

Master 2 Mention Gestion de Production, Logistique, Achats
Parcours Gestion Industrielle et Innovation

Mémoire de fin d'études
Dans le cadre d'un contrat d'apprentissage



L'ERP ET LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE

Florian Schlotter

Tuteur universitaire : Jean-Louis Michalak

Tuteur entreprise : Georgi Smilyanov

Remis le 25 août 2021 | Soutenance orale le 2 septembre 2021

Année universitaire 2020/2021

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier particulièrement mon tuteur professionnel, Monsieur Georgi Smilyanov, ingénieur de production, pour son accompagnement tout au long de cette année d'apprentissage, pour ses nombreux conseils, ses corrections, et pour la confiance accordée dans la réalisation de mes missions.

Je remercie également Monsieur Jean-Louis Michalak, enseignant et tuteur universitaire, pour son engagement, sa disponibilité, son soutien et suivi tout au long de la formation.

Je tiens à remercier Madame Amel Ben Ahmed, ingénieur industrialisation, pour son aide, sa disponibilité et son accompagnement dans la réalisation de mes projets.

Je remercie aussi Eric Klein, technicien logistique, pour son implication et les connaissances transmises.

Je souhaite remercier les collaborateurs de la société Divalto, Jérôme Laforest, Vincent Laurain et Jérémy Grégoire, pour le temps accordé pour répondre à mes questions et leur contribution.

Enfin, j'adresse mes remerciements à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin au bon déroulement de mon année d'apprentissage.

Table des matières

Introduction	8
1 Contexte de la recherche.....	10
1.1 Présentation du groupe Trumpf.....	10
1.1.1 Historique	10
1.1.2 Activités et marchés.....	11
1.1.3 Chiffres clés	14
1.1.4 Engagement pour l'usine du futur	15
1.2 Site de production de Haguenau : Trumpf Machines	17
1.2.1 Organisation de la production	17
1.2.2 Qualité et amélioration continue.....	21
1.2.3 Les ambitions numériques.....	22
2 La place de l'ERP dans la transformation numérique de l'industrie	24
2.1 Principes et définitions	24
2.1.1 Qu'est-ce qu'un ERP ?	25
2.1.2 Les typologies d'ERP.....	26
2.1.3 Les phases et enjeux d'un déploiement.....	27
2.2 L'ERP et l'industrie 4.0.....	29
2.2.1 L'industrie 4.0 et ses technologies	30
2.2.2 Les défis des éditeurs ERP	33
2.2.3 L'ERP vu comme le noyau central du système d'information	35
2.3 Initier et réussir sa transition.....	40
2.3.1 Maturité et maîtrise numérique.....	40
2.3.2 Diagnostic et remontées de terrain	46

3	Projets professionnels	50
3.1	Master Data Management	50
3.1.1	Contexte et objectifs	50
3.1.2	La gestion et le management du projet.....	53
3.1.3	Mise en œuvre	55
3.1.4	Résultats et capitalisation.....	70
3.1.5	Interprétation et discussion	72
3.2	Optimisation du processus logistique externe.....	74
3.2.1	Contexte et objectifs	74
3.2.2	La gestion et le management de projet.....	77
3.2.3	Mise en œuvre	79
3.2.4	Résultats et capitalisation.....	89
	Conclusion.....	91
	Annexes	92
	Bibliographie	102

Table des figures

Figure 1 : Machine combinée poinçonneuse/laser (Produits TRUMPF, 2021)	12
Figure 2 : Machine pour l'usinage des tubes au laser (Produits TRUMPF, 2021)	12
Figure 3 : Laser CO ₂ (Produits TRUMPF, 2021)	12
Figure 4 : Système de marquage laser (Produits TRUMPF, 2021)	12
Figure 5 : Générateur de plasma (Produits TRUMPF, 2021).....	12
Figure 6 : Cartographie des sites du groupe Trumpf (Document interne TFRH)	13
Figure 7 : Évolution du nombre de collaborateurs au sein du groupe Trumpf (Schlotter, 2021)	14
Figure 8 : Évolution du CA depuis 1960 en millions d'€ (Schlotter, 2021).....	14
Figure 9 : Répartition du CA par région géographique pour l'exercice 2019/2020 (Schlotter, 2021)	15
Figure 10 : Les niveaux d'avancement des axes du plan de numérisation (Deboutte, 2017)	16
Figure 11 : Exemple d'un châssis et d'une machine de la famille TruMatic (Document interne TFRH)	18
Figure 12 : Exemple d'un châssis et d'une machine de la famille TruPunch (Document interne TFRH)	18
Figure 13 : Exemple d'un châssis et d'une machine de la famille TruLaser (Document interne TFRH)	19
Figure 14 : Exemple d'un châssis et d'une machine de la famille TruLaser Tube (Document interne TFRH)	19
Figure 15 : Processus et flux de production site de Haguenau (Document interne TFRH).....	20
Figure 16 : Cartographie des clients de Trumpf Machines Haguenau (Document interne TFRH)	21
Figure 17 : Les 9 principes qualité du groupe (Document interne TFRH)	21
Figure 18 : Déclinaison de l'ambition digitale interne en programmes (Document interne TFRH)	23
Figure 19 : Environnement d'un système ERP (Schlotter, 2021).....	26
Figure 20 : Cycle de mise en œuvre des systèmes ERP (Markus & Tanis, 2000)	28
Figure 21 : Pyramide du CIM (SCADA and MES : le secret des pyramides, 2018) ...	35

Figure 22 : Pyramide du CIM inversée (Hohmann, 2020).....	36
Figure 23 : Périmètre du PDM/PLM (Bernard, 2018)	38
Figure 24 : Matrice de maturité outil/processus (Millet, 2008).....	42
Figure (Andrieu, 2017) : Diagramme de Gantt prévisionnel projet Master Data Management.....	54
Figure 26 : Extrait du tableau de bord master data article pour le site de TFRH (Document TFRH).....	57
Figure 27 : Extrait du tableau de bord master data poste de travail pour le site de TFRH (Document TFRH).....	58
Figure 28 : Processus de création d'un article consommable dans SAP (Schlotter, 2021)	59
Figure 29 : Processus de création d'un article matière première dans SAP (Schlotter, 2021)	60
Figure 30 : Processus de création d'un article produit fini dans SAP (Schlotter, 2021)	61
Figure 31 : Diagramme Ishikawa pour la gestion des données de base (Schlotter, 2021)	63
Figure 32 : Nombre de données à base par type de données (Schlotter, 2021).....	64
Figure 33 : Carte heuristique des solutions organisationnelles (Schlotter, 2021)	65
Figure 34 : Étapes envisagées pour le nouveau processus des expéditions (Document TFRH).....	75
Figure 35 : Diagramme de Gantt projet d'optimisation du processus logistique, Margaux Jotz (Schlotter, 2021)	78
Figure 36 : Diagramme de Gantt projet d'optimisation du processus logistique, Florian Schlotter (Schlotter, 2021).....	78
Figure 37 : Processus simplifié de planification des expéditions (Schlotter, 2021)....	79
Figure 38 : Prévisions d'expédition réalisées sur Excel (Document TFRH)	80
Figure 39 : Demande d'enlèvement réalisé sur Excel (Document TFRH).....	81
Figure 40 : Tableau des commandes clients (Schlotter, 2021).....	85
Figure 41 : Tableau de demande d'enlèvement (Schlotter, 2021)	86
Figure 42 : Carte de transport (Schlotter, 2021).....	87
Figure 43 : Planning des expéditions destiné aux caristes et préparateurs (Schlotter, 2021)	87
Figure 44 : Planning des expéditions général (Schlotter, 2021)	87

Introduction

Le développement des technologies numériques s'accélère et les innovations sont de plus en plus nombreuses. Face à ces changements inévitables, le monde se construit autour d'un écosystème numérique en plein développement. Progressivement, les technologies numériques telles que les objets connectés, le big data ou l'intelligence artificielle, ont atteint les usines de production pour leur permettre de devenir plus connectées et de s'inscrire dans ce qui est plus communément appelé l'industrie du futur, l'industrie 4.0 ou l'advanced manufacturing.

À travers le concept d'industrie du futur, les entreprises industrielles bouleversent leurs modèles d'affaires et relèvent le défi de la transformation numérique. Dans sa définition large, la transformation numérique consiste à s'approprier et profiter d'un ensemble de technologies numériques pour modifier les processus, offres, techniques ou méthodes. Peu à peu, les périmètres de la transformation numérique se sont élargis et se sont complexifiés avec l'arrivée de systèmes et logiciels toujours plus nombreux dans les organisations car ils apportent rapidité et puissance. Le système d'information de l'entreprise, défini comme étant « l'ensemble des ressources internes ou externes [...] qui contribuent au traitement [...] de l'information » (Legrenzi, 2015), est ainsi devenu grandissant, provoquant la collaboration des systèmes pour le partage des informations.

Durant les dernières décennies, les systèmes Enterprise Resource Planning (ERP) ont permis de garantir la maîtrise des données et des informations grâce à leur couverture fonctionnelle étendue à toute l'organisation. Ils apportaient de la visibilité à l'entreprise et permettaient de limiter la déperdition d'informations. Fortement présent dans les entreprises aujourd'hui, ces logiciels de gestion se voient bousculer par une transformation numérique qui crée de nouveaux usages et fait exploser l'affluence des technologies de l'information. Les systèmes ERP doivent alors être capables de s'intégrer dans cet arsenal numérique mis à disposition des entreprises.

Ainsi, cet écrit s'attache à identifier le positionnement et le rôle de l'ERP dans un environnement numérique de plus en plus fort dans les entreprises industrielles. Ce sujet trouve son intérêt du fait des ambitions numériques de l'entreprise Trumpf, entreprise d'accueil pour mon alternance, ainsi que par les projets satisfaits et les observations effectuées au sein de cette dernière.

La problématique académique présentée dans ce mémoire s'interroge sur **la place de l'ERP dans la transformation numérique de l'industrie**, et pour tenter d'y répondre, l'entreprise Trumpf servira d'appui quant aux remontées de terrain.

Une première partie consistera à présenter le groupe Trumpf et son centre de compétences de Haguenau pour la fabrication d'ensembles mécano-soudés et usinés de grandes dimensions, dans laquelle sera évoqué, au-delà des éléments généraux, l'engagement pour l'usine du futur du groupe et les ambitions numériques de sa filiale.

Une seconde partie se focalisera sur les travaux académiques portant sur le sujet énoncé ci-dessus. Dans celle-ci, seront tout d'abord présentés les principes et éléments de définition du système ERP, puis le rapprochement entre l'ERP et l'Industrie 4.0, et enfin un état d'analyse sur l'initiation et la réussite de la transition numérique. Ces thèmes permettront d'appréhender les défis des éditeurs ERP pour répondre aux enjeux de la transition numérique et des technologies du 4.0, de comprendre le rôle d'aujourd'hui et de demain de l'ERP dans le système d'information d'une organisation, et d'observer ce que pourrait être des niveaux de maturité et de maîtrise en entreprise des ERP et du numérique.

Une troisième partie concernera la présentation des projets professionnels effectués durant l'année d'alternance au sein de l'entreprise Trumpf. Le premier repose sur le Master Data Management, qui sera mis en confrontation avec la partie de recherche académique, et le second se rapporte à l'Optimisation du processus logistique externe.

1 Contexte de la recherche

1.1 Présentation du groupe Trumpf

1.1.1 Historique

Trumpf est une entreprise familiale allemande et économiquement indépendante. Elle est leader mondial dans la technologie et les techniques de production industrielle. Son siège social se trouve à Ditzingen, en Allemagne.

L'histoire du groupe Trumpf débute en 1923, avec l'acquisition de l'atelier mécanique Julius Geiger GmbH à Stuttgart par Christian Trumpf. À ce moment-là, l'atelier avait pour activité principale la fabrication d'arbres flexibles¹ destinés aux secteurs de l'imprimerie et de la dentisterie. Le développement de l'entraînement motorisé a permis ensuite de trouver à ces produits un usage industriel, dans l'usinage du bois et du métal.

Au cours des années 1930, Julius Geiger GmbH devient Trumpf & Co et est produit la première cisaille portative motorisée pour la découpe de tôles.

En 1950, l'entreprise emploie 145 salariés et réalise un chiffre d'affaires dépassant le million de marks². Les premières machines fixes de découpe sont fabriquées par l'entreprise, ainsi la croissance de celle-ci s'accélère et la clientèle étrangère se manifeste peu à peu.

Fin 1950, Trumpf décide de breveter le guidage des coordonnées de tôles, il s'agit de l'ensemble qui constitue la base des machines à commande numérique telles qu'elles sont connues aujourd'hui. La technique par guidage des coordonnées remplace définitivement les manipulations manuelles et améliore nettement la précision des découpes par la machine.

¹ Procédé permettant d'assurer la transmission d'un mouvement rotatif motorisé ou manuel sur une route non-linéaire.

² 1 mark correspond environ à 0,5 euros.

La première machine d'usinage de la tôle à commande de contour numérique, nommée Trumatic 20, fut présentée à Paris en 1967. Avec la Trumatic 20, l'usinage était rendu automatique à l'exception des changements d'outils. Les informations nécessaires à l'usinage étaient enregistrées à l'aide de bandes perforées.

Au début des années 1970, plus de 100 brevets avaient déjà été déposés par le groupe et 60% de la production était vendue dans plus de 100 pays.

En 1979, le groupe se lance dans la technologie laser et est capable d'offrir à ses clients sa première machine combinée poinçonnage/laser³, appelée Trumatic 180 LaserPress. 6 années plus tard, suit la présentation du premier laser CO₂ fabriqué dans les usines du groupe.

À l'approche des années 2000, Trumpf décide d'élargir son champ d'intervention au secteur des technologies médicales.

La banque Trumpf est fondée en 2014 afin d'accompagner notamment les clients dans les achats des produits du groupe.

Le groupe a ouvert en 2017 son premier centre technologique pour les solutions Industrie 4.0, basé à Chicago aux États-Unis.

1.1.2 Activités et marchés

Depuis sa création, le groupe n'a cessé de se développer en étendant progressivement sa gamme de produits à travers l'intégration de nouveaux procédés dans ses machines, mais aussi en explorant de nouvelles activités.

Trumpf est considérée et se considère aux yeux de la société comme une entreprise de haute technologie. Elle propose des solutions de fabrication dans le domaine des machines-outils pour l'usinage flexible des métaux, de la technologie laser pour les applications industrielles, de l'électronique pour les applications de plasmas et des machines portatives pour le travail spécifique de nombreux secteurs.

³ Le poinçonnage est l'action de perforer un matériau.

Les machines-outils et machines lasers représentent le cœur de métier de l'entreprise : machines de découpe laser, machines pour le poinçonnage, pliage et soudage laser.



Figure 1 : Machine combinée poinçonneuse/laser (Produits TRUMPF, 2021)



Figure 2 : Machine pour l'usinage des tubes au laser (Produits TRUMPF, 2021)

Les lasers proposés permettent soudage, usinage et découpe des surfaces : lasers à disque, lasers CO₂, lasers à fibre, lasers à impulsions et lasers pulsés.



Figure 4 : Système de marquage laser (Produits TRUMPF, 2021)



Figure 3 : Laser CO₂ (Produits TRUMPF, 2021)

L'électronique concerne des générateurs de courant pour la stimulation du plasma, le chauffage à induction, le traitement des surfaces et l'excitation des lasers CO₂.



Figure 5 : Générateur de plasma (Produits TRUMPF, 2021)

Les produits de la marque se retrouvent dans de multiples secteurs d'activités et pour des applications pouvant être divergentes : automobile, aéronautique, horlogerie, bijouterie, bâtiment et travaux publics, construction d'équipements industriels, construction d'outils technologiques, mais aussi dans le domaine médical. La majorité des composants retrouvés dans les industries de fabrication est susceptible d'être issue de solutions du groupe Trumpf.

Malgré sa position de leader, la société Trumpf se situe sur un marché prisé. Les concurrents principaux et établis sont Amada (Japon), Bystronic (Suisse), Salvagnini (Italie), Prima Power (Italie), Han's Laser (Chine). D'autres entreprises, plutôt acteurs de niche, comme Mazak (Japon) et Mitsubishi Electric (Japon) se sont placées sur des activités semblables à celles de Trumpf. En revanche, cette dernière a su mettre en avant et défendre les avantages de ses solutions pour se démarquer de cette concurrence. L'entreprise innove en permanence pour pouvoir répondre aux attentes du marché et à l'industrie de demain. Elle intègre à ses produits des fonctions intelligentes et des automatismes, délivre des logiciels et plateformes afin d'assurer la mise en réseau des outils numériques, et accorde une très grande importance à la réussite de ses clients.

Le groupe est composé de 72 sites à travers le monde dont 44 en Europe, 11 en Amérique, et 17 en Asie/Pacifique. Les sites de production se situent en Allemagne, France, Angleterre, Italie, Autriche, Suisse, Pologne, États-Unis, Chine, Mexique, Japon et République Tchèque.

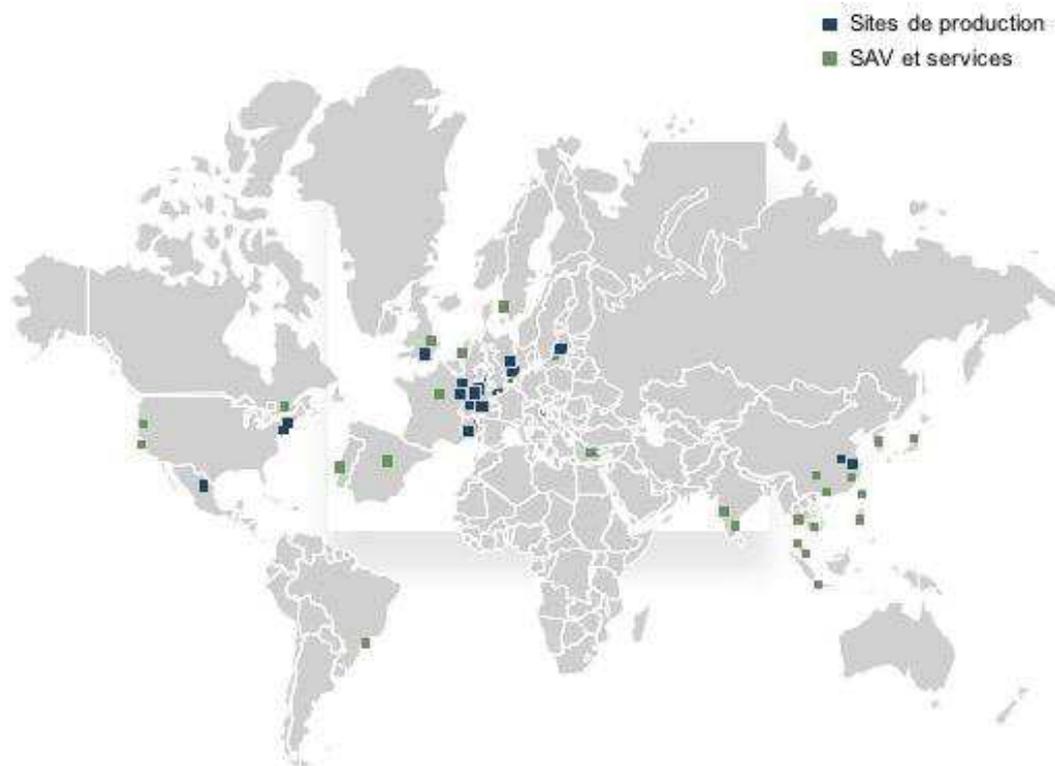


Figure 6 : Cartographie des sites du groupe Trumpf (Document interne TFRH)

1.1.3 Chiffres clés

Du simple atelier mécanique à l'entreprise multinationale, le nombre de salariés au sein du groupe n'a pas cessé d'augmenter. La majorité de l'effectif se trouve en Allemagne (7 437 collaborateurs).

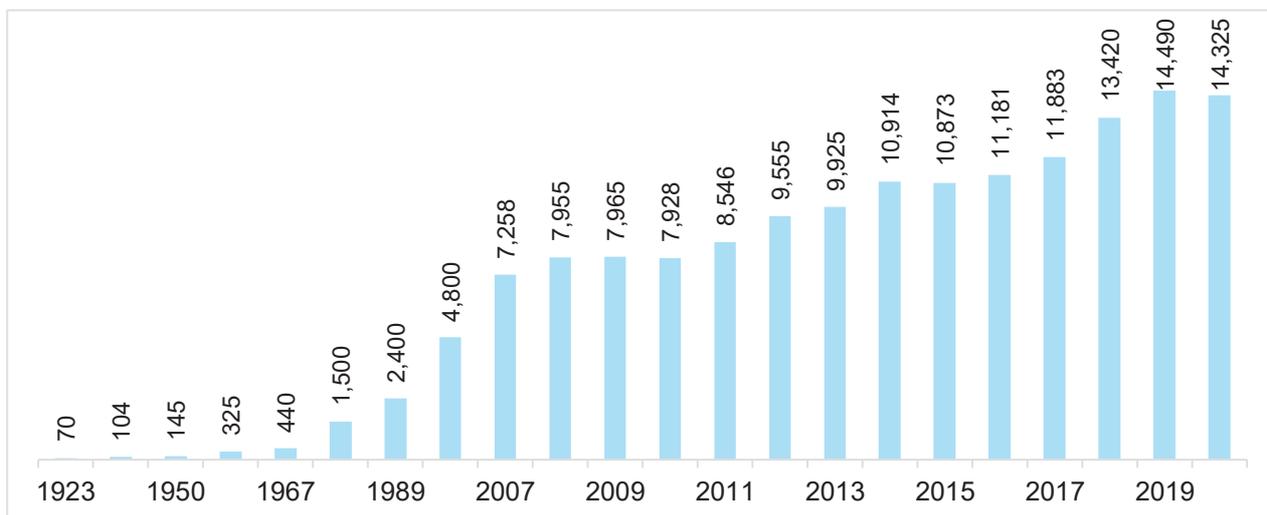


Figure 7 : Évolution du nombre de collaborateurs au sein du groupe Trumpf (Schlotter, 2021)

Le chiffre d'affaires du groupe a commencé à augmenter vers les années 1990, lorsque le groupe se lance dans les technologies lasers et que les machines à commande numérique commencent à cohabiter avec les ordinateurs. La montée en puissance de l'informatique et l'ouverture sur de nouveaux marchés ont permis l'évolution exponentielle du chiffre d'affaires jusqu'à ce jour. Pour l'exercice 2019/2020, le chiffre d'affaires est de 3,487 milliards d'euros.

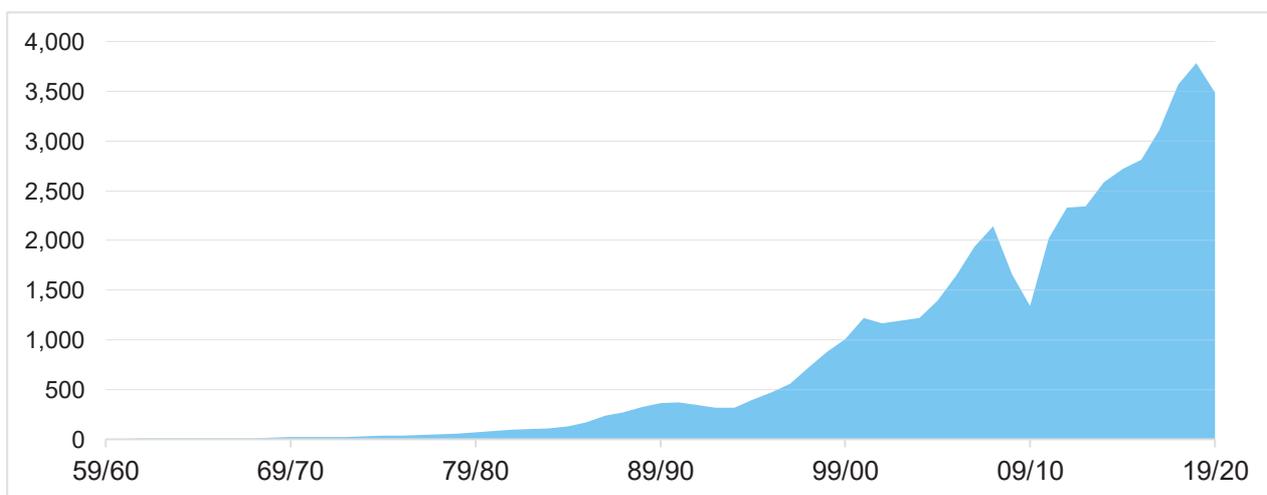
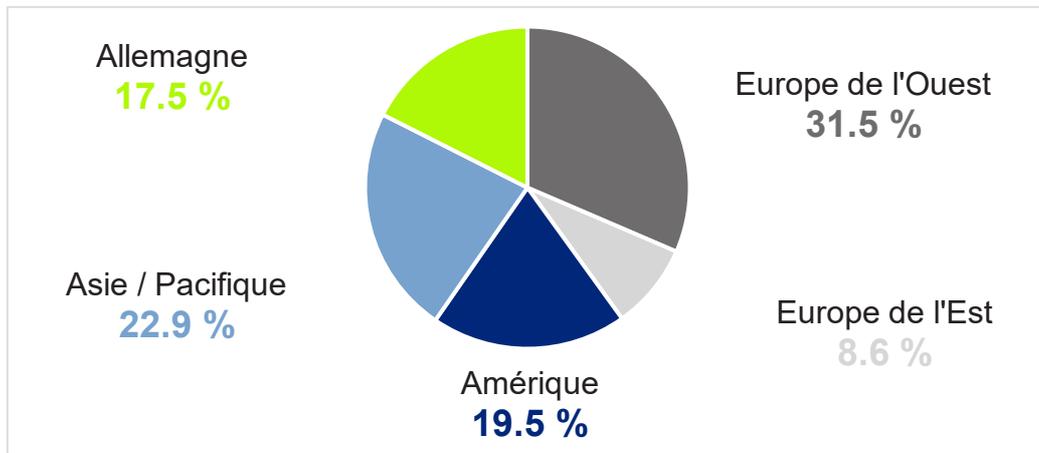


Figure 8 : Évolution du CA depuis 1960 en millions d'€ (Schlotter, 2021)

Le marché principal du groupe est l'Europe avec près 60% du chiffre d'affaires, et 2/3 du chiffre d'affaires concerne le secteur des machines-outils.



Si Trumpf rencontre un succès dans les différentes parties du monde, elle comptabilise tout de même une baisse de 8% de son chiffre d'affaires par rapport à son exercice précédent. Le marché le plus en cause est le marché européen.

En moyenne, le spécialiste de la technologie des lasers industriels et machines-outils réinvesti chaque année plus de 10% de son chiffre d'affaires en recherche et développement. Le groupe possède actuellement plus de 5 000 brevets.

1.1.4 Engagement pour l'usine du futur

Le 21^{ème} siècle est marqué par l'entrée dans cette nouvelle ère, celle de la transformation digitale ou numérique. Le numérique correspond à la mise en œuvre d'applications informatiques dans les outils de la vie quotidienne et de l'industrie. Le monde industriel a profondément évolué, ou tente d'évoluer, avec le développement du numérique. Cette nouvelle industrie est un nouveau moyen d'organiser les modes de production en s'appuyant sur le numérique et en utilisant de nouvelles technologies. En intégrant le numérique et des technologies de plus en plus intelligentes dans les usines, les entreprises créent une usine connectée, dans laquelle les machines, le système d'information et les produits communiquent ensemble et en continu.

Le concept d'Industrie 4.0 et les enjeux qui en découlent ne sont pas méconnus chez Trumpf. Les collaborateurs disent d'ailleurs de leur entreprise qu'elle a commencé l'industrie 4.0 avant même que le terme ne soit inventé (Deboutte, 2018). Très tôt, dès 2009, l'entreprise avait déjà lancé la numérisation de ses machines pour les préparer à l'avenir.

Trumpf dispose de 3 centres technologiques pour les solutions 4.0 avec une production entièrement mise en réseau, à Chicago aux États-Unis, Taicang en Chine et Ditzingen en Allemagne. À travers ces Smart Factory, le projet du groupe est de montrer la marche à suivre mais aussi d'accompagner sa clientèle vers l'usine du futur. Dans cette même logique, le groupe propose à ses clients la solution TruConnect, une solution applicative permettant de connecter les logiciels aux machines, d'automatiser et optimiser les processus de production.

L'ouverture de la première Smart Factory du groupe en 2017 a donné naissance à un programme ambitieux, celui de numériser ses usines sur un horizon de 5 ans. Le plan s'oriente autour de 8 axes à savoir l'engagement client, la digitalisation des prises de commandes, l'identification des goulots d'étranglement dans les processus, la maintenance prédictive, la planification de la production, la réalité augmentée, le management de la qualité et la gestion plus fine de la logistique. (Deboutte, 2017)



Figure 10 : Les niveaux d'avancement des axes du plan de numérisation (Deboutte, 2017)

Parmi les sites ayant lancés le programme de numérisation, celui de Gerlingen en Allemagne, spécialisé dans la fabrication des outils de poinçonnage pour les futures machines du groupe. Ce site de production, de moins de 100 collaborateurs, est l'un des sites les plus avancés en termes de numérisation de la production.

Cette usine a décidé de supprimer le papier, de mettre en réseau ses machines, ses logiciels ERP⁴ et MES⁵. En conséquence, le temps de production des outils est passé de 3 jours à 4 heures (Deboutte, 2018). Le client dicte la production, elle est maintenant en flux tiré. Les sujets des ERP et MES ne sont pas davantage commentés à ce niveau, car ils feront l'objet d'une étude plus particulière par la suite.

L'engagement du groupe Trumpf pour l'usine du futur et ses enjeux est manifeste. D'une part, il favorise, la transformation numérique de ses clients par la proposition de produits et services qui répondent pleinement aux problématiques que soulèvent l'Industrie 4.0. D'autre part, il met en œuvre les moyens nécessaires pour aider à la digitalisation de ses usines.

1.2 Site de production de Haguenau : Trumpf Machines

1.2.1 Organisation de la production

Fondée en 1985, Trumpf Machines à Haguenau (TFRH) est l'un des centres de compétences pour les ensembles mécano-soudés et usinés de grandes dimensions du groupe. L'entreprise compte 129 collaborateurs, et a réalisé un chiffre d'affaires de 31,5 millions d'euros sur l'exercice 2019/2020.

TFRH fabrique les bâtis des machines-outils fabriquées par les filiales du groupe. L'entreprise joue un rôle important, elle se situe au début de chaîne. Sans elle, la machine-outil ne peut être produite pour le client final.

⁴ Logiciel de gestion constituant l'outil principal d'un système d'information d'une entreprise. Il permet la coordination des fonctions et activités d'une entreprise.

⁵ Logiciel permettant le pilotage et suivi de la production.

La fabrication d'une machine-outil nécessite 4 étapes :

- Réalisation du châssis/bâti
- Montage mécanique
- Montage électronique
- Mise en vente et réglages

Les ensembles mécano-soudés, appelés bâti ou châssis, produits sur le site de Haguenau concernent 3 typologies de machines divisées en 4 familles de produit :

- Machines combinées (découpe laser 2D et poinçonneuse) : famille TruMatic



Figure 11 : Exemple d'un châssis et d'une machine de la famille TruMatic (Document interne TFRH)

Il s'agit des machines polyvalentes, avec de la découpe laser et du poinçonnage. Elles sont capables de s'adapter à toutes tailles de lots.

- Les poinçonneuses : famille TruPunch



Figure 12 : Exemple d'un châssis et d'une machine de la famille TruPunch (Document interne TFRH)

Ce sont les machines classiques pour l'usinage d'une grande variété de pièces. Elles permettent poinçonnage, fraisage⁶ et façonnage de la tôle.

⁶ Le fraisage consiste à supprimer de la matière d'une pièce sous forme de copeaux.

- Machines de découpes laser 2D, 3D et tube : familles TruLaser/TruLaser Tube



Figure 13 : Exemple d'un châssis et d'une machine de la famille TruLaser (Document interne TFRH)

Ces machines permettent notamment de découper de la tôle de manière très rapide grâce à un laser en fibre.



Figure 14 : Exemple d'un châssis et d'une machine de la famille TruLaser Tube (Document interne TFRH)

Cette famille de produits permet le découpage et l'usinage de tubes et profilés.

Le processus de fabrication des bâtis est simple. L'usine est composée de 3 ateliers de production : le soudage, l'usinage et la peinture.

La matière est livrée prédécoupée et assemblée dans des caisses dans lesquelles chaque pièce possède son endroit prédéfini. Les caisses sont envoyées aux fournisseurs, puis elles sont ramenées pleines. Les matières et composants pour la fabrication d'un même bâti sont toujours livrées ensemble.

Au soudage, la tôle est assemblée sur différentes stations sur des lignes dédiées. Chaque ligne correspond à une famille produit. Un takt time⁷ est affecté à chaque ligne, il est calculé en fonction de la durée moyenne des opérations. Celui-ci a été mis en place afin de réguler la production. Avant d'envoyer l'ensemble soudé à l'usinage, celui-ci est meulé⁸.

⁷ Il s'agit de la cadence de production, du rythme de la production pour répondre à la demande du client.

⁸ Le meulage consiste à enlever de la matière sur la pièce métallique, dans notre cas par abrasion.

L'ensemble passe ensuite sur l'un des 10 centres d'usinage que possède le site, où seront réalisés le fraisage, taraudage⁹ et perçage. Lorsque la pièce est usinée, elle est posée sur une table pour favoriser la préparation et le maintien durant la transformation. L'atelier usinage est le goulot de l'usine, il regroupe les opérations les plus longues, allant de 3 heures à plus de 20 heures.

Passés les centres d'usinage, le bâti est ébavuré¹⁰ et est mesuré à l'aide d'une machine de mesure tridimensionnelle. En moyenne un tiers des pièces produites sont contrôlées.

L'atelier peinture réceptionne la pièce de la zone de mesure ou de l'usinage, le châssis construit est alors lavé, peint, séché et préparé pour expédition. En moyenne, l'opération de séchage dure 24 heures.

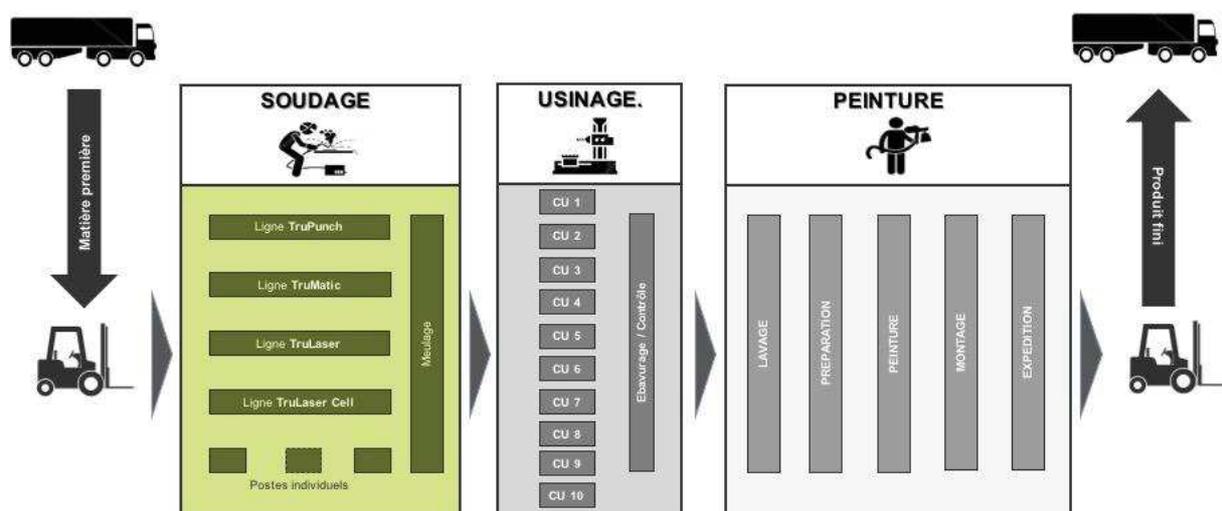


Figure 15 : Processus et flux de production site de Haguenau (Document interne TFRH)

À Haguenau, la gestion de stock s'opère principalement en FIFO¹¹, la production est discrète et s'effectue à la commande du client.

⁹ Le taraudage correspond à l'insertion d'un filetage dans un trou. Le filetage correspond à la forme que peut avoir par exemple le pas d'une vis.

¹⁰ L'ébavurage est l'action d'enlever les surplus de matière de la pièce préalablement usinée.

¹¹ « First In First Out », le premier entré dans le stock sera le premier sorti.

Trumpf Haguenau possède exclusivement des clients internes, des filiales du groupe, afin qu'elle puisse poursuivre la fabrication de la machine. 70% des bâtis sont expédiés en Allemagne et 30% en Suisse. Les expéditions vers la Chine et les États-Unis sont exceptionnelles.

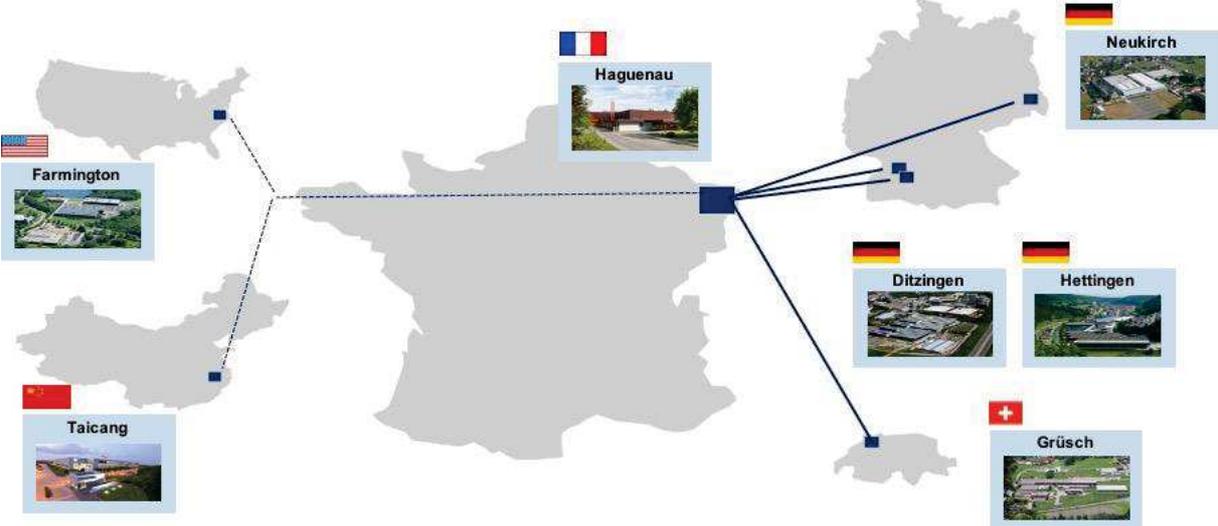


Figure 16 : Cartographie des clients de Trumpf Machines Haguenau (Document interne TFRH)

1.2.2 Qualité et amélioration continue

La qualité est placée au cœur de la stratégie du groupe. Elle s'inscrit à travers une politique, des principes et des normes.

<p>Simplicité "La simplicité avant tout"</p>	<p>Directives claires "Nous sommes d'accord sur la procédure à suivre"</p>	<p>Respect des délais "Nous respectons les délais fixés"</p>
<p>Éviter les erreurs "Nous réussissons du premier coup"</p>	<p>Responsabilité "Nous engageons notre responsabilité"</p>	<p>Contrôle qualité "Nous exerçons un contrôle précis"</p>
<p>Ordre et propreté "Nous veillons à ce que tout soit en ordre"</p>	<p>Collaboration "Nous nous adressons aux personnes compétentes"</p>	<p>Amélioration constante "Nous sommes ouverts aux nouvelles idées"</p>

Figure 17 : Les 9 principes qualité du groupe (Document interne TFRH)

Le site de Haguenau répond aux exigences des normes ISO 9001 Management de la Qualité et ISO 50001 Management de l'Énergie.

Le groupe a fait le choix de créer son propre système d'amélioration continue, nommé « SYNCHRO », visant à améliorer les performances. Il s'agit d'un système semblable au Lean Management, ayant pour objectif la réduction des gaspillages et la création de valeur ajoutée au sein de l'entreprise. Trumpf Haguenau est adepte de la philosophie « SYNCHRO » prônée par le groupe.

1.2.3 Les ambitions numériques

Tandis que le groupe développe un important projet autour de la digitalisation de ses usines, l'entreprise de Haguenau se doit de suivre la tendance pour devenir, elle aussi, une entreprise 4.0 comme elle est appelée de nos jours. Néanmoins, le site peine encore à atteindre les objectifs fixés par le groupe en la matière.

Historiquement, un ERP maison permettait de connecter les fonctions de l'entreprise et d'uniformiser les informations. Malheureusement, le décès du développeur du logiciel a entraîné une crise majeure en interne. Compte tenu des circonstances, en 2005, le groupe a décidé d'équiper sa filiale du puissant ERP SAP. Ce dernier a été déployé en 6 mois, mais en raison des événements et de l'urgence du projet, une grande partie de la phase de préparation a été ignorée et la formation fut un chaos. En 2017, l'application X-NetMES a été introduite. Avant X-NetMES, chaque confirmation d'ordre de fabrication était déclarée sur une feuille de papier et les temps déclarés étaient les temps standards et non les temps réels de production. Depuis l'introduction de X-NetMES, chaque opérateur de l'usine doit déclarer chaque minute de son temps, productif ou non. Du papier à l'informatisation, les données sont à présent de meilleure qualité.

Sur le plan des outils de production, Haguenau a investi dans des robots de soudage et de peinture afin de favoriser l'automatisation de sa production. 8 centres d'usinage sont amortis et 2 sont nouveaux. La machine de mesure tridimensionnelle est également récente et a permis des gains de productivité. Les opérations manuelles, notamment au soudage, restent dominantes.

La véritable problématique du site est la mise en réseau des données. L'entreprise de Haguenau a enchaîné les retards technologiques et s'est rapidement retrouvée dans la situation où elle n'était plus capable de suivre les tendances actuelles. L'entreprise n'a jamais réellement favorisé la numérisation de ses activités ou de ses processus. Bien que SAP ait aidé à la mise en réseau des données, Excel est resté l'outil préféré des collaborateurs, par conséquent des données restent indéniablement hors du système d'information, donc ne sont pas exploitables. Les fonctionnalités de l'ERP ne sont pas exploitées, et un large panel des activités opérationnelles sont encore détachées de tout système informatique permettant le partage des données et des informations. L'ouverture à de nouvelles méthodes de travail n'est pas encouragée ou très peu et les collaborateurs campent sur leurs acquis et habitudes rendant toute forme d'amélioration injouable.

En vue de faire face à ces retards, la direction de Haguenau a décidé en 2019 de recruter un nouveau collaborateur pour l'accompagnement et le développement de la transformation numérique sur le site. Celui-ci réalise depuis 2 ans de nombreux projets autour de la transformation digitale et est convaincu que les progrès peuvent être infinis.

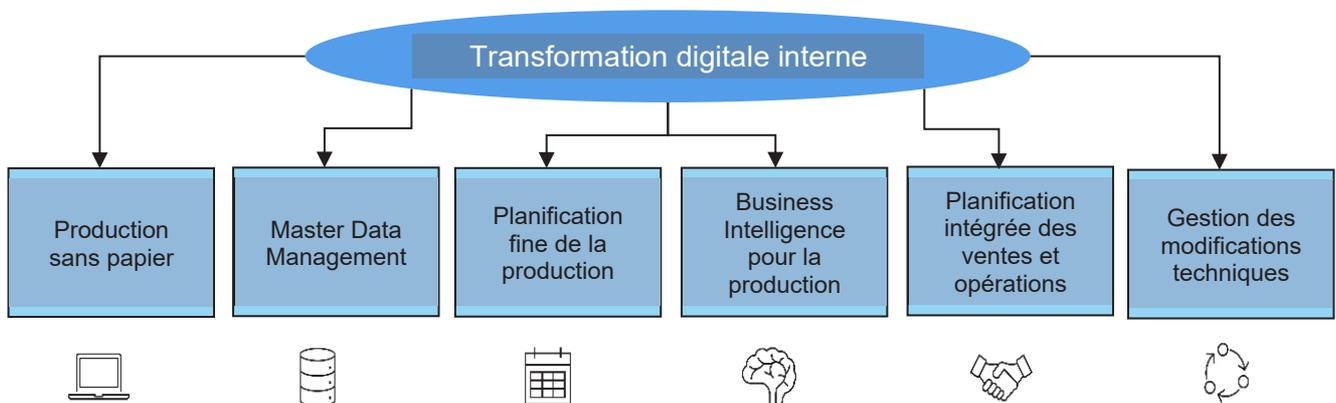


Figure 18 : Déclinaison de l'ambition digitale interne en programmes (Document interne TFRH)

Depuis son arrivée, la digitalisation se met peu à peu en place au sein de l'usine notamment avec l'utilisation de Power BI, l'outil de Business Intelligence développé par Microsoft, mais aussi en digitalisant progressivement certains processus. Début 2021, Trumpf Haguenau a déployé Microsoft Office 365 rendant à présent possible l'utilisation de Microsoft Teams ou SharePoint pour renforcer la communication interne.

2 La place de l'ERP dans la transformation numérique de l'industrie

Les potentiels de progrès dans les entreprises industrielles et ailleurs sont inéluctables avec l'avènement des technologies numériques car elles créent de nouveaux usages. Si elles sont encore encouragées à des niveaux différents dans les entreprises, elles bouleversent le monde et sont en perpétuelle évolution.

Les entreprises sont appelées à la transformation numérique de leurs activités dans le but d'être compétitif. « La transformation numérique est le processus par lequel passe une entreprise du 20^{ème} siècle – qui a un modèle économique éprouvé et qui existait avant l'arrivée d'Internet – afin d'intégrer des technologies digitales récentes » (Meynlé et al., 2017), et pour cela l'entreprise doit être capable de s'ouvrir, de se moderniser et de suivre les tendances.

La transformation numérique des entreprises passe par l'intégration de nouvelles solutions informatiques telles que des logiciels ou programmes pour gagner en rapidité, partager des informations ou favoriser le travail collaboratif. Parmi ces solutions, l'ERP, largement exposé et exploité dans les entreprises. Dans ce cadre, cette partie académique tente de comprendre comment l'ERP peut être un partenaire dans la transformation numérique du monde industriel tout en insistant sur son rôle et en appréhendant les niveaux de maturité et de maîtrise qui en découlent.

2.1 Principes et définitions

Souvent qualifié comme étant un gigantesque produit multifonctionnel et polyvalent, l'ERP peut être soumis à une certaine appréhension dans les entreprises. Il peut être anxiogène pour certains et peut aider, faciliter et simplifier d'autres. Qu'en est-il ?

2.1.1 Qu'est-ce qu'un ERP ?

Au début des années 1960, l'ingénieur américain Joseph Orlicky s'intéresse au système de production de Toyota et fait naître ce qu'il appelle le Material Requirement Planning (MRP). Ce système est développé pour la planification des besoins en composants ou matières premières pour la gestion de la production. Deux autres chercheurs américains se sont associés au sujet pour créer le MRP0, MRP1 et MRP2. Le MRP0 a permis la méthode de calculs des besoins en matières et composants, le MRP1 la première application industrielle de la gestion intégrée des flux de production, et le MRP2 a pu permettre la planification desancements en fabrication en tenant compte des capacités et des ressources disponibles. En 1990, grâce au MRP et ses évolutions, l'ERP pour Enterprise Resource Planning est inventé. Aujourd'hui, l'ERP est aussi connu sous le nom de PGI pour Progiciel de Gestion Intégré.

« Les ERP sont des applications informatiques dont le but est de coordonner l'ensemble des activités d'une organisation autour d'un système d'information global » (Baglin et al., 2015). Le nom d'ERP est à l'origine de l'entreprise de conseil et de recherche Gartner.

Préalablement, les entreprises étaient pourvues d'applications hétérogènes pour les différents métiers, par conséquent les données étaient gérées en silo dans des systèmes d'informations isolés. L'ERP supprime les silos de données en créant une base de données unique. Les données sont partagées et l'information est unique pour tous.

Le fondement de l'ERP est de pouvoir tout gérer fonctionnellement de manière à réunir l'ensemble d'une entreprise autour d'un seul et même produit, un produit dit intégré. Pour cela, il s'organise en modules, où un module concerne une fonction clé dans l'entreprise (comptabilité, achats, marketing, commerce...). Ainsi, chaque fonction réalise ses activités courantes dans le module qui la concerne, et la base de données unique pour tous les modules « permettra à l'organisation de travailler de manière fluide par une répercussion quasi-immédiate du travail d'une fonction sur celui d'une autre » (Durand, 2020).

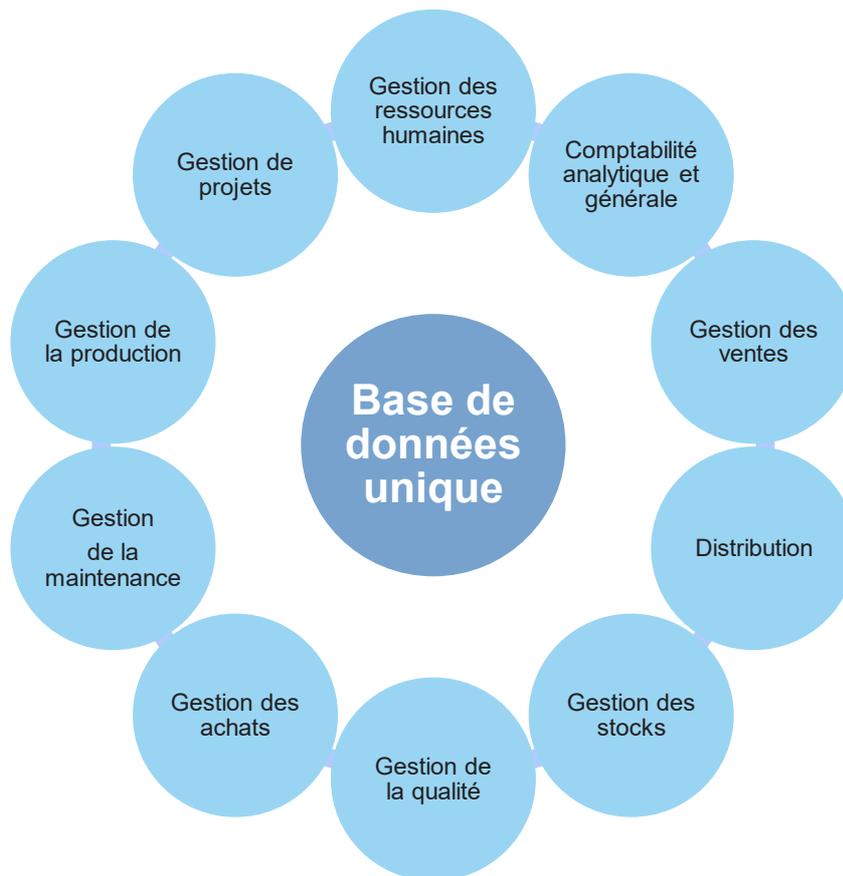


Figure 19 : Environnement d'un système ERP (Schlotter, 2021)

L'objectif pour l'entreprise est de faciliter la transmission des flux d'information, de favoriser la prise de décision et d'augmenter la productivité avec une coordination des activités.

L'ERP est multidisciplinaire et peut s'intégrer dans toutes les entreprises, quelle que soit leur taille. Pour cette raison, les fonctions de l'ERP qui seront étudiées dans les parties qui suivront traiteront des usages dans l'industrie, donc des applications spécifiques à la gestion industrielle, tout en gardant un certain focus sur les entreprises de type PME.

2.1.2 Les typologies d'ERP

Le développement des entreprises, de l'internet, de l'informatique et des métiers a poussé les éditeurs de logiciels à proposer des solutions adaptées, performantes et modulables.

Les principaux ERP retrouvés sur le marché sont :

- *Open source* : Il est libre à bas coût pouvant couvrir tous les domaines de l'entreprise. Il évolue grâce à des mises à jour et est vendu sans services.
- *SaaS* : Il est hébergé chez le fournisseur et accès via internet, assimilable à une location. Il peut être plus ou moins développé en fonction des besoins de l'entreprise. Son avantage est son coût relativement réduit.
- *Généralistes* : Il intègre l'ensemble des fonctions de l'entreprise et a pour vocation de répondre à tous les besoins. Il s'agit du progiciel le plus complet et fonctionne avec une licence.
- *Spécialisés* : Il s'adapte aux besoins de l'entreprise, c'est-à-dire qu'il est destiné à un métier ou groupe de métiers dans l'entreprise.

La mise en place d'un l'ERP peut s'avérer coûteuse et difficile selon le niveau souhaité. En règle générale, l'entreprise réalise le choix de son ERP en fonction de sa taille, son activité, son budget et ses objectifs stratégiques.

Parmi les solutions, Cegid, Proginov, Sage et Divalto sont les plus implantées sur le marché français avec des systèmes intégrés destinés principalement aux petites et moyennes entreprises (PME) et les entreprises de taille intermédiaire (ETI). D'autres sont davantage présents à l'international, comme Oracle, Infor, Salesforce ou Microsoft avec des solutions également proposées aux grandes entreprises (GE). Le leader mondial est SAP.

2.1.3 Les phases et enjeux d'un déploiement

« Avons-nous la maturité et les compétences managériales de cette technologie ? » (Besson, 2016), c'est la question que devrait se poser toute entreprise avant d'envisager l'ERP. Un projet ERP est long et complexe, il doit être mûrement réfléchi afin d'éviter tout effet pouvant être néfaste sur l'activité de l'entreprise.

La mise en œuvre d'une solution ERP représente une transformation organisationnelle touchant les systèmes, les personnes et les structures (Bernier et al., 2002). Selon le modèle de Markus et Tanis, la mise en œuvre se décline en 4 phases : la charte projet, l'ingénierie, le déploiement et les usages et effets (Markus & Tanis, 2000).

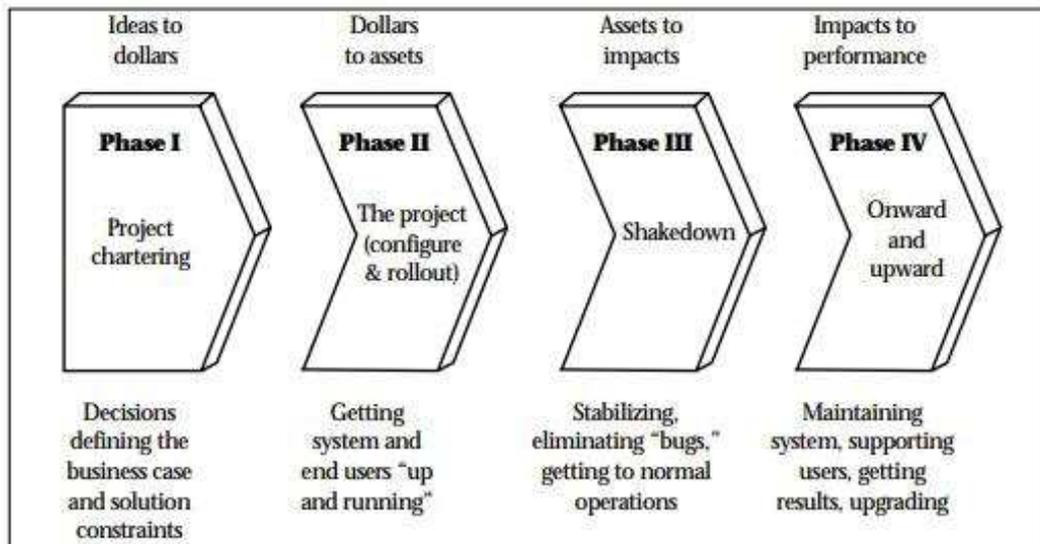


Figure 20 : Cycle de mise en œuvre des systèmes ERP (Markus & Tanis, 2000)

La première phase se rapporte au financement du projet, à l'analyse et discussions du retour sur investissement possible, à la rédaction d'un cahier des charges, à la sélection de l'ERP et à la constitution d'une équipe projet. Les acteurs généralement sollicités sont la direction informatique et la direction de l'entreprise.

La seconde phase concerne la mise en place du système avec la réalisation des paramétrages, de la conversion des données, des tests, de la formalisation ou retranscription des processus internes et des formations.

La troisième étape est la phase de lancement ou d'essai du système. Les activités opérationnelles sont réalisées dans le nouveau système ce qui permet de corriger les défauts et de former de nouveaux utilisateurs. C'est une phase d'expérimentation.

La dernière phase est l'étape de l'utilisation quotidienne, de l'optimisation et de l'évaluation du retour sur investissement.

La durée d'un projet ERP peut varier en fonction de plusieurs raisons : capacité de l'entreprise à analyser ses besoins et à choisir son éditeur, secteur d'activité qui évolue rapidement ou non, gestion du changement, mise à disposition des ressources, difficultés de formation ou mauvaise appropriation de l'outil. Jérémie Grégoire, responsable produits et R&D au sein du groupe Divalto dit « qu'un projet de déploiement d'un ERP comme SAP c'est minimum 12 mois, mais la réalité c'est plutôt 24, et qu'avec le moindre grain de sable on passe à 36 », il rajoute que « certaines entreprises développent un ERP mais qu'une fois le développement terminé l'entreprise a tellement changé que l'ERP n'est plus approprié ».

2.2 L'ERP et l'industrie 4.0

Dès 2011, l'État allemand lance un programme de recherche ambitieux relatif à l'utilisation de l'informatique dans l'industrie : Industrie 4.0 (Roser, 2015). Le phénomène est en vogue depuis moins d'une dizaine d'année et les débats sur la véracité de cette nouvelle révolution industrielle continuent car il reste encore difficile de déterminer si oui ou non, l'industrie a franchi le pas. Une chose est certaine, le monde industriel a la possibilité de se moderniser et se transformer avec des technologies numériques plus accrues et promues à plus long terme. Si les ancêtres de l'ERP ont participé à la numérisation de la production depuis les années 1980, qu'en est-il de l'ERP connu d'aujourd'hui dans cette dynamique du 4.0 ? (Basl, 2018)

Cette sous-partie se consacre à la compréhension du rôle et des responsabilités de l'ERP dans l'Industrie 4.0.

2.2.1 L'industrie 4.0 et ses technologies

Angela Merkel, chancelière allemande, présente le concept d'industrie 4.0 comme étant « la fusion du monde virtuel et du monde de la production industrielle » pour exprimer le fait qu'internet et les installations industrielles travailleront ensemble. Pour le monde, le concept est étroitement lié à la mise en œuvre de nouvelles technologies afin de modifier la manière de produire et de travailler.

Le centre facilitant la recherche et l'innovation dans les organisations (CEFRIO) au Canada, inspiré du modèle proposé par le Boston Consulting Group, organise cette dernière révolution industrielle en 10 groupes technologiques (Danjou et al., 2017) :

1. les systèmes cyberphysiques
2. L'Internet des objets (IoT)
3. L'infonuagique (Cloud Computing)
4. Les sciences des données (Big Data)
5. La cybersécurité
6. Les robots collaboratifs/machines autonomes
7. La réalité augmentée
8. Les systèmes de simulation
9. Les technologies de communications entre machines (M2M)
10. L'intelligence artificielle (IA)

Les systèmes cyberphysiques sont des mécanismes associant un monde cybernétique¹² (technologies informatiques, big data...) et physique (chaîne de fabrication, capteurs...). Ils permettent la surveillance et le contrôle à travers leur capacité de communication et d'interaction avec leur environnement (Yue et al., 2015).

¹² Relatif à l'étude du processus de commande et de communication dans les machines et systèmes.

L'internet des objets ou Internet of Things s'apparente à la communication entre plusieurs objets dans un environnement avec l'utilisation de capteurs pour pouvoir récupérer des informations en temps réel.

L'infonuagique ou Cloud Computing est souvent caractérisé par un nuage, il s'agit de services informatiques de stockage proposés sur des serveurs à distance via internet. Ainsi, la récupération données et d'informations devient simple.

Le Big Data permet de traiter et de générer un gros volume de données, des données dites chiffrées mais aussi du son, l'image ou la vidéo.

La cybersécurité regroupe l'ensemble des méthodes et techniques afin de protéger et sécuriser les données informatiques.

Les robots et machines autonomes regroupent les technologies robotiques, des robots plus souples et de plus en plus autonomes. Dans ce groupe, il n'est plus rare de parler de robot collaboratif ou cobotique. L'opérateur de production est amené à être assisté par un cobot pour des questions de pénibilité et de productivité.

La réalité augmentée est une technologie permettant de pouvoir s'imprégner d'un environnement en y ajoutant des éléments nouveaux. Il a pour but de simuler une situation ou un environnement.

Les systèmes de simulation permettent aux entreprises de simuler leurs processus de production, de reconfigurer leurs systèmes de production et d'améliorer la prise de décision dans un objectif d'optimisation. Par exemple, peuvent être simulés, les mouvements dans un atelier, le rythme de production ou encore l'utilisation des ressources. (Caggiano & Teti, 2013)

Le machine to machine concerne l'utilisation des technologies informatiques pour faire communiquer les machines entre elles sans intervention humaine.

L'intelligence artificielle ou machine learning se rapporte à des processus informatiques capables de réfléchir et d'analyser en autonomie : pilotage des machines, maintenance prédictive ou optimisation de la production.

Ces différentes technologies ne doivent pas toutes être mises en œuvre, elles représentent seulement des combinaisons possibles selon les besoins et la stratégie de l'entreprise. Une PME souhaitant développer le contrôle et la surveillance de ses produits pourra recourir à l'IoT ou au Cloud, puis dans un second temps elle pourra rechercher un niveau de contrôle plus ambitieux grâce à l'utilisation du Big Data (Pellerin et al., 2016).

Les technologies citées précédemment sont toutes issues d'un même postulat : l'importance de la donnée et de l'échange d'informations. Les données et informations sont au centre du 4.0, et elles ne demandent qu'à être traitées à travers une solide architecture du système d'information. En effet, il est nécessaire pour les entreprises d'avoir en leur sein une chaîne numérique, c'est-à-dire des outils logiciels adaptés, mais peuvent-elles travailler avec des logiciels différents ? Certainement, en revanche il devient primordial que l'ensemble des systèmes soient interconnectés et que toutes les solutions échangent en temps réel. (Kohler & Weisz, 2018)

Tout laisse à penser que l'ERP, système intégré, serait capable d'envelopper tous les besoins d'une entreprise souhaitant atteindre cette chaîne numérique pour contrôler l'ensemble de ses flux d'information. Cependant l'intégration de la transformation numérique a permis le déploiement d'outils ultra spécialisés pour la gestion de la production (type GPAO, gestion de la production assistée par ordinateur) dans les entreprises (suivi des temps, planification et ordonnancement, gestion des stocks et commandes...). Dans cette même logique, le développement de l'informatique a permis de nourrir le système d'information des entreprises avec de nouvelles couches applicatives : Manufacturing Execution System (MES) pour le suivi des ateliers, Supplier Relationship Management (SRM) pour la gestion des relations fournisseurs, Customer Relationship management (CRM) pour la gestion des relations clients, Computer-Aided Design (CAD) pour la conception des produits et les méthodes, Product Lifecycle Management (PLM) pour le cycle de vie des produits, Advanced Process Control (APC) pour contrôler les processus industriels, Advanced Planning System (APS) pour planifier et ordonnancer, Warehouse Management System (WMS) pour la gestion des entrepôts, les outils de Business Intelligence (BI) pour l'analyse des données et de la performance mais aussi les automates.

2.2.2 Les défis des éditeurs ERP

Une myriade d'outil s'intègre dans le système d'information de l'entreprise et l'âge de l'ERP unique, gros produit de l'entreprise, est dépassé. Aujourd'hui, par exemple, il n'est plus impossible de retrouver dans les entreprises des outils plus souples, en mode SaaS, car ils ont la vertu de pouvoir être installés en quelques mois. L'ERP doit retrouver une nouvelle place dans cette transformation numérique car il existe à présent des outils plus forts que l'ERP dans le domaine qu'il touche. Pour cela, les éditeurs des systèmes ERP doivent modifier le rôle de leur produit dans les organisations industrielles.

Quelles sont les stratégies à mettre en œuvre pour continuer de jouer un rôle dans l'architecture informatique d'une entreprise ? Quels sont les potentiels de développement de l'ERP ? Et comment l'ERP peut répondre à la transformation numérique des organisations industrielles dans le cadre du 4.0 ? Ce sont des questions que se posent et que doivent se poser les éditeurs de solutions.

Les défis sont de natures différentes selon le positionnement des éditeurs. Un grand éditeur ne répondra pas aux enjeux de la transformation numérique de la même manière qu'un éditeur de taille plus modeste. Les moyens ne sont pas les mêmes et naturellement les stratégies sont divergentes.

Une étude portée sur les ERP des entreprises industrielles en République Tchèque a été réalisée en 2017 afin de déterminer les niveaux d'engagement des éditeurs concernant les principes de l'Industrie 4.0. La République Tchèque est le pays le plus industrialisé de l'Union Européenne (50%) et permet d'avoir une tendance des ERP significative. 15 éditeurs ont répondu à l'enquête dont les géants SAP et Microsoft. À travers l'étude, la question était de savoir si les éditeurs avaient intégré les technologies de l'Industrie 4.0 dans leurs produits et services et si une stratégie d'entreprise se dessinait autour du 4.0. Les résultats montrent que les applications MES, APS, CRM, PLM et WMS sont les plus intégrées dans les ERP. De plus, les éditeurs révèlent que les entreprises industrielles choisissent l'ERP, le MES et CRM pour alimenter leur système d'information et répondre à la numérisation. L'enquête a aussi montré que le Cloud Computing, l'IoT et le Big Data sont les technologies les

plus utilisées dans les usines tchèques, que 60% des éditeurs ont une stratégie Industrie 4.0, que 13% y travaillent et que 27% n'en ont pas. (Basl, 2018)

Certains éditeurs ont plutôt travaillé sur les Application Programming Interface (API) pour répondre à cette exigence d'interopérabilité des systèmes (Sorin et al., 2016). Une API est une interface de programmation permettant d'accéder aux données fournies d'un système tiers, elle permet de faire dialoguer des applications. C'est d'ailleurs « ce travail sur les API qui a favorisé les ERP en mode SaaS car l'interconnexion est rendue plus simple avec les autres produits souvent en SaaS dans les entreprises » déclare Jérémy Grégoire de l'entreprise Divalto. Pour Jérôme Laforest, directeur de Business Unit Industrie chez Divalto, le défi des éditeurs est « la verticalisation métier car aucun éditeur n'est capable de répondre à toute l'industrie ». Il rajoute même que « certains segments métiers sont tellement profonds que les éditeurs se doivent d'avoir des solutions qui répondent à des problématiques métiers parfois très profondes en un minimum de temps, avec le moins de spécifique¹³ possible pour éviter l'obsolescence du logiciel et favoriser les migrations ». Une migration consiste à passer les données d'un système à un autre, lors d'un changement ou d'une mise à jour du logiciel de gestion.

Il semblerait que les grands éditeurs ERP restent en phase avec les principes du 4.0 et optent plutôt pour la stratégie de proposer des solutions tout intégrées, capables de fournir toutes les fonctionnalités nécessaires pour éviter la diversité des systèmes. Ces solutions tout intégrées sont souvent issues d'un partenariat entre entreprises. À titre d'exemple, SAP et sa dernière solution nommée HANA relève d'une collaboration avec Siemens et Bosch pour l'IoT et le Cloud (Ogewell, 2016). Néanmoins, une réalité est là, tous les éditeurs n'ont pas la possibilité de pouvoir coopérer avec de grandes entreprises technologiques. Les plus petits éditeurs préfèrent alors la verticalisation métier afin de répondre à des activités plus ciblées, ainsi ils donnent la possibilité à leurs produits de s'accompagner de logiciels compagnons. Il s'agit d'une stratégie best-of-breed.

¹³ Il est appelé spécifique toutes les fonctionnalités qui ne sont pas retrouvées dans un logiciel standard.

2.2.3 L'ERP vu comme le noyau central du système d'information

Dans son sens large, le système d'information de l'entreprise évolue. Il est nourri de nos jours, comme cités précédemment, par de multiples systèmes. Ces systèmes, tous importants et avec une fonction particulière, complexifient et modifient le paysage architectural du système d'information. Ainsi, la question est de savoir quel est le statut et les responsabilités de l'ERP dans ce nouveau paysage

L'architecture du système d'information peut être représentée simplement par la pyramide Computer Integrated Manufacturing (CIM). Cette pyramide est d'abord représentée selon 4 niveaux dans les années 1980 pour finalement en donner 5 avec l'avancée des technologies informatiques. Elle caractérise une hiérarchisation des différentes couches matérielles et logicielles retrouvées dans les usines de production.

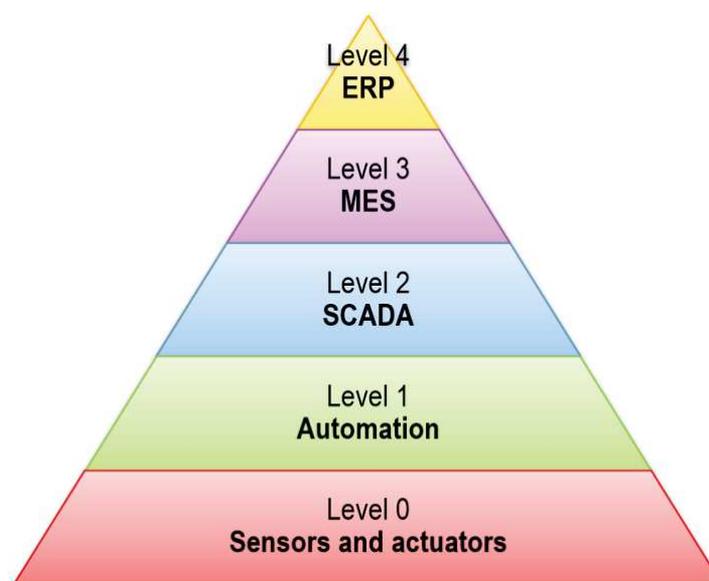


Figure 21 : Pyramide du CIM (SCADA and MES : le secret des pyramides, 2018)

Cette représentation est organisée du bas vers le haut, du niveau de décision le plus faible et au niveau de décision le plus fort.

Au niveau 0, les capteurs et actionneurs relevant du terrain.

Au niveau 1, les automatismes ou les contrôleurs logiques programmables.

Au niveau 2, les systèmes de supervision pour contrôler et mesurer à distance.

Au niveau 3, les logiciels MES pour le pilotage de la production.

Au niveau 4, les systèmes intégrés pour le management et la gestion de l'entreprise.

Elle représente un flux d'information circulant entre les différents composants applicatifs, le niveau 1 cherche l'information du niveau 0 pour les transmettre au niveau 2, le niveau 3 analyse les données du niveau 2 pour prendre des décisions et communique avec le niveau 4 où celui-ci harmonise toutes les informations.

L'auteur et consultant industriel Christian Hohmann déclare que la pyramide du CIM peut être inversée afin d'identifier les périmètres d'action des différents systèmes, allant des capteurs et actionneurs ayant une portée locale à l'entreprise étendue avec l'ERP. Il indique également que chaque niveau va agir dans un horizon de temps différent, de la seconde pour les capteurs jusqu'au jour voire mois pour les ERP. (Hohmann, 2020)

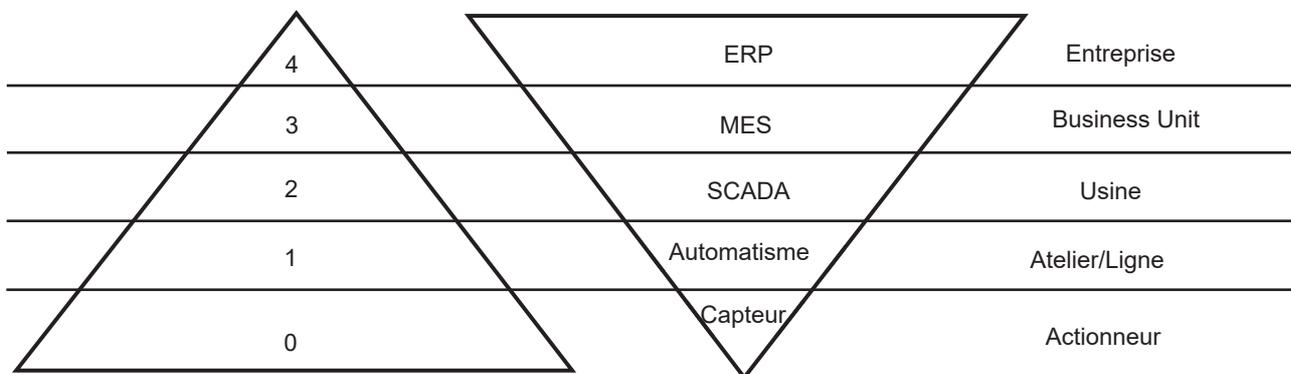


Figure 22 : Pyramide du CIM inversée (Hohmann, 2020)

Selon l'entreprise française ORDINAL Software, éditrice de SCADA et MES, le découpage de la pyramide CIM peut être remis en question car il « véhicule furtivement un découpage qui ne correspond pas forcément à une réalité fonctionnelle, ni à une contrainte technique actuelle ni à la réalité du terrain » notamment car les opérations manuelles ne sont pas représentées dans la pyramide. Pour cette entreprise, le développement de SCADA reflète une vision automatique de la production alors que les MES reflètent une vision opérationnelle, plus structurée et plus informatique. De ce fait, aucun échange n'est réellement pertinent entre SCADA et MES. (*SCADA and MES : le secret des pyramides*, 2018)

En effet, la hiérarchie du CIM est très théorique. D'autres applicatifs s'imbriquent dans le système d'information des organisations (CAO, BI, WMS, ...). Aussi, la forme pyramidale peut être critiquée car les systèmes doivent plutôt communiquer en temps réel avec une architecture réseau dans le contexte du 4.0. Toutefois, la pyramide permet de comprendre l'organisation générale des systèmes.

Une question subsiste, celle de la répartition des responsabilités entre ERP et MES, car souvent l'ERP et le MES sont confondus et considérés comme n'étant qu'un. La norme ISA 95 développée par l'ISA en 8 parties, définit le rôle du MES selon 11 fonctions, et appréhende les questions du « contrôle de la production en proposant un modèle standard d'organisation des données permettant d'exprimer et structurer l'ensemble des besoins de gestion de production, incluant la maintenance, la qualité et la logistique interne » (« Comment cadrer un projet MES en s'appuyant sur la norme ISA 95 ? », 2019). L'ERP et le MES échangent des informations mais l'ERP à un niveau de détail plus faible que le MES. Pour la planification, l'ERP transmettra les données générales de la gamme alors que le MES donnera les informations d'exécution de la gamme. De plus, le MES va permettre d'analyser les temps d'arrêts ou de pannes alors que l'ERP s'occupera de la gestion des commandes. Le MES est un outil de terrain et l'ERP un outil décisionnel, leurs échanges permettent une gestion de la production efficace. Ils ont besoin de se nourrir mutuellement d'informations pour pouvoir être fructueux. (*MES et ERP, comment les faire collaborer ?*, 2018)

La fonction stratégique plus qu'opérationnelle de l'ERP justifie son statut de brique majeure dans le système d'information. Ce système intégré possède une vision haute de l'entreprise avec une capacité d'analyse sur le long terme. Il accompagne sur le back office et non sur le front office.

L'ERP est la colonne vertébrale de la donnée de l'entreprise, il est garant de l'information et constitue son socle. Son but est de redistribuer l'unicité de l'information au sein des différents logiciels accompagnés par la transformation numérique et évoluant sans cesse. L'intégrité référentielle doit être gérée et maîtrisée par l'ERP, dit autrement, il gère la donnée de base. Cela devient encore plus important lorsque l'activité a des exigences de traçabilité. Il s'agit d'une compétence qui lui est propre car aucun autre logiciel n'est destiné à entreprendre cela.

Le MES fera plutôt gagner en productivité, diminuera le lead time et calculera le TRS ou TRG¹⁴ afin de mettre de la valeur ajoutée sur un produit qui sera vendu très rapidement. Les outils de BI seront quant à eux utilisés à des fins d'analyses et de mesures de la performance. En quelques mots, chaque outil a son domaine privilégié dans l'entreprise et va s'alimenter en données dans l'ERP, d'où sa position centrale et très importante. C'est aussi pour cette raison que les éditeurs ERP ont travaillé sur les API, afin justement d'assurer cet interfaçage avec les différents logiciels métiers.

Aujourd'hui, l'ERP est au cœur du système d'information dans les PME et le restera, en revanche, il n'est pas utopique de dire que demain l'ERP sera esclave du PLM dans les plus grandes entreprises. Une solution PLM est « une démarche d'entreprise basée sur des méthodologies et outils informatiques qui a pour but de favoriser l'innovation collaborative, la gestion et le partage des informations, de la définition des produits tout au long de leur durée de vie, depuis l'établissement du cahier des charges et des services associés jusqu'au retrait du marché » (Visiativ, 2015). Il œuvre avec le PDM¹⁵ correspondant à la gestion des données techniques issues de la CAO (Bernard, 2018).

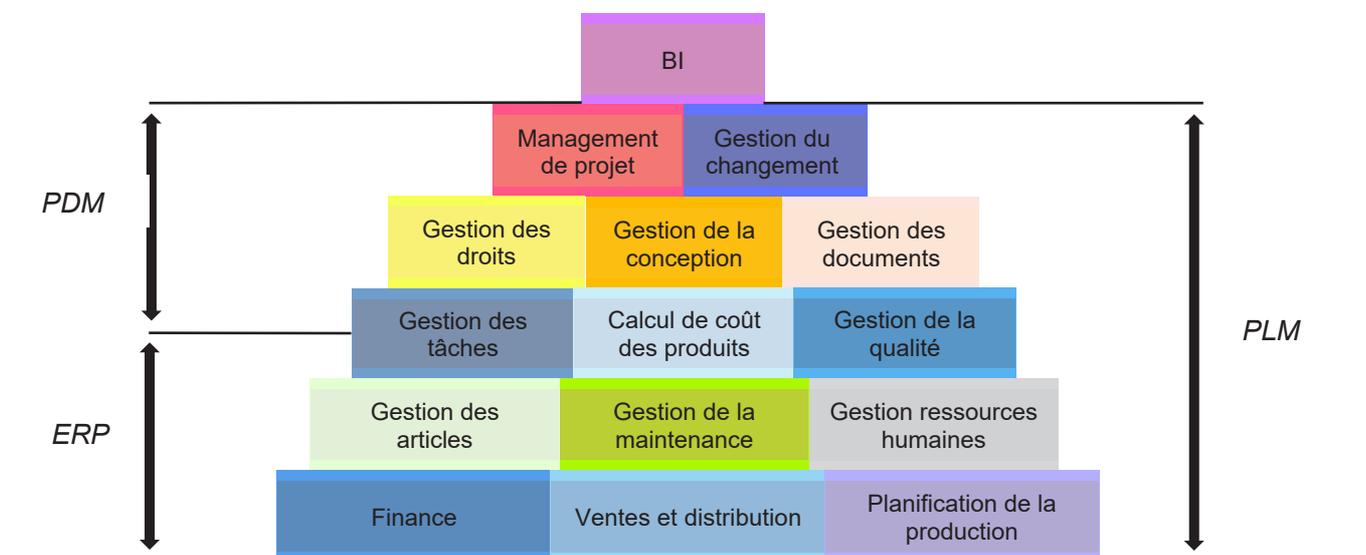


Figure 23 : Périmètre du PDM/PLM (Bernard, 2018)

Étant donné que l'ERP participe étroitement au cycle de vie du produit, le PLM est capable d'intégrer certaines fonctions de l'ERP.

¹⁴ Taux de Rendement Synthétique ou Taux de Rendement Global. Le TRG est un indicateur plus général prenant en compte les arrêts planifiés à la différence du TRS.

¹⁵ Product Data Management.

Le PLM a « de plus en plus un rôle transversal au sein de l'entreprise pour partager l'ensemble des connaissances liées au produit » (Andrieu, 2017). Il donne du sens au produit en favorisant son pilotage, son développement et sa traçabilité. Il maîtrise les évolutions du produit et veille au respect de ses spécifications, et garantit également l'unicité de l'information pour la redistribuer tout au long de la chaîne jusqu'à un niveau parfois multi-sites (Visiativ, 2015). Avec le PLM, il est possible de pouvoir mesurer l'impact des décisions de conception grâce à la simulation numérique, cela dans le but de répondre au mieux aux besoins des clients. Cette solution logicielle n'appartient plus exclusivement aux méthodes et bureaux d'études, au contraire, elle a tendance à jouer un rôle dans les différentes fonctions de l'entreprise. En définitive, elle est source de collaboration et d'innovation, ce qui fait d'elle un atout stratégique et un limiteur de coût. (*PLM et ERP : Leurs rôles respectifs dans les processus de fabrication modernes*, 2020)

Le PLM constitue « l'ossature de la transformation numérique, car elle crée un fil numérique de données produit qui vont du processus de conception aux processus en aval » (*PLM et ERP : Leurs rôles respectifs dans les processus de fabrication modernes*, 2020). Ainsi, les données du PLM se retrouvent dans l'ERP tout en sachant que le PLM a un périmètre fonctionnel sensiblement équivalent à celui de l'ERP. Si la question de leur opposition peut être posée, dans les faits, le PLM et l'ERP devront être complémentaires afin de tirer parti de leurs bénéfices mutuels. D'un côté, le PLM va venir « renforcer l'ERP en permettant une gestion unifiée des données techniques » et d'un autre côté, l'ERP va pouvoir s'en « appuyer pour optimiser la gestion des flux pour la fabrication et la logistique » (Andrieu, 2017). Les données devront être partagées entre les systèmes, de manière à « veiller à ce que les informations principales d'un système soient toujours intégrées à l'autre système » (*PLM et ERP : Leurs rôles respectifs dans les processus de fabrication modernes*, 2020).

Le PLM a tout son sens aux vues des croissances externes et multiples systèmes d'informations comme peuvent le posséder les grandes entreprises. Il permet synergie entre les différents sites et amène une discipline dans les processus (Merminod et al., 2009). De ce contexte, le PLM pourrait venir bousculer l'ERP dans ses opérations et prendre sa place centrale au sein du système d'information.

2.3 Initier et réussir sa transition

La transformation numérique peut s'avérer être un défi car elle nécessite de repenser le fonctionnement de l'entreprise. L'entreprise doit répondre à des problématiques et enjeux très forts : valorisation de la donnée, conduite du changement, contrôler les impacts organisationnels, adapter les compétences en interne, rendre le système d'information agile, utiliser de nouveaux outils, créer une culture numérique, ou encore répondre aux exigences du marché. Elle doit comprendre ses enjeux stratégiques qui peuvent être servis par le digital.

Cette sous-partie étend la réflexion précédente à l'observation de ce que pourraient être des niveaux de maturité et de maîtrise en entreprise des ERP et du numérique dans l'objectif de pouvoir caractériser de potentiels leviers pour pallier aux faiblesses. L'observation est poussée avec une restitution d'entretiens réalisés avec des professionnels du domaine informatique pour une compréhension de la réalité du terrain.

2.3.1 Maturité et maîtrise numérique

Existe-t-il une corrélation entre l'aptitude de l'entreprise à gérer ses outils numériques et la réussite de sa transformation ? Comment peut être caractérisé le niveau de maturité d'un outil comme l'ERP ? Dans quelle mesure les notions de maîtrise et de maturité des outils pourraient être une combinaison fructueuse pour prendre part à la transformation numérique ?

La maturité peut être définie par « un progrès évolutif dans la démonstration d'une capacité spécifique ou dans l'accomplissement d'un objectif d'un stade initial à un stade final souhaité ou se produisant normalement » (Mettler, 2011). Quant à la maîtrise, elle constitue le « fait de dominer techniquement, intellectuellement et scientifiquement » ou peut être déterminée par un acte de « sureté de l'exécution dans un domaine technique ou artistique » (« Maturité », 2021).

La maturité numérique peut être définie par la « mesure utilisée pour examiner le progrès de la transition vers le numérique » (Hassani, 2020) ou bien par « l'habilité à répondre de façon appropriée à ce qui se passe dans notre environnement » (Crête, 2017). Certains parlent de « quotient » numérique (Catlin et al., 2015).

Selon l'entreprise de service numérique Capgemini, la maturité numérique d'une entreprise se traduit par l'association de 2 combinaisons. L'intensité numérique, représentant l'investissement dans les initiatives technologiques, et l'intensité de la transformation, faisant référence à la capacité des directions pour mettre en œuvre la transformation numérique au sein de l'organisation. La mesure de ces combinaisons permet de qualifier l'entreprise de *débutante* si elle a une faible intensité numérique et de transformation, de *fashionista* lorsque l'intensité numérique est forte et l'intensité de transformation faible, de *conservatrice* avec une faible intensité numérique et une forte intensité de transformation ou de *digirati* lors d'une forte intensité numérique et de transformation. Sur la base de cette matrice, Capgemini déclare que les entreprises de production sont souvent débutantes, principalement celles en B to B, car elles y voient moins de menaces à la différence d'autres secteurs. (Westerman et al., 2017) (Grange & Ricoul, 2017)

Par le terme de maturité numérique, Sébastien Gamache, thésard en ingénierie, identifie plutôt la notion de performance numérique dans les entreprises (Gamache, 2019). Pour lui, la performance numérique est acquise par la mise en place d'outils numériques, de pratiques organisationnelles et d'une culture. Dans cette logique il a cherché, à travers la réalisation de tests d'hypothèses, à mesurer la performance numérique des entreprises selon la typologie d'outils numériques utilisée. Ces analyses se sont portées sur un échantillon de 21 entreprises et 23 outils numériques. En mesurant la performance numérique de chacune des entreprises à l'aide de la matrice du HUB Institute, qui sera développée par après, et en déterminant les outils numériques utilisés dans chacune d'entre elles, il a comparé les moyennes de performance numérique des entreprises en fonction des outils numériques qu'elles utilisent.

Avec un niveau de confiance de 95% et une p-value inférieure à 0,05, les résultats montrent que les systèmes ERP et MES sont les moyens numériques impactant le plus fortement la performance numérique, dit maturité numérique, des organisations industrielles. Cette étude confirme une nouvelle fois que l'ERP est un facteur clé de la transformation numérique et qu'il constitue un levier de maturité, faut-il encore le maîtriser et savoir en tirer pleinement parti.

Une matrice de maturité processus/outil a été proposée dans le cadre d'un travail sur les usages de l'ERP dans un système d'information. Elle met en avant la contrainte entre la stratégie de l'entreprise et la maîtrise des outils. (Millet, 2008)

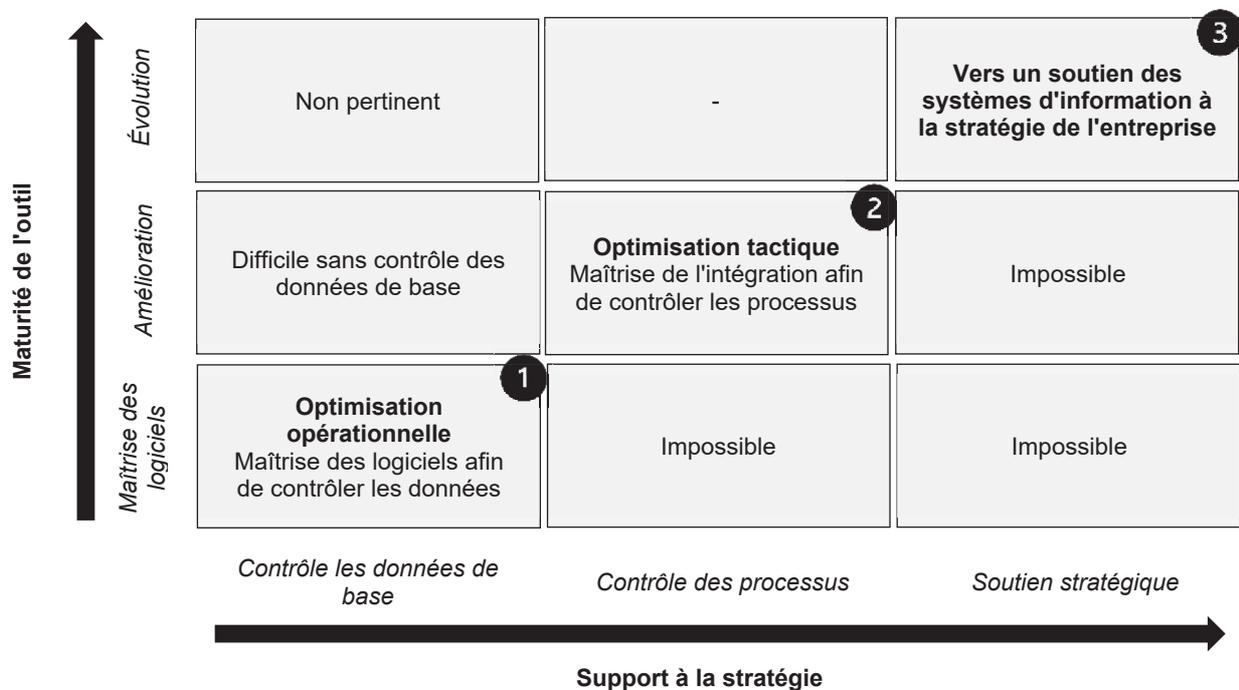


Figure 24 : Matrice de maturité outil/processus (Millet, 2008)

Cette matrice démontre que le « système d'information ne peut apporter à la stratégie de l'entreprise sans être maîtrisé en tant qu'outil » (Millet, 2008), et propose 3 niveaux d'optimisation pour faire participer le système d'information à la stratégie de l'entreprise.

Le niveau 1 est la maîtrise dite opérationnelle, l'entreprise se concentre sur l'ERP pour maîtriser ses données et celui-ci a pour unique objectif de diffuser les données.

Le niveau 2 est la maîtrise tactique avec une amélioration de l'intégration et de l'usage de l'ERP pour favoriser le contrôle des processus dans l'entreprise.

Le niveau 3 se destine à dire que l'ERP est un véritable levier dans le système d'information et apporte un soutien à la stratégie de l'entreprise.

Par ailleurs, il peut être constaté que certaines situations telles que le contrôle des processus sans maîtriser l'outil ou faire améliorer l'outil sans contrôler les données de base sont difficiles voire impossibles.

La mauvaise ou bonne maîtrise des outils numériques en entreprise peut s'expliquer par l'appropriation de l'outil. Dans le cadre d'une étude portant sur la mise en œuvre d'un ERP dans une organisation, 3 niveaux ont été distingués : l'appropriation stratégique, l'appropriation fonctionnelle et l'appropriation opératoire. (Bernier et al., 2002)

L'appropriation stratégique concerne la direction de l'entreprise. Elle doit participer pleinement à la compréhension du potentiel du nouvel outil mis en œuvre et doit apporter du soutien et de l'engagement. Il faut qu'elle donne du sens.

L'appropriation fonctionnelle, elle implique l'organisation dans son ensemble et sa capacité à concevoir ou reconcevoir ses processus pour les adapter au nouvel outil, et non l'inverse. Dans le cas où l'entreprise passe d'un outil à un autre, elle souhaite souvent retrouver dans le nouveau les fonctionnalités de l'ancien pour ne pas à avoir à changer les méthodes de travail. Dans le cas où l'outil est nouveau, il faut réussir à coller un maximum avec les standards que propose l'outil sur le marché, et ne pas vouloir créer abusivement des fonctionnalités spécifiques.

L'appropriation opératoire relève des enjeux humains. Les nouveaux utilisateurs peuvent faire face à des difficultés d'utilisation du nouvel outil car ils doivent adopter dans la plupart des cas de nouvelles méthodes de travail. Afin d'éviter toute forme de non-maîtrise du nouvel outil, l'entreprise doit accompagner ses collaborateurs et les former pour pouvoir en tirer des bénéfices. Il s'agit d'une étape à ne pas sous-estimer.

Une appropriation favorable de l'outil permet de le faire évoluer et donne lieu à une autonomie des utilisateurs. Si l'appropriation est mauvaise, l'outil risque d'être subi, donc sera nécessairement mal exploité.

Une autre hypothèse est la capacité de l'entreprise à gérer et maîtriser la qualité de ses données. Une expression anglo-saxonne consiste à dire « Garbage In, Garbage Out »¹⁶ pour signifier que « le système d'information ne peut donner des résultats qualitatifs que si les données saisies et maintenues dans le temps sont qualitatives » (Lyonnet et al., 2019). Il n'est pas rare de retrouver dans les logiciels informatiques des données erronées ou incomplètes, ce qui peut pénaliser fortement l'activité d'une entreprise.

L'absence de définition, de redéfinition ou de maîtrise des processus dans l'entreprise peut aussi jouer sur l'emploi de l'outil. Lors du déploiement d'un outil tel que l'ERP, celui-ci « est déployé à l'image des processus existants au sein de l'organisation, et entre l'entreprise et ses partenaires extérieurs » (Durand, 2020). En effet, le système intégré ne peut tenir son rôle que si des processus ont été définis adéquatement comme le préconise la norme ISO 9001. L'entreprise doit être structurée sous la forme d'un système cohérent pour encourager la cohérence du logiciel de gestion. La maturité d'un processus peut être mesurée à l'aide du modèle proposé par le Software Engineering Institute (SEI) développé en 2001. Ce modèle, connu sous le nom de CMMI, permet de mesurer la maturité d'un processus selon 6 niveaux : incomplet, exécuté, géré, défini, géré quantitativement ou optimisé. De plus, le SEI a établi une échelle de maturité des organisations sur 5 niveaux : initial, discipliné, ajusté, géré quantitativement et optimisé constamment. (Deniaud et al., 2020)

Que ce soit pour la création de valeur ajoutée, réduire les coûts, améliorer les conditions de travail, développer les compétences ou développer un avantage concurrentiel (Dudézert, 2018), une entreprise doit chercher à identifier et définir sa feuille de route pour sa transformation numérique.

¹⁶ « Déchets à l'intérieur, déchets à l'extérieur » en français.

Le modèle du HUB Institute permet d'avoir une vue d'ensemble de ce que peuvent être les axes de travail pour mettre en œuvre le numérique en entreprise. Il propose 6 dimensions de la transformation numérique (Vivier & Ducrey, 2019) :

- *Le leadership* : Posséder une ligne directrice claire pour conduire à un objectif commun et développer un nouveau business model. Ceci via la création d'une vision et stratégie numérique, d'une veille technologique ainsi qu'avec un engagement de toute l'organisation.
- *La culture et l'organisation* : Se distinguer avec des valeurs, une réactivité et une approche de résolution des problèmes. Ceci passe par la conduite et la gestion du changement, l'agilité, l'innovation, le développement des compétences, l'ouverture à l'externe, une communication interne et l'adoption d'une culture de l'amélioration permanente.
- *La technologie* : Bénéficier d'un ensemble de techniques, méthodes et outils relatifs à la technologie et au numérique pour amener et générer de la valeur au sein de l'activité. Cette dimension demande une architecture et un écosystème numérique, de la maîtrise, une automatisation des tâches et processus ainsi qu'une application des pratiques de cybersécurité.
- *La maîtrise des données* : Être sensible à la qualité, l'amélioration et le traitement des données. L'entreprise doit savoir collecter ses données, les maintenir et les gérer pour favoriser la cohérence des informations.
- *La mesure de la performance* : Pouvoir se prémunir de systèmes ou d'outils permettant d'évaluer les performances de l'activité, tant sur le plan opérationnel que stratégique.
- *Le marketing et l'expérience client* : Faire preuve d'effort pour améliorer l'offre client, l'accompagner et ne plus se limiter à la délivrance d'un produit. Il faut pouvoir avoir une relation interactive avec son client, lui proposer des produits diversifiés et personnalisables. L'utilisation des données et des technologies de l'information permet cela.

Ces dimensions se déclinent en « chantiers » dans lesquels l'entreprise doit : auditer ses besoins, planifier ses priorités, tester la faisabilité à petite échelle, déployer à grande échelle et optimiser pour faire mieux.

L'ERP n'est pas signe de maturité numérique et ne peut en aucun cas aider à lui seul à réussir la transformation numérique d'une organisation. La transformation numérique implique avant tout une maîtrise et maturité numérique rendues possibles grâce à une culture organisationnelle, une stratégie, une maîtrise générale des outils, des compétences en interne, une appropriation et connaissance des outils par les utilisateurs et le management, une collaboration en réseau, une maîtrise de ses processus et un état d'esprit.

2.3.2 Diagnostic et remontées de terrain

Comme vu précédemment, les systèmes ERP sont des outils très forts capables d'assouvir l'intégralité des fonctions d'une organisation. Ces systèmes ont besoin d'être maîtrisés et entourés d'une maturité numérique générale dans l'organisation. Ainsi, il semble important de pouvoir recueillir des témoignages de professionnels, de ceux qui savent ce qu'il se passe sur le terrain. La décision a été de les interroger sur les thèmes de la transformation numérique, de la maturité et maîtrise des entreprises face au numérique et aux ERP, ainsi que sur la gestion des projets ERP.

Les entretiens ont été semi-directifs auprès de 3 collaborateurs de la société Divalto, éditeur de logiciels ERP destinés aux PME. Pour des soucis de clarté, la restitution suivante a fait l'objet d'un travail de synthèse, chacune des restitutions présente un aspect différent des thèmes abordés.

Jérôme Laforest, Directeur Business Unit Industrie

Il affirme que la maturité est présente dans les entreprises qu'il rencontre dans le cadre de son activité et qu'elle s'explique par la force des outils du quotidien. « Je me retrouve face à des personnes avec un vrai savoir dans les entreprises, et ce vrai savoir, peut rendre plus difficile la vente d'une solution » dit-il en toute transparence, « les entreprises savent ce qu'elles veulent, parce qu'elles ont une redondance de la saisie de l'information, un manque d'unicité, des tas de bases de données Access, des fichiers Excel avec un nombre incalculable de tableaux croisés dynamiques [...] ».

Il rajoute « l'exigence client est plus forte, le marché a des attendus très importants, car justement l'ADN numérique est là ». Il insiste aussi sur le fait que l'ERP est sur un marché de renouvellement et que le marché est mature, c'est-à-dire que lorsque le produit ne convient plus, les entreprises le remplace, « nous sommes à la 2^{ème} voire 3^{ème} génération de l'ERP ».

Il déclare que les questions de maturité doivent plutôt se poser sur les processus de l'entreprise, et qu'encre, les industries ont souvent des processus bien en place. La maîtrise de ses processus se fait avec une bonne approche du Lean Management en amont. Lorsque l'entreprise « fait des VSM et VSD pour maîtriser sa chaîne de valeur et fait en sorte d'être accompagnée par des entreprises de conseils » automatiquement elle implémente la maîtrise de ses processus. Il trouve que le regard extérieur des entreprises de conseils est toujours bon pour faire passer des messages, « cela casse les paradigmes ».

Concernant les projets ERP, il ne croit pas qu'un bon déploiement puisse se faire selon une méthode agile comme le Scrum, il conseille une méthodologie Waterfall, dite en V, sous forme de lotissement (sous-projet), pour que l'entreprise puisse très rapidement se familiariser avec son nouvel outil. L'ERP est ainsi loti peu à peu par le référentiel des données de base, le calcul des besoins, le plan directeur de production, la maîtrise du calcul des besoins nets, des coûts standards, des coûts de revient, des marges, jusqu'à l'intégration comptable.

Jérémy Grégoire, Responsable produits et R&D

Il aborde la question de la maturité différemment, pour lui la maturité c'est « la maîtrise des fonctionnalités de l'outil et le niveau d'interactivité avec le logiciel ERP ». Il avoue que sur « 100 fonctionnalités dans l'ERP, les bons utilisateurs vont en utiliser maximum 40, qu'en moyenne l'utilisation est de l'ordre de 15 et que les moins bons utilisateurs en utilisent 10 ». Si une entreprise veut gagner en maturité dans l'utilisation de son système ERP, « elle doit créer des déconnexions progressives avec tous les outils qui ne sont pas interfacés avec l'ERP, du Excel aux petits outils en SaaS », sinon l'ERP ne contribue plus beaucoup au système d'information et devient insignifiant.

Il relativise tout de même en rajoutant « qu'il faut parfois des années et des années pour gagner en maturité et comprendre les fonctionnalités de l'outil, surtout pour un produit comme SAP qui est un gros produit » et que la clé de la maturité est « la formation et le maintien des compétences ».

En ce qui concerne le déploiement d'un ERP, Jérémy Grégoire soulève une problématique déjà rencontrée lors de sa carrière : celle de la peur et du stress pour les entreprises de vouloir déployer un nouvel ERP. Il dit que « certaines entreprises ont accumulé pendant des années, potentiellement des spécificités, des modifications et paramétrages qui leurs sont propres et que changer de système devient complexe » car avec le temps, les habitudes sont ancrées et encore plus avec l'interconnexion de tous les systèmes qui gravitent autour de l'ERP. Il donne l'exemple d'une entreprise de négoce avec un site e-commerce totalement dépendant de l'ERP pour donner les niveaux de stocks, les tarifs ou pour transmettre les informations au site logistique pour la préparation des commandes, « s'il y a le moindre plantage tout est à l'arrêt, l'entreprise n'existe plus ». Pour cette raison, les projets ERP deviennent de plus en plus durs, critiques et risqués.

Vincent Laurain, Directeur produit ERP

Vincent Laurain assure que « la transformation numérique est un état d'esprit, qu'il faut une direction qui donne du sens, une acceptation du changement, des équipes motivées et familières avec les outils numériques ». Il tend à dire que le niveau de maturité peut être mesuré par la disposition des utilisateurs à comprendre le numérique et que donc indirectement la moyenne d'âge au sein de l'entreprise peut impacter beaucoup, « la maturité des utilisateurs vis à vis du numérique est fondamentale » dit-il. Il raconte que la maturité numérique est tellement forte chez les plus jeunes que le déploiement d'un ERP devient plus facile, mais que l'exigence est beaucoup plus forte car les jeunes utilisateurs souhaitent retrouver dans l'ERP « la même simplicité, facilité et possibilité d'agir que les applications d'un téléphone ».

Pour numériser les processus, il invite les entreprises à « créer une dynamique de génération qui se chevauche » de manière à faire cohabiter l'aisance numérique des plus jeunes avec la connaissance des processus et le savoir-faire des plus anciens. Sur le plan purement sociologique et stratégique, il s'agit d'un élément pouvant être très profitable pour les organisations.

Pour la gestion de projet ERP, il affirme que les méthodes agiles apportent plus de souplesse, plus de satisfaction que les méthodes traditionnelles, « c'est un constat » dit-il. Il complète en disant que la gestion d'un projet ERP est surtout « une mise à disposition des ressources focalisée sur de l'opérationnel », « il faut réussir à dégager du temps avec des personnes qui vont être impliquées dans le projet ».

3 Projets professionnels

Cette année d'apprentissage au sein de l'entreprise Trumpf de Haguenau m'a fait prendre part à 2 projets s'inscrivant dans la dynamique de transformation numérique du site de production. Le premier concerne la gestion des données de base (Master Data Management) et le second l'optimisation du processus logistique externe. Ils ont été réalisés en simultané.

3.1 Master Data Management

À l'issue de la présentation de ce projet et de sa mise en œuvre, une sous-partie s'attachera à le rapprocher et le mettre en confrontation avec la partie académique.

3.1.1 Contexte et objectifs

Identiquement à ce qu'il a été présenté dans la partie présentation de l'entreprise, le site de Haguenau s'est retrouvé en 2005 à devoir déployer l'ERP SAP pour la gestion de ses processus et la mise en réseau de ses données. Le site de production a basculé, en l'espace de 6 mois, d'un ERP entièrement modulé en interne, facile d'utilisation à l'ERP le plus complexe du marché. Le déploiement n'a pas été réalisé dans les meilleures conditions, mais dans contexte d'urgence et de précipitation. La formation a été extrêmement rapide, « un gâchis » dit-on d'ailleurs chez TFRH. Jusqu'aujourd'hui, l'entreprise n'a eu d'autres choix que de se familiariser avec l'outil. Il est utilisé dans les grandes lignes, avec ce que les collaborateurs savent faire et ne pas faire.

Pour répondre à la stratégie du groupe, celle de rendre ses sites numériques et en phase avec le 4.0, le site de Haguenau a fait la recrue d'un collaborateur pour répondre à cet enjeu. En revanche, il a rapidement constaté que SAP n'était qu'une vitrine dans l'entreprise et qu'il était très difficile de s'appuyer sur des données et informations fiables dans le système ERP car aucune gestion des données n'avait été entreprise depuis son déploiement et, qu'entre autres, Excel était l'outil privilégié. Pour ce nouveau collaborateur, pour digitaliser, la première vertu est la gestion des données de base. C'est ainsi qu'intervient ce projet qui m'est confié, le Master Data Management (MDM) ayant pour finalité la mise en place d'un système de gestion des données de base.

Le Master Data Management, appelé gestion des données de base, « n'est ni une technologie, ni un logiciel mais une méthode qui se focalise sur la rationalisation de la gestion des données partagées au sein d'une organisation ou entre plusieurs organisations » (Trigaux, 2009). Autrement, le MDM représente l'ensemble des méthodes, outils, concepts et processus permettant de s'assurer que les données de base soient correctement identifiées, de bonnes qualités, dépourvues d'erreurs et utilisables sans le moindre risque. Cependant, il faut garder à l'esprit que l'approche du MDM n'est pas la solution miracle qui permettra de résoudre tous les problèmes liés aux données. Il s'agit avant tout d'une approche conceptuelle (Trigaux, 2009).

Les données de base, ou master data, sont des données partagées par l'ensemble des processus qui soutiennent l'activité courante d'une entreprise (Tassin, 2010). 4 familles de données de bases peuvent être retrouvées en entreprise : les données des tiers, les données produits, les données financières et les données relatives à l'organisation. En revanche, ceci n'est pas uniforme, chaque entreprise se doit d'identifier ses propres données de base en fonction de son activité. Sans une gestion et maîtrise des données de base, l'entreprise se heurte à des risques, allant de l'enregistrement de la mauvaise adresse de son client à une erreur dans la nomenclature d'un produit.

De manière générale, la gestion des données demande une politique, des pratiques uniformes et une méthodologie. Sur le site de Haguenau, la gestion des données est inexistante ou quasi inexistante : il n'existe pas de responsable de données, celles-ci ne sont pas structurées ou organisées. Le système est alimenté par tous les collaborateurs sans réellement savoir si la donnée est pertinente et de qualité, sans prendre conscience de l'éventuel impact que cela pourrait avoir, et ce depuis l'implémentation de l'ERP.

La gestion des données, surtout dans le cadre d'un système ERP, s'avère très large et indescriptible. Pour cette raison, le projet s'est construit autour des données des postes de travail et des articles. Ces données sont connues de tous, de plus, l'entreprise étant une usine de production, ces typologies de données constituent les données de base.

Avec les nomenclatures et les gammes, les postes de travail font partie des données de base les plus importantes du système de planification et de contrôle de la production. Les données des postes de travail permettent d'ordonnancer, de calculer les coûts, et de planifier la capacité. Quant aux données articles, elles sont utilisées dans la plupart des modules de l'ERP afin d'éviter les doublons : modules de ventes, planification de la production, gestion de la maintenance, gestion de la qualité ou aussi en comptabilité. La fiche article est la source centrale de récupération des données spécifiques à l'article.

Pour ces données, la mission était de mettre en place des règles et des responsabilités en matière de gouvernance des données postes de travail et articles, de formaliser, d'uniformiser les processus de maintenance et d'intégration de celles-ci. La finalité sera alors la constitution d'un référentiel par données, dans une moindre mesure un standard de données, afin de maintenir leur organisation dans le temps.

La problématique soulevée par ce projet est la suivante : comment mettre en place une gestion des données de base pour la production et instaurer les bonnes pratiques pour son maintien ?

3.1.2 La gestion et le management du projet

Le choix a été de structurer et de cadrer le projet au moyen d'une démarche de gestion de projet. La méthode choisie est la méthode DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify). Elle a été favorisée par rapport à la méthode plus utilisée de résolution de problèmes DMAIC (Define, Measure, Analyze, Améliorer, Maîtriser) car dans le cadre de notre projet, l'objectif était de développer un nouveau processus, et non pas de rechercher l'amélioration d'un processus existant. L'entreprise partait d'une feuille blanche, ainsi, la méthodologie DMADV semblait être la plus appropriée.

- **Define** : Définir les objectifs du projet, les livrables et attendus
- **Measure** : Collecter et identifier les données représentatives à des fins de mesure du niveau de performance actuel
- **Analyze** : Analyser les données récoltées et développer des alternatives de conception
- **Design** : Concevoir le processus pour répondre aux besoins
- **Verify** : Vérifier et valider les performances de conception et sa capacité à répondre aux besoins

Les objectifs du projet ont été définis selon 2 axes : l'audit des données de base parmi les données articles et postes de travail, et le maintien des données de base déterminées. Les cibles de ces objectifs ont été respectivement la compréhension des données et la mise en place d'un processus permettant leur gestion.

L'équipe projet a été composée comme suit :

<i>Superviseur</i>	Georgi Smilyanov (ingénieur production)
<i>Chef de projet</i>	Florian Schlotter (apprenti gestion de production)
<i>Parties prenantes</i>	Marc Waegell (technicien industrialisation) Amel Ben Ahmed (ingénieur industrialisation) Evelyne Ehrhardt (approvisionneur atelier soudage) Thiebault Haettel (approvisionneur atelier usinage) Adeline Debus (contrôleur de gestion)

Ce projet a la particularité de concerner toute l'entreprise, plus particulièrement toute personne susceptible d'utiliser les données articles et postes de travail dans leur travail au quotidien. Ainsi, certains collaborateurs sont intervenus au cours du projet en tant que soutien, notamment le service qualité.

Il faut savoir que cette équipe projet a été constituée tout en sachant que personne n'a été sensibilisé préalablement à la spécificité de ce projet. Aucun collaborateur de l'entreprise n'était expert ni même ne maîtrisait le sujet. Ainsi, les risques de ce projet étaient inévitablement la résistance au changement, la faible implication des acteurs, le renversement du standard ou encore la complexification de la situation actuelle. En revanche, les points forts étaient de loin l'amélioration des conditions de travail et de la qualité des données, l'ouverture vers davantage de digitalisation, et l'encouragement d'une efficacité opérationnelle plus forte.

Des groupes de travail et des points réguliers ont été réalisés tout au long du projet pour garantir le suivi et le pilotage du projet. Les outils utilisés durant le projet sont l'A3 projet, le diagramme de Gantt, le diagramme Ishikawa, la carte heuristique, le diagramme Swimlane, la matrice RACI, le schéma synoptique, ainsi que Power BI et Excel pour les analyses.

L'A3 projet est disponible à l'annexe 2 page 93. Ci-dessous, la planification prévisionnelle représentée sous un diagramme de Gantt (disponible à l'annexe 1 page 92 pour une meilleure visibilité et avec une comparaison avec la planification réelle).

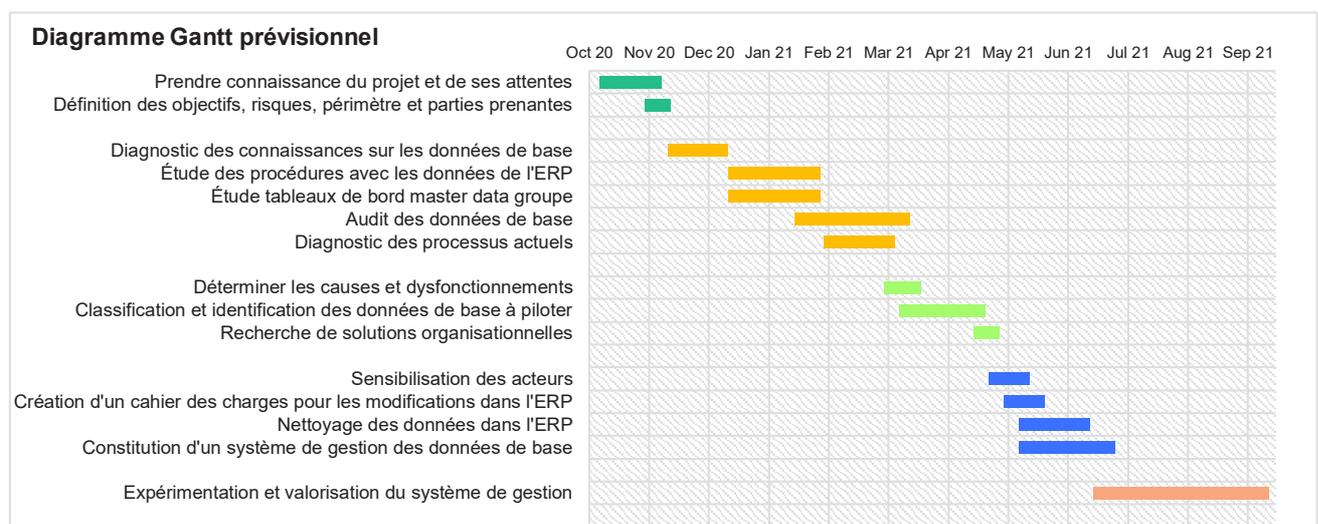


Figure 25 : Diagramme de Gantt prévisionnel projet Master Data Management

3.1.3 Mise en œuvre

Le projet a suivi les différentes étapes de la méthode de gestion de projet DMADV. Ainsi, seront présentées les actions de chaque phase de la démarche. Néanmoins, des précautions seront prises pour ne pas entrer dans les aspects techniques, et pour des raisons de compréhension. Le projet a véritablement démarré au mois d'octobre 2020.

Les points précédents relatifs au contexte, aux objectifs et à la gestion du projet constituent l'étape *Define*, à savoir la description du projet, la définition des attentes, l'évaluation des risques, la définition du périmètre, la constitution de l'équipe projet et la planification des actions. La mise en œuvre est la même pour les données des postes de travail que pour les données des articles.

Dans l'étape *Measure*, il nous fallait faire état d'un diagnostic de la situation. Il a été décidé de l'organiser par la réalisation de toutes les actions permettant de collecter de l'information. Tous les documents existants à savoir les modes opératoires, procédures et fichiers ont été rassemblés. Il s'en est suivi d'une étude particulière des processus existants, d'un travail dans SAP ainsi qu'une partie recherche dans la littérature et sur internet.

Diagnostic des connaissances sur les données de base

Il me semblait nécessaire de faire état des connaissances dans l'entreprise sur le sujet des données de base, celui-ci a permis d'orienter les choix futurs et d'appréhender la mise en œuvre de mon projet. J'ai ainsi constitué un questionnaire très simple de 9 questions (annexe 3, page 94). Il est par exemple demandé aux collaborateurs s'ils ont connaissance des données de base, s'ils sont capables d'en donner une définition ou un exemple, s'ils ont déjà été sensibilisés à la gestion des données, s'ils ont déjà rencontré un problème lié à la fiabilité des données, etc.

Cette enquête a été réalisée auprès de 23 collaborateurs, de manière aléatoire, dans tous les services de l'entreprise. 39 % (9) des personnes affirment connaître les termes de donnée de base, donnée de référence ou master data tandis que 61% (14) des personnes n'ont jamais entendu parler de données de base ou des autres dénominations qu'il est possible de retrouver dans le jargon informatique.

Parmi les 9 personnes qui affirment connaître, tous ont réussi à me donner un exemple satisfaisant de données de base, en revanche, seules 4 personnes ont essayé d'en donner une définition et une brève explication de ce dont il s'agissait. L'enquête a par ailleurs démontré que 61% (14) des personnes considèrent passer plus de temps à rechercher les données dans SAP qu'à les exploiter, que 87 % (20) des collaborateurs ont déjà rencontré un problème lié à la fiabilité des données (erreur ou absence de données) et que 57 % (13) des personnes soutiennent n'avoir jamais été formées sur l'importance de la gestion des données en entreprise.

Le questionnaire a été construit sur Google Forms, ainsi les réponses ont été soigneusement récoltées en face à face en allant à la rencontre des collaborateurs. Les résultats ne sont pas satisfaisants, et prouvent qu'il faudra accentuer le projet sur la sensibilisation.

Étude des documents et fichiers existants

En allant à la rencontre des collaborateurs de l'entreprise et en effectuant des recherches sur l'intranet de l'entreprise, j'ai cherché à retrouver tous les documents utilisés ou non pour la gestion des données postes de travail et articles.

Au niveau groupe, pour les postes de travail, on distingue une procédure relativement récente en allemand et anglais pour la gestion des données de base. Elle est appelée « normes de données de base pour le poste de travail en production ». Elle recense, selon les vues disponibles de la fiche poste de travail dans l'ERP, toutes les données de base, avec pour chacune des données, une définition succincte et les modalités de paramétrage. Concernant les articles, la même procédure existe, appelée « normes de données de base pour l'article en production ».

De plus, pour les articles, des modes opératoires très spécifiques sont retrouvés pour la création d'un numéro d'article ou la création d'une demande de création au bureau d'étude situé au siège.

En interne, pour les données des postes de travail, rien n'est retrouvé. En revanche, pour les données articles, il existe une procédure Excel sur les données comptables à renseigner dans la fiche article, un PowerPoint pour les données relatives à la qualité dans la fiche article, une procédure papier écrite à la main avec quelques éléments de paramétrage importants lorsque l'on fait une demande de création d'un article au bureau d'étude, un début de mode opératoire rédigé par un collaborateur sur Word pour savoir comment créer un article dans SAP, un document papier de 4 pages prenant la forme d'un tableau où peuvent être distingués des éléments de paramétrage d'un article dans l'ERP en fonction de sa typologie. Ce dernier document a la particularité d'être marqué de graffitis et de ratures car il date de 2004.

Contrairement aux procédures et modes opératoires, me sont parvenus 2 tableaux de bord Power BI construit par le siège du groupe Trumpf, l'un portant sur la gestion des données articles et l'autre sur la gestion des données postes de travail. Ces tableaux de bord sont alimentés par une extraction automatique depuis SAP, et ont pour objectif d'indiquer les erreurs dans les données. Ainsi, en fonction du nombre d'erreurs détectées par typologie de données, le poste de travail ou l'article, est catégorisé par une couleur : rouge, orange, vert. Ci-après la visualisation des tableaux de bord :

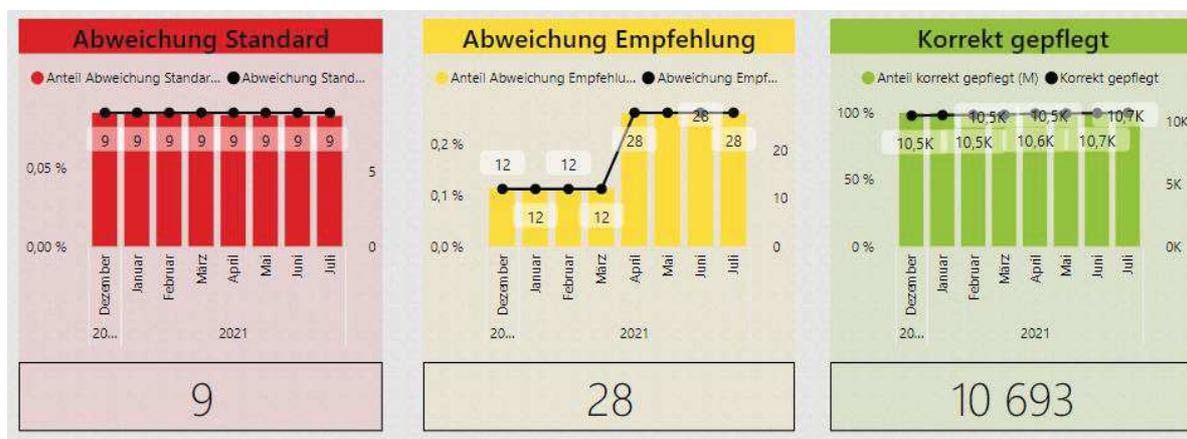


Figure 26 : Extrait du tableau de bord master data article pour le site de TFRH (Document TFRH)

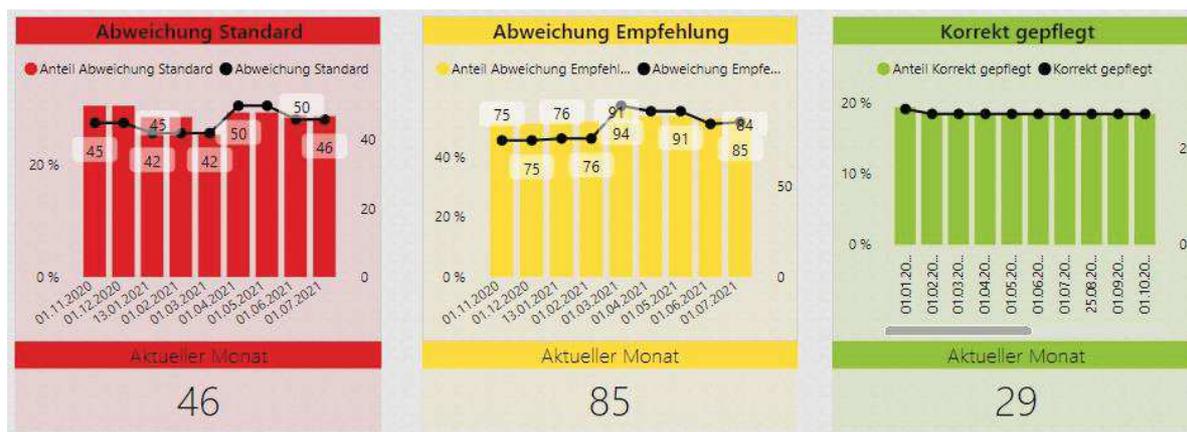


Figure 27 : Extrait du tableau de bord master data poste de travail pour le site de TFRH (Document TFRH)

Avec ces tableaux de bord, il est possible de recenser tous les articles et postes de travail qui ont possiblement des défauts de paramétrage. Les résultats affichés dépendent du respect des règles des procédures « normes de données de base » rédigées par le groupe. À ce stade du projet, je ne le savais pas mais dans SAP, il est possible de visualiser et contrôler les données des extractions pour alimenter les tableaux de bord à l'aide de transactions spécifiquement développées pour Trumpf. Lorsque j'ai eu connaissance de cette fonctionnalité, l'autorisation pour accéder à la transaction de visualisation m'a été accordée, et j'ai pu ainsi recenser les erreurs selon le groupe dans le système.

Des procédures, des modes opératoires et des tableaux recensant des erreurs : voici ce que j'avais en ma possession. Je me suis alors attelé à l'exercice de faire correspondre les documents existants et les tableaux de bord avec le système ERP pour comprendre, trouver une logique et m'imprégner de tous ces éléments. Je me suis alors formé en autonomie sur l'ERP pour pouvoir extraire les données des postes de travail et des articles dans le but de les analyser et de vérifier la cohérence avec les documents recueillis. Pour extraire les données, il est préférable de créer des requêtes, il s'agit de croiser les données de plusieurs tables de données dans le logiciel grâce à des relations.

Les documents et les données dans le logiciel ne correspondaient pas entre eux, mais aussi je ne réussissais pas à retrouver les valeurs des tableaux de bord du groupe. En me renseignant auprès de mes collaborateurs, je n'ai pas pu obtenir d'explications sur ces incohérences.

De ce fait, j'ai continué mes recherches pendant un temps, en fouillant dans SAP. Certains éléments sont devenus peu à peu plus clairs mais d'autres restés encore très flous. Les procédures du groupe contenaient des erreurs et étaient incomplètes, les procédures et modes opératoires internes n'étaient plus d'actualité, et les tableaux de bord filtraient en réalité les données mais d'une manière que j'ignorais encore.

Méthode et processus actuels

À l'issue de cette période de recherche et de recueil de documents, je souhaitais connaître les méthodes et les processus actuels relatifs aux données postes de travail et articles. Comment est créé un article et un poste de travail ? Qui renseigne les données dans l'ERP lors d'une création ou d'une mise à jour ?

Aucun document en interne ne précise la méthode à suivre pour créer un article ou un poste de travail.

Pour les postes de travail, cela s'avère en réalité très simple. Le service logistique crée les postes, mais les modifications sont faites pas tous les collaborateurs, au besoin et selon les autorisations dans SAP. Quant aux articles c'est plus complexe, un processus de création est différent en fonction de la typologie de l'article que l'on souhaite créer dans le système, et en fonction de cela, différents acteurs sont concernés.

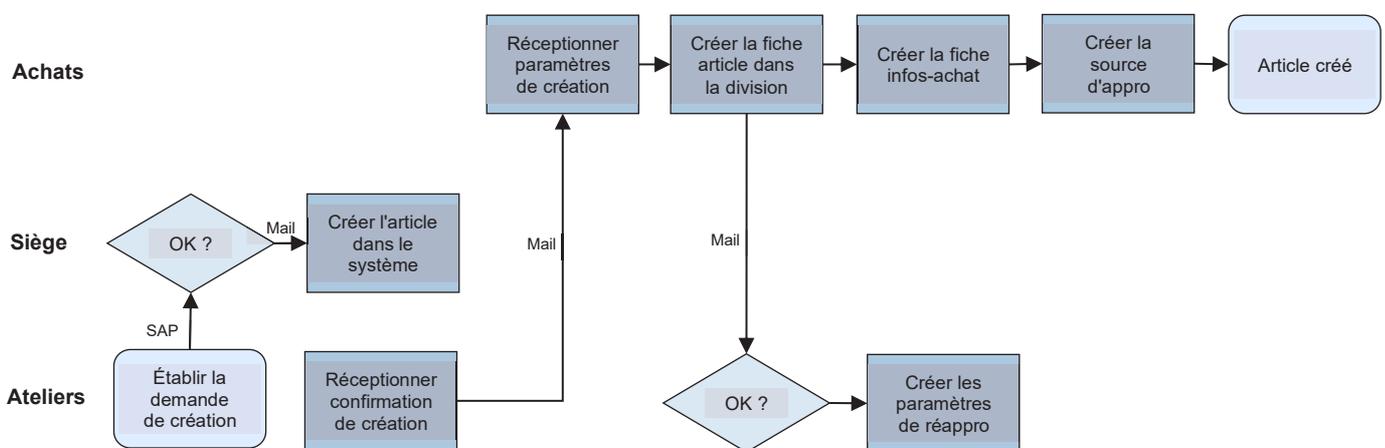


Figure 28 : Processus de création d'un article consommable dans SAP (Schlotter, 2021)

Une demande est établie par les ateliers respectifs pour créer un article de type consommable (c'est-à-dire un outillage ou des équipements de protections. Ce sont les articles les plus souvent créés dans l'ERP) à l'aide d'une transaction dans SAP. Le siège vérifie si un article du même type est existant dans le système ou dans une autre division du groupe, il valide ensuite la demande, puis crée le numéro d'article et l'ébauche de la fiche article commune pour tous les sites. L'atelier reçoit un mail de confirmation puis envoie quelques paramètres concernant l'article au service achats pour que celui-ci crée cette fois la fiche article dans la division TFRH et complète la fiche article. Celui-ci transmet par après une confirmation de création à l'atelier et crée des fiches supplémentaires nécessaires à l'approvisionnement de l'article. L'atelier peut créer ses paramètres de réapprovisionnement. Pour un article voulant être géré en Kanban par exemple, une autre fiche devra être créée dans SAP.

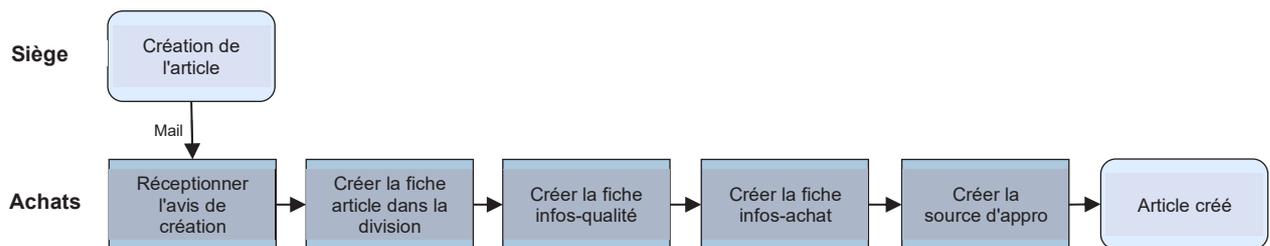


Figure 29 : Processus de création d'un article matière première dans SAP (Schlotter, 2021)

Pour la matière première, le siège va créer l'article dans le système tout comme pour les consommables. Il va ensuite transmettre par mail la demande de création de l'article au service achats. Celui-ci va créer la fiche article dans la division et créer des fiches supplémentaires, pour la qualité et les approvisionnements.

Les matières premières chez Trumpf sont principalement des pièces métalliques nécessaires à la fabrication des bâtis. Ce sont les pièces retrouvées dans les nomenclatures des produits.

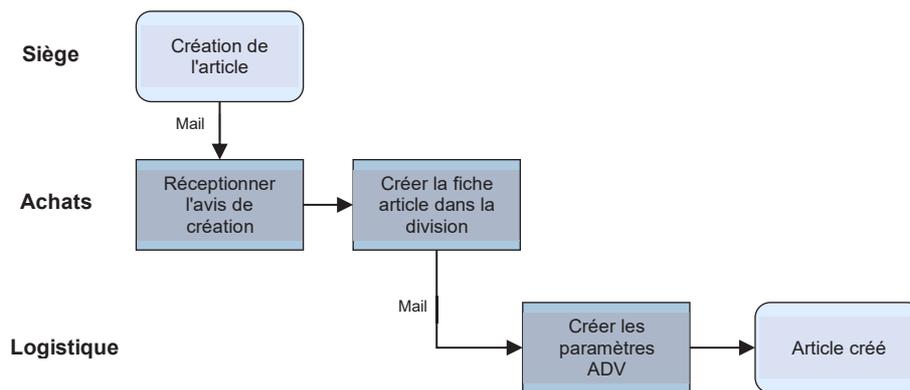


Figure 30 : Processus de création d'un article produit fini dans SAP (Schlotter, 2021)

Les produits finis sont créés par le siège. Le siège envoie l'avis de création au service achats pour création dans la division TFRH identiquement aux matières premières. Celui-ci crée la fiche article à l'exception des paramètres de l'administration des ventes qui relève de la responsabilité du service logistique.

Ces processus ont été retranscrits à la suite d'échanges avec les différents acteurs et n'ont jamais été tracés auparavant. Si les processus de création de données sont relativement clairs, que ce soit pour les articles ou postes de travail, des problématiques de fond sont constatées. Tout d'abord, les données de paramétrage ne sont pas connues, c'est-à-dire que personne au sein de l'entreprise ne connaît la signification des données retrouvées dans une fiche article ou une fiche d'un poste de travail. En réalité, l'entreprise utilise des modèles, ce qui signifie qu'au moment de la création d'un article ou poste de travail dans l'ERP, l'entreprise a la possibilité de prendre pour modèle un article ou poste de travail déjà créé pour copier toutes les données dans le nouveau. Bien que cette pratique soit effectuée dans le but de gagner du temps, elle contribue au manque de fiabilité des données qui composent une fiche article ou poste de travail. Ensuite, les données sont mises à jour par tous, toute personne qui n'est pas convaincue du paramétrage peut modifier comme elle l'entend et sans que personne ne s'en rende véritablement compte. Enfin, les articles ou postes de travail ne sont jamais supprimés, ou du moins jamais déclarés comme obsolètes. Il devient alors très difficile de différencier les anciens des nouveaux.

Audit des données de base

À ce niveau du projet, je ne savais toujours pas quelles données étaient réellement importantes parmi les données articles et postes de travail. J'ai pris la décision de récolter toutes les données pouvant être retrouvées dans les postes de travail et articles, pour m'intéresser à chacune d'entre elles. À quoi sert-elle ? Est-elle utilisée ? Quelle est sa définition ? Quel impact peut-elle avoir ? Concerne-t-elle notre activité ?

Une fiche article est constituée de 20 vues, regroupe plus de 250 champs de données, répartis dans 7 tables de données différentes du logiciel. Une fiche poste de travail est constituée de 8 vues et regroupe plus de 100 champs de données, répartis dans 4 tables de données différentes du logiciel. J'ai sélectionné 38 champs de données dans la fiche poste de travail et 78 champs dans la fiche article. Ils correspondaient aux champs utilisés et remplis dans les fiches sur le site. Chacun a été défini. L'objectif était d'avoir une liste suffisamment exhaustive de données pour les postes de travail et les articles afin de pouvoir travailler et creuser davantage la réflexion par la suite.

Chaque champ de données sélectionné pouvait avoir un nombre illimité de choix de paramétrage. De cette façon, j'ai organisé plusieurs réunions afin de discuter du sujet avec les acteurs du projet, mais cela n'était pas une priorité pour eux ou ils n'estimaient pas avoir les connaissances nécessaires pour me répondre. Par conséquent, j'ai décidé de réaliser une veille sur internet et de rechercher de la littérature sur la gestion des données articles et postes de travail dans SAP. Un certain nombre d'éléments a pu être trouvé, notamment des cas d'entreprises ou des idées pour catégoriser les données.

Dans l'étape *Analyze*, il était nécessaire d'avoir une prise de hauteur face à toutes les informations récoltées et de réfléchir à des solutions sur comment poser des bases sur une bonne gestion des données. La décision a été de faire une analyse de toutes les causes pouvant être à l'origine de la mauvaise gestion des données de base sur le site pour orienter les choix de conception d'un standard et de définir les données de base à piloter.

Analyse des causes et dysfonctionnements

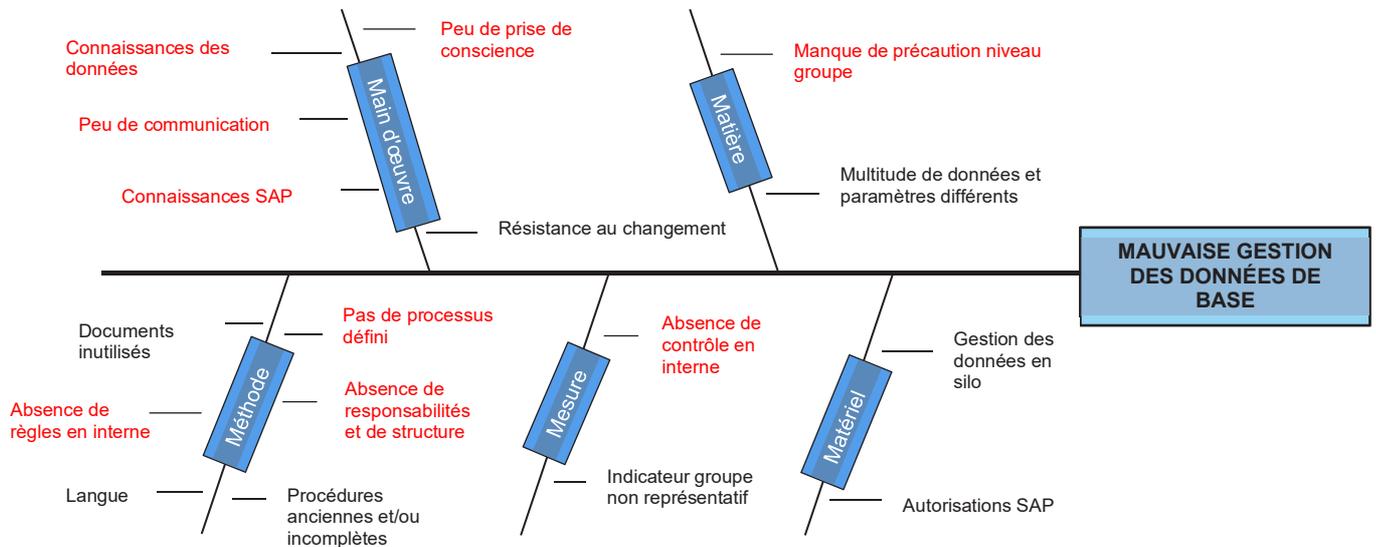


Figure 31 : Diagramme Ishikawa pour la gestion des données de base (Schlotter, 2021)

Le diagramme réalisé regroupe l'ensemble des causes pouvant impacter la gestion des données de base sur le site de Haguenau. Les principales causes, qui à mon sens impactent le plus, apparaissent en rouge. Aucune règle n'a jamais été mise en place, aucune structure n'est retrouvée, ni même une prise de responsabilités. À ceci s'ajoute une connaissance et une maîtrise relativement faible de l'ERP, ce qui ne peut pas présager une solide gestion des données de base.

Les causes de couleur rouge constituaient les principaux axes d'amélioration, sur lesquels il fallait agir pour aboutir à un standard de gestion des données de base.

Classification des données de base à piloter

Mon audit des données de base n'était pas satisfaisant, il nécessitait un retraitement. Il n'était pas envisageable de pouvoir tout gérer, des données étaient encore superflues, et il était nécessaire d'affiner.

Pour dégrossir le nombre de données, j'ai mis en place une grille permettant d'évaluer la criticité de toutes les données listées préalablement. Les recherches effectuées sur internet et dans la littérature m'ont beaucoup aidé pour ce travail.

Les critères choisis sont les suivants :

- *Nécessité* : Est-ce que la donnée est vitale pour l'activité ?
- *Durée de vie* : Est-ce que la durée de vie de la donnée est longue ?
- *Valeur* : Est-ce que la donnée a une valeur significative pour l'activité ?
- *Réutilisation* : Est-ce que la donnée est réutilisée dans les différents services pour le bon fonctionnement de l'activité ?
- *Standard groupe* : Est-ce que la donnée est dans les procédures du groupe ?
- *Efficacité* : Est-ce que la donnée peut nuire à l'efficacité opérationnelle ?
- *Interaction* : Est-ce que la donnée interagit avec d'autres données ?

La note de 1 ou de 0 est affectée à chacun des critères pour chaque donnée, puis une somme. Si le résultat est :

- *Entre 0 et 4* : la couleur de la donnée est verte, celle-ci ne sera plus traitée, on dira qu'elle est non importante.
- *4 ou 5* : la couleur de la donnée est jaune, celle-ci mérite d'être traitée, on dira qu'elle est importante.
- *6 ou 7* : la couleur de la donnée est rouge, celle-ci sera traitée, on dira qu'elle est très importante.

Il a été choisi de ne pas ajouter de pondérations aux critères car il n'est pas réellement considéré qu'un critère est plus important qu'un autre, et car la mesure était déjà suffisamment subjective. En revanche, le critère standard groupe rend la donnée automatiquement rouge, pour des questions de respect des règles définies au niveau du groupe.

Cette méthode a été appliquée sur les données postes de travail et articles. La grille d'évaluation de la criticité des données postes de travail se trouve à l'annexe 4 page 95.

Article		Poste de travail	
	12		9
	57		26
	7		3

Figure 32 : Nombre de données à base par type de données (Schlotter, 2021)

Je possédais à présent les listes des données à traiter pour les postes de travail et articles. Ces listes ont été divulguées à l'ensemble des acteurs du projet pour avoir un retour.

Recherche de solutions organisationnelles

Par la suite, j'ai décidé d'organiser une réunion pour établir un brainstorming sur les solutions organisationnelles à mettre en œuvre afin d'optimiser la gestion des données articles et postes de travail avec l'ensemble des services concernés par la gestion des articles et les acteurs du projet. J'ai ainsi exposé mes idées et recueilli toutes les idées pertinentes des différents collaborateurs pour pouvoir avancer.

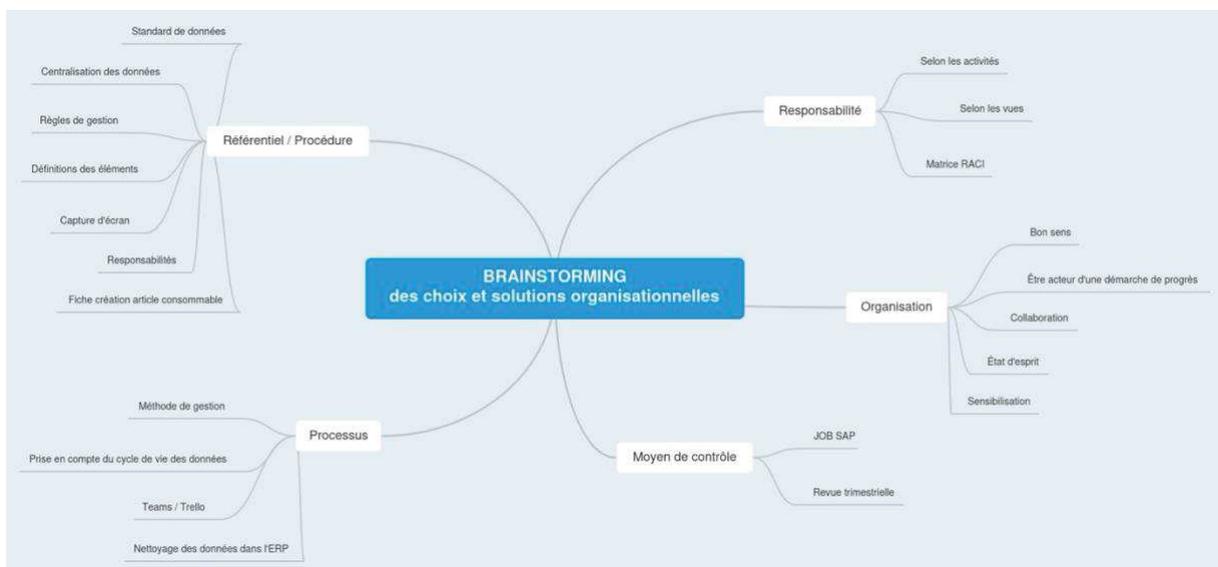


Figure 33 : Carte heuristique des solutions organisationnelles (Schlotter, 2021)

Très peu d'idées ont émergé, les équipes estimant qu'il n'était pas nécessaire de complexifier le fonctionnement actuel. Conscient que cela n'était pas envisageable, ni pour le projet, ni pour l'organisation, j'ai ainsi adapté les solutions de mise en œuvre.

Les principales décisions prises pour la constitution du système de gestion des données de base articles et postes de travail étaient :

- Création d'un référentiel unique pour les postes de travail et les articles prenant la forme d'une procédure.
- Création d'une équipe sur Microsoft Teams afin de fluidifier le flux d'information pour la gestion des données.
- Création d'une fiche création article.
- Création d'une requête SAP pour le contrôle et la détection des erreurs de paramétrage.
- Redéfinition des responsabilités et des rôles.
- Sensibilisation à la gestion des données de base.
- Tri et nettoyage des données dans l'ERP.

Il ne s'agissait pas de révolutionner les méthodes. Il s'agissait de mettre en place des moyens simples à la portée de l'entreprise pour cadrer les pratiques et faciliter le travail au quotidien. Les actions réalisées seront détaillées par après.

L'étape *Design* s'est consacrée à la constitution du système de gestion des données de base pour les articles et postes de travail, à la sensibilisation sur l'importance de la gestion des données de base en entreprise, et sur le tri des données dans l'ERP.

Sensibilisation des acteurs

La sensibilisation s'est déroulée tout au long du projet, à travers mes questions et les réunions organisées. En revanche, jusque-là, une sensibilisation officielle n'avait pas eu lieu car j'apprenais en même temps que les collaborateurs de l'entreprise. Par ailleurs, je ne maîtrisais pas suffisamment l'ERP et ne me sentais pas capable de diriger une sensibilisation.

Après avoir appris à maîtriser mon sujet, des sessions de sensibilisation ont été programmées et réalisées pour faire comprendre que la gestion des données de base étaient primordiales dans une entreprise et qu'elle relevait de l'affaire de tous.

Pour que cette sensibilisation soit fructueuse, j'ai mis en avant des exemples représentatifs de la vie quotidienne en référence aux données de base afin de mettre en avant l'importance de la gestion des données. De plus, j'ai souligné l'importance des responsabilités de chacun de mes interlocuteurs en montrant par exemple l'état actuel des données dans le logiciel ou en leur expliquant que leur travail quotidien ne serait que plus simple si les données qu'ils utilisent étaient de qualité. J'ai également fait la démonstration du processus actuel, en montrant que cela ne pourrait fonctionner de manière optimale uniquement si des responsabilités et rôles étaient affectés.

La sensibilisation a permis une plus grande implication des collaborateurs durant le reste du projet.

Création d'un cahier des charges et nettoyage des données dans l'ERP

Ce travail consistait à remettre à niveau les données articles et postes de travail. J'avais pour ambition de mettre à jour toutes les données erronées ou manquantes, dans l'objectif de pouvoir partir sur de nouvelles bases à l'issue du projet.

Les modifications se sont déroulées selon 2 phases : la première selon mon analyse à l'aide du référentiel construit et la seconde selon les tableaux de bords réalisés par le groupe.

Plus de 140 postes de travail et 14 000 articles existent pour le site de Haguenau dans l'ERP. Face à l'ampleur de ces données, j'ai une nouvelle fois cibler les modifications. Une extraction de toutes les données de base des postes de travail et des articles a été réalisée. Avec Power BI, j'en ai établi une analyse me permettant de me concentrer sur tous les éléments de paramétrage incohérents, douteux et ceux ayant le plus d'incidence. Enfin, j'ai établi un cahier des charges, c'est-à-dire un plan d'action des modifications à réaliser. Le plan d'action pour les postes de travail se trouve à l'annexe 5 page 96.

Pour les postes de travail, je me suis chargé du tri et de toutes les modifications. Cependant, pour les articles, le tri a été réalisé en collaboration avec le service achats et les différents ateliers car il était nécessaire de bien connaître les articles.

Les erreurs qu'affichaient les tableaux de bords du groupe ont été corrigées un maximum. Il subsiste cependant des incohérences, comme par exemple une unité de temps devant être en minute alors que nous voulions des heures. Ceci prouve d'ailleurs que les règles de paramétrage fixées par le groupe ne sont pas uniformes.

338 modifications ont été réalisées pour les postes de travail, elles ont toutes été effectuées manuellement et ont porté sur 15 données différentes.

5 552 modifications ont été réalisées sur les articles. Elles ont été effectuées à l'aide d'une transaction de modification en masse, et ont porté sur 8 données différentes. L'objectif pour les articles était surtout de connaître les articles obsolètes pour pouvoir les supprimer ou au moins pouvoir les distinguer.

Les modifications prévues pour les articles n'ont pas toutes été effectuées car le tri des données nécessite un temps très important, une connaissance absolue des impacts, et une très forte maîtrise de l'ERP. Les modifications sont dangereuses et comportent des risques énormes, la complexité est extrême.

Constitution d'un système de gestion des données de base

Le livrable final de ce projet était un standard permettant d'assurer la gestion des données de base des articles et postes de travail. Ce standard, comme il est appelé, constitue l'ensemble des documents, règles, pratiques et processus mis en place pour assurer une gestion des données de la manière la plus efficace possible.

Les référentiels

Le référentiel pour les articles et le référentiel pour les postes de travail sont construits de la même manière. Ils constituent un rappel des principes de gestion des données de base et de leurs impacts, des responsabilités et rôles, des données de paramétrage par vue, des définitions de chacune des données, ainsi que du processus de gestion. Des extraits de ces 2 référentiels peuvent être retrouvés aux annexes 6 et 7, pages 97 et 98. Ces référentiels doivent constituer la version unique de la vérité et ne doivent en aucun cas rester fixes. Ils peuvent évoluer avec le temps.

Fiche création article

Un article de type consommable est soumis à un régime particulier lors de sa création. Les besoins proviennent des ateliers et la création de l'article s'effectue par le service achats. Ce dernier a besoin d'informations sur l'article à créer pour l'approvisionnement (gestionnaire, groupe d'acheteurs, prix, nom du fournisseur, conditionnement, quantité de réapprovisionnement). Les informations étaient toujours transmises par mail et souvent certaines informations étaient oubliées ce qui engendrait du travail incomplet.

Encore une fois, il y avait besoin d'un cadrage, par conséquent j'ai décidé de créer une fiche à remplir lors de la demande de création au service achats pour éviter les échanges de mail et les oublis. Ainsi, chaque atelier possède sa fiche à moitié pré-remplie, il n'y a plus qu'à y ajouter quelques informations et à la transmettre au service achats. Cette fiche est une feuille Excel automatisée avec des macros permettant la mise en PDF et l'envoi par Teams. La fiche création se trouve à l'annexe 8 page 99.

Processus Microsoft Teams

Afin de favoriser les interactions entre les différents services pour la gestion des données de base, une équipe Microsoft Teams a été créée sous la forme d'un tableau pour le suivi de la création des articles. Il a été mis en place des règles et méthodes de fonctionnement. Ainsi, lors de la création d'un article, chaque service se voit affecter des tâches qui lui sont propres. Une fois la ou les tâche(s) terminée(s) par le premier service, il affecte la ou les tâche(s) suivante(s) au service suivant qui se chargera de la ou les réaliser et ainsi de suite.

En réalité la majorité des tâches est réalisée par un seul service, mais cela oblige tout de même à respecter l'ordre du processus en fonction de l'article qu'on souhaite créer. Par ailleurs, ce groupe Teams peut également être utilisé pour la gestion des modifications des données, si une mise à jour doit être faite dans une fiche article ou une erreur est détectée par l'un des collaborateurs de l'entreprise.

Requête SAP

Il faut garder à l'esprit que l'erreur est humaine et que des erreurs seront malheureusement toujours réalisées. Pour tenter de garder une stabilité dans la gestion des données articles, j'ai proposé la mise en place d'une extraction permettant de ressortir les dernières modifications et créations pour établir une revue périodique des paramétrages réalisés. Elle se lance via SAP et permet de se munir rapidement des données. Un filtrage peut également être réalisé en fonction d'une dizaine de critères.

J'ai d'abord voulu créer un tableau de bord sur Power BI permettant de recenser toutes les erreurs dans le système mais l'ambition était trop grande, notamment car très peu de collaborateurs maîtrisent Power BI, puis il m'a aussi été demandé de laisser une marge de manœuvre sur l'extraction, dans le cas où elle pourrait évoluer.

En finalité, le travail a été plus important sur les articles car la gestion des articles s'avère plus complexe que la gestion des postes de travail. Il est retrouvé beaucoup plus de données pour les articles que pour les postes de travail et la gestion des articles concernent plusieurs secteurs alors que les postes de travail qu'un seul.

3.1.4 Résultats et capitalisation

Un bilan du projet peut être proposé dans l'étape *Verify* de la méthode de gestion de projet. Dans le cadre ce projet, il convient plutôt de parler de résultats qualitatifs que de résultats quantitatifs. Pour rappel, les objectifs de ce projet étaient la compréhension des données et la mise en place d'un processus stable permettant de gérer efficacement les données de base articles et postes de travail.

Expérimentation et valorisation du système de gestion

Les documents et processus ont été soumis à validation et mis en application de manière effective au courant du mois de juillet 2021 de manière progressive.

Tous les services concernés par la création et la modification des articles ont été formés et informés des méthodes et du processus mis en place. Chaque collaborateur a à sa disposition le référentiel de données, a été ajouté dans l'équipe Microsoft Teams et connaît son rôle. Des modes opératoires ont également été réalisés et transmis pour l'utilisation de Teams car l'application est encore récente au sein de l'entreprise. Concernant les postes de travail, le référentiel est mis à disposition de tous via le serveur partagé de l'entreprise dans le cas où un collaborateur en aurait besoin.

Plus globalement, tous les responsables des services production sont informés du système proposé.

Des précautions ont été prises afin que les nouvelles méthodes soient simples, plus rapides et à la portée de tous les collaborateurs de l'entreprise. Aucun retour négatif n'a été constaté.

Pour connaître les effets du système de gestion proposé, il faut attendre que des articles et postes de travail soient créés. De ce fait, on ne peut pas répondre à cette question et il s'agit d'un élément difficilement mesurable.

Les livrables de ce projet ne constituent en rien un élément magique qui résoudra toutes les problématiques de gestion des données des articles et postes de travail, il faut en être conscient. D'une part, car tous les aspects n'ont pas pu être traités, et d'autre part car l'environnement fonctionnel proposé par SAP est immaitrisable en totalité. C'est pourquoi mon objectif était avant tout de mettre les moyens nécessaires sur le site pour améliorer la gestion de ses données articles et postes de travail, et dans une moindre mesure d'instaurer des bases suffisamment solides pour pouvoir progresser avec l'ERP. Je suis convaincu que ces moyens et bases ont été mis en place, et que ce projet n'a pu être que bénéfique pour l'entreprise.

Ce projet a débuté sans compétences et connaissances préalables sur le sujet au sein de l'entreprise. À l'issue de ce projet, j'ai réellement senti que les collaborateurs avaient gagné en connaissances, à travers leurs réflexions et leurs attitudes face à l'utilisation de l'ERP. Ils sont plus attentifs dans leur travail au quotidien et se posent davantage de questions sur l'impact que peuvent avoir leurs actions. Ceci était également l'un des objectifs, peut-être un peu plus personnel cette fois.

3.1.5 Interprétation et discussion

Les éléments démontrés dans la partie académique ont permis de mettre en avant l'importance du système ERP dans le système d'information d'une entreprise. Il s'agit de celui qui dirige l'ensemble des informations des activités. Pour cette mise en relation avec le projet réalisé sur la gestion des données de base dans l'ERP, il n'est peut-être pas absurde de se demander comment l'usine de Haguenau fonctionne au quotidien avec un ERP finalement très peu exploité, mais à la fois si riche en termes de possibilité. Afin de comprendre, il est nécessaire d'avoir une prise de hauteur sur l'organisation générale des systèmes dans l'entreprise Trumpf de Haguenau car elle dispose en réalité de multiples systèmes applicatifs.

L'application X-NetMES, développée par l'entreprise IGH Infotec AG, est le système MES du site. Il offre une multitude de fonctionnalités comme peut le proposer un MES et est directement connecté avec l'ERP SAP. En revanche, celui-ci n'est pas mis à profit car il n'est consacré qu'au suivi des temps de production pour le suivi de la productivité, et dans le but de pouvoir réviser les temps des gammes annuellement.

SolidWorks et Cideon, respectivement logiciel de DAO/CAO et logiciel PLM, sont les systèmes utilisés par le service des méthodes et industrialisation. SolidWorks est la solution permettant les modifications et changements techniques des produits, et est relié au PLM Cideon pour stocker les données relatives aux produits et à son cycle de vie. Le PLM, lui, est ainsi connecté à l'ERP et lui transmet toutes les données (données techniques). Nous pouvons constater une connexion des différents systèmes, et toutes les informations des produits fabriqués peuvent être retrouvées dans l'ERP.

Pour la gestion des modifications en interne et la communication avec le bureau d'étude du groupe, la plateforme collaborative Jira (conçue pour la gestion des tâches et la gestion de projets), Excel et les mails sont les moyens utilisés. Le logiciel DAO/CAO est utilisé depuis 2004 dans les ateliers de production du site contre un PLM qui n'a vu le jour que quelques années plus tard.

Pour la gestion des achats et la relation fournisseurs, la solution en SaaS Jaggaer a été adoptée il y a quelques années. Elle est utilisée pour le traitement des non-conformités fournisseurs par le service qualité et la gestion des commandes par le service achats. Il s'agit cependant d'un système encore trop peu exploité selon certains collaborateurs Trumpf.

Le logiciel Comara est utilisé pour l'acquisition des données machines ou la gestion des pannes. Il y a aussi le système de gestion des outils des centres d'usinage, appelé le TDM. Ces dernières solutions logicielles sont connectées à l'ERP.

À la vue de ce système d'information, il était pertinent d'analyser les processus de l'entreprise. L'objectif était de pouvoir évaluer le niveau d'interactivité avec les différents systèmes et notamment l'ERP, ce qui permettrait de comprendre le réel niveau d'utilisation de ces systèmes présentés car le fait d'adopter une solution numérique ne signifie pas nécessairement en faire bon usage.

Sur 24 processus cartographiés, à jour, et pouvant naturellement nécessiter une étape dans un système tel qu'il soit, 10 processus passent par l'ERP, 9 par Excel et 7 ne passent par aucun système. Parmi ceux avec une étape dans SAP, il est vu principalement des étapes manuelles et souvent ces étapes dans SAP engendrent un retraitement dans Excel. Il est également constaté que les systèmes présentés précédemment (Comara, Jaggaer) ne sont pas utilisés dans plus de 2 processus à la fois, ce qui signifie que certains systèmes ont soit un environnement fonctionnel très faible ou soit que l'exploitation de ces systèmes n'est pas suffisante. Cette légère analyse reste à relativiser mais permet d'avoir tout de même une idée sur l'appropriation des outils numériques et leurs rôles dans les processus.

L'interprétation est de dire que Trumpf Haguenau est absorbé par un groupe, et que cela l'empêche nécessairement de progresser comme elle le devrait. Le travail d'une entreprise n'est pas de rattraper le retard mais de prendre de l'avance sur les autres en réalisant des levées de fonds, en travaillant sur les compétences internes, en maîtrisant les processus, en entrant dans des démarches d'amélioration continue et de Lean ou encore en confrontant le juste-à-temps. L'usine de Haguenau n'a jamais été confrontée à ces problématiques puisqu'elle fabrique de simples bâtis pour ses filiales et que les commandes arrivent sans réaliser la moindre démarche. Elle n'a donc aucune contrainte et n'a jamais été confrontée à la réalité du marché, si ce n'est répondre aux besoins des filiales, mais encore une fois ce sont des filiales donc elle n'est pas confrontée à la même pression que si les produits fabriqués étaient destinés à un client externe. De plus, à mon sens, déployer un ERP comme SAP dans une entreprise qui réalise un chiffre d'affaires de moins d'1% du chiffre d'affaires du groupe n'est pas adapté. Lors de la migration en 2005, il aurait été peut-être plus cohérent de déployer un ERP à l'image du site de Haguenau pour qu'elle puisse se mettre sous contrainte, se responsabiliser et être autonome dans le but de se positionner comme un centre de profit. Aujourd'hui, l'entreprise subit complètement les flux et processus de SAP, de l'énergie est dégagée pour des résultats parfois infructueux et la productivité est freinée. La main d'œuvre indirecte subit totalement le système d'information au détriment de la main d'œuvre directe qui doit produire des pièces. L'entreprise devrait normalement ne s'intéresser qu'à la transformation de ces pièces et à la valeur ajoutée.

3.2 Optimisation du processus logistique externe

3.2.1 Contexte et objectifs

Dans cette vision et ambition numérique du site de Haguenau, ce projet se concentre toujours et encore sur la meilleure utilisation de l'ERP pour garantir la mise en réseau des données. Or, aux abords des différents services de l'usine, les collaborateurs possèdent leurs propres fichiers d'information sur Excel, ceux-ci n'étant pas reliés au

système ERP. Les données des fichiers Excel ne sont pas dynamiques et attendent d'être modifiés manuellement, à l'aide de données qu'on retrouve dans l'ERP.

Parmi les processus qui ne se basent que sur des fichiers Excel, le processus de planification des expéditions. Depuis 2005, le planificateur réalise très peu d'actions dans l'ERP, simplement le nécessaire afin de pouvoir réaliser ses missions. Les fonctionnalités de l'ERP ne sont pas exploitées et le processus ne correspondait plus aux attentes. Des erreurs, des oublis, des non-conformités à la suite de mauvais chargements ou des retards de livraisons ont été constatés. Le site avait besoin de définir un nouveau processus de planification et de réalisation des expéditions.

Ci-après le concept du nouveau processus imaginé par le site de Haguenau :

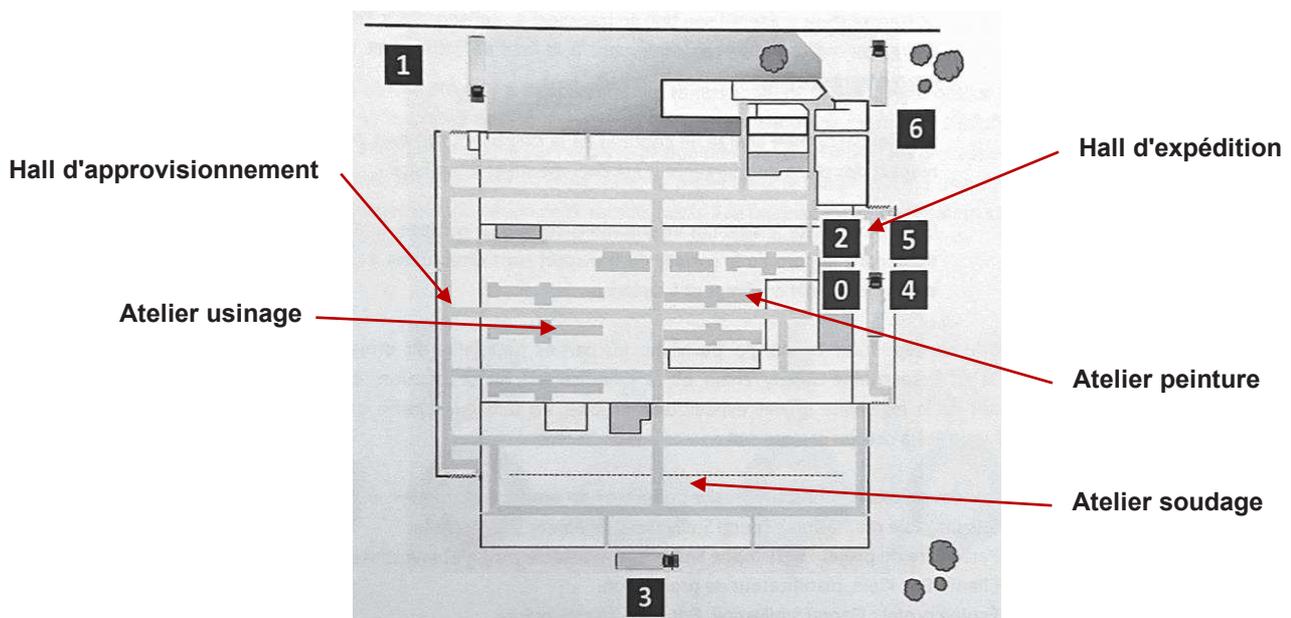


Figure 34 : Étapes envisagées pour le nouveau processus des expéditions (Document TFRH)

0) Les différentes marchandises sont emballées et préparées dans l'ordre d'expédition.

1) Le transporteur arrive dans le créneau horaire lui ayant été attribué, se gare sur la place d'attente et s'annonce ou s'identifie à la réception. Il reçoit les consignes de sécurité et attend les instructions dans son camion.

2) Lorsque la marchandise est emballée et prête à être expédiée, l'information est envoyée au transporteur.

3) Il peut entrer sur le site et se présenter à l'expédition.

4) Le transporteur se gare sur la zone d'expédition. Le transporteur présente sa carte de transport au collaborateur Trumpf qui lui charge sa marchandise conformément au planning d'expédition et aux plans de chargement définis.

5) Une fois le camion chargé, le contenu de la cargaison et le respect des plans de chargement sont documentés et enregistrés.

6) Le camion quitte le site. Les informations comme le chargement du camion, la date et l'heure de départ, le nom de la société de transport sont disponibles et consultables par le client en direct et à distance.

Une première apprentie avait à sa charge le projet. Elle a travaillé sur la constitution de plans de chargement, sur les aspects organisationnels de planification et de réalisation des expéditions, sur la partie technique de création et modification des transports et livraisons dans SAP, sur le flux d'information avec les transporteurs et sur les documents de planification des expéditions. Elle a réalisé un travail de fond sur la redéfinition et l'amélioration du processus des expéditions. Malheureusement le projet n'a pas abouti par manque de temps et de résistance au changement.

N'ayant pas abouti, ce projet m'a ainsi été confié en parallèle du projet Master Data Management. Il s'agissait de continuer le projet réalisé par l'apprentie précédente, d'y apporter des modifications si nécessaire et surtout de le mettre en œuvre. Ainsi, les objectifs étaient les suivants :

- Redéfinition des documents du processus : tableau des commandes, demande d'enlèvement, planning d'expédition et carte de transport.
- Mise en œuvre du processus : révision de la réalisation des expéditions, formations, installations du matériel

La demande d'enlèvement constitue la demande envoyée aux transporteurs avec la date, l'heure et la destination du transport. Il s'agit du nombre de camions dont le site a besoin pour les expéditions.

La carte de transport est un document inventé, il s'agit d'un document prenant la forme d'une carte avec un code barre permettant d'enregistrer le transporteur lorsqu'il vient récupérer les produits sur le site.

3.2.2 La gestion et le management de projet

Le choix a été de structurer et de cadrer le projet au moyen d'une démarche de gestion de projet agile. La méthode choisie est celle du Kanban. Elle permet de s'adapter en permanence au besoin du client du projet, de prioriser et de suivre l'avancement des tâches. Elle a été favorisée par rapport à d'autres méthodes par sa simplicité d'exécution et par le peu d'actions à réaliser pour finaliser le projet débuté par la précédente apprentie. Démarrer un DMAIC ne me semblait pas cohérent ni adapté.

Un tableau a alors d'abord été mis en place, dit tableau Kanban, selon 3 colonnes : à faire, en cours et terminé. Ce tableau a duré un temps, mais à mon sens, ne s'avérait pas suffisamment efficace. Ainsi, j'ai réalisé mon propre suivi de projet dans Excel, et j'ai décidé de l'organiser avec des sprints, ressemblant à une méthode Scrum. Chaque sprint correspondait à un lot de tâches, jusqu'à l'accomplissement final. Tous les sprints n'ont pas la même durée, s'expliquant par le niveau de complexité plus ou moins important des tâches.

L'équipe projet a été composée comme suit :

<i>Superviseur</i>	Georgi Smilyanov (ingénieur production) Christian Brucker (directeur de production)
<i>Chef de projet</i>	Florian Schlotter (apprenti gestion de production)
<i>Client du projet</i>	Eric Klein (planificateur expédition)

Le risque de ce projet était la résistance au changement, la faible implication du planificateur. En revanche, les points forts étaient l'amélioration de la qualité du flux d'information, une meilleure fluidité du processus, la fiabilité des données et informations, sans oublier l'ouverture vers davantage de digitalisation.

Des points réguliers ont été réalisés tout au long du projet avec le planificateur et mon tuteur pour garantir la bonne réalisation du projet. Les outils utilisés durant le projet sont le diagramme de Gantt, diagramme Swimlane, Power BI, Excel et Word. Je n'avais en réalité pas besoin d'autres outils pour finaliser ce projet.

Ci-dessous, les diagrammes de Gantt du projet. J'ai pris soin d'établir celui de l'apprentie précédente pour une vue d'ensemble. (disponibles en annexe 9 page 100 pour une meilleure visibilité).

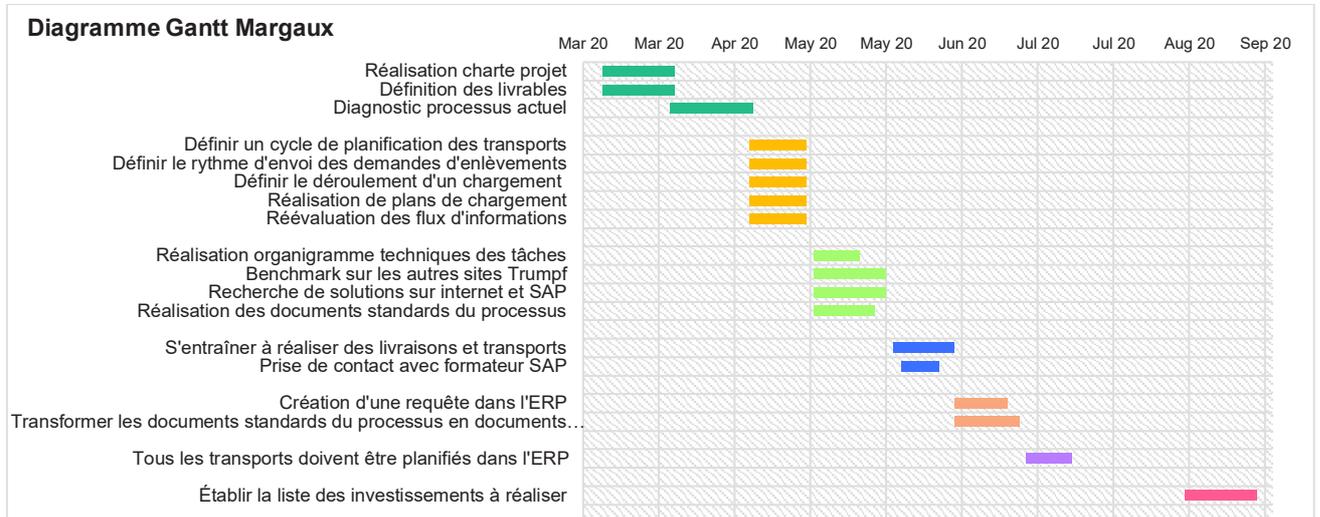


Figure 35 : Diagramme de Gantt projet d'optimisation du processus logistique, Margaux Jotz (Schlotter, 2021)

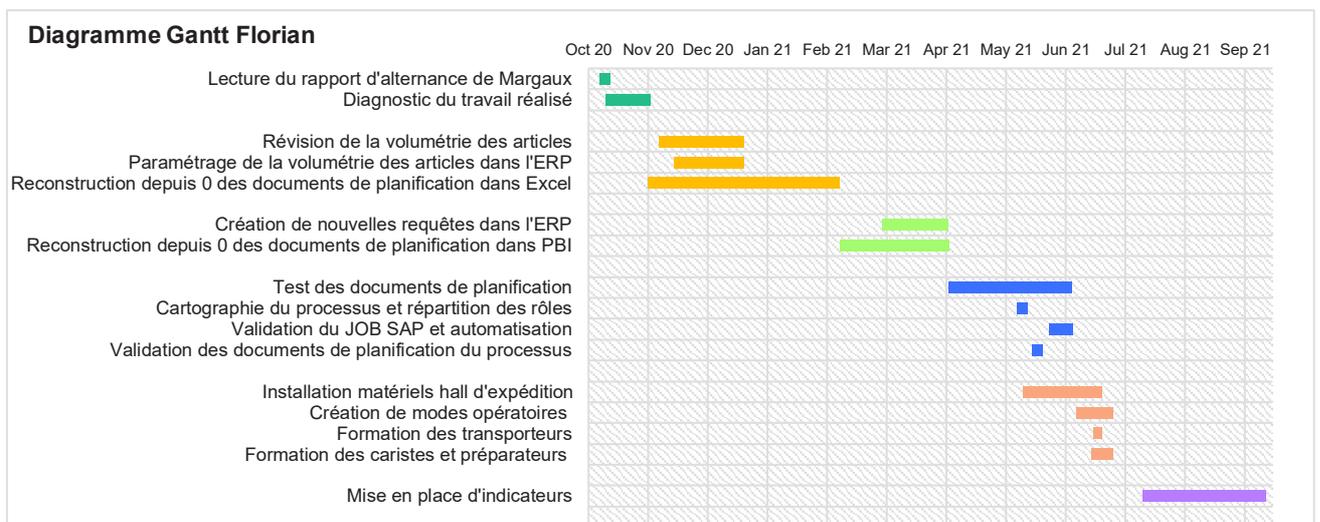


Figure 36 : Diagramme de Gantt projet d'optimisation du processus logistique, Florian Schlotter (Schlotter, 2021)

3.2.3 Mise en œuvre

Le projet s'est organisé en 6 sprints, dans lesquelles un lot de tâches était réalisé à chaque fois. Ainsi, chaque sprint sera présenté de manière à suivre l'avancement du projet. Le travail de l'apprentie précédente ne sera pas présenté car il n'empêche pas la compréhension du travail réalisé cette année. Le projet a démarré au mois d'octobre 2020, identiquement au projet Master Data Management.

Sprint 1 : Reprise du projet

Pour démarrer, j'ai réalisé une lecture entière du mémoire de la précédente apprentie. Je souhaitais prendre connaissance du travail réalisé, des méthodes employées et des difficultés rencontrées. Ceci constituait mon « brief », elle avait détaillé tout ce qu'elle avait fait. J'ai ensuite pris connaissance de tous les documents et fichiers qu'elle avait laissés à la disposition de l'entreprise.

Un énorme travail de fond a été établi mais les livrables finaux n'ont pas été réalisés. Pour comprendre, voici un état de la situation à son départ.

Les documents dynamiques pour la planification des transports et livraisons n'ont pas été réalisés, ainsi le planificateur utilisait toujours ses fichiers Excel à remplir manuellement.

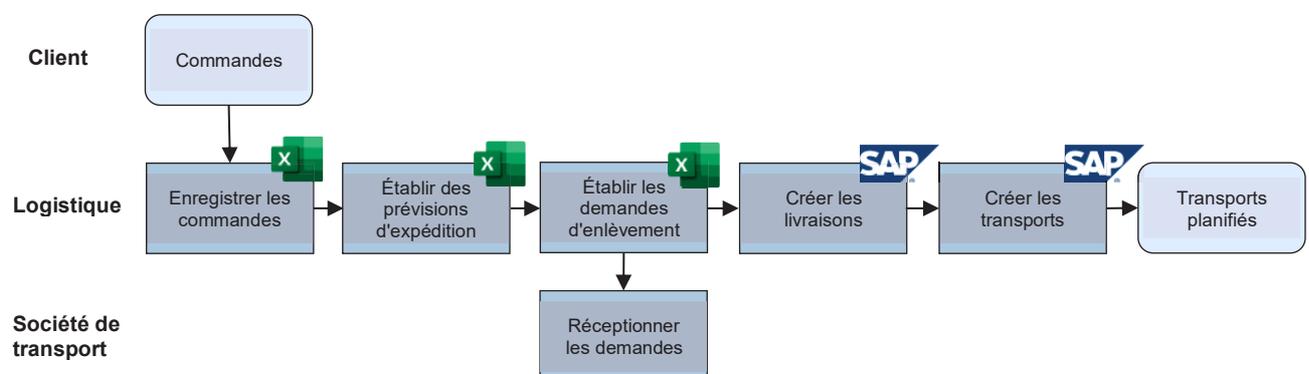


Figure 37 : Processus simplifié de planification des expéditions (Schlotter, 2021)

Les commandes, malgré qu'elles se retrouvent dans SAP, sont enregistrées manuellement dans un document Excel, appelé « programme de fabrication ». Ce document Excel permet de créer des prévisions d'expédition (« prévisions » car le document peut changer jusqu'à 5 fois en cas d'aléas) dans un autre document Excel, manuellement. Fort heureusement, le planificateur connaît les pièces donc il sait rapidement combien d'expéditions devront avoir lieu. En fonction des prévisions, le planificateur crée des demandes d'enlèvement manuellement (chaque modification des prévisions engendre une modification des demandes, mais dans ce cas on privilégiera un appel téléphonique au transporteur pour dire +1 ou -1 camion) prenant la forme d'un document Excel transformé en PDF pour un envoi au transporteur par mail. Une fois certain que les pièces à envoyer seront bien envoyées, le planificateur crée les livraisons (plusieurs pièces pour 1 camion) et transports (1 transport = 1 camion). Le planificateur traite aussi les factures, et dans le cas d'un transport hors UE, une déclaration douanière est réalisée sur internet.

PREVISIONS D'EXPEDITION

TRUMPF		15.09.20			SEMAINE 38		Index: 0		DATE D'ENVOI				
DEST.	Article	DESIGNATION		Qté	DIVERS	lun 14/9	mar 15/9	mer 16/9	jeu 17/9	ven 18/9			
TWH	2E+06	TruPunch S12 (Y1300) CN	Bâti	1	D0550		X						
TWH	2E+06	K08 - S12 Supports	Lot de supports	2		1				1			
TWH	2E+06	TruMatic K08 prém.	Bâti	1	D0075					X			
TWH	2E+06	TruLaser Tube 5000 (T06-T07- Bâti		1	D0239		X						
TWH	2E+06	TruLaser Tube 5000 (T06-T07- Bâti		1	D0232			X					
TWH	2E+06	TruLaser Tube 5000 (T06-T07- Bâti		1	D0131					X			
TWH	2E+06	TruLaser Tube 5000 (T06-T07- Dispositif de transport		3			1	1	1				
TWH	2E+06	TruLaser Tube 5000 (T06-T07- Châssis (6,5m)		1	D0242	X							
TWH	2E+06	TruLaser Tube 5000 (T06-T07- Châssis (8m)		1	D0239			X					
TWH	2E+06	TruLaser Tube 5000 (T06-T07- Châssis (8m)		1	D0232					X			
TLD	2E+06	TruLaser Cell 8045 (L60)	Bâti	1		X							
TLD	2E+06	TruLaser Cell 8045 (L60)	Bâti	1			X						
TLD	2E+06	TruLaser Cell 8045 (L60)	Bâti	1								X	
TLD	2E+06	TruLaser Cell 5030 (L80)	Bâti	1		X							
TLD	3E+06	TruLaser Cell 7020 (L58 - L59) Bâti		1	P1								X
TCHW	2E+06	L49 Prémonté	Long. gau + droit + traverse	1						X			
TCHW	2E+06	L88-X3 Prém.	Long. gau + droit + traverse	1	Trav. 2394673			X					
TCHW	2E+06	L81-X3 Prém.	Long. gau + droit + traverse	1		X							
TCHW	2E+06	L81-X3 Prém.	Long. gau + droit + traverse	1			X						
TCHW	2E+06	L81-X3 Prém.	Long. gau + droit + traverse	1				X					
TCHW	2E+06	TruLaser 5040 (L50) Prém.	Long. gau + droit + traverse	1			X						

Figure 38 : Prévisions d'expédition réalisées sur Excel (Document TFRH)



SPEDITIONSPLANUNG

18/09/2021
TFRH328k
INDEX:0

Von :	Kontakt : Eric KLEIN Tel. : +33 (0)3905 - 52282	Abteilung : Planung Fax : +33 (0)3905 - 52289
Für :	Spedition : BUCK Intern. Transporte Kontakt : Alfred Buck	Tel. : +49 (0) 7124 929 211

Hallo,

Hiermit informiere ich Sie über die Speditionen für die nächsten Wochen :

Speditionsplan für die KW40/2020

Von TFRH nach :		Montag 28.09.2020	Dienstag 29.09.2020	Mittwoch 30.09.2020	Donnerstag 01.10.2020	Freitag 02.10.2020	Samstag 03.10.2020
DITZINGEN	SUS Lager Fellbach			ML			
	TRUMPF Str.	1		ML			
HETTINGEN		2	2	1	1	2	
MENGE LKW		3	2	2	1	2	0

ML : Mischladung S.B. = Sonderbreite Ldm = Lademeter

Gr. LKW

Frachtzähler

Speditionsplan für die KW41/2020

Von TFRH nach :		05.10.2020	06.10.2020	07.10.2020	08.10.2020	09.10.2020	10.10.2020
DITZINGEN	SUS Lager Fellbach						
	TRUMPF Str.	1	1	1		1	
HETTINGEN		1	2	1	1		
MENGE LKW		2	3	2	1	1	0

Gr. LKW

Frachtzähler

Figure 39 : Demande d'enlèvement réalisé sur Excel (Document TFRH)

L'enjeu était de remplacer tous les documents Excel manuels par des documents dynamiques grâce à des données directement tirées de l'ERP, afin de supprimer toutes les modifications manuelles quotidiennes du planificateur. Ces documents dynamiques doivent permettre de planifier les expéditions (créer les livraisons et transports), préparer les demandes d'enlèvement (selon le nombre de transports voulu) et d'éditer un planning des expéditions (liste des articles à expédier pour transmission aux caristes et préparateurs).

N'ayant pas les livrables précédents, la mise en œuvre du nouveau processus n'a ainsi pas pu être effectuée.

La mise en œuvre consiste à réviser le fonctionnement de la réalisation des expéditions. Jusqu'ici le transporteur ne respectait pas les horaires fixés par le site pour venir charger les pièces à expédier et les caristes comptaient sur leur expérience du métier pour charger les camions.

Pour remédier à cela, un protocole allait être mis en place. Lorsque le transporteur arrive sur le site, il devra présenter une carte de transport avec un code de barre pour l'identifier, vérifier si l'horaire est respecté et pour l'enregistrer dans l'ERP.

Le chargement s'effectuera selon des plans de chargement et une photographie de la remorque sera aussi prise pour des questions de sécurité. Lorsque le transporteur quitte le site, les caristes devront enregistrer son départ.

Cette mise en place nécessite l'installation de tout le matériel nécessaire (caméra, ordinateurs et imprimante) dans le hall d'expédition, la formation des caristes et transporteurs et la création de cartes de transports à fournir aux chauffeurs.

Sprint 2 : Révision et traitement des documents de planification établis

Toutes les données étaient disponibles dans l'ERP pour favoriser la création de documents dynamiques sauf un élément, le moyen de mesure du chargement d'un camion. Pour aider à la planification des expéditions, l'idée était de pouvoir mesurer, en fonction des commandes clients, le besoin en camions pour une semaine ou un jour donné. Le moyen de mesure choisi est le volume de chargement. Ce sprint consistait alors à réviser les calculs des volumes, à paramétrer les volumes dans SAP et à reconstruire des documents de planification sous un format dynamique grâce aux données de l'ERP. L'apprentie précédente n'avait pas réussi à fournir de version exploitable.

Nous voulions mesurer le chargement d'un camion à l'aide de volume, en revanche une première problématique correspondait au fait que le volume des articles de ventes n'avait jamais été renseigné dans l'ERP. Impossible de retrouver la morphologie d'une quelconque pièce, et pourtant le volume fait partie des données de base devant être renseignées dans une fiche article. Margaux Jotz, apprentie précédente, a de cette façon récupéré les dimensions de toutes les pièces à l'aide des plans dans le logiciel CAO pour calculer le volume de chacun des articles. Seconde problématique, la formule classique du volume telle qu'elle est connue ne correspondait pas, car les pièces fabriquées sont lourdes, doivent être sanglées, ont des formes particulières et ne doivent pas se toucher durant le transport.

Pour y remédier, un travail a été réalisé avant ma venue et il a été convenu que la formule serait la suivante :

$$(\text{longueur pièce} + \text{marge}) \times (\text{largeur pièce} + \text{marge}) \times (\text{hauteur remorque du camion} / \text{nombre de pièces gerbables}) \times 10^{-9}$$

avec une marge longueur de 400 mm, marge largeur de 150 mm et une hauteur de remorque de 2 600 mm

Mon travail consistait à reprendre ce travail, vérifier si tous les volumes avaient été calculés dans le but de pouvoir procéder à un paramétrage dans l'ERP. Entre le moment où les volumes ont été calculés, il s'est passé un temps et ceux-ci n'étaient plus à jour.

Après recalcule des volumes et paramétrage dans l'ERP, je me suis basé sur le travail de Margaux Jotz pour constituer des documents de planification dans Excel. Elle avait créé un modèle de données dans SAP permettant d'extraire toutes les informations nécessaires à la création des documents de planification. J'ai décidé de partir sur la même base, me disant que je n'avais plus qu'à exploiter son travail. Après de multiples essais et plusieurs mois de travail, j'ai réussi à fournir une version exploitable de transformation des données sur la base de ce qu'il avait déjà été effectué. Le fichier a été réalisé à l'aide de Power Query et Power Pivot (modules dans Excel) et a donné lieu à des tableaux croisés dynamiques s'actualisant en fonction de l'extraction depuis SAP. Un tableau croisé pour les demandes d'enlèvement et un second pour le planning. En parallèle de cela, j'avais déjà préparé dans Word des cartes de transports à l'aide d'un publipostage et d'une transformation des données de la même extraction.

Une présentation de ce travail a été réalisé auprès du planificateur et de mon tuteur. Ils étaient très peu convaincus, considérant que le rendu n'était pas satisfaisant. Je devais changer de méthode.

Sprint 3 : Révision des documents de planification du processus

Le travail présenté ne convenait pas, ce sprint s'est alors consacré à la refonte totale de ce que je venais de présenter.

J'ai décidé d'abandonner l'outil Excel pour l'outil Power BI, car il était plus approprié, et le rendu serait meilleur, ce que me conseilla également mon tuteur. Je ne connaissais pas Power BI et ne savais pas l'utiliser, le langage est différent. Pour l'utilisation de Power BI, j'ai aussi pris la décision de créer de nouveaux modèles de données dans l'ERP car je me suis rendu compte que le travail de la précédente apprentie n'était plus approprié.

Une fois de plus, pour la création de ces nouveaux modèles, j'ai été confronté à de nombreux problèmes de données de base : données manquantes, erronées ou inexistantes. J'ai dû détourner tous ces problèmes, trouver des solutions.

Avec l'aide de nombreux tutoriels et un peu de persévérance, j'ai peu à peu réussi à proposer une version qui avait du sens. Il s'en est suivi des semaines de va-et-vient pour répondre aux demandes diverses du planificateur.

Lorsque j'ai considéré que le document était exploitable, j'ai pris la décision de passer à l'étape supérieure. Il était nécessaire d'entrer dans cette phase de tests et de simulation de cet outil de planification.

Sprint 4 : Simulation, utilisation des documents de planification et préparer la mise en œuvre

Ce sprint était l'occasion de procéder aux tests et à la simulation. Je souhaitais que le planificateur commence à utiliser l'outil proposé, de manière progressive, pour valider et corriger les éventuels défauts.

Si le Power BI proposé était sensiblement identique à ses différents fichiers Excel et que les méthodes ne changeaient pas, il fallait trouver un rythme de travail et ainsi pouvoir adapter l'outil en conséquence.

Dans un premier temps, le planificateur n'utilisait pas l'outil. J'ai alors adapté ma stratégie, j'ai organisé 2 réunions de 45 minutes par semaine dans lesquelles j'allais, avec lui, procéder à la planification des expéditions futures et l'aider. Au bout de quelques semaines, il s'est approprié le Power BI, et s'est d'ailleurs rendu compte que certains éléments demandés auparavant n'étaient finalement pas nécessaires. En revanche, il ne l'utilisait toujours pas.

Ci-après les images du Power BI documentées.

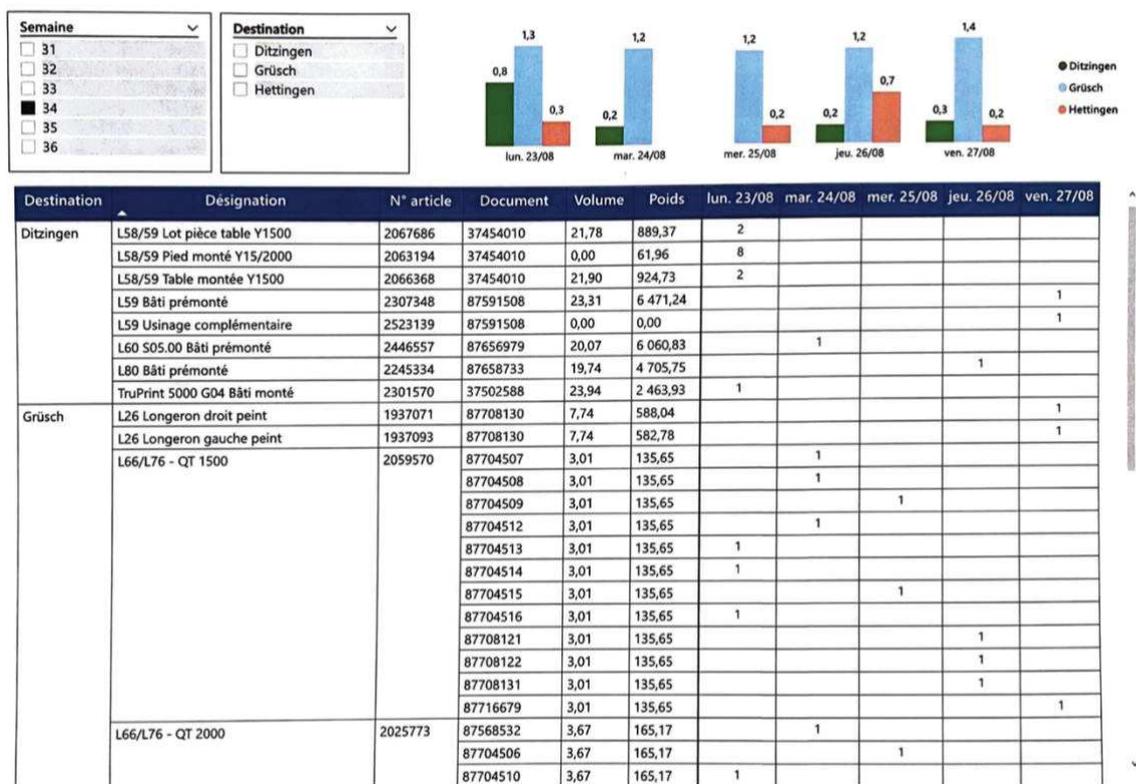


Figure 40 : Tableau des commandes clients (Schlotter, 2021)

Nous retrouvons sur ce tableau des commandes tous les articles à expédier en fonction de leur date de livraison et de leur destination. Il est également retrouvé un diagramme indiquant le volume à expédier par jour et destination. Un camion a une capacité de 83 m³, ainsi le volume de chaque pièce divisé par 83 fait obtenir un ratio que prend la pièce dans le camion.

Cette première page de visualisation permet au planificateur de créer ses transports et livraisons en fonction des articles et quantités à expédier. Lorsqu'un article est affecté à une livraison, il n'apparaît plus ici de manière à ne garder que les articles qui n'ont pas encore été traités.

TRUMPF **DEMANDE D'ENLÈVEMENT S31/2021**
Transporteur : Buck

Date	Heure	N° transport	Destination	Camion
lun. 2/08	07h30	1299772	TLD	1,0
	13h30	1299774	TWH	1,0
	14h30	1299775	TWH	1,0
	Total			3,0
mar. 3/08	13h30	1299776	TWH	1,0
	14h00	1299777	TWH	1,0
	14h30	1300536	TWH	1,0
	Total			3,0
mer. 4/08	11h00	1300537	TLD	0,5
		1300538	TLD	0,5
	13h30	1300539	TWH	1,0
	14h30	1300541	TWH	1,0
	Total			3,0
jeu. 5/08	11h30	1300542	TWH	1,0
	Total			1,0
ven. 6/08	11h00	1300543	TLD	0,5
		1300544	TLD	0,5
	13h30	1300545	TWH	1,0
	Total			2,0
Total				12,0

Figure 41 : Tableau de demande d'enlèvement (Schlotter, 2021)

Ce tableau recense le besoin en camions par semaine, il est composé du numéro de transport, de la date et de l'heure à laquelle le transport doit avoir lieu ainsi que la destination. Ici, le site demande 12 camions à la société de transport Buck pour la semaine 31. Une attention peut être faite sur le fait que pour le mercredi 4 août 2021, nous avons 0,5 + 0,5 camion. Le camion va dans la même ville, mais le dépôt des pièces s'effectue à des endroits différents. Dans SAP, tous les lieux de dépôts n'ont pas été créés dû à un problème relatif aux données de base.

Il a été défini que cette demande d'enlèvement doit être envoyée à la société de transport une semaine à l'avance. Le site de Haguenau réalise un partenariat avec deux sociétés de transports, Buck et Hagtra.

Trumpf Machines SARL
 12, rue de la Sandlach
 67500 Haguenau
 FR - France

TRUMPF

Transporteur : Buck

vendredi 02 juillet 2021
 07h30

Numéro de transport
 1276665



Itinéraire
 Haguenau - Ditzingen

Figure 42 : Carte de transport (Schlotter, 2021)

Toutes les semaines, la société de transport reçoit également des cartes de transport pour la semaine suivante. Chaque chauffeur présentera alors dès son arrivée sur site la carte pour procéder à son enregistrement dans l'ERP par les caristes. Les cartes sont réalisées dans Word.

PLANNING D'EXPÉDITION S31/2021 Date impression 05/08/2021 16:17:53

Date	Heure charg	Client	N° transport	N° livraison	N° article	Désignation	Qté	
lun. 2/08	07h30	TLD	1299772	805728176	2307348	L59 Bâti prémonté	1	
					2446557	L60 505.00 Bâti prémonté	1	
					2523139	L59 Usinage complémentaire	1	
					2609960	Retouche bâti machine	1	
					2610101	L59 Usinage complémentaire	1	
					2674607	Retouche bâti machine	1	
	09h30	TCH	1299731	805728772	2431330	L81-X3 Machine Prémontée	1	
					805728773	L76-X3 Machine Prémontée	1	
	10h30	TCH	1299732	805728775	1488086	L32 QT	1	
					805728776	L74.2250	L52 QT	1
	13h30	TWH	1299774	805728777	2543284	L81-X6 Machine prém.	1	
					805728778	2059570	L66/L76 - QT 1500	2
	14h30	TWH	1299775	805728156	2226992	T06 T07 châssis usiné 6.5m	1	
					805728158	1827405	K09 Bâti GF prém.	1
mar. 3/08	09h30	TCH	1299733	805728788	1906388	L20 KL55 Machine Prémont. fermé	1	
				805728789	2431330	L81-X3 Machine Prémontée	1	
	10h30	TCH	1299734	805728792	2375665	L81-X4 Machine Prémontée	1	
					805728793	2059570	L66/L76 - QT 1500	2
	13h30	TWH	1299776	805728374	2025773	L66/L76 - QT 2000	1	
					2229465	T06 T07 châssis usiné 9.2m	1	
	14h00	TWH	1299777	805728157	1828502	T05 T06 T07 Dispositif de transport	1	
					1966399	T06 Bâti usiné	1	
	mer. 4/08	09h30	TCH	1299735	2000900	L50 Machine prémontée	1	
					2431330	L81-X3 Machine Prémontée	1	
		11h00	TLD	1300537	805728379	2059570	L66/L76 - QT 1500	1
						2025773	L66/L76 - QT 2000	1
		13h30	TWH	1300539	805728380	2307348	L59 Bâti prémonté	1
						805728387	2226992	T06 T07 châssis usiné 6.5m
14h30		TWH	1300541	805728388	2427904	T07 Unité évacuation usiné 6.5m-FlexASS	1	
					1828502	T05 T06 T07 Dispositif de transport	1	
jeu. 5/08		09h30	TCH	1299736	805735599	2235183	S12 K08 Support cplt	1
					805735601	2059570	L66/L76 - QT 1500	3
		11h30	TWH	1300542	805735600	1806000	S12-1600 CE Bâti	1
						2375299	L81-X3 Machine Prémontée Roto	1
		13h30	TCH	1299737	805739958	2431330	L81-X3 Machine Prémontée	1
						2025773	L66/L76 - QT 2000	1
	ven. 6/08	09h30	TCH	1299738	805739960	2431330	L81-X3 Machine Prémontée	2
					805739961	2059570	L66/L76 - QT 1500	3
		11h00	TLD	1300543	805739962	2066368	L58/S9 Table montée Y1500	2
						2307348	L59 Bâti prémonté	1
		13h30	TWH	1300545	805739963	1827405	S12 K08 Support cplt	1
						1989507	K08 Bâti	1
		14h00	TCH	1299739	805739964	1512301	TruLaser 50X0 Console Laser	1
						2305877	L88-X4 Machine Prémontée	1
15h00		TCH	1302793	805739965	2543284	L81-X6 Machine prém.	1	
					2025773	L66/L76 - QT 2000	2	

Figure 44 : Planning des expéditions général (Schlotter, 2021)

PLANNING D'EXPÉDITION S31/2021 Date impression 05/08/2021 16:12:16

Client	Heure charg	N° article	Désignation	lun. 2/08	mar. 3/08	mer. 4/08	jeu. 5/08	ven. 6/08
TWH	11h30	1806000	S12-1600 CE Bâti					1
		1827405	S12 K08 Support cplt					1
	13h30	1828502	T05 T06 T07 Dispositif de transport					1
		1966399	T06 Bâti usiné					1
	14h00	2226992	T06 T07 châssis usiné 6.5m					1
		2229465	T06 T07 châssis usiné 9.2m					1
	14h30	2249849	T07 Unité évacuation usiné 4.5m					1
		2427904	T07 Unité évacuation usiné 6.5m-FlexASS					1
	14h00	1806000	S12-1600 CE Bâti					1
		1828502	T05 T06 T07 Dispositif de transport					1
	14h30	1966399	T06 Bâti usiné					1
		1827405	S12 K08 Support cplt					1
	14h00	1938049	K06-1600 CE Bâti					1
		1989507	K08 Bâti					1
07h30	2452340	K09 Bâti GF prém.					1	
	2307348	L59 Bâti prémonté					1	
11h00	2066368	L58/S9 Table montée Y1500					2	
	2307348	L59 Bâti prémonté					1	
09h30	2541362	L80 Table cpl. mobile					1	
	1906388	L20 KL55 Machine Prémont. fermé					1	
10h30	2000900	L50 Machine prémontée					1	
	2025773	L66/L76 - QT 2000					2	
13h30	2059570	L66/L76 - QT 1500					2	
	235183	L76-X3 Machine Prémontée					1	
14h00	2431330	L81-X3 Machine Prémontée					1	
	1488086	L32 QT					2	
15h00	1742250	L52 QT					1	
	2025773	L66/L76 - QT 2000					1	
11h30	2059570	L66/L76 - QT 1500					2	
	2059659	L66/L76 - QT 2500					1	
13h30	2375665	L81-X4 Machine Prémontée					1	
	2543284	L81-X6 Machine prém.					1	
14h00	2025773	L66/L76 - QT 2000					1	
	2375299	L81-X3 Machine Prémontée Roto					1	
15h00	2431330	L81-X3 Machine Prémontée					1	
	1512301	TruLaser 50X0 Console Laser					1	
14h00	2254091	L52 Machine Prémontée					1	
	2305877	L88-X4 Machine Prémontée					1	
15h00	2025773	L66/L76 - QT 2000					2	
	2543284	L81-X6 Machine prém.					1	

Figure 43 : Planning des expéditions destiné aux caristes et préparateurs (Schlotter, 2021)

Pour les caristes et préparateurs, le planning est trié par client, ainsi il est possible de retrouver l'heure du chargement et l'article par jour de la semaine. Chaque couleur correspondant à un camion avec la quantité à expédier pour des questions de visibilité. Ce planning est la copie exacte du planning réalisé dans Excel auparavant, ce fut une demande des caristes. Toutes les semaines, le planificateur dépose le planning dans le hall d'expédition.

Le planning global est plus complet, plus lourd et est trié par semaine. Les numéros de transport et numéros de livraison apparaissent. Ce planning est destiné au planificateur et au directeur de production. Il s'agit aussi de celui transmis au client.

Le projet est resté pendant un temps en attente, je ne voulais pas l'obliger à utiliser le Power BI. Il était libre. Je continuais les actions du projet pour préparer la mise en œuvre.

J'ai cartographié le nouveau processus et rétabli les rôles de chacun. Le processus de planification et de réalisation des expéditions est disponible à l'annexe 10 page 101. Par ailleurs, j'ai démarré ce qui était initialement prévu dans mon prochain sprint, c'est-à-dire l'installation du matériel pour la partie réalisation des expéditions du projet (ordinateurs à l'entrée et sortie du hall d'expédition, une imprimante à la sortie ainsi que douchettes pour lire les codes-barres).

À la mi-mai, une validation et démonstration du nouveau processus a été faite au directeur de production. Le processus a été validé et la mise œuvre effective était prévue pour le 1^{er} juillet 2021.

Sprint 5 : Mise en œuvre effective

Ce sprint était très court et n'a pas constitué de tâches très lourdes. Il consistait à régler les détails d'installation dans le hall d'expédition, à réaliser des modes opératoires pour les caristes et préparateurs, et informer les transporteurs du nouveau processus sur le site de Haguenau. J'ai réalisé les modes opératoires et participé à la formation des caristes et préparateurs.

Le 1^{er} juillet 2021, le nouveau processus a pu débuter comme cela était planifié.

3.2.4 Résultats et capitalisation

Ce nouveau processus devait permettre l'automatisation des actions, l'annulation du travail manuel, le respect des horaires par le chauffeur, une meilleure traçabilité et une meilleure utilisation de l'ERP.

Sprint 6 : Valorisation du nouveau processus

Afin de valoriser le processus et d'évaluer les impacts, mon tuteur a réalisé quelques indicateurs relevant du respect ou non des horaires fixés. Pour le moment, ces indicateurs ne permettent pas de tirer de réelles conclusions quant au respect du nouveau processus par les caristes et les transporteurs. En l'état, il n'est pas possible d'évaluer une quelconque performance et amélioration, il faut attendre quelques mois.

Maintenant que le processus est davantage numérisé, le site de Haguenau pourra réaliser des statistiques telles que le volume moyen ou le cube moyen, ce qu'il n'était pas possible avant car l'ERP n'était pas suffisamment exploité. Le cube moyen correspond au taux de remplissage moyen du camion.

Sur le plan humain, le planificateur a relevé une productivité plus forte dans son travail au quotidien. Il est satisfait et m'a confié que le Power BI aidait très fortement à la fiabilité des données et lui permettait de planifier plus rapidement. Concernant les caristes et préparateurs, les retours sont plutôt mitigés, certains déclarent s'être entièrement appropriés le nouveau processus et d'autres possèdent encore des difficultés. J'explique les retours plus mitigés des caristes par le fait que certains ne sont pas habitués aux outils informatiques. De ce fait, lorsqu'il est demandé de se connecter à l'ERP, les choses peuvent devenir complexes.

Au moment de la rédaction de ce mémoire, deux tâches n'ont pas abouti.

Il s'agit tout d'abord de la formule de calcul du volume des pièces. Il est constaté qu'elle n'est pas optimale. Tout au long du projet, j'ai tenté de comparer la volumétrie théorique des camions avec la place réelle que prenait les pièces dans les camions.

Cette comparaison ne correspondait pas. De plus, le planificateur indique que la volumétrie sur le Power BI de planification est erronée, que s'il est indiqué 2 camions, parfois il en faut 3. Une première piste est de dire que la formule est fautive lorsqu'il s'agit de charger une pièce longue avec une pièce large. Faut-il encore le faire comprendre à l'outil Power BI. Cette correction de la formule n'a pas été trouvée.

La seconde est l'intégration des plans de chargement dans le Power BI de planification. Il faut réussir à faire comprendre à Power BI, sur le planning d'expédition par exemple, d'afficher le plan de chargement le plus approprié pour le transport. Un article peut se retrouver sur plusieurs plans de chargement, et un transport regroupe plusieurs articles.

Pour conclure, si je suis convaincu qu'un progrès a été fait sur le site à travers ce projet, je reste en revanche sur la retenue. Nous aurions pu faire bien mieux et du fait de certaines résistances au changement, certaines ambitions ont été abandonnées ou ont dû être remises à plus tard. Le site a pour ambition d'accorder davantage de tâches aux caristes (imprimer les documents d'expédition et développer l'utilisation de l'ERP) mais ceci a été décidé de le remettre à plus tard car ils ne sont pas prêts. Il en est de même pour le planificateur, celui-ci réalise encore des tâches manuelles pouvant être évitées dans Excel comme la mise à jour quotidienne du programme de fabrication ou le regard du planning de production de certains clients (comme ce sont des filiales) pour planifier les camions à destination de certains sites. Cette résistance s'explique, à mon sens, par une entreprise qui n'a jamais vu l'opportunité d'améliorer ses processus. Par conséquent, lorsque l'entreprise décide de changer les méthodes, les changements sont bien plus difficiles à instaurer. Les collaborateurs n'ont pas suffisamment été confrontés au changement.

Conclusion

La transformation numérique invite les technologies numériques à s'installer dans les entreprises dans un souci d'amélioration de la performance et d'atteinte des objectifs stratégiques. Il serait en revanche réducteur de signaler qu'une transformation ne concerne que l'appropriation de solutions connectées ou de technologies, la transformation numérique est plus certainement un enjeu organisationnel dans laquelle les technologies seront au service de l'humain. Le modèle de la transformation numérique doit être centré sur l'humain, orienté par la stratégie et propulsé par les technologies.

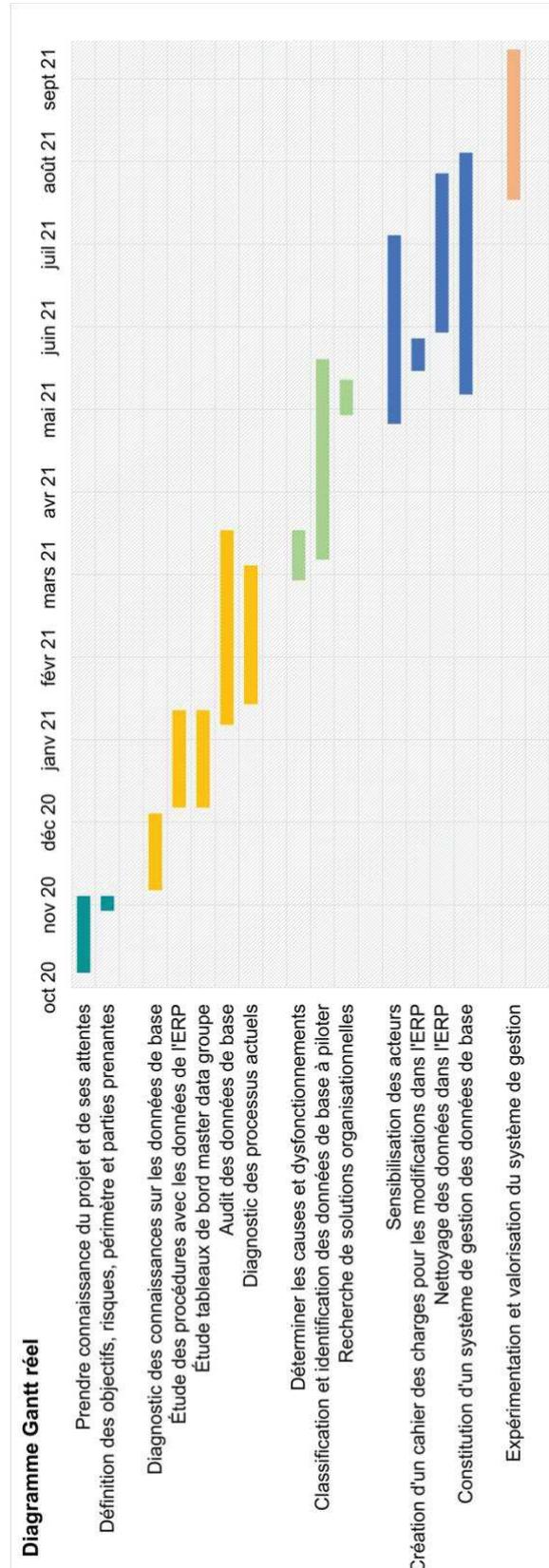
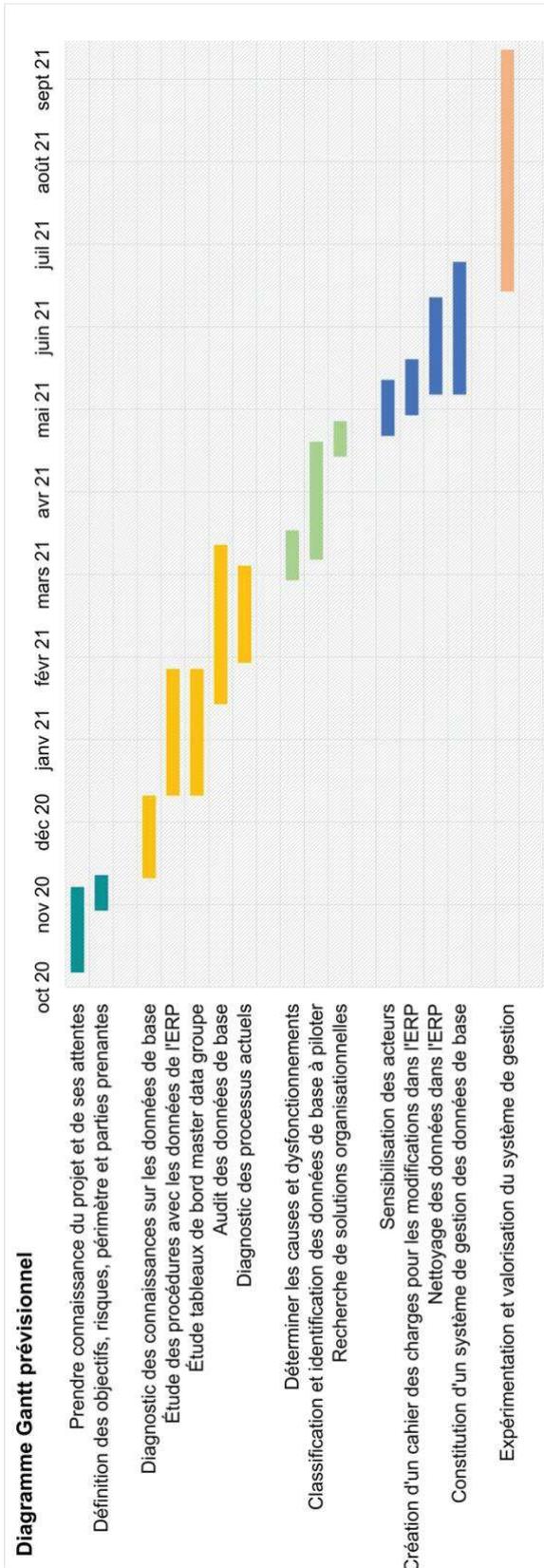
Les systèmes ERP, pour jouer un rôle dans la transformation numérique, ont fait preuve de réinvention et d'adaptation. Ils se sont développés de manière à s'intégrer dans un système d'information composé d'applications logicielles quelquefois plus forts ou plus conformes aux besoins des entreprises. L'objectif du logiciel ERP n'est plus seulement de piloter opérationnellement les activités mais doit assurer la cohérence d'ensemble des systèmes. Il doit redistribuer les données, avoir cette capacité d'interopérabilité et de communication avec tous les systèmes qui l'entourent. Son point fort reste sa vision transversale de l'entreprise, néanmoins se verra à plus long terme bousculer par un logiciel PLM dans l'industrie qui progresse.

L'ERP n'est pas une fin et ne constitue pas le logiciel qui permettra de répondre à toutes les problématiques de la transformation numérique. Il doit être un appui et en être le back office. Les entreprises doivent tirer parti de leur ERP en favorisant sa maîtrise par les collaborateurs et en le rendant mature en lui donnant l'occasion d'être un acteur clé dans les processus.

Par les projets réalisés dans l'entreprise Trumpf, il peut être constaté une forme de non-maîtrise de l'ERP, couplée à une faible exploitation de son potentiel, ce qui bloque considérablement les ambitions numériques et les possibilités d'actions. D'une manière générale, le numérique n'est pas encore suffisamment favorisé et retrouvé dans les processus de l'entreprise, ce qui ne permet pas de gagner du terrain dans la transformation numérique.

Annexes

Annexe 1 : Diagrammes de Gantt, Master Data Management



Annexe 2 : A3 Projet Master Data Management

Projet : Master Data Management Trumpf Hagenau																																																										
Description du projet	Situation recherchée																																																									
<p><u>Finalité</u> Mise en place d'un système de gestion des données de base</p> <p><u>Objectifs</u> Audits master data sur les données liées à la production et la planification Maintien des masters data liées aux activités</p> <p><u>Périmètre</u> Données relatives aux activités de production et de planification du site de Hagenau (TRRH, division 2621) Postes de travail et articles</p> <p><u>Points forts du projet</u> Amélioration des conditions de travail et de la qualité des données – Critère clé pour la démarche de digitalisation de la production – Favorise l'efficacité opérationnelle</p> <p><u>Risques du projet (interne, externe)</u> Résistance au changement – Faible implication des acteurs – Renversement du standard – Complexification de l'actuel</p> <p><u>Dispositif de suivi et de pilotage du projet</u> Groupes de travail – Réunions équipe projet – Cadrage projet via DMADV</p> <p><u>Équipe projet</u> Georgi Smilyanov et Florian Schlotter en collaboration avec les services achats, production, contrôle de gestion.</p>	<p><u>Descriptif</u> Le Master Data Management (MDM), ou gestion des données de base, représente l'ensemble des méthodes, outils, concepts et processus permettant de s'assurer que les données de base soient correctement identifiées, de bonne qualité, dépourvues d'erreurs et utilisables sans le moindre risque.</p> <p>Dans cette logique, la mission est de mettre en place des règles et des responsabilités en matière de gouvernance des données de base, de formaliser, d'uniformiser les processus de maintenance et d'intégration de celles-ci. La finalité sera alors la constitution d'un référentiel, dans une moindre mesure un standard, afin de maintenir les données de base liées aux activités sur le site de production.</p> <p><u>Méthodologie</u> D Définir les objectifs du projet, les livrables et attendus M Mesurer le processus pour déterminer le niveau de performance actuel A Analyser les données récoltées et développer des alternatives de conception D Concevoir le processus pour répondre aux besoins V Vérifier et valider les performances de conception et sa capacité à répondre aux besoins</p> <p><u>Éléments de mesure envisagés</u> Tableau de bord master data groupe – Enquête sur les connaissances master data – Suivi de la gestion des données de base – Indicateur interne gestion des données de base</p>																																																									
Situation actuelle	Planification des actions																																																									
<p><u>Historique</u> Gestion et gouvernance des données de base inexistantes ou quasi inexistantes depuis de nombreuses années : absence de responsabilité et de structure, manque de maîtrise, désordre.</p> <p><u>Descriptif</u> Jusqu'en 2005, TRRH utilisait un « ERP maison », malheureusement le développeur de ce logiciel de gestion souffrait d'un problème de santé et est décédé. Une crise interne majeure a suivi.</p> <p>Compte tenu des circonstances, SAP a été déployé en 6 mois, mais en raison de la nature des événements et de l'urgence du projet, une grande partie de la phase de préparation a été ignorée et la formation a été un gâchis.</p> <p>En 2017, l'application X-browser a été introduite. Avant X-browser, chaque confirmation d'ordre de fabrication était déclarée sur une feuille de papier et les temps déclarés étaient les temps SAP standard et non les temps réels de production. Depuis l'introduction de X-browser, chaque opérateur de l'usine doit déclarer chaque minute de son temps, productif ou non.</p> <p>La qualité des données est à présent bien meilleure que l'ancien système papier, mais un nouveau goulot d'étranglement a été identifié, trop de données et pas assez de ressources pour les analyser ou les utiliser à bon escient dans le quotidien (extractions SAP manuelles, cauchemars de feuilles de calcul, etc.).</p> <p><u>Éléments de mesure existant</u> Tableau de bord master data groupe – Support d'information via outil Trello permettant de recenser les défauts constatés sur les données</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Actions</th> <th>Période</th> <th>Responsable/acteurs</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Définir</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>• Prendre connaissance du projet et de ses attentes</td> <td>Novembre</td> <td>FS, GS</td> </tr> <tr> <td>• Définition des objectifs, des risques, du périmètre, des parties prenantes</td> <td>Novembre/Décembre</td> <td>FS</td> </tr> <tr> <td>Mesurer</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>• Diagnostic des connaissances sur les données de base</td> <td>Décembre</td> <td>FS</td> </tr> <tr> <td>• Étude des procédures avec les données de l'ERP et des tableaux de bord master data du groupe</td> <td>Janvier/Février</td> <td>FS</td> </tr> <tr> <td>• Audit des données de base</td> <td>Février/Mars</td> <td>FS</td> </tr> <tr> <td>• Diagnostic des processus actuels</td> <td>Février/Mars</td> <td>FS</td> </tr> <tr> <td>Analyser</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>• Déterminer les causes et dysfonctionnements</td> <td>Mars</td> <td>FS</td> </tr> <tr> <td>• Classification et identification des données de base à piloter</td> <td>Mars/Avril</td> <td>FS, GS, parties prenantes</td> </tr> <tr> <td>• Recherche de solutions organisationnelles</td> <td>Avril/Mai</td> <td>FS, GS, parties prenantes</td> </tr> <tr> <td>Concevoir</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>• Création d'un cahier des charges pour les modifications dans l'ERP</td> <td>Mai</td> <td>FS, GS</td> </tr> <tr> <td>• Constitution d'un système de gestion des données de base</td> <td>Mai/Juin</td> <td>FS</td> </tr> <tr> <td>• Nettoyage des données dans l'ERP</td> <td>Mai/Juin</td> <td>FS, GS, parties prenantes</td> </tr> <tr> <td>• Vérifier/Valider</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>• Expérimentation et valorisation du standard</td> <td>Juin/Juillet</td> <td>FS, GS, parties prenantes</td> </tr> </tbody> </table>	Actions	Période	Responsable/acteurs	Définir			• Prendre connaissance du projet et de ses attentes	Novembre	FS, GS	• Définition des objectifs, des risques, du périmètre, des parties prenantes	Novembre/Décembre	FS	Mesurer			• Diagnostic des connaissances sur les données de base	Décembre	FS	• Étude des procédures avec les données de l'ERP et des tableaux de bord master data du groupe	Janvier/Février	FS	• Audit des données de base	Février/Mars	FS	• Diagnostic des processus actuels	Février/Mars	FS	Analyser			• Déterminer les causes et dysfonctionnements	Mars	FS	• Classification et identification des données de base à piloter	Mars/Avril	FS, GS, parties prenantes	• Recherche de solutions organisationnelles	Avril/Mai	FS, GS, parties prenantes	Concevoir			• Création d'un cahier des charges pour les modifications dans l'ERP	Mai	FS, GS	• Constitution d'un système de gestion des données de base	Mai/Juin	FS	• Nettoyage des données dans l'ERP	Mai/Juin	FS, GS, parties prenantes	• Vérifier/Valider			• Expérimentation et valorisation du standard	Juin/Juillet	FS, GS, parties prenantes
Actions	Période	Responsable/acteurs																																																								
Définir																																																										
• Prendre connaissance du projet et de ses attentes	Novembre	FS, GS																																																								
• Définition des objectifs, des risques, du périmètre, des parties prenantes	Novembre/Décembre	FS																																																								
Mesurer																																																										
• Diagnostic des connaissances sur les données de base	Décembre	FS																																																								
• Étude des procédures avec les données de l'ERP et des tableaux de bord master data du groupe	Janvier/Février	FS																																																								
• Audit des données de base	Février/Mars	FS																																																								
• Diagnostic des processus actuels	Février/Mars	FS																																																								
Analyser																																																										
• Déterminer les causes et dysfonctionnements	Mars	FS																																																								
• Classification et identification des données de base à piloter	Mars/Avril	FS, GS, parties prenantes																																																								
• Recherche de solutions organisationnelles	Avril/Mai	FS, GS, parties prenantes																																																								
Concevoir																																																										
• Création d'un cahier des charges pour les modifications dans l'ERP	Mai	FS, GS																																																								
• Constitution d'un système de gestion des données de base	Mai/Juin	FS																																																								
• Nettoyage des données dans l'ERP	Mai/Juin	FS, GS, parties prenantes																																																								
• Vérifier/Valider																																																										
• Expérimentation et valorisation du standard	Juin/Juillet	FS, GS, parties prenantes																																																								

Annexe 3 : Enquête des connaissances sur les données de base

1) Connaissez-vous le/les termes de master data, données de référence, données maîtres ou données de base ?

Oui

Non

2) De quoi s'agit-il selon vous ?

Réponse libre

3) À quoi servent les master data selon vous ?

Réponse libre

4) Pouvez-vous me donner un exemple de master data ?

Réponse libre

5) Avez-vous déjà été sensibilisé sur l'importance de la gestion des données, sur la tenue des données ?

Oui

Non

6) Qu'en avez-vous retenu ?

Réponse libre

7) Quelle est selon-vous la proportion de temps passé à la recherche de données par rapport à la phase d'action/analyse ?

Je passe plus de temps à rechercher les informations qu'à les exploiter
Je passe moins de temps à rechercher les informations qu'à les exploiter
Je considère que le temps d'exploitation et de recherche est équivalent

8) Est-ce que toutes les données dont vous avez besoin sont accessibles ?

Oui

Non

9) Avez-vous déjà rencontré un problème lié à la fiabilité des données ? (erreur, absence)

Oui

Non

10) Savez-vous vers qui vous tourner pour modifier/créer la/les données dont vous avez besoin ?

Oui Non

11) Nom du service
12) Poste occupé

Table	Nom technique	Vue	Désignation	Standard	Durée de vie	Valeur	Réutilisation	Nécessité	Efficacité	Interaction	Résultat
CRHD	PLANV	DB	Utilisation gamme	1	1	1	1	1	1	1	
KAKO	KAPAR	Capacités	Type de capacité	1	1	1	1	1	1	1	
CRHD	VGWTS	DB	Clé valeur std.	1	1	1	1	1	1	1	
CRHD	FORT1	Ordonnancement	Temps de changement	1	1	1	1	1	1	1	
CRHD	FORT2	Ordonnancement	Temps de traitement	1	1	1	1	1	1	1	
CRCA	FORK1	Capacités	Form. charge 'prépa'	1	1	1	1	1	1	1	
CRCA	FORK2	Capacités	Form. chrgé 'Trait.'	1	1	1	1	1	1	1	
CRCO	KOKRS	Calcul du CR	Périmètre analytique	1	1	1	1	1	1	1	
CRCO	KOSTL	Calcul du CR	Centre de coûts	1	1	1	1	1	1	1	
CRCO	FORML	Calcul du CR	Formule calc. coûts	1	1	1	1	1	1	1	
CRHD	SORTB	Technologie	Critère de tri	1	1	0	1	1	0	1	
CRHD	VEG01	Valeur par défaut	Unité valeur std.	1	1	1	1	1	0	1	
CRHD	MATYP	Technologie	Type de machine	1	1	0	1	1	0	1	
KAKO	MEINS	Capacités	Unité de base	1	1	1	1	1	0	1	
CRHD	FORTN	Ordonnancement	Durée traitement	1	0	1	0	1	1	1	
CRHD	STEUS_REF	Valeur par défaut	Clé de contrôle de l'indicateur de référence	1	0	1	1	1	1	1	
KAKO	NGRAD	Capacités	Ratio d'utilisation	1	0	1	0	1	1	1	
CRHD	CPLGR	Technologie	Agent CAP	1	1	0	1	1	0	1	
CRCO	SAKL	Calcul du CR	Gr.ty.enregist.	1	1	1	1	1	1	1	
KAKO	VERSA	Capacités	Version active	1	1	0	1	1	1	1	
CRCA	CAP_BACKFLUSH_SU	Capacités	Pilotage réduc. capacités	1	1	1	1	1	1	1	
CRCA	CAP_BACKFLUSH_PR	Capacités	Pilotage réduc. capacités_1	1	1	1	1	1	1	1	
CRHD	VEG02	Valeur par défaut	Unité valeur std._27	1	1	1	1	1	0	1	
CRCO	BDE	Calcul du CR	Salaire rendement	0	0	1	0	1	1	1	
CRHD	VERAN	DB	Responsable	0	1	1	1	1	1	1	
CRHD	ZWNOR	Ordonnancement	Tps d'attente normal	0	0	1	1	1	1	1	
KAKO	AZNOR	Capacités	Nbre capacités indi. 1	0	0	1	1	1	1	1	
CRHD	STEUS	Valeur par défaut	Clé de commande	0	1	1	1	1	1	1	
CRHD	VGM01	DB	Règle de saisie	0	1	0	1	1	1	1	
CRCA	FORKN	Capacités	Charge rés.mainten.	0	1	1	1	0	1	1	
CRCO	LSTAR	Calcul du CR	Type d'activité	0	1	1	1	1	1	1	
KAKO	KALID	Capacités	Calendr. interne	0	1	1	0	1	0	0	
CRHD	VERWE	DB	Type poste de trav.	0	1	1	1	1	1	1	
CRHD	STAND	DB	Localisation	0	1	0	1	1	0	1	
CRHD	ZEIWN	Ordonnancement	U. tps attente std.	0	1	1	1	1	0	1	
CRCO	LEINH	Calcul du CR	Unité d'oeuvre	0	1	1	0	1	0	0	
KAKO	PLANR	Capacités	Groupe ordonnancemt	0	1	1	1	1	1	1	
KAKO	MOSID	Capacités	Regroupem. équipes	0	1	1	0	1	0	0	

Quoi ?	Nom technique	Table	Vue	Modification/Vérification à faire	OK / NOK	Commentaire
Utilisation gamme	PLANV	CRHD	Donnée de base	Ensemble : affecter la bonne utilisation aux postes	OK	-
Clé valeur standard	VGWTS	CRHD	Donnée de base	Cellules vides	OK	-
Type poste de travail	VERWE	CRHD	Donnée de base	Ensemble : affecter le bon type aux postes	OK	Pas possible de modifier
Unité valeur standard	VGE01	CRHD	Valeur par défaut	Cellules ≠ H	OK	-
Unité valeur standard 1	VGE02	CRHD	Valeur par défaut	Cellules ≠ H	OK	-
Pilotage réduction capacités SU	CAP_BACKFLUSH_SU	CRCA	Capacités	Cellules avec du 0 et du 3	OK	-
Pilotage réduction capacités PR	CAP_BACKFLUSH_PR	CRCA	Capacités	Cellules avec du 0	OK	-
Formule charge préparation	FORK1	CRCA	Capacités	Cellules ≠ SAP003	OK	-
Formule charge traitement	FORK2	CRCA	Capacités	Cellules ≠ SAP004	OK	-
Type de capacité	KAPAR	CRHD	Capacités	Ensemble : affecter le bon type aux postes	OK	Pas possible de modifier
Version active	VERSA	CRHD	Capacités	Cellules avec du 0	OK	-
Ratio utilisation	NGRAD	CRHD	Capacités	Cellules avec du 0	OK	-
Unité de base	MEINS	KAKO	Capacités	Cellules vides	OK	-
Temps de changement	FORT1	CRHD	Ordonnancement	Ensemble : affecter la bonne formule aux postes	OK	-
Temps de traitement	FORT2	CRHD	Ordonnancement	Ensemble : affecter la bonne formule aux postes	OK	-
Formule calcul de coûts	FORML	CRCO	Calcul du CR	Ensemble : affecter la bonne formule aux postes	OK	-
Groupe type enregistrement	SAKL	CRCO	Calcul du CR	Ensemble : affecter le bon groupe aux postes	OK	-
Type activité	LSTAR	CRCO	Calcul du CR	Cellules vides	OK	Aucun pointage donc les champs vides sont de rigueur
Centre de coûts	KOSTL	CRCO	Calcul du CR	Cellules vides	OK	Aucun pointage donc les champs vides sont de rigueur
Périmètre analytique	KOKRS	CRCO	Calcul du CR	Cellules vides	OK	Aucun pointage donc les champs vides sont de rigueur

Annexe 6 : Extraits du référentiel de données des postes de travail

1 Définitions et principes

Les données de base sont des données partagées par l'ensemble des processus qui soutiennent l'activité courante de l'entreprise. Un processus est une suite continue d'opérations transformant des éléments entrants en éléments sortants.

Le poste de travail constitue une donnée de base. Les données du poste de travail doivent être exploitables, sécurisées, et réutilisables. Des données incorrectes gênent au bon déroulement des activités opérationnelles, du flux dans l'ERP et peuvent dans certains cas avoir des répercussions très fortes sur l'entreprise. Le système ne peut pas donner des résultats qualitatifs que si les données de base sont maintenues dans le temps et sont quantitatives. Dans le cas contraire, le système donnera des indications erronées aux collaborateurs tout au long de la chaîne.

Avec les nomenclatures et les gammes, les postes de travail font partie des données de base les plus importantes du système de planification et de contrôle de la production. Ils sont utilisés dans les opérations de la gamme et les ordres de fabrication. Les données des postes de travail permettent d'ordonner, de calculer les coûts, et de planifier la capacité.

Ce document définit les règles en matière de gestion des données de la fiche poste de travail. On distinguera les données standards de couleur rouge, et les données dites importantes sans obligation de paramétrage de couleur jaune.



2 Responsabilités et rôles

La qualité des données des postes de travail relève de la responsabilité du service logistique. Le service doit s'assurer que les données soient fiables, cohérentes, pertinentes et utilisables sans le moindre risque.

Seul le service logistique a le droit de créer ou de mettre à jour les postes de travail. Ce rôle doit être assumé, il s'agit de la clé pour une gestion des données de base efficace.

Version du 23/08/2021

Sommaire

- 1 Définitions et principes.....2
- 2 Responsabilités et rôles.....3
- 3 Vue Données de base.....3
- 4 Vue Valeur par défaut.....4
- 5 Vue Capacités.....5
- 5.1 Général.....5
- 5.2 Détails capacités.....6
- 6 Vue Ordonnancement.....7
- 7 Vue Calcul du CR.....8
- 8 Vue Technologie.....9
- 9 Tables de données et noms techniques.....10

Page 1 sur 9

2	Centre de coûts Définition : Un centre de coût définit un facturé qui sera enregistré. Règle : A rattacher au centre de coût correspondant à l'activité du poste. Les postes de sous-traitance n'ont pas de centres de coûts. Aucun poinçage n'est réalisé sur ces postes.
3	Type activité Définition : Représente l'activité produite sur un poste de travail. Règle : "IMP_01" pour le travail indirect "FISC_1" pour les heures d'immobilisation (téléme "MT_01" pour les heures de maintenance bâtiment "S21" pour les heures des robots "D21" pour les heures de production standards "810451" pour les heures de maintenance machine Pour la sous-traitance, le champ reste "vide".
4	Formule calcul de coûts Définition : C'est renvoyer la formule à utiliser pour le calcul de coûts des types d'activité du poste de travail. Règle : Pour temps de préparation, formule "SAP003". Pour temps de production, formule "SAP004".
5	Salaires rendement Définition : Code d'attribution pour le calcul du salaire au rendement. Règle : Pour temps de préparation, "temps de changement". Pour temps de production, "temps machine".
6	Groupe type d'enregistrement Définition : Détermine comment la valeur réelle est confirmée pour la collecte des informations des activités du poste. Règle : Pour temps de préparation, "changement". Pour les autres cas, le champ reste "vide".

TRUMPF **Données de base pour les postes de travail**

7 Vue Calcul du CR

Périamètre analytique

Définition : Il s'agit de l'unité structurelle pour le contrôle de gestion.

Règle : Doit être "TRU1". Les postes de sous-traitance qui n'ont pas de centre de coûts n'ont pas de périmètre analytique.

Sommaire

- 1 Définitions et principes.....2
- 2 Processus de création des articles.....3
- 3 Matrice des responsabilités.....4
- 4 Vue Données de base 1.....5
- 5 Vue Données de base 2.....6
- 6 Vue ADV : Org. Commerc. 1.....7
- 7 Vue ADV : Org. Commerc. 2.....8
- 8 Vue ADV-données gén. div.....9
- 9 Vue Comm. extér. - export.....10
- 10 Vue Achats.....11
- 11 Vue Comm. extér. : import.....12
- 12 Vue MRP 1.....13
- 13 Vue MRP 2.....14
- 14 Vue MRP 3.....15
- 15 Vue MRP 4.....16
- 16 Vue Préparation travail.....17
- 17 Vue Donn.div./stockage 2.....18
- 18 Vue Management qualité.....19
- 18.1 Paramètre de contrôle.....20
- 19 Vue Complétabilité 1.....22
- 20 Vue CCR 1.....23
- 21 Tables de données et noms techniques.....24

3 Matrice des responsabilités

La fiche article étant multidisciplinaire, des **responsabilités** ont été **distribuées** afin de garder une cohérence d'ensemble avec le processus de création des articles présent. Chaque service se voit affecter un **rôle précis** en fonction des données qui le concernent, 3 rôles sont identifiés :

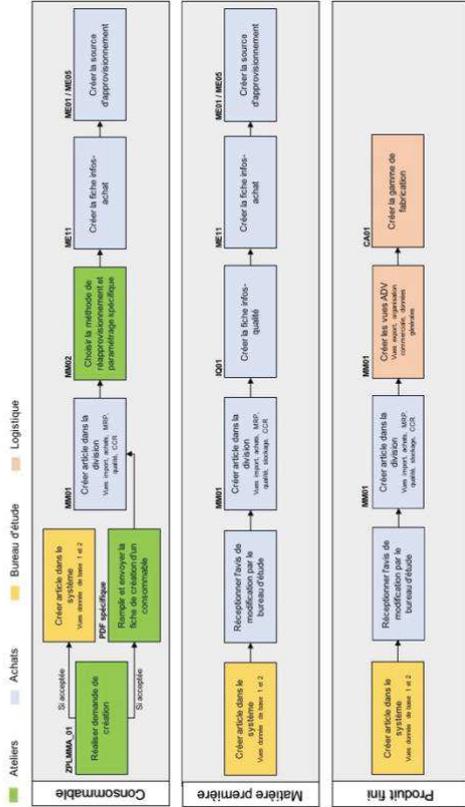
- **Responsable** : Il réalise la tâche et en est responsable.
- **Accountable** : Il veille à l'exécution correcte de la tâche réalisée et approuve l'activité faite.
- **Consulté** : Il s'agit de celui qui peut être consulté pour la bonne réalisation de la tâche.

Données de base 1	Achats	Logistique	Bureau étude	Contrôle de gestion	Qualité	Ateliers
Données de base 2	A		R			
ADV - Org. Commerc. 1	A		R			
ADV - Org. Commerc. 2		R				
ADV-données gén.div		R				
Compt. B&B.C. : export		R				
Achats	R					
Compt. B&B.C. : import						
MRP 1	R					
MRP 2	R					
MRP 3		C				C
MRP 4		C				C
Préparation travail						
Donn. div./stockage 2			A			
Management qualité				A		
Complétabilité 1				A	C	
CCR 1				A	C	

Les **responsabilités** et rôles des différentes parties doivent être **assumés**. Il s'agit de la **clé** pour une **gestion des données de base efficace**.

2. Processus de création des articles

Chaque type d'article est soumis à une procédure de création différente et implique des acteurs différents. Les étapes doivent être **respectées** et **suivies** pour éviter tout effet néfaste sur les activités. Une équipe Teams a été créée spécifiquement pour **suivre les créations et modifications** des données articles.



14. Vue MRP 3

The screenshot shows the 'Vue MRP 3' interface. It includes a header with 'Table 3 sections d'achats' and 'Table 3 sections d'achats'. Below are several sections: 'Informations générales', 'Informations techniques', 'Informations financières', and 'Informations de gestion'. The 'Informations de gestion' section is highlighted, showing fields for 'Groupe de stratégie', 'Produit fini', 'Matière première', and 'Consommable'. There are also buttons for 'Ajouter', 'Modifier', and 'Supprimer'.

R Achats A / C Logistique

Intervalle d'ajustement amont	Achats	Logistique
1. Définition	<input checked="" type="checkbox"/> Produit fini	<input type="checkbox"/> Matière première
2. Règle	<input type="checkbox"/> Nombre de jours utilisés comme seuil de consommation en mode de comparaison aval.	<input type="checkbox"/> La norme est 10 jours.
3. Définition	<input checked="" type="checkbox"/> Produit fini	<input type="checkbox"/> Matière première
4. Règle	<input type="checkbox"/> Déterminer si le système contrôle la disponibilité et génère des besoins pour la planification et le cas échéant, de	<input type="checkbox"/> Doit être "ZJ" correspondant aux besoins TFRH.
5. Définition	<input checked="" type="checkbox"/> Matière première	<input type="checkbox"/> Consommable
6. Règle	<input type="checkbox"/> Intervalle d'ajustement amont	<input type="checkbox"/> Matière première
7. Définition	<input checked="" type="checkbox"/> Produit fini	<input type="checkbox"/> Matière première
8. Règle	<input type="checkbox"/> La norme est 10 jours.	<input type="checkbox"/> Consommable
9. Définition	<input checked="" type="checkbox"/> Matière première	<input type="checkbox"/> Consommable
10. Règle	<input type="checkbox"/> Correspond au temps nécessaire pour que l'article soit à nouveau complètement disponible, c'est à dire une fois que tous les niveaux de la nomenclature sont.	<input type="checkbox"/> Saisir le délai de réapprovisionnement de l'article. Il est souvent défini en tant que somme du délai de fabrication interne et/ou du(des) délai(s) provisionnel(s) de livraison.
11. Définition	<input checked="" type="checkbox"/> Matière première	<input type="checkbox"/> Consommable
12. Règle	<input type="checkbox"/> Le Log. du responsable produit	<input type="checkbox"/> Doit être celui qui crée et met à jour l'article : "2621"-"2621-mw" et "2621-ab".

Une **erreur** ou **modification** ? S'adresser au service responsable du maintien des données de cette **vue**.

Annexe 8 : Fiche de création d'un article consommable



Demande de création d'un consommable

Demandeur
Date 25 août 2021

N° article	<input type="text"/>	Désignation article	<input type="text"/>
Groupe marchandises	<input type="text"/>		
Nom fournisseur	<input type="text"/>		
Référence fournisseur	<input type="text"/>	N° SAP du fournisseur	<input type="text"/>
N° offre	<input type="text"/>	Date de l'offre	<input type="text"/>
Prix unitaire	<input type="text"/>		
Conditionnement	<input type="text"/>	Quantité minimum	<input type="text"/>
Type d'approvisionnement	<input type="text"/>	Délai de livraison	<input type="text"/>
Groupe acheteurs	<input type="text"/>	Gestionnaire	<input type="text"/>
Magasin	<input type="text"/>		
Type planification	<input type="text"/>	Clé calcul taille de lot	<input type="text"/>

Annexe 9 : Diagrammes de Gantt, Optimisation processus logistique

Diagramme Gantt Margaux

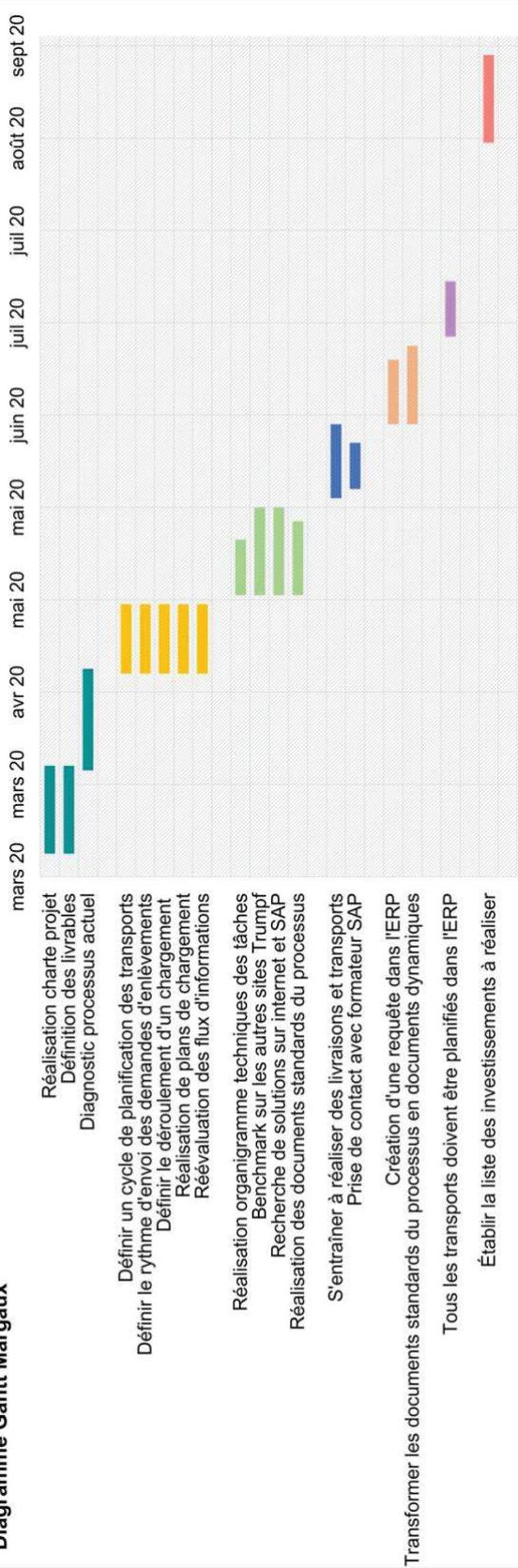
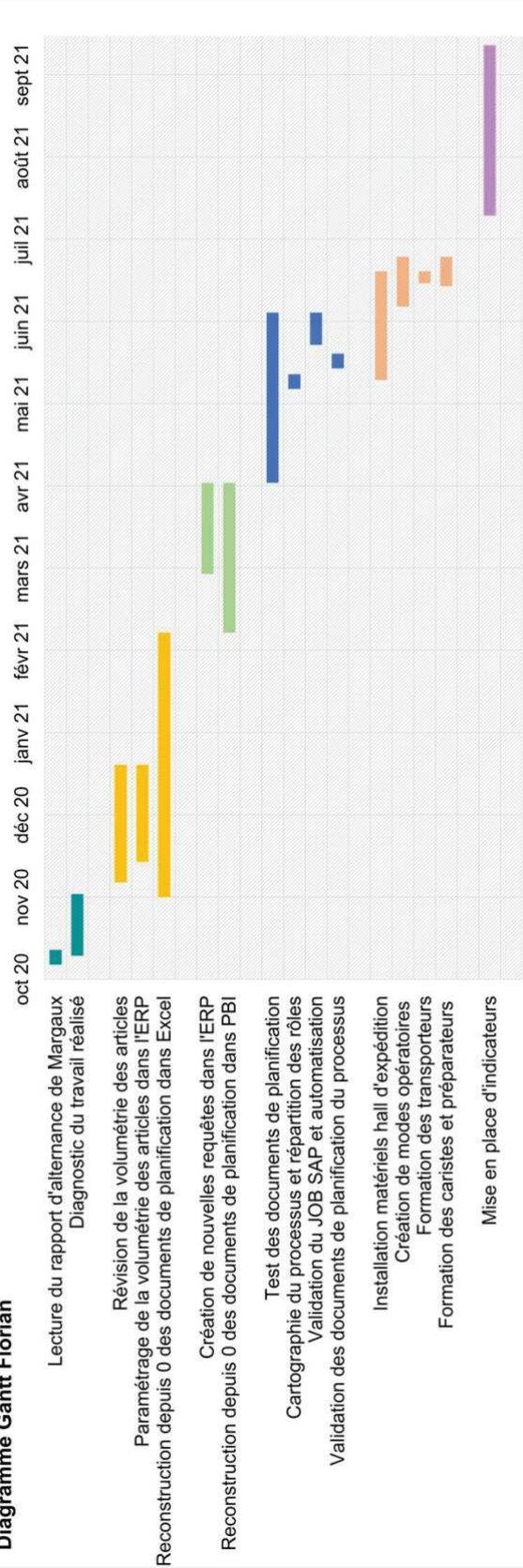
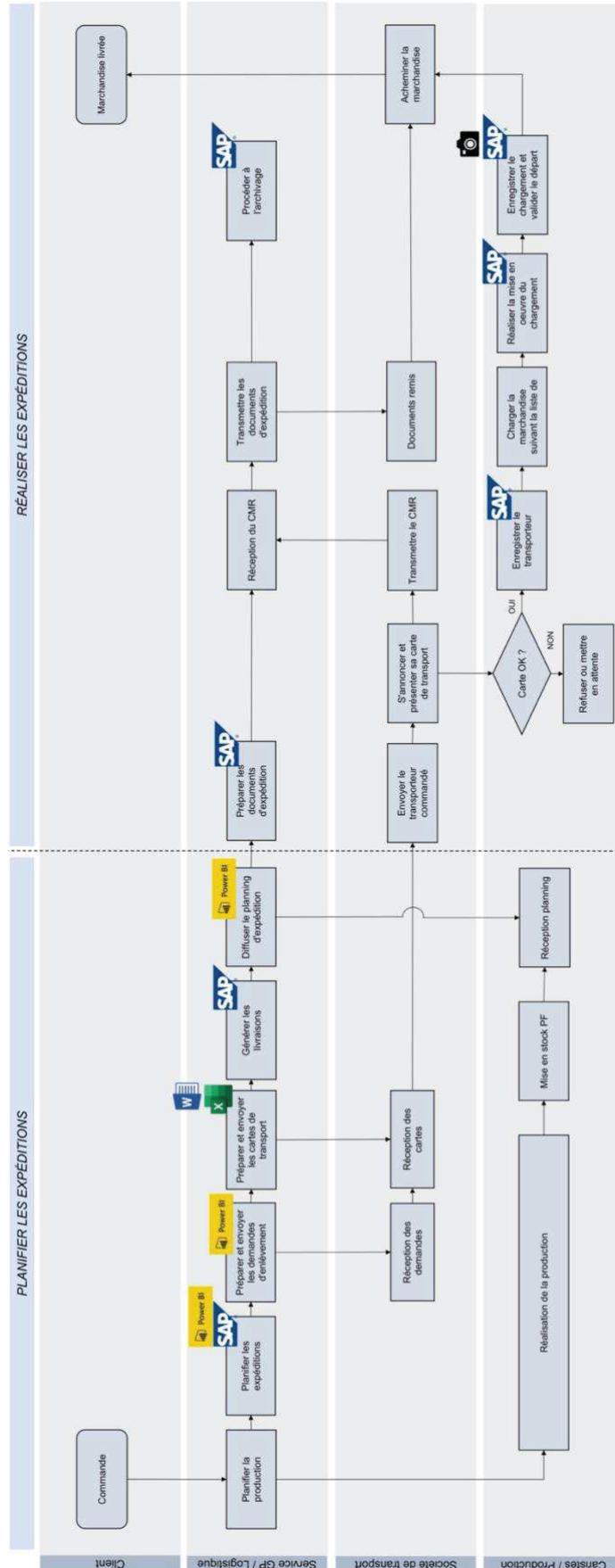


Diagramme Gantt Florian



Annexe 10 : Nouveau processus de planification/réalisation des expéditions



Bibliographie

- Andrieu, D. (2017). La complémentarité entre ERP et PLM : différences et intégration. *Product Lifecycle Management*.
<https://www.blogplm.com/2017/09/25/plm-et-erp/>
- Baglin, G., Lamouri, S., & Thomas, A. (2015). *Maîtriser les progiciels ERP* (Economica).
- Basl, J. (2018). Penetration of Industry 4.0 Principles into ERP Vendors' Products and Services | A Central European Study. In A. M. Tjoa, L.-R. Zheng, Z. Zou, M. Raffai, L. D. Xu, & N. M. Novak (Éds.), *Research and Practical Issues of Enterprise Information Systems* (Vol. 310, p. 81-90). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94845-4_8
- Bernard, S. (2018). *PDM vs PLM : définitions, usages et différences*. Visiativ Solutions. <https://www.visiativ-solutions.fr/pdm-vs-plm-definitions-differences/>
- Bernier, C., Bareil, C., & Rondeau, A. (2002). Transformer l'organisation par la mise en œuvre d'un ERP : une appropriation à trois niveaux. *Gestion*, 27(4), 24-33.
- Besson, P. (2016). Les ERP à l'épreuve de l'organisation. *Systemes d'information management*, 21(2), 17-47.
- Caggiano, A., & Teti, R. (2013). Modelling, analysis and improvement of mass and small batch production through advanced simulation tools. *Procedia CIRP*, 12, 426-431. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.09.073>
- Catlin, T., Scanlan, J., & Willmott, P. (2015). *Raising your Digital Quotient*. McKinsey. <https://www.mckinsey.com/business-functions/strategy-and-corporate-finance/our-insights/raising-your-digital-quotient#>

- Comment cadrer un projet MES en s'appuyant sur la norme ISA 95 ? (2019). *Quasar Solutions*. <https://www.quasar-solutions.fr/2019/06/25/comment-cadrer-un-projet-mes-en-sappuyant-sur-la-norme-isa-95/>
- Crête, D. (2017). *Comment atteindre la maturité numérique ?* [Webinaire]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=CL_X8OEOOPs
- Danjou, C., Rivest, L., & Pellerin, R. (2017). *Le passage au numérique : Industrie 4.0 : Des pistes pour aborder l'ère du numérique et de la connectivité*. CEFRIO. <https://espace2.etsmtl.ca/id/eprint/14934/1/le-passage-au-num%C3%A9rique.pdf>
- Deboutte, G. (2017). Trumpf avance pas à pas dans l'industrie 4.0. *L'Usine Nouvelle*. <https://www.usinenouvelle.com/article/trumpf-avance-pas-a-pas-dans-l-industrie-4-0.N517089>
- Deboutte, G. (2018). Trumpf à la pointe de l'industrie 4.0. *L'Usine Nouvelle*. <https://www.usinenouvelle.com/article/trumpf-a-la-pointe-de-l-industrie-4-0.N753994>
- Deniaud, I., Marmier, F., & Michalak, J.-L. (2020). Méthodologie et outil de diagnostic 4.0 : Définir sa stratégie de transition 4.0 pour le management de la chaîne logistique. *Logistique & Management*, 28(1), 4-17. <https://doi.org/10.1080/12507970.2019.1693914>
- Dudézert, A. (2018). II. La mise en œuvre de la transformation digitale. In *La transformation digitale des entreprises* (p. 57-83). La Découverte. <https://www-cairn-info.scd-rproxy.u-strasbg.fr/la-transformation-digitale-des-entreprises--9782348036019-page-57.htm>

- Durand, T. (2020). 10. Les systèmes d'information et l'entreprise numérique. In T. Durand, *Management d'entreprise 360° : Tous les principes et outils à connaître* (p. 293-316). Dunod. <https://www-cairn-info.scd-rproxy.u-strasbg.fr/management-d-entreprise-360--9782100805631-page-293.htm>
- Gamache, S. (2019). *Stratégies de mise en oeuvre de l'industrie 4.0 dans les petites et moyennes entreprises manufacturières québécoises* [Université du Québec à Chicoutimi]. https://constellation.uqac.ca/5125/1/Gamache_uqac_0862D_10562.pdf
- Grange, C., & Ricoul, S. (2017). Organisations : Quel est votre degré de maturité numérique ? *Gestion*, 42(1), 86-89.
- Hassani, A. (2020). *L'industrie 4.0 et les facteurs clés de succès de projet* [Université du Québec à Trois-Rivières]. <http://depote.uqtr.ca/id/eprint/9494/1/eprint9494.pdf>
- Hohmann, C. (2020). *La pyramide de l'automatisation (ISA 95)* [Vidéo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=JRoZuZ9zHJ8&list=RDCMUCJV9nMwk3WjlqSdRHbljPsQ&start_radio=1&rv=JRoZuZ9zHJ8&t=100
- Kohler, D., & Weisz, J.-D. (2018). Industrie 4.0, une révolution industrielle et sociétale. *Futuribles*, 424(3), 47-68.
- Legrenzi, C. (2015). Informatique, numérique et système d'information : Définitions, périmètres, enjeux économiques. *Vie sciences de l'entreprise*, 200(2), 49-76.
- Lyonnet, B., Senkel, M.-P., & Clamens, S. (2019). Chapitre 4. Les systèmes d'information et outils collaboratifs. In *Supply chain management* (p. 109-131). Dunod. <https://www-cairn-info.scd-rproxy.u-strasbg.fr/supply-chain-management--9782100788668-page-109.htm>

Markus, L., & Tanis, C. (2000). The Enterprise System Experience | From Adoption to Success. In R. W. Zmud, *Framing the domains of IT management : Projecting the Future Through the Past* (p. 173-207).

<http://pro.unibz.it/staff/ascime/documents/ERP%20paper.pdf>

Maturité. (2021). In *Larousse*.

<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/maturit%C3%A9/49925>

Merminod, V., Mothe, C., & Rowe, F. (2009). Effets de Product Lifecycle Management sur la fiabilité et la productivité : Une comparaison entre deux contextes de développement produit. *Management*, 12(4), 294-331.

MES et ERP, comment les faire collaborer ? (2018). Ordinal Software.

<http://www.ordinal.fr/fr/mes-et-erp-comment-les-faire-collaborer.htm>

Mettler, T. (2011). Maturity Assessment Models : A Design Science Research Approach. *International Journal of Society Systems Science*, 3, 81-98.

<https://doi.org/10.1504/IJSSS.2011.038934>

Meynlé, T., Benzakour, S.-E., Grégoire, J., & Auberger, G. (2017). *21 clés pour activer la transformation numérique de votre entreprise : Vous n'arrêterez pas la vague, apprenez à la surfer*. Eyrolles. <https://unistra-scholarvox-com.scd-rproxy.u-strasbg.fr/book/88840517>

Millet, P.-A. (2008). *Une étude de l'intégration organisationnelle et informationnelle : Application aux systèmes d'informations de type ERP* [Institut National des Sciences Appliquées de Lyon]. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00343560/document>

- Ogwell, V. (2016). SAP HANA Will Be the “Brains” of New IoT and Industry 4.0 Offerings from PTC, Bosch and Siemens. *Engineering.com*.
<https://www.engineering.com/story/sap-hana-will-be-the-brains-of-new-iot-and-industry-40-offerings-from-ptc-bosch-and-siemens>
- Pellerin, R., Rivest, L., & Danjou, C. (2016). *Prendre part à la révolution manufacturière ? Du rattrapage technologique à l'Industrie 4.0 chez les PME*. CEFRIO. <https://espace2.etsmtl.ca/id/eprint/14578/1/Prendre-part-%C3%A0-la-r%C3%A9volution-manufacturi%C3%A8re-Du-rattrapage-technologique-%C3%A0-l%E2%80%99Industrie-4.0-chez-les-PME.pdf>
- PLM et ERP : Leurs rôles respectifs dans les processus de fabrication modernes*. (2020). Parametric Technology Corporation (PTC).
<https://resources.enterprisetalk.com/ebook/PTC-FR-10.pdf>
- Produits TRUMPF*. (2021). Trumpf GmbH + Co. KG. https://www.trumpf.com/fr_FR/
- Roser, C. (2015). A Critical Look at Industry 4.0. *AllAboutLean*.
<https://www.allaboutlean.com/industry-4-0/>
- SCADA and MES : le secret des pyramides*. (2018). Ordinal Software.
<http://www.ordinal.fr/en/scada-and-mes-the-pyramids-secret.htm>
- Sorin, P., Cosmin, S., & Mircea-Florin, V. (2016). *Implications of a consistency-oriented sync API in an ERP to cloud integration library—A case study*. 43-46.
<https://doi.org/10.1109/ISETC.2016.7781053>
- Tassin, P. (2010). *Systèmes d'information et développement durable : Économie, société et environnement*. Lavoisier.

- Trigaux, J.-C. (2009). *Master Data Management : Mise en place d'un référentiel de données*. Smals.
https://www.smalsresearch.be/download/research_reports/deliverable/MDMReport_FR_Final_29-12-09.pdf
- Visiativ. (2015). *Le PLM en 5 minutes* [Vidéo]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=x5JDNz5IXQ8>
- Vivier, E., & Ducrey, V. (2019). *Le guide de la transformation digitale : La méthode en 6 chantiers pour réussir votre transformation !* Eyrolles. <https://unistra-scholarvox-com.scd-rproxy.u-strasbg.fr/book/88865321>
- Westerman, G., Tannou, M., Bonnet, D., Ferraris, P., & McAfee, A. (2017). *The Digital Advantage : How digital leaders outperform their peers in every industry*. Capgemini Consulting. https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2017/07/The_Digital_Advantage__How_Digital_Leaders_Outperform_their_Peers_in_Every_Industry.pdf
- Yue, X., Cai, H., Yan, H., Zou, C., & Zhou, K. (2015). Cloud-assisted industrial cyber-physical systems : An insight. *Microprocessors and Microsystems*, 39(8), 1262-1270. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2015.08.013>