



INSA LYON

Dossier de VAE

Ingénieur en Génie Electrique



INSA | INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
LYON

0

2023

Florian Abry
Version finale

Remerciements

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à mon directeur de mémoire, M. Xavier Brun, responsable des stages et des projets fin d'études ainsi que de l'option commande de convertisseur et de systèmes d'actionnement à l'INSA de Lyon, pour sa supervision éclairée, sa patience et son encadrement dans la réalisation de ce mémoire.

Je remercie également toute l'équipe du département de VAE pour l'aide administrative procurée. En particulier, je tiens à remercier le Mme. Claudine Gehin, Chargée de Mission VAE à l'INSA de Lyon, qui par ses conseils m'a permis d'attaquer cette VAE du bon pied.

Je remercie les membres du jury d'avoir accepté d'examiner ce mémoire :

- Lionel Petit, directeur de département GE à l'INSA Lyon ;
- Laurent Lebrun, directeur de la formation INSA ;
- Jean-Yves Gauthier, enseignant du département GE à l'INSA Lyon ;
- Claudine Gehin, Enseignante en formation continue ;
- Eric Bonin, Expert système chez Alstom Transport et ingénieur diplômé du département GE de l'INSA.
- Maxime Ladevez, Ingénieur chez Nidec-Leroy Somer et non diplômé du département GE de l'INSA.

Je remercie aussi M. Florian Seifriz, directeur des ventes chez dataTec et par ailleurs mon supérieur direct, pour son soutien tout au long de ma VAE.

Mes remerciements vont aussi à M. Benedikt Gerlicher, « Corporate Channel Manager » chez NI qui m'a aidé à accéder aux informations archivées sur les serveurs de NI et ainsi permis d'étayer ce mémoire d'exemples concrets.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues qui m'ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

Je tiens notamment à remercier le Jennifer Biscarat, examinatrice de brevet en génie des procédés à l'OEB, pour sa relecture régulière et ses retours pertinents tout au long de la rédaction.

Je remercie aussi mes proches qui ont corrigé ce mémoire : Arlette Félizat, Mélanie Abry et Maryse Gallay.

Je tiens enfin à remercier tous les groupes de musique dont les albums ont aidé à ma concentration et rendu cette rédaction possible : Sonja, Bâ'a, Lucifuge, Ketzer, Déluge, Midnight, Non Est Deus, Glaciation et les autres...

Table des matières

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Avant Propos | 4 |
| 2 | Introduction | 4 |
| 3 | Présentation du candidat | 5 |
| 3.1 | Motivation de la VAE | 5 |
| 3.2 | Parcours académique | 6 |
| 3.3 | Parcours professionnel | 7 |
| 3.4 | Compétences linguistiques et expérience internationale | 9 |
| 3.5 | Expérience personnelle | 11 |
| 3.6 | Synthèse de la présentation | 12 |
| 4 | Ingénieur d'Application chez NI : approche pluridisciplinaire du métier d'ingénieur. | 13 |
| 4.1 | NI, présentation de l'entreprise | 13 |
| 4.2 | Contexte : Ingénieur d'application | 14 |
| 4.3 | Exposition à de nombreuses disciplines du Génie Électrique | 14 |
| 4.4 | Se former et former les autres | 17 |
| 4.5 | Accompagnement à la transition du prototype à la Version finale pour Bühler AG | 21 |
| 4.6 | Troubleshooting d'un banc de test pour moteur pour TeamTechnik GmbH | 23 |
| 4.7 | Synthèse, Ingénieur d'Application | 26 |
| 5 | Ingénieur Commercial chez NI : développement de la compréhension du « business » de l'industrie. | 26 |
| 5.1 | Contexte : Ingénieur commercial | 26 |
| 5.2 | Approfondissement des connaissances en « business » de l'industrie | 29 |
| 5.3 | Accompagnement commercial de projet : cas pratique de l'université de Greifswald. | 34 |
| 5.4 | Synthèse de mon expérience en tant qu'Ingénieur commercial | 37 |
| 6 | Anticiper les évolutions technologiques chez dataTec. | 38 |
| 6.1 | DataTec : présentation de l'entreprise | 38 |
| 6.2 | Contexte : Directeur commercial | 39 |
| 6.3 | La Distribution : le développement de l'entreprise au service de sa survie | 41 |
| 6.4 | Directeur commercial d'un département naissant, un poste stratégique. | 43 |
| 6.5 | Synthèse d'expérience : directeur commercial | 46 |
| 7 | Bilan des compétences acquises | 47 |
| 7.1 | Introduction au bilan de compétences | 47 |
| 7.2 | La Matrice de compétences en sortie d'études | 49 |
| 7.3 | Détails de la matrice (études) | 50 |
| 7.4 | Matrice de compétences finale | 53 |

| | | |
|-----|----------------------------------|----|
| 7.5 | Détails de la matrice (finale) | 54 |
| 7.6 | Synthèse du bilan de compétences | 57 |
| 8 | Conclusion | 57 |

Table des illustrations

| | |
|---|----|
| Figure 1: QR code - https://vae.florianabry.me | 4 |
| Figure 2: Timeline du parcours et des expériences évoquées. | 12 |
| Figure 3: Schéma de principe du test vision..... | 25 |
| Figure 4: En vert mon territoire commercial, en jaune les territoires supplémentaires que j'ai dû gérer. | 30 |
| Figure 5: Organigramme simplifié de la structure commerciale de NI | 40 |

1 Avant Propos

Un mémoire de VAE compile beaucoup d'informations, de réalisations académiques et professionnelles. Ce devoir de compilation et d'exhaustivité peut rapidement amener les annexes à devenir longues de plusieurs centaines de pages, voire parfois de plusieurs milliers. Pour pallier à ce problème et garder un mémoire transportable et lisible, j'ai limité les annexes dites « papier ». Les annexes complètes incluant l'intégralité des documents cités (projets d'études, mémoires, fiches de poste originales en allemand, etc.) sont disponibles en ligne et navigables de manière interactives à l'adresse suivante :



Figure 1: QR code - <https://vae.florianabry.me>

J'ai profité des possibilités offertes par le media web pour enrichir certaines annexes de contenus multimédia, sinon impossible à retranscrire sur papier. Les pages ayant ce type de contenu sont signalées dans les annexes papier et sont listées sur la page d'accueil.

Les annexes papier sont disponibles dans un document séparé et sont téléchargeables au format PDF sur le site. Cependant, la navigation entre les annexes a été pensée de manière à pouvoir être faite uniquement en ligne, ce que je vous invite à faire. Si vous préférez malgré tout lire sur papier, un renvoi vers la page web via URL et QR code est disponible dans chacune des annexes ayant du contenu enrichi en ligne.

Notamment, à cause du contenu multimédia susmentionné, plusieurs outils ont été nécessaires à la rédaction de ce mémoire. Par souci de transparence et dans le cas où cela intéresserait un des jurés ou un futur étudiant, j'ai listé ces outils en Annexe 6.5.

2 Introduction

Le marché du travail pour les emplois techniques a beaucoup évolué ces dernières années. La « technologification » de la plupart des métiers, couplée à une croissance « infinie » nécessitant toujours plus d'ingénieurs et au départ à la retraite des « baby boomers » (difficilement remplaçables par une nouvelle génération déjà touchée par le déclin démographique), a extrêmement tendu le marché des emplois qualifiés. Parmi les domaines les plus touchés se trouvent le GE, l'informatique et la mécatronique. Ce besoin de recruter du personnel qualifié en nombre supérieur à celui disponible sur le marché de l'emploi a amené plusieurs entreprises à revoir à la baisse (voire à supprimer) la « barrière au diplôme » en place pour l'accession à certains postes, notamment ceux d'ingénieurs, chargés de projets et managers. Cependant, cette généralisation ne s'applique pas à toutes les entreprises et le diplôme est encore un critère non négociable de recrutement dans plusieurs d'entre elles.

Mes six ans d'études et douze ans d'expérience dans l'ingénierie sont encore insuffisants pour certaines entreprises du fait du manque d'un diplôme de « Master ». De plus, si la chambre des titres allemandes m'autorise à porter le titre d'ingénieur, ce n'est pas le cas en France. Je considère cependant mon expérience et mes études comme au moins équivalentes à celle d'un ingénieur à Bac+5. Je souhaite donc faire reconnaître mon profil comme celui d'un ingénieur GE à part entière.

Cette VAE a pour objectif de formaliser mon expérience dans le but de justifier du diplôme d'ingénieur GE de l'INSA.

Pour ce faire, je vais dans un premier temps me présenter et présenter mon parcours plus en détail. Je m'attarderai ensuite sur mon emploi au sein du département des ingénieurs d'application de NI, qui m'a permis de développer un profil d'ingénieur GE « généraliste » après mes études. J'étayerai mon propos de plusieurs exemples. Je continuerai en développant le travail que j'ai effectué au sein du département des ingénieurs commerciaux de NI où mon profil généraliste a été renforcé par une compréhension approfondie de l'application des savoirs développés précédemment. L'évolution vers des responsabilités de directeur commercial chez dataTec sera ensuite traitée. Nous verrons comment j'ai pu mettre mes compétences à profit pour monter un département et prendre des décisions stratégiques. Nous ferons enfin la synthèse de ces expériences sous forme d'un bilan de compétence dans le chapitre final de ce mémoire. Ce bilan de compétence aura pour but de faire le lien entre mon expérience et les compétences d'un ingénieur GE INSA et ainsi valider les acquis de mon expérience.

3 Présentation du candidat

3.1 Motivation de la VAE

La question du diplôme n'a pas été anodine au cours de ma scolarité et de ma carrière. Loin d'être un cancre, je n'ai jamais été brillant non plus et ai fini par empocher un DUT puis un diplôme d'ingénieur allemand à Bac+4 reconnu comme une Licence à 23 ans.

Je suis resté en Allemagne pour y débiter ma carrière. J'ai décroché un poste d'ingénieur d'application chez NI et me suis longtemps enorgueilli d'avoir réussi à amorcer une « belle » carrière en prenant en Allemagne des responsabilités qui m'auraient été refusées en France, faute du diplôme adéquat¹.

Je me suis longtemps drapé dans cette fable, avant que la réalité ne me rattrape. J'ai très mal pris le fait de me voir refuser un poste au seul motif de mon titre académique – ou plutôt de son absence. Ainsi donc, mon expérience seule ne suffisait pas et le précieux sésame faisait aussi office d'accélérateur de carrière de ce côté-ci du Rhin.

Au-delà de cette basse question d'orgueil, se posait la question de mon futur, personnel et professionnel. Ma compagne est française, fonctionnaire internationale et son poste est la raison principale de notre installation à Munich. Nous avons fondé une famille et deux observations se télescopent. D'une part, il ne nous est pas possible de mener nos deux carrières de front et d'élever notre famille tel que nous l'entendons. D'autre part, nous ne sommes pas à l'abri de devoir rentrer en France, soit pour une réaffectation de ma compagne, soit en raison du vieillissement de nos parents.

Dans un cas comme dans l'autre, l'absence du diplôme d'ingénieur sera un handicap. Le « Mittelstand² » allemand est encore très attaché au titre académique, tout comme les administrations. Le diplôme d'ingénieur est aussi un prérequis pour certains postes dans l'industrie

¹ Le chargé du recrutement et le chef de l'ingénierie de NI France m'ont confirmé à l'époque ne pas considérer les candidats ne possédant pas de diplômes d'ingénieurs à Bac+5.

² « Le terme allemand de « Mittelstand » désigne la vaste population des entreprises familiales qui constituent la colonne vertébrale de l'économie allemande. » - Source : Le Monde, 22.12.2021 (https://www.lemonde.fr/idees/article/2021/12/22/jean-daniel-weisz-le-mittelstand-francais-existe-je-l-ai-rencontre_6106974_3232.html)

française que l'expérience seule ne saurait compenser. C'est ce constat qui m'a motivé à aller chercher un diplôme d'ingénieur reconnu en France par la chambre des titres.

Le choix de l'obtenir par VAE s'est imposé de lui-même. Je pense avoir acquis suffisamment de connaissances au cours des dix premières années de ma carrière pour justifier des deux années d'études qui me manquent.

De plus, ma formation à l'école de Weingarten tout comme le travail d'ingénieur chez NI m'ont forgé un profil de généraliste, devant savoir travailler avec des projets de plusieurs spécialités du génie électrique : microélectronique, électronique de puissance, systèmes de communication à haute fréquence, informatique, etc. En cela, l'approche « pluridisciplinaire » de l'INSA semblait proche de mon parcours. Cette école me paraissait être un choix pertinent pour réaliser ma VAE.

3.2 Parcours académique

Comme évoqué précédemment, mon parcours académique ne fut pas complètement linéaire.

J'ai obtenu un Baccalauréat S option SI avec spécialité mathématiques au Lycée Carriat de Bourg en Bresse en 2005. Un des aspects les plus intéressants de mon lycée fut ma participation aux « trophées de robotique E=M6 ». Nous avons formé une équipe avec d'autres camarades motivés de la section SI. J'occupais le poste de trésorier de l'association qu'il nous a fallu créer pour acheter le matériel ainsi que celui de responsable du développement d'une des parties mécaniques du robot³. J'en ai retiré une première expérience de gestion budgétaire, notamment quand il a fallu décider quels investissements prioriser pour mener à bien le projet sans dépasser le budget imposé par le lycée. Nous avons fini premier des championnats régionaux et troisième des championnats nationaux⁴.

Au « grand dam » du corps enseignant qui m'avait poussé à poursuivre en classe préparatoire intégrée, ma timide mention « Assez Bien » et un enthousiasme tout relatif quant à la perspective d'études longues m'ont entraîné à intégrer la section GEII de l'IUT B à Lyon. En dehors du cursus classique⁵, les deux projets techniques dans lesquels je me suis impliqué méritent qu'on les mentionne. Tout d'abord, il y a le projet de carte de réception GPS qui m'a permis de mettre en pratique mes connaissances en électronique et les mathématiques appliquées (décodage, triangulation...) ⁶, puis mon projet de fin de DUT.

Ce projet, auprès de la société « Wotan Systems »⁷, avait pour but de créer une interface visuelle pour un exosquelette de réhabilitation kinésithérapeutique⁸. Outre un nouveau langage de programmation (Python) j'y ai appris à travailler sur un projet (seul au sein d'une équipe) et à répondre à mes propres échéances. Techniquement, j'ai pu mettre en pratique des connaissances acquises à l'IUT (programmation, communication réseau, encodeurs...) et en acquérir de nouvelles. J'ai par exemple étendu mes connaissances en mathématiques « abstraite » en devant manipuler des nombres hypercomplexes⁹.

³ Le détail du projet tutoré se trouve en Annexe 2.5

⁴ Plus d'informations sur le projet se trouvent dans la version en ligne de l'Annexe 2.5

⁵ Le détail des cours suivis se trouve en Annexe 1.3

⁶ Compte rendu de projet en Annexe 2.4

⁷ Start-up en technologie médicale basée à Lyon dans la pépinière de l'INSA (Campus de la Doua) ayant depuis déposé le bilan.

⁸ Compte rendu du projet en Annexe 2.3

⁹ « le terme nombre hypercomplexe est utilisé pour désigner les éléments des algèbres qui sont étendues ou qui vont plus loin que l'arithmétique des nombres complexes » - Source : Wikipedia
https://fr.wikipedia.org/wiki/Nombre_hypercomplexe

Mon DUT en poche, la question de mon avenir était un sujet de discorde au sein de ma famille, avec d'un côté le noyau parental souhaitant que je pousse au moins jusqu'à la Licence afin d'avoir un équivalent Bac+3, dans l'hypothèse d'une reprise d'étude ultérieure¹⁰. De mon côté, je souhaitais travailler. J'ai temporisé en faisant un DUETI en Allemagne, pays choisi non pas pour une appétence particulière, mais car personne ne voulait y aller à l'époque et que je souhaitais m'immerger autant que possible dans mon pays d'accueil¹¹

La culture allemande m'a plu et, après l'obtention de mon DUETI¹², je me suis inscrit à la « Hochschule Ravensburg Weingarten » pour obtenir mon diplôme d'ingénieur allemand – diplôme originalement en 4 ans, « reclassé » en équivalent Licence dans le cadre de l'harmonisation des cursus d'enseignement supérieur européens, adoptée en 2005 et mise en place l'année de mon inscription.

Les unités d'enseignement proposées par la Hochschule Ravensburg-Weingarten¹³ sont similaires à celles composant le cursus GE de l'INSA¹⁴. Malgré ma spécialisation en Automatique en dernière année, j'ai aussi été confronté à des domaines tels que la communication HF et l'électronique de puissance. La matrice de compétences complète sera détaillée dans chapitre sept.

J'ai profité de mes études en Allemagne pour m'inscrire au programme Erasmus et réaliser un projet en Pologne sur lequel je reviendrai dans la section sur mon expérience internationale. J'ai réalisé mon projet de fin d'étude chez National Instruments (NI) à Munich. Mon projet consistait à écrire un driver LabVIEW pour interfacer une caméra 3D, l'utiliser pour faire de la reconnaissance de mouvement et développer des exemples dans le but de publier ces drivers¹⁵. Les compétences utilisées furent similaires à celles déjà utilisées pour mon projet de DUT. Si les outils mathématiques utilisés étaient moins complexes, la réflexion autour de la construction d'une bibliothèque destinée au public a été un des enseignements principaux que j'ai retiré de ce projet, car ni mes expériences passées, ni mon parcours académique ne m'y avait préparé.

3.3 Parcours professionnel

J'envisageais de rentrer en France après l'obtention de mon Bachelor. Ce projet a vite été abandonné, NI m'ayant proposé un CDI à la fin de mon stage de fin d'étude. J'ai démarré ma carrière auprès de NI Allemagne en tant qu'ingénieur d'application. Mon rôle consistait, principalement, à apporter du support technique auprès des clients et de les former sur les technologies de NI¹⁶. J'élaborerai plus en détail les tâches et projets sur lesquels j'ai travaillé dans le chapitre quatre. Les produits NI couvrent un spectre technique extrêmement large et un ingénieur d'application devait être en mesure d'assister les clients sur l'intégralité du catalogue. Les cinq ans passés au sein de ce département ont été les plus

¹⁰ Mes deux parents ont arrêté leurs études relativement tôt après le Baccalauréat mais les ont reprises plusieurs fois au cours de leur carrière.

¹¹ Je souhaitais éviter la tentation d'une « diaspora » francophone trop présente. L'Allemagne n'était pas une destination prisée avant 2008 et la crise des subprimes.

¹² Le mémoire de DUETI se trouve en Annexe 2.2

¹³ Le secrétariat du département « d'Elektro- und Informationstechnik » n'a pu me donner qu'une transcription partielle des cours suivis lors de mes études entre 2007 et 2011. Ce compte-rendu peut être trouvé en Annexe 1.4. Les professeurs n'ont été tenu de formaliser leur programme que plus tard. J'ai ajouté comme référence les détails du Bachelor de cette année en Annexe 1.5. La Hochschule a fini par réduire son programme pour tenir en 3 ans et le programme actuel contient moins d'ECTS que celui que j'ai passé en 2011.

¹⁴ Le détail des modules se trouve en Annexe 1.2

¹⁵ Mon mémoire de Bachelor est disponible en Annexe 2.1. Le driver est encore disponible à cette adresse : <https://forums.ni.com/t5/Example-Code/User-Tracking-with-LabVIEW-and-Kinect-based-on-the-OpenNI/ta-p/3491209>

¹⁶ La fiche de poste se trouve en Annexe 3.4

formateurs de ma carrière d'un point de vue technique. Ils m'ont permis d'approfondir significativement l'ensemble des connaissances apprises lors de mes études.

Après deux ans passés en tant qu'ingénieur d'application en Allemagne, j'ai été amené à remplacer des collaborateurs plus expérimentés en Suisse du fait qu'une partie de l'équipe de NI Suisse se soit retrouvée à devoir compléter plusieurs mois de service militaire concomitamment. Il a fallu trouver une solution pour remplacer les deux ingénieurs support (francophone et germanophone), l'ingénieur d'application terrain et l'ingénieur marketing qui se sont retrouvés absents. J'ai pris ces responsabilités et j'ai déménagé plusieurs mois dans la région de Zurich. J'étais chargé de prendre en charge le support sur site en Suisse, les formations, les services, la préparation et la présentation des démos dans les salons où NI Suisse était présent, ainsi que l'accompagnement technique des commerciaux pendant leur visite. Cette mission fut aussi très formatrice et je reviendrai plus en détail sur un exemple de tâches dans le chapitre suivant.

A mon retour de Suisse, fort de cette expérience, j'ai rapidement pris des responsabilités managériales au sein du département à Munich¹⁷. D'abord en tant que chef d'équipe, puis en tant que manager. Mes tâches contenaient notamment le recrutement et la formation des nouveaux ingénieurs d'application, la gestion d'une équipe d'une dizaine d'ingénieurs, ainsi que plusieurs projets techniques ou managériaux. D'un point de vue technique, je peux citer l'évaluation, la refonte et la localisation de certaines formations (LabVIEW Architectures avancées ou programmation orientée objet par exemple) ou des projets ayant une implication légale comme celui à Team Technik que je développerai dans le chapitre suivant.

En ce qui concerne l'aspect managérial, j'ai notamment participé à la refonte des méthodes de recrutement et d'onboarding des ingénieurs en Europe ainsi qu'à d'autres projets de moindre envergure (refonte des processus de troubleshooting des réparations pour les appareils de mesure, formation et encadrement des équipes « Formula Student » soutenues par NI...). J'ai aussi encadré deux étudiants pour leur mémoire de fin d'étude : une Allemande pour sa Licence en informatique industrielle de l'université de Cassel¹⁸ et un Français pour son Master en énergie électrique de l'Université Technique Belfort Montbéliard¹⁹.

J'ai fini par me sentir à l'étroit dans mon poste après environ cinq années passées dans des rôles managériaux au département des ingénieurs d'application. J'ai découvert un appétit pour les projets les plus stratégiques et internationaux. J'ai décidé de me réorienter dans le service des ingénieurs commerciaux. Le but de cette orientation était à la fois de développer mes compétences non plus à l'échelle du « problème technique », mais de celles du projet en amont du développement et de la réalisation. J'avais pour ambition, à moyen terme, de briguer un poste de directeur dans l'industrie. La prise de poste dans un département commercial avait aussi pour but de développer mes compétences « business », nécessaires au dit poste de directeur.

J'ai donc pris en 2018 des responsabilités d'ingénieur commercial²⁰ chez NI. J'étais en théorie responsable du territoire commercial couvrant la majeure partie de l'ex Allemagne de l'Est²¹. Dans les faits, NI avait déjà commencé d'anticiper la refonte de sa structure commerciale, entraînant une grande fluctuation dans les équipes et les territoires. Cette fluctuation a conduit les limites

¹⁷ La fiche de poste se trouve en Annexe 3.3

¹⁸ Les références, la page de garde et l'abstract du mémoire se trouve en Annexe 6.3

¹⁹ Les références et la page de garde du rapport de stage se trouve en Annexe 6.2

²⁰ La fiche de poste se trouve en Annexe 3.2

²¹ Les territoires exacts étaient Berlin, Brandenburg, Sachsen Anhalt, Mecklenburg-Vorpommerl, Thüringen et un bout de Niedersachsen.

géographiques de mon territoire à évoluer, incluant tour à tour l'Allemagne du nord, la Saxe, la Suisse romande et le Tessin. Malgré l'énorme charge de travail que cela a impliqué²² et les difficultés à construire une relation basée sur la confiance avec les clients, j'ai réussi à tenir mes objectifs commerciaux sur l'intégralité des territoires sous ma responsabilité.

Les trois ans passés comme ingénieur commercial avec un portefeuille aussi large que celui de NI m'a amené à suivre des projets dans des domaines extrêmement variés²³. J'ai appris énormément et ainsi développé de nouvelles compétences, autant sur le travail de commercial que sur les rouages de la partie « business » de l'industrie²⁴.

Fin 2020, NI a annoncé refondre sa politique de vente en externalisant l'activité commerciale à des distributeurs et en ne gardant que quelques comptes clés comme clients direct. Cette décision a entraîné de grands changements au sein de la division : mon département a été dissout, mon chef et mes collègues remerciés. J'ai eu la « chance », avec un autre collègue, de me voir offrir une promotion comme gestionnaire de compte clé plutôt qu'un licenciement. Je n'ai pas pris cette offre car le changement de politique commerciale offrait de nouvelles perspectives de carrière.

En effet, dataTec avait récupéré les droits de distribution des produits NI pour l'Allemagne, la Suisse et l'Autriche²⁵. J'ai été mis en relation avec le membre du conseil d'administration en charge de la stratégie d'intégration et de commercialisation des produits NI. Ce membre du CA avait aussi sous sa responsabilité la commercialisation des appareils de mesures HF et la stratégie d'extension et d'acquisition au sein de dataTec. Il souhaitait intégrer les produits de NI au sein d'une nouvelle Business Unit (BU) et cherchait un directeur pour prendre les rênes de ladite BU. Nous avons pu nous mettre d'accord sur les limites du poste et les conditions. C'est ainsi que j'ai quitté NI début 2021 après 10 ans de bons et loyaux services pour intégrer dataTec.

Je ne vais pas m'appesantir sur les détails que constituent le passage d'une multinationale américaine cotée en bourse à une entreprise allemande à actionnariat familial dont le fondateur occupait encore le poste de PDG. Il a fallu très rapidement créer une équipe, majoritairement recrutée auprès d'anciens ingénieurs NI dont l'emploi n'a pas survécu à la vague de licenciements de 2020. Les anciens employés de NI étant majoritairement basés à Munich, il a fallu chercher des bureaux pour ouvrir une antenne locale, décider d'une politique tarifaire et marketing, du budget, des objectifs de la BU, etc.

J'occupe toujours ce poste aujourd'hui²⁶. Il m'a permis de mettre en application toutes mes connaissances préalables et d'en acquérir de nouvelles, autant d'un point de vue managérial que commercial ou technologique. Je développerai ce dernier point dans le chapitre 7.

3.4 Compétences linguistiques et expérience internationale

La capacité à évoluer dans un environnement international, multiculturel et polyglotte est centrale dans le métier d'ingénieur tel qu'il est pratiqué au XXI^e siècle. L'exposition à d'autres langues et d'autres cultures fait partie intégrante du cursus de l'INSA, tout comme l'articulation d'une pensée

²² NI s'est toujours débrouillé pour donner des territoires et des objectifs difficilement tenables pour une personne. Si l'on considère qu'un territoire c'est « beaucoup », alors un territoire et demi voir deux territoires représentent une charge de travail trop importante pour être tenue sur le long terme.

²³ Voir quelques exemples dans mon CV en Annexe 6.1

²⁴ Un exemple sera développé dans le chapitre 6.

²⁵ Le rôle que remplit dataTec est similaire à celui d'Équipement Scientifique en France.

²⁶ Le certificat de travail se trouve en Annexe 3.1. Le poste a évolué début 2023 et mon CV à jour se trouve en annexe 6.1.

complexe en français. Comme vu dans le paragraphe précédent, mon expérience jusqu'à présent a été majoritairement à l'international, sans pour autant sacrifier mes capacités d'expression et de rédaction en français.

Commençons par le plus évident, l'allemand. Je l'ai appris en tant que LV1 au collège et au lycée. Malgré mes sept années de cours, j'avais quelques lacunes avant de partir en DUETI – ce sont d'ailleurs ces lacunes qui m'ont poussé à partir outre-Rhin et à suivre des cours en allemand. Je n'ai pas formalisé mon apprentissage de l'allemand pendant mes études supérieures via un examen, mais je suis ressorti de ma Fachschule avec un socle culturel et linguistique solide. Une fois employé, NI m'a payé des cours niveau C2 pour parfaire ma maîtrise de la langue²⁷.

Bien que ce ne soit pas ma langue maternelle, j'ai pu accéder à des responsabilités commerciales et de gestion de personnel en allemand. Puisque l'intégralité des postes occupés jusqu'à présent avaient l'allemand comme langue de travail, je me considère bilingue dans cette langue. J'en comprends l'humour, les jeux de mots, le sous-texte et je peux faire preuve de subtilité quand j'utilise cette langue (créer de la distance avec un registre soutenu ou au contraire la réduire en étant familier, utiliser la rhétorique pour convaincre, les non-dits, l'agressivité passive ou frontale pour asseoir mon autorité dans une joute verbale ou écrite, etc.).

J'ai été amené à donner plusieurs formations en allemand et mon remplacement en Suisse m'a exposé à un allemand différent – que ce soit linguistiquement ou culturellement. Outre mes connaissances techniques, cette mission aura grandement étendu mes compétences linguistiques.

L'autre langue étrangère que je maîtrise est l'anglais. Celle-ci est nécessaire à l'obtention du diplôme par VAE. Là non plus je n'ai pas de diplôme formalisant mon niveau²⁸. Mes compétences linguistiques sont cependant depuis longtemps satisfaisantes. J'ai été exposé jeune à l'anglais via l'informatique. Le premier PC familial tournait sur Windows 3.11 et DOS, où la plupart des commandes étaient encore en anglais. Les jeux vidéo gratuits auxquels je jouais (les défunts Shareware) n'étaient pour la plupart pas traduits et je me suis intéressé à ce qu'ils racontaient dès que j'ai su lire. J'ai découvert la programmation au collège via le langage « Basic » où les instructions étaient dérivées de l'anglais. Au début de l'internet grand public à la fin des années 90, une grande partie du contenu était anglophone, « forçant » quiconque intéressé à travailler sa compréhension en anglais.

L'approfondissement de l'anglais s'est fait en Allemagne. Ma connaissance de l'allemand était imparfaite lorsque j'y suis arrivé. L'anglais était alors la langue avec laquelle je pouvais le plus aisément communiquer. La Hochschule ayant aussi une section internationale, l'anglais était la seule langue commune avec les étudiants avec qui je vivais et je travaillais. J'ai dû beaucoup m'exprimer en anglais durant mes quatre ans à Weingarten.

La bourse de DUETI n'étant pas liée à la bourse Erasmus, j'ai profité de mes études en Allemagne pour étendre mon horizon plus loin à l'Est. J'ai réalisé en 2010 un semestre à l'Université technique de Danzig en Pologne, dans le département du Génie Électrique. J'y ai réalisé mon projet de stage en équipant un robot programmable de capteurs et en le programmant pour qu'il puisse cartographier des pièces. J'ai utilisé mon Erasmus pour m'enrichir de la culture et pour apprendre les bases du polonais. Cependant, la quasi-intégralité de mes interactions quotidiennes étaient en anglais.

Une fois mes études terminées, j'ai intégré NI, une entreprise américaine. Si ma mission avec les clients était en allemand, l'intégralité de la communication interne était en anglais. Une partie des formations

²⁷ Certificat disponible en Annexe 5.5

²⁸ J'ai passé un examen « duolingo » dans le cadre de cette VAE. Le certificat est consultable en Annexe 5.8.

que je donnais étaient en anglais et, après avoir pris le poste de manager, une part importante de mon travail et la majorité de ma ligne hiérarchique était anglophone – avec au choix un accent français, hongrois, oxfordien ou texan.

Les cultures représentées chez NI étaient diverses. J’ai pu profiter de mes expériences passées pour accomplir les missions qui m’étaient confiées, notamment dans les projets internationaux où les compétences politiques (linguistiques et rhétoriques) étaient importantes. Ainsi, j’ai par exemple travaillé, durant mes études, au bureau des relations internationales de la Hochschule Ravensburg Weingarten²⁹. Ma mission était de faciliter l’intégration des nouveaux arrivants en section internationale pour le Master en mécatronique. Concrètement, j’accompagnais les nouveaux étudiants à leur arrivée en leur donnant les clés de leur chambre, les aidant à ouvrir leur compte en banque, à s’enregistrer comme résidant ou aux services d’immigration. Ce poste m’a amené à travailler avec des étudiants de cultures avec lesquelles je n’avais jusqu’à présent été que peu exposé : Afrique sub-saharienne, Amérique centrale et du sud, Inde, Népal, Malaisie, etc.

Mon expérience étant majoritairement internationale, je vais aussi évoquer mes compétences en français. Si cette langue est majoritairement absente de mes activités professionnelles³⁰, je l’ai toujours entretenue. Je l’ai par exemple enseigné à des écoliers allemands dans le cadre de cours du soir³¹. Cette expérience m’a forcé à revoir mon rapport à la langue : Il a fallu comprendre des réflexes inconscients, déconstruire la grammaire française, la simplifier afin de pouvoir l’enseigner. Cet exercice de simplification m’a aussi aidé dans mon engagement en tant que pigiste pour le magazine Radio Metal³² où j’ai travaillé mes capacités oratoires (en animant des émissions de radio et en menant des interviews) et rédactionnelles. Je réutilise ces compétences aujourd’hui pour mon mémoire de VAE et espère arriver à rendre sa lecture aussi agréable que possible.

3.5 Expérience personnelle

Je voudrais finir ce chapitre en évoquant quelques expériences supplémentaires. La première concerne mes compétences en programmation. Le savoir acquis pendant mes études était superficiel. Mon travail d’ingénieur d’application m’a fait prendre conscience de l’étendue des compétences qui me manquaient. NI m’a formé sur l’aspect industriel de la programmation³³, notamment via LabVIEW. J’ai décidé de me former en autodidacte sur la programmation plus « générale », et notamment les concepts liés à la programmation orientée objet. J’ai utilisé le site CodinGame³⁴ comme plateforme d’apprentissage et des cours disponibles en ligne, comme base théorique.

Le langage sur lequel j’ai focalisé mon apprentissage est le C# mais j’ai profité de l’interopérabilité des langages de la plateforme pour m’habituer à différentes sémantiques. J’ai ainsi essayé de recoder des algorithmes imaginés en C# dans d’autres langages tels que Lisp, Rust, Java, Python pour en citer

²⁹ La fiche de poste est disponible en Annexe 3.7

³⁰ Je l’utilise encore ponctuellement pour lire de la documentation technique, traiter avec des clients suisses et des collaborateurs francophones. En dehors de ces cas particuliers, il est absent de mon travail.

³¹ La fiche de poste se trouve en Annexe 3.6

³² Magazine spécialisé dans la musique « Metal ». A l’époque uniquement en ligne, il est désormais distribué en version papier par la FNAC. Ma contribution rédactionnelle s’est arrêtée il y a quelques années, même si je suis resté proche du directeur de la structure. Un exemple d’article est disponible en Annexe 4.3

³³ Programmation à temps réel, FPGA, spécificité de l’acquisition automatisée de signal électrique, programmation de bancs de test, etc.

³⁴ <https://www.codingame.com/>

quelques-uns³⁵. Cette expérience m’a beaucoup apporté et permis de développer mes compétences en informatique. Ces connaissances m’ont été utiles pour mon travail dans le département des ingénieurs d’application. Elles le seront encore dans le futur : les systèmes de mesures étant toujours plus performants, l’automatisation de l’acquisition des données ne suffit plus. Se pose maintenant la question de l’automatisation du traitement des données numérisées. La compréhension informatique (architecture matérielle, structure des réseaux et sémantique du code) est plus que jamais d’actualité pour un ingénieur en GE.

Je me suis aussi récemment mis à la musique. Si la théorie musicale n’a que peu à voir avec le Génie Électrique, il en va autrement pour l’ingénierie du son. Un grand nombre de compétences du GE sont transférables à cette activité³⁶, et inversement. L’utilisation intensive de synthétiseurs m’a permis par exemple de me plonger dans les théories de synthèse sonore³⁷. Les outils de traitement du signal sont les mêmes qu’en électronique : filtres, compression, écrêtage, etc. J’ai pu réutiliser ce savoir récemment lors d’une formation sur l’électronique à haute fréquence et plus particulièrement sur la modulation.

3.6 Synthèse de la présentation

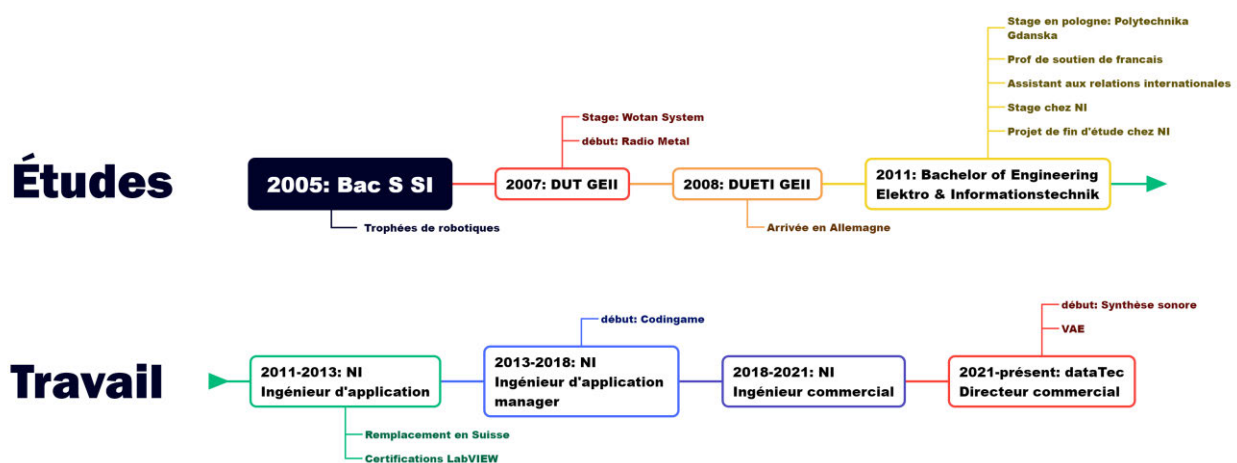


Figure 2: Timeline du parcours et des expériences évoquées.

Les dix années passées à travailler à différents postes d’ingénieurs m’ont amené à me diversifier dans les différents domaines du Génie Électrique. Cette diversification s’appuie sur des bases solides acquises pendant mes six années d’études supérieures et me permet de me former très rapidement à de nouveaux domaines, que ce soit dans le cadre de mon travail ou de mes loisirs. Des évènements récents m’ont amené à vouloir faire valider cette expérience et ces compétences dans le but d’obtenir mon Master en GE. Cet aperçu de mon profil vous aura, je l’espère, convaincu du bien-fondé de ma démarche et donné une vue d’ensemble des connaissances justifiant de son succès.

³⁵ La liste complète est disponible sur mon profil Codingame. Une capture d’écran se trouve en Annexe 4.1 et des exemples de code dans la version en ligne de l’Annexe.

³⁶ J’ai essayé de résumer ces compétences via un projet décrit en Annexe 4.2 où je synthétise divers instruments en me basant sur un signal ressemblant aux lettres V, A et E. Je vous invite chaudement à aller la lire.

³⁷ Principalement la synthèse par algorithmes abstraits. Dans une moindre mesure, la synthèse basée sur des échantillons et la synthèse par modélisation physique.

Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Synthèse_sonore

Le département au sein duquel j'ai le plus appris et qui pourrait à lui seul justifier de ma démarche de VAE fut celui d'ingénierie d'application chez NI. Le chapitre suivant s'attardera sur des tâches remplies alors que j'occupais le poste d'ingénieur d'application et de chef d'équipe.

4 Ingénieur d'Application chez NI : approche pluridisciplinaire du métier d'ingénieur.

4.1 NI : présentation de l'entreprise³⁸

L'entreprise technologique internationale NI, connue à l'origine sous le nom de National Instruments, se concentre sur la création de solutions matérielles et logicielles pour les systèmes de test, de mesure et de commande. Le siège de l'entreprise se trouve à Austin (Texas). Elle a été créée en 1976. Avec des activités dans plus de 50 pays, NI est présent dans le monde entier.

Les ingénieurs et les scientifiques d'un grand nombre d'industries, dont l'aérospatiale, la défense, l'automobile, les télécommunications et bien d'autres, utilisent les produits et services de NI. Le matériel, notamment les systèmes d'acquisition de données, l'instrumentation et les générateurs de signaux, font partie de la gamme de produits de l'entreprise, tout comme les logiciels tels que LabVIEW, TestStand et VeriStand.

Les ingénieurs peuvent rapidement créer et mettre en œuvre des systèmes de test et de mesure en utilisant le langage de programmation graphique LabVIEW. Alors que VeriStand est un outil de test et de simulation en temps réel qui permet aux utilisateurs de construire des systèmes de simulation et des systèmes en boucle fermée. TestStand est un outil de gestion des tests qui aide les utilisateurs à automatiser le processus de test, en production comme en validation.

Les ingénieurs et les scientifiques travaillant dans des secteurs variés peuvent utiliser la vaste sélection de plates-formes matérielles de NI. Ces plates-formes contiennent des équipements, des générateurs de signaux, des dispositifs de collecte de données, etc. Les plates-formes matérielles PXI et CompactRIO sont deux des plus populaires de NI.

NI a créé la plate-forme d'instrumentation modulaire PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) en 1997. PXI combine les performances et la robustesse d'un système d'instrumentation conventionnel avec la flexibilité et les avantages logiciels d'un système informatique.

Les modules PXI sont conçus pour entrer et sortir facilement d'un châssis PXI, ce qui permet aux clients de mettre à jour et de reconfigurer rapidement leurs systèmes d'essai. Les modules PXI sont proposés pour une variété d'utilisations, y compris les tests d'électronique de puissance, les E/S numériques à grande vitesse et les mesures RF et micro-ondes.

Un processeur en temps réel, un FPGA et des modules d'E/S sont tous inclus dans le système embarqué CompactRIO, petit et durable. Les applications nécessitant une commande, une collecte de données et un traitement des signaux de haute performance dans des conditions difficiles constituent le marché cible du CompactRIO.

Les applications telles que la commande des machines, la surveillance des structures et la surveillance des conditions sont d'excellents candidats pour CompactRIO. Cette technologie est également

³⁸ Dans une optique de curiosité concernant les technologies actuelles, la rédaction de ce paragraphe a été délégué à l'intelligence artificielle « ChatGPT ».

largement utilisée dans les secteurs de l'aérospatiale et de la défense pour les systèmes de test et de commande de vol.

Les modules d'E/S pris en charge par CompactRIO comprennent des E/S analogiques et numériques, des modules de contrôle des mouvements et des modules de communication. CompactRIO est également extrêmement programmable. En outre, le système intègre la prise en charge de langages de programmation bien connus tels que LabVIEW et C.

Les domaines de l'ingénierie et de la science ont été considérablement influencés par NI. De nombreuses initiatives bien connues, telles que le projet du génome humain, l'accélérateur de particules du CERN et le Mars Rover, ont fait appel aux produits et services de NI. Des dispositifs médicaux, des systèmes d'énergie renouvelable et des véhicules autonomes ont tous été développés grâce à la technologie de cette entreprise.

4.2 Contexte : Ingénieur d'application

Les études allemandes d'ingénieur comportent deux stages et un projet de fin d'étude. Si j'ai effectué le premier stage au département de robotique de l'université technique de Danzig, le second ainsi que mon projet de fin d'étude ont été réalisés, comme je l'ai déjà dit, chez NI en Allemagne.

L'organisation de l'entreprise lors de mes débuts en 2011 était très décentralisée. Chaque pays avait son « Antenne » indépendante où tous les postes nécessaires à son fonctionnement (hors production) étaient présents. Les directeurs nationaux avaient une grande latitude pour adapter la stratégie globale de l'entreprise aux spécificités de leur marché et de créer des départements « spécifiques » pour exécuter cette stratégie.

Dans ce contexte, le bureau allemand implanté à Munich a fait office d'incubateur à de nombreuses idées plus tard reprises au niveau global. L'ingénieur dirigeant cette structure a beaucoup expérimenté, notamment avec les profils recrutés et la liberté d'initiative laissée aux employés.

C'est dans ce contexte que je suis entré en stage dans le département des ingénieurs d'application. Le postulat était qu'un « stagiaire en fin d'étude est un ingénieur comme les autres ». Cela signifiait qu'outre le salaire³⁹, l'entreprise investissait aussi dans la formation de ses stagiaires et leur confiait des tâches équivalentes en responsabilité à celle d'un ingénieur débutant.

4.3 Exposition à de nombreuses disciplines du Génie Électrique

La mission de l'ingénieur d'application chez NI était de former, de supporter et d'accompagner les clients utilisant les technologies de NI⁴⁰. Ce premier paragraphe se concentrera principalement sur la fonction support.

De par la diversité des produits et solutions de NI, leurs utilisations couvrent tous les pans de l'industrie ayant besoin d'automatiser des mesures électriques, de commander des processus industriels et de tester des appareils électriques. Ces utilisations recouvrent la quasi-totalité des applications industrielles liées au GE. Dans les faits, l'exposition aux disciplines du GE est « bi-dimensionnelle » : d'un côté via les produits, de l'autre via les projets des clients.

³⁹ Sans être aussi élevé que celui d'un ingénieur, le salaire des stagiaires était important pour l'époque : 800€ net / mois + le logement pris en compte par l'entreprise. Les standards de l'époque en Allemagne étaient 400€ ou moins (le plus souvent les stages n'étaient pas rémunérés). Avant l'arrêt du programme de stage, le salaire des stagiaires était même monté au-dessus du smic à 1450€ net / mois.

⁴⁰ Voir les fiches de poste en Annexe 3.4 et 3.5.

Côté produits, NI a fait le choix de ne pas spécialiser ses ingénieurs d'application. Cela signifie qu'il fallait être en mesure de supporter l'intégralité du catalogue. Les domaines dans lesquels j'ai dû développer une expertise sont les suivants :

- La programmation sous Windows (LabVIEW, C, C#).
- La programmation en temps réel (LabVIEW et C) ;
- La programmation FPGA (LabVIEW et VHDL) ;
- La simulation et les systèmes à boucle fermée (VeriStand) ;
- Les architectures logicielles de test en production et en validation (TestStand) ;
- Le design et la simulation de circuits imprimés (Multisim et Utilboard) ;
- Le traitement des données industrielles (bases de données, DIAdem) ;
- La « mesure » (du capteur au disque dur : mesure de courant, de tension ou de résistance, échantillonnage, résolution, câblage, dimensionnement des appareils de mesure et des ordinateurs...);
- Les bus industriels (CAN, LIN, FlexRay, SPI, I²C, etc.);
- Les automates programmables (S7, Beckhoff) et les interfaces logicielles (type serveur OPC) ;
- La vision industrielle, aussi bien l'optique (choix des capteurs, des objectifs, des éclairages) que le traitement de l'image ;
- L'électronique de puissance, principalement appliquée au test de batteries (cell & pack) et d'ondulateurs pour les voitures électriques ;
- La HF (Vector signal generators, downconverters, radio logiciel...);
- Les contrôles de moteurs basse tension (via motion et des contrôleurs EtherCAT...).

Certains de ces produits ne sont utilisés que dans un type d'industrie. Par exemple le bus CAN ou les systèmes de test de batteries automobiles sont surtout utilisés dans l'industrie automobile, la radio logicielle en recherche ou pour les applications de renseignements/militaires... Les autres produits ont des applications beaucoup plus larges. Cela a eu pour effet de me forger une solide culture générale industrielle. Une pisciculture⁴¹ et une société de chemin de fer peuvent toutes deux avoir besoin de mesures automatisées. Cependant les contraintes, les méthodes de travail ou le jargon diffèrent. Assigné au bassin industriel Allemand, Suisse et Autrichien, j'ai été exposé à une très grande variété d'industries. Couplée à la diversité des applications et des produits, cette expérience m'a forgé un solide profil d'ingénieur GE généraliste.

Concrètement, le travail consistait à résoudre les problèmes des clients⁴². La recherche de solutions comprenait plusieurs étapes : la recherche de problèmes équivalents dans l'art antérieur et la tentative de réplique du problème. Quand le problème pouvait être répliqué, il était soit résolu, soit classé

⁴¹ Véridique. Une société du bassin du Léman a recruté des ingénieurs du CERN pour recréer en bassin les conditions du Lac Léman afin d'y élever des « Perches du Léman » destinées au marché de la restauration de luxe pour les États-Unis, la Chine et le Japon.

⁴² La priorité des ingénieurs d'application était d'aider les clients payant pour le support dans leurs projets. Mes tâches et les questions client sont archivées dans la base de données de NI à laquelle je n'ai malheureusement plus accès.

Les clients sans accès au support technique avaient accès au forum de NI sur lequel ils pouvaient poser leurs questions. Une des fonctions des ingénieurs d'application était aussi d'aider la communauté. Cette tâche était de moindre importance et l'aide fournie beaucoup plus superficielle que celle fournie aux clients "payants". Étant donné la nature publique du forum, j'ai pu avoir accès à certaines réponses que j'y avais postées – et ainsi avoir un exemple de problèmes auxquels peut être confronté un ingénieur support. Quelques exemples sont disponibles en Annexe 6.4.

comme bug⁴³. Quand le problème ne pouvait pas être répliqué, le support aidait le client à trouver la source du problème « hors NI » ou, le cas échéant, faisait réparer le matériel. Tout ceci m'a aidé à consolider mes compétences d'ingénieur et je vais développer ces points ci-dessous.

Recherche d'art antérieur : Si la recherche de documents préexistants sur lesquels s'appuyer peut sembler triviale, elle force à repenser et à simplifier le problème de manière à lui trouver des équivalents dans d'autres domaines et/ou rédigés par des employés de pays et de « background » différents⁴⁴.

Rapport de bugs : La classification et la validation de bugs était aussi intéressante car elle permettait de travailler en étroite collaboration avec la R&D. Au-delà de la réplication des bugs, elle nécessitait de les réduire à leur expression « la plus simple » pour que les développeurs⁴⁵ puissent en trouver la cause de la manière la plus efficace possible. J'ai dû, au cours des sept années passées dans le département d'ingénierie d'application, reporter une cinquantaine de bugs et valider la résolution d'une dizaine.

Recherche de solution : C'est grâce à la recherche de solution que mes compétences d'ingénieur se sont le plus approfondies, et ce dans tous les domaines du GE. Il n'y avait pas de schéma préétabli pour le troubleshooting. Le support se faisant majoritairement à distance, les problèmes les plus « simples » sur lesquels travailler étaient les problèmes logiciels. Il était commun que des clients nous envoient tout ou une partie de leur projet pour travailler dessus. Certaines requêtes résultaient du manque de connaissance de l'ingénieur concernant l'outil ou les concepts liés à son application⁴⁶. D'autres nécessitaient un troubleshooting intensif de l'application client pour identifier la cause du problème (fuite mémoire, problèmes d'arborescence de classe...). Dans les deux cas, la création de nouveaux codes pour démontrer un concept ou tenter de répliquer le problème faisait partie intégrante du travail.

Les mêmes concepts pouvaient être appliqués aux problèmes matériels. Une partie des problèmes pouvaient être résolus en réexpliquant aux clients la base des théorèmes de Nyquist, de la mesure 4 points ou de la topologie des bus de données. D'autres problèmes plus complexes nécessitaient que nous menions nous-même des mesures pour essayer de les isoler. Nous avions un laboratoire à disposition avec la quasi-totalité des références de NI ainsi que divers outils d'analyse et de mesure pour tenter de recréer le problème du client. S'il était rare que nous nous déplaçons sur site, il était relativement commun que des clients nous envoient leur matériel pour que nous travaillions dessus. Le matériel que nous expédiait le client pouvait aussi bien être leur setup NI que les composants tiers avec lesquels il interagissait voire, plus rarement, les racks complets de leur application.

⁴³ La recherche et la classification de bugs faisait partie du travail des ingénieurs d'application, tout comme la collaboration avec la R&D pendant les cycles de développement pour aider à les résoudre. Il revenait aussi aux ingénieurs d'application de valider les fixes avant leur publication.

⁴⁴ Le profil des ingénieurs d'application était sensiblement le même à travers le monde : de jeunes scientifiques (moins de cinq ans d'expérience) venant de Génie Électrique, d'informatique industrielle, de mécatronique, d'informatique ou de physique avec un diplôme universitaire de niveau Ingénieur, Master ou Doctorat. Ces domaines étant larges, le jargon et les manières de penser entre deux ingénieurs d'application pouvaient sensiblement varier.

⁴⁵ Les bugs étaient avant tout logiciels. Il m'est arrivé de reporter et « tracker » des bugs sur du matériel, mais la cause de ces bugs restait logicielle (fonction bas niveau qui se comporte différemment sur une carte mère spécifique, problème de padding ou d'adressage de registre entre le contrôleur du matériel et la nouvelle version d'un OS...)

⁴⁶ Par exemple : Comment créer un algorithme faisant « X » ? Y-a-t-il une fonction « Y » de disponible ? Comment adapter un code machine à une FPGA...

L'approche et la complexité des problèmes étant très variables, le temps nécessaire pour les résoudre l'était aussi. Les problèmes les plus simples étaient résolus en moins d'une heure alors que les plus complexes pouvaient nécessiter plusieurs mois. Les solutions devaient être reformulées et archivées pour participer à l'art antérieur susmentionné.

Réparation du matériel : Probablement la partie la moins stimulante du travail au support technique. Il s'agissait de documenter le problème pour que les techniciens du site de production puissent réparer ou échanger le matériel défectueux. Un des projets que j'ai mené un fois manager a été de changer le processus global pour que cette tâche soit assignée à du personnel moins qualifié.

Même si le support n'était plus ma tâche principale en tant que manager⁴⁷, mon expérience m'amenait à gérer des cas trop complexes pour un ingénieur débutant. Le « statut » de manager m'amenait aussi à supporter des clients « politiquement importants » pour l'organisation.

4.4 Se former et former les autres

La formation est au centre des compétences d'un ingénieur d'application. Le recrutement avait pour but de s'assurer des bases techniques solides des ingénieurs. Il était suivi d'une formation continue sur les produits NI, les compétences personnelles et les domaines du GE⁴⁸. Il fallait être aussi rapidement que possible opérationnel pour le support technique. Les formations ne se limitaient cependant pas aux premiers mois. Les domaines d'expertises étaient très larges et des formations régulières étaient nécessaires.

Tous les domaines n'étant pas couverts par des formations « officielles », la transmission de savoirs au sein du département faisait aussi partie intégrante du travail des ingénieurs d'application et des managers. Il fallait ainsi, à tour de rôle, tenir une veille scientifique sur un sujet d'innovation ou expliquer la méthode de résolution d'un problème dans un domaine technique de niche. Ces présentations d'une heure avaient lieu toutes les semaines et ont activement participé au développement de mes compétences.

Il ne s'agissait pas uniquement de se former et de former ses collègues. En effet, le département des ingénieurs d'application était également celui responsable des formations client. Après avoir suivi une formation NI et intégré les concepts qui y sont développés, il me revenait, ainsi qu'à mes collègues, de former les clients.

L'expérience accumulée pendant mon stage a fait que j'ai pu remplacer à la dernière minute un collègue pour donner le cours « LabVIEW Core 1 » en allemand dès ma deuxième semaine de travail en tant qu'ingénieur. Les formations NI étaient des formations de 2 à 5 jours avec 8h de formation prévue par jour. J'ai donné plus d'une centaine de jours de formation pendant les années passées dans le département des ingénieurs d'application. Ces expériences m'ont aussi permis de développer ma pédagogie ainsi que mon aisance à m'exprimer en public. Les formations couvraient la totalité des logiciels NI et certains domaines spécifiques : vision industrielle, architectures avancées de banc de test ou programmation FPGA. Le fait que je puisse travailler en anglais, en allemand et en français m'a amené à être le seul à donner certaines formations plus avancées ou plus rares car j'étais un des rares employés à pouvoir travailler dans toute la région couverte par le bureau allemand⁴⁹. Parmi les cours

⁴⁷ Voir la fiche de poste en Annexe 3.3

⁴⁸ La liste non exhaustive des certificats de formations obtenus pendant mes premières années chez NI est disponible en Annexes 4.4 et 4.5. La plupart de ces certificats viennent de ma période au département des ingénieurs d'application.

⁴⁹ Pour rappel : l'Allemagne, la Suisse et l'Autriche.

que j'ai été le seul à donner⁵⁰, on peut noter la programmation orientée objet sous LabVIEW ou la programmation en temps réel en C.

Les formations étaient données aux centres de formations de NI⁵¹, dans des hôtels en région ou directement chez les clients. Dans le cas d'une formation spécifique à un client, il était possible que celui-ci demande une personnalisation de la formation. Cela pouvait aussi bien couvrir un raccourcissement, en enlevant des chapitres non-utiles pour l'entreprise, que le « mix » de plusieurs chapitres de plusieurs formations. La personnalisation la plus « complexe » était la création de chapitre ou de formation complète. Cela arrivait peu souvent⁵² mais j'ai pu par exemple créer des formations sur l'interfaçage LabVIEW avec des contrôleurs logiques programmables, sur la construction de « wrappers » pour garantir l'intégrité des données transmises de et vers LabVIEW depuis d'autres programmes (C, C#, Visual Basic) et sur la retranscription de programmes C# en LabVIEW. J'ai aussi fait partie de l'équipe de relecture et de correction des nouvelles versions des cours les plus avancés qu'étaient « LabVIEW Advanced Architectures » et « Managing Software Engineering ». Mon expertise dans le domaine de la programmation LabVIEW m'a amené à réussir la certification « d'Architecte LabVIEW »⁵³ - la plus haute certification possible chez NI.

Cette certification m'a permis d'exercer d'autres fonctions, regroupées chez NI sous le nom de « Professional Services ». Ces services étaient payants et les plus communs étaient l'assistance à la mise en place d'un projet, le support sur site et la revue de code. Ils seront développés et étoffés d'exemples dans les chapitres suivants⁵⁴.

Avant de développer ces services plus en détail, je voudrais revenir sur la « formation des autres » et plus spécifiquement, la formation interne des ingénieurs employés par NI. Cette tâche a pris de l'importance dans ma carrière après mon évolution vers un rôle de chef d'équipe, puis de manager. Comme mentionné plus haut, NI recrutait des ingénieurs en début de carrière pour travailler au département des ingénieurs d'application. Etant devenu manager, le choix des profils pendant la phase de recrutement⁵⁵, tout comme leur formation une fois recruté, étaient devenus ma responsabilité.

Le recrutement mérite qu'on le développe dans un paragraphe. Le processus de recrutement pour les ingénieurs NI pouvait être qualifié de « drastique ». Il se décomposait en 3 phases : un « simple » entretien téléphonique, un entretien sur site et enfin un entretien final avec le directeur général suivi d'une demi-journée d'essai. La seconde étape était la plus importante. En effet, l'entretien sur site était mené par deux à trois ingénieurs⁵⁶ et durait une journée entière. Outre le classique « entretien

⁵⁰ Jusqu'à ce que je forme d'autres ingénieurs dans ces domaines.

⁵¹ Le bureau de NI à Munich (DE), celui de Ennetbaden (CH) et l'EPFL à Genève (CH)

⁵² Les tarifs pratiqués par NI pour ce genre de personnalisation étaient élevés et les clients préféraient souvent faire appel à une société de service de leur région.

⁵³ Certificat disponible en Annexe 5.4.

⁵⁴ Chapitres 4.5 et 4.6.

⁵⁵ NI étant une multinationale et un fournisseur d'équipements et de technologies. Elle était une entreprise connue des ingénieurs. La plupart des ingénieurs diplômés avaient déjà travaillé sur les technologies de l'entreprise. Nous étions présents à la majorité des événements de recrutement des grandes écoles allemandes où nous mettions l'ambiance de travail et la formation au centre de notre « pitch ». Ceci avait pour effet de « remplir » le pipeline de recrutement, malgré le plein emploi qui était déjà un sujet en Allemagne en 2011. Nous avions le luxe de pouvoir refuser plus de 90% des candidats.

⁵⁶ Typiquement, un manager issu des ingénieurs d'application, un manager ou un chef d'équipe issu des ingénieurs commerciaux et optionnellement un ingénieur d'application sénior.

personnel »⁵⁷, il était accompagné de trois examens techniques (sur les technologies de mesure, l'électronique et l'informatique industrielle), d'un examen de logique et d'un examen commercial⁵⁸.

Les examens techniques n'étaient pas que de simples tests de connaissances. Du fait des nombreux et larges domaines d'expertises de NI⁵⁹, aucun ingénieur ou scientifique ne possède de connaissances approfondies dans tous ces domaines en sortie d'étude. Le recrutement consistait à sélectionner des personnes capables d'apprendre vite dans des domaines très différents du GE. Ainsi, nous interrogeons les candidats sur certains sujets et observons à partir de quel moment leurs connaissances se tarissaient – puis, en fournissant quelques indices, nous voyions s'ils arrivaient par eux-mêmes à « aller plus loin ». Ceci permettait ainsi de tester la rapidité de compréhension de nouveaux concepts techniques des candidats. Le succès d'un ingénieur d'application était intimement lié à sa faculté à comprendre et à assimiler des concepts rapidement. Le rôle du chef d'équipe et du manager était aussi d'accompagner et d'encadrer cet apprentissage pour que l'ingénieur atteigne au plus vite un niveau de performance satisfaisant et se développe au sein de l'entreprise⁶⁰. Je suis bien entendu passé par là avant d'être titularisé⁶¹. Ayant aussi eu la responsabilité du recrutement en tant que manager, j'ai fait passer cet entretien à un grand nombre de candidats et ai créé du contenu pour qu'il reste pertinent avec les évolutions des cursus universitaires et des technologies.

Le développement de NI a rendu cette approche de plus en plus compliquée à mettre en place. La diversification et la segmentation des applications demandaient aux ingénieurs d'être de plus en plus spécialisés. NI s'est diversifié en acquérant plusieurs entreprises de domaines variés⁶², en entrant au capital ou en créant des coentreprises avec d'autres acteurs du milieu⁶³. La plupart de ses acquisitions n'ont pas été motivées par l'acquisition de nouvelles capacités en R&D ou en production mais pour

⁵⁷ Ou « entretien RH », visant à évaluer un candidat comme potentiel futur collaborateur.

⁵⁸ L'examen commercial a laissé un fort souvenir à beaucoup d'ingénieurs. Il n'était pas annoncé à l'agenda et se déroulait à midi, après déjà 4h d'entretien et de tests. Le candidat se voyait remettre une documentation technique d'une dizaine de pages en anglais, le plus souvent concernant une technologie de niche ou obsolète. Il avait 20 minutes pour préparer une présentation commerciale de 10 minutes en allemand afin d'expliquer le fonctionnement de la technologie et les avantages qu'elle pourrait proposer aux « clients » (un public d'une dizaine de personnes). La présentation était suivie d'une partie question où les différents membres du « public » jouaient un rôle prédéfini.

⁵⁹ Se référer à la liste du chapitre 4.3

⁶⁰ Le poste d'ingénieur d'application a été très longtemps la porte d'entrée vers les autres départements de NI. J'y reviendrai dans le chapitre 4.7.

⁶¹ Le recrutement des stagiaires était une version « light » sur 3h. L'entretien de titularisation post stage était une variante plus complexe mais plus courte de l'entretien classique, ce dernier étant jugé « trop simple » pour quelqu'un ayant déjà travaillé plusieurs mois au support.

⁶² Exemples d'acquisitions récentes :

- Micropross (FR) : Matériel de test HF pour la norme NFC ;
- Optimal Plus (IL) : Big data analytics pour l'industrie des semi-conducteurs ;
- Beecube (US) : Solutions de prototypage pour FPGA ;
- monoDrive (UK) : Solutions de simulation ADAS ;
- NH Research (US) : Systèmes de test d'électronique de puissance (batteries de véhicules électriques, générateurs...);
- Heinzinger (DE) : Alimentations à haute tension ;
- SET (DE) : Intégrateur de solutions pour la défense et l'aérospatiale. Récemment spécialisé dans les tests de fiabilité pour les semi-conducteurs de puissance.

⁶³ Exemples récents :

- Konrad (DE) : intégrateur et fournisseur de solution pour le test de système ADAS ;
- Ansys (US) : Coentreprise pour des solutions de simulation boucle fermée pour l'aérospatiale ;
- ETAS (DE) : Coentreprise pour des solutions de simulation boucle fermée pour l'industrie automobile.

étendre le catalogue de produits, de systèmes et de services. L'augmentation importante du nombre de domaines d'expertise de NI qui en a découlé, a entraîné l'impossibilité pour chaque ingénieur d'application de pouvoir assurer le support de l'ensemble du portfolio. Il a donc fallu revoir en profondeur la stratégie de recrutement et de formation.

J'ai été chargé en tant que manager des ingénieurs d'application, de mener la refonte du système de recrutement et de formation pour les ingénieurs débutants. Le projet était mené par une dizaine de personnes issues du management des ingénieurs, des commerciaux et des ressources humaines. Elle avait pour objectif d'harmoniser et « d'élever le niveau » du recrutement et de la formation sur la région EMEA⁶⁴. Le but était d'attirer les meilleurs éléments du continent en début de carrière dans l'espoir qu'ils puissent assimiler en peu de temps⁶⁵ les différents aspects du business de NI. Un autre projet a été mené en parallèle afin d'évaluer la segmentation des départements d'ingénierie et de vente par Industrie et par Application (IxA). Ce projet avait pour but de permettre de recruter des ingénieurs « seniors » avec une expertise dans le domaine. Les deux approches semblent avoir toujours cours chez NI. L'emploi d'ingénieurs spécialisés et qualifiés permet un développement plus rapide des nouveaux domaines d'activité. Celui de jeunes ingénieurs « généralistes » permet de former et fidéliser de jeunes talents en sortie d'école dans le but d'en faire les commerciaux et les managers de demain.

Ce dernier point me permet d'aborder la question des formations prodiguées par NI pour les lycéens et étudiants. NI Allemagne a beaucoup profité de ses fortes connections avec le monde académique. Outre sa présence aux salons de recrutement de la plupart des universités allemandes, le Directeur Général avait à cœur de « former de futurs ingénieurs et d'intéresser la jeune génération à la science ». Plusieurs événements étaient sponsorisés dans ce but. Par exemple, NI Allemagne sponsorisait l'édition allemande de la First Lego League⁶⁶ pour laquelle j'ai pu faire partie du jury. J'ai également pu planifier, avec les ingénieures de mon équipe, le programme de la participation de NI aux Girls Days⁶⁷.

Sur le volet formation « pure » il y a deux événements pour lesquels j'ai aussi été impliqué.

Le premier est le support aux équipes allemandes de la compétition « Formula SAE ». Cet événement est une compétition étudiante internationale dans laquelle des équipes conçoivent, construisent et concourent avec des voitures de course monoplaces, évaluées selon divers critères de performance et de conception⁶⁸. NI Allemagne a sponsorisé plusieurs équipes, dont notamment l'équipe TU Fast⁶⁹ de la TU München et Elbflorace⁷⁰ de la TU Dresden. Le parrainage incluait du matériel (notamment des systèmes embarqués à temps réel et FPGA) et des formations. C'est sur ce dernier point que j'ai été impliqué en tant que formateur. La formation comprenait une version accélérée des bases de la programmation LabVIEW, de la programmation temps réel et de la programmation FPGA suivie d'une journée de développement pour la mise en pratique des savoirs acquis. Le « formateur » devenait aussi

⁶⁴ Europe, Middle-East, India, Africa

⁶⁵ Le challenge n'est pas tant qu'un cerveau humain ne peut pas absorber le savoir nécessaire à une expertise dans les nouveaux domaines d'activité de NI, mais que le temps nécessaire pour y arriver n'est pas « rentable ».

⁶⁶ Trophées de robotiques organisés par Lego à destination des moins de 16 ans : <https://www.firstlegoleague.org>

⁶⁷ Journées de l'industrie à destination des lycéennes pour mettre en avant les métiers où les femmes sont sous représentées. <https://www.girls-day.de>

⁶⁸ <https://www.fsaonline.com>

⁶⁹ <http://www.tufast.de>

⁷⁰ <https://elbflorace.de>

le premier point de support pour les étudiants cette année-là. J'ai pu revêtir ce rôle pendant une année⁷¹.

NI organisait aussi toutes les années une compétition de robotique, la « NI Worldclass »⁷². Cette compétition regroupait dans nos locaux de Munich plusieurs étudiants d'université techniques allemandes. Pendant cinq jours, les étudiants suivaient une formation et s'affrontaient en équipe de cinq personnes autour d'un défi. Pour l'édition 2015 j'ai fait partie de l'équipe de formation et d'encadrement de l'évènement.

Comme mentionné en début de document, j'ai également encadré des mémoires de stagiaires dans le cadre de mes fonctions de manager. J'ai été tuteur du projet de Bachelor d'ingénieur en Génie Informatique de Mme Mélanie Eisfeld⁷³ et du stage de M5 du diplôme d'Ingénieur en Énergie de l'UTBM de M. Marc Oesterle⁷⁴. Les deux ingénieurs ont réalisé leur stage et/ou projet de fin d'étude au département des ingénieurs d'application NI. Ils étaient sous ma responsabilité. Une fois leur diplôme obtenu, Mme Eisfeld et M. Oesterle sont revenus travailler comme ingénieurs d'application chez NI Allemagne & NI Suisse.

A ceci s'ajoute aussi de nombreuses présentations tenues dans des salons professionnels – notamment les salons NI à destination de ses clients⁷⁵. L'apprentissage, mais aussi le partage et la transmission de connaissance ont été un des piliers de mon travail au département des ingénieurs d'application.

Voyons maintenant deux exemples de projets dans lesquels j'ai dû mobiliser des compétences scientifiques du GE.

4.5 Accompagnement à la transition du prototype à la Version finale pour Bühler AG

Comme mentionné dans la partie 4.3, NI proposait des services payants à destination de ses clients (les « professional services »). Ces services n'étaient que rarement effectués par des ingénieurs d'application. Les connaissances nécessaires à leur exécution dépassaient celles dont disposait un ingénieur débutant. J'ai cependant pu effectuer certains de ces services durant mon emploi chez NI Suisse. La structure suisse étant beaucoup plus petite que l'allemande, les départements y étaient moins « segmentés ». Un ingénieur d'application pouvait tout aussi bien réaliser, en plus les tâches d'un ingénieur marketing, celles d'un ingénieur système ou d'un commercial. J'ai été affecté à NI Suisse dans le cadre du remplacement de leur ingénieur « senior » parti rattraper les mois manquants de son service militaire. C'est dans ce contexte que j'ai pu opérer du support sur site et une revue de code chez Bühler AG.

Bühler AG, entreprise suisse basée à Uzwil, se distingue par ses solutions d'ingénierie de pointe dans les secteurs alimentaire et chimique. Par exemple, Bühler AG fournit des solutions de traitement des céréales, telles que des équipements de nettoyage, de triage et de broyage. Dans l'industrie du chocolat, Bühler AG propose des lignes de production complètes pour la fabrication de chocolat, comprenant des machines de torréfaction, de concassage, de conchage et de tempérage. Ces

⁷¹ Malheureusement je n'ai pas retrouvé l'année exacte.

⁷² Le site de l'évènement n'existe malheureusement plus. Un article couvrant l'édition 2015 : <https://www.elektroniknet.de/messen-testen/robotik-wettbewerb-fuer-studenten.117629.html>
Ou une vidéo de celui de 2016 : <https://youtu.be/q4Yg4pWlsIU>

⁷³ Page de garde et abstract en Annexe 6.3

⁷⁴ Page de garde en Annexe 6.2

⁷⁵ NI Days Swiss, NI Days Austria, NI Week, VIP (Virtuell Instruments in der Praxis), User group meetings, etc.

machines peuvent aussi bien être utilisées par des chocolatiers indépendants que par des multinationales de l'alimentaire (Nestlé, Kellogg's, Kraft Food...). Mon intervention concernait des systèmes liés à ces deux industries.

Ma mission principale pour cette intervention était la revue de code. Bühler AG souhaitait automatiser le processus de maintenance prévisionnelle de ses outils de broyages de céréales. Une des pistes explorées était de créer une « mallette » avec des capteurs d'usures pour les « dents » des meules ayant la possibilité de se connecter au moteur. La « mallette » devait pouvoir calculer et prédire la courbe de rendement (mécanique et financier) de la meule et émettre une recommandation sur sa maintenance⁷⁶. Le cœur de la « mallette » était un compactRIO⁷⁷ tournant sur batterie. Ce dernier devait traiter et conditionner les signaux d'entrées sur sa carte FPGA. Les signaux traités étaient envoyés sur le contrôleur à temps réel où ils étaient soumis au modèle de simulation de rendement de la meule et sauvegardés. Une boucle de commande pouvait contrôler le comportement du moteur en fonction des valeurs reçues. Une partie des données pouvait optionnellement être transmises à un ordinateur pour suivre de manière graphique l'avancée du test. Le test devait pouvoir être effectué sans ordinateur ni écran. Le système à temps réel devait s'assurer du bon fonctionnement de la puce FPGA. De son côté la FPGA devait contrôler le déterminisme de la boucle de commande (Watchdog)⁷⁸.

Le prototype basé sur l'architecture « compactRIO » a été suffisamment concluant pour que la direction décide d'en valider la production. Les « best practices » de la gestion de projet informatique préconisent de réécrire « de zéro » un code optimisé pour la production une fois la phase de prototypage terminée. La réalité des contraintes temporelles liées à ce genre de projet ne le permet malheureusement que rarement. Mon intervention visait à réviser le code LabVIEW (Real-Time et FPGA) dans l'optique de pouvoir en réutiliser le plus possible dans le système final.

La méthode de révision était standardisée dans un document rendu à l'entreprise quelques jours plus tard. Elle consistait en une analyse générale du code et des analyses de performances : stabilité mémoire, charge CPU, charge logique sur la FPGA, respect du déterminisme dans les boucles critiques, analyse des interactions périphériques (ici, l'accès au disque dur, la modularité de la programmation des chemins d'accès pour garantir la portabilité du code, et les calculs d'encombrement maximaux). Le document se concluait par des analyses de qualité dans le but de garantir la maintenance du code dans l'hypothèse où les programmeurs quitteraient l'entreprise (lisibilité du code, documentation, modularité, facilité à la maintenance en cas d'ajout de fonctionnalités ou de changement des capteurs...). Cette révision était effectuée chez le client et en présence du développeur. Plus que le document remis quelques jours plus tard, l'échange en direct était extrêmement important. Il s'agissait moins d'une correction de devoir que d'un échange technique de deux ingénieurs, en vue de garantir un système le plus qualitatif possible.

Au-delà de ma revue de code, ma mission chez Bühler avait aussi un « objectif secondaire ». L'équipe en charge du projet de maintenance prédictive pour les meules à céréales travaillait aussi, entre autres,

⁷⁶ Est-il plus rentable de continuer à l'utiliser, de changer une pièce ou de remplacer la meule ?

⁷⁷ Le CompactRIO de NI (National Instruments) est une plateforme d'acquisition de données et de commandes embarquées, combinant un système à temps réel et un FPGA programmable, offrant ainsi une solution pour des applications de mesure et de commande en temps réel.

<https://www.ni.com/fr-fr/shop/compactrio.html>

⁷⁸ « Un chien de garde, en anglais watchdog, est un circuit électronique ou un logiciel utilisé en électronique numérique pour s'assurer qu'un automate ou un ordinateur ne reste pas bloqué à une étape particulière du traitement qu'il effectue. C'est une protection destinée généralement à redémarrer le système, si une action définie n'est pas exécutée dans un délai imparti. » - Source :

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Chien_de_garde_\(informatique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chien_de_garde_(informatique))

à l'automatisation et au développement d'outils de maintenance pour les torrificateurs-concasseurs de cacao. Les machines en cours de développement embarquaient des automates programmables. Pour des raisons de politique interne, l'équipe en charge de l'automatisation de ces machines ne souhaitait pas mettre en place d'interface pour permettre l'accès aux registres des automates depuis des applications tierces (dont LabVIEW). J'ai ainsi mis en place un serveur OPC distant pour permettre l'accès aux automates programmables sans modifier le setup de l'ordinateur industriel embarqué dans la machine.

4.6 Troubleshooting d'un banc de test pour moteur pour TeamTechnik GmbH

Si les services présentés dans le chapitre précédent avaient pour but de prévenir de potentiels futurs problèmes et d'accélérer la productivité des clients « en amont », un ingénieur d'application peut aussi être amené à intervenir en aval des problèmes. Ceci a été le cas de mon implication chez TeamTechnik GmbH.

TeamTechnik GmbH est une entreprise allemande de la région de Stuttgart spécialisée dans le développement et la fabrication de solutions d'automatisation et de tests pour l'industrie automobile, biomédical et de l'énergie. TeamTechnik offre des solutions personnalisées pour l'assemblage, le test et la gestion de la qualité en production.

Un des gros clients de TeamTechnik est le groupe Volkswagen. TeamTechnik devait développer des bancs de test en production pour une nouvelle génération de moteurs à explosion. La majeure partie de l'interface d'automatisation (logicielle et matérielle) comprenait de l'équipement NI. Le « cœur » du banc de test se reposait sur une machine Windows exécutant un programme C# (.NET) pour l'interface utilisateur. Les tests étaient programmés en LabVIEW et exécutés dans une architecture TestStand embarquée dans le programme .NET. Les programmes LabVIEW s'appuyaient, outre les bibliothèques NI, sur diverses algorithmes et drivers compilés en DLL C ou en assembly .NET.

Les tests commandés par Volkswagen nécessitaient de manipuler une grande quantité de données. Le programme avait une fuite mémoire entraînant un crash du système toutes les deux à quatre heures. Ces crashes violaient des clauses du cahier des charges et Volkswagen avait engagé des poursuites pour sanctionner TeamTechnik et leur réclamer des pénalités conventionnelles. La société TeamTechnik avait, quant à elle, engagé une procédure pour réclamer à NI de s'acquitter de ces pénalités. Le prétexte retenu était que ces fuites mémoires auraient été causées par une instabilité des interfaces de développement de NI et non par un souci lié aux procédés de TeamTechnik.

NI avait déjà été impliqué pour des « professional services » au début du projet et un ingénieur senior⁷⁹ avait fait le suivi de support avant que les problèmes légaux n'apparaissent. Certains de ses retours notaient un choix de plateforme non approprié⁸⁰ ainsi qu'une recommandation de mieux former l'équipe de développement. Comme aucun problème d'allocation mémoire n'avait été documenté, la piste du défaut de développement de LabVIEW fut celle privilégiée par TeamTechnik.

L'ingénieur senior a été de nouveau envoyé pour analyser le programme une fois la procédure juridique engagée. Malheureusement pour lui, sa visite s'est révélée plus compliquée que prévue et a fini dans une salle de réunion avec une partie de l'équipe légale de TeamTechnik. Cette dernière a

⁷⁹ Plus de 15 ans d'expérience au moment des faits.

⁸⁰ Notamment concernant des processus de commande de moteurs sous Windows qui auraient dû être implémentés sur un système à temps réel.

essayé de le convaincre de signer un papier reconnaissant que la fuite mémoire ne venait pas de la programmation mais vraisemblablement de l'architecture LabVIEW.

Pour éviter que ce scénario ne se reproduise, il fut décidé de ne plus l'envoyer seul mais en binôme. Je me suis proposé en ma qualité de manager et « d'expert » en programmation bas niveau, C et C#. Le but de ma présence était triple : reconnaître l'importance du problème en envoyant un « manager », élargir le champ de la recherche « hors LabVIEW »⁸¹ et profiter de ma formation à la gestion de personnel pour désamorcer de potentiels conflits ou tentatives d'intimidation.

Le plan était que mon collègue fasse une étude approfondie de l'allocation des ressources « internes » à LabVIEW pendant que je « suivais » les ressources hors LabVIEW (notamment .NET). Le challenge principal fut que les programmes LabVIEW et C# ne sont pas compilés directement en langage machine mais dans un « pseudo langage » interprété dans des moteurs d'exécution : LabVIEW Run-Time et le Common Language Runtime. Ces moteurs d'exécutions gèrent l'allocation mémoire directement via la LabVIEW Memory Manager⁸² et le Garbage Collector⁸³. Ces éléments sont ceux sur lesquels nous avons dû « enquêter » plus en détail.

Nous avons effectué plusieurs simulations en amont de la visite. Il a été retenu que mon collègue se concentrerait exclusivement sur l'analyse des processus et de la mémoire allouée sous LabVIEW avec les outils de NI (l'outil « Profil, Performance et Mémoire⁸⁴ » et le « Desktop Exécution Trace Toolkit⁸⁵ »). De mon côté je devais analyser l'évolution du Garbage Collector avec des outils de Microsoft (Windows PerfMon⁸⁶, RAMMap⁸⁷) et des outils dédiés de JetBrains (dotTrace⁸⁸ et dotMemory⁸⁹).

Le service sur site s'est plutôt bien déroulé. Nous avons pu avoir accès à la machine de test. Elle avait été préparée de manière à fonctionner en conditions réelles : un moteur avait été chargé et tous les algorithmes de simulation désactivés. Nous avons pu observer la fuite mémoire en direct et générer un volume conséquent de données à analyser. Plusieurs choses étaient intéressantes à observer : si l'occupation mémoire du programme augmentait bien de manière conséquente et continue, le volume de données traitées par le « memory manager » de LabVIEW et .NET n'augmentait pas de manière significative. La fuite venait donc de blocs mémoires non gérés⁹⁰. En analysant les ressources « non

⁸¹ La recherche préliminaire concernait uniquement LabVIEW car la fuite était rattachée au processus « LabVIEW.exe ».

⁸² Plus d'informations sur la LabVIEW Memory Manager :

www.ni.com/docs/fr-FR/bundle/labview/page/lvexcodeconcepts/memory_manager.html

⁸³ Plus d'informations sur le Garbage collector :

<https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/standard/garbage-collection/>

⁸⁴ Plus d'informations sur le management Mémoire dans LabVIEW et cet outil ici : https://www.ni.com/docs/de-DE/bundle/labview/page/lvconcepts/managing_performance_and_memory.html

⁸⁵ Plus d'informations sur le desktop exécution trace toolkit : https://www.ni.com/docs/de-DE/bundle/labview-desktop-execution-trace-toolkit-api-ref/page/lvdetthelp/using_dett.html

⁸⁶ Plus d'infos sur Perfmon :

<https://techcommunity.microsoft.com/t5/ask-the-performance-team/windows-performance-monitor-overview/ba-p/375481>

⁸⁷ Lien vers RAMMap : <https://learn.microsoft.com/en-us/sysinternals/downloads/rammap>

⁸⁸ Lien vers dotTrace : <https://www.jetbrains.com/profiler/>

⁸⁹ Lien vers dotMemory : <https://www.jetbrains.com/dotmemory/>

⁹⁰ « Il existe différents aspects pour comprendre la mémoire non gérée (« Unmanaged »)

Au niveau supérieur, les applications exécutées peuvent être classées en deux catégories : le code non géré et le code géré. Le code géré est géré par un moteur d'exécution, comme .Net et Java. Le moteur d'exécution fournit des fonctionnalités importantes telles que la gestion automatique de la mémoire (par le Garbage Collector). Le

désallouées », plusieurs venaient de pointeurs vers des ressources partagées entre le programme LabVIEW et le programme C#. La plupart de ces pointeurs ne concernaient que des ressources « physiques » (adresses d'appareils de mesure, objets contenant les paramètres des tâches d'acquisitions...) ayant un impact négligeable sur la mémoire. Cependant parmi ces pointeurs, nous avons pu trouver une ressource plus problématique : des pointeurs issus d'acquisitions de vision industrielle.

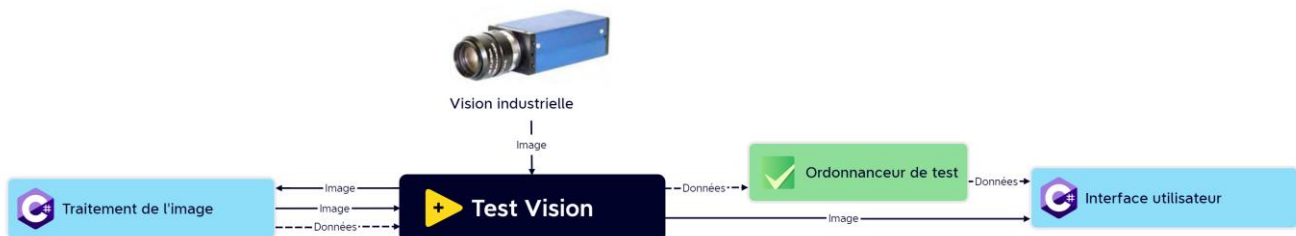


Figure 3: Schéma de principe du test vision

Le service datant d'il y a plusieurs années, je ne me rappelle plus à 100% de la structure de l'algorithme de vision industrielle. De mémoire, les données étaient acquises et pré-traitées sous LabVIEW (typiquement, l'isolation de la « Region of Interest » (ROI)) puis transférées à un algorithme propriétaire à TeamTechnik développé sous C#. L'image traitée ainsi que les données de traitement étaient renvoyées au test LabVIEW qui finissait l'analyse. Les résultats de l'analyse étaient envoyés au séquenceur de test TestStand et des images étaient envoyées au programme C# chargé de l'affichage (figure 1).

L'analyse mémoire a pointé vers de multiples références d'acquisition et d'image non « fermées ». En analysant le code LabVIEW, plusieurs instances de références vers des images ou des sessions « IMAQ »⁹¹ se terminaient sans appel explicite de fonction « close ». Plusieurs de ces ressources étant partagées avec des bibliothèques et programmes .NET, nous n'étions pas sûrs que les blocs mémoires dans lesquels vivaient ces images étaient désalloués – ni dans quel espace mémoire elles « vivaient ».

Nous avons alors modifié quelques fonctions LabVIEW pour fermer ces références et avons observé une réduction de la fuite mémoire. Nous en avons conclu que, conformément aux manquements observés par mon collègue lors des précédentes analyses de code, la fuite venait bien « d'erreurs » de programmation et notamment de manquements dans la gestion mémoire des tests visions. Les fonctions utilisant les images étant segmentées et éparpillées dans plusieurs sous-programmes, la recherche revenait à l'équipe de développement de TeamTechnik.

code non géré est similaire à la gestion dans un programme c/c++. Les développeurs ont l'entière responsabilité de gérer tout le programme, y compris la partie mémoire (par des fonctions comme malloc et free)

À un niveau inférieur et spécifique, par exemple dans le monde .Net, la gestion de la mémoire peut également être classée en deux parties, gérée et non gérée. C'est en fait ce qui prête à confusion. En effet, comme nous l'avons mentionné plus haut, le runtime de .Net fournit un GC qui peut gérer l'allocation et la libération de la mémoire automatiquement. Comment alors expliquer qu'il y ait de la mémoire non gérée ? Le point critique ici est que la partie non gérée n'est pas la mémoire elle-même, mais plutôt les ressources sous-jacentes liées à la mémoire. En général, il s'agit de ressources au niveau du système d'exploitation, comme les fichiers, les connexions réseau et les connexions aux bases de données. Le GC peut collecter la mémoire, mais il ne sait pas comment gérer ces ressources sous-jacentes au niveau du système. Dans une certaine mesure, il échappe donc au contrôle du système d'exécution. Le développeur doit alors faire quelque chose pour aider le runtime à gérer ce cas correctement (par exemple, l'appel à la méthode Dispose dans le monde .Net). » - Source : StackOverflow <https://stackoverflow.com/questions/1345377/unmanaged-memory-and-managed-memory>

⁹¹ Nom du driver NI d'acquisition d'image.

La correction de ces erreurs a amélioré la stabilité du programme, mais pas complètement résolu le problème de fuite mémoire. Le banc de test devait encore être redémarré environ une fois par jour. Sur le volet juridique, nous n'avons pas été mis au courant de la résolution de l'histoire. TeamTechnik a arrêté ses poursuites contre NI et il est vraisemblable qu'ils aient trouvé un accord avec VolksWagen. TeamTechnik a décidé de lancer la refonte de leur architecture de tests conjointement avec NI. J'ai attribué cette tâche à Mme Eisfeld, l'ingénieure en Informatique dont j'avais encadré le projet de Bachelor⁹² et qui était revenue travailler dans mon équipe à la fin de ses études.

4.7 Synthèse, Ingénieur d'Application

Du début de mon stage à la fin de mon emploi en tant que manager, les sept ans passés dans le département des ingénieurs d'application m'ont permis d'approfondir tous les aspects du GE appris au cours de mes études. Si mon appétence pour l'automatique et l'informatique industrielle s'est nécessairement traduite par une spécialisation dans ces domaines, la nature même de la « fiche de poste » et de la mission des ingénieurs d'application NI en font des « ingénieurs GE généralistes ». J'ai personnellement énormément appris au cours de ces sept années. La mise en application de la quasi-totalité des savoirs acquis pendant mon DUT et mon diplôme d'ingénieur allemand m'a permis de progresser dans tous les domaines techniques liés à mes études.

Le profil d'un ingénieur d'application chez NI se devait d'être généraliste car ce poste était censé être la porte d'entrée de carrières plus longues effectuées au sein de l'entreprise. En plus d'ajouter de la valeur en réalisant le support technique et la formation client, le département avait pour mission de poursuivre la formation des ingénieurs en sortie d'étude afin d'approfondir leurs connaissances et les étendre à des applications « concrètes » dans l'industrie. Le département se devait aussi d'être un incubateur où, en partant de ces connaissances, un ingénieur débutant pouvait se développer vers la vente, le marketing, le « support de vente » (ingénieur d'application senior, ingénieur système), le management ou la R&D. Une partie de la direction de NI vient d'ailleurs de ce cheminement de carrière. Des personnalités comme Eric Starkloff (President & CEO de NI, anciennement VP du marketing et directeur du marketing produit) ou Scott Rust (VP des « Operations Globales » dont la production, anciennement VP et directeur de la R&D) sont entrés chez NI via l'ingénierie d'application.

En plus de l'approfondissement des connaissances développées pendant mes études, j'ai acquis de nouveaux savoirs. Ils concernent principalement l'enseignement, la gestion d'équipe (et plus particulièrement la gestion d'ingénieurs) et le pilotage de projets de changements structurels au sein de l'entreprise (ainsi que leur communication). Cette dernière partie, plus stratégique, était celle dans laquelle je souhaitais continuer ma carrière. Conscient des limites de ma seule expérience dans le domaine de l'ingénierie d'application (notamment concernant la partie plus « business » de l'industrie) j'ai décidé en 2018 de faire un « pas de côté » pour intégrer l'équipe des ingénieurs commerciaux.

5 Ingénieur Commercial chez NI : développement de la compréhension du « business » de l'industrie.

5.1 Contexte : Ingénieur commercial

En 2011, au moment de mon entrée chez NI, la structure commerciale était relativement « simple ». Elle était scindée en deux avec d'un côté des « ingénieurs commerciaux de terrain » (FSE)⁹³ et de l'autre

⁹² Voir la page de garde et l'abstract en Annexe 6.3.

⁹³ « Field Sales Engineer » (FSE) en anglais dans le texte.

des « représentants commerciaux techniques » (TSR)⁹⁴. Les FSE étaient tous ingénieurs de formation et étaient rentrés chez NI en temps qu'ingénieurs d'application. Ils avaient un fort bagage technique qui les amenait entre autres à donner les formations chez les clients, faire des démonstrations ou procéder à des tâches de maintenance sur matériel lors des visites clients. Les TSR étaient le « bras armé » des FSE. Les TSR étaient pour la plupart recrutés avec un diplôme de « Techniker »⁹⁵ dans un domaine technique. Leur rôle était de faire le suivi des offres et des projets de moindre envergure ainsi que de planifier les visites des FSE.

La diversification et la complexification de l'offre NI a au moins autant impacté les commerciaux que les ingénieurs⁹⁶. Dans la seconde moitié des années 2010, la mobilité électrique, la conduite autonome, les débits de télécommunication (déploiement de la 5G, recherche sur la 6G) ainsi que la pression sur l'industrie des semi-conducteurs qui en découle, ont concentré une grosse partie des investissements.

Cette période est aussi celle où NI a entamé sa mue en enlevant le pouvoir décisionnel aux bureaux locaux pour centraliser, internationaliser et aligner les processus et les décisions. La diversification évoquée plus haut vient aussi de cette mue. Les efforts R&D et les acquisitions découlent d'une stratégie visant à augmenter la croissance, en s'attaquant à des industries à forts investissements et pour lesquelles NI n'avait jusqu'à présent qu'une offre limitée. Le marché fut donc segmenté en quatre : les semi-conducteurs⁹⁷, la mobilité électrique, l'ADG⁹⁸ et le « Portfolio »⁹⁹. NI étant, comme déjà évoqué plus haut, une entreprise américaine cotée en bourse, elle doit répondre aux attentes de ses investisseurs en croissance et en rentabilité. En simplifiant la segmentation à l'extrême, on pouvait considérer que le « Portfolio » concentrait la majorité du chiffre d'affaires de l'entreprise mais n'offrait plus de perspectives de croissance à deux chiffres par an. Il fallait donc dimensionner les investissements concernant cette « Business Unit » de manière à conserver les clients et continuer à les accompagner dans leurs nouveaux projets. Les trois autres « Business Unit » (ADG, Semi-Conducteurs et Mobilité électrique) étaient considérées, quant à elles, comme des secteurs à haut potentiel. L'investissement devait être conséquent pour s'équiper de technologies à même de répondre aux besoins de ces industries. Cela passait aussi par un recentrage des FSE vers les clients correspondants le plus à la nouvelle stratégie. Nous pouvons synthétiser cette évolution comme un changement d'une stratégie « horizontale » à une stratégie « verticale ». Pré-2010, il s'agissait d'accroître le nombre de clients. Le but des commerciaux était d'équiper le plus de monde possible de technologies NI, de la plus petite TPE à la plus grosse multinationale, et de s'assurer que tous les ingénieurs en sortie d'école aient connaissance des technologies de l'entreprise. Post-2020, il s'agit de comprendre le mieux possible certaines industries clés pour répondre à leur besoins (idéalement même les anticiper) et les amener à standardiser sur la « plateforme NI ». Le « pari » étant qu'en amenant les acteurs majeurs d'une industrie à standardiser sur ses produits, les sous-traitants seraient obligés de suivre.

La mise en place de cette stratégie a donc nécessairement impacté la structure commerciale. La dénomination de « Field Sales Engineer » (FSE), un ingénieur commercial rattaché à un territoire

⁹⁴ « Technical Sales Representative » (TSR) en anglais dans le texte.

⁹⁵ Équivalent allemand du BTS

⁹⁶ Comme évoqué dans le chapitre 4.4

⁹⁷ Spécifiquement les tests en production.

⁹⁸ Aerospace, Défense & Gouvernement

⁹⁹ Qui correspond au « reste » et est lui-même sous-segmenté en 5 domaines : l'académique, le biomédical, l'énergie, la gestion d'usine, et « l'électronique » qui fait office de pot-pourri de toutes les applications comportant de l'électronique et qui ne rentrent pas dans une des cases précédentes.

géographique, n'avait plus de sens au vue des nouvelles tâches. C'est assez naturellement que le poste a évolué vers celui, plus connu, de gestionnaire compte clé (AM)¹⁰⁰.

L'évolution des TSR fut plus tumultueuse. Si les AM ne se focalisaient plus que sur une poignée de clients, il n'était pas souhaité que les autres soient « abandonnés ». La première piste étudiée fut de transférer une partie des TSR comme force de vente sur le terrain pour le reste des clients. Cette piste s'est heurtée à deux problèmes majeurs. D'une part, l'équipe des TSR était une équipe « sédentaire »¹⁰¹ et presque aucun n'était prêt à changer de région pour un poste de commercial de terrain. D'autre part, peu de TSR avaient un bagage « technique » suffisant pour prendre cette responsabilité. Comme mentionné plus haut, les TSR étaient des techniciens pour la plupart issu du GE. Ils connaissaient dans la majorité des cas la totalité du catalogue « par cœur » et pouvaient répondre à la quasi-totalité des requêtes client qu'ils avaient à traiter¹⁰². Cependant, ils n'étaient que peu exposés à l'informatique industrielle. La plupart ne se sentaient pas capable de discuter d'un projet scientifique, de faire des démonstrations de produits, de mener à bien l'automatisation d'un banc de test, de discuter de télécommunication, etc. Ne pouvant pas remplacer l'équipe des commerciaux de « territoire » dans leur régions respectives, NI a créé le département des « Inside Sales Engineers » (ISE)

Les ISE avaient donc pour mission de continuer à générer de la croissance sur les territoires géographiques autrefois « managés » par les FSE. Ils se différenciaient cependant de ces derniers par la sédentarité de leur poste : les ISE travaillaient depuis le bureau à Munich et les réunions client étaient menées en visioconférence ou par téléphone. La suppression des déplacements sur site justifiait l'agrandissement des territoires (et donc la rationalisation des coûts). Le travail depuis le bureau facilitait aussi le recrutement des ingénieurs d'application intéressés par le travail d'un ingénieur commercial mais ne pouvant, ou ne voulant, pas déménager « en région ».

Du fait de leur plus grande disponibilité (pas de déplacements, rendez-vous clients souvent plus courts) le spectre des tâches effectuées par un ISE s'est rapidement retrouvé à « empiéter » sur la partie la plus technique de celui des TSR. Beaucoup de TSR avaient cinq ans d'expérience ou plus¹⁰³. Ils se voyaient sur-qualifiés pour ne plus faire que le suivi des « petits » devis, l'appel des leads et les salons. En période de plein emploi, surtout pour le personnel qualifié, le département s'est ainsi vidé de ses employés et a fini par cesser d'exister.

Pour pallier ce manque, et devant l'évidence que les tâches restantes étaient à la fois trop ingrates pour du personnel qualifié et trop complexes pour du personnel non qualifié, le projet de refonte du recrutement dont je faisais partie¹⁰⁴ a décidé de créer un nouveau département : les Sales Development Engineers (SDE). Ce département reprenait dans les grandes lignes les tâches incombant aux TSR. La différence majeure venait du profil et des attentes vis-à-vis des employés. Le département était composé quasi exclusivement d'ingénieurs en sorti d'études. Ils y passaient six à douze mois en

¹⁰⁰ Key Account Manager (AM) en anglais dans le texte.

¹⁰¹ Ils travaillaient depuis le bureau, la plupart avec une famille dans la région de Munich.

¹⁰² Typiquement, de la vente sur spécifications. Le client arrive avec un besoin « simple » (besoin d'un appareil pouvant mesurer huit thermocouples de type K, deux capteurs de pression et un encodeur. A ceci s'ajoutait le besoin de quatre entrées numériques pour des boutons et de huit sorties pour des LED ainsi que d'un générateur de signal de 2 Ampères...). Le TSR pouvait assister le client quand au choix du matériel (quel niveau logique pour les entrées numérique ? Quelle fréquence d'échantillonnage pour le capteur de pression ? ...).

¹⁰³ Le département des ingénieurs d'application était celui auprès duquel partait toutes les carrières au sein de NI et le renouveau du personnel était « constant ». A l'inverse, le département des TSR n'avait que peu de débouchés et bénéficiait d'une certaine stabilité quant au renouvellement du personnel.

¹⁰⁴ Évoqué dans le chapitre 4.4

parallèle de leur emploi chez les ingénieurs d'application, dans le but d'être plus exposés aux techniques de ventes et aux applications des clients. Il était aussi possible qu'un ingénieur d'application plus établi voulant s'orienter vers un poste commercial, vienne y travailler en attendant l'ouverture d'un poste chez les ISE.

C'est dans ce contexte qu'après avoir aidé à mettre en place la structure depuis mes responsabilités de manager, j'ai décidé en 2018 d'intégrer la structure commerciale en tant qu'ISE.

5.2 Approfondissement des connaissances en « business » de l'industrie

Comme évoqué dans le chapitre 4.7, mon évolution vers le poste de commercial était motivée par la volonté de me confronter avec la partie la plus « business » de l'industrie dans le but de m'équiper pour pouvoir, plus tard, prendre des postes à plus hautes responsabilités. Je visais un poste de directeur sous une échéance de cinq à dix ans.

La mission d'un ingénieur commercial chez NI était beaucoup plus « unidimensionnelle » que celle d'un ingénieur d'application. Elle consistait à répondre et à démarcher des clients pour les conseiller sur le choix de matériel pour leurs projets de test et de mesure, toujours dans l'optique de vendre du matériel NI et ainsi d'atteindre les objectifs commerciaux fixés par la direction. L'exécution ne manquait cependant pas de variété.

Une des forces du matériel NI est sa modularité. Les différentes cartes d'acquisition sont combinables entre elles pour former un système « unique », à même de répondre aux besoins des clients. Les technologies disponibles étant variées¹⁰⁵, les applications client et les compétences mises en œuvre pour répondre à leur besoin le sont tout autant. Les deux compétences principales requises étaient de natures techniques et commerciales. Les projets et les tâches qui m'incombaient avaient différents niveaux de complexité sur ces axes. Si la « logique commerciale » appelait à privilégier les projets peu complexes et à fort revenus, le « cerveau d'ingénieur » préfère suivre les projets les plus complexes et intéressants indépendamment du chiffre d'affaires potentiel qu'ils pouvaient générer. L'industrie étant « bien faite », les projets les plus complexes étaient souvent les plus lucratifs.

La planification et l'exécution des tâches gravitaient autour d'un « Business Plan ». Ce document, revisité chaque année, donnait un axe directeur aux activités commerciales autour de certains clients et de certaines industries. Son développement revenait aux ingénieurs commerciaux. Il était validé (ou refusé) par la direction commerciale. Dans mon cas, il était par exemple adapté à mon territoire commercial. Ledit territoire couvrait les „Länder“ allemands de Sachsen-Anhalt, Thüringen, Brandenburg, Berlin, Mecklenburg-Vorpommern et une partie de Niedersachsen.

¹⁰⁵ Voir la liste au chapitre 4.3

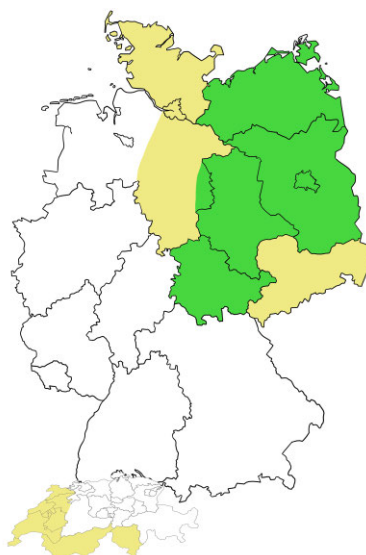


Figure 4: En vert mon territoire commercial, en jaune les territoires supplémentaires que j'ai dû gérer.

Le département était composé d'une quinzaine d'ingénieurs couvrant l'Allemagne, la Suisse et l'Autriche. La superficie de mon territoire était de loin supérieure à celle de mes collègues. Ceci s'expliquait en partie par l'histoire de la région : les « Bundesländer »¹⁰⁶ de mon territoire étaient les anciennes régions d'Allemagne de l'Est. Encore à l'heure actuelle, ces régions sont plus fragiles économiquement que le reste du pays. L'industrie y étant moins implantée, la superficie du territoire était plus importante pour arriver à un chiffre d'affaires équivalent à celui de mes collègues.

Pour en revenir au business plan, la topographie de mon territoire était disparate. J'y ai identifié quatre pôles d'activité : la Thuringe, la région de Wolfsburg (frontière nord-ouest du Sachsen Anhalt et de Niedersachsen), la côte de la mer Baltique en Mecklenburg-Vorpommerl et la région de Berlin.

Thüringen : avant de parler de l'industrie en Thuringe, il faut parler de l'industrie en Allemagne. L'Allemagne est un pays décentralisé. Les régions ont un fort pouvoir politique et les institutions sont réparties sur l'ensemble du territoire¹⁰⁷. C'est une des raisons qui explique que les entreprises allemandes n'aient pas cherché à se concentrer autour d'une seule grande ville mais soient restées dans leur région d'origine. L'Allemagne est un pays étendu et la Thuringe se situe au centre du pays. De ce fait, beaucoup d'équipementiers et de sociétés de services s'y sont installés et développés.

Par ailleurs, la Thuringe est aussi le berceau de la société Carl Zeiss GmbH¹⁰⁸. La ville de Iéna, où se situe son siège, regroupe un fort tissu de sociétés d'optiques et la plus grande université de la région. La région de Iéna porte d'ailleurs le nom informel « d'optical valley » en Allemagne. Si Carl Zeiss était couvert par un Account Manager, certains des clients clés de ma région, tels que Jenoptik et Jabil Optics, y siégeaient.

Jenoptik est un groupe d'opto-électronique basé à Iéna, en Thuringe (Allemagne). Ce groupe descend de la société d'avant-guerre Zeiss. Les activités du groupe sont regroupées au sein de cinq branches :

¹⁰⁶ Nom des régions allemandes.

¹⁰⁷ Par exemple, le Parlement est à Berlin, la cour des comptes à Francfort, le conseil constitutionnel à Karlsruhe, etc.

¹⁰⁸ « Carl Zeiss est une entreprise spécialisée en optique de précision et est notamment connue du public pour ses objectifs photographiques haut de gamme. Elle est composée de six divisions : microscopie, semi-conducteurs, métrologie, optronique, chirurgie (instruments et IOL), vision. » - Source : Wikipedia [https://fr.wikipedia.org/wiki/Carl_Zeiss_\(entreprise\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Carl_Zeiss_(entreprise))

systèmes optiques, lasers & traitement des matériaux, métrologie industrielle, sécurité routière et défense & systèmes civils¹⁰⁹. La majeure partie de mon activité avec Jenoptik venait du conseil et de la vente de cartes de contrôles à temps réel avec FPGA embarquée (NI sbRIO) qui servaient d'ordinateurs embarqués dans leur laser. Un des focus de mon « business plan » concernait l'adoption de systèmes NI pour les tests en validation et en production de leur solution de défense. Il s'agissait là de « pénétrer » un nouveau business unit de l'entreprise dans laquelle les produits NI n'étaient pas encore adoptés.

Jabil Circuit est une entreprise américaine « d'Electronics Manufacturing Services ». Jabil Circuit conçoit et fabrique des circuits électroniques pour les principaux OEM (Original Equipment Manufacturers)¹¹⁰. Jabil Optics est une succursale basée à Léna spécialisée dans les projets en optique (dalles LED, caméras, casque VR, etc). Il s'agit de leur centre d'ingénierie dans le domaine où les choix technologiques des lignes de productions sont décidés. Les sites de productions sont répartis en Europe de l'Est, Asie et Amérique centrale. La majorité de mon activité commerciale avec Jabil Optique concernait le conseil pour des bancs de test en production.

Wolfsburg : seule ville du territoire non basée en ancienne Allemagne de l'Est. Elle est notamment connue pour être le siège social de Volkswagen AG¹¹¹. Géographiquement, la ville se situe à la frontière de l'ex Allemagne de l'Est. Elle est connectée à Berlin via l'autoroute A2 qui traverse le Land de Sachsen Anhalt. C'est le long de cette autoroute que se sont installés beaucoup d'équipementiers automobiles et de fournisseurs de Volkswagen (VW). VW était géré par un Account Manager, mais la gestion des équipementiers me revenait. La région n'avait pas de compte que j'ai identifié comme « clés » dans mon « Business Plan », mais était intéressante technologiquement. Du fait de la proximité des entreprises avec VW, un certain nombre de projets étaient menés de concert avec l'Account Manager en charge de l'entreprise. Nous avons, par exemple, beaucoup collaboré avec ES-Tech pour des bancs de test d'écrans tactiles pour ordinateur de bord ou Expleo pour des systèmes ADAS pour la conduite autonome. Une autre entreprise avec laquelle j'ai beaucoup travaillé était Punch Powertrain. Il s'agit d'une société de services en ingénierie automobile, spécialisée dans la chaîne de transmission et de puissance. Ils développent leur propres onduleurs, raison pour laquelle nous avons travaillé ensemble sur des bancs de test.

Côte Baltique : La côte de la mer Baltique est intéressante pour son industrie navale. Des entreprises comme Liebherr et Thyssen Krupp y ont leur centre de R&D pour l'industrie maritime. [REDACTED]

[REDACTED] Cette région comprend aussi un centre de recherche maritime et biomédical rattaché à l'université de Greifswald. Un des projets menés avec cette université couvre une grande partie des tâches réalisées par un ingénieur commercial et servira d'exemple dans le chapitre suivant.

Berlin : Berlin est la capitale de l'Allemagne. Le gouvernement et une partie des institutions y siègent. L'activité commerciale dans la région de Berlin concernait avant tout des appels d'offres publiques, notamment pour la « Bundesnachrichtendienst »¹¹² rattachée au ministère de l'intérieur. La région

¹⁰⁹ Source : Wikipedia <https://fr.wikipedia.org/wiki/Jenoptik>

¹¹⁰ Source : Wikipedia https://fr.wikipedia.org/wiki/Jabil_Circuit

¹¹¹ « Volkswagen est un constructeur automobile allemand. La marque Volkswagen appartient au Groupe Volkswagen AG qui est en 2018, le premier constructeur mondial de véhicules devant Toyota avec 10,8 millions d'unités vendues. » Source : Wikipedia <https://fr.wikipedia.org/wiki/Volkswagen>

¹¹² Services de renseignements allemands.

concentre plusieurs gros centres de recherches rattachés à l'institut Fraunhofer, à l'institut Max Planck et au centre Helmholtz. L'industrie du biomédical y est aussi très présente.

Le Reste du territoire : L'Allemagne a lancé un grand plan de réindustrialisation en ex-Allemagne de l'Est après la réunification. Les avantages fiscaux et le faible prix des terrains industriels a amené plusieurs entreprises à s'y implanter, notamment pour leur site de production. De ce fait, une partie importante de mon travail comprenait le conseil pour l'automatisation des tests en validation et en production de PME implantées de manière disparate sur le territoire. Cette partie, non liée à un segment particulier de l'industrie, était intéressante car les PME en question disposaient généralement d'une marge de manœuvre financière limitée. Le travail de conseil dans l'automatisation des tests allait plus loin que le « simple » mapping de matériel avec les spécifications et nécessitait un accompagnement commercial aussi sur le volet économique.

Pendant les deux ans passés au service commercial, mon territoire a toujours intégré d'autres régions. Cet élargissement de mon territoire était lié à des vacances de poste ou des absences prolongées de type congé parental¹¹³. Ainsi, j'ai été amené à gérer les clients présents dans le Land de Hamburg, Schlesig-Holstein, Sachsen, une partie plus importante de Niedersachsen et la partie non germanophone de la Suisse. La Suisse et la partie Est de Niedersachsen sont entre autres restées longtemps dans mon territoire, au point d'intégrer mon « Business Plan ».

Parmi les clients clés de cette région « étendue » je peux citer l'EPFL à Lausanne qui a régulièrement eu besoin de conseils pour l'achat de matériels NI dans le cadre de projets de recherche, Safran Colibrys à Yverdon-les-Bains qui utilisait LabVIEW de manière étendue en R&D et dont les tests en production de leur MEMS n'étaient pas encore réalisés avec des produits NI ou encore Baker Hughes à Celle.

Baker Hughes était une entreprise particulièrement intéressante. La succursale allemande était spécialisée dans le développement et la production de têtes de forage pour l'accès à des gisements de pétrole. Leurs systèmes de forage pouvaient accéder à des gisements à plus de 14km de distance depuis la surface. La technologie mise en place requérait, selon les gisements, l'assemblage de plusieurs modules (foret, moteur, électronique de puissance, commande, acquisition, analyse embarquée...). L'assemblage des différents modules pouvait atteindre une centaine de mètres de longueur. Ces modules étaient alimentés électriquement grâce à des turbines qui « recyclaient » l'eau sous pression envoyée pour refroidir le système. Les modules étaient démontés, testés et réparés après chaque utilisation. La partie la plus fragile était la partie électronique. Les modules opéraient souvent à une température supérieure à 200°C avec d'intense vibrations, soit en dehors des spécifications de la plupart des composants électroniques. Baker Hughes avait donc besoin d'une architecture de tests flexible, à même de tester et retester tout ou partie d'un module avec des composants changeant continuellement. Un de leurs départements était aussi en charge des tests de la quasi-totalité des composants électriques entrant sur le marché pour évaluer leur utilisation dans des conditions extrêmes. Baker Hughes avait standardisé ces tests sur du matériel PXI de NI. Ces applications nécessitaient un échange régulier avec l'équipe technique pour évaluer le besoin de matériel pour de nouveaux tests.

L'application sur laquelle j'ai le plus travaillé avec Baker Hughes était de la simulation en boucle fermée. Les différents modules de la tête de forage devaient communiquer entre eux. Baker Hughes n'avait pas de système de simulation. Ainsi, les tests de communication entre modules (notamment à la fin du développement de nouveaux modules) se faisaient en présence « physique » de tous les modules. Baker Hughes ne disposant pas de plusieurs exemplaires de chaque module, cela entraînait

¹¹³ Le congé parental en Allemagne dure généralement de un à trois ans.

un défi logistique dû à l'utilisation de certains d'entre eux à l'autre bout du monde. Les tests des têtes de forage assemblées nécessitaient souvent un hangar et se faisaient le plus souvent juste avant le déploiement sur un gisement. En cas d'échec, la correction du problème pouvait retarder le forage de plusieurs semaines. Il fut donc décidé de créer des systèmes de simulation. Chaque module devait pouvoir être remplacé par un de ces systèmes, permettant ainsi de tester un module physique au sein d'une tête de forage complète sans avoir besoin de tous les éléments. Cela devait aussi aider à vérifier différents aspects de la partie software au cours du développement. La solution privilégiée fut d'utiliser pour chaque module simulé un compactRIO et/ou un système PXI tournant sous LabVIEW Real-Time. Le principal défi venait de la modélisation de l'environnement extérieur. Baker Hughes disposait de plusieurs géologues et mathématiciens dont le travail consistait à développer les modèles mathématiques de simulation des différentes strates géologiques et du comportement attendu des têtes de forages dans ces différents scénarios. Ces modèles mathématiques furent développés sous Matlab. Les prototypes ont montré certaines difficultés concernant la stabilité de leur exécution sur le système d'exploitation à temps réel de NI. Mon travail a consisté en premier lieu à les accompagner dans le choix de la plateforme. J'ai ensuite travaillé avec eux à l'architecture d'abstraction des données nécessaires entre les systèmes simulés, ainsi que sur le protocole de communication. Enfin il s'agissait de faire l'interface avec la R&D de NI pour faire remonter le problème d'intégration Matlab et donner une raison « business » de prioriser ce développement. A mon départ en 2021, le projet n'était pas encore finalisé. Les investissements en R&D de Baker Hughes étant directement liés avec le cours du pétrole. Le focus de leurs ingénieurs peut ainsi changer plusieurs fois au cours d'une même année.

Ces dernières pages sont riches en informations sur des clients et ne contiennent que peu de descriptions de tâches que j'aurais effectuées. Le travail d'un ingénieur commercial consiste avant tout à comprendre ses clients, leur manière de fonctionner et celle de l'industrie dans laquelle ils évoluent. Être capable de comprendre les enjeux d'un projet, de formuler les risques et les avantages liés aux différentes solutions envisagées (NI, ne rien faire, la concurrence...) et même potentiellement de se retirer d'un projet dans lequel on ne peut rien ajouter, sont parmi les capacités les plus importantes d'un ingénieur commercial.

Ces capacités sont soutenues par des outils et des méthodes de travail. NI avait sa propre approche nommée Customer Engagement Process (CEP), customisée pour les besoins de l'entreprise par un cabinet externe. Cette méthodologie se rapprochait d'une version complexifiée du SPIN Selling¹¹⁴. L'outil central se nommait « SCOPE Map » et consistait à analyser le « SCOPE »¹¹⁵ d'un projet ou d'une entreprise : S pour « Situation », C pour « Challenge », O pour « Obstacles to the change », P pour « Preferred solution » et E pour « Expected results ». Cette analyse s'appliquait à la partie technique du projet, à son versant économique, aux enjeux politiques internes de l'entreprise et aux aspirations personnelles des personnes impliquées. Ces informations servaient à qualifier un projet et mieux comprendre ses enjeux pour « mieux vendre ». Elles servaient aussi à l'autre versant du travail de commercial : documenter les projets dans le but de fournir une estimation des ventes la plus fidèle possible et estimer le gap nécessaire pour atteindre les objectifs fixés par la direction.

Cette partie, bien que faisant partie intégrale du travail d'un ingénieur commercial, n'a que peu de lien avec les matières enseignées en GE. L'exemple concret choisi dans le chapitre suivant se concentrera davantage sur la partie projet que sur les tâches administratives liées.

¹¹⁴ « Le SPIN selling repose sur un principe simple : le client a envie d'être écouté avec intérêt. Et l'écouter bénéficie directement au vendeur : il se familiarise avec ses besoins, de manière à lui faire une proposition adaptée et donc d'autant mieux convaincante. » - Source : <https://blog.hubspot.fr/sales/spin-selling>

¹¹⁵ Les entreprises américaines adorent les acronymes.

5.3 Accompagnement commercial de projet : cas pratique de l'université de Greifswald.

L'université de Greifswald est une université allemande située dans le Lande de Mecklenburg-Vorpommern. Elle a été fondée en 1456. Elle est l'une des plus anciennes universités d'Europe. Elle dispose de cinq facultés : droit, philosophie, théologie, médecine et sciences. C'est aussi un centre de recherche en fusion nucléaire rattaché à l'institut Max Planck¹¹⁶ et en Biotechnologie rattaché à la Biocon Valley¹¹⁷. C'est dans ce dernier domaine que le projet a été réalisé.

Il s'agissait d'un projet de recherche mené par le Dr. Fregin¹¹⁸ et encadré par le Dr. Otto¹¹⁹. L'objet des recherches portait sur des analyses viscoélastiques sur des cellules adhérentes et suspendues. Ces analyses sont des analyses d'images dynamiques. Elles nécessitaient du matériel à même d'enregistrer et de traiter de manière précise une grande quantité d'images.

Le laboratoire a fait l'acquisition d'un microscope à haut débit, capable de générer plus de 5000 images par seconde à une résolution de 1280*120 pixels (en niveaux de gris codé sur 8 bits) et de les exporter via le protocole Camera Link. Le plan d'expérience consistait, dans les grandes lignes, à exciter les cellules (par exemple avec un laser) et à analyser leur réponse à l'excitation (par exemple leur déformation). La durée d'une expérience était en moyenne de trente minutes mais pouvait durer plusieurs heures. Le volume de données générées était important ($1280*120*5000*8/8 \approx 750\text{MB/s}$ soit 40GB/min ou 2,7TB/h). Le Dr. Fregin souhaitait utiliser l'intégralité du débit disponible pour ses expériences.

L'université avait reçu un financement européen pour l'acquisition de matériel afin de traiter les données générées par le microscope. Le « traitement de données » pouvant être réalisé de différentes façons, plusieurs entreprises dont NI ont été contactées. Mes interactions avec ce client ont ainsi commencé fin juin 2020.

Mon approche pour les projets à financement public est d'abord de comprendre les contraintes et les échéances : le choix du matériel est-il fixé ? L'appel d'offre a-t-il été déjà publié ? Quelles sont les contraintes liées au financement (notamment sa date d'expiration) ? ... Dans le cas présent j'ai pu participer activement à toutes les étapes du développement du projet. En effet :

- L'implémentation technique n'était pas fixée, seul le choix du microscope l'était ;
- L'appel d'offre devait être effectué une fois la solution technique arrêtée et durerait 3 semaines ;
- Le comité en charge d'évaluer et de choisir les offres était constitué de 3 personnes dont le Dr. Fregin et le professeur qui encadrait ses recherches. L'évaluation était supposée durer une semaine ;
- La durée de traitement des commandes par le service en charge, à l'université, était d'une semaine environ ;
- Le financement expirait au 31 décembre mais l'université clôturait ses comptes au 15 décembre. Le matériel et la facture devaient alors être reçus avant cette date.

La première étape fut donc de faire un rétro planning et de formaliser ce planning ainsi que les besoins de manière écrite avec le chercheur :

¹¹⁶ Site : <https://www.ipp.mpg.de>

¹¹⁷ Site : <https://www.bioconvalley.org>

¹¹⁸ Profil Google Scholar de Dr Bob Fregin: <https://scholar.google.com/citations?user=v2Bw5eYAAAAJ>

¹¹⁹ Profil Google Scholar de Dr Oliver Otto: https://scholar.google.com/citations?user=70D_dsoAAAAJ

- Livraison avant le 15.12.20 ;
- Commande avant le 01.10.20 (les délais de livraison sur la majorité du matériel étaient de 6 à 10 semaines à l'époque) ;
- Fin de l'évaluation de l'appel d'offres avant le 24.09.20 ;
- Clôture de l'appel d'offres avant le 17.09.20 ;
- Ouverture de l'appel d'offres avant le 27.08.20 ;
- Choix technique arrêté avant le 13.08.20 (en comptant deux semaines pour la rédaction de l'appel d'offres).

Ces dates ont été vérifiées avec les dates des vacances de toutes les personnes impliquées dans le processus et ont servi de fil rouge pour la conduite du projet, basant les avancées et les relances sur ce calendrier.

Dans les faits, cela nous laissait un mois et demi pour trouver une solution technique au problème. Cette solution devait par ailleurs s'adapter à certaines contraintes « externes » : rentrer dans le budget du financement, ne contenir que des licences et du matériel (les formations et les services étant exclus) et être « simple à utiliser ». En effet, la programmation du système de mesure et d'analyse allait revenir au Dr. Fregin qui n'était, de son propre aveu, pas un expert en matière de programmation et ne souhaitait pas s'y spécialiser.

Les deux solutions les plus évidentes et sur lesquelles nous avons travaillé étaient : soit d'enregistrer l'intégralité des données de manière « brute » sur le disque dur puis de les analyser dans un second temps, soit de les analyser « à la volée » et de n'enregistrer que les données « de valeur » pour ses travaux.

La première implémentation, l'enregistrement de la vidéo sur le disque dur, avait le mérite d'être « simple » à mettre en place. Elle ne nécessitait « que » une interface capable d'absorber le débit de données générées par le protocole « Camera Link Full » ainsi qu'un SSD capable d'atteindre plus 750MB/s en écriture avec idéalement plus de 10TB d'espace de stockage. Cette solution a cependant plusieurs inconvénients : si un OS moderne optimisé pour une architecture processeur 64 bits peut gérer des fichiers de grandes tailles (256TB max), tous les programmes ne sont pas capables de gérer des fichiers aussi imposants. Il n'était pas garanti que le PC en charge du traitement de l'image puisse analyser une vidéo de plus de 5TB en une seule session. Choisir de fragmenter le flux vidéo en sous-fichiers de plus petites tailles nécessitait une programmation plus « complexe ». Par ailleurs, se posait aussi la question de l'utilisation : combien de personnes devraient pouvoir utiliser la machine ? A quelle fréquence seraient effectués les tests ? Si les données ne pouvaient pas être analysées directement après un test, où seraient-elles stockées (à 5TB l'expérience, on peut rapidement saturer un serveur).

L'approche que le Dr. Fregin voulut privilégier était celle d'un traitement de l'image « à la volée ». Les analyses n'étaient pas les plus complexes : reconnaître et isoler la cellule à étudier (la plus grosse), mesurer sa taille et étudier sa déformation. Traiter un flux vidéo de cette « taille » sous Windows me paraissait une mauvaise idée et j'ai déconseillé au Dr. Fregin de suivre cette piste. La piste qui me semblait la plus intéressante à suivre était de traiter le signal directement sur du hardware (une FPGA) et de ne renvoyer que des informations réduites à l'ordinateur. Ces « informations réduites » pouvaient être, par exemple, des données numériques permettant de « reconstruire » la cellule et/ou une « frame » réduite de la « region of interest » au moment où celle-ci change. Cette « frame » réduite pourrait être accompagnée des coordonnées X-Y de son centre et d'un index pour pouvoir reconstruire le mouvement en aval si l'étude de celui-ci méritait d'être approfondie. Il était même

envisageable, moyennant une programmation plus complexe, d'implémenter les calculs de déformations directement sur le FPGA.

NI disposait de cartes FPGA¹²⁰ avec une interface Camera Link¹²¹. Mon idée se heurtait à deux problèmes. D'une part, il fallait s'assurer que les cartes FPGA de NI étaient suffisamment « grosses » pour pouvoir traiter une image en 1200*120. D'autre part, même si le décodage du flux CameraLink était pris en compte par l'interface FPGA et son driver, devoir coder un algorithme d'analyse d'image à bas niveau sur une FPGA n'est pas chose aisée. Il me fallut vérifier ces deux « paramètres ».

J'ai, avec un ingénieur d'application, utilisé une carte FlexRIO et l'adaptateur NI-1483 (avec une des caméras industrielles de notre laboratoire) pour simuler l'installation du client. La caméra que nous utilisions avait une résolution plus importante que celle du client. En codant quelques algorithmes de bases (region of interest, surface, etc.) nous avons conclu que la FPGA du FlexRIO était amplement suffisante (nous n'avons pas la plus grosse FPGA et la bitfile¹²² que nous avons compilé pour le test occupait moins de 30% de la logique disponible sur la carte). En ce qui concerne la simplification du code, nous avons essayé d'obtenir le même résultat que lors de nos tests en utilisant « Vision Builder for Automated Inspection »¹²³, une interface de configuration de test vision qui a un compilateur FPGA intégré. Le test fut concluant et j'ai soumis le système de test à l'évaluation du Dr. Fregin.

Le but de l'évaluation n'était pas de tester la compatibilité avec son microscope (il ne l'avait pas encore reçu) mais de le guider dans les étapes nécessaires à la configuration d'un test vision et à son déploiement sur une carte FPGA. L'évaluation fut concluante dans la mesure où le Dr. Fregin a pu tester l'implémentation des algorithmes de ses expériences et en conclure que l'interface de configuration était suffisamment « ergonomique » pour qu'elle soit vraiment utilisée une fois le système pilote mis en place.

L'évaluation des besoins du client et les tests que j'ai mené ont duré environ un mois à raison d'un à deux meetings par semaine. Nous avons deux semaines de marge pour que le client teste le système et quatre semaines avant la dernière limite pour l'ouverture de l'appel d'offre. Le client a eu besoin de deux semaines pour évaluer la solution, période pendant laquelle nous étions en contact régulier. Le plan s'est déroulé conformément à ce qui était prévu. Le document de retroplanning a aidé le client à avoir les signatures nécessaires en temps et en heure. L'appel d'offre pour un système d'analyse basé sur un système PXI avec FPGA fut publié une semaine seulement après la fin des tests chez le client. La semaine « gagnée » par rapport au planning initial fut « perdue » à la fin de l'appel d'offres à cause de l'absence d'un membre du comité d'évaluation. NI gagna l'appel d'offres. Le système ayant un coût moins élevé que le financement, cela a permis à ce que du matériel générique et du consommable informatique puissent être achetés conjointement¹²⁴. NI a livré le matériel en moins de quatre semaines, évitant le stress lié aux retards de livraisons peu avant les « échéances budgétaires ».

¹²⁰ Les cartes PXI FlexRIO : <https://www.ni.com/de-de/shop/electronic-test-instrumentation/flexrio/what-is-flexrio.html>

¹²¹ Le NI-1483 : <https://www.ni.com/de-de/shop/hardware/products/camera-link-adapter-module-for-flexrio.html>

¹²² « Un bitstream (ou bitfile) FPGA peut configurer un FPGA. Un flux binaire comprend la description de la logique matérielle, du routage et des valeurs initiales pour les registres et la mémoire sur puce (par exemple, les tableaux de correspondance). » - Source : <http://lastweek.io/fpga/bitstream/>

¹²³ Plus d'informations : <https://www.ni.com/de-de/shop/electronic-test-instrumentation/application-software-for-electronic-test-and-instrumentation-category/what-is-vision-builder-for-automated-inspection.html>

¹²⁴ Le monde académique allemand dépend beaucoup de financements externes. Le budget n'est pas toujours disponible au moment où un investissement est nécessaire. J'ai proposé d'utiliser le reste du budget disponible

Cet exemple permet, je l'espère, d'appréhender certaines compétences mises en œuvre dans le cadre d'un emploi d'ingénieur commercial. J'ai repris contact avec Dr. Fregin au début de la rédaction de ce mémoire et il m'a autorisé à le nommer. Les expériences réalisées avec ce pilote avançaient et il espérait avoir bientôt suffisamment de résultats pour de nouvelles publications.

5.4 Synthèse de mon expérience en tant qu'ingénieur commercial

Les deux années passées dans le département des Inside Sales Engineers chez NI m'ont beaucoup enseigné sur l'industrie et les spécificités des différents secteurs. Au-delà de la présentation de solutions techniques - lesquelles étaient développées en grande partie sur la base des savoirs acquis dans le département des ingénieurs d'application – la clé du succès reposait sur la compréhension des tenants et des aboutissants du projet ainsi que de l'industrie à laquelle il était rattaché. Un sous-traitant dans l'industrie automobile, un laboratoire de recherche et un OEM dans le domaine de l'énergie ne fonctionnent pas de la même manière et ne doivent pas être « approchés » de la même manière, même si dans certains cas, la solution technique appropriée peut sembler similaire.

J'avais aussi, au démarrage de ce poste, sous-estimé à quel point la compréhension de la politique interne d'une entreprise industrielle que j'avais développé en tant que manager me serait utile dans le cadre de mon travail comme ingénieur commercial.

Les interactions avec les clients étaient sur un temps plus long que dans le département des ingénieurs d'application et la charge de travail étant plus importante. Ce poste m'a aussi permis de continuer à développer ma capacité à m'organiser et à prioriser de manière à pouvoir absorber efficacement cette grosse charge de travail. Je n'ai d'ailleurs pas à rougir de ma performance : NI a des objectifs souvent élevés avec une croissance attendue comprise entre 10% et 20% par an. J'ai toujours rempli et dépassé mes objectifs, et ce malgré un territoire à gérer plus grand que celui sur lequel j'étais évalué. J'ai fini par exemple 2020 avec 3,5M€ de chiffre d'affaires sur mon territoire et 2,5M€ sur le territoire suisse sur lequel je remplaçais la commerciale en congé maternité, dépassant de ce fait les objectifs de chacun de ces territoires.

J'ai évoqué les compétences techniques liées aux applications. J'ai aussi évoqué la compréhension des applications, des entreprises et des secteurs dans lesquels elles évoluent ainsi que les compétences d'organisation du travail. J'ai effleuré dans le chapitre 5.2 la maîtrise des outils et des méthodes commerciales qui m'ont aussi beaucoup appris sur l'aspect purement financier de l'industrie¹²⁵. Cette énumération ne serait pas complète si je ne parlais pas de la gestion de projet, compétence sur laquelle j'ai aussi beaucoup progressé.

J'ai à la fois beaucoup appris en interagissant quasi quotidiennement avec des chefs de projets mais aussi en endossant parfois ce rôle dans le cadre de mon travail. Ceci était particulièrement vrai dans le cadre de ventes où l'interlocuteur principal était un ingénieur et où il fallait piloter un changement de paradigme au sein de l'entreprise du client pour clore la vente. Il s'agissait alors d'organiser les rencontres entre les différents départements impliqués et/ou de suivre les délais et le calendrier du projet ainsi que d'assurer le fonctionnement des technologies vendues (les produits NI occupant un rôle souvent central dans les projets où ils sont utilisés, le succès du projet repose souvent sur le bon fonctionnement de cette technologie).

non pas pour prendre du matériel d'encore meilleure qualité, mais pour acheter des appareils de mesures « simples » pouvant servir dans tous types d'expériences ainsi que du matériel informatique de base. Cette proposition fut chaudement accueillie par le client.

¹²⁵ Savoir lire un rapport financier, faire des calculs de marge et de rentabilité pour des projets OEM, etc.

J'évoquais dans le chapitre 4 la volonté de m'exposer plus à la partie « business » de l'industrie, ceci, dans le but de pouvoir prétendre accéder à des responsabilités plus stratégiques de type « direction de business unit » 5 à 10 ans plus tard. Fin 2020, NI a opéré une refonte complète de son modèle commercial pour le faire évoluer vers un modèle basé sur des distributeurs. Cette réorganisation s'est accompagnée d'opportunités professionnelles. NI m'a proposé d'évoluer vers un poste d'Account Manager. DataTec, la société ayant récupéré les droits pour l'Allemagne, la Suisse et l'Autriche, m'a proposé de prendre la direction commerciale de l'entité créée pour distribuer les produits NI. J'ai choisi cette option.

6 Anticiper les évolutions technologiques chez dataTec.

6.1 DataTec : présentation de l'entreprise

DataTec est le plus grand distributeur spécialisé dans les technologies de mesure et de contrôle en Allemagne. La société ne se contente pas de vendre des produits, elle dispose d'experts s'occupant du client avant, pendant et après l'achat. Ils peuvent développer la solution avec lui, par téléphone ou personnellement sur place. DataTec distribue plus de 50 marques, lui permettant de conseiller ses clients indépendamment des fabricants. Cette particularité a contribué à créer un lien particulier avec ses clients. C'est une caractéristique de positionnement unique sur le marché des techniques de mesure et de contrôle germanophone¹²⁶.

L'entreprise dataTec repose sur cinq piliers - ou « Business Unit » (BU) : « l'électrotechnique », les « techniques de mesure électronique », les « techniques de mesure électronique haut de gamme », les « techniques de mesure modulaire » et « l'académie dataTec ». Ceux-ci constituent les cinq domaines d'activité principaux. En dehors de ces cinq piliers, dataTec collabore avec un réseau de partenaires pour pouvoir servir ses clients dans un spectre d'application plus large que la distribution d'appareils.

« L'électrotechnique » comprend le petit équipement et les solutions de conformité électromagnétique. Plus précisément, il s'agit de la business unit en charge des appareils de vision industriels (caméra de thermographie, caméra sonore, endoscopes, vidéoscopes...), des multimètres, des capteurs (thermocouples, thermistors, spectromètres...), des composants électroniques (fusibles, shunt...) et des solutions de test en conformité électronique (test de conformité VDE¹²⁷, systèmes de décharge électromagnétique pour les personnes, outils d'analyse des installations électriques et photovoltaïques...). Les marques distribuées par cette business unit sont par exemple, Chauvin Arnoux, Fluke, Gossen Metrawatt ou Chroma.

Les « techniques de mesure électroniques » étaient jusqu'à récemment le cœur de l'activité commerciale de dataTec. Cette BU avait en charge la distribution des appareils de mesure avec, au centre de leur activité, les oscilloscopes et les blocs d'alimentations (courant alternatif ou continu, charges, SMU...) pouvant aller jusqu'à 2000V / 1000A (\approx 2MW). Les marques distribuées par cette business unit sont par exemple, Rohde & Schwarz, Tektronix, Pico et Electro-Automatik.

L'industrie automobile étant très implantée en Allemagne, les transformations amenées par la mobilité électrique ont créé un besoin important en appareils d'électronique de puissance. DataTec a continué d'étendre son portfolio dans cette direction, en intégrant récemment des systèmes de simulation de

¹²⁶ Ce paragraphe est issu de la présentation de l'entreprise sur <https://www.datatec.eu>.

¹²⁷ « Fédération allemande des industries de l'électrotechnique, de l'électronique et de l'ingénierie de l'information », le comité allemand en charge entre autres des normes électromagnétiques, équivalent local de feu l'UTE française.

batterie de Comemso et en officialisant un partenariat avec Heinzinger pour une partie de leur catalogue. Les premiers employés spécialisés dans les tests en mobilité électrique ont été récemment recrutés. [REDACTED]

L'unité « technique de mesure électronique haut de gamme » (high-end) regroupe les appareils de mesure de signaux à haute fréquence (oscilloscopes à haute fréquence, analyseurs de spectre, analyseurs de réseau, générateurs de signaux vectoriels, etc.). Les produits distribués par cette business unit sont avant tout des appareils Keysight et Rohde & Schwarz.

L'unité « technique de mesure modulaire » (modulaire ou BU modulaire dans la suite du texte) est la BU la plus récente de dataTec. Elle a été créée début 2021 pour accueillir le portfolio de NI. Ledit portfolio couvre la quasi-totalité des autres BU mais diffère par son approche modulaire et très centrée autour du Software. Pour faciliter l'intégration de ces équipements au sein de dataTec, la BU modulaire fut créée avec l'idée à moyen terme de redispacher les technologies de NI au sein des trois autres BU, dans le but d'éviter les situations de concurrence interne. Les spécificités de l'offre NI et l'importance qu'a pris cette BU, sous ma direction commerciale, ont cependant amené la direction à revoir sa position. [REDACTED]

[REDACTED] Récemment, les produits de la gamme ABEX et LEON de la société Konrad ont intégré le catalogue de l'unité « technique de mesure modulaire ».

L'unité « académie dataTec » est la plus petite en termes de revenus. Elle regroupe toutes les formations et les certifications que dataTec propose à ses clients.

DataTec est une société non cotée en bourse qui cultive son image personnelle, intime et familiale. Elle dispose aussi d'un département marketing particulièrement « grand » pour un distributeur. Cela découle de la volonté de s'imposer comme « marque » en basant beaucoup de sa communication sur elle-même ou sur ses clients plus que sur les marques qu'elle distribue¹²⁸. Cette volonté de se différencier et de se positionner passe, par exemple par la création de « Spektrum », un magazine trimestriel d'information technologique¹²⁹ pour lequel j'ai, notamment été amené à choisir les sujets et les angles sensés soutenir l'activité commerciale de l'entité que je gérais.

Avant d'approfondir mon rôle et les particularités de dataTec, il convient de remettre ma prise de poste dans le contexte de l'évolution de NI.

6.2 Contexte : Directeur commercial

Le contexte de ma prise de poste chez dataTec est directement lié à l'évolution de la structure de NI détaillée dans le chapitre 5.1. Pendant les trois années que j'ai passé dans le département des « Inside Sales Engineers » (ISE) la mue de NI s'est poursuivie. La volonté de générer la croissance avec des projets « pilotables » et prédictibles dans les secteurs choisis s'est renforcée. Les Account Managers (AM) se sont de plus en plus spécialisés autour d'une poignée de comptes, amenant chaque année une partie de leur portfolio à être réévaluée et transférée au département des ISE. Pour répondre aux besoins spécifiques de ces comptes très alignés avec la stratégie de croissance de NI, le département fut segmenté en deux. Les ISE ayant le plus d'expérience dans le département virent leur poste évoluer

¹²⁸ Cette approche est peu commune dans le marché de la distribution. La force du positionnement marketing d'un distributeur dépend « normalement » de la portée des produits et des marques qu'il distribue. DataTec essaie de se créer une « niche » indépendante des produits qu'elle distribue.

¹²⁹ Les exemplaires, en allemand, sont par exemple disponibles ici : <https://unternehmen.datatec.eu/datatec-spektrum>

vers celui de « ISE Book of Account » (BOA) et le reste du département renommé « ISE Territory Account manager » (l'acronyme est resté ISE).

Il est très rapidement apparu que les tâches d'un BOA s'apparentaient plus à celles d'un AM que d'un ISE. Cependant, les deux structures étaient gérées de manière indépendante et ne se rejoignaient que beaucoup plus haut dans la hiérarchie de l'entreprise (cf. l'organigramme ci-dessous).



Figure 5: Organigramme simplifié de la structure commerciale de NI

Les entreprises gérées par les ISE se sont révélées être trop nombreuses pour prédire et piloter le revenu qu'elle génère de manière « satisfaisante » pour le conseil d'administration de NI et les investisseurs. Pour ces derniers, l'activité commerciale des comptes de petite et de moyenne taille s'apparente à une variable financière dont la croissance serait plus corrélée à des facteurs extérieurs (l'indice des directeurs d'achat PMI¹³⁰, les prévisions de croissance nationale et continentale et autres indices macroéconomiques) qu'à un retour sur investissement. Si l'on considère la part pilotable du business des petites et moyennes entreprises comme négligeable, il est possible, du point de vue de la rentabilité financière, de considérer le département des Inside Sales au mieux comme un investissement à risque, au pire comme un centre de coûts¹³¹.

Cette analyse intervient lors du ralentissement de l'activité économique mondiale liée à la crise du covid. La croissance et la rentabilité promises aux investisseurs en début d'année 2020 parurent difficiles à atteindre. Outre l'impact du ralentissement de l'économie mondiale sur les PME, d'autres facteurs ont été identifiés. La performance globale des ISE était en deçà des attentes. Pas loin de 70% des ingénieurs du département n'arrivaient pas à atteindre les objectifs qui leur étaient fixés. Une des causes avancées pour expliquer le ralentissement de la croissance client gérée par les ISE, fut la difficulté à faire du business avec NI. En enlevant le pouvoir décisionnel aux directeurs nationaux, les spécificités nationales se sont effacées au profit de processus et de méthodes alignées au niveau global, dérivées des pratiques établies aux États-Unis. En négligeant ces spécificités nationales, NI s'était aliéné une partie des PME qui préféreraient traiter avec des acteurs locaux qui avaient une meilleure compréhension de leur fonctionnement.

La crise du covid a aussi grandement freiné les activités commerciales sur site au profit de réunions virtuelles via Teams ou Zoom, effaçant encore plus la frontière déjà ténue entre les BOA et les AM. Face à cette réalité et au besoin de réduire les dépenses pour garantir la rentabilité financière de l'entreprise au niveau promis aux investisseurs (18%), une décision radicale fut prise. Il s'agissait de supprimer les Inside Sales pour transférer l'activité commerciale à des sociétés tierces qui, au prix d'une

¹³⁰ Fiche Wikipédia de l'index : https://en.wikipedia.org/wiki/Purchasing_Managers%27_Index

¹³¹ Définition Wikipédia d'un centre de coût : [https://en.wikipedia.org/wiki/Cost_centre_\(business\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cost_centre_(business))

marge fixe à la vente, « porteraient » les risques financiers liés aux coûts de fonctionnement du département commercial. Les distributeurs ont aussi été choisis en fonction de leur proximité avec le tissu industriel des régions dans lesquelles ils opéraient. Le but était de renouer avec ladite industrie et pallier aux problèmes identifiés dans le paragraphe précédent.

La suppression au niveau mondial du département des ISE, et partiellement des SDE, fut associée d'une vague de licenciements massive¹³². Cette vague de licenciements devait libérer du « cash » pour finir 2020 avec un bilan financier positif. NI ne focalisait son activité commerciale plus que sur les grands comptes alignés avec sa politique de croissance (les quatre business units présentées dans le chapitre 5.1) avec un effectif « réduit » d'Account Managers ayant accès à beaucoup de ressources de support (Business Development Managers, Sales Operation Managers, Solutions Engineers, etc.). Les distributeurs devaient assurer les entrées financières liées à 80% du chiffre d'affaires de NI.

Les territoires sur lesquels mon département opérait furent transférés à deux distributeurs : dataTec, distributeur germanophone basé en Allemagne (qui pris les droits de distribution des produits NI pour l'Allemagne, la Suisse et l'Autriche) ainsi que Farnell, distributeur international ayant les droits de distribution pour l'intégralité du continent européen. NI garda aussi son webshop ouvert pour garantir un minimum de concurrence entre les différents canaux de distribution.

L'annonce de ce changement de paradigme et les licenciements ont eu lieu durant le 3ème et 4ème trimestre de 2020. Je me trouvais alors en congé parental et appris par téléphone que mon chef et mes collègues avaient été licenciés et quitteraient l'entreprise à la fin de l'année. On me proposa de rester et d'intégrer le département des AM. Pendant ce temps, dataTec cherchait à embaucher autant de compétences NI que possible. Sur recommandation de mes anciens collègues, dataTec me démarcha pour prendre la direction commerciale de l'unité créée pour gérer la distribution des produits NI nommée « Modular Measurement ». L'évolution de carrière que je visais arriva ainsi plus tôt qu'escomptée. La naissance récente de mon premier enfant me fit hésiter à prendre cette responsabilité¹³³, mais la perspective d'évolution et de carrière m'a convaincu et j'acceptais.

6.3 La Distribution : le développement de l'entreprise au service de sa survie

Mon rôle en tant que directeur commercial était des plus « simple » : organiser les activités de la BU de manière à générer le plus de chiffre d'affaires possible avec les produits de NI¹³⁴. Pour ce faire, j'avais une équipe de cinq ingénieurs commerciaux, tous issus de NI et dont l'expérience commerciale variait d'un à trente ans. L'équipe avait déjà été recrutée au moment de ma prise de fonction et a été légèrement « réajustée » dans les mois suivants. L'équipe commerciale était épaulée par trois ingénieurs d'application, eux aussi transfuges de NI.

Le business de la distribution diffère plus que je le l'imaginai de celui d'un constructeur. Le secteur y est beaucoup plus concurrentiel. En effet, il ne s'agit plus uniquement de convaincre le client que la solution technique proposée et la plus à même de répondre à ses besoins. Il s'agit aussi de gagner la vente dans un secteur où plusieurs entreprises peuvent vendre ladite solution. Il y est nécessaire de se différencier, par les services proposés, le prix, la rapidité du temps de réponse ou la livraison. Le succès du département commercial ne dépend ici pas uniquement de la compétence des ingénieurs commerciaux.

¹³² Plus ou moins visibles et plus ou moins important selon les lois du travail en vigueur dans les différents pays où NI opérait.

¹³³ Il paraît que l'arrivée du premier enfant chamboule complètement la vie des parents...

¹³⁴ Le certificat de travail est disponible en Annexe 3.1

Par ailleurs, la croissance de l'entreprise est nécessaire à sa survie. Le marché étant très concurrentiel, les entreprises de distributions doivent à la fois se protéger de l'acquisition par des concurrents et capitaliser suffisamment de trésorerie pour étendre leur marché en faisant l'acquisition de plus petits distributeurs quand l'occasion se présente.

NI n'a jamais fait preuve de largesses quant au rabais accordé à ses produits. [REDACTED]

[REDACTED] DataTec avait fait le choix d'appliquer un surcoût aux produits NI pour sécuriser une marge suffisante pour couvrir les frais de fonctionnement d'après leur « business model ».

La première action au moment de ma prise de poste, fut de revoir la politique tarifaire pour l'aligner sur celle de NI. Cette décision revenant à la direction de l'entreprise (PDG et directeur financier), j'ai dû modéliser les différents modèles de rémunération de l'entreprise et y appliquer différents scénarios de chiffre d'affaires. J'ai pu faire entériner le changement de politique tarifaire au détriment de la marge. Ce changement a participé au redressement du chiffre d'affaires en le multipliant par quarante en deux ans, dépassant les prévisions de mon modèle¹³⁵.

Ces résultats reviennent aussi au dimensionnement des objectifs et à la performance de l'équipe, désormais sous ma responsabilité. Ils reviennent aussi à des relations favorables avec NI. J'y jouis d'une excellente réputation et parle son « dialecte interne ». Les tâches de gestion de la relation fournisseur, normalement gérées par les BDM et le directeur des ventes, me sont revenues. [REDACTED]

[REDACTED] Elle a aussi permis de positionner dataTec comme un centre de compétences aux yeux de NI, faisant du département que je gère un « laboratoire d'expérimentations » pour de futurs changements apportés à la distribution. Ces expérimentations (ou du moins celles que j'ai accepté) concernent avant tout de nouvelles opportunités de business (gestions de comptes à fort potentiels, positionnement de la distribution chez les comptes clés...) et ont activement contribué à la forte croissance de ces deux dernières années.

Pour revenir à ma prise de poste, la première année fut particulièrement riche en tâches variées. La majorité de l'équipe recrutée chez NI était basée à Munich. Les locaux de dataTec étant dans la région de Stuttgart¹³⁷, la relocalisation des ingénieurs n'était pas une option. Une des tâches qui m'incomba fut la recherche de locaux pour accueillir l'équipe – dataTec n'étant pas une entreprise favorable à un modèle 100% basé sur le télétravail. Les locaux que j'ai choisis pour en faire nos bureaux n'étant pas aménagés, j'ai aussi dû dessiner le plan avec un bureau d'architecte et faire le suivi des travaux.

J'ai aussi eu l'opportunité de réaliser ma « propre » campagne Marketing. Le Business Développeur Manager à qui revenait la tâche de faire l'interface avec le Marketing est parti à la retraite fin 2021. L'intégration du portfolio de NI au sein de la structure de dataTec fut sa dernière tâche. Pendant la

¹³⁵ J'avais calculé une multiplication par 50 (600 000€ à 30 000 000€) en trois ans. Au moment de l'édition de ma lettre de recommandation en Annexe 3.1, les résultats étaient de 23 000 000€ pour les neuf premiers mois de l'année d'exercice.

¹³⁷ À Reutlingen, à 350km de Munich.

période de prise de poste de son successeur, les décisions marketing me sont revenues¹³⁸. C'est dans ce cadre que j'ai pu choisir une partie de la ligne directrice du magazine Spektrum ou décider de campagnes publicitaires, par exemple sur la technologie PXI.

[REDACTED]

Avant de revenir sur l'ensemble des compétences développées pendant mes études et ma carrière, je vais développer deux exemples soulignant le caractère stratégique de mon poste : le développement du business suisse et la modification de la business unit modulaire.

6.4 Directeur commercial d'un département naissant, un poste stratégique.

Les droits de distributions, que dataTec a obtenu de NI, concernaient un territoire qui couvrait l'Allemagne, la Suisse et l'Autriche. Le marché historique de dataTec ne concernait lui que l'Allemagne, marché sur lequel l'entreprise était connue et reconnue. Il a fallu travailler sur le positionnement de l'entreprise et l'approche commerciale pour l'Autriche et la Suisse.

L'Autriche, je le rappelle, est un pays germanophone, membre de l'Union Européenne, de l'espace Schengen et de la zone Euro. Y faire du business depuis l'Allemagne est donc simple (même langue, même espace économique). La société « X Test »¹⁴¹ y est implantée comme distributeur historique occupant la même niche que dataTec. La plupart des marques que dataTec distribue sont aussi distribuées par X Test et les contrats de distribution signés avec les fournisseurs sont en théorie limités à leur territoire¹⁴². X Test et dataTec ont des relations cordiales : les deux entreprises savent qu'elles auraient beaucoup à perdre à engager une « guerre commerciale » en cherchant à prendre les parts de marché de l'autre. La stratégie autrichienne décidée, fut une stratégie de « non-expansion », se limitant aux produits de NI et pilotée depuis l'Allemagne. L'ingénieur commercial en charge de

¹³⁸ Comment utiliser le budget alloué ? Quels produits mettre en avant et sous quel angle ? La réalisation technique (rédaction, impression, etc.) était réalisée par des employés du marketing.

[REDACTED]

¹⁴¹ Prononcé « Cross Test » <https://www.xtest.at>

¹⁴² « En théorie » car la circulation des marchandises et des capitaux est libre au sein de l'espace Schengen. Cette limite contractuelle tient plus du contrat moral que d'un cadre juridique contraignant.

l'Autriche est connu « comme le loup blanc », fort de 25 années d'expérience chez NI comme commercial et chef d'équipe sur ce territoire¹⁴³. La stratégie d'expansion du Business reposait donc majoritairement sur sa personne et son réseau, soutenue par des activités marketing pilotées depuis l'Allemagne et « copiées » sur des campagnes allemandes. Cette approche a fourni d'excellents résultats pour la BU « modulaire ».

La Suisse fut, et est toujours, un territoire plus complexe. D'un point de vue légal, elle n'est pas dans l'Union Européenne. Si des accords commerciaux facilitent les échanges entre la Suisse et les pays membres de l'UE, elle reste un pays protectionniste sur le plan économique. Y faire du business depuis l'Allemagne est complexe, notamment pour des questions de fiscalité des bénéficiaires et de douane. Pour « simplifier » ces problèmes, nous avons décidé d'y ouvrir une entité légale. Cette entité, déclarée comme une entreprise indépendante, devait nous permettre d'y déclarer nos bénéfices conformément aux lois fédérales et cantonales, de s'occuper de l'importation (et donc des frais de douane), d'autoriser les clients à payer en francs suisses avec la TVA « locale » et de participer à des appels d'offre publiques.

La revue des statuts de l'entreprise par la chambre du commerce du canton d'Obwald (où devait être implanté l'entité légale) a duré plus de six mois, période durant laquelle j'ai aussi dû piloter la vente et réaliser le travail de commercial.

Passé ces difficultés initiales, le plus gros du travail était encore à venir. Les racines de dataTec, tout comme sa langue, sont extrêmement allemande. La rapidité avec laquelle le contrat de distribution fut signé pris l'entreprise de court¹⁴⁴. DataTec n'a pas pu revoir son positionnement marketing à temps. Ce dernier reposait sur l'image d'une PME de proximité, fière de ses racines souabes¹⁴⁵, capable de conseiller les clients concernant le choix d'appareils de mesure en allemand. Le « sérieux souabe » fait partie des stéréotypes des régions allemandes, mais ne représente rien en Suisse. Pire, une communication exclusivement en allemand pouvait être contreproductive en Suisse, où seule une partie du pays parle cette langue. Du point de vue de la cartographie industrielle, la Suisse romande, dont la langue est le français, est un bassin d'innovations qu'il était dommage de s'aliéner. Un des gros chantiers en cours est donc l'internationalisation de dataTec¹⁴⁶, que ce soit par son positionnement marketing ou par les capacités linguistiques de ses employés. Le site et les campagnes marketing doivent maintenant être disponibles en deux langues, les agents d'accueil doivent apprendre l'anglais et certains se sont portés volontaires pour apprendre le français. [REDACTED]

L'investissement nécessaire pour faire du business en Suisse justifie le fait de ne pas se contenter de vendre seulement du matériel NI. [REDACTED]

¹⁴³ Robert Lixl, cf. son CV : <https://www.linkedin.com/in/robert-lixl-750a1215a>

¹⁴⁴ NI démarcha dataTec en Octobre 2020, le contrat de distribution fut signé le 22 Décembre 2020 et le partenariat fut rendu public dans le foulée pour un transfert des activités commerciales au 1^{er} Janvier 2021.

¹⁴⁵ « *La Souabie est une région historique dans le sud-ouest de l'Allemagne. Le même mot désigne aussi en français les habitants et le dialecte alémanique de la région, le souabe.* » Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Souabe>

¹⁴⁶ Cette internationalisation ne concerne pas que l'Autriche et la Suisse. DataTec a étendu son activité dans les pays scandinaves et en Espagne via le rachat d'entreprises spécialisées dans les télécommunications. Ces entreprises sont cependant encore indépendantes avec leur propre département marketing et indépendant du siège allemand. La responsabilité de ces sites revient au directeur de l'internationalisation.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Ces « chantiers stratégiques » sont actuellement partiellement ou entièrement sous ma responsabilité. J'espère que leur présentation aura contribué à vous donner une vue d'ensemble des tâches effectuées en tant que directeur commercial chez dataTec ainsi que des compétences développées.

6.5 Synthèse d'expérience : directeur commercial

La BU modulaire sert actuellement de terrain d'expérimentation pour dataTec. J'y contribue activement en créant des postes « nouveaux » pour l'entreprise et en y faisant rentrer des profils très différents de celui des employés historiques. Ces expérimentations devraient déboucher sur une restructuration en profondeur de l'entreprise, nécessaire si elle veut continuer de croître.

Mon poste et mes responsabilités au sein de dataTec seront aussi amenés à évoluer. Cette évolution a déjà commencé. J'ai dû, début 2023, réduire mon temps de travail pour des raisons personnelles.

[REDACTED]

DataTec a malgré tout souhaité me garder à un poste à responsabilité. La gestion de l'équipe commerciale est sortie de mon « domaine de responsabilités ». Mon successeur à ce poste¹⁵⁰ vient de prendre ses fonctions à l'heure où j'écris ces lignes. Depuis, je me consacre majoritairement aux tâches plus stratégiques, telles que décrites dans le chapitre précédent, ainsi qu'aux tâches opérationnelles liées au territoire suisse. [REDACTED]

En l'état, le poste a mobilisé la quasi-totalité de mes compétences GE à haut niveau, technologiques, commerciales et managériales. J'ai, comme souvent après la prise de responsabilités supplémentaires, eu l'impression d'apprendre et de me former très rapidement. Cependant, contrairement à mes inquiétudes, mes compétences techniques ne se sont pas retrouvées reléguées au « second plan ». Elles sont toutefois mobilisées différemment que lors de mon emploi au sein du département des ingénieurs d'application (moins dans le détail et plus dans la compréhension à haut niveau). Le profil d'ingénieur GE généraliste que j'ai développé tout au long de ma carrière s'est révélé indispensable dans mon travail de directeur commercial, et celui-ci m'a permis de l'enrichir davantage via la découverte et l'apprentissage d'autres outils, d'autres produits et d'autres applications.

7 Bilan des compétences acquises

7.1 Introduction au bilan de compétences

Les chapitres trois à six m'ont permis de passer en revue les différentes expériences qui ont façonné mes études et ma carrière. L'accent a été mis sur les expériences en lien avec les enseignements de l'INSA, en particulier ceux du cursus GE. Ces expériences, qu'elles soient académiques ou professionnelles, m'ont amené à développer plusieurs compétences dont il convient ici de faire le bilan. Le « bilan de compétences ingénieur en Génie Electrique » tel que proposé par l'INSA servira d'outil pour formaliser l'évolution desdites compétences en sortie d'étude jusqu'à mes compétences actuelles.

Le « bilan de compétences ingénieur en Génie Electrique » est un document formalisant l'évolution des savoirs techniques et savoir êtres dudit ingénieur au cours de sa formation, notamment en école d'ingénieur. Il s'appuie sur une matrice de compétences¹⁵² présentant « 8 lignes qui correspondent aux différents métiers que peut exercer un ingénieur INSA GE tels qu'ils sont décrits dans la fiche du Répertoire National des Certifications Professionnelles (RNCP) »¹⁵³.

Le rapport du bilan de compétences oppose deux matrices : la matrice des compétences acquises avant le début du cursus ingénieur et celle des compétences acquises en fin de cursus. Si cette opposition n'a que peu de sens dans mon cas, elle peut aisément s'adapter à une VAE. Je vais, dans ce chapitre, tenter de faire le bilan de la manière la plus honnête possible de mes compétences au moment de l'obtention de mon « Bachelor of Engineering » allemand en 2011.

¹⁵⁰ Le fondateur et directeur historique de la filiale autrichienne de NI [REDACTED]

¹⁵² Le modèle de la matrice de compétence et les consignes pour la rédaction du bilan sont disponibles en Annexe 1.1

¹⁵³ Citation du document de consignes pour la rédaction présent en Annexe 1.1 en ligne. On peut se référer à la fiche RNCP 17886 : <https://www.francecompetences.fr/recherche/rncp/17886/>

Les chapitres suivants vont couvrir mon expérience professionnelle dans le domaine de l'ingénierie au cours de ces 12 dernières années. Ils se clôtureront par un nouveau bilan reflétant mes compétences actuelles.

La « motivation à l'apprentissage » telle que demandée dans les « consignes de rédaction » a déjà été couverte dans les premiers chapitres de ce dossier de VAE et la « Synthèse » ainsi la « Conclusion » clôtureront mon dossier.

Intéressons-nous dans un premier temps à mes compétences en sortie d'études. Les compétences sont notées de un à quatre, conformément aux consignes :

- Niveau 1 : connaissances et savoir-faire fondamentaux – notions ;
- Niveau 2 : capacités élaborées – application ;
- Niveau 3 : compétences à l'œuvre – maîtrise ;
- Niveau 4 : expert.

7.2 La Matrice de compétences en sortie d'études

Dimension spécifique à la spécialité Génie Électrique :

L'ingénieur en Génie Électrique de l'INSA de LYON reçoit une formation généraliste dans les domaines complémentaires de l'électronique, l'électrotechnique et l'électronique de puissance, l'automatique, l'informatique industrielle et les communications.

| | Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel | Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel | Mettre en œuvre une démarche expérimentale | Concevoir un système répondant à un cahier des charges | Traiter des données | Communiquer une analyse ou une démarche scientifique | Mettre en œuvre des composants électroniques analogiques et/ou numériques (et identifier leur fonction au sein d'un montage) | Mettre en œuvre les propriétés physiques des matériaux pour le domaine du génie électrique | Mettre en œuvre les différents éléments de production d'énergie, de transport d'énergie électrique et de conversion d'énergie | Spécifier, modéliser et concevoir les méthodes et algorithmes pour le traitement et la gestion de l'information véhiculée par les signaux et les images | Concevoir et réaliser des systèmes électroniques pour l'acquisition, le traitement, la commande et la communication de données | Mettre en œuvre les étapes permettant le contrôle du fonctionnement d'un système discret ou continu | Concevoir et développer des logiciels haut et bas niveau pour des systèmes (traitement et gestion de l'information) | Mettre en œuvre des principes et stratégies d'ordonnements des tâches et de gestion | Se connaître, se gérer physiquement et mentalement | Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome | Interagir avec les autres, travailler en équipe | Faire preuve de créativité, innover, entreprendre | Agir de manière responsable dans un monde complexe | Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation | Travailler dans un contexte international et interculturel |
|---|--|--|--|--|---------------------|--|--|--|---|---|--|---|---|---|--|--|---|---|--|--|--|
| 1. Rédiger les parties techniques d'un cahier des charges portant sur un système électrique. | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 2. Mettre en œuvre les bases fondamentales scientifiques et technologiques en Électronique – Électrotechnique – Automatique – Informatique industrielle et Télécommunication. | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 4 |
| 3. Mettre en œuvre des composants et systèmes électriques existants. | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| 4. Mettre en œuvre les principaux équipements de mesures et les protocoles d'expérimentation et de tests. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 5. Conduire toutes les étapes du cycle de conception d'un système électrique : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - Étude et spécification | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| - Conception et prototypage | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| - Programmation de haut niveau et utilisation de logiciels de simulation de systèmes (C, C++, SPICE, MATLAB, ADS, ...) | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 4 | 4 |
| - Implémentation et tests | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| - Structuration, ordonnancement et gestion des tâches de conception et de développement. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 6. Conduire une veille scientifique et documentaire. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| 7. Assurer un conseil scientifique de haut niveau pour définir les besoins en matériels, produits, procédures et systèmes dans les domaines de l'EEAIIIT pour les entreprises et les laboratoires de recherche. | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 4 |
| 8. Diriger, d'animer, de répartir les tâches, de fixer et respecter les délais dans un groupe projet chargé de la conception d'un système électrique ou électronique analogique ou numérique de la dimension composant à la dimension réseau de distribution. | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 |

7.3 Détails de la matrice (études)

Je ne vais pas détailler ici les 252 cases de la matrice, d'autant que la matrice « finale » du chapitre 8 me semble être plus importante pour ce dossier et que la fin de mes études remonte à 2011.

Il y a cependant plusieurs choses à « lire » sur cette matrice. A l'exception du point « 8. *Diriger, animer, répartir les tâches [...]* », tous les autres ont fait l'objet d'un enseignement dédié et approfondi au cours de mon cursus universitaire.

L'IUT B de l'Université Lyon 1 avait déjà en 2005 l'ambition de se positionner comme une alternative aux classes préparatoires pour intégrer une école d'ingénieur en troisième année. En cela, les cours qu'ils proposaient¹⁵⁴, couvraient de manière plus ou moins exhaustives (selon l'option choisie en 2ème année) l'intégralité des compétences du GE.

Ces compétences se sont retrouvées approfondies lors de mes études d'ingénieur en génie électrique et informatique industrielle en Allemagne. Le cursus en quatre ans « relabellisé » Licence à la suite de la réforme européenne dite « LMD »¹⁵⁵, approfondissait les savoirs acquis à l'IUT. Cette « Licence en quatre ans » est d'autant plus pertinente pour la VAE que l'université technique de Ravensburg-Weingarten a une approche pluridisciplinaire du GE similaire à « l'EEAIT »¹⁵⁶ enseigné à l'INSA. Ainsi, si mon affinité a toujours été plus forte en automatique et en informatique industrielle, j'ai là aussi pu approfondir mes connaissances en électronique, en électrotechnique ou en télécommunication¹⁵⁷.

Par ailleurs, le système de notation en Allemagne diffère de celui appliqué en France. En effet, lors de mes études à l'IUT (et antérieure) seule la moyenne comptait. Ainsi, il était possible de compenser certaines matières « faibles » avec d'autres pour atteindre une note moyenne supérieure à 10. Ce système m'a permis de valider mon DUT malgré des lacunes en électronique. En Allemagne, il fallait valider chaque UE avec une note minimum de 4 (équivalent au 10 français, la note maximale étant 1). Je n'ai ainsi pas pu faire valoir les crédits ECTS des matières où ma moyenne à l'IUT était inférieure à 10 et ai dû repasser ces matières.

Si cela a retardé l'obtention de mon diplôme (doublé du fait que je ne maîtrisais pas parfaitement la langue), cela m'a aussi permis de rattraper des lacunes dans certains domaines techniques tel que l'électronique.

Même en occultant mes stages et expériences professionnelles, mon parcours académique m'a amené à développer de solides compétences (équivalent à deux ou trois dans la notation de la matrice) dans la quasi-totalité du tableau. Je vais maintenant détailler les domaines dans lesquels j'avais, de mon point de vue, quelques faiblesses. Je développerais ensuite les compétences supplémentaires développées en entreprise lors de mes stages.

Concernant les « faiblesses » il y en a quatre qui ressortent à la lecture du tableau : une ligne et trois colonnes :

- Ligne 12 « 8. *Diriger, animer, répartir les tâches [...]* » : hormis dans le domaine de l'informatique où les méthodes de gestion de projet ont été étudiées à Weingarten¹⁵⁸, la gestion d'équipe et de projet n'a pas été un enseignement « formalisé ». Les connaissances

¹⁵⁴ Voir le programme de l'IUT en Annexe 1.3

¹⁵⁵ LMD: License-Master-Doctorat, voir https://fr.wikipedia.org/wiki/Réforme_licence-master-doctorat

¹⁵⁶ Electronique, Electrotechnique, Automatique, Informatique industrielle et Télécommunications

¹⁵⁷ Voir l'Annexe 1.4 pour la liste partielle des UE du Bachelor en quatre ans suivi en 2007 (document en allemand) et l'Annexe 1.5 pour le programme complet du Bachelor en trois ans enseigné en ce moment (en anglais)

¹⁵⁸ Cours "Software Engineering"

ont été glanées pendant les stages, TP et autres projets en équipe. Avec le recul, elles ne dépassaient pas le stade de notion dans les domaines techniques (hors informatique). En dehors des domaines techniques, mon expérience comme coordinateur pour le bureau des relations internationales¹⁵⁹ et de professeur de soutien de français¹⁶⁰ m'ont confronté, pendant mes études, aux problématiques liées à la gestion des individus au sein du groupe.

- Colonne 8 « *Propriété physique des matériaux* » : parallèlement au rattrapage de mes lacunes en électronique, ma connaissance des propriétés électroniques des matériaux restait « faible ». J'avais acquis d'un côté la théorie pure (calcul de conductivité en fonction des couches d'électrons des éléments du tableau périodique) et de l'autre une mise en application « aveugle » (conducteurs, semi-conducteurs et résistances/impédances dans un schéma électrique). Je n'avais cependant que peu de connaissances des applications concrètes et je n'avais pas fait le lien entre les deux (par exemple que la variation de la résistance du platine en fonction de la chaleur en faisait d'excellentes sondes de températures).
- Colonne 12 « *Production, transport et conversion d'énergie* » : mes connaissances en électrotechnique et en électronique de puissances portaient surtout sur les moteurs. J'ai pu pendant mes études, travailler comme électricien de chantier et notamment sur des installations type TGBT et j'avais des notions de transformation d'énergie mécanique en courant électrique (étude de cas sur le barrage hydraulique en terminale SI) qui m'avaient donné quelques notions.
- Colonne 19 « *Agir dans un monde complexe* » : avec le recul, ma compréhension du monde, notamment de l'industrie était rudimentaire en sortie d'étude. Les différents stages m'avaient donné des connaissances « ponctuelles » en fonction du projet, ce qui ne reflétait pas la complexité du monde dans lequel un ingénieur diplômé est amené à évoluer.

Au-delà de ces quelques notions, mon cursus universitaire m'a équipé de compétences solides dans le domaine du GE. Ces compétences se sont retrouvées renforcées par différents stages et expériences professionnelles au cours de mes études.

A la base de mon cursus, se trouve mon bac S option SI, et plus particulièrement le club de robotique du lycée¹⁶¹. Ce projet m'a demandé, ainsi qu'à toute l'équipe, de mettre en œuvre des compétences d'ingénierie qui m'ont servi tout au long de mes études et de ma carrière : brainstorming autour d'un cahier des charges, création d'une ébauche de solution, responsabilité d'une partie du développement d'un projet plus grand, démarche scientifique dans le choix de l'implémentation, réalisation dans un cadre contraint (équipe, deadlines, budget) ... Mes camarades et moi-même avons attaqué nos études supérieures forts d'un projet complexe réalisé en complète autonomie.

La plupart des projets et des stages réalisés lors de mon cursus universitaire ainsi que mon projet de Licence étaient liés à l'automatique et à l'informatique industrielle¹⁶². Ils m'ont permis de finir mes études avec une réelle maîtrise dans ces domaines. C'est cette maîtrise qui m'a permis de passer le recrutement « drastique » qu'NI faisait passer aux prétendants stagiaires et ingénieurs à l'époque.

Je voudrais d'ailleurs attirer votre attention sur ce stage effectué chez NI avant d'y réaliser aussi mon projet de fin d'études¹⁶³. Si le recrutement était « drastique » comme je l'écris plus haut, c'est que les

¹⁵⁹ Fiche de poste en Annexe 3.7

¹⁶⁰ Fiche de poste en Annexe 3.6

¹⁶¹ Voir l'Annexe 2.5 (en ligne pour plus d'informations)

¹⁶² Voir les rapports en Annexe 2.1, 2.3 et 2.4 auxquels viennent s'ajouter le stage en robotique à l'Université de Gdansk (Pologne) et le projet de programmation de FPGA en VHDL à l'Université de Weingarten dont les rapports n'ont pas pu être retrouvés.

¹⁶³ Voir le compte rendu de projet en Annexe 2.1

stagiaires suivaient les mêmes formations et avaient les mêmes responsabilités¹⁶⁴ que les ingénieurs commençant leur carrière dans l'entreprise. Ils étaient en effet affectés directement au département des ingénieurs d'application et responsables du support produit et du suivi de projet des clients. Ces tâches touchaient à la quasi-totalité des domaines du GE et m'ont fait énormément progresser pendant mes six mois de stage ; et plus encore après mon embauche. Pour plus de détail vous pouvez vous référer au chapitre quatre et au paragraphe suivant.

¹⁶⁴ Voir la fiche de poste en annexe 3.5

7.4 Matrice de compétences finale

Dimension spécifique à la spécialité Génie Électrique :

L'ingénieur en Génie Électrique de l'INSA de LYON reçoit une formation généraliste dans les domaines complémentaires de l'électronique, l'électrotechnique et l'électronique de puissance, l'automatique, l'informatique industrielle et les communications.

| | Analyser un système (ou un problème) réel ou virtuel | Exploiter un modèle d'un système réel ou virtuel | Mettre en oeuvre une démarche expérimentale | Concevoir un système répondant à un cahier des charges | Traiter des données | Communiquer une analyse ou une démarche scientifique | Mettre en oeuvre des composants électroniques analogiques et/ou numériques (et identifier leur fonction au sein d'un montage) | Mettre en oeuvre les propriétés physiques des matériaux pour le domaine du génie électrique | Mettre en oeuvre les différents éléments de production d'énergie, de transport d'énergie électrique et de conversion d'énergie | Spécifier, modéliser et concevoir les méthodes et algorithmes pour le traitement et la gestion de l'information véhiculée par les signaux et les images | Concevoir et réaliser des systèmes électroniques pour l'acquisition, le traitement, la commande et la communication de données | Mettre en oeuvre les étapes permettant le contrôle du fonctionnement d'un système discret ou continu | Concevoir et développer des logiciels haut et bas niveau pour des systèmes (traitement et gestion de l'information) | Mettre en oeuvre des principes et stratégies d'ordonnements des tâches et de gestion | Se connaître, se gérer physiquement et mentalement | Travailler, apprendre, évoluer de manière autonome | Interagir avec les autres, travailler en équipe | Faire preuve de créativité, innover, entreprendre | Agir de manière responsable dans un monde complexe | Se situer, travailler, évoluer dans une entreprise, une organisation | Travailler dans un contexte international et interculturel |
|---|--|--|---|--|---------------------|--|---|---|--|---|--|--|---|--|--|--|---|---|--|--|--|
| 1. Rédiger les parties techniques d'un cahier des charges portant sur un système électrique. | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 2. Mettre en oeuvre les bases fondamentales scientifiques et technologiques en Électronique – Électrotechnique – Automatique – Informatique industrielle et Télécommunication. | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3. Mettre en oeuvre des composants et systèmes électriques existants. | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4. Mettre en oeuvre les principaux équipements de mesures et les protocoles d'expérimentation et de tests. | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5. Conduire toutes les étapes du cycle de conception d'un système électrique : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - Étude et spécification | 4 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| - Conception et prototypage | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| - Programmation de haut niveau et utilisation de logiciels de simulation de systèmes (C, C++, SPICE, MATLAB, ADS, ...) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| - Implémentation et tests | 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| - Structuration, ordonnancement et gestion des tâches de conception et de développement. | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 6. Conduire une veille scientifique et documentaire. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 7. Assurer un conseil scientifique de haut niveau pour définir les besoins en matériels, produits, procédures et systèmes dans les domaines de l'EEAIIIT pour les entreprises et les laboratoires de recherche. | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 8. Diriger, d'animer, de répartir les tâches, de fixer et respecter les délais dans un groupe projet chargé de la conception d'un système électrique ou électronique analogique ou numérique de la dimension composant à la dimension réseau de distribution. | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

7.5 Détails de la matrice (finale)

Si je peux justifier de l'évaluation des 252 cases de la matrice finale, je pense plus pertinent de grouper certaines colonnes et de proposer une lecture « alternative » plus centrée sur les compétences techniques « EEAIT » enseignées à l'INSA. Les « compétences en sciences pour l'ingénieur » de la colonne bleue seront traitées dans un paragraphe du même nom. Les « compétences de la spécialité » en rouge seront groupées en cinq paragraphes : Electronique, Electrotechnique, Automatique, Informatique industrielle et Télécommunications. Enfin, les « compétences en humanité » seront groupées en un paragraphe. Le chapitre se terminera sur un paragraphe de développement des « compétences métiers », les lignes du tableau.

Compétences en sciences de l'ingénieur : Les compétences en sciences de l'ingénieur sont celles en bleu dans la matrice de compétences. Ces compétences étaient déjà celles mise en œuvre lors de ma participation au développement du robot pour les trophées de robotique en terminale S SI¹⁶⁵. Mes études, aussi bien à l'IUT¹⁶⁶ qu'à la FH Ravensburg-Weingarten¹⁶⁷ m'ont fourni des compétences solides dans ce domaine. Ces compétences se sont encore retrouvées renforcées lors de mon stage chez NI. Le profil d'ingénieur « généraliste » propre au département des ingénieurs d'application de NI», tel que développé au chapitre quatre, m'a équipé de solides compétences dans ce domaine. Certains sous domaines comme la communication de démarches scientifiques sont maîtrisés au-delà du niveau requis en sortie d'études, notamment par les nombreuses formations que j'ai données. L'analyse de problème, le traitement des données, l'exploitation de modèle et la mise en œuvre de démarches expérimentales sont les compétences de bases d'un ingénieur d'application. Les exemples cités aux chapitres 4.5 et 4.6 ont entre autres pour but de montrer les compétences générales mises en œuvre lors de ces deux projets. La conception de systèmes répondants à un cahier des charges a elle aussi été développée tout du long de mes études et de ma carrière. Mon expérience en tant qu'ingénieur commercial telle que développée au chapitre cinq, m'a permis de développer une réelle expertise dans ce domaine.

Compétences spécialité – Electronique : Les compétences spécialité sont celles en rouge dans la matrice de compétences. La compétence électronique n'est pas directement nommée dans la matrice de compétences. Elle recouvre cependant plusieurs colonnes et est pertinente en vue de l'obtention d'un diplôme d'ingénieur INSA. Elle a aussi été développée pendant mes études et ce, depuis la 1ère S SI. Sa première mise en application remonte au « projet GPS » réalisé à l'IUT¹⁶⁸. Les compétences en électronique représentent la base des connaissances nécessaires pour un ingénieur d'application. Les cours que j'ai donnés comme « data Acquisition with LabVIEW » faisaient la part belle aux techniques de mesure et de traitement du signal « avant la conversion ». J'ai cité dans le chapitre 4.4 l'appel quotidien aux applications des théorèmes de Nyquist ou au pont de Wheatstone pour résoudre les problèmes des clients. A cela vient s'ajouter le troubleshooting sur système client. Je peux citer par exemple, un cas de support où un client avait des problèmes récurrents de mesure avec son système PXI. Les envois en réparation ne changeaient rien. J'ai fini par le convaincre de m'envoyer le système pour finalement trouver, en mesurant l'impédance des différentes broches du câble confectionné par le client, que ce dernier était mal confectionné et contenait des courts circuits. J'ai aussi dû supporter le produit Utilboard, un logiciel de design de circuits imprimés. A l'heure actuelle, je mobilise encore ces compétences dans le cadre de formation de nouveaux ingénieurs commerciaux et dans celui de la

¹⁶⁵ Voir l'Annexe 2.5

¹⁶⁶ Voir le compte rendu des cours suivis en DUT en Annexe 1.3

¹⁶⁷ Voir la transcription des cours suivis lors de mon Bachelor en Annexes 1.4 et 1.5

¹⁶⁸ Voir l'Annexe 2.4

compréhension de l'offre de dataTec dans ce domaine. La sound design et l'ingénierie du son que je pratique sur mon temps libre mobilise aussi des compétences similaires¹⁶⁹.

Compétence spécialité – Electrotechnique : Mon premier contact avec « l'électrotechnique » date d'avant mon DUT. Je travaillais pendant les vacances chez Marguin SA à Chalamont (01)¹⁷⁰ (avant et pendant l'obtention de mon DUT), une société d'installation électrique spécialisée dans les « gros chantiers » (hôpitaux, écoles, sites industriels, etc.). Outre le fait d'y avoir monté et installé des armoires électriques sur différents chantiers, j'ai notamment dû « câbler » sur plan un TGBT (ou plutôt forer et visser des barres de cuivres) pour un ferrailleur de la région ainsi qu'y opérer des travaux de maintenances après l'installation. Cette opération sous tension faisait suite à l'habilitation électronique B1V obtenue pendant mon DUT¹⁷¹. L'électrotechnique a été largement couverte durant mes études, majoritairement via l'étude des moteurs électriques, et plus particulièrement de moteurs asynchrones (triphasés, à cage, etc.). J'y ai aussi étudié l'infrastructure du réseau EDF et de manière plus approfondie, la génération électrique d'un barrage hydraulique. Malgré l'approche multidisciplinaire du métier d'ingénieur d'application, mes compétences en électrotechnique ont été probablement les moins mobilisées de l'EEAIT. J'ai tout de même fourni du support sur des machines électromécaniques avec une chaîne de puissance. Le repositionnement de NI sur la mobilité électrique lors de mon évolution vers les ingénieurs commerciaux, m'a à nouveau rapproché de ce domaine. Je mentionnais les fournisseurs pour l'industrie automobile de mon territoire en Sachsen-Anhalt dans le chapitre 5.2. J'ai par exemple assisté Punch Powertrain à créer un banc de tests pour leur onduleur pour moteur de voiture électrique. Le Territoire de Brandenburg est aussi celui dans lequel Tesla devait installer sa « gigafactory » de batteries électriques. Je me suis formé sur ce domaine avec mon BDM en vue de « pénétrer » ce site. Mon intérêt pour l'électrotechnique continu actuellement chez dataTec. Les produits de société comme Heinzinger et NHR sont actuellement sous ma responsabilité. Il me revient aussi de comprendre l'offre d'alimentation de puissance (<2MW) afin de pouvoir l'offrir en Suisse, comme développé lors du chapitre 6.4.

Compétence spécialité – Automatique : L'automatique est le sous domaine du GE qui a contribué à m'orienter vers des études en génie électrique après mon bac. La première et la terminale SI m'avaient déjà confronté à ce domaine via des systèmes automatisés à vérins hydrauliques, des automates programmés sous Ladder, ou l'utilisation extensive du Grafcet et d'autres outils de représentation fonctionnels des systèmes automatisés. Mon bagage théorique en automatique a été renforcé pendant mes études et l'automatique était l'objet de ma spécialisation en IUT et en école d'ingénieur en Allemagne. J'ai pu y étendre mes compétences en automatique à l'asservissement avec notamment l'utilisation extensive de PID. Ces connaissances m'ont servi pour rentrer chez NI où une des raisons de mon embauche en stage était un exercice d'automatique et de logique combinatoire que j'ai littéralement survolé (algèbre de Boole, modélisations de systèmes à bascules via des portes logiques...). NI a toujours eu pour « mission » d'automatiser les mesures et les tests. D'un côté les offres de cRIO et de Veristand ont été pensées pour des systèmes de régulation boucle fermées. De l'autre, les produits de la gamme DAQ et LabVIEW étaient positionnés comme des concurrents aux contrôleurs logiques programmables. Mon travail en tant qu'ingénieur d'application a été de former et d'accompagner les ingénieurs travaillant chez nos clients vers cette automatisation.

¹⁶⁹ Voir l'annexe 4.2, et notamment sa version en ligne.

¹⁷⁰ Je n'ai retrouvé que le contrat de travail de mes vacances d'été après l'obtention de mon DUT comme preuve. Vous le trouverez en Annexe 3.8.

¹⁷¹ Il se peut que l'opération de maintenance ait légèrement dépassé le cadre fixé par l'habilitation. Une copie en est disponible en Annexe 5.7.

Compétence spécialité – Informatique Industrielle : L'automatique est le domaine qui m'a fait découvrir le GE. Cependant j'ai développé dès l'IUT une réelle affinité pour l'informatique industrielle. Cette affinité a été renforcée lors de mon emploi chez NI. Si le profil d'un ingénieur d'application est celui d'un ingénieur GE « généraliste », je me suis de surcroît spécialisé dans l'informatique industrielle pour atteindre un très haut niveau d'expertise. Les exemples cités dans les chapitres 4.5 et 4.6 comprennent une composante Informatique Industrielle poussée qui va de mon point de vue bien au-delà des compétences développées par un ingénieur INSA GE en sortie d'école.

Compétence spécialité – Télécommunication : La télécommunication a fait partie de mon cursus universitaire. Ce cursus m'a fourni les outils nécessaires à la compréhension des systèmes de télécommunication. L'outil le plus commun, qui est aussi très utile en électronique, est la représentation en fréquence du signal. J'ai dû l'utiliser tout au long de ma carrière. J'ai aussi dû, dans le cadre de « cas de support » sur du matériel HF, réutiliser des outils tels que le diagramme de rayonnement, le calcul du paramètre S pour le troubleshooting d'un analyseur de réseau ou l'abaque de Smith. Par ailleurs, j'ai mis en pratique, au support comme lors des salons, où les applications HF étaient souvent mises en avant, mes connaissances en modulation (en amplitude, en fréquence, en phase et surtout en quadrature). Le domaine que j'ai le plus utilisé au sein du département des ingénieurs d'applications est celui de la Radio Logicielle, dont les compétences rejoignent en partie celle de l'informatique industrielle (programmation sur FPGA). Lors de mon emploi comme ingénieur commercial, j'ai dû approfondir ces connaissances. Les systèmes de simulation de conduite autonome, utilisés par les équipementiers automobiles, ont besoin de systèmes RF pour simuler la « réponse radar » de l'environnement de conduite. J'ai également dû m'intéresser à la modulation à étalement de spectre pour un projet d'équipement militaire. J'ai collaboré avec la société toulousaine M3 Systems pour un projet de simulation de communication satellite pour Astrium. Ce projet me permet de faire la transition avec mes responsabilités récentes chez dataTec. M3 Systems propose entre autres des simulateurs de communication GNSS. [REDACTED]

[REDACTED] La RF fait partie intégrante de mon profil « généraliste » et, sans atteindre le niveau de compétence d'un ingénieur spécialisé RF, je pense pouvoir prétendre à un niveau au moins équivalent à celui d'un ingénieur INSA en sortie d'études.

Compétences en humanité : Les compétences en humanité sont celles en vert dans la matrice de compétences. Ces compétences « transversales » ont toutes été nécessaires au cours de mes études et de ma carrière. Le travail d'ingénieur d'application nécessite de travailler en équipe car personne ne peut tout savoir seul. Le poste de commercial, et encore plus celui de directeur commercial, nécessitent une très grande autonomie de travail, tout comme d'accepter une part de la responsabilité de la réussite de l'entreprise. Un poste de directeur n'a pas de fiche de poste « concrète ». Ma performance dépend aussi de la capacité à innover et de la compréhension du monde dans lequel l'entreprise et l'individu évoluent. Enfin, la composante internationale est au cœur de ma carrière. Je travaille en trois langues (français, anglais¹⁷², allemand). Si le focus de NI Allemagne était l'Allemagne, la Suisse et l'Autriche, la structure de NI a fait que beaucoup de projets étaient menés en coopération

¹⁷² J'ai dû dans le cadre de cette VAE passer un examen d'anglais. Il est consultable en Annexe 5.8.

avec les bureaux polonais et hongrois de NI¹⁷³. Mon expérience en Pologne dans le cadre d'Erasmus m'a prédisposé à représenter les AE germanophones dans ces projets et m'a amené à étendre un peu plus mes compétences professionnelles internationales.

Compétences Métiers : Les compétences métiers sont les lignes de la matrice de compétences. J'ai été amené au cours de ma carrière à travailler sur toutes les étapes d'un projet. Cependant, ce travail était avant tout un travail de support et de conseil. Si dans le cas de l'implémentation et des tests, les compétences mobilisées en pratique sont les mêmes que celles du client, mon implication lors de l'étude préliminaire ou de la rédaction du cahier des charges est beaucoup plus théorique. Les cas les plus fréquents sont ceux en lien avec le travail d'ingénieur commercial. La proximité avec les clients fait que j'ai parfois été impliqué dès l'étude préliminaire et que j'ai pu participer à la rédaction du cahier des charges (comme dans l'exemple de l'appel d'offre de l'université de Greifswald au chapitre 5.3). Cette implication reste une implication « externe ». Ma mission était davantage de guider le client et, par exemple, de relire son cahier des charges. La réalisation du projet revenait la plupart du temps au client. Je pense cependant que ce niveau d'expertise peut correspondre à celui d'un ingénieur en sortie d'étude, celui-ci n'ayant pas non plus énormément d'expérience dans la réalisation d'un projet industriel de « A à Z ».

7.6 Synthèse du bilan de compétences

Mes six années d'étude post-bac m'ont permis de développer de solides connaissances et compétences dans tous les domaines du GE. Ces dernières se sont trouvées renforcées pendant ma carrière, notamment lors des sept années passées au département des ingénieurs d'application de NI. L'approche généraliste et multidisciplinaire du travail au sein de ce département m'a permis de continuer à développer un large spectre de compétences métier, de spécialités et en humanité. La spécialisation qui s'est opérée naturellement en automatique et en informatique industrielle ne s'est pas faite au détriment des autres compétences. La structure du département et la fiche de poste demandaient d'aider tous les clients, indépendamment de leur application ou de la spécialisation développée par l'individu. Les formations régulières au sein du département m'ont aussi permis de conserver des compétences dans des domaines où je n'ai été que peu exposé (les demandes client étant réparties au hasard).

Ces compétences ont continué à être mobilisées lors de mon emploi comme ingénieur commercial et l'évolution de NI m'a amené, à nouveau, à travailler sur des projets de mobilité électrique nécessitant des connaissances en l'électronique de puissance. Les tâches que je réalise actuellement comme directeur commercial chez dataTec nécessitent aussi de solides connaissances technologiques et ne seraient que difficilement réalisables par un ingénieur venant d'une autre spécialisation que le GE et encore moins par quelqu'un sortant d'école de commerce.

Le recul pour évaluer le niveau d'un ingénieur GE fraîchement diplômé de l'INSA me fait défaut. Je pense cependant ne pas avoir à rougir des compétences développées et mobilisées pendant mes études et ma carrière. Ce bilan de compétences se veut le reflet le plus fidèle possible des études et de la carrière décrite dans les chapitres trois à six.

8 Conclusion

La VAE, au sens large, est une procédure qui permet aux individus ayant suffisamment d'expérience professionnelle d'obtenir des diplômes, titres ou certificats de qualification professionnelle. J'ai

¹⁷³ Dans le cadre de l'internationalisation, une première étape fut de rattacher l'Europe de l'Est à l'Allemagne, la Suisse et l'Autriche.

entamé cette démarche pour faire valider mes six ans d'études et douze ans d'expériences dans les métiers du GE, comme équivalentes à un diplôme d'ingénieur. Mon profil « d'ingénieur GE généraliste » qui a appris et travaillé dans tous les domaines de l'EEAIT, ainsi que mon attachement à la ville de Lyon (dont l'université Lyon 1 et le campus de la Doua) m'ont amené à chercher à être diplômé de l'INSA plutôt que d'une autre école. Ce mémoire est l'aboutissement de cette volonté.

Pour justifier de mon expérience, j'ai tout d'abord présenté ma motivation et mon parcours académique et professionnel. J'ai ensuite développé mon parcours professionnel en abordant l'expérience extrêmement formatrice au sein du département des ingénieurs d'application de NI. Cette expérience a été détaillée par des exemples concrets de projets techniques sur lesquels j'ai travaillé. J'ai ensuite abordé mon passage chez les ingénieurs commerciaux de NI, notamment comment celui-ci m'a aidé à développer mon savoir technique vers la compréhension d'applications et de projets divers, exemples à l'appui. J'ai continué en abordant la mise en pratique de tous ces savoirs pour prendre des décisions éclairées chez dataTec en tant que directeur commercial. Ce poste me permet aussi de développer une pensée stratégique complexe, appliquée à l'industrie. Enfin, j'ai essayé de vous montrer comment toutes ces expériences m'ont permis de développer mes compétences pour arriver aujourd'hui à un niveau suffisant pour prétendre au diplôme d'ingénieur.

Cette VAE a aussi abordé l'histoire et l'évolution de la société NI, à laquelle ma carrière est fortement liée. Ladite évolution et ma carrière se sont souvent télescopées et il me semblait nécessaire dans ce mémoire de les mettre en parallèle. L'instabilité engendrée par les changements récents de NI a créé des opportunités que j'ai su saisir. La question est maintenant de savoir ce que les changements futurs apporteront. Emerson Electric avait déjà verbalisé la volonté d'acquérir NI à plusieurs reprises. Cette volonté a fini par prendre forme pendant la rédaction de ce mémoire. L'impact de cette acquisition est encore inconnu car la stratégie et la feuille de route n'ont, à l'heure où j'écris ces lignes, pas encore été rendues publiques. Les spéculations vont bon train¹⁷⁴ et il est peu probable que rien ne change. Ces changements à venir ont à nouveau de fortes chances d'impacter ma carrière – en « bien » comme en « mal ». Pouvoir justifier par mon expérience, du niveau Bac+5 et du diplôme d'ingénieur de l'INSA, pourrait être important pour faire face à ces changements à court terme.

A plus long terme, les transformations que les changements climatiques et d'approvisionnement énergétiques vont apporter sont encore inconnues. Le métier d'ingénieur, tout comme la cartographie industrielle, risquent d'être amenés à évoluer. Dans ce contexte, formaliser mon expérience via une VAE me paraît aussi pertinent pour rester connecté au monde de l'ingénierie française, d'avantage tourné vers l'innovation et plus apte à « encaisser » ces potentiels changements. Pouvoir faire partie du réseau Alumni de l'INSA me permettrait à la fois de profiter de son réseau français et de lui faire profiter de mon réseau allemand.

¹⁷⁴ Seule la volonté de ne pas démanteler NI a été annoncée. Il ne fait que peu de doutes que les structures administratives (RH, Finances, Opérations...) vont fusionner et que des économies d'échelle vont être rendues possibles. L'évolution de stratégies, de la R&D ou de la structure commerciale n'est pour l'instant pas connue. Emerson a une politique « favorable » à la distribution et la probabilité qu'ils veuillent réimplémenter une structure commerciale « en direct » est peu probable. Cependant, Emerson a aussi son propre réseau de distribution, et les choix stratégiques liés à la préservation de celui de NI ou à sa dissolution impacteront directement ma mission chez dataTec.