance de tous les instants lorsqu'on additionnait la différence troisième à la seconde, puis celle-ci à la première ! En une après-midi, le rouleau entier de papier avait été consommé. « Cela fera une belle flambée de cubiques ! » me lança Bx, avant de claquer violemment la porte, ayant eu à peine le temps de lui riposter : « Cette pièce là, ce ne sera pas vous qui irez la présenter (à notre chef) ce sera moi ! » Dans le bureau, où étaient rassemblés six ingénieurs, le vacarme était tel, qu'ils sortirent l'un après l'autre. Le dernier, né de père anglais, ajoutant : « il ne faudrait pas que cela se reproduise trop souvent ! ». Dans le bureau voisin, un des chefs se souvint soudain d'une visite urgente à un atelier, prit son chapeau et sortit, suivi presque aussitôt d'un autre chef, presque à la retraite, qui ne s'absentait jamais ! Et le soir, en revenant heureusement à pied, le long de la Seine, je voyais encore les chiffres rouges et noirs danser la sarabande devant mes yeux...

Si le choc entre le crâne de breton et le franc-comtois « tête de bois » avait été rude, il ne dura pas. Avec l'aide d'un dessinateur, Bx avait dessiné la pièce à l'échelle 20, pour l'usiner « au plan ». Sur les coupes horizontales, il avait fait positionner une fraise cylindrique à plat. L'aberration des trois tangentes non coplanaires, sans la comprendre, l'avait plongé dans un océan de perplexité, et il avait fini par me consulter, le dessinateur étant désespéré. C'est avec plaisir que je pus lui fournir des explications. Lors de l'usinage de mon calcul, Bx resta ostensiblement à l'autre bout de l'atelier, ce qui n'était vraiment pas dans ses habitudes. L'usinage d'une surface « pseudo parallèle » ne faisait qu'en ajouter à sa fureur contenue. La partie que je jouais était un quitte ou double !

[page] 8

Ici, il me faut adresser mes remerciements les plus chaleureux à tous les préparateurs, les obscurs ou les sans-grade, qui en permirent la réalisation pratique, tout heureux de pouvoir jouer un tour à leur patron ; sans eux, cette première « forme à pôles » n'aurait jamais pu voir le jour ! C'était de leur part, un acte de rébellion caractérisé.

Je n'irai pas prétendre que ce premier usinage fut une réussite totale, il y avait seulement de l'idée. Il fut nécessaire de la recalculer, en surface développable afin de mieux s'approcher de l'idée que l'on pourrait se faire de la pièce idéale.

Aussitôt après je fus invité à admirer l'usinage de la pièce, cette fois au plan ! Je n'aurai pas la cruauté d'insister, sur les conditions de coupe d'une fraise invitée à plonger à plat dans un bout de ferraille, il y a un réel danger pour le spectateur, la fraise qui hurle sa douleur, peut d'un moment à l'autre, vous éclater au visage. Le résultat final, cahotique, aurait pu s'appeler « bout de métal accidenté ! »

La carrosserie

Le ralliement de Bx aux formes à pôles en résulta. Il ne cessa pas pour autant sa plainte : « on sait faire des chosoïdes du n-ème degré, on ne sait toujours pas faire les droites et les cercles ! » Il exigea désormais le calcul de la surface parallèle, en tenant compte du rayon de fraise. On entreprit l'usinage d'un capot triangulaire de 2CV, à l'aide, enfin, d'une machine électronique E 101 Burrough's ; Sa technologie à base de thyatron tétrodes 2021 Hélium Néon, de contacteurs mécaniques, permettait la multiplication de deux nombres de 12 chiffres, écrits en virgule fixe ; tous décimaux sauf le premier, en 3/20 de secondes. 8 panneaux de 16 lignes d'instruction permettaient un programme par enfichage de trois « pin's » par ligne d'instruction, sur un tableau de 100 mémoires, étendu à 220 par commutation des 40 dernières sur 4 matrices distinctes. Deux lecteurs de bande perforée permettaient d'en accroître la capacité mémoire ou programme au choix. Cela lui conférait des performances spectaculaires pour l'époque, mais ridicules comparées à la moindre calculatrice programmable d'aujourd'hui.

Sur le plan de symétrie de notre usinage, l'angle saillant devenait, un court instant, rentrant, et là aussi il fallût recommencer le calcul ; notre ingénieur franco-britannique se met à pouffer de rire dès qu'il l'aperçut et ajouta : « Surtout ne montrez pas ça ! Vous ne pourriez pas vous en relever ; on vous dirait qu'elle ressemble à une paire de fesses, et ç'en serait fini de vos essais ! Toute personne, croisée dans le couloir, se croirait autorisée de vous le rappeler avant même de vous avoir salué ! »

Bx avait alors dit : « S'il faut un polytechnicien pour mettre les pôles, c'est foutu ! » et tandis que j'exécutais mes programmes sur l'E 101, j'étais invité à penser tout haut, de façon à ce qu'un observateur, prenne des notes, de façon à pouvoir le faire tout seul, après. Ce calculateur était un ancien étudiant qui n'avait pas eu la bonne fortune de dépasser Math(ématiques) Gén(érales). Il y eut aussi un ingénieur, d'abord servo-mécanicien, qui avait accepté de passer à la Géométrie.

Les oppositions ne cessèrent pas pour autant ! Je vois encore deux ingénieurs, dans le bureau du Chef de Service, la mine plutôt déconfitée après une sévère mise en condition. A mon entrée dans le bureau, le Chef s'adresse au premier, un colosse écrasé dans son

fauteuil « N'est-ce pas, monsieur N... que c'est beau ? » Réponse d'un ton morne « Oui ! C'est beau ! » Même question à monsieur P, qui assurait la liaison, en carrosserie, avec le bureau d'Études. Réponse, sans plus de conviction, qui semblait aussi arrachée, identique. « Hein, monsieur N qu'on n'aurait pas su faire ça, avec l'aide des moyens normaux ? » « Non, on n'aurait pas su faire ça ! » Même question à Mr P, même réponse téléguidée. Nous les mathématiciens, on avait une folle envie de rire, non des ingénieurs, mais du ton de leurs réponses. La mise en condition avait duré une heure !

[page] 9

Leur opposition se fit plus sourde... Le premier nous refusa le bloc de plastique, nécessaire à l'exécution d'un modèle d'exposition, un de nos agents d'atelier fut réduit à le lui chaparder, et fut plus rapide que son poursuivant ! On nous conseilla le bois de charme, moins cher, il n'y a pas pire, pour user les fraises (!), avant que le second ne découvre la pâte PROCHAL qui permet de recharger un bloc, détérioré par un usinage malencontreux.

C'est alors que mon collègue en Géométrie entreprit, sans mon aide, le calcul de la Soucoupe volante. C'était la pièce de rêve d'un ingénieur des Recherches, qui en avait emporté les plans, quand, sa société d'aviation ayant été acculée à la faillite, il était passé chez Citroën. La Photo en a été largement diffusée. Tous les problèmes annexes des raccords entre carreaux des deux types (T ou R), la tolérance calculée, le balayage labyrinthe, les décélération aux angles... avaient reçu une solution satisfaisante. Le client eût droit à une échelle 2, de la pièce que je possède encore.

L'opposition nous venait alors des économistes, qui commençaient à s'inquiéter de l'augmentation de nos dépenses, élément que jusque-là on avait écarté de mes soucis. Il est vrai, que la Soucoupe Volante aurait pu être baptisée « ma chère pièce », comme le murmurait Bx. Ce dernier profita du passage de deux représentants d'IBM, USA qui venaient nous proposer leur savoir faire, pour inviter un économiste à notre séance. Et tandis que nos deux américains, l'un francophone l'autre d'origine asiatique, nous faisaient l'éloge de leurs produits, Bx feuilletait distraitemment son cahier, avec les photos de nos réalisations. Cela n'échappa pas à notre japonais (?), et nos deux invités commençaient à se demander, lequel des deux pays, était le sous-développé. Ils nous firent alors état de leurs projets d'avenir ! « Vous êtes sur la bonne voie ! » leur ai-je alors dit ; mais ils furent persuadés que je me moquais d'eux ! Ayant quitté la salle, je fus rattrapé par l'économiste qui me prévint, qu'ils allaient tout dévoiler alors. Ce n'était pas prévu, mais, juste à la sortie, on croise notre client de la Soucoupe. La soucoupe venait de sortir de l'atelier, toute fraîchement usinée, en fait un essai à échelle 1/2, et il nous demandait s'il pouvait nous l'emprunter, un peu, il n'en avait jamais vu la forme ! A moitié cachée sous son imperméable, qu'il entrouvrait pour le refermer, au moins trois fois de suite, on ne pouvait faire mieux, pour attirer l'attention de nos américains. Bx alors, la leur montra, et leur laissa y promener leur doigt, et les emmena visiter son atelier-laboratoire. De retour chez IBM, je n'ose imaginer le rapport qu'ils purent faire. Autant plonger, et agiter un bâton dans un nid de guêpes.

Ces usinages nous valurent la déférence admirative des agents techniques. Il faut dire ici, que j'avais eu à vivre des moments difficiles. Les gens murmuraient sur mon passage, de façon que je l'entende : « C'est pas la peine de faire des études supérieures. Rien ne vaut une bonne expérience d'atelier ! » Et ce n'était pas les plus méchantes ! Un chef d'atelier, et je tiens à préciser, un ami, m'avait résumé cette opinion générale de la façon suivante : « Cassez-vous bien la figure, dépensez beaucoup d'argent, de façon à ce que l'on ne recommence jamais cela ! » et il enchaînait alors avec le récit de la haute époque d'André Citroën, les essais prématurés de Cartes perforées, la dixième modification aux études, alors qu'on en était encore à la première, en chaîne ; cela l'avait entraîné à la faillite. Cela peut paraître assez drôle, sauf pour celui qui servira de bouc émissaire. Les ingénieurs renchérisaient avec l'aventure du trop célèbre moteur Babel, qui provoqua la ruine de Chenard Walker. Quant aux dessinateurs, à qui l'on avait montré les aberrations géométriques de leurs tracés, ils s'étaient détournés de nous, et si on les croisait dans le couloir, ils nous saluaient d'un sonore : « Nos plans sont faux ! » Tout cela semblait fini, et pourtant au niveau ingénieur, cela ne faisait que commencer. Désormais, on existait, et cela ne plaisait pas à tout le monde, tant s'en faut ! Il restait à convaincre le bureau d'Études, qui, j'en suis persuadé maintenant, chercha à me trouver un problème, pour me faire trébucher, comme on dit « sur une peau de banane » Les études avaient à affronter la contestation de plusieurs Services, qui préféreraient le réorganiser.

[page] 10

L'œil neuf

Le bureau de Calcul des Études, qui s'étiolait lentement, venait d'être revigoré par le recrutement d'ingénieurs formés par l'Aviation. Pour calculer un Avion, tout est calculé au plus juste, et on ne saurait risquer la moindre comparaison avec le domaine de l'Automobile, où rien ne vaut un habile garagiste. Tant qu'on s'était débattu dans des difficultés insurmontables, le chef de ce bureau de Calcul, nous avait manifesté une sympathie, empreinte de condescendance, tout en se félicitant, en lui-même, de ne pas se trouver à notre place. Il s'était débarrassé de son prédécesseur, muté chez nous, ce dont on se serait bien dispensé. Peut-être, estimant que le terrain de la carrosserie ne lui serait guère favorable, il jugea préférable de nous entraîner sur les sables mouvants de la Mécanique. Chez Citroën, quand toutes les ressources avaient été épuisées, il était d'usage de faire appel à « l'œil neuf » C'était toujours un jeune, au courant de rien, à qui on demandait de réinventer une technique, à partir de zéro. Cela avait le mérite de valoriser les vieux chevrons (Chevrons symbole de Citroën) qui pourraient alors dire « Vous voyez ; personne ne peut faire mieux ! »

A l'époque, vers 1962, le Service Commercial avait annoncé la sortie prochaine de la DS 21, à 120 CV. Cela n'était que le rideau, qui cachait bien des conflits internes. Après les n^{os} 1, 2, 3, tous en arcs de cercles, Citroën utilisait pour ses cames de levée de soupapes, la loi de levée n^o4, avec laquelle on atteignait 98 CV, pas un de plus ! Je fus convoqué aux Études, à une séance mémorable présidée par le Directeur des Études, assisté par les Directeurs des Recherches et de l'Outilsage. Le « motoriste » Citroën, Mr Becchia, avait

été recruté en Italie, et on ne pouvait rêver de mieux ! Un ingénieur, Monsieur C. nous expliqua que l'on notait des résonnances à 800 Hz, avant que l'affolement ne se produise. Un me donna un tirage du plan de la loi n°4, gratté, raturé, recollé, griffonné, un torchon au terme de sa carrière ! C'était donc cela, cette technique d'avant garde, que le monde entier nous enviait ! Personne ne souriait, et je dus me rendre à l'évidence : il n'y en avait pas d'autre. Comme manifestement l'assistance attendait mon appréciation, je me hasardais en désignant le sommet. « Peut-on toucher à cela ? » C. répondit qu'on était déjà près de la perte d'adhérence. Je désignais le point d'inflexion. Ce fut alors Becchia qui répondit : « il ne vaudrait mieux pas ! » mon doigt se porta alors sur la zone de prise d'élan : « Et ça ! » reprenant la parole C. répondit : « on constate déjà des usures ! » il resta alors la rampe de silence : « et ça ! » Pour un silence, ce fut un silence on aurait dit un enterrement ! Était ce celui de Citroën ? Au bout de deux minutes, ce fut le sous-directeur des Recherches, qui rompit ce silence : « de Casteljau n'est pas un ingénieur. C'est un universitaire, il est normal qu'il ne sache pas ; il faut lui expliquer ! » Comme c'était bien dit ! On ne pouvait mieux mettre en relief mon ignorance, et ce fut le Directeur des Recherches, en personne, qui monta au tableau pour me donner cette leçon, plus que particulière. Le plan sous le bras je repartis perplexe. Attendaient-ils vraiment quelque chose de moi, ou seulement se servir de moi pour faire comprendre à la Direction, qui les harcelait : « à chacun son métier, et les vaches seront bien gardées » Comment en deux ou trois mois, j'aurais pu rivaliser avec des maîtres de l'art, que ne dominent la situation qu'après seulement quinze ans de métier ! Un bref calcul m'apprit que les vibrations correspondaient à l'harmonique 14 de la came, il était logique de faire l'analyse harmonique du profil avec mon E 101. Rien ne ressemble plus à un profil, que l'enveloppe de son analyse harmonique, Cloche renversée. L'amplitude descendait en dessous du micron dès le rang 11 ou 12, et avec le 13 et surtout le 14 (Tiens ! Tiens !) on assistait à une brusque remontée. Il ne restait plus qu'à inventer la machine à pelleter l'harmonique 14 !

Dix jours plus tard, nouvelle séance aux études ! J'étais un peu dans la situation assez inconfortable d'un rebouteux, invité à faire un exposé sur le traitement du cancer à l'académie de Médecine.

[page] 11

J'exposai mon étude harmonique du profil de la came n°4. Je fûs très sèchement interrompu : « on connaît cela ! » Mon chef de Service intervint alors, pour leur demander : « l'aviez-vous déjà calculé ? » Réponse : « Non ! » Alors il explosa littéralement : « Comment ! vous étiez au courant, et vous n'aviez rien fait ! » Ce qui me permet de pouvoir poursuivre calmement l'exposé de mes premiers calculs. – Un silence – Il fut rompu par le Directeur des Recherches, qui dit simplement : « Je ne crois pas à l'hypothèse harmonique. » Comme le crépitement d'une mitrailleuse, par rang hiérarchique descendant, j'entendis une rafale de « Moi, non plus ! » Le chef du bureau de calcul, prit alors la parole pour nous apprendre que tous les ouvrages américains préconisaient les comes polydynes, dont le seul mot prononcé par lui avec emphase finir par me les rendre profondément antipathiques. Ainsi, sans me décourager, je me mis au travail, par un tâtonnement plutôt fastidieux, et ce grâce à l'E 101.

Un exposé, beaucoup plus rationnel, a fait l'objet de ma présentation d'Ulvik (1994) comparé à un profil utilisant en tout point l'accélération maximale, numéroté 16, je proposais deux jeux de 14 pôles, le profil étant exprimé en fonction du cosinus de l'angle de rotation, sur toute l'étendue $-1 +1$. Il s'agissait donc d'une courbe du 13^e degré, totalement exempte d'harmonique 14. Je pense maintenant qu'une réduction au 12^e degré, et un gain supplémentaire de 9% (# 12/13), aurait pu être tentée, mais pas au-delà. Les deux profils avaient 7 pôles alignés, égaux à 0, pour $\cos \varphi = -1$, pour respecter le noyau, zone de levée nulle. Je n'ai jamais compris pourquoi, le Directeur des Recherches désigna l'un des deux profils, d'un doigt, excluant toute discussion : « Celui-là ! » Ce profil reçut le numéro 15.

Dès cet instant, je dûs subir un tir de barrage de quolibet : « Vous avez copié sur Bouzitat ! » Je n'en avais jamais entendu parler ! Ils me confièrent alors un document, en ajoutant, pour manifester leur mépris : « Vous pouvez le garder ! » Cette étude avait été menée, en vue de l'élaboration de la came de la 203, dont la loi n°4 s'inspirait ! Et c'était eux, qui osaient m'accuser de plagiat !!! Le document de Bouzitat, est un excellent document, relatif à la transformation de Fourier. Mon désaccord avec lui, porte sur un point. Bouzitat prétend que l'on peut négliger tout harmonique dont l'amplitude est inférieure à la tolérance d'usinage (alors 0,01 mm !) ce faisant, il confond erreurs aléatoires et erreurs systématiques. NON ! il est indispensable pour un harmonique de rang n , d'être au moins ramené à la n -ème partie de la tolérance, et même en dessous $1/n^2$, si on tient compte de l'accélération, qu'il est susceptible d'exciter. Par ailleurs Bouzitat reste muet sur la façon d'élaborer un profil débarrassé de ces harmoniques indésirables. Toute la question est pourtant là.

En élaborant la loi n°4, les études Citroën avaient relevé des cotes sur une came de série ; une rationalisation avait ensuite permis de donner une table, au 1/100^e de micron, tous les demi-degrés, où les différences avaient été suivies jusqu'à la quatrième. C'était tout de même du beau travail ! Mais voilà, une came de série provient d'un reproducteur de grand diamètre, dont la lecture s'effectue en trois secondes, pour le tour complet, lequel anime une chaîne cinématique, entraînant la meule qui rectifie la came. Il s'agit là d'un véritable amplificateur de vibrations, qui dans le cas de Citroën, comportait deux étages !!! (gain g^2 !)

J'étais à l'époque, rattaché au Service Outillage, chargé de l'usinage de tous ces profils : Quelques jours plus tard, un chef d'atelier, qui avait en main le plan de la loi 15, vint me trouver ; du doigt, il me montre les ondulations qui précédaient la rampe de silence, et l'air narquois me demande : « dois-je aussi, usiner cela ? ! » Lui aussi, tenait à me reprocher mon ignorance : Je commençais à en avoir par-dessus la tête des comes, et en bondissant, je lui répondis sèchement : « Faites, ce qu'on vous demande ! Ce n'est pas vous, qui serez ridicule, mais moi ! Ces ondulations sont là, en vertu du principe, qu'il convient de reculer pour mieux sauter ! » Satisfait de ma réaction, il repartit goguenard ! Au fond, il avait été trop pressé, de participer à la grosse rigolade, et il lui suffisait d'attendre un peu ! Il faut ajouter que les études n'étaient pas restées inactives. En deux ou trois mois, on avait déjà dépassé le numéro 40, ces 40 profils étant tous plus mauvais les uns que les autres. Certaines étaient même, géométriquement irréalisables ! Pas UN n'arrivait même à égaler les performances de la loi n°4, à l'exception de la came n°19, sans atteindre pourtant le seuil fatidique des 100 CV.

Les Outils s'en amusaient beaucoup : Comme tout marin qui voit un iceberg se rapprocher dangereusement de la coque de son navire, et qui ne veut rien perdre du spectacle ; je n'étais qu'un comique de plus, encore plus farfelu ! C'était la survie de Citroën qui se jouait peut-être, cela n'avait rien de risible !

La partie de rigolade ayant été reportée à une date ultérieure, je pus enfin savourer le retour au calme. La seule information que les études laissèrent filtrer, était que la loi 15 avait passé le test du monocylindre, sans ennui.

Six mois plus tard, me voilà convoqué au Laboratoire d'endurance ; son directeur me tend une soupape en me disant : « Très bien ! votre loi a permis de gagner 12% en vitesse de rotation, passant ainsi de 5.200 tours à 5800 et plus de 20% en puissance 118 CV au lieu de 98 CV ! » Un silence suivit et il ajouta : « Mais voilà, on ne pourra pas l'utiliser en série ! » Il me montre alors les piqûres, avec arrachage de métal, sur la queue de soupape. Encore un silence : « Ne vous tourmentez pas ! Vous avez tellement tranquilisé la levée de la soupape, qu'elle ne tourne plus sur elle-même, pour répartir l'effort. Jusqu'ici elle était assez malmenée, pour tourner toute seule ! Mais on connaît la solution : On va être obligé de remettre des rotateurs de soupape ; on n'en mettait plus depuis 1920 ! » Et ce fut ainsi, que la DS 21 put remplir ses promesses.

Le chef du bureau de Calcul, sut alors reconnaître la sanction de l'expérience ! « Votre came marchait, mais pas pour les raisons que vous invoquiez ! » Il me fit interdire de remettre les pieds aux études, et à la bibliothèque de me prêter un livre, quel qu'il soit. Il ajouta encore : « le fonctionnement de votre came est contraire à toutes des lois de la Physique ! » 15 ans plus tard, à l'arrivée des Peugeot, alors qu'un carrossier racontait avec le sourire, cette aventure aux nouveaux arrivants, il tapa si fort sur le rebord de la table, pour tenter de le faire taire, qu'il s'en retourna les doigts et parût avoir très mal.

On n'allait pas tarder à le retrouver, pour arbitrer cette fois-là, la Carrosserie.

Le Style

A la tête du Style, Flaminio Bertoni, rendu célèbre par la forme de la DS, après une période d'hostilité aux formes à pôles, s'était rallié avec conviction à cette nouvelle technique. Son appui de principe nous était précieux, ce qu'on ne pouvait prévoir, c'était sa mort prochaine.

Une autre séance aux études avait été programmée ; elle était consacrée aux problèmes posés par les dessins de carrosserie. On a vu plus haut, qu'il aurait fallu être totalement inconscient, pour nous obstiner dans notre entreprise, particulièrement hasardeuse, de rationaliser les dessins de carrosserie. Ma position, maintenant adoptée sans réserves par Bx, était celle d'un individu, à qui toute possibilité de battre en retraite était impossible, et qui pour échapper au piège, était contraint de pratiquer la fuite en avant. Oh ! comme on aurait préféré disposer d'un délai de trois à cinq ans pour parfaire nos connaissances. Mais déjà, un professeur de l'école de dessin était venu me trouver, pour enseigner les formes à pôles ! Il avait déjà rédigé trois fascicules sur le sujet, et voulait connaître mon avis. Beaucoup de ces élèves, formés à l'école de Dessin Citroën nous quittèrent aussitôt, pour travailler chez nos concurrents immédiats ! Il ne m'apparterait pas de décider sur les mesures à prendre. Citroën avait bien cherché à protéger les formes à Pôles par un brevet, les cabinets de brevet jugèrent la chose impossible, en dehors de l'enveloppe « Soleau ». Cette précaution nous a, au moins, garanti contre une action judiciaire, de ceux qui ultérieurement, auraient pu nous accuser d'avoir plagié sur ce qu'ils nous avaient emprunté. Le travail de Création Mathématique n'est protégé par aucune loi, contre les contrefaçons ; toute formule, tout algorithme, toute méthode de définition ou de calcul devient aussitôt la propriété de l'humanité tout entière, dès l'instant de la découverte. On ne peut pas imaginer le mathématicien autrement que comme un philanthrope désintéressé, alors que le moindre slogan publicitaire peut être dûment protégé. Mais il est plus facile de convaincre la concurrence du bien fondé d'une théorie, que sa propre Société, car dans le premier cas on ne le souhaite pas, et dans le seconde on rencontre une résistance opiniâtre. A la Séance carrosserie, on se retrouva assis face au même directeur du bureau de Calcul des Études.

Il eût été inconvenant que le mot came fut prononcé, et il ne le fut pas. C'est avec une aisance admirable que notre ancien de l'Aéronautique nous fit part de ses pensées. L'avenir ne pouvait pas appartenir aux calculateurs numériques, trop difficiles à utiliser ; il préférerait, et de loin, utiliser les services des calculateurs analogiques, mis au point d'ailleurs par de petites Sociétés d'Aviation, dont l'équilibre financier précaire ne l'inquiétait nullement. Notre présence en un tel lieu, commençait à nous paraître, à nous-même, totalement incongrue. Il avait poussé l'amabilité jusqu'à nous accueillir, pour nous expliquer en détail, ce que l'on aurait dû nous douter, sans le déranger, ni lui faire perdre son temps si précieux. Et il avait le tact exquis de ne pas nous le dire. Pour la vingtième fois, il nous réitéra que dans la mesure où nous respections la tolérance de 0,25 mm imposée, on pouvait le réaliser à notre convenance, quels que fussent les moyens, cela ne le regardait nullement et il ne voulait surtout pas pratiquer, ce qu'il aurait considéré comme une ingérence dans notre travail, ni de près, ni de loin. On sentait monter à notre front une rougeur, due à notre confusion, pour lui expliquer que mettre les pôles dès la conception d'une forme, restait la meilleure garantie contre les dérives et fausses interprétations. Il se retrancha, à nouveau, derrière son point de vue, fermement maintenu, et considéra l'incident clos.

Il est rarissime qu'un représentant de la Direction prenne part à une discussion technique, et pourtant, ce fut lui qui intervint : « Avant qu'il n'y ait des problèmes Études et des problèmes Outillage, il y a d'abord Citroën ; il s'agit d'un problème Citroën ! Les pôles des surfaces doivent être mis dès l'origine, donc aux Études, et ils le seront ! Monsieur H... voulez-vous, vous en charger ? » Il répondit sèchement : « Non ! » En notre for intérieur, on éprouva un immense soulagement. L'envoyé de la Direction enchaina : « Eh ! bien alors, Citroën va constituer aux Études un bureau de calcul Carrosserie, distinct du bureau de Calcul Mécanique ! » Et

ainsi l'in vraisemblable se produisit ! Citroën avait de la peine à recruter du personnel pour la Carrosserie, malgré des surcharges de 30% sur les salaires ! Les dessinateurs considéraient cette activité comme dégradante, loin de la technique, toujours le pifomètre, jamais la Science. Or Bx qui avait choisi pour ses déplacements de fraise des pas de 4 microns, d'ailleurs perceptibles, lorsqu'ils sont isolés, conséquence de l'action brutale des moteurs pas à pas, décida du nouveau standard de 1 micron pour la cotation ! La Mécanique n'utilisait que le centième ! A leur tour, ce furent les carrossiers qui prirent des allures de savants, en inversant les rôles, ce qui provoqua en retour, un malaise en mécanique !

Autour du bureau de Style, Citroën organisa une unité d'avant-garde, équipée d'une machine à relever les cotes, une table traçante de grande dimension, ce qui rassura les dessinateurs. Entre le vendredi soir et le lundi matin, il n'était pas rare de voir les papiers, pourtant stabilisés à l'oxyde de zinc, bouger de plus d'un millimètre, sur cinq mètres quand ce n'était pas davantage, en fonction de l'humidité de l'air. La batterie de pistolets avait pratiquement disparu, ainsi que les lisses en tout genre de la panoplie des dessinateurs.

Une grève des modeleurs bois, qui s'estimaient irremplaçables permit l'ancrage définitif des formes à pôles. On n'avait plus le droit de reculer et encore moins de rater notre entrée. Deux véhicules l'ami 8, et la GS furent ainsi entièrement définis par « formes à Pôles » et usinés ainsi. A chaque sortie d'un nouveau véhicule, les constructeurs s'arrachaient l'un à l'autre les précieux modeleurs bois, et par ce biais notre nouvelle technique ne pouvait pas rester longtemps inaperçue de la concurrence automobile, avant de gagner l'aviation. En contre partie, ceux des dessinateurs qui ne surent pas s'adapter aux nouvelles techniques, allèrent grossir le rang de mes ennemis irréductibles, avec beaucoup d'autres champions de « la pointe fine (d'un crayon) bien affûtée ! » ou « sculpteurs sur métaux ».

“Garde à vous” !

Sans qu'il règnât l'anarchie, pour autant, le rapide développement des formes à pôles avait fait prospérer un climat de liberté ; les règles n'étaient pas établies, et c'est bien ce qui avait permis à notre corsaire, Monsieur de la Boixière de se développer. Une certaine fantaisie régnait, qui nous permettait des progrès fulgurants. Les premiers essais, tels que les « additions de pôles » étaient prometteurs et nous n'allions pas en rester là.

[page] 14

Et déjà, on pensait aux usinages 5-axes, fraise torique, et à la génération de formes par des artifices algébriques sur les pôles. Certains évoquaient déjà une scission entre un laboratoire qui poursuivait ses recherches et l'industrialisation de la technique nouvelle. Citroën n'était plus à l'époque de son fondateur, où un modeste ouvrier pouvait, un jour, se retrouver à la tête d'un Service, s'il en avait les capacités. Désormais si une technique avait vu le jour chez Citroën, il était nécessaire d'aller dénicher un spécialiste de haut niveau, dans une maison qui ne pouvait s'honorer de ce genre de recherche, ayant abouti.

C'est ainsi que je vis arriver un supercrack, venu de l'Aviation et avec lui on allait mettre un peu d'ordre. Quel dommage, par exemple, que l'on n'ait pas tourné un film sur l'usinage d'une came, rebaptisée « camoïde », sorte de cône à pente continûment variable ; dont la base comportait une forme de haricot, avec méplat important ; la courbe au sommet, plus réduite, était ronde. Le brut était fixé sur un plateau circulaire, fixé lui-même sur un diviseur, et l'usinage s'effectuait pleine fraise. On vint me chercher, pour le choix des bouchons, qui fixaient les sens de rotation. Si sur le papier la fraise tourne à droite, c'est qu'en réalité la pièce se dérobe à gauche ; au niveau du diviseur, c'était à s'en arracher les cheveux ! Quand on décida d'appuyer sur le bouton, je restais un peu inquiet, quand même. C'était notre premier usinage cinq-axes ! Tout se déroula à merveille, et la forme se dessina sous nos yeux, sans être gâchée par le moindre feston d'usinage ; un moment inoubliable entre tous, mais si court !

Il y eut aussi, ce calcul assez acrobatique, qui reliait la méridienne d'une meule à la section droite d'une fraise, en vue de son usinage en une seule opération. Cela apprit à l'ouvrier spécialisé, l'existence d'un degré de liberté qu'il n'utilisait pas encore, et aboutit aussi à une standardisation des fraises.

L'industrialisation mit un point final à nos essais et nous obligea à rentrer dans le rang. De retour des U.S.A notre supercrack nous annonça : « les Américains font des TABCYL ! » et « Chez Renault, ils usinent avec une pointe ! » On était alors obligé de feindre une grande admiration pour des techniques qui nous paraissaient plus que primitives. Pour peu, on serait revenu à tailler des silex ! Puis, un jour notre nouveau maître, prit prétexte d'un assouplissement consécutif à une digestion un peu lourde, pour ne plus m'inviter à ses réunions. Peu après, il en profita pour fixer comme objectif prioritaire de recherche, de trouver le livre, document, revue ou grimoire où j'avais bien pu dénicher le concept de pôles, qui se métamorphosa, comme l'insecte ailé sort de sa chrysalide, en « points de Bézier, courbes de Bézier », ce qui sembla lui donner satisfaction ! Il ne faisait plus aucun doute que j'étais poussé en touche. « Bx » avait accepté, à contrecœur, d'étudier la pile à combustible destinée à la voiture électrique. Y serait-il arrivé ? il était en concurrence avec l'institut Batelle de Genève, avec lequel Citroën était en contrat. Mon « chef » direct, déjà placé en intermédiaire avec notre supercrack, me suggéra de solliciter une demande de mutation aux Recherches. Je répondis sans hésiter : « Mutez-moi, si vous le désirez ; mais ne comptez pas sur moi pour le demander ! » Bien m'en prit ! croisant peu après, le nouveau directeur des Recherches, à peine m'avait-il serré la main d'un jovial « Bonjour, Monsieur de Casteljaou, comment allez-vous ? » qu'il était déjà arrivé à l'autre bout de la salle ! Je ne fis aucun effort pour l'y rejoindre.

Alors le supercrack, me convoqua dans son bureau, se fit patelin et me dit : « Vous évidemment, vous ne rentrez pas dans les normes, comment pourrait-on vous désigner dans le nouvel organigramme, voulu par notre direction venue de Peugeot » Comme le rat de la fable, je pensais en moi-même : « Ce mets, ne me dit rien que vaill ! » Mais il insistait encore, et encore. Alors je lui dis que dans l'annuaire de l'École Normale, un ancien avait imaginé le terme de conseiller, non reconnu par la Loi et qui a de l'allure.

« Comme cela, on ne pourra pas lui reprocher, une usurpation de titre ! » Deux jours après, une note de Service nous apprenait sa nomination à lui, et d'un collègue aux postes de « Conseiller ! » Aussitôt, j'écrivis à l'École Normale de me retirer mon titre et de ne plus rien mettre ou, s'ils y tenaient, grouillot ou autre.⁴ Cela dut déclencher un coup de téléphone à mon chef, qui n'était pas au courant, et qui, pris de court, me bombardait « diplômé en Mathématiques Appliquées » ce qui ne correspondait à rien, et que je suis depuis. Je fus alors « promu » ingénieur 2B, brillante promotion au grade de Commandant d'un Général. Jusque-là j'étais « Cadre supérieur. »

[page] 15

Le lion

La maison Peugeot partage avec le Crédit Lyonnais l'emblème du Lion. Avec l'arrivée de Peugeot, et de plusieurs anciens du Lycée Victor Hugo, j'aurais pu espérer une éclaircie : Il m'aurait fallu m'extasier devant la technique Peugeot : c'était plus fort que moi ! Quand j'étais confronté à des difficultés insurmontables personne ne m'avait dit qu'elle avaient été surmontées chez Peugeot et résolues chez Renault ! J'avais le dos au mur, et le signal de la curée était imminent. D'autres ont su voler au secours de la Victoire, dont Acte ! leur rendre hommage, non ! « les pôles, c'est tellement simple que n'importe qui aurait pu les inventer » disait l'un, avant d'ajouter : « Vous devez être heureux, vos idées sont en train de triompher » Oui ! mais pas chez Citroën !

Et ceux, qui avaient transformé mon parcours en sauts d'obstacles, commençaient à s'en inquiéter, pour leurs carrières personnelles. Pour prouver notre antériorité, l'un d'entre eux, qui ne voulait pas dévoiler de « secret », me demanda si on pouvait communiquer notre fascicule interne aux Allemands. Rédigé d'après des notes, où il ne figurait qu'une phrase sur deux, et des inversions de pages, ce fascicule déclenchait de solides fou-rires à ceux qui tentaient d'en extraire les connaissances. Non, sans malice, sachant que les Allemands sauraient y remarquer les carreaux triangulaires, autrement que par la confusion de deux sommets d'un carreau rectangulaire comme le prétendait Mr Bézier, je répondis que tout était maintenant connu, la rédaction de ce fascicule était détestable, mais constituait un fossile irréfutable.

Désormais je décidai de garder mes trouvailles pour moi, les autres s'empressant de les minimiser aussitôt. Toutefois, je fis une exception pour un ingénieur d'origine germanique, que je désignerai par la suite par « mon ami », ancien élève de Monsieur Bézier. Son désir de conciliation était respectable. Un directeur, que nous avait valu la subordination à Peugeot m'a déclaré : « Monsieur Bézier a fait aussi bien que vous, et les Américains beaucoup mieux, avouez que vous êtes un homme fini ! » j'ai alors riposté « Laissez moi, la libre disposition d'un microordinateur et on pourra en reparler » Sa réponse claqua comme un coup de fouet « Non ! » D'ailleurs, deux notes de Service, une Citroën, et une Peugeot m'interdirent de m'occuper de la CAO (conception Assistée par Ordinateur) !

M'équiper d'un microordinateur personnel, à mon domicile me coûta une petite fortune, à l'époque. Plus grave encore, l'agrandissement de ma maison d'un petit quart eût pour conséquence de multiplier d'un facteur 8, je dis bien huit, mes impôts locaux, sans compter les taxes liées à la construction. Il était trop tard d'avoir des regrets!

Le PdG de l'époque fut plus courtois à mon égard. Le bureau que je partageais avec deux autres ingénieurs devint « restaurant de fonction » pour cadres dirigeants, et après un jour passé dans un couloir, on m'installa à coté d'une voie de passage entre deux bâtiments, que l'on aurait cru être un pont provisoire installé par le Génie ; les planches en étaient tellement disjointes et bruyantes que tout effort de concentration aurait été un exploit. Ce PdG, faisant allusion à l'absence de protection légale du travail de création mathématique, risqua cette comparaison, destinée à le mettre en valeur : « Vous n'êtes pas rentable ! Vous ne savez pas vendre !!! » L'avenir fut cruel pour lui ; il fut à l'origine de la construction de l'usine roumaine à Craiova, au pays de Dracula, dont le directeur qui disait que j'étais un homme fini a pu dire : « Ce qu'elle fabrique, c'est tellement de la merde, que personne n'en veut ! »

J'en étais réduit, à faire l'essentiel de mes recherches le soir à mon domicile. A l'époque, une équipe mixte Peugeot Citroën avait fait un travail de synthèse entre Unisurf et les Splines américaines, qui s'est matérialisé par un fascicule d'une douzaine de pages et le dessin d'un canard. J'en reçus un exemplaire pour solliciter mon appréciation, qui ne pouvait qu'être une admiration sans réserve. De mon côté, j'avais essayé de comprendre ce qui pouvait paraître inconciliable entre les pôles et les Splines. Suivant les textes, d'origine américaine, certaines prétentions complémentaires, aboutissaient à des contradictions. Un jour, je dis à mon ami : « Si j'arrive à comprendre cela, il n'y aura plus aucun problème » Tantôt ils prétendaient maîtriser l'interpolation, tantôt cela nécessitait un certain lissage. Si on y rajoutait les minimalisations des tensions dans une fibre élastique, on barbotait en pleine confusion.

[page] 16

Si je me suis égaré un bref instant, c'est pour avoir accepté la validité des prétentions, souvent contradictoires attribuées aux Splines. La clef me sauta aux yeux, en reprenant une vieille idée, si je l'avais repoussée c'est par suite des performances réduites des ordinateurs en 1960 ; je ne les avais pas approfondies, et les avais chassées de mon esprit. Les pôles généralisés, formes polaires étendues à plusieurs points, au lieu de se limiter aux extrémités de l'arc prirent consistance. Au lieu de partager dans les subtiles distinctions entre « knots et nodes » et s'embrouiller dans les redoublements d'indices, réservés aux extrémités d'un arc, tout s'éclairait et se simplifiait, une fois pour toutes. La principale difficulté que j'ai eu à résoudre, c'était d'arriver à me concentrer dans

⁴ On the copy that de Casteljou sent to me, he added a footnote in pencil: *en fait, il s'agissait de bougnoul, qui de nos jours est considéré comme insulte raciale: il signifie « homme » dans une langue du Sénégal, mais est improprement attribué aux arabes !*

un bureau particulièrement bruyant, dominé par les éclats de rires d'un voisin, dont les plaisanteries manquaient d'humour. Aussi, je fournis à mon ami quelques indications, qui me paraissaient complètement suffisantes pour le mettre sur la voie, et mettre en évidence, ce processus logique : Cela se passait juste à la veille d'un week-end de trois jours, où, de surcroît, il allait bénéficier de l'inspiration du Saint Esprit, dont on célébrait la fête. Persuadé de le retrouver avec une mine réjouie, le mardi de Pentecôte, je constatai d'un regard, qu'il n'en était rien ; Pire, il avait travaillé. Alors en moins de trois minutes, je lui expose mon truc : il n'en fallait pas davantage ! Alors je le vois complètement abasourdi ; et d'un air bête, il commente doucement : « Oh ! Non ! le Maître, ce n'est pas un prof, mais un prof de prof ! » Puis il se reprit, lorsque je lui recommandais pour un temps, une totale discrétion. N'oublions pas qu'il m'était interdit, par notes de service, de travailler à la CAO ! Ce fut la seule fois, où je le vis exploser ! « Vous vous rendez compte, de ce que vous me demandez ! Après, on pourra me dire : Vous étiez au courant et vous nous aviez rien dit ! » Toutefois, il respecta scrupuleusement nos conventions. Il convient d'ajouter qu'à la suite de la réorganisation, consécutive à la fusion Peugeot Citroën, les responsables de la CAO étaient beaucoup plus soucieux de leurs carrières personnelles que du progrès technique ! Mon ami, me procura un plan assez difficile d'hélice marine, pour tester mes thèses ; les points en avaient été relevés au trusquin ! On ne pouvait pas être plus approximatif.

Le rugissement !

Par quel mystère, je fus invité à une séance destinée à faire part de mes impressions sur le fameux canard !? C'était une occasion, à ne pas manquer ! J'étais bien décidé à me démarquer de cette étude, menée sans moi. Pour la première fois, j'avais la possibilité de me mesurer avec les experts de chez Peugeot, dont le seul but, était de démontrer leur supériorité, dans le domaine. Commencant avec les « knots et nodes », je pris après pour cible le redoublement d'indices, considéré, en dehors des extrémités d'un arc, comme une complication dégradante, menant à des « subsplines » sans intérêt, excepté le cas d'arêtes vives. Alors que la maîtrise de ce redoublement d'indice était fondamentale, sans même leur dévoiler les propriétés du degré de restitution. Le texte au canard se terminait par un calcul des pôles d'un arc de spline, au troisième degré. Je n'eus aucune peine à montrer que le résultat était correct, malgré une erreur de calcul, mystérieusement compensée par la suite ! Je levais un coin du voile de ma théorie. Il m'était possible d'effectuer en moins de dix lignes, d'effectuer ces calculs au degré 5 ou même 7, et cela sans risque d'erreur.

Mon ami sa précipita sur moi à la sortie : « Vous ne vous rendez pas compte ! Vous l'avez humilié ! C'est lui votre équivalent de Peugeot : c'est lui qui a mis sur pied le programme Unisurf !.. Renault n'a rien fait ! C'est lui qui a tout fait ! »... Personne ne m'avait encore dit que ce chercheur, pour lequel j'avais une certaine considération, était à l'origine d'un document, que l'on m'avait présenté comme collectif, et de plus sous la direction d'un autre. Malgré mon éclat, cette séance nous rapprocha plutôt, en renforçant notre estime mutuelle.

A la même époque se produisit une mésaventure similaire. Deux ingénieurs n'arrivaient pas à se tirer d'affaire d'un problème d'apparence fort simple. Ils s'acharnaient dessus depuis plus d'un mois, et même un mois et demi. Quelqu'un mit plus de dix jours avant de les décider à venir m'en parler. Dans mon bureau, ils me rendent une feuille de papier, où s'égalait un système d'équations du second degré, suivi d'une, du troisième [degré], qu'ils voulaient résoudre. A les entendre, il n'existait pas d'autres possibilités de mise en équations, et la seule chose qu'ils attendaient de moi, était de leur dire, comment on pouvait continuer le calcul. Ils répondaient par Oui et Non

[page] 17

à mes questions, rien d'autre ! Ce système ressemblait à de l'algèbre vectorielle et je leur posai la question « Ces trois là expriment que trois vecteurs sont unitaires ? » « Oui c'est ça » « Les trois suivantes, expriment les produits scalaires ? » « Oui, c'est ça ! » « Et la dernière le produit mixte ? » « Oui, c'est ça ! » « Pourquoi ne pas me le dire tout de suite ? » « Vous voulez donc exprimer la condition, à partir des cosinus des angles, que trois vecteurs sont coplanaires ! » « Oui ! » Intérieurement, je me répétais : « Soit gentil ! Ne te moque par d'eux ! Vas-y doucement ! Ménage-les ! Surveillance tes intonations ! »... Je vais au tableau, et leur dis posément : Je pose la matrice M des composantes, par rapport au système d'axe, inconnu encore, où Oz est perpendiculaire à ce plan. Son déterminant est nul, puisque la dernière colonne est constituée de zéros. Vous me suivez ? « Oui » j'effectue le produit $MM^* = 0$, mais n'est-ce pas là, la condition que vous cherchez ? « Si ! Si ! » « Astuce, due à Lagrange », m'empressai-je, d'ajouter aimablement, comme pour les excuser de leur ignorance. On multiplie zéro par zéro, pour trouver une relation. Je les vis alors reculer respectueusement, pas à pas, comme deux crabes jusqu'à la porte ! Mes deux compères éberlués, me fixaient avec des yeux de merlans frits ! Une fois la porte franchie, je les ai vus prendre leurs jambes à leur cou et détalier prestement ! Quinze jours plus tard, on m'apprit que l'un était parti chez Renault, l'autre à l'EdF (Électricité de France).

J'étais encore un bourreau d'enfants ! Qu'aurais-je donc dû bien faire ? L'homme « fini » se permettait quelquefois de rugir, et on le lui reprochait !

Entre temps, mon ami avait fait usiner la pale d'hélice marine. Le résultat était admirable ! Non, ce n'était pas tout à fait la perfection, il restait deux zones particulièrement sensibles, où on aurait pu souhaiter un léger déplacement des pôles de définition. Si on regardait la pièce, très en oblique, « en bout » comme le font les praticiens, qui veulent vérifier si « ça file », en promenant ensuite leur doigt pour déceler une légère bosse, ou creux, il restait deux points critiquables, à peine visibles. Cet usinage ne bénéficia pas assez de l'intérêt qu'il aurait mérité. Il valait bien le canard, mais c'est peut-être pour cela qu'il gênait !

La tranquillité tout à fait inespérée, qui en résulta pour moi, me permit d'étoffer et de consolider mes recherches, de façon à les mener à un stade impeccable. A cette époque, le progrès des « travaux américains » avaient eu des incidences psychologiques beaucoup plus profondes que l'on ne pourrait croire. Je retrouvai le climat qui avait régné, lors de l'éviction de Monsieur de la

Boixière, mais cette fois cela se retournait contre les auteurs de l'éviction. Les « Américains » n'avaient pas encore terminé d'accaparer la définition numérique, que déjà, beaucoup leur faisaient acte d'allégeance. Il en résulta un malaise quasi-général. (Monsieur de la Boixière, à l'arrivée de Peugeot, avait demandé à être licencié, pour prendre une retraite anticipée : elle ne fut pas plus tranquille que ses années d'activité !)

Les politiques s'agitaient en tout sens, soucieux de préserver leurs prérogatives. Ma sérénité contrastait avec l'ambiance. Une idée se faisait jour : au lieu de continuer à nous chamailler, il fallait rassembler nos forces en France, afin de faire pièce à la menace. Peugeot avait louvoyé entre les fabrications communes avec (ou plutôt chez) Renault, prévues par les accords Peugeot-Renault, et l'utilisation des investissements modernes de Citroën, ainsi mis en difficulté financière, par la crise pétrolière, ce qui lui coûta l'absorption par Peugeot. C'était l'occasion ou jamais de mettre à l'épreuve la solidité des accords Peugeot Renault, pas du tout résiliés. D'ailleurs, il existait un terrain possible d'entente : Les trois constructeurs Renault, Peugeot et Citroën détenaient une partie du capital de la Société Chausson, et en utilisaient les Services. Cette dernière avait été mise en demeure d'adopter les nouvelles techniques de définition des formes.

Une lueur

Deux ingénieurs de Chausson, un polytechnicien (?) et un centralien, me contactèrent directement, et sans dévoiler mes batteries, je pus leur indiquer le genre de problèmes pour lesquels je tenais une solution. Son enquête s'étendait à tous les systèmes de CAO, existants en France. Son rapport de 500 pages, lui valurent les félicitations spéciales de sa Direction Générale. Il y distinguait notamment les Systèmes Peugeot ou Citroën de celui de « de Casteljau » (!), tous trois différents.

[page] 18

Il m'apprit que son étude n'était qu'un élément d'un projet beaucoup plus vaste, avec l'appui du gouvernement (Raymond Barre) il était question de regrouper en une seule Société, l'ensemble de la CAO française. Il était reconnu que ces recherches avaient été menées par l'Automobile, bien avant que l'Aviation ne commence à s'en soucier ; afin de ménager les susceptibilités de cette dernière, on aurait pu prévoir une société dédoublée avec une branche automobile, et une branche aviation, mais la préférence allait à la Société unique.

J'entrevis la possibilité de trouver une atmosphère plus propice à mes recherches, et bientôt je commençai à lui laisser entrevoir mon accord, pour les rejoindre. D'ailleurs il existait un certain lien de parenté⁵ avec leur PdG que l'on a découvert ensemble. A l'occasion d'une réunion d'ordre familial, je puis rencontrer leur PdG ; il semblait vouloir m'éviter. Sa discrétion l'honorait, et je comprenais fort bien que de telles tractations puissent rester confidentielles. Tout ce que j'obtins de lui, fut : On verra ça, dans trois mois ! »

Le Séisme

Pour un spectacle, ce fut un spectacle, trois mois plus tard ! Le PdG, et ses deux directeurs techniques et commerciaux étaient éjectés sans ménagement, et remplacés par des R.V.I (Renault Véhicules Industriels). Quant à mes deux correspondants, accablés, ils préférèrent donner à leur tour leur démission.

Peugeot, après le rapport de 500 pages, dont la conclusion était que « tous les systèmes sont bloqués, à l'exception d'un seul, le système « de Casteljau » », ne pouvait plus se permettre de continuer à ignorer mes recherches. Bien forcé cette fois-là, d'accepter une séance, je posais une condition et une seule : que le supercrack qui était à l'origine de l'éviction de Monsieur de la Boixière, n'y soit pas invité. Cela ne sembla pas, poser de problèmes et la condition fut acceptée. Cette séance eut droit à la solennité de l'Etage de la Direction Générale à Neuilly, qui ne m'était guère familier, et je pus commencer mon exposé sur les pôles généralisés, le futur « Blossoming » déjà parfaitement au point ! (sous Raymond Barre, je le répète)

Il est manifeste qu'un spécialiste, gavé de Bernstein, ne peut être qu'ébahi, lorsqu'il découvre les formes polaires ! Elles jonglent avec les problèmes, avec une telle élégance, que l'on en reste stupéfait ! D'autres en ont fait l'expérience quand le « Blossoming » se répandit. Au bout d'une heure, je vis entrer notre supercrack, un peu blafard, qui s'excusa de son retard, prenant prétexte d'un autre rendez-vous, qu'il n'aurait pas eu l'à-propos de déplacer. Je n'ai pas eu le courage et la présence d'esprit de poser mon bout de craie, de conclure en remerciant l'assistance et de me retirer dignement.

A la sortie, mon « chef », un polytechnicien, soupira : « Au fond ! ça c'est finalement bien passé ! » Il est des instants, où seul, le silence possède la dignité suffisante. Ce polytechnicien, n'était pas un mauvais bougre, et déjà dans son bureau, m'avait un jour proclamé « je veillerai personnellement au développement de cette idée ; je la suivrai, jusqu' à ce qu'elle aboutisse ! » Deux heures après il me rappelait dans la petite salle, attenante au bureau et me disait en hoquetant « je ne peux pas ! je ne peux pas !... » Un toussotement dans son bureau m'apprit qu'il n'était qu'une marionnette, et que son chef « veillait personnellement » à bloquer cette idée.

Mais quand revenu dans mon bureau, mon ami, à son tour se félicitait que « ce soit bien passé », en reprenant la formule, j'ai alors éclaté « Comment ! Ça c'est bien passé ! Les pôles généralisés... c'est foutu ! » Mon ami me considéra, interloqué et alors, j'inscrivis

⁵ On the copy that de Casteljau sent to me, he added a footnote in pencil: *il portait le même nom, que ma belle-mère !*

avec un gros crayon rouge sur mon agenda, à la date⁶ du jour : « Dies irae ; Dies illa... ! X a récupéré les pôles généralisés !... C'est foutu ! »

Il fallut à peu près six mois à mon ami, pour comprendre !

Au lieu de donner à la France une avance substantielle, qui aurait pu permettre de négocier des contrats d'association, qui nous auraient profité, on en était revenu à des ambitions personnelles de gens, bien plus soucieux de leur carrière, que de l'intérêt général du pays. De l'idée de regrouper la CAO en une société unique, ou de de la possibilité donnée à Peugeot, (le choix de l'étage de la Direction semblait l'indiquer) de faire cavalier seul, de tout cela, il ne restait plus rien, ou presque. D'ailleurs, même Raymond Barre, qui aurait eu ainsi pu saisir l'occasion de se manifester comme un géant de l'économie, autrement que par la construction de l'usine de Roumanie, disparut bientôt dans la trappe.

[page] 19

Il est regrettable, que les séismes déclenchés par les « Politiques » puissent avoir raison, en un instant, du travail patient et acharné des Chercheurs. A la télévision, j'ai vu un jour un chercheur de l'institut Pasteur qui déclarait: « En France, on trouve beaucoup de gens qui cherchent, mais on cherche encore un gars qui trouve ! » Un autre chercheur disait moins adroitement: « En France, vous avez le droit de chercher à la condition expresse de ne rien trouver, jusqu'à votre mise à la retraite ! »

Cela d'ailleurs n'est pas un privilège de la France ! Les confidences des étrangers le prouvent.

La Normalisation

Bien sûr, je rappelais les notes de Service, qui m'interdisaient toute réflexion en CAO, à mes interlocuteurs! Cela ne semblait pas plus les troubler, que le peu de cas que j'en aurais fait. Tout au plus un sourire accompagné d'un murmure, censé donner les raisons de cette décision surprenante. Par contre, mon élan était brisé, et puisque j'étais désormais rentré dans les rangs, il me fut demandé de faire une communication à l'Académie des Sciences. Ce genre de publication est sévèrement codifié, nombre de lignes, ou de caractères par ligne, résumé bilingue, etc... Si on prêtait l'oreille à la rumeur, l'Académie des Sciences avait perdu le rayonnement qu'elle avait eu, à l'étranger ; Personnellement, j'avais été témoin de textes, sans grande valeur et même erronés, ou d'extrême complexité. Elle en prenait conscience, et sa réorganisation était en cours : Il fallait d'abord se mettre à la recherche d'un académicien, qui accepte de présenter mon étude. Ce n'est pas difficile, pour un ancien de Normale. Pour arriver à une rédaction, conforme du règlement, il fallut plus d'une année. Cela ne prit que quelques minutes à l'académicien qui s'était proposé pour la publier, pour me téléphoner les références d'un ouvrage de Monsieur Bézier, publié en langue anglo-américaine. Jamais dans la thèse de Monsieur Bézier, l'idée de forme polaire ou de pôles généralisés n'est évoquée de près, ni de loin ! La thèse de Monsieur Bézier, dont je possède un exemplaire, est un véritable patchwork, qui comporte une grave incorrection et une erreur de principe : Les surfaces bi-paramétriques y sont abordées par l'Analyse, utilisant les fonctions de Bernstein, par l'intermédiaire du calcul intégral. Cela n'a absolument rien à voir avec l'approche, purement algébrique utilisant les formes polaires. Je me refuse à croire que ce domaine était devenu une chasse gardée, réservée à Monsieur Bézier ; cet académicien aurait pu montrer plus de clairvoyance ! Disons encore qu'une telle exclusivité n'est pas revendiquée par Monsieur Bézier : il le répète, à chaque occasion.

Je fus alors invité à publier un livre, solution vivement encouragée par la Direction Peugeot. Je n'arrivais pas à chasser de mes pensées, que cette publication, très tardivement autorisée, ne recevrait plus qu'un accueil très restreint, dans l'indifférence générale. Encore une fois, j'allais entendre que tout cela était parfaitement archi-connu ! Ce fut d'ailleurs la réaction de l'éditeur, contacté par Citroën, qui, dès le premier abord, nous reprocha vivement notre impudence : « Vous n'allez tout de même pas, nous faire croire que vous êtes à l'origine des travaux, qui ont conduit à l'Unisurf et aux B-Splines ! » Je m'attendais tellement à entendre ce genre de réaction, que je n'esquissais pas le plus petit geste de dénégation. J'étais bien placé pour savoir que pendant les cinq premières années de mon activité industrielle, je n'avais reçu que des rebuffades, pas le moindre document ou indication concernant des travaux prometteurs chez nos concurrents, ou laboratoires de recherche. Le plus avancé était Ferranti, qui utilisait les fonctions de Fourier. Selon la rumeur, Peugeot avait utilisé la méthode des parties proportionnelles pour le calcul de la 203, et Renault s'embourbait dans des biquadratiques, je parle de 1960. En guise de conclusion à une réunion, organisée par Ferranti, lors de la discussion finale, Monsieur Bézier avait déclaré : « La carrosserie constitue bien l'exemple de ce qui ne pourra jamais être défini par les Mathématiques ! » Quand je rappelle cette phrase à certains, ils me répondent : « Seuls les imbéciles ne changent pas d'avis ! » Cela n'enlève rien à l'immense travail, accompli par Monsieur Bézier pour vaincre les résistances, et imposer aux praticiens un bouleversement de leurs habitudes. Il ne suffit pas de donner un coup de baguette magique, en disant : « Chez Citroën, ils y sont arrivés ! »

[page] 20

Par contre l'hémorragie de dessinateurs, ou élèves de l'école de dessin Citroën, a bien failli être fatale à Citroën. Pendant que tous ces souvenirs me revenaient à la mémoire, je me mis à observer les réactions de notre interlocuteur principal des éditions Hermès, en écoutant la discussion d'une oreille distraite. Ce fut mon ami, ancien élève de Monsieur Bézier, et bien placé pour distinguer toutes les nuances entre les deux démarches, qui intervint alors patiemment. Il se mit à expliquer, d'une voix angélique, tout le fossé qui séparait les fonctions de Bernstein, des formes polaires.

⁶ On the copy that de Casteljau sent to me, he added the date in pencil: *Mardi 5 Juillet 1983*

Au début notre interlocuteur avait réprimé très difficilement sa colère, devant tant d'effronterie de notre part ; il était cramoisi et gesticulant ; progressivement il commença à blêmir, au fur et à mesure que mon ami poursuivait calmement sa démonstration. Il n'entre pas dans mes propos de rechercher les sources de Monsieur Bézier ; il fait état quelquefois d'un savant mystérieux, parfaitement inconnu des bibliothèques. Et a toujours été incapable d'apporter des précisions, à ceux qui lui ont posé la question. La seule source, à ma connaissance, concernant les pôles, qui pourrait être revendiquée comme antériorité, est un texte, datant de 1870, tiré des « *Mathematische Annalen* » de J.C.F Haase de Munich, de moins de vingt lignes, et limité aux courbes. A la fin de notre entretien, notre ami avait arraché la conviction de l'éditeur. Il est vrai, que les explications, dont avait bénéficié mon ami, commençaient à porter leur fruit. A force de comparer la difficile et savante approche par les fonctions de Bernstein-Bézier, avec celle inspirée par les formes polaires, mon ami avait compris l'extraordinaire amélioration de la compréhension, en utilisant ces dernières, sans oublier l'extrême simplification des calculs, et la possibilité d'aller infiniment plus loin dans l'élaboration de la théorie. Tout spécialiste reste convaincu qu'on est encore loin d'avoir épuisé toutes les ressources offertes par les formes polaires ; citons entre autres, les additions algébriques de pôles, restées au stade du laboratoire, malgré des essais prometteurs, les évolutions de formes dans des tranches de Volumes à Pôles, la séparation entre termes pairs ou impairs d'une fibre neutre, donnant ainsi une épaisseur à une forme, etc... etc... On pourrait même ajouter que l'Arithmétique est plus utile à l'élaboration de cette théorie, que ne l'est l'Analyse. Comme preuve, le tableau des différences à pôles, qui est aussi le tableau des dérivées à pôles, à propos duquel, la communauté scientifique internationale ne m'a guère suivi.

Il ne restait plus qu'à donner à l'éditeur, une disquette, en traitement de texte de mon ouvrage ! C'était bien la première fois que chez Citroën, on s'essayait à l'édition mathématique ; on m'attribua les services d'une charmante dactylo, d'origine algérienne, répondant du gentil prénom de Soraya ; cela lui fut extrêmement difficile, avec les demi-interlignes nécessaires aux indices ou exposants surtout pour revenir à l'état initial ! Il faut alors se maîtriser, si on ne veut pas envoyer au diable, les premiers tirages de l'imprimante ; les feuilles étaient barrées de formules montant ou descendant de 45° ! Et on ne peut encore s'empêcher de penser : « C'est encore une fois, foutu ! » Pourtant au bout d'un an, on était tiré d'affaire, la police de caractères qui transformait mes indices t , en alignement de cimetières, avait laissé la place à une autre, moins funèbre. Il ne faisait plus aucun doute, qu'après toutes ces années perdues, on allait arriver comme les carabiniers.

Les décideurs firent alors un prêtirage de la disquette, en quelques dizaines d'exemplaires, destinés à des privilégiés : notre supercrack aurait lui-même établi la liste des personnalités, triées sur le volet, jugées dignes d'en recevoir un exemplaire. Peut-être oubliait-il la photocopie, capable d'en produire de nombreux clones ? Il devenait urgent d'officialiser les formes polaires, et l'effet de surprise devenait sans objet.

Personne n'avait encore vraiment pris conscience de l'existence du degré de restitution, associé à la notion de caractéristique, qui trace la frontière entre interpolation et lissage, deux aspects d'une même idée, jusqu'alors distingués pour ne pas dire opposés. Ces idées ont encore été précisées dans mon ouvrage consacré au « *Lissage* ». Un polytechnicien établit alors, que le degré de restitution des Splines était de UN, ce que je lui fis répéter TROIS fois, croyant qu'il plaisantait !

[page] 21

Au Mérite !

Une Société d'outre Atlantique s'intéressait à mes travaux, et au niveau des praticiens, avait établi des contacts. Mais comment s'assurer une exclusivité dans le domaine mathématique, quand le travail de Création Mathématique n'est reconnu par aucune Loi, et la découverte n'est pas sauvegardée par une protection légale ? Il existait bien pour moi, la possibilité de quitter le groupe Peugeot-Citroën, et la Direction me reprocha même, par la suite de ne pas l'avoir fait ! Peugeot n'avait pas, à l'égard de la Recherche, la même optique que Citroën et sa Direction ajoutait : « La Recherche est beaucoup trop coûteuse, pour qu'on en fasse : si une nouvelle technique s'impose, on l'achètera, en mettant le prix qu'il faut ! » (Rien, en l'occurrence) Finalement, à la demande de la Société américaine, Peugeot (pas Citroën) signa des accords de Coopération, et reçut en cadeau un système complet de CAO, d'une valeur de 3 millions de francs. Notre PdG reçut, cette année là de prix de « *l'Expansion* », couronnant ainsi sa bonne gestion, pour avoir reçu l'hommage d'une Société américaine, qu'il n'avait même pas sollicité.

Ceux qui avaient pu espérer que la sortie de mon livre constituerait un four et un échec commercial, en furent pour leurs frais, et cela semblait désoler le Directeur, qui voyait en moi, un homme fini. En fin d'année, les ingénieurs eurent droit à un réajustement substantiel, concrétisant un rattrapage sur le retard qu'ils avaient subi. Il eut le plaisir de m'annoncer une augmentation annuelle homéopathique, mais ne pouvant ignorer mes efforts ajouta : « plus cent francs, parce que vous avez bien travaillé ! » Cette année là, notre PdG avait insisté, que les augmentations seraient faites au mérite, pour expliquer leur plus grande disparité.

Plusieurs dirigeants d'Entreprise franc-comtoises, me communiquèrent plus tard les raisons de l'attitude de notre Direction. Au moins quatre fois, j'entendis : « Pour réussir chez Peugeot, il faut être Centralien, Franc-comtois et Protestant ! » (« et » non pas « ou »)

Toutefois, il me fut précisé que l'accès aux Ordinateurs ne m'était plus interdit, officialisant le fait que jusque-là, il l'était !!! Le système de CAO fut protégé par des serrures codées ; je n'en ai pas eu la clef.

Les Quaternions

Les formes, l'informatique et tous les formalismes informels commençaient à me donner la nausée. Si notre Direction s'en foutait, pourquoi pas, a fortiori, moi !? On allait derechef, attendre que mes thèses soient appliquées ailleurs, avant d'en reconnaître le bien

fondé, et les utiliser...! Ce n'était plus de la prudence, ni de l'obstination, mais de l'aveuglement. Si l'argent, englouti par Raymond Barre dans les mirages roumains, du pays de Dracula, avait été consacré au développement, en temps utile, de la CAO et de la Robotique, on aurait probablement pu rentabiliser notre investissement, en commercialisant notre savoir faire... ! Au lieu de cela... ! Patatras... !

Aussi, à titre de défi, avec l'usage exclusif de mon ordinateur personnel, à mon domicile, ce qui légalement, m'en assurait l'entière propriété, je me mis à étudier les quaternions sous l'angle purement arithmétique ! Une constatation me tracassait, et une idée me paraissait si simple et évidente que je me persuadais qu'elle avait dû déjà être explorée, et qu'ainsi elle n'aurait pas pu aboutir, sans que cela se sache. Il me fallait donc chercher ailleurs, le temps de vérifier que toutes les autres directions menaient à des impasses. J'ignorais, à l'époque, que Minkowsky avait exploré cette voie ; heureusement pour moi, je ne le sus qu'après. En effet, Minkowsky acceptait les matrices négatives, effectuant des retournements d'espace, pour lesquels la notion de continuité différentielle ne peut exister. Et en corollaire, il acceptait les carrés négatifs (voir son $ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$).

En refusant, a priori ces éléments aberrants, il m'était possible de démontrer un superbe théorème, que l'existence de termes négatifs aurait rendu faux ! Si j'avais commencé, par suivre la trace de Minkowsky, je n'aurais pas pu mettre en évidence ce détail. Là encore, mon approche éclairait et simplifiait certains passages obscurs.

[page] 22

Pour conclure, je pus mettre en évidence, du point de vue formel, que présenté sous un aspect différentiel, ce théorème représentait les équations de Maxwell, sous la présentation relativiste de Lorentz !!!... Cela ouvrait la voie à une recherche ultérieure, sur la généralisation de la théorie des fonctions de la variable complexe, appliquée à la transformation conforme dans E3 ou E4. D'un seul coup, on comprenait les raisons de l'échec des tentatives antérieures. Disons simplement, que les théorèmes d'inexistence, démontrés pour une fonction, ne s'appliquent pas au domaine différentiel, défini par un groupe de plusieurs fonctions. Après l'insuccès des fonctions de la variable hypercomplexe, due à la non-commutativité, il fallait trouver le moyen de contourner l'obstacle. Malgré ces résultats prometteurs, je n'ai pas poussé plus loin mes investigations dans ce domaine, et c'est fort regrettable. Depuis il m'a semblé, que ce genre de recherches devait servir de couronnement, à une étude de la Géométrie Métrique.

L'aventure quaternion fut tout aussi fertile en mémorables anecdotes, que les formes à pôles, les cames, ou les pôles généralisés, et quelquefois encore plus croustillantes ! Du moment que j'en oubliais la CAO, cela ne dérangea personne, et je n'eus même pas la moindre réflexion du genre : « A quoi, que cela peut servir ? » La réponse était toute prête : « à rien ! » Mon ami était bien conscient de ce fait, quand un jour, il pénétra dans mon bureau en se dandinant d'un pied sur l'autre. Je sentais qu'il avait une chose à me dire, mais il n'osait pas m'en parler. Je l'invitai à le faire, et ce fut pour me dire : « Ben, voilà ! Les Américains affirment que, pour effectuer les calculs de Robotique, rien ne valait l'emploi des Quaternions ; personne ne sait ce que c'est !... pas même les polytechniciens, est-ce que vous pourriez nous faire un Topo sur le sujet ? » J'ai failli éclater de rire. Voilà bien six mois, qu'à titre de provocation, j'essayais de travailler à quelque chose de tout à fait inutile, et « non rentable » et voilà que la technique en avait besoin !

« Pas plus d'une heure, n'est-ce pas ! », me claironna le supercrack, en faisant programmer une séance par son secrétariat. Mon auditoire, composé de Chefs de Service, Peugeot ou Citroën, et des plus brillants polytechniciens, écouta mes explications, et avec les questions, qui crépitérent, firent durer la séance pendant trois heures !

J'entrepris la rédaction d'un ouvrage plus étoffé, que le petit fascicule, qui résumait mes six mois de travail. Un polytechnicien, chargé d'en débarquer les incohérences, en fit une diffusion, après l'avoir seulement complété par une bibliographie, et fait taper à la machine.

Maintenant que ce travail était officialisé à retardement, j'estimais qu'il était prudent de prendre quelques précautions. La plus élémentaire était de demander au Service de Documentation ce que l'on pouvait trouver sur le sujet. Après avoir patiemment épilé les mots « Quaternions » et « Hamilton », qu'elle entendait pour la première fois, notre documentaliste interrogea, avec un égal insuccès, les librairies techniques, SVP, et l'AFRI (Association Française de Robotique Industrielle). Avec cette dernière, elle pensait découvrir une personne compétente. Ayant commencé ses investigations de bon matin, elle avait au bout du fil, en début de soirée, le directeur de l'AFRI en personne, à qui elle put apprendre l'utilité des quaternions en Robotique. Quand six mois plus tard, un correspondant voulut à son tour, approfondir la question des quaternions, « AFRI » riposta : « Ah ! Celle-là, on nous la fera pas deux fois ! Il y a bien chez Citroën, un gars qui les connaît bien, un certain de Casteljau, mais on tient à vous prévenir, il n'est pas facile d'accès ! »

Quand mon manuscrit me parut assez étoffé, je le présentai à mon éditeur, qui sans hésiter me dit : « Je prends » N'avait-il pas parlé trop vite ? Huit jours plus tard, étaient réunis dans son bureau, un professeur d'Université, qui présidait son comité de lecture, ainsi que le Directeur de la Section Robotique de ses Éditions, chacun se cachant au départ, derrière un paravent de modestie, et avouant leur peu de compétence. En fait, pas plus qu'à l'AFRI, ou à SVP, personne n'en savait plus sur les quaternions, que les trois lignes du dictionnaire et encore. Le chef de la branche Robotique prit la parole : « Oh moi ! ma culture mathématique s'arrête au niveau de la Licence ! » Constatant que je n'en obtiendrais pas un mot de plus, je me tournais vers le professeur, visiblement perturbé : « Vous en prenez la

[page] 23

responsabilité, n'est-ce pas ? » ce qu'il répéta encore avec vigueur. Cette réaction en disait plus que tous les discours. L'illusion que j'avais caressée un instant, d'entendre : « Ce n'est vraiment pas mal, votre truc » s'effondrait en un instant. Il restait à régler quelques détails matériels. Jamais les éditions Hermès, spécialisées dans les ouvrages techniques, ou même pratiques, ne s'étaient aventurées

dans le domaine purement scientifique, avec autant de symboles mathématiques. Il me fallut expliquer le sens du mot « Nabla », plus connu en Grande-Bretagne qu'en France, où le calcul symbolique reste ignoré. L'éditeur jugea qu'il était bon, de ne pas se lancer dans l'édition scientifique sur un seul ouvrage, et en accepta un autre, d'un auteur très confirmé. Puis, je me retrouvai en face du maître typographe, qui s'était dérangé en personne, pour me dire que j'utilisais des signes, qui ne figuraient pas parmi les 5000 symboles, utilisés en imprimerie ! Il fallait les fondre spécialement. Et pourtant on y trouvait les symboles des jeux de carte, cœur ou trèfle, ainsi que des signes cabalistiques de l'astrologie les Gémaux ou Jupiter ! Mais le petit symbole d'étoile à cinq branches distinguant le quaternion de l'anti-quaternion n'y figurait pas, ainsi que quelques autres.

Ce que je venais de faire tenait du quitte ou double ! Ma notoriété n'avait nul besoin des quaternions. Avec eux, je prenais un risque. Pour finir, la vente du livre, à défaut de la quantité, s'honora de la qualité. Les acheteurs, peu nombreux, se recrutaient parmi les professeurs de Faculté, et cela flattait la fierté de mon éditeur, sans beaucoup contribuer à remplir son escarcelle. Cela lui permit d'élargir son audience vers des horizons scientifiques.

Ayant rédigé cet ouvrage, en utilisant des moyens personnels, il n'y avait rien de tout cela, qui appartienne à Peugeot, qui ne m'avait rien demandé, sinon bien après. C'est donc, à titre privé, que je présentais une copie de mon texte au Concours Seymour Cray France. Je savais que le Président du Jury, Monsieur Aigrain, ancien ministre de la Recherche Scientifique, était avant tout un Atomiste. Par suite une étude sur les Quaternions attirerait son attention ; cela me donnait quelques chances, même si le sujet s'écartait un peu des thèmes proposés au Concours. Or Peugeot était client des ordinateurs Cray, et ceux-ci subordonnèrent l'acceptation de ma candidature à une autorisation écrite de mes directeurs, qui encore une fois de plus, pouvaient ainsi, récupérer mon travail. Toutefois, un des directeurs, bien conscient du fond de mes pensées, me rassura : « On ne veut pas vous voler ! » A la date prévue, pour la proclamation des résultats, plusieurs sources, totalement indépendantes m'apprirent que j'allais recevoir le premier prix. Cela permettait de me rembourser l'achat de mon ordinateur, que déjà je pensais à remplacer par un autre, plus performant. Pourtant une petite phrase, prononcée par un ingénieur de Peugeot me tracassait un peu, en m'annonçant la première place, il avait ajouté : « Cela va nous permettre de renégocier le contrat avec Cray ! » La cérémonie officielle de remise des prix fut reculée de trois mois, et c'est alors que je reçus le cinquième prix : « Prix spécial du Jury » et une somme d'argent, qui ne couvrirait même pas, la moitié du prix de mon ordinateur. Passons sur les détails et confidences que l'on me fit : les gens éprouvent toujours le besoin de s'expliquer sur des options, que leur conscience n'approuve pas sans réserve. Mon vénéré chef, devint membre du Jury l'année suivante. Et c'est lui-même qui tint à me faire remarquer le « mérite » des lauréats de ce nouveau concours : Un « premier prix hors concours » décerné à son ancien condisciple et collègue, et un autre « premier prix » de même montant au patron de thèse de sa fille. Pourquoi donc, insistait-il tellement à me justifier ces choix, alors que je ne lui demandais rien ? Un candidat de mon année, normalien candide, vint alors me confier : « il paraît que c'est un prix réservé aux clients de Cray ! » On lui avait d'abord annoncé un prix, l'année précédente, et il n'avait rien eu ! Quelle candeur tout de même !

À propos des Quaternions, je tiens à remercier chaleureusement la Société Peugeot-Citroën, qui m'a permis d'obtenir une concentration d'esprit particulièrement exceptionnelle ! Dans le nouvel immeuble, elle m'avait attribué un bureau assez vaste, avec cloisons opaques, en général réservé à plusieurs occupants, mais où, malgré les règlements, j'étais seul ! Cela contrastait avec les deux bureaux précédents, et encore plus avec le suivant, carré exigü et sombre à cloisons vitrées partielles, ce qui me permettait d'enregistrer et d'apprendre par cœur les numéros

[page] 24

de machines en tout genre, utilisées dans toute l'usine, et dont on téléphonait les références, à longueur de journées, dans le bureau voisin ; atmosphère particulièrement propice à la réflexion, quand de l'autre côté, un couloir permet aux perpétuels passants de vérifier, que vous cherchez encore à vous concentrer. Ensuite, je fûs muté à Vélizy dans un bureau collectif d'une cinquantaine de personnes, agencé suivant les toutes dernières normes américaines ! Cet aspect grégaire vous rappelle à tout instant, que tous les individus sont égaux en droit, selon et en vertu des généreux principes démocratiques de la République, à moins que ce ne soient les principes républicains de la Démocratie ! Aux alentours, le fond sonore de tant de conversations était tel, qu'il était rigoureusement impossible d'être distrait par l'une quelconque d'entre elles, au milieu du crépitement d'imprimantes en tout genre, et des coups de téléphone variés et avariés.

C'est dans cette atmosphère particulièrement propice à la méditation, que je mis en chantier mes premières réflexions sur la Géométrie Métrique. Il est indubitable que la tentative de René Descartes, pour jeter les bases de la Géométrie Analytique, s'est soldée par un échec flagrant ! Il pensait s'opposer aux traités de Perspective, ou de Géométrie Projective, selon la pensée de Desargues ; sans parler de l'attitude odieuse du premier à l'égard du second, l'Analytique s'est achevée en une apothéose de la G. Projective : c'est la conclusion qui s'impose après les travaux de Cayley sur les Invariants. L'Analytique élève la notion de degré algébrique au niveau d'un dogme. Si Descartes avait eu assez de génie, il se serait vite rendu compte que son entreprise privilégierait très vite les alignements de points, convergence de droites ou autres points d'une même conique ; tout cela appartient à la Géométrie Projective. L'Analytique devait fatalement s'occuper de la représentation graphique des paradoxes de l'Algèbre, principalement les problèmes de dégénérescence de courbes, propriété qui reconnaît à une courbe de degré $m + n$, d'être la juxtaposition d'une courbe de degré n à une autre de degré m . Cela n'est pas de la Géométrie !

En Physique ou Mécanique on recherche à décrire la situation relative entre des éléments, distances mutuelles, ou angles, et de cela Descartes était conscient ; Dans son esprit, ses calculs allaient définir les formes idéales des lentilles, pour favoriser l'essor de l'Optique, que les Hollandais étaient en train de développer.

Comme toujours, votre pensée s'oriente aussitôt vers des complications sans fin, quand la solution est précisément de vous débarrasser de la gangue qui entoure le joyau. Déjà avec les pôles, ou les quaternions il avait fallu mettre en relief, le détail essentiel !

Que nous apprend la nature ? Notre vision est binoculaire, ce qui devrait valoriser les coordonnées bipolaires, ainsi que la notion de proximité. On s'est longtemps extasié devant la régularité géométrique, à symétrie hexagonale, des rayons de cire, construits par les abeilles. Rien d'étonnant à cela ! La vision de ces insectes, s'effectue comme à travers un kaleïdoscope, à l'aide des facettes de leurs yeux ! Ce qui aurait été particulièrement surprenant, serait de les voir construire des damiers !

L'étude des coordonnées bipolaires n'est pas nouvelle, mais les ouvrages en parlent peu ! Tout au plus, une brève notice, en fin de chapitre, rédigée en petits caractères en déconseille vivement l'usage ; à moins de vouloir vous compliquer inutilement la vie ! Voie sans issue ! Comme à l'ordinaire, je me suis retrouvé plusieurs mois, comme l'âne de Buridan, que je n'ai jamais cessé d'être, ne sachant choisir entre les faisceaux de cercles orthogonaux ou les systèmes de coniques homofocales, ces derniers ayant l'avantage de pouvoir se généraliser dans E3... ! La réponse était pourtant là, criarde, d'une évidence tellement aveuglante, que l'on ne s'en rendait même pas compte ! Il existait ici, une espèce de dualité métrique, qui imposait de faire le choix simultané, des deux à la fois !

Il en résultait une figure géométrique d'une esthétique tellement admirable, que cette figure se trouvait immédiatement déflorée dès qu'il lui manquait un trait, ou qu'on lui en rajoutait un de plus. Ayant eu à subir une opération chirurgicale début 1996, j'ai adressé un canevas de 80 pages à l'Université de Brunswick, qui semblaient les seuls à y accorder quelque attention.

[page] 25

Ceci, au cas toujours possible, où j'aurais été mis dans l'impossibilité de retrouver le niveau de concentration, indispensable pour poursuivre ces recherches. Il s'agit donc plus d'une énumération de propriétés rédigées dans un style télégraphique, difficile à suivre, que d'une rédaction satisfaisante.

Cela commence par les courbes les plus simples, du point de vue métrique, la droite, le cercle, les propriétés focales des coniques, la Strophoïde diamétrale, les Ovale de Descartes pour continuer avec les formes interscendantes des miroirs conjugués aplanétiques, déjà considérés par Schwarzschild, mais je crois par une définition différentielle. Il aurait été souhaitable d'y rajouter les transformations conformes, liées aux propriétés des Quaternions, que j'ai pressenties, tout au moins, confinées au domaine différentiel, car il a été démontré qu'il ne peut pas en exister de formes intégrales ; c'était l'objectif inavoué de ma recherche.

Mais, revenons à Vélizy ! Il m'est difficile de me mettre dans la peau des dirigeants de Peugeot ou Citroën. On peut comprendre que l'on soit suffisamment occupé par les problèmes en cours, et qu'il est déjà difficile de trouver le temps nécessaire pour appliquer les améliorations mises au point en laboratoire. Cela peut expliquer que les Progrès se font par paliers successifs, réalisés à tour de rôle par des Sociétés concurrentes, pour ressembler à un match de Tennis, où le problème essentiel est de rattraper la balle. Malgré cela, la Direction aurait pu réserver un meilleur accueil aux pôles généralisés. Quant aux techniciens de Peugeot, ils parlaient de « courbes à poils », tandis que ceux de Citroën cherchaient à atténuer en « courbes à Paul ».

Non seulement j'avais totalement abandonné l'espoir de participer aux discussions relatives à la CAO, et avais aussi renoncé à toute revendication la concernant, me contentant de répondre aux questions, qui pouvaient m'être posées. C'est par écoeurement que je tentais de m'évader de ce cloaque, pour m'occuper à des réflexions éloignées des préoccupations automobiles.

Les Trolls

C'est ainsi que les poils hérissés de mes surfaces émettaient des feux Saint-Elme, assez facilement, et j'étais bien devenu d'un abord difficile, lorsque je pressentais que mon interlocuteur n'avait pas d'autre but que de me faire bisquer ! Par exemple en venant me parler des surfaces à poils.

Quand un employé de l'usine de Rennes, me téléphona pour me parler de l'Université d'Oslo, en me sortant de ma torpeur, je me demandais bien quel coup fourré on était encore en train de mijoter, pour me piéger. Je me mis à tergiverser. Que me voulait-on encore ? Or, il était vraiment, le frère de Madame Tom Lyche. Il fallut beaucoup d'insistance à Tom Lyche, pour me convaincre à prendre l'avion à destination d'Oslo. Il me suffira de mentionner que ma carte d'identité remontait à 1948, et l'ayant égarée, c'était une carte mixte d'identité et de famille nombreuse datant de 1942, que je présentais à la Mairie, pour renouvellement ! Les persuader que c'était bien la Vérité fut assez épique.

On aurait dit qu'un mauvais génie, s'acharnait sur moi, pour me faire perdre toute contenance. Cela, jusqu'à ces petits détails de la vie, dont tout le monde rit, à l'exception de celui à qui cela arrive. Personne ne voulut prendre le risque de me traduire, appréhendant la catastrophe, pour ne pas en être tenu pour responsable ! Et c'est ainsi, que pour la première fois, j'acquis le droit de m'exprimer en langue française, privilège qui fut, par la suite, étendu aux écrits des actes des congrès ultérieurs, publiés aux U.S.A.

Les exposés précédents m'avaient surtout fait comprendre, de ne pas débiter pour la quinzisième fois, l'algorithme définissant les pôles généralisés, comme je l'avais prévu. Plus grave encore, je n'avais jamais eu l'occasion d'utiliser des transparents (je le jure !) Tom Lyche réussit à me les procurer la veille, avec les feutres nécessaires. Je dépouillais mon exposé, jusqu'à son squelette, de façon à mettre l'accent sur les revendications concernant mon originalité. Le reste, ils le connaissaient par cœur, et venait de leur être répété, comme par un moulin à prière.

La page des fendards fendus, pourtant « infroissables, spécial voyage », ou des digestions indésirables, me parût tournée, quand au coucher du soleil, tardif dans ces régions au solstice d'été, brilla dans le ciel un magnifique arc en ciel, de toute beauté, comme on n'en voit que très rarement.

Personne n'aurait osé parier le moindre kopek sur moi, l'inquiétude de Tom Lyche faisait peine à voir. Il avait passé son temps à chercher un traducteur, en recherchant s'il était préférable de le choisir dans la langue de départ ou celle d'arrivée ; et le dernier pressenti, un Américain, s'était prestement trouvé une envie folle d'aller visiter les fjords !

Avec des gestes lents, je sortis de sa mallette, la fameuse « Soucoupe Volante », « la valise est anglaise, mais son contenu est français ! » Puis évoquant le Blossoming : « Vous connaissez tous cette fleur, amoureuxment cultivée dans les jardins de Californie ; nous allez voir maintenant cette fleur, à l'état sauvage dans la nature, d'ailleurs en voie de disparition ! » Et enfin, je me bornai à montrer la transition entre une interpolation avec un lissage, grâce au jeu subtil du degré de restitution, qui associé au degré algébrique et au degré de continuité constituait la caractéristique de toute approximation algébrique d'un arc.

A comparer la mine réjouie des Français, la bouche hilare jusqu'aux oreilles et la mine un peu renfrognée de nos amis américains, je sus que j'avais été au delà des plus folles espérances, ce que me confirmèrent amplement différents commentaires à la sortie. J'étais bien devenu le « Professeur des Professeurs », pour un temps seulement ! Dès le mois suivant, au cours d'un mini congrès réuni aux USA, les spécialistes passèrent au crible ma présentation. Cela me valut un superbe compte rendu, deux mois seulement après Biri (!) avec une page entière de dédicace, rédigée conjointement par deux chercheurs, toute écrite en français, langue dont aucun d'eux n'avait la pratique !

Ces instants inoubliables, se gravent dans la mémoire avec tous les détails précis, au côté de la première colle de Pham Tinh Quat, ou de l'usinage de la première forme à pôles. Pourtant, après une réflexion de quelques instants, on constate qu'on est passé si près de l'abîme, qu'il ne restait plus l'épaisseur d'une feuille de papier à cigarettes, comme intervalle de sécurité ; on se sent, comme guidé par je ne sais quel fil invisible, dont on ressent la présence subtile, et qu'il suffit de suivre. Ce que j'ai fait dans ma carrière, je devais l'accomplir, sans que jamais je ne l'avais vraiment préparé à l'avance. Non il ne s'agit pas du tout de ce que s'imagine votre entourage, qui avait tendance à assimiler votre réussite à une chance, particulièrement insolente à un jeu de hasard !

Ouste !

Un superbe drakkar d'honneur, en orfèvrerie d'étain était là pour témoigner de la distinction, qui m'avait été décernée en Norvège. Quel accueil me réserverait Citroën, qui m'avait payé ce voyage, en redoutant d'ailleurs que mon inexpérience ne soit à l'origine de quelques mésaventures. Je n'arrivais à chasser de mon esprit, l'idée qu'ils allaient en profiter pour se débarrasser de moi. Cela se concrétisa dès les premiers instants de mon retour. Un quidam du Service du Personnel souhaitait me rencontrer. Il me pria alors de faire valoir mes droits à la retraite. Les inscriptions en caractères runiques, mais en français du drakkar le désarçonnèrent ; mon interlocuteur, ancien de Citroën n'insista pas ! Quelques années auparavant, j'avais été déjà entraîné à résister à ces tentatives de persuasion forcée. Ayant eu à subir six séances de trois heures, éprouvantes pour le moral, je n'étais arrivé à une mer d'huile qu'après avoir dit « Je veux bien signer, mais à la condition que l'on veuille me préciser, ce que l'on me reproche ! » La seule chose qui me venait alors à l'esprit, n'avait pas le moindre rapport avec mon travail, et concernait une décision de la ville, ou j'étais domicilié, que je n'avais pas réussi à contrer. Elle n'avait rien à voir avec l'activité automobile de Citroën, et, tout au plus concernait le confort de sa Direction.

Avant un nouvel assaut tous les matins mon « chef » m'appelait une heure dans son bureau, et récidivait l'après-midi auprès du mien un bon quart d'heure. L'âne se contentait de balancer la tête, ce qui entraînait ses oreilles. Qu'on ne s'y trompe pas quand un âne vous dédie ses « Hihan ! » c'est à l'homme qu'il s'adresse pour vous dire ce qu'il pense de vous. « Ah ! ce qu'il est bête ! comme un homme ! » Pourtant l'hallali se rapprochait. Je fus donc licencié par un individu, embauché pour ce rôle, qui savait que c'était lui ou moi. En échange de la prime, je dus apposer ma signature sur un document qui me faisait renoncer à porter le « litige » devant une juridiction autorisée. N'étant guère procédurier, cela me parut une précaution inutile, mais réussit à me convaincre qu'ils n'étaient pas tout à fait sûrs de leur bon droit !

Libre !

Dès lors ma situation se trouva libérée de toute contrainte. La retraite permet enfin de pouvoir travailler, sans objectif à respecter, ni le moindre délai pour satisfaire les caprices d'un capitaine d'industrie. Aucune école ne m'imposait ses directives, et surtout pas les programmes élaborés par un ministère. En contrepartie, je veillais à apporter une touche d'originalité à ma participation active aux congrès de CAO, CAGD ou autres Geometric Modelling. Ce qu'attendent les participants, n'est pas la septième présentation d'un algorithme bien connu, ni la troisième variante d'une méthode de résolution, si aucune n'apporte d'éléments décisifs.

L'expérience industrielle m'a vite appris que la culture mathématique, se mesure avant tout, à la qualité de la pièce usinée. Si on commence à dire de vous : « C'est un savant ! » n'en tirez aucune vanité. Il est grand temps pour vous, d'apporter une preuve matérielle de votre efficacité pratique. C'est à vous de faire l'effort d'adaptation, au langage du praticien, et non l'inverse, quand il vous parle de rayons (arcs de cercle), droite en double pente ou d'une fraise cul-d'œuf (sphérique). La culture mathématique vous permet d'éconduire, celui qui prétendrait vous éblouir par ses connaissances sur les fonctions elliptiques, les tenseurs, le théorème de Banach-Tarski-Robinson, où les intégrales de Stieltjes, tant qu'il n'apporte pas la preuve tangible de leur efficacité, par une réalisation pratique.

L'aventure de la came, est un exemple des réflexions qui peuvent inspirer une rationalisation d'un profil. L'échec des fonctions orthogonales provient du fait que le lissage en mathématique est perçu comme une minimisation des erreurs quadratiques d'une fonction avec son approximation. Il en résulte le phénomène de Gibbs. En Physique on distingue les variables de tension et celles de courant, et il existe un perpétuel échange d'énergies entre l'énergie potentielle de l'une avec l'énergie cinétique de l'autre. Un lissage satisfaisant nécessite la régularisation simultanée de la fonction et de sa dérivée. L'Analyse que j'en ai donné à Ulvik (Norvège) indique une solution. La dualité métrique, qui associe les points de vue ponctuels et tangentiels est du domaine de la Géométrie Métrique.

Personne en 1958, n'aurait pu prévoir qu'un jour, les mathématiciens rechercheraient l'équation d'une forme artistique ou esthétique. Jusque-là, ils se bornaient à tracer les courbes représentatives des équations, en se passionnant, surtout pour les singularités. Maintenant la singularité est devenue un obstacle. Sans l'insistance de Monsieur de la Boixière, et ma répugnance à quitter Citroën sans avoir été capable de leur proposer une solution tangible, quelle aurait été l'histoire de la CAO ?

Afin de conclure, je reprendrai à Monsieur de la Boixière cet aphorisme : « la flatterie vous assouplit, l'hostilité vous renforce, mais il n'y a rien de pire que l'indifférence. »

Congrès:	Biri (Norvège)	1991	Degré de Restitution et Caractéristique.
	Oberwolfach (D)	1992	Logique du paramètre
	Chamonix (F)	1993	Splines focales
	Ulvik (N)	1994	Courbes et Profils Esthétiques contre Fonction Orthogonale (Histoire vécue)
	Schloß Dagstuhl	1996	Point Ω : Intersection projective de deux coniques.
	Chamonix (F)	1996	Tolérance d'Usinage.
Livres	Formes à pôles	1985	
	Les Quaternions	1987	
	Le Lissage	1990	
Etudes			
Inédites:	Algorithme d'Euclide à plusieurs variables (Arithmétique)		
	Nombres, constitués de facteurs premiers très petits : Gammes (musicales)		
	Géométrie Métrique : Essai de définition		

4. Post scriptum (French original)

Fin Mars 1997.

Voilà le récit de mon aventure, forcément incomplet et aperçu à travers le prisme déformant de ma sensibilité. Souvent, j'ai hésité entre un mot passe-partout facile (ex : chose, faire...) et un mot juste, d'emploi peu courant, même souci pour les tournures qui peuvent causer des difficultés à un traducteur.

Fallait-il rendre le texte vivant, ou me borner à la sécheresse d'une énumération : En optant plutôt pour la première solution, plus long, il est rendu plus crédible. Malgré une imagination fertile, il est des précisions, que l'on ne peut pas inventer ! Ayant eu l'occasion de raconter certains épisodes à un journaliste scientifique, il ne cessait de murmurer « je ne peux pas écrire cela ! »

Aussi quand je cite un nom propre en clair, c'est plus, pour lui rendre un hommage mérité, même et surtout, si mes critiques ne le ménagent pas !

Est-il besoin d'ajouter, que je ne souhaite nullement qu'une diffusion prématurée, surtout en langue française ne déclenche des réactions vices de personnes, qui pourraient, s'estimer diffamées. Le plus possible ont été exclues les questions par trop politiques (hum !), philosophiques, ou religieuses, ainsi que certaines histoires de gros sous (hum !) ou d'ordre familial.

Depuis longtemps, j'envisageais de rédiger, un aperçu de mes mémoires, qui aurait pu servir de bases à des rédactions plus élaborées, par la suite. Votre lettre est arrivé à pic, pour me le rappeler, ce qui m'a décidé à me mettre à l'ouvrage, plus long que ce que j'avais imaginé.

Ce texte est tout de même, beaucoup plus qu'un CV et j'espère que sa longueur ne viendra pas à bout de votre patience, et vous donnera ainsi entière satisfaction.

5. Cover letter to an anonymous Swiss (translation)

End of February 1997

Dear Sir,

Your letter of 12 February 1997 has been sitting in front of me like a reproach for some time now! When, in less than eight days, I had to attend no less than three funeral masses, not forgetting the baptism of my sixth grandson, all the while grudgingly giving priority to writing the income tax return, my reply was delayed.

It is not with one or two excursions, made with the high school of Besançon that I could have the pretension of knowing Switzerland; but on the other hand Swiss immigrants to the Franche-Comté region are not rare. In a student environment, this can

lead to oratorical jousting the nationalistic character of which is decidedly passionate and certainly excessive. Nevertheless, was it not the conquest by Louis XIV, that detached the Comté, now the canton of Neufchâtel, from Franche-Comté? The dividing line, inherited from the Burgundian era, would be more East-West; Alemannic in the Montbéliard region as in Basel, the Romanised influence is the same in Besançon, Dôle or Neufchâtel, and this until the religious conflicts of the Renaissance, turned everything upside down, not to mention Napoleon later on.

Curriculum vitae? It is certainly not by following a well-trodden path that one meets the unknown! If I had done as I was told, how could I have surprised others with my original ideas. But what is a CV if not the listing of an itinerary, in all its conventionality! I never wanted to do anything like the others, which has been the cause of a lot of trouble. So, I don't think you'd want me to list everything I should have been, but never was. « *Franc-Comtois, tête de bois* » [Franc-Comtois, wooden head] is the saying.

So I will try to tell the story of my adventure more vividly.

Sometimes it will be necessary to shorten the story, leave out secondary episodes, or take into account the fact that some characters might not appreciate my point of view, without forgetting that my talents are not those of Balzac. At the time of my retirement, I had made a summary of my career, sufficiently coded so that only the protagonists could recognise themselves. Could I refuse to explain my puns to our friend, the German student A.M.? Three times out of four, he guessed right. His diplomarbeit, which publishes the German translation, gives many more keys, in notes, than the French text ever had. Fortunately for me, the victims of my humour do not read German, and have never had a copy of this translation. Which meant that my speech had to remain restrained.

I hope that you will be satisfied, and my wife joins me in expressing the pleasure we had in meeting you at Dagstuhl Castle, and our fond memories of it.

6. The story of my adventure (annotated translation)

The roots

Seventh and last birth of a family reduced to six, I was born on 19 November 1930 in Besançon (Doubs). On my father's side, the family was honoured to be closely related to the Marquis de Jouffroy d'Abbans, inventor of the steamboat. He was a career military man, who had passed through all the ranks, and had just been promoted to *Lieutenant-Colonel* on the eve of the war, with a view to his retirement, but was thence kept on duty. In 1939, for fear of bombing, my mother withdrew to the countryside, and I was enrolled in the *Sixième*,⁷ in a correspondence course; my second sister, not very academically gifted, was given the very delicate task of making me work. How could she have taught me the rudiments of the German language, of which she did not know the first word?

The postman kept us abreast of events with a word around noon! It was hard to believe him when he said: "The Germans have taken Denmark and are in Norway!" After a little thought, this meant that they wanted to land in Scotland: as long as they deal with the English, they will leave us alone! Shortly afterwards, the postman announced: "The Germans are in Chaumont!"⁸ We thought they were still in Sedan. My mother jumped on the last civilian train that went down to the banks of the Garonne, where she had spent her childhood, with a 10,000 Franc banknote as her only fortune. My uncle's house was occupied by aviators, who were fighting who knows what war. We learned that in Toulouse there were planes but no pilots, while in Bordeaux there were pilots but no planes.⁹ We had one room at our disposal, and they kindly passed us half their rations through a window. They spent their time listening to the radio, and thus it was possible to listen from outside to both General de Gaulle's appeal of 18 June 1940 and the speeches of Marshal Pétain.¹⁰ My father, encircled on Armistice Day, for lack of a withdrawal order, was taken prisoner with his entire regiment from Lons le Saunier, which was neither short of a man nor a gun, thus earning him promotion to the rank of Colonel, and the Commander's Cross of the Legion of Honour. He escaped a month later, in a way that he enjoyed recounting. If I have dwelt a little on these preliminaries, it is because they decided my vocation as a mathematician. My maternal grandfather, who was born in 1830 and died in his 100th year, had assembled an almost exclusively scientific library. There was a complete shelf of the works of his grandfather, the chemist de Fourcroy, the only member of the National Convention who died of natural causes in 1809,¹¹ which saved him from witnessing the decline of the Empire: all the while, he had been Minister of Public Instruction. I avoided reading

⁷ French pupils begin their secondary education in *Sixième* class at *Collège*, which lasts four years. They then enter *Lycée* for three years (*Seconde, Première, Terminale*), which ends with a baccalaureate (Decret of 3 May 1923). As pupils usually are 11 years old in *Sixième*, this reference might be questioned.

⁸ On 9 April 1940, Germany invaded Denmark and Norway. In the Battle of France, the Germans surprised France and the Benelux countries with a heavy attack on Sedan (operation plan *Fall Gelb*) in the hilly Ardennes, where they crossed the Meuse river on 14 May 1940 and cut off the Allied troops in Belgium, who had to be evacuated at Dunkirk. Subsequently, in June 1940, German troops attacked the fortified *Ligne Maginot* from the west to strike at its vulnerable rear (operation plan *Fall Rot*). As both operations had significantly weakened the French forces, the Germans rapidly entered France, including Chaumont in the Ardennes region and finally Paris on 14 June 1940.

⁹ The mother's family had lived near Agen, which is halfway between Toulouse and Bordeaux.

¹⁰ After the German's occupied Paris on June 14, Marshal Pétain formed a new government and addressed the public in a radio speech on June 17 which proposed an armistice. The speech by de Gaulle from London on the next day called for the continuation of the resistance, which is often taken as the beginning of the French *Résistance*.

¹¹ Antoine-François de Fourcroy (1755-1809) was member of the National Convention, later president of the Jacobins club. He reorganised the French education system, cofounded the *École Centrale des Travaux Publics* (1794) which only a year later became the *École Polytechnique* (1795), he was nominated to the State Council (1799) and became Director General of Public Instruction (1802) from where he initiated the French imperial university (1808). He had been made Count of the Empire in 1808 and died a year later of a heart attack (Langins, 1980).

Phlogistics, an outdated theory,¹² leaving me with books on navigation and mathematics. My grandfather, a former Naval officer, was a rear-admiral, and had fought in the Crimean War!¹³ I revelled in reading higher-level mathematics, while tending the geese or sheep in a nearby meadow. And at Collège St Caprais in Agen, I started to juggle with integrals, while the teacher was instructing us on the reduction of fractions, or the sign rule! This didn't prevent me from contradicting him occasionally in between two of my dreams. When consulted, the professor of the "senior classes" proved me right. This is how I was able to strengthen my knowledge of ancient mathematics outside the constraints imposed by the official programmes. Without my readings in the bushes, would there ever have been polar forms or "Blossoming"?¹⁴ If our serene tranquillity had not been disturbed by the armoured tourism of our German cousins, would I have had these readings? The plans of Providence are inscrutable!¹⁵

My German teacher, an Alsatian refugee, took the events in jest. The coat of arms of the Collège St Caprais, in which the saint had been decapitated, consisted of a vertical sword, framed by the initials S.C. Our teacher proclaimed to anyone who would listen: "There were the S.A. Assault Sections, there are the S.S. Special Sections and there are still the S.C. Combat Sections." This was regarded with some dismay. Two years later, it would have been the height of recklessness! My progress in German consisted in imitating his accent, or singing with him: "Für Straßburg, ja (bis) Soldaten müssen sterben! Ha! Ha! (bis)".¹⁶ It was a Dutch abbot who two years later taught me some rudimentary German; [although] it was too late to get rid of my bad habits. If in nursery school I had won first places, and suffered the humiliation of second place, I was now a bad pupil, [languishing] in the second third of the class except in Mathematics where I only knew one place, the first. In doing so, I prevented Michel Serres, the future youngest member of the *Académie Française*, from achieving the grand slam.¹⁷ I found him again at *Normale* later, after he had left *Navale*!

On returning to St Jean de Besançon, in 1945, this contrast became even more pronounced. In Agen, I had been one of the few to obtain the ephemeral "*Certificat d'Études Classiques*",¹⁸ which saved me from suffering the penalties promised by the literature teachers. My worries about passing the first part of my baccalaureate were more serious, but fortunately there was still an October session... in Modern [Mathematics]! Ouff!!! Elementary Mathematics was a walk in the park! However, I discovered for the first time, at my own expense, the meaning of the word *laïcité* [secularism]; in spite of a brilliant impression made on the public, confirmed by the promoter who promised me great heights, I only obtained the *Mention Assez Bien*.¹⁹

The student

When I arrived in *Math Sup*,²⁰ at the Lycée Victor Hugo in Besançon, I lagged far behind a group of public school students, who were copiously awarded the *Mention Bien* and *Très Bien*. It was considered as a negligible quantity, an image of this epsilon ϵ , that we were going to learn to respect. Without wasting a minute, our teacher, Ghouti Ben Merah,²¹ who terrified us with his stentorian voice, made us pass the first *colle*²² on Descriptive Geometry, which was not the strong point of baccalaureate holders. Half of the class stayed with him, the other half being condemned to suffer the Asian humour of the [*Math*] *Spéciales* teacher Pham Tinh Quat²³

¹² In 17th-century Germany, J.J. Becher and G.E. Stahl suggested that flammable materials were compounds of a body with weight and colour plus some flammable matter; the latter they called *terra pinguis* or *phlogiston*. Their approach dominated science in that century until Antoine Lavoisier proved it wrong in 1775. Lavoisier later was (falsely) convicted of fraud by a court in the French Revolution, guillotined in 1794. Together with Fourcroy and others, he was the initiator of the chemical nomenclature.

¹³ Armand Floucaud de Fourcroy (1831-1929) entered the French Navy in 1847 and served on more than 20 vessels in his active time, including the vessel *Néréide* during the Crimean war 1854-1856. He retired as Rear Admiral and Major General in 1893.

¹⁴ It was Lyle Ramshaw (1987, 1989) who coined the word of a 'blossom' for the Polar Form, based on an early copy of de Casteljaou's first book *Formes à Pôles* (1985, 1986).

¹⁵ It is worth mentioning a parallel to Sophie Germain (1776-1831), who had to stay inside her father's house in downtown Paris, when the French Revolution was in full swing. In his library, she got fascinated by the mathematical literature of Newton, Euler and others. As a woman, she was not allowed to study, but she received lecture notes from the freshly founded *École Centrale des Travaux Publics* (cf. footnote 11) and later had a correspondence with Lagrange, Legendre and Gauss - under the pseudonym of Antoine-Auguste Le Blanc. She worked independently on number theory, on surface elasticity and on vibrating surfaces.

¹⁶ Regional folk song "O Straßburg, du wunderschöne Stadt" (1771), which became a soldiers' song in WWII. It contains the verse "zu Straßburg, ja zu Straßburg Soldaten müssen sein" (at Strasbourg, yes at Strasbourg soldiers must be). The song emphasizes the role of Strasbourg as a then French fortress, it addresses the parents, who ask a Captain about their children and receive as answer that those are soldiers dedicated to be killed in action. The text adapted by de Casteljaou's teacher addresses the fight for Strasbourg, which was occupied by German troops 1940-1944.

¹⁷ Michel Serres (1930-2019) was a French philosopher. He went to Collège St Caprais in Agen, where he was best in all subjects except of Mathematics. Serres entered the *École Navale* in 1949 and the *École Normale Supérieure* in 1952, where he finished in 1955 with his *agrégation*, cf. footnote 32. He became member of the *Académie Française* in 1990 and also served as Professor of French at Stanford University.

¹⁸ French education knew two tracks: a classical track (*Études Classiques*) with mandatory Latin and optional Greek, and a modern track with mandatory advanced French studies and a living second language as an option (Decree of May 3, 1923).

¹⁹ French grades are based on a scale of 0-20, yet grades over 16 are rarely given. In addition to the grades, students are granted mentions: *Mention Très Bien* (top 2%), *Mention Bien* (top 5%), *Mention Assez Bien* (top 10%).

²⁰ To pass the admission exams at the best French universities (*Grandes Écoles*), scientific bacheliers attend two years of preparatory classes. The first year is called *Math Sup* (*Classe de Mathématiques Supérieures*) or *Hypotaube*, the second year is called *Math Spé* (*Classe de Mathématiques Spéciales*) or *Taupe*. The literature preparatory classes are called *Hypokhâgne* and *Khâgne*, respectively.

²¹ Ghouti Benmerah (1915-2008) was teaching *Math Sup* in Besançon (1945-1951) and Paris (1951-1969), and later taught *Math Spé* in Paris (1969-1981). He had studied on a scholarship of the *École Normale Supérieure* (ENS) and worked for the Bourbaki group (cf. footnote 31).

²² Preparatory classes are characterised by a high workload. Pupils often have two oral exams weekly in small groups with their teacher, which are called a *colle* or *khôlle*.

²³ Daniel Pham Tinh Quat (1914-2008) was *Math Spé* professor in Besançon between 1944 and 1954. He had entered ENS in 1934, passed his *agrégation* (cf. footnote 32) in 1937 and was thereafter preparing for his PhD, which he received in 1948. He was professor at University of Saigon from 1954 until 1956, then moved back to France to University of Caen until his retirement in 1982.

– and what a humour! The elders had warned us, the best mark he had ever given on that first *colle* was two and a half [out of 20],²⁴ and this was still remembered as exceptional. Setting off with a determined air, the first ones, the *Très Bien*, followed by the *Biens* did not want to believe it! Their return to the hall was less glorious! What did you get? “One”... “a half”, while the survivors of Ben Merah announced 12 or 14 [out of 20].

When the carrots are cooked,²⁵ why beat yourself up? With an insolent smile, I handed my school book to Pham Tinh Quat. He opened it for a moment, closed it again immediately, then slowly drew an ellipse of vertical axis with his pencil on his notebook – all while putting away pencil, notebook and closing his satchel – and said to me: “Intersection of two planes!” I asked him “How should I define the planes?” He answered “As you wish” “So, I choose the easiest, by their traces” [After] the time [needed] to draw two recall lines, I hurl at him “Here is the intersection!” I then heard Pham Tinh Quat, yelp “Oof! There are still good students in the free schools!”²⁶ Even more gloatingly, I answer him: “Take a look!... In my booklet... my notes” He: “Oh yes! Oof! It doesn’t mean anything!” In this small room, there were two $7/2$'s (by year of presence we count $1/2$ in *Math Sup*, 1 in *Spéciales*),²⁷ who were the only ones allowed to attend this show. As they were swallowing sandwiches, I saw their mandibles freeze, open-mouthed, surrounded by sausages and cheese.

Pham Tinh Quat took out notebook and pencils and said: “If you answer this question correctly, I will give you a good mark! Intersection of two straight lines in profile!” Even more gloatingly, I retorted: “Which method do you prefer: a flap, the rotation, the third view...” “As you wish!” I take the third view, draw my recall lines; “There’s the point!”; “Oof! That’s good, I’ll give you 20” and he drew a 2 in front of the 0, already in place. When I returned to the study hall, after having played the joker, I was asked again for my real mark: “20 I tell you!” “No, that’s not possible! He never gave that!” “Yes! Yes! He has got 20!” said in chorus the two $7/2$'s, still in shock, in an almost inaudible voice. In the end, I was the only one who looked happy.

Later, Pham Tinh Quat would try to read my face to see if I had found the solution to his exercise and only questioned me if he was convinced that I had not. From then on, I pretended to search feverishly when I had found something, or was gaping blissfully in the opposite case, although it was much more difficult to search without having notes; thus I trapped him almost every time.

There were several memorable exploits in Maths or Physics, which enabled me to consolidate my reputation as a scientist ‘extraordinaire’. For example, a visit from an Inspector General. Pham Tinh Quat had already sent three students to the blackboard. The third one, whom he assumed to be the last one, because an inspector rarely asks for more than two, was a future student of *Normale Supérieure*, very solid. The inspector, after five minutes, curtly sent him back to his place, the situation seemed desperate! When Pham Tinh Quat turned his gaze in my direction, without a word! I got up and erased the calculations of my fellow student, keeping the differential equation, proposed by the inspector, as I was asked. I had indeed noticed in this equation a binomial, comprising x, y, y' , and its derivative, but as the equation was also homogeneous I waited for the inspector to invite me to start. And then I proposed to put z equal to the visible grouping.²⁸ This was the inspector’s tip, which I had unveiled! At the signal “go ahead” I quickly arrived at the solution, then in the manner of Pham Tinh Quat, who used to throw his piece of chalk into the box from afar, always missing it, I did the same, then returned with dignity to my place, without waiting to be invited to do so. The deafening silence was broken by the inspector. “Do you have many students like that?” Pham Tinh Quat, back to his old self, smiled his typical Asian smile and said, “A few more.” He then obtained, what he no longer dared to hope for, a position to practice at a university.

However, Pham Tinh Quat made me wary of myself, finding my homework too narrow: “Oof! It looks like a memory aid summary!” That was already how I saw problems: reduce them to the essential, without getting bogged down with all the superfluous considerations, which are just fillers, whatever the interest! Answering a question does not consist of reciting a litany of all the questions it may raise.

I was soon to discover another phenomenon, a variant of that of secularism: the teachers of the elitarian *lycées* in the capital jealously guarded against anything that might tarnish their reputation for excellence. For an equivalent or even more brilliant performance, the mark scored by a provincial pupil suffered a substantial devaluation, especially when a Parisian teacher came to plead the pupil’s case to an examiner. The estimation of a grade is rarely an exact science! Once there is a scale, established after correction by the elitarian Parisian *lycées*, one can then break the 20/20 ceiling. This happened to me in the second Maths exam at *Normale Sup*.²⁹ A “memory aid summary” on the geometry of cycloidal curves was less than ten lines long, next to the figure, as isolated on the large exam pages as an oasis in the middle of the Sahara: 20 $1/2$.³⁰ On the other hand in the Physics exam, I got 16 $1/2$.

²⁴ cf. footnote 19.

²⁵ French proverb: *Quand les carottes sont cuites*: When something is definitely lost.

²⁶ The French school system knows public schools, private schools under contract, and non-contracted private schools. The latter do not have to follow the national education schedules and programs, they are independent or free. De Casteljau’s *Lycée Saint-Jean* in Besançon, connected to the cathedral, is such a private school, it also runs a boarding school.

²⁷ Those students had repeated class several times before. As *Math Sup* is not repeated, they had spent one year in *Math Sup* ($1/2$) and 3 years in *Math Spé* ($6/2$).

²⁸ In a personal communication to the author from November 1995, de Casteljau qualified the helpful substitution as $z = y - xy'$.

²⁹ The *École Normale Supérieure*, short *Normale*, *Normale Sup* or ENS, is one of the most prestigious universities in France. It was founded in year III of the revolution (1794) - together with *École Polytechnique*, *Conservatoire National des Arts et Métiers*, *Institut National des Langues et Civilisations Orientales*, these *Écoles de l’an III* were to build the educational foundation of post-revolutionary France. The purpose of the ENS has been to educate the best researchers and scholars, such that they could spread their knowledge as professors in whole France. It is the highest ranked university in France and it has by far the highest number of Nobel winners per capita world-wide (Clynes, 2016). Having passed the selective entry exam, ENS students become state employees with a monthly salary and an accommodation in its boarding house during the first semesters. Similar to Oxford, Cambridge, Yale, Harvard, it is organized as a collegiate university, yet due to its small size it is more dependent on co-operations with other higher education institutions in Paris.

³⁰ Following the earlier remark, that the results from Parisian pupils defined which exam results were to be graded by the 20/20 ceiling, this shows the superiority of de Casteljau towards all Parisian maths applicants in that year. The composition and societal background of applicants and students at ENS is also well shown by Pierre Bourdieu (1981), who studied at ENS in parallel to de Casteljau, only in the literature track.

The marks were increased by half, and instead of 25 I only got 19 1/2, which is dishonest, because although I was orbited first in the written [exam], I was ranked average after the oral.

The Normalien

At *Normale*, the so-called Modern Mathematics was beginning to wreak havoc.³¹ The majority of the class chose Physics, a hitherto unseen choice that was also mine! As the *Agrégation*³² in Physics also included Chemistry, I wore the dunce cap!³³ If you put a load on the back of a horse, and you command him “Giddy-up”, it obeys and moves on. It is said that the horse is intelligent, because it obeys the man. A donkey will turn around before making a decision, and if the load is not suitable, for example badly secured, it will refuse to move forward; if you hit it, it will back off!... I was that donkey. But then, if you take the horse on a mountain path, you will find the whole, load and horse, at the bottom of the ravine. A donkey will make sure that the stone on which it is about to place its foot, doesn’t move, otherwise he will look for his support elsewhere. And the load arrives at its destination on the donkey’s back. The donkey is stupid because it questions man’s orders.

That is how, despite the massive resources employed, the Anglo-American allies stalled in front of Cassino, and it was the mules of Juin that broke through the German front, where no one expected them!³⁴

At the *École Normale*, the students repeated that there was nothing left to glean in Mathematics, unless they went looking for theories that were particularly twisted and difficult to access. Maths was neglected by the students, and all you have to do is to listen attentively to the words of the Nobel Prize winner of my class, Pierre Gilles de Gennes, to be convinced of this: he is opposed to the selection of elites through mathematics!³⁵ My lack of interest in Chemistry completed my metamorphosis into a weirdo and a failure; my only recourse was to offer my services to industry, the only way out for assess like me. (Since that time, preferences have changed. The choice of industry by the “*désagrégés*” is reserved for the elite. The *désagrégé* gives up the *Agrégation*, which was considered a diploma, in place of a recruitment exam, which it really is.)³⁶ A year spent as an assistant to Professor Guinier (X-rays) convinced me: the premises of what should have been my laboratory were never cleared of the occupants, to whom they had been lent ‘for the time being’!³⁷

For my military service, partly carried out in Belfort, France offered me a vacation in Algeria, where I had to “pacify” and to “mistrust”,³⁸ which earned me the title and pension of a war veteran! I spent my time completing paperwork and duties of a staffing officer while only being a sergeant! There was no escaping it, even if my age quota had not been recalled. It was only upon my return that I realised that of the 25 scientific students in our class,³⁹ only two had been sent to Algeria. The other was the son of the *Lycée* of Algiers’ headmaster! After three years spent in the Jebel, the use of mathematics was no more than a faint memory, and my position as assistant was occupied. Of course, I was told that I still had priority, but that if I had the slightest bit of heart, would I be willing to demote its new beneficiary?

A corsair

I then – without much success, in spite of a recommendation – made the rounds of the electronic industries and in order to allow myself to wait for something better I answered a small advertisement asking for “young people presenting well!” When the reply

³¹ As a consequence of the death of a generation of French mathematicians in the First World War, a collective of former ENS students (cf. footnote 29) who were now teaching in French universities, was missing contemporary textbooks, and thus founded the Bourbaki group on 10 December 1934 in Paris. They invented the fictitious person Nicolas Bourbaki and published their collective works under his name. The *set* of founders consisted of Henri Cartan, Claude Chevalley, Jean Delsarte, Jean Dieudonné, René de Possel, and André Weil. Bourbaki published their structuralist main work *Éléments de mathématique* in eleven volumes between 1942 and 2016, today being in their fourth generation of members. The group had a strong influence on 20th century mathematics (set theory, algebraic structures, topology, algebraic geometry, etc.), often referred to as *Modern Mathematics*. Later group members included Fields medalists Laurent Schwartz, Jean-Pierre Serre, Alexandre Grothendieck, as well as researchers like Armand Borel or Serge Lang. De Casteljau was not a friend of this approach to pure mathematics which was taught by Henri Cartan at ENS.

³² The French *agrégation* is a competitive exam for prospective university teachers. It permits teaching at the level of *Collège*, *Lycée*, particularly the preparatory courses, or at lower university levels. Having passed the exam, an *Agrégé* is offered a privileged position as state employee with comparably fewer teaching obligations.

³³ A dunce cap was used in European schools of the 19th century to mark and degrade weaker pupils. The hat sometimes had donkey ears and is called *Bonnet d’âne* (donkey cap) in French.

³⁴ In 1944, General Alphonse Juin successfully prepared the fight of his Algerian-French *Corps Expéditionnaire Français* in the mountains around Monte Cassino. After three unsuccessful battles between January and March 1944, this fourth and final battle was a tough uphill fight which was strongly supported by mules to transport ammunition (Porch, 2016).

³⁵ The *concours*, the selection process for the top universities in France, classically included mathematics as a core part, except of the *concours* in experimental sciences, which de Gennes chose. After receiving the Nobel Prize in 1991, he was a prominent critic of the reforms by Education Minister Jack Lang in 1992, which did not change the *concours*. His biography not only explains his view on (modern) maths, but also includes chapters on his education at school and at ENS (Plévert, 2011).

³⁶ *désagrégé*: At the end of their studies, ENS students are prepared to take the *agrégation*, cf. footnote 32. De Casteljau calls those who don’t, like him, a ‘disaggregated’. The mentioned classmates passed the *agrégation*, de Gennes as third in physics, Serres as second in philosophy, and became professors, which de Casteljau did not.

³⁷ Crystallographer André Guinier (1911-2000) worked on X-ray scattering (Pouget et al., 2019) and, together with Jacques Friedel (1921-2014) and Raymond Castaing (1921-1998), founded the *Laboratoire de Physique des Solides (LPS)* in 1959, where also Pierre-Gilles de Gennes (cf. footnote 35) worked from 1961-1971. Friedel initiated de Casteljau’s first article (de Faget de Casteljau and Friedel, 1956).

³⁸ Wordplay: *pacifier* (to pacify) vs. the similarly spoken *pas s’y fier* (to mistrust).

³⁹ ENS students were following either a scientific or a literature track, de Casteljau and de Gennes were in the first one (together with later famous physicists Autier, Nozières, Omnès), while Serres was in the latter as well as sociologist Bourdieu.

told me that it was for Citroën, my reaction was one of surprise mixed with disappointment. I had just received a rather favourable reply from an oil company but with no immediate effect, and my savings were beginning to melt like snow in the sun, so it would have been unwise to be picky, especially given the relative proximity of the room where I was staying. The Citroën people were even more surprised than I was and I found myself in front of Monsieur de la Boixière, who was looking, without too much hope, for the rare bird he was missing. He was trying to prove the possibility of machining the path of a tool, predetermined by calculation. No doubt the Lord was trying to answer his prayers: “I have just what you need, but I don’t think it will please you!” the Lord seemed to answer him.

During this first meeting, I was literally bombarded by small vectors, step motors, rhythms, perforated tape... of which I understood absolutely nothing! Inwardly I began to bitterly regret passing up a teaching post in Cucuron les Olivettes⁴⁰ but it is not very easy to admit that one has made a mistake and mechanically, it was an automaton’s hand that affixed the signature on the paper that was forwarded to me. As if it were a joke, I had to start on 1 April 1958! None of my predecessors had lasted more than three months. Inside Citroën good advice rained down, but as soon as it came to making a full-scale calculation, there was no one left.

Monsieur de la Boixière’s laboratory was like Ali Baba’s cave! A mountain of abandoned prototypes was juxtaposed next to machines that seemed to have emerged from a Jules Verne dream. Monsieur de la Boixière himself used to abbreviate and sign his name with the two letters *Bx*. *Bx* was first and foremost a Breton, with a Corsair’s temperament, for whom only efficiency counted, and coupled with the soul of a *Chouan*.⁴¹ He was assisted by another Breton, an engineer from *Supélec*⁴² who like himself, a slick fellow,⁴³ whose heredity as the son of a lighthouse keeper from the extreme tip of Europe, Ushant,⁴⁴ was obvious from the first glance. A prehistoric device met the eye. Made up of switches from salvaged cars, it was used to deliver the control impulses, whose throughput to the machine tools was regulated by a tape recorder with continuously adjustable speed. This was a far cry from the laboratories of the *École Normale Supérieure*, even for electronics. The punched tape readers were pneumatic and the stepper motors, cooled with compressed air, wound in-house, combined a hypertrophied stator with a large pencil rotor. Further on was a battery of control cabinets each containing six bluish magnums, each of which turned out to be a 1-kilowatt mercury vapour thyatron. The heat of the cover plate was so high that it could have cooked an omelette. This bric-a-brac drove a boring machine of proud appearance, the Swiss quality of a *Genévoise*⁴⁵ transformed into a three-axis milling machine. This machine led to a rather funny adventure one day, when an axis seized up. We called in a repairman in Geneva to help us. As soon as he arrived, he told us: “No way I’m taking care of it: you’ve transformed it into a milling machine, when it was only designed to bore. Nothing to be done, you’re on your own.” With that, our Helvetian asked to phone his boss, to tell him that we were doing strange things that he had never seen before. His boss jumped on the first plane to Paris, and it was with a dexterity all Swiss, that our two companions quickly got our machine back into working order. Later on, a five-axis machine, built by Citroën, a real monster with its swivelling turret and tilting head, was added to this impressive arsenal.

Utopia

Having arrived at this point, *Bx* felt that all the material problems had been overcome, apart from miniaturisation, but that lacking calculations, this workshop would be condemned to serious under-employment. He was reduced to a certain amount of begging to be allowed to machine gauges defined by segments of straight lines and arcs of circles. The mountain laboured and brought forth a mouse.⁴⁶ In contrast, the other departments hardly offered him anything but problematic parts, often due to geometric incompatibilities in the design. On the piece that became the first “polar form”, the plan indicated a point given by three tangents, unfortunately not coplanar. Much more difficult still, the drawing of a forked tube included a contour that appeared virtual, as well as a flagrant violation of Meusnier’s theorem on the curvatures of surfaces! It was the neutral axis of this piece that inspired the idea of pole curves.⁴⁷ Here’s how: Having first projected this curve from the two extremities, to adjust it to a cubic, intersection of two cones, the cubic did pass through the main points selected, but at the cost of three asymptotic branches, inside the working area! Although my sentiment was perfectly favourable towards rational curves, I made an oath to avoid them: I developed this little algorithm, which I am the only one on the planet not to designate by my name. All the construction points are located inside a sheet of paper, once the base points, the poles, are already therein. The word “pole” is from Monsieur de la Boixière, it condenses the idea of interpolation by polynomials written in polar form.⁴⁸ The international community preferred to call them Bézier points,

⁴⁰ Cucuron les Olivettes: a village in south-eastern France, commonly understood as “in the middle of nowhere”, a remote uninteresting place, that might not even exist.

⁴¹ The term *Chouan* relates to the Chouan brothers who led a counter-revolution against the centralism of the First Republic. The uprising was mainly in Brittany and the *Chouannerie* lasted from 1790 to 1800. Honoré de Balzac addressed the movement in his novel *Les Chouans ou La Bretagne en 1799*, which he completed in 1834.

⁴² *Supélec*: short for *École Supérieure d’Électricité*, one of the highest ranked *Grandes Écoles* in electrical engineering.

⁴³ *ours bien léché* (slick fellow) plays with the French expression *ours mal léché* (uncouth fellow), which literally refers to a bear, badly licked by its bear mother in order to clean them and get them accepted by other bears.

⁴⁴ Ushant (fr. *Ouessant*) is the westernmost French island at the southwestern end of the English Channel.

⁴⁵ The *Société génévoise d’instruments de physique* (SIP), based in Geneva, produced ultra-high precision drilling and boring machines, probably the best machines on the market.

⁴⁶ This Greek proverb is similar in many languages. It goes back to Aesop’s Fables and stands for disappointing results after all the build up that was given before.

⁴⁷ The neutral axis, *fibre neutre*, follows the center of gravity in classical beam theory.

⁴⁸ It is also the title of de Casteljaou’s 1991 presentation at the Biri conference “Mathematical Methods in Computer Aided Geometric Design II” (de Faget de Casteljaou, 1992): “POLynomials, POLar Forms, and InterPOLation”.

even though the town of Béziers is 140 km south-southwest of the small village of Casteljou; I don't know why! Could it be that the little village of Casteljou remained difficult to reach, lost in the foothills of the Cévennes overlooking the rather steep valley of the Chassezac? Can one imagine an American, arriving from the Far West, managing to unnest the castle of Casteljou?⁴⁹ I myself had trouble finding it on a second attempt. In my mind, this construction, inspired by the mixed, punctual and tangential generation of the parabola, was well suited to the requirements of descriptive geometry. It preserved the proportions in projection and its algebraic translation has the properties of a multilinear polar form, such as its successive derivatives with respect to any of the variables, presented in symmetrical form. Some people later wanted to see the influence of Bernstein in this, or of I don't know what quadratic minimisation of elastic fibre. Nothing is more absurd. The curve with poles written with the Latin letters, p and q ($p + q = 1$) already appears in the annual activity report that practice obliges us to write, as early as December 1958! $p^3A + 3p^2qB + 3pq^2C + q^3D$.⁵⁰ At that time, computers were far removed from current performance levels; thus we limited ourselves to the 4th degree, and the continuity between arcs remained in the boxes because it was much more urgent to machine our first patch, triangular as well as rectangular, in order to prove the utility of these pole forms, which were already the subject of fierce criticism from all sides.

There was a Franc-Comtois, who got around on a wooden leg, a legacy of the 1914-1918 war, who came to encourage me as he could every day. In principle, I had to put into practice the calculation of forged parts “that's mathematical, with cones, cylinders, spheres, or 7° drafts” I pointed out to him that there were still the small triple connections, representing 2% of the machining surface, but 98% of the calculation time. His field of activity was bodywork. So I said to him, “But why not calculate the body?” He looked at me carefully: was I serious? Had I suddenly gone mad, or was I setting up a superb prank, a speciality attributed to the *Normaliens*, who were well capable of successfully disturbing the minister in person, to come and inaugurate the statue of the illustrious Hégésippe Simon, a scientist who never existed!⁵¹

“You can't be serious”, he replied after lengthy reflection. “The bodywork is a matter of guesswork, a work with French curves,⁵² an artist's intuition, and then there's the spring-back!⁵³ There's nothing mathematical about it, and besides, it's done with a tolerance of 0.25 mm, whereas forged or cast parts...” I stopped him “No! It's well within these two-and-a-half tenths that one could try to pass through with the pole surfaces, for which I was looking for an application!” Did he really believe it? I couldn't say! Still he did not try to upset us and provided us with documents. What a hare I had flushed out there!⁵⁴ Shortly afterwards an avalanche of confidences made me realise how unaware I was! The bodywork was completely redesigned after the tools were made, by the Methods Department. To respect the apparent symmetry “to the eye”, there was a 9 mm asymmetry between the right wing and the left wing of the DS! Even more astounding was the fact that the tracers found differences of around 0.8 mm between the long and the wide sections of a part as regular as a pavilion! However, they proceeded with careful tracings, sketches on a varnished sheet metal, with the help of metal rails, held in place by cast iron weights which ended in a spike. With remarkable dexterity, they would lift two weights at a time, on either side of a third, to let the metal relax, and then move their action from one end of the curve to the other, before walking the point to be traced. In the studies, we were asked if we could help them to draw a dashboard. They were finally given 10,000 hours of work, but the draughtsmen added, in hushed tones, that they spent 30,000 hours before arriving at a presentable result, which one invoiced on other work! The objective was later achieved by calculation!!!

I remembered Pham Tinh Quat's first *colle*! The cat was out of the bag, I had nothing left to lose. I persisted in my intention to machine the small part “as big as a postage stamp” according to Bx , which we had called *la savonnette* [the soap bar]; from the name of the plank on which we were going to slip and break our faces. With 300 points to calculate the atmosphere was deteriorating so rapidly that taking the bull by the horns (without wanting to tweak the form defining elements and Bx starting to swirl around me like a wasp ready to attack) I started the detailed calculation with an Olivetti Tetractys,⁵⁵ a very noisy electromechanical machine with two memories, which ignored the rule of signs, thus requiring constant supervision when adding the third difference to the second, then this one to the first! In one afternoon, the entire roll of paper had been consumed. “This'll make for a nice flare-up of cubics!” Bx said to me, before slamming the door violently, having barely had time to retort: “That piece there, it won't be you who goes to present it (to our boss), it'll be me!” In the office, where six engineers were gathered, the commotion was such that they left

⁴⁹ De Casteljou is joking about the similarity of the name of Pierre Bézier and the town of Béziers (between Montpellier and Carcassonne, in the Hérault department). In parallel, the village Berrias-et-Casteljou is related to his name in a different manner: The de Faget de Casteljou family is descendent of the nobles of the *Château de Casteljou*, built in the 12th century near the Chassezac river (a remote place in the south of the Ardèche department), now part of Berrias-et-Casteljou.

⁵⁰ That same notation is used in the *Enveloppe Soleau* from 1959, the first occurrence of the de Casteljou algorithm for curves as well as for triangular surfaces (de Casteljou, 1959).

⁵¹ Hégésippe Simon is the invention of the journalist Paul Birault, who, in December 1913, invited 100 parliamentarians to Poil, a small village near Nevers, to inaugurate a statue on the centenary of his birth. Hégésippe Simon was portrayed as a thought leader, born in Poil (similar to *poil*: naked), on March 31, 1814. After receiving 17 positive responses, he also invited 100 senators – but no minister. Not only had they not understood the April Fool's joke, one even replied that he had known this great Frenchman personally. Robert Escarpit, a former ENS student who became a literature professor and journalist, adapted the joke in 1953, when de Casteljou was a student at ENS.

⁵² French curves are stencils to support technical drawings for engineers. Their first appearance in France in the early 19th century had outlines created out of fantasy, while today's common ‘Burmester set’ of three stencils, which goes back to the German kinematician and geometer Ludwig Burmester (1840-1927), is a composition of curves like conics, Euler spirals or logarithmic spirals.

⁵³ Spring-back or spring-forward effects are a result of forming a sheet metal. In the bending process, the material exhibits a reduced (spring-back) or increased bending angle (spring-forward) from the initial die. This calls for a compensated design, such that the spring-back from the compensated die results in the initial design (Xia and Cao, 2019).

⁵⁴ *débusquer un lièvre* (ferret out a hare): familial expression to having mentioned something first, have an idea, a finding, an argument first.

⁵⁵ Olivetti had been producing typewriters since 1911 and electromechanical calculators since 1940, before it launched the series MC-24 series of mechanical calculators in 1956: Elettrosumma-24 (adding machine), Multisumma-24 (multiply machine), Divisumma-24 (all calculations including division), and the new Tetractys with storage and some more functions. The Olivetti Tetractys was state of the art for contemporary calculations.

one after the other. The last one, born of an English father, added: “This should not happen too often!” In the next office, one of the Heads suddenly remembered an urgent visit to a workshop, took his hat and went out, followed almost immediately by another almost-retired boss, who was never absent! And in the evening, happily walking back along the Seine, I could still see the red and black figures dancing the saraband before my eyes...

If the clash between the Breton skull and the Franc-Comtois “wooden head” had been harsh, it did not last. With the help of a draughtsman, Bx had drawn the part to scale 20, in order to machine it “to the plan”. On the horizontal cuts, he had positioned a flat cylindrical cutter. The aberration of the three non-coplanar tangents, without understanding it, had plunged him into a sea of perplexity, and he had ended up consulting me, the draughtsman being at a loss. I was happy to provide him with explanations. During the machining of my calculation, Bx remained ostensibly at the other end of the workshop, which was really not his habit. Machining a ‘pseudo-parallel’ surface only added to his restrained fury. The game I was playing was double or nothing!

Here I must express my warmest thanks to all the preparers, the obscure or the unranked, who allowed the practical realisation of this, all happy to be able to play a trick on their boss, for without them, this first “pole form” would never have seen the light of day! It was a clear act of rebellion on their part.

I won’t pretend that this first machining was a total success, it was only the idea. It was necessary to recalculate it, as a developable surface, in order to get closer to the idea that one could have of the ideal part.

Immediately afterwards I was invited to admire the machining of the part, this time according to the plan! I will not have the cruelty to insist on the cutting conditions of a milling cutter invited to plunge flat into a piece of scrap metal. There is a real danger for the spectator as the milling cutter screaming in pain can from one moment to the next burst in your face. The final chaotic result could have been called “crushed metal”!

The bodywork

The result was Bx’s rallying to the pole forms. He did not, however, stop complaining: “We know how to make thingoids of the n th degree, we still don’t know how to make straight lines and circles! He now demanded that the parallel surface be calculated, taking into account the radius of the milling cutter. The machining of a triangular 2CV bonnet was undertaken, ultimately using an electronic E 101 Burrough’s machine. Its technology based on 2021 Helium Neon tetrotrons of mechanical contactors, allowed the multiplication of two 12-digit numbers, written in fixed point; all decimal except the first one, in 3/20 seconds. Eight panels of 16 instruction lines allowed a program by plugging three “pins” per instruction line, on an array of 100 memories, extended to 220 by switching the last 40 on four distinct matrices. Two punched tape readers allowed the memory or programme capacity to be increased as desired. This gave it a spectacular performance for its time, albeit ridiculous compared to the smallest programmable calculator nowadays.

On the plane of symmetry of our machining, the protruding angle became, for a short time, retracted and here, too, we had to start the calculation again. Our Franco-British engineer laughed as soon as he saw it and added: “Don’t show that! You would never recover from it; people will tell you that it looks like a pair of buttocks and that would be the end of your trials! Anyone passing by in the corridor would think they were authorized to remind you of this before they have even greeted you!”

Bx said: “If you need a polytechnician to put the poles in, it’s screwed!”⁵⁶ and while I was running my programs on the E 101, I was invited to think out loud, so that an observer could take notes, such that it could be done on its own afterwards. This calculator was a former student who had not had the good fortune to go beyond General Mathematics. There was also an engineer, initially a servo-mechanic, who had agreed to switch to Geometry.

But that, however, did not stop the opposition: I still see two engineers in the office of the Head of Department, looking rather discouraged after being severely put in their place. When I entered the office, the boss addressed the first one, a colossus crushed in his chair, “It’s beautiful, Mr N., isn’t it?” A glum reply: “Yes, it’s beautiful!” The same question to Mr P., who was the Bodywork liaison with the Design Office. The answer, without any more conviction, also sounded snatched, identical. “Mr N.,” he said, “we wouldn’t have known how to do that with the help of normal means?” “No, we wouldn’t have known how to do that!” Same question to Mr P., same remote-controlled answer. We mathematicians had a crazy urge to laugh, not at the engineers, but at the tone of their answers. The grilling had lasted an hour!

Their opposition became more muted... The first refused us the plastic block, required to produce an exhibition model, so one of our workshop agents was reduced to stealing it from him, and was faster than his pursuer! We were advised to use hornbeam wood, which is cheaper – there is nothing worse, to wear out the cutters (!) – until the second one discovered the PROCHAL paste⁵⁷ that allows for recharging a block, deteriorated by unfortunate machining.

It was then that my colleague in Geometry undertook, without my help, the calculation of the Flying Saucer. It was the dream piece of an engineer from the Research Department, who had taken the plans with him when, his aviation company having been forced into bankruptcy, he had moved to Citroën. The photo was widely distributed.⁵⁸ All the ancillary problems of the joints between

⁵⁶ The *École Polytechnique*, also called X, is one of the most prestigious French engineering schools. It was built upon the aforementioned *École Centrale des Travaux Publics*, which in 1795 took the name of *Polytechnique*. While Fourcroy politically helped the school to survive the time of revolution, its first researchers made it prominent: the mathematician Gaspard Monge and the chemist Claude-Louis Berthollet. Their alumni are called *Polytechnicians*.

⁵⁷ PROCHAL: *Société de Produits Chimiques de l’Allier* was a chemical production company, which was acquired and integrated by Ciba-Geigy. Today the brand belongs to Syngenta.

⁵⁸ An image of this piece is reproduced in both (de Faget de Casteljau, 1992) and (de Casteljau, 1993).

patches of the two types (T or R), the calculated tolerance, the labyrinthine sweep, the decelerations at the corners...⁵⁹ had been satisfactorily solved. The customer was entitled to a scale 2 of the piece I still have.

The opposition came then from the economists, who were beginning to worry about the increase in our expenses, an element that until then had been kept out of my worries. It is true that the Flying Saucer could have been christened “my dear piece”, as *Bx* whispered. *Bx* took advantage of the fact that two representatives of IBM, USA, were passing by to offer us their know-how and to invite an economist to our meeting. And while our two Americans, one French-speaking and the other of Asian origin, were praising their products, *Bx* was absent-mindedly leafing through his notebook, with photos of our achievements. This did not escape our Japanese (?) [fellow], and our two guests began to wonder which of the two countries was the underdeveloped one. They then told us about their plans for the future! I said to them, “You are on the right track”, but they were persuaded that I was making fun of them! Having left the room, I was caught by the economist who warned me that they were going to reveal everything. This was not planned, but just as we were leaving the room, we came across our client for the Saucer, which had just come out of the workshop, freshly machined, in fact a 1:2 scale test, and he asked if he could borrow it a little, as he had never seen the shape! It was half-hidden under his mackintosh, which he opened and closed at least three times in a row – one could not have done anything better to attract the attention of our Americans. *Bx* then showed it to them, and let them run their finger around it, and took them to visit his workshop-laboratory. I don’t dare imagine the report they’d make of it back at IBM. You might as well cast a stick in a wasp’s nest and stir.

These machinings earned us the admiring deference of the technical agents. It must be said here that I had to go through some difficult times. People whispered to me as I passed, so that I could hear them: “There’s no point in going to university. Nothing beats good workshop experience!” And they weren’t even the meanest ones! A workshop manager, and I would like to specify, a friend, summarised this general opinion to me as follows: “Break your back, spend a lot of money, so that this will never happen again” – and he then went on to tell the story of André Citroën’s high days, the premature trials of perforated cards, the tenth modification in the Studies, while we were still in the first stage, in a chain; which had led him to bankruptcy. This may sound funny enough, except for the one who will be used as a scapegoat. The engineers had to deal with the adventure of the all too famous Babel engine, which caused the ruin of Chenard Walker.⁶⁰ As for the draughtsmen, who had been shown the geometric aberrations of their designs, they had turned away from us, and if we passed them in the corridor, they greeted us with a loud “Our plans are wrong!” It all seemed to be over, and yet at the engineering level, it was just beginning. From then on, we existed – and not everyone was happy about it, not by a long shot! We still had to win over the Design office, which, I am now convinced, tried to find a problem for me, to trip me up, as they say, “on a banana skin”. The Studies [Department] had to face being challenged by several Services [Departments], which would prefer to reorganise it.

A new eye

The Calculations Office in Design, which had been slowly dwindling, had just been invigorated by the recruitment of engineers trained in aviation. To calculate an aircraft involves every last detail, and one cannot risk the slightest comparison with the field of automobiles, where nothing beats a skilful garage mechanic. As long as we had struggled with insurmountable difficulties, the Head of this Calculations Office had shown us sympathy, tinged with condescension, while congratulating himself for not being in our place. He had got rid of his predecessor, who had been transferred to us and who we could have done without. Perhaps, considering that the bodywork field would not be very favourable to him, he judged it preferable to lead us into the quicksand of mechanics. At Citroën, when all resources had been exhausted, it was customary to call on a “new eye”. This was always meant asking a youngster, who knew nothing, to reinvent a technique from scratch. This had the merit of enhancing the value of the old Citroën veterans,⁶¹ who could then say “You see; no one can do better!”

At the time, around 1962, the Sales Department announced the forthcoming release of the DS 21, with 120 HP. This was only the curtain, which hid many internal conflicts. After nos. 1, 2 and 3, all in arcs of circles, Citroën used no. 4 for its valve lift cams, with which 98 HP was achieved, not one more! I was summoned to a memorable meeting at the Studies [Department], chaired by the Director of Studies, assisted by the Directors of Research and of Tooling. Citroën’s “motorist”, Mr Becchia,⁶² had been recruited in Italy, and one could not have dreamt of anything better! An engineer, Mr C., explained to us that resonances were noted at 800 Hz, before the panic occurred. One gave me a printout of the plan of act no. 4, scratched, crossed out, pasted back together, scribbled on, a piece of trash at the end of its career! So this was the avant-garde technique that the whole world envied us for! No one was smiling, and I had to face the facts: there was no other [way]. As the audience was obviously waiting for my appreciation, I ventured

⁵⁹ cf. de Faget de Casteljau (1997).

⁶⁰ *Chenard-et-Walcker* was a French automobile brand. Founded in 1899, it wins the first 24-hour race of Le Mans in 1923. In competition with Citroën for the technological lead, the company develops a V8 engine in the 1930s which is built into its *Aigle 8* top line. The high investments bring the company into a precarious financial situation, and the company is acquired by Chausson in 1936. The link to “Babel” stays open, it might be a reference to the Citroën 8ABL (*Rosalie*), which was produced in the early 1930s before the *Traction Avant* started to dominate the market.

⁶¹ *les vieux chevronnés*: de Casteljau gives a hint in the original to understand his word play, *chevronnés* not only means seasoned, experienced, senior colleagues, but in particular refers to the chevron as Citroën’s logo.

⁶² Walter Becchia (1896-1976) was an Italian racing engineer. He participated in the design of the Fiat 804 engine, which won the Italian Grand Prix in 1922. He then moved to the Anglo-French team Sunbeam-Talbot-Darracq, where he designed the engine that won the 1923 French Grand Prix. Due to his opposition to fascism, he settled in France, acquired French citizenship in 1926, and worked for Talbot. He was offered a position at Citroën in 1939, which he first refused and only accepted in 1941. There he designed his most famous piece: the air-cooled two-cylinder boxer engine of the 2 CV, followed by further, less prominent engines.

to point to the summit. “Can we touch that?” C. replied that we were already close to losing our grip. I pointed to the inflection point. Becchia replied: “You’d better not!” My finger then went to the take-off area: “And that!” C. replied: “There’s already wear and tear!” Then there was the ramp of silence: “And that!” For a silence, it was like a funeral! Was this Citroën’s? After two minutes, it was the Deputy Director of Research who broke the silence: “De Casteljau is not an engineer, he’s an academic. It’s normal that he doesn’t know; you have to explain it to him!” How well it was said! My ignorance could not have been better highlighted, and it was the Director of Research himself who came up to the board to give me this very special lesson. With the plan under my arm, I left puzzled. Did they really expect something from me, or were they just using me to make the management understand, who were pestering them: “Cobbler, keep to your last?”⁶³ How could I, in two or three months, have competed with masters of the art, who only command the situation after only fifteen years of work! A brief calculation told me that the vibrations corresponded to the 14th harmonic of the cam, it was logical to do the harmonic analysis of the profile with my E 101. Nothing resembles a profile more than the envelope of its harmonic analysis, an inverted bell [curve]. The amplitude went down below the micron as soon as rank 11 or 12, and with rank 13 and especially rank 14 (Here! Here!) we saw a sudden rise. All that was left to do was to invent a machine to shovel the 14th harmonic!

Ten days later, another session at the Studies [Department]! I was in the rather uncomfortable situation akin to a bonesetter invited to give a talk on cancer treatment at the Academy of Medicine.

I explained my harmonic study of the profile of cam no. 4. I was very curtly interrupted: “We know that!” My Head of Service [Department] then intervened, asking them: “Have you already calculated it?” Answer: “No!” Then he literally exploded: “What! You knew about it, and you did nothing!” This allowed me to calmly continue with my initial calculations. – A silence – It was broken by the Director of Research, who simply said: “I don’t believe in the harmonic hypothesis.” Like the crackling of a machine gun, in descending hierarchical order, I heard a flurry of “Me, neither!” The Head of the Calculation Office then took the floor to inform us that all the American works advocated polydyne cams, the very word of which he pronounced with an emphasis that ended up making me deeply dislike them.⁶⁴ So, undeterred, I set to work, by rather tedious trial and error, thanks to the E 101.

A much more rational instance was the subject of my Ulvik presentation (1994).⁶⁵ Compared to a profile using at any point the maximum acceleration, numbered 16, I proposed two sets of 14 poles, the profile being expressed as a function of the cosine of the angle of rotation, over the whole range $-1 + 1$. It was thus a 13th degree curve, totally free of the 14th harmonic. I now believe that a reduction to the 12th degree, and an additional gain of 9% ($\approx 12/13$), could have been attempted, but not beyond. Both profiles had seven poles aligned, equal to 0, for $\cos \varphi = -1$, to respect the kernel, zero lift zone. I never understood why, the Research Director pointed to one of the two profiles, excluding any discussion: “That one!” This profile was given the number 15.

From that moment on I had to endure a barrage of jeers: “You have copied from Bouzitat!” I had never heard of him! They then gave me a document, adding, to show their contempt: “You can keep it!” This study had been carried out with a view to the elaboration of the [Peugeot] 203 cam, on which act no. 4 was based! And it was they who dared to accuse me of plagiarism! The document of Bouzitat is an excellent document, relating to the Fourier transformation.⁶⁶ My disagreement with him is on one point. Bouzitat claims that one can neglect any harmonic whose amplitude is lower than the machining tolerance (then 0,01 mm!). By doing so, he confuses random errors and systematic errors. NO! It is essential for a harmonic of rank n to be brought down to at least the n^{th} part of the tolerance, and even below $1/n^2$, if we take into account the acceleration that it is likely to excite. Moreover, Bouzitat remains silent on how to develop a profile free of these undesirable harmonics. But that is the whole point.

When drawing up act no. 4, the Citroën Studies [Department] had taken measurements on a series cam; a rationalisation had then made it possible to give a table, to the nearest 1/100-th of a micron, every half degree, where the differences had been followed up to the fourth. It was still a good job! But then, a serial cam comes from a large-diameter reproducer, which takes three seconds to read for the complete turn, and which drives a kinematic chain, driving the grinding wheel that rectifies the cam. This is a real vibration amplifier, which in the case of Citroën, had two stages! (gain g^2 !)

At the time, I was attached to the Tooling Service Department, in charge of machining all these profiles: a few days later, a workshop manager, who had the plan of act [no.] 15 in his hand, came to find me; with his finger, he showed me the undulations which preceded the silence ramp, and with a snide look, he asked me: “Do I also have to machine this?” I was beginning to get sick of cams, and I jumped up and down and told him: “Do what you are told! It is not you who will be ridiculous, but me!” These undulations are there, by virtue of the principle, you have to step back in order to leap forward! Satisfied with my reaction, he left mockingly! Basically, he had been in too much of a hurry to take part in the big joke, and all he had to do was wait a little! It should be added that the Studies [Department] had not been idle. In two or three months, we had already passed the number 40, these 40 profiles being all worse than the others. Some were even geometrically unfeasible! Not one of them even managed to match the performance of act no. 4, with the exception of cam no. 19, without however reaching the fateful 100 HP threshold.

The Tooling colleagues were very amused: like any sailor who sees an iceberg coming dangerously close to the hull of his ship, and who wants nothing to do with the show; I was just another comedian, even more eccentric! It was perhaps the survival of Citroën that was at stake, only this was not visible!

⁶³ *À chacun son métier – et les vaches seront bien gardées*: French proverbial rhyme, literally “each to their own profession – and the cows are well looked after”.

⁶⁴ The polydyne approach goes back to Dudley and Studdard, it combines a polynomial description of a cam with the dynamics of its follower. The approach aims to limit vibrations at the expense of a constant speed (Norton, 2020).

⁶⁵ cf. de Faget de Casteljau (1995).

⁶⁶ Jean Bouzitat (1914-1995) was a French mathematician, who was also active in the French society of automotive engineers SIA, where he published a conference paper on harmonic functions (Bouzitat, 1951). De Casteljau mentions the SIA conference notes in his Ulvik paper (de Faget de Casteljau, 1995), where he also dates this episode to 1963. Coincidentally, Bouzitat had studied at ENS together with Pham Tinh Quat (cf. footnote 23) from 1934-1937.

The fun part having been postponed to a later date, I was finally able to savour the return to calm. The only information that the Studies [Department] let filter through was that the act [no.] 15 had passed the single-cylinder test without any problems.

Six months later, I was summoned to the Endurance Laboratory. Its director handed me a valve and said: “Very good! Your act has made it possible to gain 12% in rotation speed, thus going from 5,200 revolutions to 5,800, and more than 20% in power – 118 HP instead of 98 HP!” A silence followed and he added: “But here’s the thing – we can’t use it in series! He then showed me the pitting, with metal stripping, on the valve stem. Another silence: “Don’t worry! You’ve calmed down the valve lift so much that it no longer turns on itself to distribute the effort. Up to now it was bad enough to turn on its own! But we know the solution: we’ll have to put valve rotators back in; we haven’t had them since 1920!” And so the DS 21 was able to fulfil its promise.

The Head of the Calculation Office was able to recognise that this was the result of experience. “Your stuff worked, but not for the reasons you claimed!” He had me banned from ever setting foot in the Studies again, and the library from lending me any books whatsoever. He even added: “The way your cam works is contrary to all the laws of physics!” Fifteen years later, when the Peugeotts arrived, he tried to silence a smiling coachbuilder as he recounted this adventure to newcomers, and tapped so hard on the edge of the table that he turned his fingers over and appeared to be in great pain.

It wouldn’t be long before he was back again, this time to lead the Bodywork.

The design

At the head of the Design Department, after a period of hostility to pole formes, Flaminio Bertoni,⁶⁷ who had become famous for the DS shape, had rallied with conviction to this new technique. His support in principle was precious to us, but what we could not foresee was his imminent death.

Another Studies session had been scheduled, devoted to the problems posed by the bodywork drawings. We have seen above, that we would have had to be totally unconscious to persist in our particularly hazardous endeavour of rationalising the bodywork designs. My position, now unreservedly adopted by Bx, was that of an individual to whom any possibility of a fightback was impossible, and who, to escape the trap, was forced to practise flight forward. Oh, how we would have preferred to have a period of three to five years to perfect our knowledge. But already a teacher from the Design School had come to find me in order to teach me about pole forms! He had already written three booklets on the subject and wanted to know my opinion. Many of these students, trained at the Citroën Design School, left us immediately to work for our immediate competitors! It would not be for me to decide on the measures to be taken. Citroën had tried to protect the pole forms with a patent, the patent law firms deemed it impossible, outside the “Soleau” envelope.⁶⁸ This precaution has, at least, guaranteed us against legal action from those who later could have accused us of plagiarising what they had borrowed from us! The work of mathematical creation is not protected by any law against counterfeiting; any formula, any algorithm, any method of definition or calculation immediately becomes the property of the whole of humanity, from the moment of discovery. One cannot imagine the mathematician as anything other than a disinterested philanthropist, whereas the smallest advertising slogan can be duly protected. It is easier to convince the competition of the validity of a theory than one’s own society, because in the first case one does not want to, and in the second one meets with stubborn resistance. At the Bodywork Session, we found ourselves sitting opposite the same Director of the Calculations Office of Studies.

It would have been inappropriate for the word ‘cam’ to be uttered, and it was not. It was with admirable ease that our former aeronautics officer shared his thoughts with us. The future could not belong to digital computers, too difficult to use; he preferred, and by far, to use the services of analogue computers, developed by small aviation companies, whose precarious financial balance did not worry him at all. Our presence in such a place began to seem, to ourselves, totally incongruous. He had been so kind as to welcome us, to explain in detail what we should have doubted, without disturbing him, nor making him waste his precious time. And he had the exquisite tact not to tell us. For the twentieth time, he reiterated that as long as we respected the tolerance of 0.25 mm imposed, we could do it at our convenience, whatever the means; it was none of his business and he certainly did not want to practice what he would have considered as interfering in our work, neither directly nor indirectly. We all felt a blush rise to our foreheads, due to our confusion, as we tried to explain to him that putting the poles right from the conception of a form remained the best guarantee against drifts and false interpretations. He once again took refuge behind his firmly held point of view and considered the incident closed.

It is extremely rare for a top management representative to take part in a technical discussion, and yet it was he who intervened: “Before there are any Studies problems and Tooling problems, there is Citroën first; this is a Citroën problem! The surface poles must be put in place from the outset, and therefore in the Studies [Department], and they will be! Mr H.... do you want to do it?” he replied curtly: “No!” Deep inside, we felt an immense relief. The management representative continued: “Well then, Citroën is going to set up an office for Bodywork Calculation in Studies, separate from Mechanics Calculation!” And so the unbelievable happened! Citroën had difficulty in recruiting bodywork staff, despite the 30% premium on salaries! The draughtsmen considered this activity to be degrading, far from the technical side, always a matter of guesswork, never of science. However, Bx, who had chosen 4-micron steps for the milling cutter movements, which were noticeable when isolated as a result of the brutal action of the stepper motors,

⁶⁷ Flaminio Bertoni (1903-1964) was an Italian sculptor who became automobile designer. While at Citroën, he designed the *Traction Avant*, *2 CV*, *Type H*, *DS* and the *Ami 6*.

⁶⁸ The *Enveloppe Soleau* is a French procedure to ascertain the date of an idea. The inventor sends two identical copies to the *Institut National de la Propriété Industrielle* (INPI) and receives a registered copy back from there. The INPI keeps a *Soleau* envelope for five years, which can be prolonged for a small fee. De Casteljaou’s first ideas were registered at INPI (de Casteljaou, 1959). As this procedure only operates with papers of less than eight pages, Citroën chose a different procedure for de Casteljaou’s publication on surfaces of 58 pages, which was registered with the bailiff instead (de Casteljaou, 1963).

decided on a new standard of 1 micron for the dimensions! The Mechanics [Department] used to use only one hundredth! In turn, it was the coachbuilders who took on the role of scientists, reversing the roles, which in turn caused discomfort in Mechanics!

Citroën set up an avant-garde unit next to the Design Office, equipped with a 3D digitizing machine, a large plotting table, which reassured the designers. Between Friday evening and Monday morning, it was not uncommon to see the papers, even though they had been stabilised with zinc oxide, move by more than a millimetre, over five metres if not more, depending on the humidity in the air. The battery of Burmester sets⁶⁹ had practically disappeared, as well as all kinds of smoothing tools from the draughtsmen's panoply.

A strike by the wood modellers, who considered themselves irreplaceable, allowed the pole forms to be anchored permanently. We were no longer allowed to go backwards and even less to miss our entrance. Two vehicles, the Ami 8 and the GS,⁷⁰ were thus entirely defined by "pole forms" and were manufactured in this way. Each time a new vehicle was released, the manufacturers snatched up the precious wood modellers from one another, and by this means our new technique could not remain unnoticed for long by the automotive competition, before gaining ground in aviation. On the other hand, those draughtsmen who could not adapt to the new techniques joined the ranks of my bitter enemies, along with many other champions of the "fine point (of a pencil) well sharpened" or "metal sculptors".

"Attention!"

Although anarchy didn't reign, the rapid development of pole forms had created a climate of freedom; the rules were not established, and this is what had allowed our *corsaire*, Monsieur de la Boixière, to develop further. A certain fantasy reigned, which allowed us to make lightning progress. The first tests, such as the "additions of poles" were promising, and we were not going to stop there.

And already, people were thinking about 5-axis machining, toric milling, and the generation of shapes by algebraic devices on the poles. Some people were already talking about a split between a laboratory that would continue its research and the industrialisation of the new technique. Citroën was no longer in the era of its founder, when a modest worker could, one day, find himself Head of Department, if he had the capacity. From then on, if a technique had been developed at Citroën, it was necessary to go and find a high-level specialist in a company that could not honor itself having success with this genre of research.

This is how I saw a whizz-kid arrive from the Air Force, with him things were going to be put into some order. What a pity, for example, that a film had not been made on the machining of a cam, rebranded "camoid", a sort of cone with a continuously variable slope; its base was bean-shaped, with a significant flatness, and the smaller curve at the top was round. The blank was fixed on a circular plate, itself fixed on a divider, and the machining was carried out in full milling. I was called in to choose the plugs to fix the direction of rotation. If on paper the milling cutter turns to the right, it is because in reality the workpiece turns to the left; at the level of the divider, it was so hair-raising! When we decided to press the button, I was still a little worried. It was our first five-axis machining! Everything went perfectly, and the form took shape before our eyes, without being spoiled by the slightest machining festoon; an unforgettable moment, but so brief!

There was also the rather acrobatic calculation which linked the meridian of a grinding wheel to the straight section of a milling cutter, in order to machine it in a single operation. This lent the specialised worker a degree of freedom that he wasn't yet using, and also led to the standardisation of milling cutters.

Industrialisation put an end to our trials and forced us to fall into line. Back from the U.S.A. our whizz-kid announced to us: "The Americans make TABCYL!"⁷¹ and "At Renault, they manufacture with a tip!" We were then obliged to feign great admiration for techniques that seemed more than primitive to us. For little, we would have been back to carving flints! Then, one day, our new teacher took the pretext of a doze following a rather heavy digestion, to stop inviting me to his meetings. Shortly afterwards, he took advantage of this to set as his priority research objective the quest to find the book, document, magazine or grimoire where I had been able to unearth the concept of poles, which metamorphosed – like a winged insect emerges from its chrysalis – into "Bézier points, Bézier curves", which seemed to give him satisfaction! There was no longer any doubt that I was being pushed to the sidelines. 'Bx' had reluctantly agreed to study fuel cells designated for the electric car. Would he have been successful? He was in competition with the Battelle Institute in Geneva, with which Citroën had a contract.⁷² My direct 'boss', who was already positioned in the middle to our whizz-kid, suggested that I apply for a transfer to Research. I answered without hesitation: "Transfer me, if you wish; but don't count on me to ask for it!" Shortly afterwards, I met the new director of the Research Department, who had barely shaken my hand in a jovial manner. He said, "Hello, Mr de Casteljaou, how are you?" when he had already arrived at the other end of the room! I made no effort to join him there.

⁶⁹ cf. French curves, footnote 52.

⁷⁰ Citroën's Ami 8 was succeeding the successful Ami 6 in 1969, an economy family car positioned between the economy car 2CV and the luxurious DS. The Ami (Friend) series was produced from 1961 to 1979. The GS, which was designed to fill the gap between Ami and DS, was launched in 1970 and produced until 1986. Its production can be reviewed in Louis Malle's 1974 documentary "*Humain, trop humain*".

⁷¹ TABCYL is the abbreviation for *tabulated cylinder*, a construction method for curvature continuous joins, cf. Faux and Pratt (1979), first introduced to the programming language APT in 1957 (Ross, 1978, p. 92). It is also related to Wilson-Fowler splines (Fowler and Wilson, 1966).

⁷² The *Battelle Memorial Institute* is an independent research institution, headquartered in Ohio, US, with a focus on contracted research and development of metals and material sciences. In 1969, Battelle started its Electrochemical Generators Group in Geneva, from where they supported the mentioned Citroën project. These activities led in 1974 to the creation of SORAPEC – *Société de Recherche et d'Applications Electrochimiques*, finally sold to the Suez Group in 1991 (Sunergy, 2019).

Then the whizz-kid summoned me to his office, became polite and said to me: "You obviously don't fit into the norms. How could we designate you in the new organisation chart wanted by our management from Peugeot?". Like the rat in the fable,⁷³ I thought to myself: "That doesn't tell me anything worthwhile." But he insisted again and again. So I told him that in the yearbook of the *École Normale*, a former student had coined the term 'advisor', which is not recognised by the Law and which has a certain allure. "That way, he could not be accused of usurping his title!" Two days later, a memorandum by Services informed us of his and a colleague's appointment to the positions of "Advisor". Immediately, I wrote to the *École Normale* to withdraw my title and not replace it with anything, or, if they so desired, to take minion or so.⁷⁴ This must have triggered a phone call to my boss, who was unaware of this, and who, taken by surprise, bombarded me with a "Graduated in Applied Mathematics", which did not correspond to anything, and which I have been since. I was then 'promoted' to Engineer 2B, a brilliant promotion to the rank of Commander from that of a General. Until then I was "Upper Management".

The lion

Peugeot shares with Crédit Lyonnais the emblem of the Lion. With the arrival of Peugeot, and of several alumni of the *Lycée Victor Hugo*, I could have hoped for a breakthrough: I would have had to be ecstatic about Peugeot's technology: it was stronger than me! When I was confronted with insurmountable difficulties, no one told me that they had been surmounted at Peugeot and resolved at Renault! I had my back to the wall, and the signal for the slaughter was imminent. Others knew how to get on the winning side, duly noted – pay tribute to them, no! "The poles are so simple that anyone could have invented them," said one, before adding: "You must be happy, your ideas are triumphing," Yes! But not at Citroën!

And those who had turned my career into an obstacle course were beginning to worry about their own. To prove our precedence, one of them, who did not want to reveal any "secret", asked me if we could communicate our internal booklet to the Germans. Written from notes, in which only one sentence out of every two appeared, and with page inversions, this booklet triggered strong laughter to those who tried to extract knowledge from it. Mischievously, knowing that the Germans would know how to notice triangular patches, other than by the confusion of two vertices of a rectangular patch, as Mr Bézier claimed, I replied that everything was now known; the writing of this booklet was detestable, but constituted an irrefutable fossil.⁷⁵

Henceforth I decided to keep my findings to myself, the others hastening to minimise them at once. However, I made an exception for an engineer of Germanic origin, whom I will refer to later as "my friend", a former disciple of Monsieur Bézier. His desire for conciliation was respectable. A director, who had been subordinated to Peugeot, told me: "Mr Bézier did as well as you, and the Americans much better. Admit that you are a finished man!" Moreover, two memos, one from Citroën and one from Peugeot, forbade me from dealing with CAD (Computer Aided Design)!

Equipping myself with a personal microcomputer at home cost me a small fortune at the time. Even more seriously, the extension of my house by a quarter resulted in an eightfold increase of my local taxes, I emphasize eight, not to mention the taxes linked to the construction. It was too late to have regrets!

The CEO at that time was more courteous towards me. The office I shared with two other engineers became a "company restaurant" for senior executives, and after a day spent in a corridor, I was installed next to a passageway between two buildings, which seemed to be a temporary bridge constructed by the engineers. The boards were so disjointed and noisy that any effort to concentrate would have been an achievement. This CEO, alluding to the lack of legal protection for creative mathematical work, ventured this comparison, which was intended to put him in the picture: "You are not profitable! You don't know how to sell!" The future was cruel for him, as he was at the origin of the construction of the Romanian factory in Craiova, in the land of Dracula, of which the director, who said that I was a finished man, was able to say: "What it manufactures is so much shit, that nobody wants it!"⁷⁶

I was reduced to doing most of my research in the evening at home. At the time, a joint Peugeot-Citroën team had created a synthesis between Unisurf and the American Splines, which materialised in a booklet of a dozen pages and the drawing of a duck. I received a copy to solicit my appreciation, which could only be unreserved admiration. For my part, I had tried to understand what might seem irreconcilable between the poles and the Splines. According to the texts, of American origin, certain complementary claims led to contradictions. One day I said to my friend: "If I can understand this, there will be no more problems." Sometimes they claimed to have mastered interpolation, sometimes it required some smoothing. If you added that to the minimisations of the tensions in an elastic fibre, you're in deep trouble.

⁷³ Jean de La Fontaine's fable *Le Lion et le Rat* talks about a rat, that surprisingly pops out of the ground between a lion's paws. As the lion spares its life, the rat later helps the lion to escape from a hunter's net. It ends with the verse "By time and toil we sever / What strength and rage could never." The reader is invited to associate the lion with Peugeot.

⁷⁴ *grouillot*: squirrel. On the copy that de Casteljaou sent to me, he added in pencil (translated from French): "In fact, it was 'bougnoul' (towelhead), which nowadays is considered a racial insult: it means 'man' in a Senegal language, but is improperly attributed to Arabs!"

⁷⁵ After Wolfgang Boehm (1928-2018) got access to a 1971 article about Citroën's work in CAD/CAM which included a figure of de Casteljaou's algorithm (Krautter and Parizot, 1971), he wrote a letter to Citroën in 1975 asking for the author and further documents. In response to his letter, he received a paper copy of the *Enveloppe Soleau* (de Casteljaou, 1959) and a 58-page collection, which de Casteljaou here refers to as 'the booklet' (de Casteljaou, 1963). Boehm was also in possession of the encyclopaedic article by Parizot, which includes a section by Bouffard-Vercelli on *courbes et surfaces à pôles* and introduces their mathematical form with a reference to de Casteljaou, but without elaborating on the algorithm (Parizot, 1971–1975; Bouffard-Vercelli, 1971–1975).

⁷⁶ The Romanian government was interested in manufacturing automobiles for French brands, which in 1976 led to a first joint venture with Citroën called Olcit, a combination of the Romanian region of Oltenia and Citroën. It produced the Olcit Special and Olcit Club (also exported to Western Europe as Citroën Axel), based on the platform that had earlier been planned for the Citroën Visa in France, but was not used for it, as Peugeot preferred the existing 104 platform after its takeover. The joint venture ended in 1990 due to poor quality (Lambru, 2016).

If I had lost my way for a brief moment, it was for having accepted the validity of the often contradictory claims attributed to the Splines. The solution jumped out at me, taking up an old idea, if I had pushed it back it was because of the reduced performance of computers in 1960; I had not pursued them, and chased them from my mind. The generalised poles, polar forms extended to several points, instead of being limited to the extremities of the arc, took on consistency. Instead of splitting into the subtle distinctions between “knots and nodes” and getting confused by the duplication of indices, reserved for the ends of an arc, everything became clearer and simpler, once and for all. The main difficulty I had to solve was to manage to concentrate in a particularly noisy office, dominated by the laughter of a neighbour, whose jokes lacked humour. So I gave my friend a few hints, which seemed to me to be quite sufficient to put him on the right track, and to highlight this logical process. This was [happening] just on the eve of a three-day weekend, when moreover he was going to benefit from the inspiration of the Holy Spirit, whose feast day was being celebrated. Convinced that I would find him looking cheerful on Whit Tuesday, but I noticed at a glance that this was not the case; even worse, he had been working. So in less than three minutes, I showed him my solution: that’s all it takes! Then I see him completely dumbfounded, and with a silly look on his face he comments softly: “Oh! No! The *Maître*, he is not a professor, but a professor’s professor!”⁷⁷ Then he gathered himself up, when I recommended total discretion for a while. Let’s not forget that I was forbidden, by memo, to work on CAD! This was the only time I saw him explode! “Do you realise what you are asking of me! Afterwards, people can say to me: ‘You knew about this and you didn’t tell us!’” However, he scrupulously respected our conventions. It should be added that, as a result of the reorganisation that followed the Peugeot Citroën merger, the CAD responsables were much more concerned with their personal careers than with technical progress! My friend provided me with a rather difficult plan of a marine propeller, to support my theses; the points had been taken with a marking gauge! One could not be more approximate.

The roar!

By what mystery was I invited to a session intended to share my impressions of the famous duck!? It was an opportunity not to be missed! I was determined to distinguish myself from this study, which was conducted without me. For the first time, I had the opportunity to measure myself against the experts from Peugeot, whose sole aim was to demonstrate their superiority in the field. Starting with “knots and nodes”, I then targeted the doubling of indices, considered, apart from the ends of an arc, as a degrading complication, leading to “subsplines” without interest, except in the case of sharp edges. The mastery of this index-doubling was fundamental, without even revealing the properties of the degree of restitution.⁷⁸ The text on the duck ended with a calculation of the poles of a spline segment of third degree. I had no difficulty in showing that the result was correct, despite a calculation error, which was mysteriously compensated for afterwards! I lifted a corner of the veil of my theory. It was possible for me – in less than ten lines – to carry out these calculations of degree 5 or even 7, and that without any risk of error.

My friend rushed to me at the exit: “You don’t realise! You have humiliated him! He’s your Peugeot equivalent: he’s the one who set up the Unisurf programme!... Renault has done nothing! It’s him who did it all!”... No one had yet told me that this researcher, for whom I had a certain respect, was at the origin of a document, which was presented to me as collective, and moreover under the direction of another. Despite my outburst, this session brought us closer together, strengthening our mutual esteem.

At the same time, a similar misadventure occurred. Two engineers could not find their way out of a seemingly simple problem. They had been working on it for more than a month, even a month and a half. It took someone more than ten days before deciding to come and talk to me about it. In my office, they handed me a sheet of paper where a system of equations of the second degree was spread out, followed by one of the third degree, which they wanted to solve. Listening to them, there were no other possibilities to put it into equations, and the only thing they expected from me was to tell them how to continue the calculation. They answered Yes and No to my questions, nothing else! This system looked like vector algebra and I asked them “Do these three express, that three vectors are unitary?” – “Yes that’s right”; “The next three express scalar products?” – “Yes, that’s right!”; “And the last one is the mixed [scalar triple] product?” – “Yes, that’s right!”; “Why didn’t you tell me right away?”; “So you want to express the condition, starting at cosines of angles, that three vectors are coplanar!” – “Yes!”. Inwardly, I repeated to myself: “Be nice! Don’t make fun of them! Go slowly! Take care of them! Watch your intonations!”... I go to the board and tell them calmly: I pose the matrix M of the components, with respect to the still unknown axis system, $Ou Oz$ is perpendicular to this plane. Its determinant is zero, since the last column consists of zeros. Do you follow me? – “Yes”. I perform the product $MM^* = 0$, but isn’t that the condition you are looking for? – “Yes! Yes!” – “A trick, due to Lagrange”, I hastened to add, as if to excuse them for their ignorance. You multiply zero by zero to find a relation. I then saw them respectfully moving back, step by step, like two crabs, up to the door! My two flabbergasted fellows stared at me with eyes like fried whiting! Once through the door, I saw them take to their heels and quickly clear out! A fortnight later, I was told that one had gone to Renault, the other to EDF (*Électricité de France*).

I was still a child molester! So, what should I have done well? The ‘finished’ man sometimes allowed himself to roar, and he was blamed for it!

In the meantime, my friend had machined the marine propeller blade. The result was admirable! No, it wasn’t quite perfection, there were still two particularly sensitive areas where one might have wished for a slight shift in the poles of definition. If you look at the piece, very obliquely, “at the end” as practitioners do who want to check if “it works”, and then walk their finger around to detect a slight bump, or hollow, there were still two critical points, barely visible. This machining did not receive the interest it deserved. It was as good as the duck, but perhaps that’s why it was in the way!

⁷⁷ De Casteljaou was called « *Le Maître* » (the master) by the colleagues in his team.

⁷⁸ The degree of restitution is part of de Casteljaou’s books (1985, 1986, 1990) and his early articles (1992, 1993), also see footnote 96; yet in his eyes, it has not been sufficiently recognised by the CAGD community.

The unexpected peace and quiet that resulted allowed me to expand and consolidate my research to an impeccable stage. By this time, the progress of the “American work” had a much deeper psychological impact than one might think. I found the same climate that had prevailed when Monsieur de la Boixière was evicted, but this time it was against the evictors. The ‘Americans’ had not yet finished monopolising the numerical definition, and many were already pledging their allegiance to them. The result was almost general unease. (Mr de la Boixière, when Peugeot arrived, had asked to be dismissed, to take early retirement: it was no more peaceful than his years of activity!)

The politicians were agitating in all directions, anxious to preserve their prerogatives. My serenity contrasted with the atmosphere. An idea was emerging: instead of continuing to bicker, we had to gather our forces in France in order to counter the threat. Peugeot had been wavering between joint production with (or rather at) Renault, foreseen by the Peugeot-Renault agreements, and the use of the modern investments by Citroën, which had been put in such financial difficulty by the oil crisis, that it cost it the absorption by Peugeot. It was now or never to test the solidity of the Peugeot-Renault agreements, which had not been terminated at all.⁷⁹ Moreover, there was a possible area of agreement. The three manufacturers Renault, Peugeot and Citroën held a part of the capital of the *Société Chausson*, and used its services.⁸⁰ The latter had been put on notice to adopt the new techniques of defining forms.

A glimmer

Two engineers from Chausson – a *Polytechnicien* (?) and a *Centralien* – contacted me directly, and without revealing my batteries, I was able to tell them the kind of problems for which I had a solution. His⁸¹ investigation extended to all the CAD systems existing in France. His 500-page report earned him special congratulations from his General Management. He distinguished the Peugeot or Citroën systems from the ‘de Casteljau’(!) system, all three of them being different.

It taught me that his study was only one element of a much vaster project, with the support of the government (Raymond Barre). It was about regrouping the whole of French CAD into a single company. It was recognised that this research had been led by the automotive industry, well before the aviation industry began to concern itself with it; so as to protect the sensitivities of the latter; we could have envisaged a double company with an automotive and an aviation branch, but the preference was for a single company.⁸²

I saw the possibility of finding an atmosphere more conducive to my research, and soon I began to give him a hint of my agreement to join them. Besides, there was a certain family relationship⁸³ with their CEO that we discovered together. On the occasion of a family meeting, I could meet their CEO; he seemingly wanted to avoid me. His discretion honoured him, and I understood very well that such dealings could remain confidential. All I obtained from him was: “We’ll see that, in three months!”

The quake

For a show, it was a show, three months later! The CEO and his two technical and commercial directors were ruthlessly ejected and replaced by R.V.I. (*Renault Véhicules Industriels*).⁸⁴ As for my two correspondents, overwhelmed, they preferred to resign in turn.

Peugeot, after the 500-page report, whose conclusion was that “all systems are blocked, except for only one, the ‘de Casteljau’ system”, could no longer afford to continue ignoring my research. Well forced this time to accept a session, I made one condition and only one: that the whizz-kid who was responsible for the eviction of Mr de la Boixière would not be invited. This did not seem to pose any problems and the condition was accepted. This session was entitled the solemnity of the General Management Floor in Neuilly, which I was hardly familiar with, and I was able to begin my presentation on generalised poles, the future ‘Blossoming’ already perfectly developed! (Under Raymond Barre, I repeat)⁸⁵

It is obvious that a specialist, stuffed with Bernstein, can only be amazed when he discovers the polar forms! They juggle with the problems with such elegance that one remains stunned! Others experienced this when the ‘Blossoming’ spread. After an hour, I saw our whizz-kid enter, a little pallid, who apologised for his lateness, using the pretext of another appointment, which he would not have had the appropriateness to move. I didn’t have the courage or the presence of mind to put down my piece of chalk, to conclude by thanking the audience and to withdraw with dignity.

On leaving, my ‘boss’, a Polytechnician, sighed: “In the end, it went well!” There are moments when only silence has sufficient dignity. This Polytechnician was not a bad guy, and already in his office, he had proclaimed to me one day: “I will personally see to the development of this idea; I will follow it until it succeeds!” Two hours later he called me back into the small room adjoining

⁷⁹ Peugeot had a collaboration agreement with Renault since 1966, which also related to the joint further development of Unisurf 2 and 3. Late 1968, early 1969, Unisurf was capable of designing the entire body of the Peugeot 104 (Poitou, 1989, p. 39). Yet after Peugeot acquired Citroën in 1974, they had access to Unisurf as well as to Sadasca, which allowed taking a well informed decision on the CAD software strategy.

⁸⁰ Chausson was originally an independent bus manufacturer and car supplier. The company merged with Renault’s commercial brand SAVIEM in 1959. From 1971 to 1991, Peugeot and Renault were main shareholders of the production plant (each 49%), where they placed their manufacturing of commercial vehicles and coupés in small volumes. During a larger restructuring in 1993, PSA sold its Chausson shares for a symbolic Franc to Renault. The last formerly Chausson production facility was closed by Renault in 2000.

⁸¹ De Casteljau hereafter uses the singular although he introduced two engineers.

⁸² The study is also mentioned by Poitou (1989, p. 41), but the source remains unclear.

⁸³ On the copy that de Casteljau sent to me, he added in pencil (translated from French): “he bore the same name as my mother-in-law!”

⁸⁴ As a consequence of the Citroën takeover, Peugeot sold Citroën’s bus business brand Berliet to Renault in 1975, which merged it with its own brand Saviem to form RVI, today branded “Renault Trucks”.

⁸⁵ Raymond Barre was France’s Prime Minister from August 1976 to May 1981, under the presidency of Valéry Giscard d’Estaing. So this meeting must have taken place several years before de Casteljau’s book on blossoming got published (1985) and long before Ramshaw (1987) coined the term *Blossoming*.

the office and said, hiccupping, “I can’t! I can’t!...” A cough in his office told me that he was just a marionette, and that his boss was ‘personally seeing to it’ that this idea was blocked.

But when, back to my office, my friend came and in turn congratulated that “it went well” by taking over the formulation, I burst out “How! It went well! The generalised poles... it’s all screwed up!” My friend looked at me, bewildered, and then I wrote with a big red pencil on my calendar, on the day’s date⁸⁶: “Dies irae; Dies illa...! X has recovered the generalised poles!... It’s screwed up!”⁸⁷

It would take my friend about six months to understand!

Instead of giving France a substantial advance, which could have enabled us to negotiate partnership agreements that would have benefited us, we had returned to the personal ambitions of people who were much more concerned with their careers than with the general interest of the country. From the idea of regrouping CAD into a single company, or from the possibility given to Peugeot (the choice of the [General] Management Floor seemed to indicate it) to go it alone – nothing, or almost nothing, remained of all that. Moreover, even Raymond Barre, who could have seized the opportunity to manifest himself as a giant of the economy, other than by building the Romanian factory, soon disappeared down the trap door.

It is regrettable that the quakes triggered by “politicians” can get the better of the patient and relentless work of researchers, in one instant. On television, I once saw a researcher from the *Institut Pasteur* who declared: “In France, you find many people who are researching, but we are still researching for a guy who finds!” Another researcher said less skillfully: “In France, you have the right to research on the express condition that you don’t find anything until you retire!”

This, moreover, is not a privilege of France! The confidences of foreigners prove it.

Normalisation

Of course, I reminded my interlocutors of the service notes, which forbade me to think in CAD! This didn’t seem to disturb them any more than the fact that I didn’t care; at most a smile accompanied by a murmur, supposed to give the reasons for this surprising decision. On the other hand, my momentum was broken, and since I was now back in the ranks, I was asked to write a note to the *Académie des Sciences*.⁸⁸ This kind of publication is strictly codified – number of lines, or characters per line, bilingual abstract, etc... If we were to listen to the rumour, the *Académie des Sciences* had lost the charisma that it had previously emitted abroad. Personally, I had witnessed texts of little value and even erroneous, or of extreme complexity. It was becoming aware of this, and its reorganisation was in progress. First of all, I had to search for an academician who would be willing to present my study, which is not difficult for a former student of *Normale*. It took more than a year to come up with an essay that complied with the rules. Yet the academician who had offered to publish it needed only a few minutes to phone me the references of a work by Mr Bézier, published in Anglo-American. Never in Mr Bézier’s thesis is the idea of a polar form or of generalised poles mentioned in any way! Mr Bézier’s thesis, of which I have a copy, is a veritable patchwork, which contains a serious in correction and a principle error: bi-parametric surfaces are approached through analysis, using Bernstein functions, via the integral calculus. This has absolutely nothing to do with the purely algebraic approach using polar forms. I refuse to believe that this field had become a private preserve, solely for Mr Bézier; this academician could have shown more foresight! Let us say again that such exclusivity is not claimed by Mr Bézier; he reiterates this at every opportunity.

I was then invited to publish a book,⁸⁹ a solution strongly encouraged by the Peugeot management. I couldn’t get thoughts out of my head that this publication, which had been authorised at a very late date, would only find a very limited audience, in the midst of general indifference. Once again, I was going to hear that it was all too well known! This was the reaction of the publisher, who when contacted by Citroën, from the very first moment, strongly reproached us for our impudence: “You can’t expect us to believe that you are at the origin of the works that led to Unisurf and the B-splines!” I was so expecting to hear this kind of reaction that I did not make the slightest gesture of denial. I was well placed to know that during the first five years of my industrial activity, I had received nothing but rebuffs, not the slightest document or indication concerning promising work by our competitors or research laboratories. The most advanced was Ferranti,⁹⁰ who used Fourier functions. Rumour has it that Peugeot had used the method of proportional parts for the calculation of the 203, and Renault was bogged down in biquadratics – I am talking about 1960. As a conclusion to a meeting organised by Ferranti, during the final discussion, Mr Bézier had declared: “The bodywork is the example of what can never be defined by Mathematics!” When I remind some people of this sentence, they answer me: “Only fools don’t change their mind!” This does not detract from the immense work accomplished by Mr Bézier to overcome resistance and impose upon practitioners to change their habits. It is not enough to wave a magic wand and say: “At Citroën, they did it!”

On the other hand, the haemorrhage of designers, or students of the Citroën School of Design, was almost fatal to Citroën. While all these memories were coming back to me, I began to observe the reactions of our main interlocutor from the Hermès publishing house, listening to the discussion with a distracted ear. It was my friend, a former disciple of Mr Bézier’s, and well placed

⁸⁶ On the copy that de Casteljaou sent to me, he added in pencil (translated from French). *Tuesday 5 July 1983*.

⁸⁷ “Dies irae, dies illa” is the first verse of a medieval Latin poem on the Last Judgement, “Day of wrath and doom impending!” It has long been part of the Catholic liturgy in the Requiem Mass.

⁸⁸ De Casteljaou produced a handwritten document on *Formes à Pôles* in February 1983, 32 pages, unpublished until now (de Faget de Casteljaou, 1983).

⁸⁹ “Formes à Pôles” (de Faget de Casteljaou, 1985) is the first original book of de Casteljaou after being mentioned before only in the early 1970s (Krautter and Parizot, 1971; Parizot, 1971–1975), it includes a solid introduction to blossoming. The English translation was published as “Shape Mathematics and CAD” in 1985.

⁹⁰ Ferranti was a British electronics company, producing the first supercomputers such as the Mark I in 1951 and the Atlas in 1962. The success of Ferranti’s analogue computers declined as the third generation of computers emerged at the end of the sixties (Poitou, 1989, p. 51).

to distinguish all the nuances between the two approaches, who then patiently intervened. He began to explain, in an angelic voice, the gulf that separated Bernstein's functions from the polar forms.

At first, our interlocutor had struggled immensely to suppress his anger in the face of so much effrontery on our part, turning crimson and gesticulating; gradually he began to blush, as my friend calmly continued his demonstration. It is not my intention to seek out Mr Bézier's sources; he sometimes reports on a mysterious scholar, completely unknown in libraries.⁹¹ And he has always been unable to give any details to those who have asked him the question. The only source, to my knowledge, concerning the poles, which could be claimed as anterior, is a text dating from 1870, taken from the "*Mathematische Annalen*" by J.C.F Haase of Munich, of less than twenty lines, and limited to curves.⁹² At the end of our conversation, our friend had wrung the editor's conviction. It is true that the explanations from which my friend had benefited were beginning to bear fruit. By dint of comparing the difficult and scholarly approach by Bernstein-Bézier functions with the one inspired by polar forms, my friend had understood the extraordinary improvement in comprehension by using the latter, without forgetting the extreme simplification of the calculations, and the possibility of going infinitely further in the elaboration of the theory. Every specialist remains convinced that we are still far from having exhausted all the resources offered by polar forms. Let us quote, amongst others, the algebraic additions of poles, which have remained at the laboratory stage, despite promising tests; the evolution of forms in slices of polar volumes; the separation between even and odd terms of a neutral axis, thus giving thickness to a form, etc... etc... One might even add that arithmetic is more useful to the elaboration of this theory than analysis is. As proof, the table of pole differences, which is also the table of pole derivatives, about which the international scientific community has hardly followed me.⁹³

All that was left to do was to provide the publisher with a diskette of my work in word processing! It was the first time that Citroën had tried mathematical editing. I was assigned the services of a charming typist, of Algerian origin, respondent of the kind first name of Soraya, for whom it proved an extremely difficult task, with the half-interlaces necessary for the indices or exponents, especially to return to the initial state! You must control yourself, if you do not want to send to hell the first draws of the printing press; the sheets were crossed out with formulae ascending or descending by 45°! And you still can't help but think: "It's once again screwed!" However, after a year, we were out of the woods, the character police that turned my t-indexes into cemetery alignments had been replaced by a less funereal one. There was no longer any doubt that, after all those wasted years, we were going to arrive like the carabinieri.⁹⁴

The decision-makers then commanded a preprint of the diskette in some dozen copies, destined for privileged few: our whizz-kid himself had drawn up a list of hand-picked personalities, deemed worthy of receiving a copy. Perhaps he was forgetting about the photocopy, capable of producing numerous clones? It was becoming urgent to make the polar forms official, and the surprise effect became irrelevant.

No one had yet really become aware of the existence of the degree of restitution, associated with the notion of characteristic, which draws the borderline between interpolation and smoothing – two aspects of the same idea, which until then had been distinguished, not to say opposed. These ideas were further clarified in my book on "Smoothing".⁹⁵ A Polytechnician then established that the degree of restitution of Splines was ONE, which I made him repeat THREE times, believing that he was joking!⁹⁶

To merit!

A Society on the other side of the Atlantic was interested in my work, had established contacts at practitioner level. But how to ensure exclusivity in the mathematical field, when the work of Mathematical Creation is not recognised by any Law, and the discovery is not safeguarded by a legal protection? There was indeed the possibility for me to leave the Peugeot-Citroën group, and the Management even reproached me, afterwards, for not having done so! Peugeot did not have the same perspective on research as Citroën, and its management added: "It is far too expensive to conduct research. If a new technique is needed, we will buy it, paying the price that is necessary!" (Nothing, in this case). Finally, at the request of the American company, Peugeot (not Citroën) signed cooperation agreements and received as a gift a complete CAD system, worth three million Francs. That year, our CEO was awarded the "l'Expansion" prize, thus crowning his good leadership, for having received a tribute from an American company, which he had not even requested.

Those who had hoped that the release of my book would be a flop and a commercial failure were in for a surprise, and this seemed to dismay the Director, who saw in me a finished man. At the end of the year, the engineers were given a substantial readjustment, making up for the delay they had suffered. He had the pleasure of announcing a homeopathic salary increase to me, but not being

⁹¹ Pierre Bézier invented an imaginary professor, Onésine Durand, which he had used inside Renault to convince the organisation of the seriousness of his own approach by virtue of a (non-existent) third party, cf. (Laurent and Sablonnière, 2001).

⁹² Haase's algorithm for the construction of a point on a rational planar curve (Haase, 1870, p. 543) was discovered by Boehm and presented in Oberwolfach in 1992, where he encountered de Casteljau (Boehm, 1993).

⁹³ de Casteljau prefers finite differences from arithmetics over differential calculus from analysis, cf. (de Faget de Casteljau, 1990).

⁹⁴ *arriver comme les carabinieri* (French proverb): to come too late.

⁹⁵ *Le Lissage* (de Faget de Casteljau, 1990) deals with various approaches on smoothing, including the above mentioned aspects of finite differences, but also including trigonometric, algebraic, variational approaches. It has been published in French only.

⁹⁶ Let us assume, that a set of points originates from a curve of polynomial degree r or higher. De Casteljau then calls r the degree of restitution the smallest degree of an interpolant C , such that this interpolant reproduces the original curve (by its given point set). This interpolant can easily be found by Lagrange interpolation. If r equals one, the interpolant and therefore the 'curve' is a line. Instead, the degree of restitution for a spline of piecewise degree n is n . The details are described in *Formes à Pôles* (1985), more subtly in *Le Lissage* (1990) or in Ramshaw's course notes (1991). An overview is also given by Müller (2024) in this special issue.

able to ignore my efforts, he added: “Plus a hundred Francs, because you have worked well!” That year, our CEO had insisted that raises would be made on merit in order to explain their greater disparity.

Several leaders from companies in *Franche-Comté* later told me the reasons for our management’s attitude. At least four times, I heard: “To succeed at Peugeot, you have to be *Centralien*, *Franc-Comtois* and Protestant!” (“and” not “or”).⁹⁷

However, I was told that access to the computers was no longer forbidden, making it official that until then it had been forbidden!!! The CAD system was protected by coded locks; I did not have the key.

The quaternions

The [polar] forms, informatics and all the informal formalisms were beginning to make me nauseous. If our management didn’t care, why should I? Once again, we were going to wait for my theses to be applied elsewhere before recognising their merits and using them...! It was no longer prudence, nor obstinacy, but blindness. If the money, swallowed by Raymond Barre in the Romanian mirages, in the country of Dracula, had been devoted to the development, in due time, of CAD and Robotics, we could probably have made our investment profitable, by marketing our know-how...! Instead of that...! Crash...!

So, as a challenge, exclusively using my personal computer at home, which legally, assured me the full property, I started to study quaternions from a purely arithmetical point of view! A finding was bothering me, and an idea seemed so simple and obvious that I was convinced that it must have already been explored, and that it could not have succeeded without anyone knowing. So I had to look elsewhere, while I checked that all other directions led to dead ends. At the time, I was unaware that Minkowsky had explored this path; fortunately for me, I only found out later. Indeed, Minkowsky accepted negative matrices, performing space reversals, for which the notion of differential continuity cannot exist; and as a corollary, he accepted negative squares (see his $ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2$).

By refusing, a priori, these aberrant elements, it was possible for me to prove a superb theorem, which the existence of negative terms would have made false! If I had started by following Minkowsky’s path, I would not have been able to highlight this detail. Here again, my approach clarified and simplified certain obscure passages.

To conclude, I was able to show, from a formal point of view, that, presented from a differential viewpoint, this theorem represented Maxwell’s equations, as relativistically presented by Lorentz! This opened the way to further research on the generalisation of the theory of functions of the complex variable, applied to the conformal transformation in E^3 or E^4 . All at once, one understood the reasons for the failure of the previous attempts. Let us simply say that the non-existence theorems, proved for one function, do not apply to the differential domain, defined by a group of several functions. After the non-success of functions with a hypercomplex variable, due to non-commutativity, it was necessary to find a way around the obstacle. In spite of these promising results, I did not push my investigations in this field any further, and this is very regrettable. Since then, it seemed to me that this kind of research should serve as a crowning achievement to a study of Metric Geometry.

The quaternion adventure was just as fertile in memorable anecdotes, as the polar forms, the cams, or the generalised poles, and sometimes even more crisp! As long as I forgot about CAD, it didn’t bother anyone, and I didn’t even have the slightest thought of the kind: “What can this be used for?” The answer was all ready: “Nothing!” My friend was well aware of this fact, when one day he entered my office waddling from one foot to the other. I felt that he had something to tell me, but he didn’t dare to say it. I invited him to do so, only to be told, “Well, there you go! The Americans say that, in order to carry out the calculations of Robotics, nothing beats the use of Quaternions. Nobody knows what they are!... Not even the Polytechnicians. Could you give us a briefing on the subject?” I almost burst out laughing. For six months now, as a provocation, I had been trying to work on something completely useless and “unprofitable” and this is now the needed technique!

“No more than an hour, right!” the whizz-kid shouted at me, as he had his secretariat schedule a session. My audience, made up of Heads of Department, Peugeot or Citroën, and the most brilliant Polytechnicians, listened to my explanations, and with the questions, which crackled, made the session last for three hours!

I undertook to write a more substantial work than the little booklet that summarised my six months of work. A Polytechnician, in charge of clearing up the inconsistencies, distributed it, after having only completed it with a bibliography, and had it typed.

Now that this work was officialized with delay, I felt it was prudent to take some precautions. The most basic one was to ask the Documentation Service what could be found on the subject. After patiently spelling out the words ‘Quaternions’ and ‘Hamilton’, which she was hearing for the first time, our documentalist questioned, with equal failure, the technical bookshops, SVP,⁹⁸ and the AFRI (*Association Française de Robotique Industrielle*). In the latter, she thought she would find a competent person. Having started her investigations early in the morning, she had at the end of the line, in the early evening, the director of the AFRI in person, from whom she could learn the usefulness of quaternions in Robotics. When, six months later, a correspondent wanted to go into the question of quaternions in greater depth, ‘AFRI’ replied: ‘Oh, we won’t do this to ourselves twice! There is a guy at Citroën who knows them well, a certain de Casteljou, but we would like to warn you that he is not easily accessible!’

When my manuscript seemed to be sufficiently fleshed out, I presented it to my publisher, who without hesitation said: “I’ll take it!” Had he not spoken too quickly? Eight days later, a university professor, the chair of his reading committee, and the Director of the Robotics Section of his publishing house were gathered in his office, each hiding at first behind a paravent of modesty and admitting

⁹⁷ The roots of the Peugeot family lie in *Franche-Comté*, they are of Protestant religion, and several family figures studied at the *École Centrale de Paris* (e.g. Jules, Armand, Robert).

⁹⁸ SVP is a French B2B expert service and information broker. It associates with the abbreviation of *s’il vous plaît*: ‘please’.

their lack of competence. In fact, no one at AFRI or SVP knew more about quaternions than the three lines in the dictionary. The Head of the Robotics branch spoke up: “Oh me! My mathematical literacy stops at the level of the *License!*”⁹⁹ Realising that I would not get another word out of him, I turned to the visibly disturbed professor: “You take responsibility for this, don’t you?”, which he repeated vigorously. This reaction said more than all the speeches. The illusion that I had cherished for a moment, of hearing: “It’s really not bad, your thing” collapsed in an instant. A few material details remained to be settled. Never before had *Éditions Hermès*, specialised in technical or even practical books, ventured into the purely scientific field with so many mathematical symbols. I had to explain the meaning of the word “Nabla”, which is better known in Great Britain than in France, where symbolic calculation remains unknown. The publisher thought it was a good idea not to go into scientific publishing on a single work, and accepted another one, by a very established author. Then I found myself in front of the master typographer, who had disturbed himself to tell me that I was using signs that were not among the 5,000 symbols used in printing! They had to be specially cast. And yet there were the symbols of the card games, hearts or clubs, as well as the cabalistic signs of astrology, the Genii or Jupiter! But the little five-pointed star symbol distinguishing the quaternion from the antiquaternion was not there, nor were a few others.¹⁰⁰

What I had just done was double or nothing! I didn’t need quaternions for my reputation. I was taking a risk with them. Finally, the sale of the book, in the absence of quantity, was honoured by quality. The buyers, few in number, were recruited amongst university professors, and this flattered the pride of my publisher, without contributing much to filling his pocketbook. It allowed him to widen his audience towards scientific horizons.

Having written this book, using personal means, there was none of this that belonged to Peugeot, who had not asked me for anything, except afterwards. It was therefore in a private capacity that I presented a copy of my text to the Seymour Cray France Competition. I knew that the President of the Jury, Mr Aigrain, former Minister of Scientific Research, was above all an Atomist; therefore a study on Quaternions would attract his attention.¹⁰¹ This gave me some chances, even if the subject was a little different from the themes proposed for the Competition. However, Peugeot was a customer of Cray computers, and they made the acceptance of my application conditional on written authorisation from my directors, who once again could thus recover my work. However, one of the directors, well aware of the depth of my thoughts, reassured me: “We don’t want to rob you!” When the results were due to be announced, several independent sources told me that I was to receive the first prize. This meant that I would be reimbursed for the purchase of my computer, which I was already thinking of replacing with a more powerful one. However, a short sentence uttered by an engineer from Peugeot bothered me a little, when he announced me the first place – adding: “This will allow us to renegotiate the contract with Cray!” The official award ceremony was postponed for three months, and it was then that I received the fifth prize: “Special Jury Prize” and a sum of money, which did not even cover half the price of my computer. Let’s skip the details and confidences that I was given: people always feel the need to explain options that their conscience does not unreservedly approve. My revered boss became a member of the Jury the following year. And it was he himself who insisted on pointing out to me the ‘merit’ of the winners of this new competition: a ‘first prize out-of-competition’ awarded to his former colleague and fellow student, and another ‘first prize’ of the same amount to the thesis supervisor of his daughter. Why did he insist on justifying these choices to me, when I didn’t ask him anything? A candidate from my year, a candid Normalien, then came to me and said: “I hear it’s a prize reserved for Cray’s clients!” He had been predicted a prize the previous year, and he had got nothing! What candour, after all!

On the subject of the Quaternions, I would like to warmly thank the Peugeot-Citroën company, which enabled me to obtain a particularly exceptional concentration of mind! In the new building, they had allocated me a fairly large office, with opaque partitions, generally reserved for several occupants, but where, despite the regulations, I was alone!

This contrasted with the two previous offices, and even more so with the next one: a cramped and dark square with partial glass partitions, which allowed me to record and learn by heart the numbers of all kinds of machines used throughout the factory, whose references were phoned in all day long to the neighbouring office; an atmosphere particularly conducive to reflection, when on the other side a corridor allows the perpetual passers-by to verify that you are still trying to concentrate. Then I was transferred to Vélizy¹⁰² in a collective office of about fifty people, arranged according to the latest American standards! This gregarious aspect reminds you at all times that all individuals are equal in law, according to and by virtue of the generous democratic principles of the Republic, unless they are the Republican principles of democracy! In the surroundings, the background noise of so many conversations was such that it was rigorously impossible to be distracted by any one of them, amidst the crackling of all kinds of printers and the various and tainted telephone calls.

⁹⁹ The French higher education in that time knew two main degrees, the shorter *License* and the longer *Maîtrise*. The Bologna reforms introduced Bachelor and Master, yet the equivalent to the Bachelor is still called *License* so that it cannot be confused with the school’s *Baccalauréat*.

¹⁰⁰ In his book *Les Quaternions*, de Casteljaou introduces a matrix quaternion q and its antiquaternion q^* with a commutative quaternion product $qq^* = q^*q$. The antiquaternion is neither identical with the inverse nor with the conjugate quaternion.

¹⁰¹ Pierre Aigrain (1924-2002) had studied at *École Navale*, held a Master’s degree from Carnegie Mellon, and finished his PhD at Paris University. He co-founded a research lab on solid state physics at the *École Normale Supérieure*, and was a promoter of Pierre-Gilles de Gennes (cf. footnote 35) who prepared his thesis in the lab. He also worked with Jacques Friedel, co-author of de Casteljaou’s very first publication (de Faget de Casteljaou and Friedel, 1956). Aigrain made a career in academia as well as in research politics, where he was member of the French research committee DGRST and later became Secretary of State under Raymond Barre (cf. footnote 85) responsible for Scientific Research. Since 1988, he was member of the *Académie de Sciences*.

¹⁰² Vélizy, some 20 km outside Paris, had hosted Citroën’s technical design centre since the end of the 1960s. After the takeover by Peugeot, more and more departments moved into the newly erected buildings, including the *Direction Systèmes d’Information* (DSI), but also the commercial divisions. The former Citroën buildings at *Quai de Javel* in Paris were closed in 1975, the production was moved to a newer factory in Aulnay-sous-Bois. The Javel site turned into the *Parc André Citroën*, which was opened to the public in 1992.

It was in this atmosphere, particularly conducive to meditation, that I set in motion my first reflections on Metric Geometry. There is no doubt that René Descartes' attempt to lay the foundations of Analytical Geometry ended in a flagrant failure! He thought to oppose the treatises on Perspective, or on Projective Geometry, according to the thinking of Desargues; not to mention the odious attitude of the former towards the latter, Analytical Geometry ended in an apotheosis of Projective Geometry: this is the conclusion that must be drawn after Cayley's work on invariants. Analytical Geometry raises the notion of algebraic degree to the level of a dogma. If Descartes had possessed enough genius, he would have quickly realised that his undertaking would very quickly favour the alignment of points, the convergence of lines or other points of the same conic; all this belongs to Projective Geometry. Analytical Geometry had to deal with the graphical representation of the paradoxes of Algebra, mainly the problems of degeneration of curves, a property which recognises that a curve of degree $m + n$ is the juxtaposition of a curve of degree n with another of degree m . This is not Geometry!

In Physics or Mechanics, one seeks to describe the relative situation between elements, mutual distances, or angles, and Descartes was aware of this. In his mind, his calculations would define the ideal shape of lenses, to favour the boom of Optics, which the Dutch were in the process of developing.

As always, your thinking immediately turns to endless complications, when the solution is precisely to get rid of the coating that surrounds the jewel. Already with the poles, or the quaternions, it was necessary to highlight the essential detail!

What does nature teach us? Our vision is binocular, which should value the bipolar coordinates, as well as the notion of proximity. For a long time, people were ecstatic in front of the geometric regularity of the wax combs constructed by bees, with their hexagonal symmetry. No wonder! The vision of these insects is carried out as if through a kaleidoscope, using the facets of their eyes! What would have been particularly surprising would have been to see them constructing checkerboards!

The study of bipolar coordinates is not new, but the books say little about it! At the very most, a brief notice at the end of a chapter, written in small print, strongly advises against their use; unless you want to complicate your life unnecessarily! Dead end! As usual, for several months I found myself like Buridan's ass,¹⁰³ which I have never ceased to be, not knowing how to choose between orthogonal circle bundles or homofocal conic systems, the latter having the advantage of being able to be generalised in E^3 ...! However, the answer was there, however, screaming, so blindingly obvious that one did not even realise it! There was a kind of metric duality here, which imposed the simultaneous choice of both at the same time!

The result was a geometrical figure of such admirable aesthetics that it would be immediately deflowered as soon as a line was missing or one more was added. Having had to undergo surgery in early 1996, I sent a canvas of 80 pages to the University of Brunswick, who seemed to be the only ones to pay any attention to it.

This was just in case I would have been unable to regain the level of concentration that is essential to pursue this research. It is therefore more of an enumeration of properties written in a telegraphic style, difficult to follow, rather than a satisfactory writing.

It starts with the simplest curves, from the metric point of view – the straight line, the circle, the focal properties of conics, the di-ametrical Strophoid, the Cartesian Ovals – to continue with the intersecting forms of aplanatic conjugate mirrors, already considered by Schwarzschild, but I believe with a differential definition. It would have been desirable to add the conformal transformations, linked to the properties of the Quaternions, which I sensed were, at least, confined to the differential domain, as it has been shown that there can be no integral forms of them: this was the unavowed objective of my research.

But let us return to Vélizy! It is difficult for me to put myself in the shoes of the managers of Peugeot or Citroën. It is understandable that they are sufficiently busy with current problems, and that it is already difficult to find the time necessary to apply the improvements developed in the laboratory. This may explain why progress is made in successive stages, carried out in turn by competing companies, to resemble a tennis match, where the essential problem is to catch the ball. In spite of this, the Management could have provided a better welcome to the generalised poles. As for the Peugeot technicians, they spoke of "*formes à poils*" [hairy shapes], while those of Citroën sought to tone down into "*formes à Paul*" [Paul's shapes].

Not only had I totally given up hope of taking part in the discussions concerning CAD, but I had also given up all claims concerning it, contenting myself with answering the questions that could be put to me. It was out of disgust that I tried to escape from this cesspool, to occupy myself with thoughts far removed from automotive concerns.

The trolls

So the bristly hairs on my surfaces emitted Saint Elmo fires, quite easily, and I became quite difficult to approach, when I sensed that my interlocutor had no other aim than to make me mad! For example, by coming to talk to me about hairy surfaces.

When an employee of the Rennes factory phoned me to tell me about the University of Oslo, I wondered what kind of trick was being played on me. I began to procrastinate. What else did they want from me? Well, he really was the brother of Mrs Tom Lyche. It took Tom Lyche a lot of convincing to get me on the plane to Oslo.¹⁰⁴ I only have to mention that my identity card dated back to 1948, and having lost it, it was a mixed identity and large family card dating from 1942, which I presented to the Town Hall for renewal! Persuading them that it was the truth was quite epic.

¹⁰³ Buridan's ass is a paradox whereby a hungry and thirsty donkey, placed between a bundle of hay and a pail of water, would die of hunger and thirst because there was no reason for him to choose one resource over the other. It is said to have been constructed by the French philosopher Jean Buridan (c.1295–c.1358), who studied under William of Ockham (excerpt from Knowles, 2000).

¹⁰⁴ De Casteljou was invited to the conference on "Curves, Surfaces, CAGD, and Image Processing" in Biri, Norway, which was held in the week of June 20-25, 1991. His French presentation resulted in de Casteljou's first conference publication (1992).

It was as if an evil genius was working on me to make me lose all countenance. This, down to those small details of life, which everyone laughs about, except the one to whom it happened. No one wanted to take the risk of translating me, fearing a catastrophe, so as not to be held responsible for it! And so, for the first time, I acquired the right to express myself in French, a privilege that was later extended to the writings of the conference proceedings, subsequently published in the U.S.A.¹⁰⁵

The previous presentations had made me understand, above all, not to reel off for the fifteenth time the algorithm defining the generalised poles, as I had planned. Even worse, I had never had the opportunity to use transparencies (I swear!) Tom Lyche managed to get them for me the day before, with the necessary markers. I stripped my presentation down to its skeleton, so as to put the emphasis on the claims about my originality! The rest they knew by heart, and had just been repeated to them, as if by a prayer wheel.

The chapter of split pants, however “wrinkle-free, special travel”, or of undesirable digestions, seemed closed to me, when at sunset – late in these regions at the summer solstice – a magnificent rainbow of such beauty as one seldom sees, shone in the sky.¹⁰⁶

No one would have dared to bet a single kopek on me; Tom Lyche’s concern was painful to see. He had spent his time looking for a translator, trying to decide whether it would be better to choose one in the language of departure or in that of arrival; and the last to be found, an American, had promptly found a mad desire to visit the fjords!

With slow gestures, I took out of his briefcase the famous ‘Flying Saucer’, “The suitcase is English, but its content is French!” Then evoking the Blossoming: “You all know this flower, lovingly cultivated in the gardens of California; we will now see this flower, in its wild state in nature, moreover in danger of extinction!” And finally, I limited myself to showing the transition between an interpolation and a smoothing, thanks to the subtle play of the degree of restitution, which, associated with the algebraic degree and the degree of continuity, constituted the characteristic of any algebraic approximation of an arc.

Comparing the happy face of the French, the laughing mouth up to the ears and the slightly frowning face of our American friends, I knew that I had exceeded the wildest expectations, which was amply confirmed by various comments at the exit. I had indeed become the “Professor of Professors”, for one time only! The following month, during a mini-congress in the U.S.A., the specialists scrutinised my presentation. This warranted a superb report, only two months after Biri(!) with a whole page of dedication, written jointly by two researchers, all written in French, a language that neither of them had any practice in!¹⁰⁷

These unforgettable moments are engraved in the memory with all the precise details, alongside the first *colle* of Pham Tinh Quat, or the machining of the first pole form. However, after a few moments’ reflection, one realises to have come so close to the abyss that there was no longer the thickness of a sheet of cigarette paper, as a safety gap; it feels, as if guided by some invisible thread, whose subtle presence we sense, and which we only have to follow. What I have done in my career, I had to do, without ever having really prepared it in advance. No, it is not at all what your entourage imagines, who tended to equate your success with luck, particularly insolent with a game of chance!

Shoo!

A superb drakkar of honour,¹⁰⁸ crafted by a pewter goldsmith’s work, was there to witness the distinction I had been awarded in Norway. What a welcome Citroën would give me, who had paid for this trip, while also fearing that my inexperience could be the cause of some mishaps. I couldn’t get the idea out of my mind that they were going to take advantage of it to get rid of me. This became a reality within the first few moments of my return: A man from the Personnel Department wanted to meet me. He then asked me to claim my pension rights. The inscriptions in runic characters, but in French, on the drakkar, disarmed him; my interlocutor, a former Citroën employee, did not insist! A few years earlier, I had already been trained to resist these attempts at forced persuasion. Having had to undergo six three-hour sessions, which were very hard on my morale, I had only arrived at a state of calmest sea after having said “I am willing to sign, but on the condition that someone wants to tell me what I am accused of!” The only thing that came to my mind at that time had nothing to do with my work, and concerned a decision of the town where I lived, which I had not managed to reverse. It had nothing to do with Citroën’s car business, and at most concerned the comfort of its management.

Every morning, before a new assault, my ‘boss’ called me into his office for an hour, and again in the afternoon, to mine for a good quarter of an hour. The donkey would simply swing his head, which would cause his ears to twitch. Let there be no mistake about it, when a donkey dedicates his “eeyore!” to you, it is the man that he is addressing by telling you what he thinks of you. “Ah, how stupid he is! Like a human!” However, the tally-ho, the end of the hunt, was approaching. So I was dismissed by an individual, hired for this role, who knew it was him or me. In exchange for the bonus, I had to sign a document that waived my right to bring

¹⁰⁵ De Casteljaou’s conference papers (1994, 1995, 1997), as well as the ones published after this autobiography (2000, 2001a, 2001b), were all published in French, partly as a copy of his handwritten manuscript. His first contribution in Biri (1992) was translated by Hans-Peter Seidel, a subsequent article on the history of CAD (1993) was translated by Michel Menard and Jack Gregory, whilst the translator of his Dagstuhl presentation (1998) remains unknown.

¹⁰⁶ Unfortunately, his suit trousers tore, but could be temporarily sewn up. Tom Lyche adds (personal communication, February 2023): “On Midsummer day evening June 23 we had rented *Skibladner*, the world’s oldest paddle steamer to see bonfires in the evening. However it was foggy so we did not see a thing.” He also recalls that de Casteljaou did not feel too well.

¹⁰⁷ SIGGRAPH 1991 was held in Las Vegas 18 July - 2 August 1991, where Hans-Peter Seidel organized a course on ‘Blossoming - The New Polar-Form Approach to Spline Curves and Surfaces’, together with Phillip Barry, Ron Goldman, and Lyle Ramshaw. Afterwards, Ramshaw and Seidel sent a copy of the course notes together with a dedication in French to de Casteljaou, “*une expression modeste de notre estime pour l’homme qui a introduit les formes polaires à CAGD*” – “a modest expression of esteem to the man who introduced polar forms to CAGD”.

¹⁰⁸ A drakkar is a Viking longship. Its data set was subject to a contest at the Biri conference, as Tom Lyche mentioned in a personal communication to the annotating author in February 2023.

the ‘dispute’ before an authorised court. Not being much of a litigator, this seemed an unnecessary precaution, but it convinced me that they were not quite sure of their right!

Free!

From then on, my situation was free of all constraints. Retirement finally allows you to work, with no targets to meet, no deadlines to satisfy the whims of a captain of industry. No school imposed its directives on me, and especially not the programs drawn up by a ministry. In return, I made sure to bring a touch of originality to my active participation in CAD, CAGD or other Geometric Modelling conferences. What the participants expect is not the seventh presentation of a well-known algorithm, nor the third variant of a solution method, if none of them brings decisive elements.

Industrial experience quickly taught me that mathematical culture is measured, above all, by the quality of the workpiece being machined. If people start saying about you: “He’s a scientist!”, don’t take any pride in it. It is high time for you to provide material proof of your practical efficiency. It is up to you to make the effort to adapt to the language of the practitioner, and not the other way round, when he talks to you about radii (arcs of a circle), double slope straight lines or an egg-shaped (spherical) cutter.¹⁰⁹ Mathematical culture allows you to dismiss anyone who pretends to dazzle you with his knowledge of elliptic functions, tensors, the Banach-Tarski-Robinson theorem, or Stieltjes integrals, as long as he does not bring tangible proof of their effectiveness in a practical implementation.

The adventure of the cam is an example of the reflections that can inspire a streamlining of a profile. The failure of orthogonal functions stems from the fact that smoothing in mathematics is seen as minimising the squared errors of a function with its approximation. This results in the Gibbs phenomenon. In physics, a distinction is made between the variables of voltage and current, and there is a perpetual exchange of energy between the potential energy of one and the kinetic energy of the other. A satisfactory smoothing requires the simultaneous regularisation of the function and its derivative. The analysis I gave in Ulvik (Norway) indicates a solution.¹¹⁰ The metric duality, which associates the point and tangential viewpoints, is in the domain of Metric Geometry.

No one in 1958 could have foreseen that one day mathematicians would be looking for the equation of an artistic or aesthetic form. Until then, they limited themselves to drawing the curves representing the equations, while being fascinated, above all, by the singularities. Now the singularity has become an obstacle. Without the insistence of Monsieur de la Boixière, and my reluctance to leave Citroën without having been able to offer them a tangible solution, what would have been the history of CAD?

To conclude, I would like to quote Mr de la Boixière’s aphorism: “Flattery makes you drowsy, hostility makes you stronger, but there is nothing worse than indifference.”

Congresses	Biri (Norway)	1991	Degree of Restitution and Characteristics
	Oberwolfach (D)	1992	Logic of the Parameter
	Chamonix (F)	1993	Focal Splines
	Ulvik (N)	1994	Aesthetic Curves and Profiles versus Orthogonal Function (Real Life Story)
	Schloß Dagstuhl	1996	Point Ω : Projective Intersection of Two Conics
	Chamonix (F)	1996	Machining Tolerance
Books	Formes à pôles	1985	
	Les Quaternions	1987	
	Le Lissage	1990	
Unpublished Studies ¹¹¹	Euclid’s algorithm in several variables (Arithmetics)		
	Numbers, consisting of very small prime factors: (Musical) Scales		
	Metric Geometry: A definition attempt		

7. Post scriptum (translation)

End of March 1997

This is the story of my adventure, necessarily incomplete and seen through the distorting prism of my sensitivity. Often, I hesitated between an easy-to-use all-purpose word (e.g.: “*chose*” [thing], “*faire*” [to do]...) and an accurate word, of uncommon use, with the same concern about the idioms that can cause difficulties to a translator.

¹⁰⁹ De Casteljaou mentioned further expressions (personal communication to the author, December 2001): *On vous parle de “rayons” (cercles), chamfreins (angle abattu), de “droite en double pente” (non parallèle à un projection principale), d’anse de panier (ellipse en arcs de cercles), d’angle dépouille (pour que ça démoule), de fraisage “en avalant” ou on vous dit “ça file” (il n’a pas de bosse ou de plat)*: They talk to you about “radii” (circles), chamfers (flattened angle), “double slope straight line” (not parallel to a main projection), basket handle (ellipse in arcs of circles), draft angle (so that it comes out of the mould), “swallowing” milling or they tell you “it works” (it doesn’t have a hump or a flat).

¹¹⁰ The Ulvik presentation reviews the mathematical details of the cam design mentioned in the section *A New Eye* of this autobiography (de Faget de Casteljaou, 1995).

¹¹¹ Unpublished until 1997, when de Casteljaou compiled the list.

Table 1
Timeline, as assumed by the translating author.

Section	Time	Event
The Roots	1930-1946	Seven years at school after 1939
The Student	1949-1951	Two years preparatory courses
The Normalien	1951-1958	Four years ENS, three years military service
A Corsair	1958	Start on April 1
Utopia	1958-1961	First machined part (Poitou, 1989)
The Bodywork	1962	Flying Saucer (de Faget de Casteljau, 1992)
A New Eye	1962	DS 21
The Design	mid-1960s	Strike of wood modelers
“Attention!”	early 1970s	Peugeot takeover
The Lion	1975-1979	Boehm discovery, pentecost reference
The Roar!	early 1980s	Turbine blade (de Faget de Casteljau, 1992)
A Glimmer	1980-1981	Late Barre presidency
The Quake	1981	Chausson restructured towards MCA
Normalisation	1982-1985	Manuscript and first book (de Faget de Casteljau, 1985)
To Merit!	1985	CEO manager of the year
The Quaternions	1981-1987	Manuscript and second book (de Casteljau, 1987)
The Trolls	1991	Biri conference (de Faget de Casteljau, 1992)
Shoo!	1991-1992	Oberwolfach; 40 years of social security contribution
Free!	1994	Ulvik

Should I make the text lively, or limit myself to the dryness of an enumeration? By opting for the first solution, the longer the text, the more credible it is. In spite of a fertile imagination, there are details that cannot be invented! Having had the opportunity to recount certain episodes to a science journalist, he kept whispering “I can’t write that!”

So when I quote a proper name in plain language, it is more to pay him a deserved tribute, even and especially if my critics do not spare him!¹¹²

Is it necessary to add, that I do not wish in any way that a premature dissemination, especially in French, could provoke malicious reactions from people who may feel defamed. As far as possible, overly political (hum!), philosophical, or religious issues have been excluded, as have certain matters of big money (hum!) or family.

For a long time, I had been thinking of writing an outline of my memoirs, which could have served as a basis for more elaborate essays later on. Your letter came at the right moment to remind me of this, which made me decide to start working on it, longer than I had imagined.

This text is still much more than a CV and I hope that its length will not wear on your patience, and that it will give you complete satisfaction.

CRediT authorship contribution statement

Andreas Müller: Writing – original draft, Writing – review & editing, Investigation, Methodology.

Declaration of competing interest

The author declares that he has no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Appendix A. Supplementary material

Supplementary material related to this article can be found online at <https://doi.org/10.1016/j.cagd.2024.102278>.

References

- Boehm, W., 1993. An affine representation of de Casteljau's and de Boor's rational algorithms. *Comput. Aided Geom. Des.* 10, 175–180.
- Bouffard-Vercelli, R., 1971–1975. Courbes à pôles. In: *Encyclopédie des Métiers* (1971–1975), vol. I, pp. 257–259.
- Bourdieu, P., 1981. Epreuve scolaire et consécration sociale. *Actes Rech. Sci. Soc.* 39, 3–70.
- Bouzit, J., 1951. Méthodes générales de Calcul des harmoniques d'une fonction périodique. Application à l'analyse harmonique des mouvements commandés par certaines cames. In: SIA (Ed.), *Conférence SIA et Centre de Documentation Universitaire*. Paris.
- Clynes, T., 2016. Where Nobel winners get their start. *Nature* 538, 152.
- de Faget de Casteljau, P., Friedel, J., 1956. Étude de la résistivité et du pouvoir thermoélectrique des impuretés dissoutes dans les métaux nobles. *J. Phys. Radium* 17, 27–32.

¹¹² Due to the intention of Paul de Casteljau, these annotations do not disclose the real names of involved persons either, although partly known to the translator. However, the reader will find a timeline with references to the assumed years for each section, see Table 1.

- de Casteljau, P., 1959. Enveloppe Soleau 40.040. Document no P 2108, registered at INPI Paris. Written in the department *Outillage Méthodes Calcul* at S.A. André Citroën.
- de Casteljau, P., 1963. Courbes et Surfaces à Pôles. Document no P.4147, registered with the bailiff. Written in the department *Outillage Méthodes Calcul* at S.A. André Citroën.
- de Faget de Casteljau, P., 1983. Formes à Pôles: Courbes et Surfaces à Pôles. Manuscript of 34 pages. Possibly submitted to the Académie des Sciences.
- de Faget de Casteljau, P., 1985. Formes à Pôles. *Mathématiques et CAO*, vol. 2. Hermès, Paris.
- de Faget de Casteljau, P., 1986. Shape Mathematics and CAD. *Mathematics*, vol. 2. Kogan Page, London.
- de Casteljau, P., 1987. Les Quaternions, *Traité des Nouvelles Technologies, Série Mathématiques appliquées*. Hermès, Paris.
- de Faget de Casteljau, P., 1990. Le Lissage. *Traité des Nouvelles Technologies, Série Mathématiques appliquées*. Hermès, Paris.
- de Faget de Casteljau, P., 1992. POLynomials, POLar forms, and InterPOLation. In: Lyche, T., Schumaker, L.L. (Eds.), *Mathematical Methods in Computer Aided Geometric Design II*. Academic Press Professional Inc., pp. 57–68. Translated by Hans-Peter Seidel.
- de Casteljau, P., 1993. Polar forms for curve and surface modeling as used at Citroën. In: Piegls, L. (Ed.), *Fundamental Developments of Computer-Aided Geometric Modeling*. Academic Press, pp. 1–12.
- de Faget de Casteljau, P., 1994. Splines Focales. In: Laurent, P., le Méhauté, A., Schumaker, L. (Eds.), *Curves and Surfaces in Computer Aided Geometric Design II*. AK Peters, pp. 91–103.
- de Faget de Casteljau, P., 1995. Courbes et Profils Esthétiques contre Fonctions Orthogonales (Histoire Vécue). In: Dæhlen, M., Lyche, T., Schumaker, L.L. (Eds.), *Mathematical Methods for Curves and Surfaces*. Vanderbilt University Press, pp. 73–82.
- de Faget de Casteljau, P., 1997. La Tolérance d'Usinage chez Citroën dans les Années (19)60. In: le Méhauté, A., Schumaker, L.L., Rabut, C. (Eds.), *Curves and Surfaces with Applications in CAGD*. Vanderbilt University Press, pp. 69–76.
- de Casteljau, P., 1998. Intersection methods of convergence. In: Farin, G., Bieri, H., Brunnett, G., De Rose, T. (Eds.), *Geometric Modelling*. Springer Vienna, Vienna, pp. 77–80.
- de Faget de Casteljau, P., 1999. De Casteljau's autobiography: my time at Citroën. *Comput. Aided Geom. Des.* 16, 583–586. [https://doi.org/10.1016/S0167-8396\(99\)00024-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8396(99)00024-2). Translation based on Müller and Schultze (1995).
- de Faget de Casteljau, P., 2000. Intersections et Convergence. In: Laurent, P., Sablonnière, P., Schumaker, L.L. (Eds.), *Curve and Surface Design: Saint-Malo 99*. Vanderbilt University Press, pp. 9–15.
- de Faget de Casteljau, P., 2001a. Au dela du Nombre d'Or. *Rev. Int. CFAO Inf. Graph.* 16, 19–31.
- de Faget de Casteljau, P., 2001b. Fantastique strophoïde rectangle. *Rev. Int. CFAO Inf. Graph.* 16, 357–370.
- Encyclopédie des Métiers (Ed.), 1971–1975. *La Carrosserie*, vol. I. Librairie du Compagnonnage, Paris, pp. 1971–1975.
- Faux, I., Pratt, M., 1979. *Computational Geometry for Design and Manufacture*. Halsted Press, Chichester.
- Fowler, A.H., Wilson, C.W., 1966. Cubic Spline, a Curve Fitting Routine. AEC Research and Development Report Y-1400. Union Carbide Co.: Nuclear Division, Oak Ridge, TN. <https://www.osti.gov/servlets/purl/4524486>.
- Haase, J., 1870. Zur Theorie der ebenen Curven n-ter Ordnung mit $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ Doppel- und Rückkehrpunkten. *Math. Ann.* 2, 515–548.
- Knowles, E. (Ed.), 2000. *The Oxford Dictionary of Phrase and Fable*. Oxford University Press, Oxford, New York.
- Krautter, J., Parizot, S., 1971. Système d'aide à la définition et à l'usinage de surfaces de carrosserie (SADUSCA). *Ing. Automob.* 44, 581–587.
- Lambrou, S., 2016. Olcit ou la Citroën fabriquée en Olténie. https://www.rri.ro/fr_fr/olcit_ou_la_citroen_fabriquee_en_oltenie-2542099. (Accessed 4 May 2023).
- Langins, J., 1980. Sur la première organisation de l'Ecole polytechnique. Texte de l'arrêt du 6 frimaire an III. *Rev. Hist. Sci.* XXXIII, 289–313.
- Laurent, P.-J., Sablonnière, P., 2001. Pierre Bézier: an engineer and a mathematician. *Comput. Aided Geom. Des.* 18, 609–617. [https://doi.org/10.1016/S0167-8396\(01\)00056-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8396(01)00056-5).
- Müller, A., 1995. *Neuere Gedanken des Monsieur Paul de Faget de Casteljau*. Diploma thesis. TU Braunschweig.
- Müller, A., 2024. A Tour d'Horizon of de Casteljau's Work. *Comput. Aided Geom. Des.* Submitted for publication.
- Müller, A., Schultze, P., 1995. Paul de Faget de Casteljau – Meine Zeit bei Citroën. Appendix B of Müller's Diploma Thesis. Translation of a French autobiographical text of 1992 into German.
- N.Y. Times, 1968. De Gaulle drives a pun into Citroën deal. *N.Y. Times*, 49–58.
- Norton, R.L., 2020. *Cam Design and Manufacturing Handbook*, 3 ed. Norton Associates LLC, Naples FL.
- Paraponaris, C., 2019. Vers une monopolisation de la conception industrielle. L'Exemple de la market place de Dassault Systèmes. In: 36ème Colloque INformatique des ORGANisations et Systèmes d'Information et de Decision. INFORSID, pp. 247–268.
- Parizot, S., 1971–1975. Application à l'étude et à la réalisation de la carrosserie de la Citroën GS. In: *Encyclopédie des Métiers (1971–1975)*. pp. 247–268.
- Plévert, L., 2011. *Pierre-Gilles de Gennes: A Life in Science*. World Scientific Publishing, Singapore.
- Poitou, J.-P., 1989. Trente ans de CAO en France ou les petits enfants de Gaspard Monge. Hermès, Paris.
- Porch, D., 2016. Breaking the Gustav line. *Q. J. Mil. Hist.* 28, 46–55.
- Pouget, J.-P., Levelut, A.-M., Sadoc, J.-F., 2019. André guinier: local order in condensed matter. *C. R. Phys.* 20, 725–745. *La science en mouvement 2: de 1940 aux premières années 1980 – Avancées en physique*.
- Ramshaw, L., 1987. Blossoming: A Connect-the-Dots Approach to Splines. Research Report #19. Digital Systems Research Center, Palo Alto.
- Ramshaw, L., 1989. Blossoms are polar forms. *Comput. Aided Geom. Des.* 6, 323–359.
- Ramshaw, L., 1991. The de Casteljau approach to quasi-interpolants. In: *Blossoming: The New Polar Form Approach to Spline Curves and Surfaces*, 18th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques: Las Vegas Convention Center. 28 July–2 August. In: *Course Notes: SIGGRAPH 1991*, vol. 26. ACM SIGGRAPH, pp. 6.1–6.22.
- Ross, D.T., 1978. Origins of the APT language for automatically programmed tools. *ACM SIGPLAN Not.* 13, 61–99.
- Sunergy, 2019. We celebrate our 50th anniversary! <https://www.sunergybattery.com/news/we-celebrate-our-50th-anniversary->.
- Xia, Z.C., Cao, J., 2019. Springback. In: *CIRP Encyclopedia of Production Engineering*, pp. 1133–1138.