

2024

Rapport d'Alternance La Poste

IUT de Chartres – BUT Génie Électrique et
Informatique Industrielle



Réalisé par : Adrien CHAMPION

**Maîtres d'apprentissage : M. Mickaël
PICHOT et M. Stéphane GANDOUIN**

**Lieu : La Poste – Branche BSCC –
Direction Technique**

**Période d'apprentissage : du
01/09/2023 au 31/08/2025**



12/06/2024

Sommaire

1. Remerciements	3
2. Présentation générale du Groupe La Poste.....	4
2.1. Historique	4
2.2. Présentation de La Poste.....	5
2.2.1. Présentation des missions du Groupe.....	5
2.2.2. Les nouveaux défis du Groupe la Poste.....	5
2.2.3. Présentation de l'organigramme actuel du Groupe La Poste	6
2.2.4. Le Groupe La Poste en chiffres et en image.....	8
3. Présentation de mon entité	9
3.1 Situation Géographique	11
4. Mes Missions au sein de la Direction Technique	12
4.1 Contexte du projet	12
4.2 Méthodologie et dates d'échéance.....	16
4.3 Pré-étude énergétique du parc industriel.....	19
4.3.1 La MTP (Machine de Tri Préparatoire)	21
4.3.2 La TTF Mars V2 (Tri Tournée Facteur)	23
4.3.3 L'ensemble TCC (transitique, anneau et convoyeurs).....	26
4.4 Améliorations généralistes.....	30
4.4.1 Facteur de Puissance et Puissance déformante.....	30
4.4.2 Cause et Impact des Harmoniques sur le réseau électrique.....	34
4.4.3 Déséquilibre de Tension en Triphasé	35
4.4.4 Paramétrage des cartes de commandes.....	36
4.5 Projet de motorisation « Nord Réducteur ».....	38
4.5.1 Norme CEI/EN 30034-30.1 et classes de rendements.....	38
4.5.2 Rendements Théoriques par classe.....	39
5 Difficultés rencontrées	44
6 Conclusion de mon alternance.....	45
7. Bibliographie.....	46



1. Remerciements

Au terme de cette année d'alternance enrichissante, j'exprime ma profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de ce projet. Un merci particulier à M. Mickaël PICHOT, expert TCC et pilote de projet, dont les orientations précises ont été essentielles à mon apprentissage. Je suis également reconnaissant envers M. Stéphane GANDOUIN, responsable du pôle et mon maître d'apprentissage, pour son regard extérieur précieux qui a permis de recentrer le projet et pour son soutien dans les démarches administratives. M. Vincent COURTIOL mérite aussi une mention spéciale pour sa capacité à saisir rapidement les enjeux et à prendre la relève efficacement.

Je remercie chaleureusement M. Pascal MARCELLI, expert en énergie, pour son aide et ses conseils avisés qui ont facilité le bon déroulement de mon projet. L'équipe pédagogique GEII de l'IUT de Chartres et mon tuteur universitaire, M. SEKKO, ont joué un rôle crucial en m'orientant avec une approche pédagogique rigoureuse et adaptée.

Mes collègues du pôle « Compétences des Equipements Transitiqus et Marchandises » ont été particulièrement accueillants et ont grandement facilité mon intégration. Ils m'ont offert leur soutien constant, partageant généreusement leur temps, leurs connaissances et leur expertise technique dans divers domaines techniques comme Vincent GUERIN anciennement formateur la machine de tri Préparatoire MTP qui a su m'expliquer son fonctionnement, ou encore Ludovic PRADEILLES qui m'a permis d'obtenir les plans techniques du site de Wissous, ce qui a été indispensable à mon développement professionnel.

Je tiens à souligner l'engagement de La Poste dans la formation des jeunes, une entreprise qui place la confiance et le soutien à l'éducation au cœur de ses valeurs. Cette expérience m'a permis non seulement de comprendre en profondeur le métier, mais aussi d'évaluer ses défis et avantages, enrichissant ainsi ma vision du secteur.

Je suis immensément reconnaissant pour la confiance et la patience que chacun a investies en moi, et je garde de cette période des leçons qui me guideront dans ma future carrière.

2. Présentation générale du Groupe La Poste

2.1. Historique

L'histoire de La Poste a débuté en 1477, lors de la création de relais de poste par Louis XI. Il souhaitait obtenir des informations capitales concernant son royaume, et ce, le plus rapidement possible. Ainsi, il créa la « poste aux chevaux ».

Par la suite, le service postal tend à se développer. Au XVI^{ème} siècle, les particuliers peuvent envoyer et recevoir du courrier et les premiers bureaux de postes sont construits. L'invention du timbre-poste en 1849 révolutionne le système postal. En effet, avant cette invention, le destinataire réglait le coût du transport lorsqu'il recevait une lettre.

A la fin du XIX^{ème} siècle, l'ensemble du territoire est relié, formant ainsi un seul territoire postal pour l'échange des correspondances. Il s'en suit la création des chèques postaux, ainsi que la codification des adresses postales qui ont grandement favorisé le développement du Groupe.

En 1879 est créé le **premier ministère des Postes et Télégraphes (PT)**.

A partir de 1930, cette administration constitue à nouveau un département ministériel autonome, sous l'appellation de **ministère des Postes, Télégraphes et Téléphones (PTT)**.

En 1959 l'institution est nommée **Postes et Télécommunications** ; le sigle PTT est néanmoins conservé.

En 1991 la Poste est créée suite à la transformation de l'institution PTT. Au fur et à mesure des réformes de l'état, l'institution PTT s'est transformée en 2 sociétés de service public : France Telecom en 1988 et La Poste en 1991 et ainsi que des organismes de régulation.

La Poste, qui est une administration, devient alors un exploitant autonome du droit public.

La Figure 1 représente les différentes étapes de la création du groupe La Poste.



Figure 1- La Poste à travers les dates clés de son Histoire

2.2. Présentation de La Poste

2.2.1. Présentation des missions du Groupe

Le Groupe assume quatre missions de service public, ces missions sont détaillées dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 Missions principales de La Poste

Représentation de la mission	Intitulé de la mission	Informations supplémentaires
	Service universel du courrier	- Sur tout le territoire 6 jours/7 - total de 18 milliards d'objets délivrés par an dans le monde
	Aménagement du territoire-présence postale	17 000 points de contact en France ; agences postales communales et relais poste commerçants 90% de la population de chaque département doit être à moins de 5 km et 20 minutes de trajet du point de contact le plus proche.
	Accessibilité bancaire	La Banque Postale est tenue d'ouvrir un livret A à toute personne physique en faisant la demande.
	Diffusion et transport de la presse	Accord de tarifs privilégiés aux éditeurs pour une qualité de service définie par l'Etat.

2.2.2. Les nouveaux défis du Groupe la Poste

Ces dernières années, le Groupe La Poste tend à se moderniser à travers le numérique car le Groupe voit son activité historique changer très fortement : les volumes de courrier diminuent sans cesse. Pour information, le courrier constitue environ 22% du chiffre d'affaires total du Groupe (voir figure 3), et diminue de 7 à 10% par an depuis l'année 2010 (en volume). Il faut donc que le Groupe puisse faire face à cette nouvelle ère sans pour autant changer son rôle d'acteur d'hyper proximité.

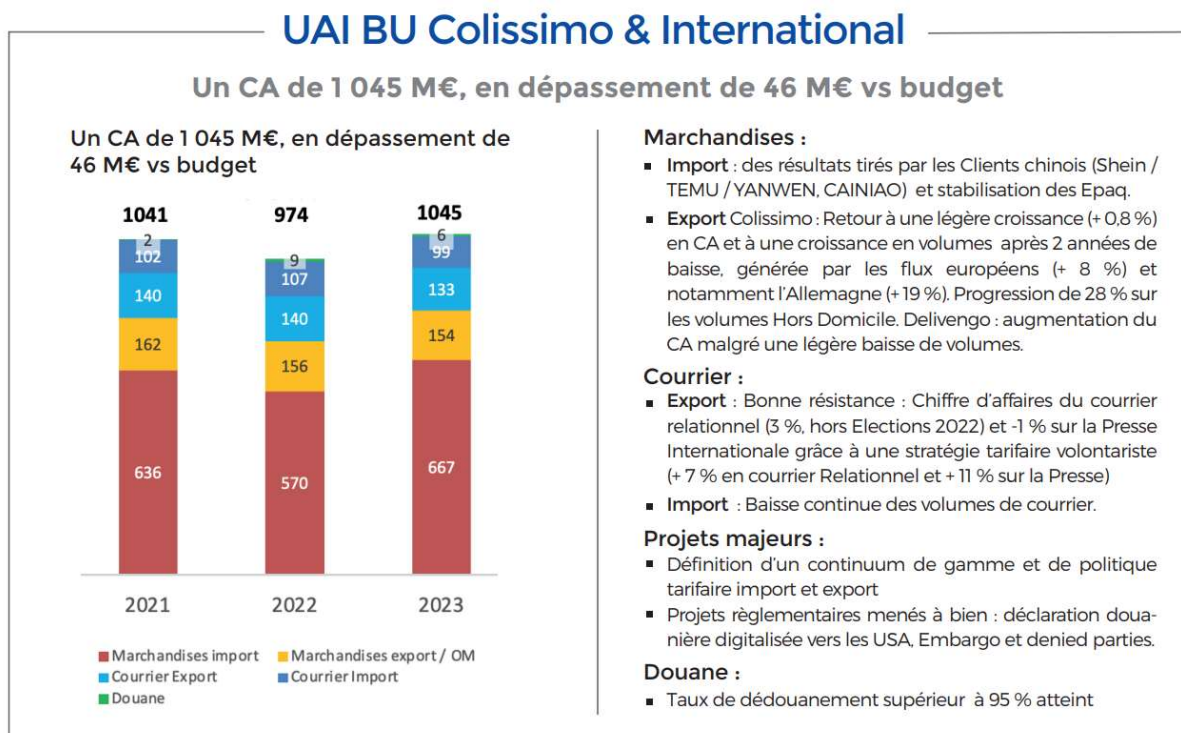


Figure 3 – répartition du chiffre d'affaire au sein de la BSCC

La Poste explore activement plusieurs avenues pour renforcer et diversifier ses activités. L'introduction de nouveaux services par les facteurs et le développement de La Poste Mobile sont des exemples de cette diversification. Dans le cadre de notre stratégie 'La Poste 2030 : engagée pour vous !', nous nous efforçons de consolider notre position de leader dans les services de proximité. Ces initiatives s'inscrivent dans notre ambition de devenir un groupe multi-métiers, capable de répondre efficacement aux besoins évolutifs de nos clients tout en assurant une croissance durable.

2.2.3. Présentation de l'organigramme actuel du Groupe La Poste

Le Groupe La Poste est divisé en cinq branches (voir Figure 4).

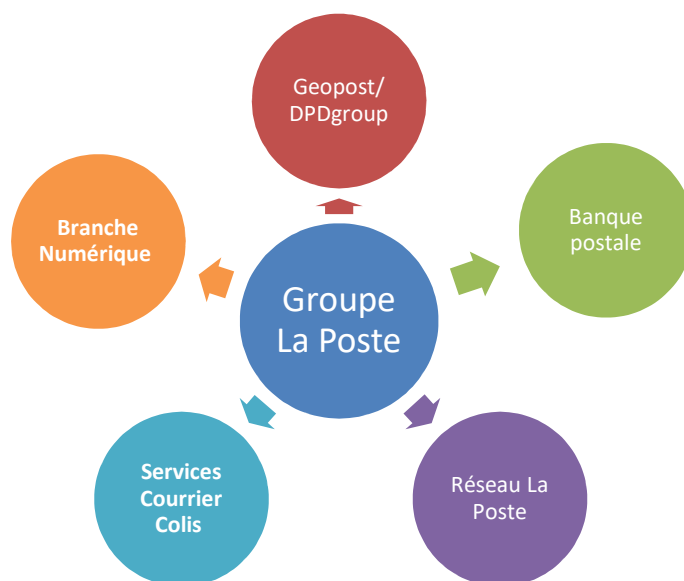


Figure 4- Les cinq branches du groupe La Poste

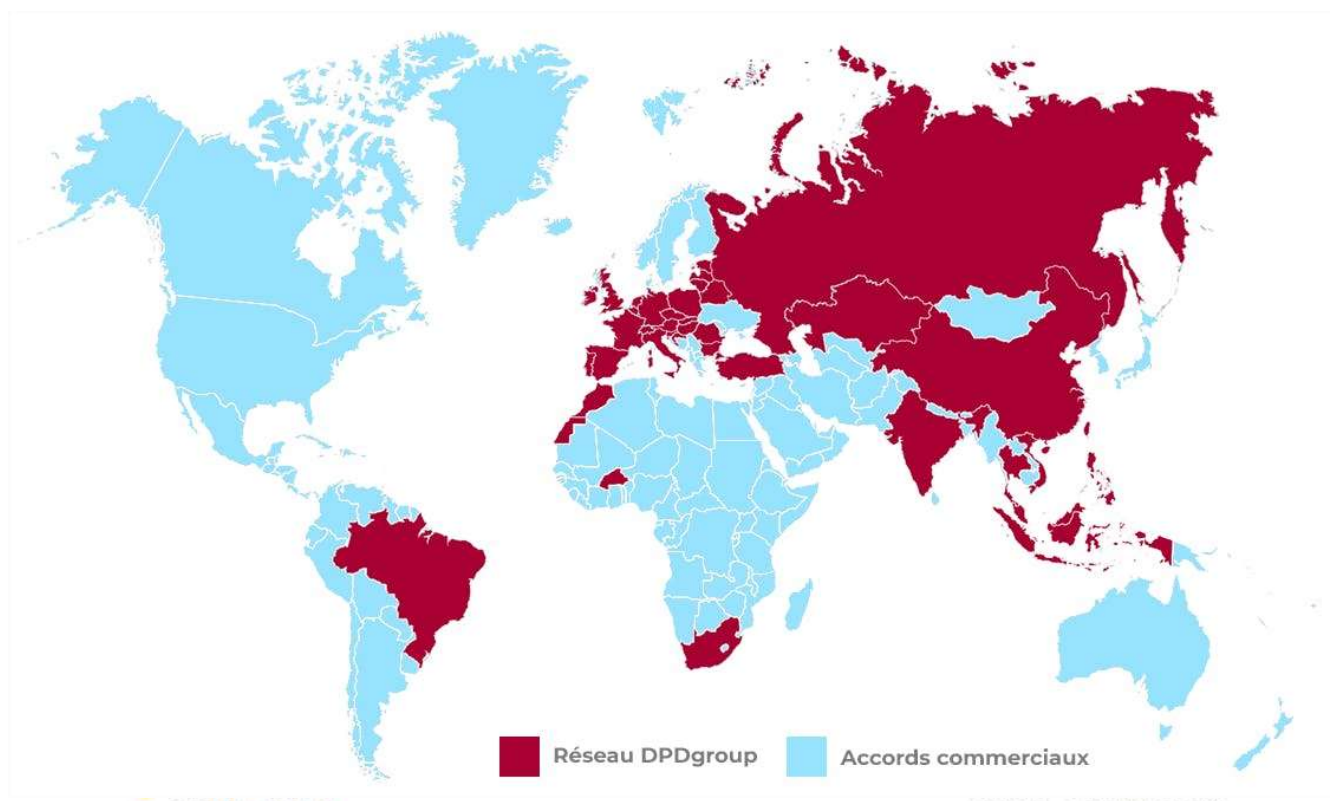
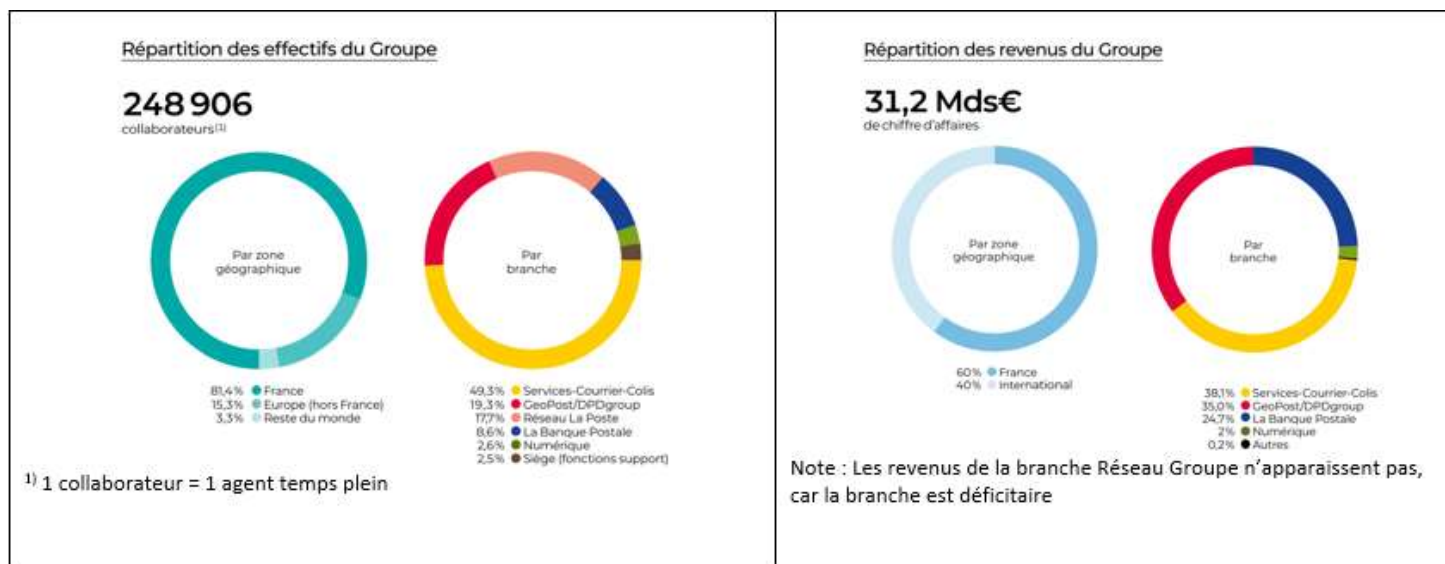
- **Géopost / DPDgroup** : Regroupe toutes les filiales françaises et étrangères du Groupe La Poste en matière de livraison express de colis de moins de 30 kg. La livraison est au maximum faite en J+1 avant 18h. Géopost / DPGroup est actif dans plus de 49 pays dans le monde via ses filiales (DPD, ChronoPOST, et BRT).
- **Banque Postale** : Elle est filiale à 100 % du groupe La Poste. Elle propose une gamme complète de produits et service de banque et d'assurance.
- **Réseau La Poste** : 1^{er} réseau de proximité humain en France avec près de 17 000 points de contact (bureaux de poste, relais poste commerçants). Le Réseau La Poste propose des offres et services du Groupe utiles aux projets de ses clients et au développement économique des territoires.
- **Services Courrier Colis** : Regroupe les activités du courrier et est le deuxième opérateur postal européen. La Branche développe de nouveaux services de proximité pour les entreprises, les collectivités, les particuliers en s'appuyant sur 65 000 facteurs (ex : pour palier la baisse inéluctable du courrier, les facteurs sont amenés à effectuer des diagnostics énergétiques des habitations de certains particuliers).
- **Branche Numérique** : A été créée pour faire face à la diminution massive du courrier/colis. Elle permet ainsi de diversifier son offre de services. Le Groupe a de nombreux partenariats avec des PME et start-up innovantes.

2.2.4. Le Groupe La Poste en chiffres et en image

La figure 5 suivante montre :

- la répartition des effectifs du groupe La POSTE par branches
- la répartition du chiffre d'affaire du groupe La POSTE par branches
- la représentation des activités du groupe La POSTE dans le monde.

Figure 5- Le groupe La Poste en quelques chiffres



Présence du groupe La Poste à l'international en 2023

En 2019, le groupe La POSTE était troisième dans le classement des 20 plus importantes entreprises françaises, selon le nombre d'employés (données issues du site STATISTA).

Son chiffre d'affaire est en constante augmentation ces dernières années, cependant la Branche « le Réseau » est déficitaire. 40% de son chiffre d'affaire se fait à l'international.

Le Groupe La Poste est présent dans 49 pays dans le monde dont 26 en Europe.

3. Présentation de mon entité

J'ai effectué mon alternance au sein de la Direction Technique dans la Branche Service Courrier-Colis. (Voir figure 6).

Au sein de la Direction Technique (Voir figure7) je suis affecté à la Direction des Equipements de Tri.

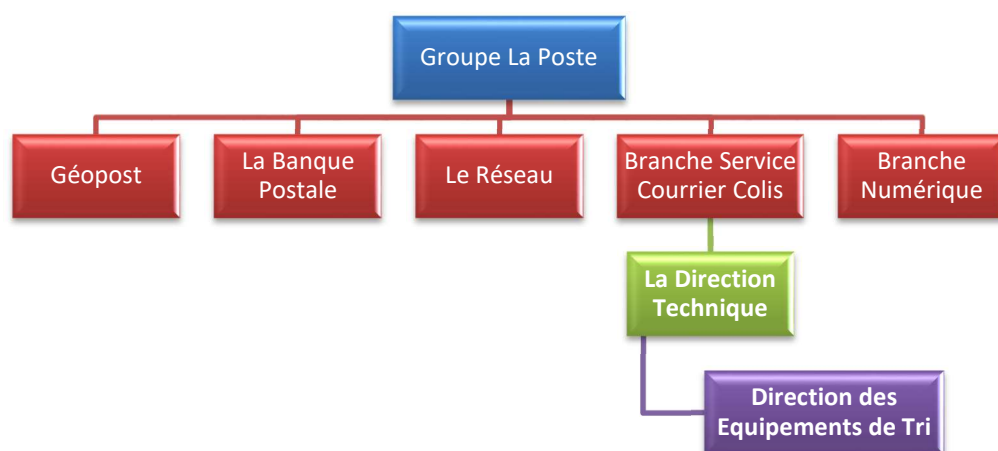


Figure 6- Positionnement de mon entité dans l'organigramme du Groupe La Poste

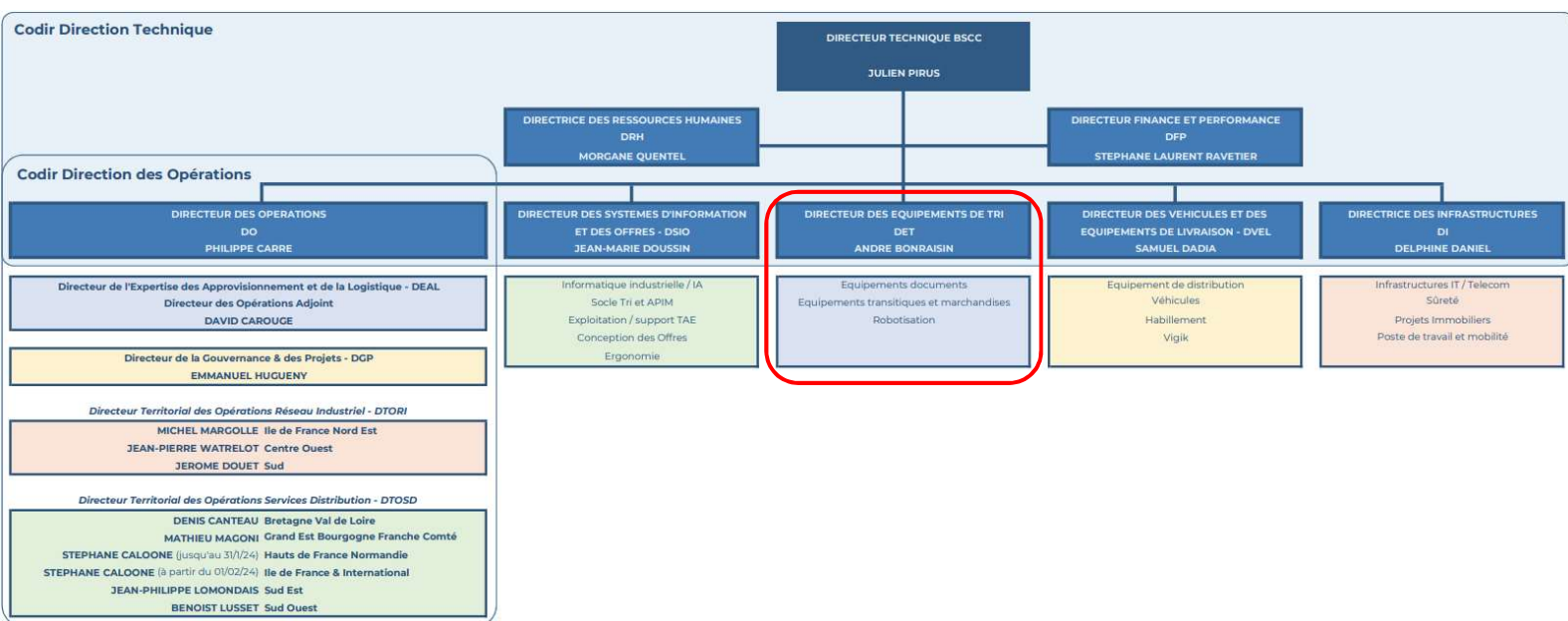
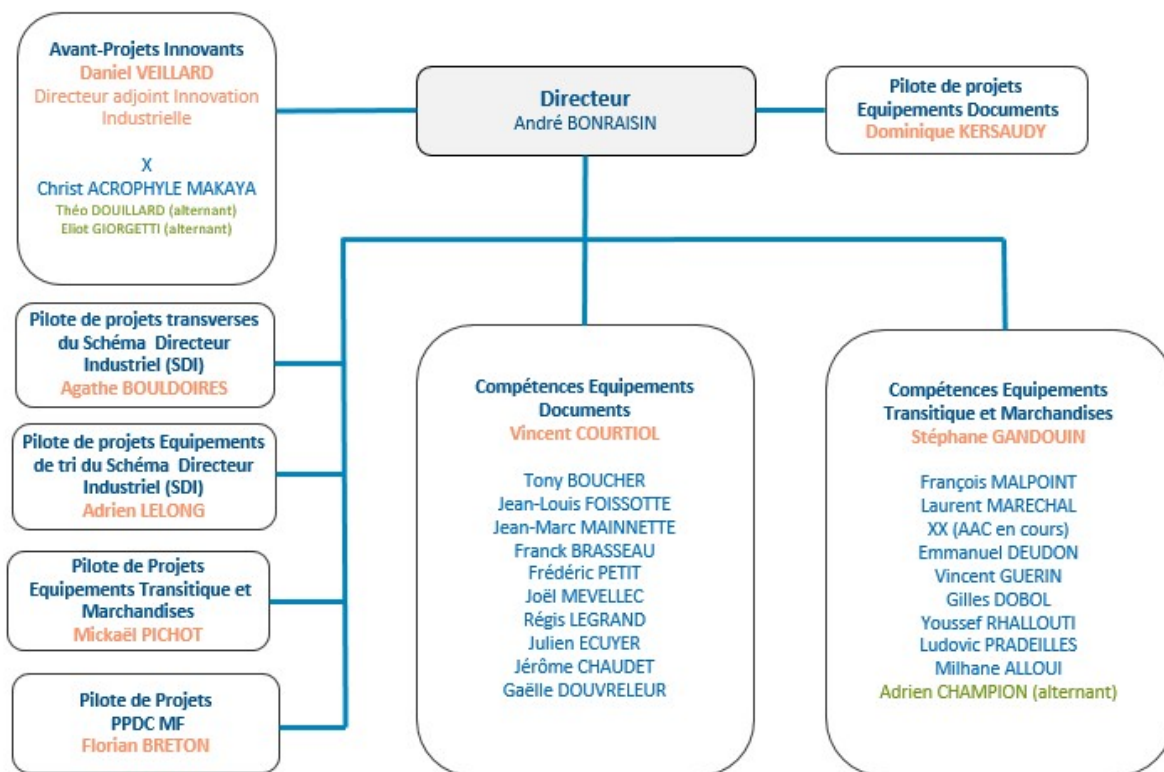


Figure 7- Organigramme de La Direction Technique

L'organigramme de la Direction des Equipements de Tri est donné ci-dessous (Voir figure 8). Mon alternance a été effectuée au sein de l'équipe de M. GANDOUIN Stéphane Responsable du pôle « Compétences Equipements Transitique & Marchandises » mais j'ai aussi beaucoup travaillé avec M. PICHOT Mickaël pilote des projets « Equipements Transitique et Marchandises ». Tous deux sont mes maitres de stage.



Mis à jour au 1^{er} février 2024

Figure 8- Organigramme de la Direction des Equipements de Tri

3.1 Situation Géographique

J'ai effectué mon alternance sur le site de la Direction Technique situé au 58 Rue de Reverdy à Chartres, Centre-Val de Loire (Voir Figure 9)

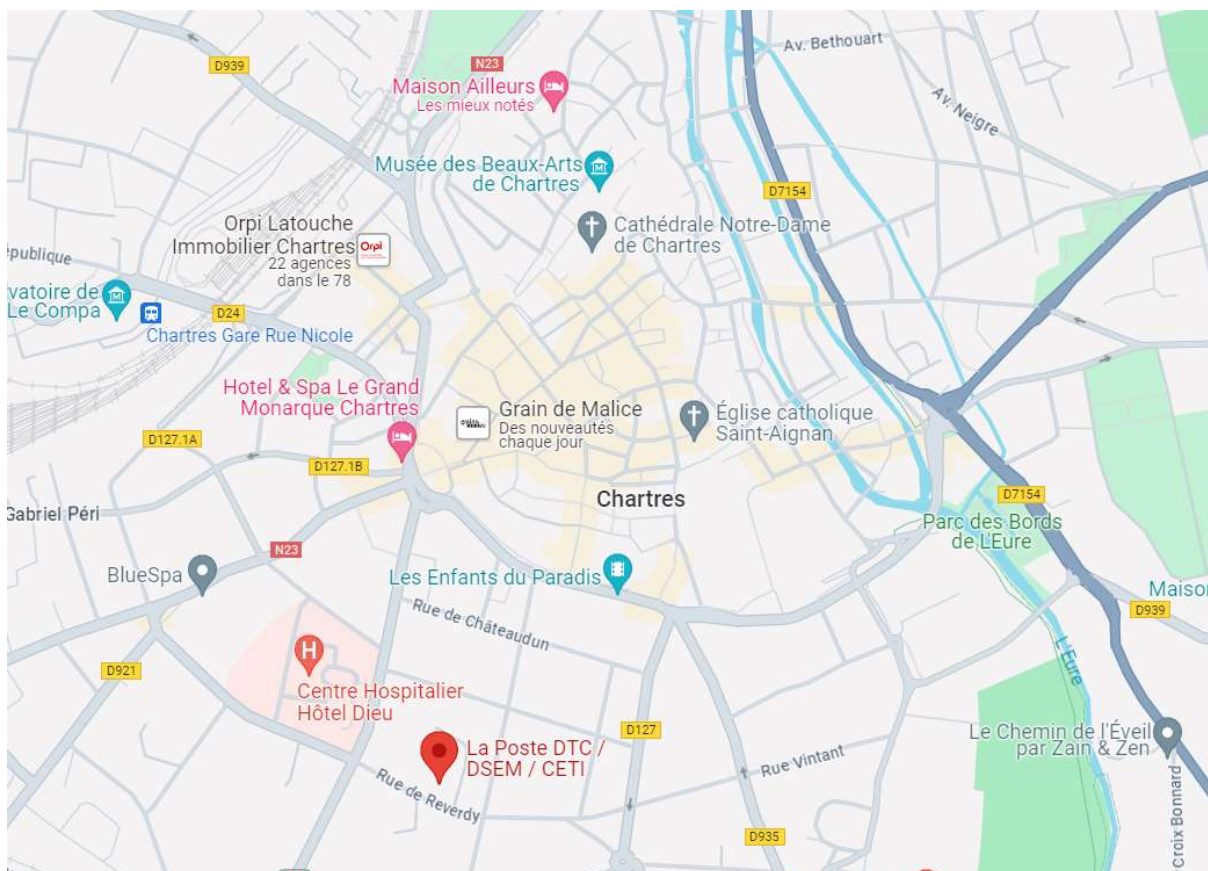


Figure 9 – Site de la direction Technique de Chartres

Ce choix géographique peut être expliqué par la présence nationale de la Direction Technique et de ses champs d'actions, en effet il est possible de se déplacer en moins de 2 heures en voiture sur les plus gros sites de tri et de transport d'Île de France, tout en ayant accès facilement au Transport par voie ferroviaire, réduisant l'impact Carbone des déplacements et les contraintes de temps associées en accord avec les objectifs RSE au sein de La Poste (Voir figure 10)

Pilotage des coûts véhicules et suivi des coûts immobilier (NRJ) pour la BSCC

- 2,5 % de la consommation en carburant des véhicules interne Courrier(entre 2022 et 2023)

- 5 % d'émissions de CO₂ sur l'année 2023 vs année 2022 sur les véhicules BSCC

+ 6 % de dépenses sur le total des charges véhicules BSCC (entre 2022 et 2023)

993,4 K € d'économies réalisées sur la facture énergétique des bâtiments BSCC

Figure 10 – Résultats RSE de 2023 de la Direction Technique

4. Mes Missions au sein de la Direction Technique

4.1 Contexte du projet

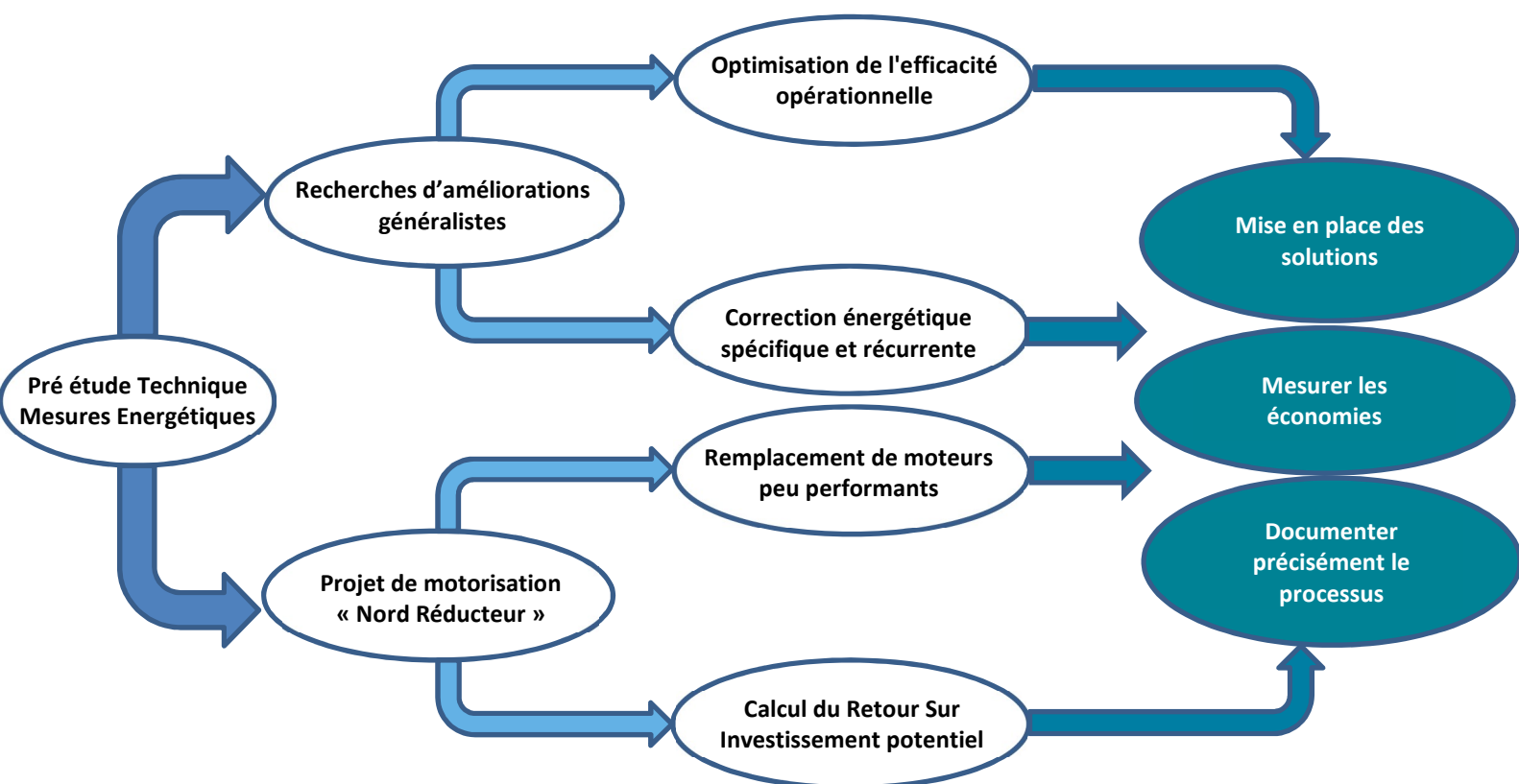


Figure 11 – Organigramme du processus de réalisation des missions

Ma mission principale, axée sur la **réduction des consommations énergétiques** et la sobriété énergétique, a été structurée en deux grandes parties : identifier deux types de solutions techniques applicables aux sites industriels. Cette organisation vise à **faire face à l'inflation** des coûts due à des crises telles que la pandémie de COVID-19 et les conflits géopolitiques, réduire les charges afin d'améliorer la rentabilité (coût de traitement) et anticiper ou gérer l'obsolescence.

- **Les améliorations dites « généralistes »** consistent à optimiser le processus en identifiant des sources de consommation parfois invisibles pendant le déroulement de celui-ci. Cela va de l'analyse de composants spécifiques du processus à **l'étude de son fonctionnement** pour optimiser les périodes de consommation élevée. L'objectif de cette catégorie est de réduire légèrement les consommations pour des **coûts très bas, voire nuls**, par le réglage des cartes de contrôle. Cela inclut également l'arrêt des machines lorsqu'elles ne sont pas utilisées et la correction des défauts d'obsolescence de certains appareils qui ne redémarrent plus après avoir été éteints.

- **Le projet "Nord Réducteur"** vise la réduction de la consommation énergétique liée aux moteurs sous-performant. Il implique un partenariat avec la Direction Infrastructure (DI) pour **l'installation d'un analyseur de réseau électrique**. Ce projet consiste à identifier les **surdimensionnements éventuels** et à améliorer la classe énergétique des moteurs afin d'obtenir un rendement supérieur. L'analyse de flux pour repérer les moteurs à utilisation élevée (notamment ceux impliqués dans le transport de caissettes de courrier BAK) est un élément clé de cette initiative.

Ces deux axes ne peuvent être mis en œuvre efficacement qu'à travers une **gestion en mode projet**, structurée en plusieurs phases clés pour garantir une approche rigoureuse et mesurable. Tout d'abord, **l'acculturation et la montée en compétences** sur l'équipement de tri, fut nécessaire en particulier la transitique et l'anneau de tri TCC, ont été prioritaires. Ceci a été suivi par une phase d'étude et d'analyse approfondie, ainsi qu'une **collecte de données exhaustive**. Sur la base de ces données, des **propositions de scénarios de test sur site seront été élaborées**, permettant par la suite un calcul du retour sur investissement (ROI) pour chaque scénario. Après validation, **un pilote pourra être déployé**, permettant d'observer les résultats en conditions réelles et de réaliser un retour d'expérience (Retex) détaillé. Finalement, la décision de déploiement pourra être prise, concluant ainsi le processus de gestion de projet.

Dans le contexte des réductions de consommations énergétiques et de réduction du rejet de gaz à effet de serre, La Poste a fixé comme objectif majeur de **réduire de 30%** ses émissions de gaz à effet de serre d'ici 2025 et de **90%** d'ici 2040, cela inclue la transition des voitures thermiques vers l'électrique, réductions des consommations du chauffage ou dans le cas de ma mission, optimiser l'efficacité énergétique du processus industriel. En parallèle les **prix de l'énergie sont en constante augmentation** (voir figure 12), comparativement à 2019, on constate que le prix a triplé en 2022, et les efforts de réductions ont alors une portée double, une dimension écologique mais aussi économique.



Évolution des prix de l'électricité pour les professionnels et entreprises (base 1 000 au T4 2019)



Figure 12 – Augmentation des prix de l'électricité

Aucune étude énergétique n'avait jamais été réalisée auparavant sur le processus industriel des sites courrier permettant alors au projet de définir un point d'étape pouvant servir de base à d'autres projets énergétiques sur site avec des éléments clés tel que les consommations sur site et l'apport d'une expertise technique pour identifier des zones de consommations non explicites.

Ainsi le Projet ciblera les Plateformes Industrielles Courrier, les PIC, contenant un **parc machine très varié**, et un processus interne uniformisé sur les sites au national (voir Figure 13), à ça vient s'ajouter, la transitique sur site, constituée de plusieurs sous éléments appelés convoyeurs, au sein de La Poste elle prend le nom de TCC, et peut parfois s'étendre sur plusieurs kilomètres.

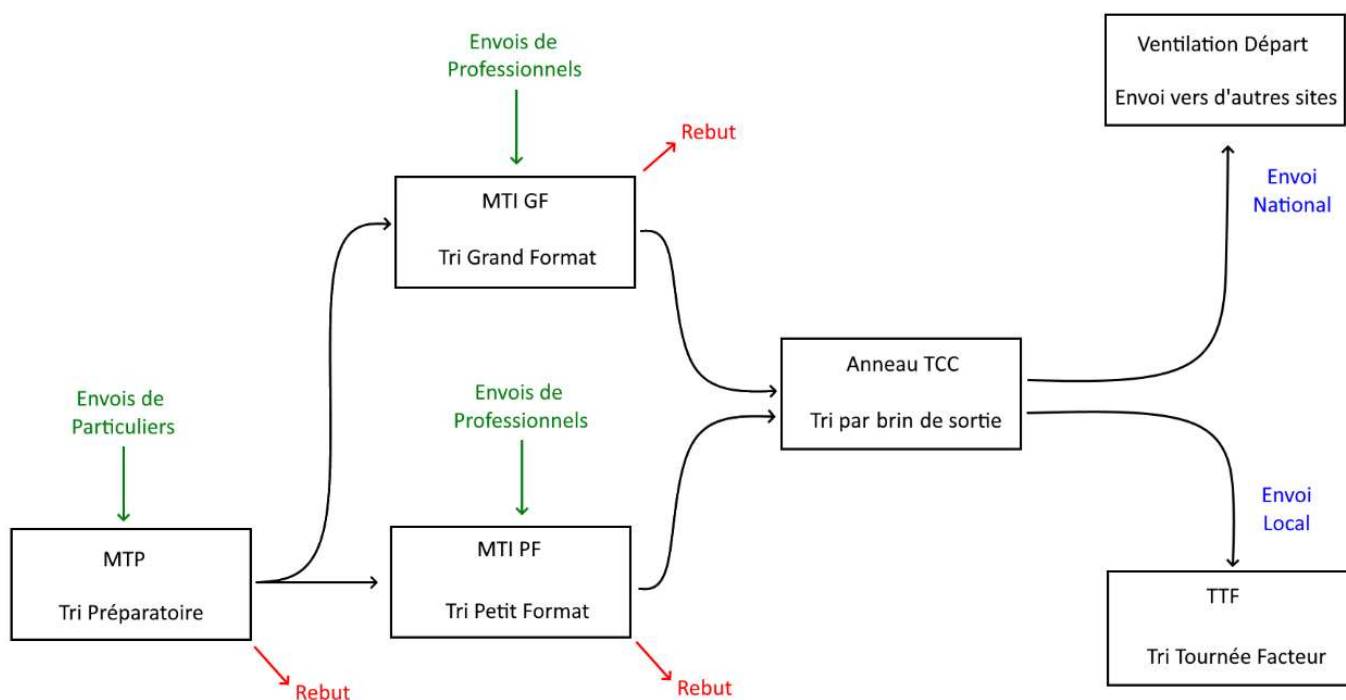


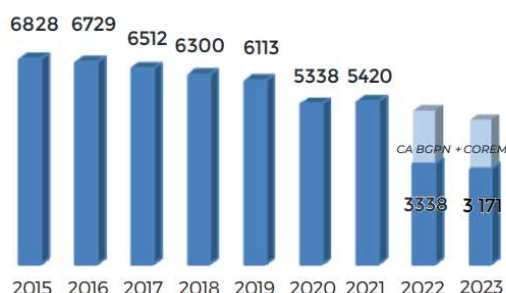
Figure 13 – Fonctionnement Interne uniformisé de la PIC

Le critère décisif du projet est le ROI, Retour sur Investissement du projet, en effet comme indiqué en partie 2.2.2, le flux de courrier à la Poste est en **baisse constante** et les bénéfices apportés par cette activité suivent une **baisse moyenne de 7%** par an (en 2024 le chiffre d'affaire courrier représente seulement 15% du chiffre d'affaire global de l'entreprise) dans ce contexte incertain, les investissements d'améliorations énergétiques sur les lignes courrier **sont difficiles à réaliser**, car ils correspondent à un engagement, et sont grandement impactés par le flux de courrier.

COURRIER RELATIONNEL

Lancement réussi de NGC

Évolution du CA (en M€)



Faits marquants et projets majeurs :

- Baisse des volumes entreprises et grand public de - 10 % vs 2022.
- CA légèrement en retrait du budget avec :
 - baisse des volumes de Courrier industriel de -7,9 % en contreperformance de la belle année 2022 marquée par de nombreuses campagnes exceptionnelles qui ont été beaucoup moins nombreuses en 2023 ;
 - courrier MA toujours très impacté par la baisse d'activité des entreprises (volumes en baisse de - 17,4 % vs 2022) ;
 - très bonne résistance de la Lettre Recommandée avec une baisse de volumes limitée à -1,9 %.
- Lancement réussi de la nouvelle gamme Courrier auprès des entreprises :
 - les clients se sont massivement reportés sur les offres en J+3 avec un faible taux de réclamation ;
 - les nouvelles offres en J+2 (la lettre performance, le G2) ont représenté 2 % des volumes totaux.
- Intensification du déploiement de l'offre Courrier Industriel Premium, avec près de 600 millions de plis déposés en 2023 (+ 74 % vs 2022),
- Poursuite de la refonte de la gamme LR : lancement en 2023 de la LR Liberté.
- Lancement du projet d'évolution du SI facturation avec la bascule de premières gammes sur Factura en 2023.

Figure 14– Résultats en chiffre d'affaire de la partie Courrier de la branche BSCC

Pour autant et en exemple, la stratégie du groupe est de **continuer à investir dans son outil industriel**, pour assurer aux machines et équipements une longévité maximale, comme par exemple les projets de gestion d'obsolescence importants comme le **Projet Toshiba MTP Refresh**, un **investissement de 13M€** ; avec un programme de déploiement sur 30 machines en 3 mois ; mise en production prévue pour octobre 2025. Investissement nécessaire malgré la baisse du flux prévue de 15% en 2025 et la **réduction de 110 à 48 machines** sur le plan national en 20 ans, malgré un programme de récupération de pièces détachées organisé pour un réemploi, la continuité de service du constructeur Toshiba sur les réparations sur cet équipement industriel ne sera **plus prise en charge en 2026**, faute de composants électroniques et/ou équivalence sur le marché obligeant ce coûteux projet de remise à niveau, et permettant à ces machines de continuer la production sur plusieurs années.

C'est dans cette démarche que s'inscrit mon projet de sobriété énergétique, visant à **réduire les coûts de production** sur ce type d'installation industrielle, la Plateforme Industrielle du Courrier. Malgré les budgets serrés, le groupe La Poste a alloué **des budgets d'étude** pour des alternants et stagiaires, témoignant de leur engagement à investir dans l'avenir même pour des projets complexes qui, autrement, nécessiteraient peut-être plus de temps et une expertise projet sénior. L'objectif défini est, à minima, de tenter **d'obtenir un ROI de 2 à 3 ans maximum**.

4.2 Méthodologie et dates d'échéance

Pour assurer cet objectif plusieurs éléments sont nécessaires d'analyser, incluant le cout d'achat de ces solutions mais aussi l'obsolescence du matériel pour limiter les opérations de maintenance, le



prix des consommables, l'amortissement du matériel, l'adaptation possible des systèmes de gestion et de contrôle existant au nouveau matériel sont les éléments majeurs de sélection.

Le site choisi pour le projet est **la PIC de Paris Sud** située à Wissous (91), ce choix est stratégique, car c'est l'un des **plus gros sites de France**, compose l'un des flux de courrier les plus importants du territoire et est situé à 1h20 en voiture du bâtiment de la DET, c'est aussi un **site vitrine de l'innovation** technique à la Poste.

Le deuxième axe le plus important est la **documentation précise de cette analyse technique**, permettant comme mentionné dans la partie 4.1, de **servir de base** pour de futures améliorations et études, que ça soit sur le site de Wissous ou au national, il faut alors **uniformiser l'entièreté des démarches** d'expérimentations et mettre en place une **démarche académique** dans l'étude des résultats

Le plan d'action a alors défini comme suit

1. Phase de Préparation et de Planification

Évaluation initiale des besoins et des objectifs : Déterminer précisément les objectifs du projet en considérant les contextes économiques actuels et les spécificités du site de la PIC de Paris Sud à Wissous. Prendre en compte le coût d'achat des solutions, l'obsolescence du matériel, le coût des consommables, et l'amortissement du matériel.

Planification des ressources et des échéances : Allouer les ressources nécessaires et fixer un calendrier réaliste pour la mise en œuvre des différentes phases du projet, tout en évaluant l'adaptation des systèmes de gestion et de contrôle existants au nouveau matériel.

2. Phase d'Acculturation et Montée en Compétences

Familiarisation avec les équipes, prise en compétence sur les nouvelles pratiques énergétiques et les spécificités du matériel industriel, particulièrement en rapport avec le site de Wissous, un site vitrine de l'innovation technique à la Poste.

3. Phase d'Analyse et d'Identification des Solutions

Analyse des processus existants et des nouvelles technologies : Étudier les processus en place et les nouvelles technologies disponibles pour identifier les solutions les plus adaptées à la PIC de Paris Sud.

Identification des améliorations généralistes et spécifiques : Proposer des solutions de réglage, d'optimisation et de remplacement du matériel, en prenant en compte les coûts directs et indirects associés à chaque solution.

4. Phase de Test et de Validation

Collecte et analyse de données : Récolter des données exhaustives sur les performances énergétiques et économiques actuelles.



Élaboration et test de scénarios : Développer des propositions concrètes d'améliorations, les tester sur le site de Wissous pour évaluer leur efficacité.

5. Phase de Documentation et de Révision

Documentation précise des analyses et des résultats : Documenter de manière détaillée toutes les analyses techniques et les résultats obtenus pour servir de référence pour les futurs projets sur d'autres sites ou à l'échelle nationale.

Uniformisation des démarches d'expérimentations : Mettre en place une approche standardisée pour les expérimentations et l'évaluation des nouvelles technologies.

6. Phase de Mise en Œuvre

Déploiement du pilote et analyse du ROI : Lancer un projet pilote sur le site de Wissous, calculer le retour sur investissement et ajuster les processus selon les résultats obtenus.

7. Phase de Revue et de Clôture

Retour d'expérience (Retex) et décision de déploiement : Réaliser un retour d'expérience détaillé, ajuster le plan d'action et prendre une décision concernant le déploiement à grande échelle.

8. Suivi et Amélioration Continue

Monitoring et ajustements post-déploiement : Surveiller les performances des solutions déployées, effectuer des ajustements pour optimiser continuellement les résultats.

L'avancée du projet est suivie par un **tableau de Suivi des Actions Bilatérales**, qui permet alors de fixer les points majeurs et d'identifier problèmes et solutions des différentes étapes majeures

DT

DIRECTION TECHNIQUE

BRANCHE SERVICES CLIENTIER-CADE

FILIERE LOGISTIQUE

NOTRE ENGAGEMENT : VOUS SIMPLIFIER LA TECHNOLOGIE

TABLEAU DE SUIVI DES ACTIONS BILATERALE

Collaborateur : Adrien Champion

Manager : Vincent COURTJOL

Mise à jour : 16/06/2024

TABLEAU DE SUIVI DES ACTIONS

N° Action	Date	Origine	Equipement	Thème	Description	Echéance	Commentaires	Etat
1	10.06.24	DET	Transverse	Formation	Habilitation Electrique	S23	Formation réalisée du 3 au 7 juin Evaluation théorique et pratique obtenues	Terminé
2	10.06.24	DET	TCC	Projet	Tour Terrain / Prise de mesure	Asap 24	Récupérer le matériel de prise de mesure auprès de MARCELLI Pascal Pascal dispose de 1 seul appareil ; 1 en commande quand , appareil perdu ... ? Attente retour Chrono Point avec Pascal M. le 12.06 / Présentation du sujet de stage mercredi 12.06 pour prêt du matériel Site cible => PIC 91 rdv le 25.06 @ Adrien mail pour réservation @ Adrien mail au RMI PIC 91 pour demande d'intervention	En cours
3	10.06.24	DET	TCC	Projet	Tour Terrain / Cartographie Moteurs et cartes de commande moteur	Asap 24	Réaliser une cartographie des moteurs afin de lancer une consultation avec les fournisseurs historiques du marché Objectif ==> disposer d'une offre technique et financière Réaliser un contrôle des configuration des cartes de commande vs attendu référentiel documentaire Intervention prévu le 26.06	En cours
4	10.06.24	Agent	TCC	Projet	Rapport d' alternance	17.06.24	Rapport quasi bouclé ==> fination pour relecture 13.06 Diffusion avant 8h le 17.06	En cours
6	10.06.24	Agent	TCC	Projet	Soutenance	25.06.25	9h00 à 9h30 15 minutes de présentation 15 minutes de question / réponse Exercice à blanc le 17.06 à 15h	En cours

Tableau 2 – Suivi des actions bilatérales révision du 10/06/24

Les Objectifs de performance du projet sont fixés pour une réalisation en **2 ans** du projet incluant une pré-étude et la mise en place d'appareils de mesures en **6 à 7 mois** fixant alors la date limite à **fin janvier**.



L'étape de réalisation des deux axes du projet sont ensuite prévus pour une réalisation en parallèle sur une période fixée de **8 à 12 mois**, permettant alors de **planifier des devis** chez différents fabricants de prévoir avec la **direction des achats** l'investissement nécessaire.

L'ensemble du projet a une **durée relative de 20 mois** permettant de prévoir de futurs imprévus et retards et d'assurer sa réalisation.

4.3 Pré-étude énergétique du parc industriel

Ma montée en compétence a débuté par la **lecture approfondie de manuels techniques** détaillant le fonctionnement et la maintenance des machines impliquées. Cette étape essentielle me permet de comprendre non seulement le **fonctionnement théorique** mais aussi les applications pratiques de ces technologies.

J'ai eu l'opportunité de **partager mes acquis** et de **discuter des nuances techniques** avec des experts au sein de l'entreprise, les principaux étant **les responsables maintenance** Pascal AUSSAT, le **responsable énergie** Pascal MARCELLI, et le **pilote projet** Mickael PICHOT. Une partie significative de mon apprentissage se déroule sur le terrain, notamment lors de **visites sur le site de Wissous**. Ces immersions pratiques me permettent d'observer les problématiques réelles du terrain.

Le Processus industriel et bureautique représente une **part non négligeable des consommations** (voir figure 15), grâce à ces proportions de consommation il est possible **d'estimer la consommation** par site et avoir une ordre d'idée de départ. Ma mission étant ciblée sur les PIC (plateforme industrielle de Courrier), une collaboration avec le service **Direction des Projets Immobilier** fut nécessaire dès le début pour obtenir les informations de consommations précises basées sur les **factures électriques** des sites et a nécessité d'échanger avec le **Correspondant national Energies/Fluides Michel GOY** qui m'a transmis ces éléments (voir tableau 3).

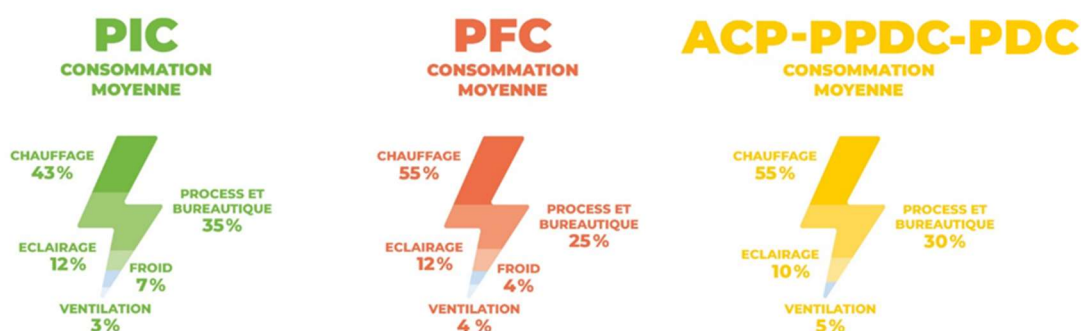


Figure 15 – Informations RSE « RSE On fait le MAX ! » 2023

Emplacement du site	Type de site	Consommation Moyenne par mois	Consommation estimée PI et Bureautique	Prix TTC Moyen par mois	Prix TTC estimé PI et Bureautique
Bois d'Arcy	PFC-PIC	316 968 kWh	~110 939 kWh	59 449 €	~20 807 €
Chartres	ACP-PPDC (non mécanisé)	4 698 kWh	~1 409 kWh	1 542 €	~462 €
Bordeaux	PFC-PIC	86 511 kWh	~30 279 kWh	21 909 €	~7 668 €
Le Havre	ACP-PPDC	21 349 kWh	~6 405 kWh	10 168 €	~3 051 €

Tableau 3 – Exemples de consommations des sites La Poste

On remarque alors que faire une moyenne globale par catégorie de site n'est pas un bon indicateur pour déterminer les consommations (disparités du parc machine, taille des sites, flux hétérogènes de courrier/colis), il est alors nécessaire de faire un **bilan énergétique spécifique** par site qui permet de fournir un **ordre d'idée de la consommation** et par conséquent des économies pouvant être réalisées en trouvant des solutions techniques adaptées.

Les estimations « Processus Industriel et bureautique » sont à but **purement indicatif** et ne représentent pas exactement la **consommation réelle** sur site, mais en l'absence de donnée réelles ces informations permettent de **valider les mesures de consommations** qui seront réalisées pendant la pré-étude technique.

Il est ensuite important de réaliser une **liste des différentes machines** et de définir les ordres de priorité en fonction du tableau 4, car une amélioration technique peut être appliquée sur chaque machine de même catégorie pour **un impact bien plus important sur des réductions énergétiques** et peuvent être installées sans nécessiter de nouvelles études.



Système Embarqué	Quantité de machines
MTI PF	60 Siemens 63 Solystic
MTI GF	27 Solystic
Dépalettiseur	35 Hanter
Anneau TCC	21 Cinetic 5 Vanderlande 6 TGW
MTP	55 Toshiba
TTF	320 Solystic

Tableau 4 – Parc Machine courrier national Février 2024

4.3.1 La MTP (Machine de Tri Préparatoire)

Elle assure la Ségrégation (le retrait d'éléments métalliques, la séparation par taille, le retrait des envois trop épais), le Redressement (lettre droite, timbre en haut à droite), l'Oblitération (oblitération du timbre, ségrégation des faux timbres, timbres déjà oblitérés ou en l'absence de celui-ci) et le Tri par type d'envoi.

La MTP est donc une machine très complète car elle redresse le courrier tout en éliminant les lettres hors format standard elle oblitère le courrier et le tri suivant le type d'affranchissement. Elle est équipée de 16 tasseurs.

Cette machine demande très peu d'entretien lourd, mais un entretien quotidien dispensé par les agents de production, et un entretien hebdomadaire plus poussé par un technicien. C'est le personnel du service technique qui effectue toutes les opérations de maintenance préventive et corrective. La machine de tri préparatoire Toshiba permet de préparer le courrier pour le passage



dans une MTI PF ou une MTI GF. Elle est composée de plusieurs modules qui réalisent les différentes étapes du processus :

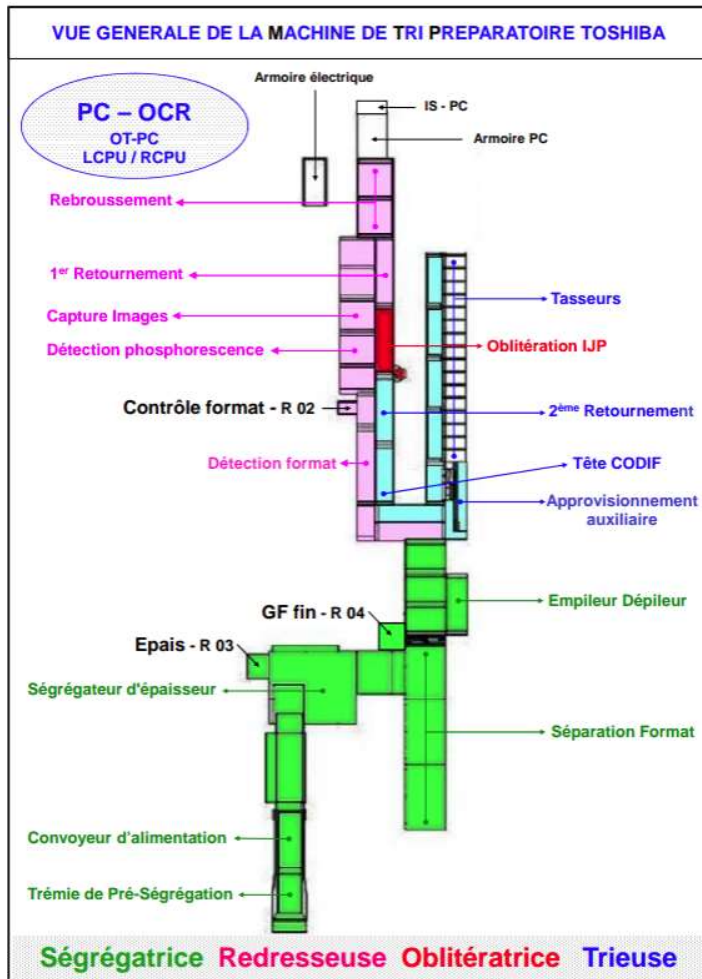


Figure 16 –Analyse de fonctionnement Interne de la MTP

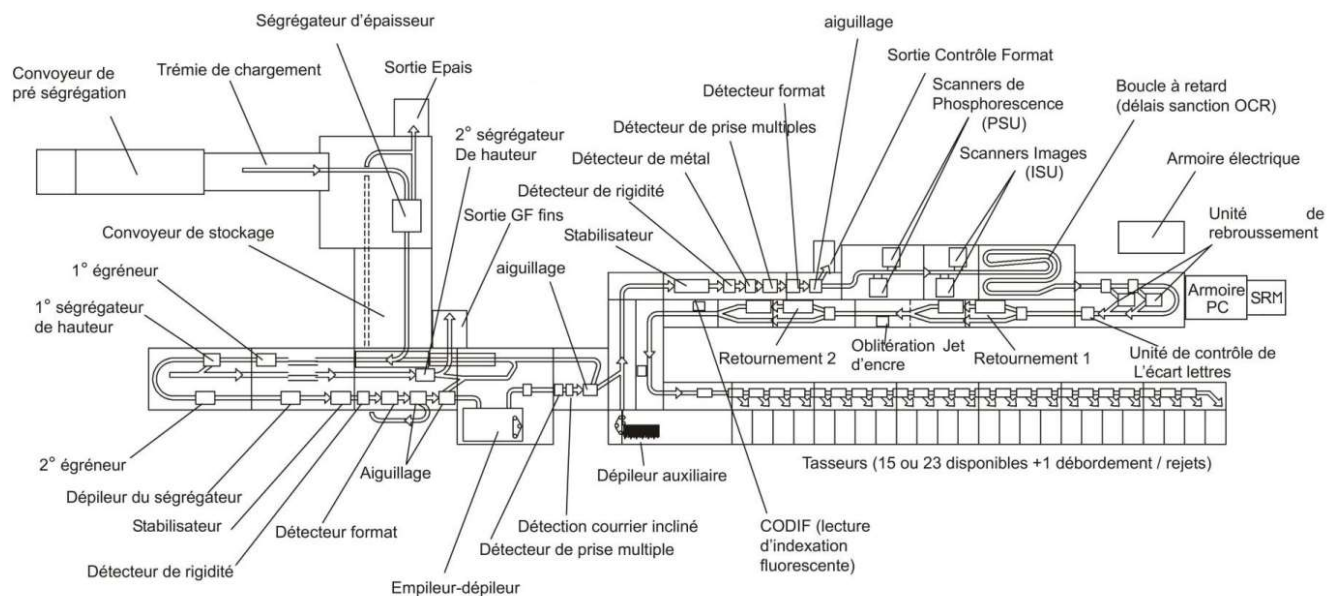


Figure 17 – Sous Eléments de la MTP

Convoyeur de pré-ségrégation : le courrier est acheminé ici, non trié (processus manuel)

Ségrégateur d'épaisseur : le courrier est ségrégué en fonction de son épaisseur. Les lettres et envois trop épais sont retirés vers la sortie R03

Ségrégateur de hauteur : le courrier est ségrégué en fonction de sa hauteur. Les lettres et envois trop grands sont extraits vers la sortie Grand format épaisseur fin R04

Empileur Dépileur : Le courrier est placé à la verticale en piles de lettres de sorte à les placer les unes à la suite des autres dans les courroies de convoyage, grâce au dépileur. Cela permet de faciliter le tri

Détection format : le courrier est contrôlé pour vérifier sa rigidité, la présence de métal, son format et est ségrégué dans la sortie R02 par rapport à ces critères

Scanner de phosphorescence : Lecture de code barre phosphorescent pour les lettres déjà marquées

Scanner Image : Lecture du code postal de chaque lettre

Boucle à retard : Permet de donner le temps à l'unité de procéder à l'analyse des images prises de chaque lettre

Oblitération Jet d'encre : Oblitération de chaque lettre avec de l'encre phosphorescente

CODIF lecture d'indexation fluorescente : lecture de l'encre précédemment posée pour trier la lettre dans l'un des 16 tasseurs présents

Tassement : le courrier est tassé dans un tasseur pour faciliter son transport final

Après avoir communiqué avec Pascal AUSSAT le responsable maintenance du site de Wissous la MTP, Machine de tri préparatoire, n'est en **fonctionnement qu'à partir de 15h** et ne tourne que jusqu'à la soirée, en effet, cette machine ne trie que le **courrier des particuliers** (oblitération, ségrégation et redressement des plis) elle n'est pas utilisée par les envois professionnels qui fournissent directement le courrier redressé (adresse et code postal en haut à droite) et n'ont pas besoin d'utiliser de timbre (oblitération non nécessaire), cela rend **peu intéressant** de réaliser des améliorations techniques sur celle-ci qui avec la réduction du flux courrier n'est souvent présente qu'en **un ou deux exemplaires** sur site.

4.3.2 La TTF Mars V2 (Tri Tournée Facteur)

La machine de tri TTF mars v2 de Solystic est une machine de tri automatique de courrier pour la tournée du facteur.

Elle correspond au dernier maillon de la chaîne du processus Interne de tri courrier comme mentionné dans la partie 4.1, et permet de trier automatiquement le courrier d'une tournée facteur par ordre de dépôt par rue, historiquement le tri de la tournée prenait 50% du temps du facteur, cette machine permet alors d'augmenter sensiblement l'efficacité des facteurs en leur permettant de déposer plus de plis à la journée.



Celle-ci est alimentée en courrier par un CE30 (Chariot contenant les baks, caissettes de courrier, et dispose de 20 à 28 tasseurs dont un réservé aux rejets).

Taux de Rejets: 2,71% des plis

Débit théorique de la machine : 12000 plis/h

Débit Opérationnel moyen: 9662 plis/h

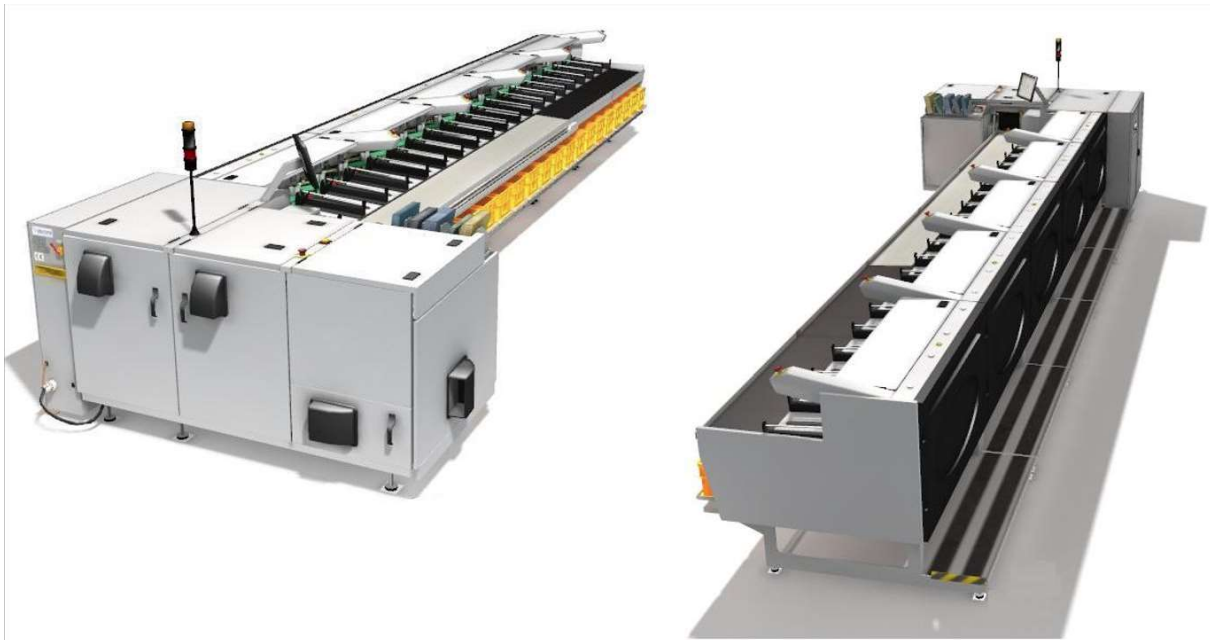


Figure 18 –Machine de Tri TTF

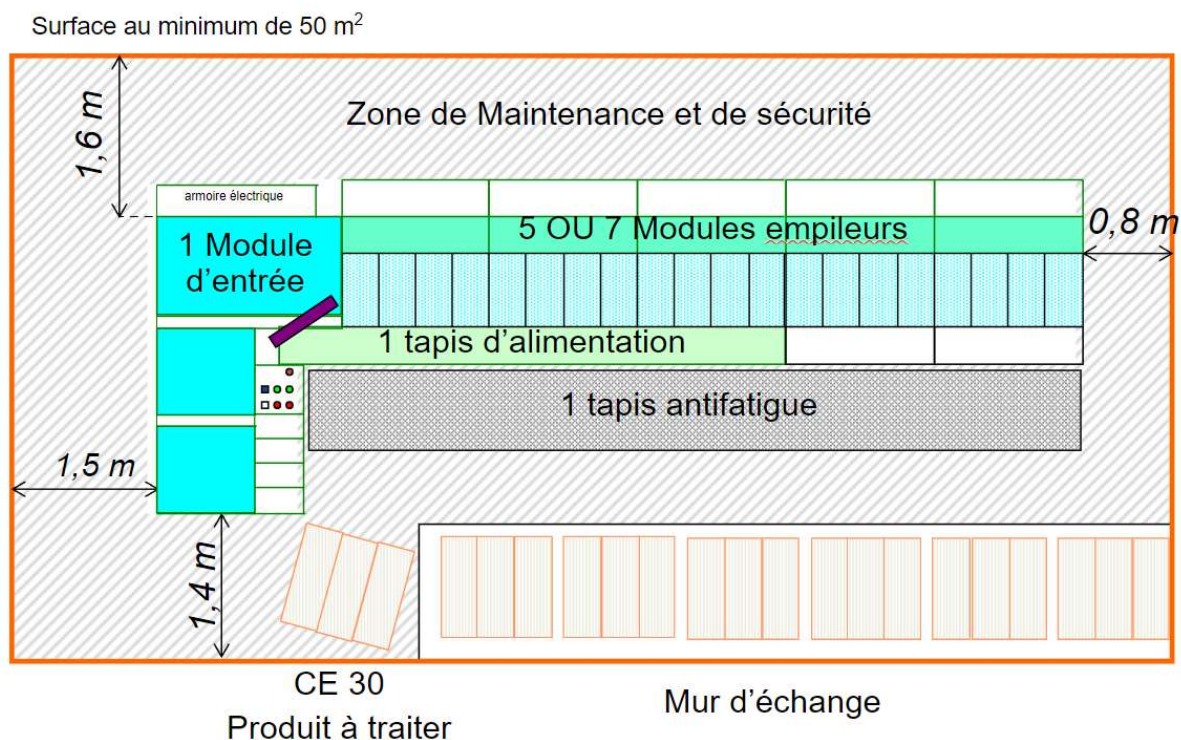


Figure 19 - Fonctionnement interne de la TTF - source optimum TTF

Celle-ci a fait l'objet d'une **étude de consommation précédente** que j'ai pu récupérer en entrant en contact avec Le responsable Energie La Poste, Pascal MARCELLI, où il avait pu mesurer le départ électrique de **11 TTF de la PIC de Cestas** et mesurer la consommation de courant de celles-ci en sachant qu'à l'unité celles-ci consomment un courant de **15A Triphasé** maximale.

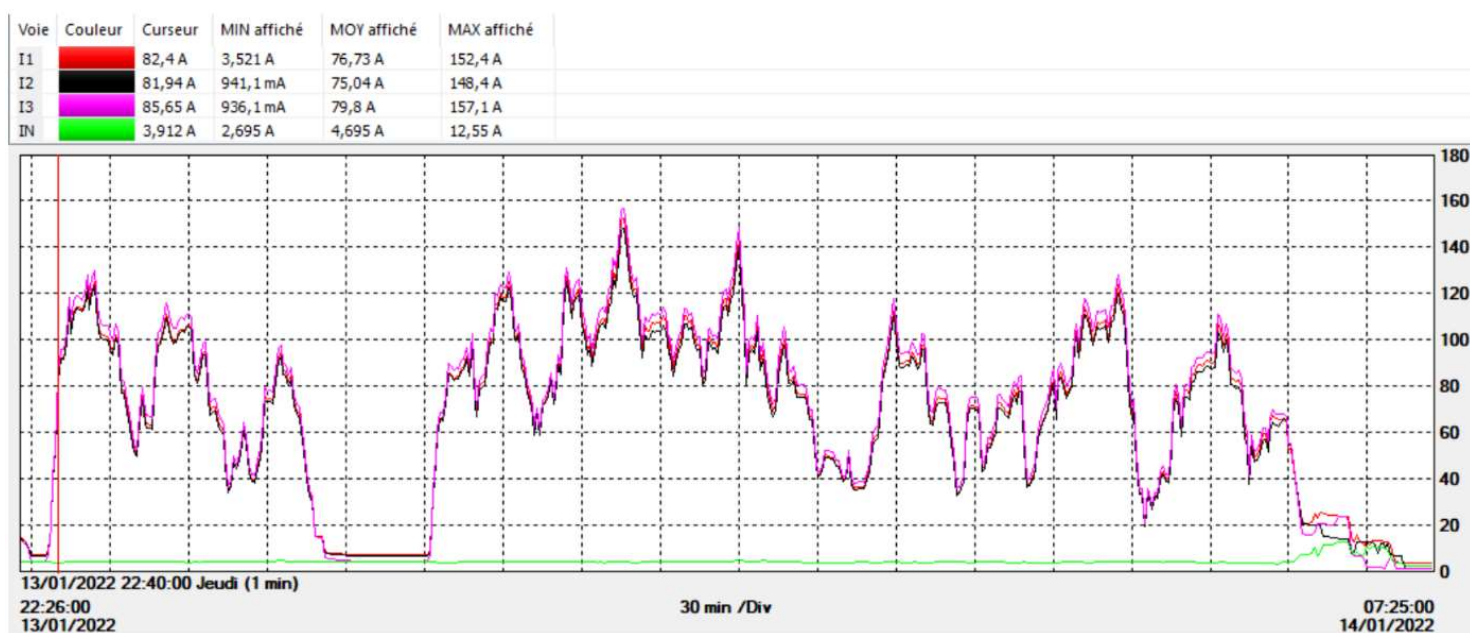


Figure 20 – Consommation des 11 TTF de la PIC de Cestas

La consommation théorique maximale d'une TTF est de 15A à une Tension Nominale de 400V en triphasé, on peut alors calculer sa **Puissance théorique** en supposant un Facteur de puissance théorique de 1 (voir Partie 4.4.1 pour plus de détails sur le Facteur de Puissance), cette formule est directement extraite du feuillet d'enseignement d'énergie d'enseignement à l'IUT par Mr BELLIER.

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos(\varphi)$$

$$P = \sqrt{3} \times 400 \times 15 \times 1$$

$$P = 10,4 \text{ kW}$$

Or la TTF n'est utilisée que pendant des **durées courtes**, et ne sont responsables qu'une petite partie de la consommation sur une journée entière en semaine, elles sont par ailleurs de **plus en plus retirées** car de moins en moins utilisées, pour les mêmes raisons de baisse de flux courrier.

Le deuxième problème est lié au premier, La Poste possède de **nombreuses pièces détachées** sur cette machine suite au **démantèlement** de celles-ci et pratiquer des améliorations techniques rend cette liste de pièces inutilisables si on souhaite **éviter le rétrofit**.

4.3.3 L'ensemble TCC (transitique, anneau et convoyeurs)

Dans le processus interne de la PIC tout le courrier après avoir été injecté dans le circuit est traité par la transitique, un ensemble de convoyeurs interconnectés et synchronisés qui permettent de relier l'ensemble des machines du processus en une chaîne de tri automatisée, le TCC permet de **réduire considérablement le travail manuel** sur site, le TCC nous permet aussi d'identifier les flux de baks, et d'identifier les zones les plus utilisées sur site, grâce à la **matrice de flux** présente dans la documentation technique constructeur (voir figure 21).

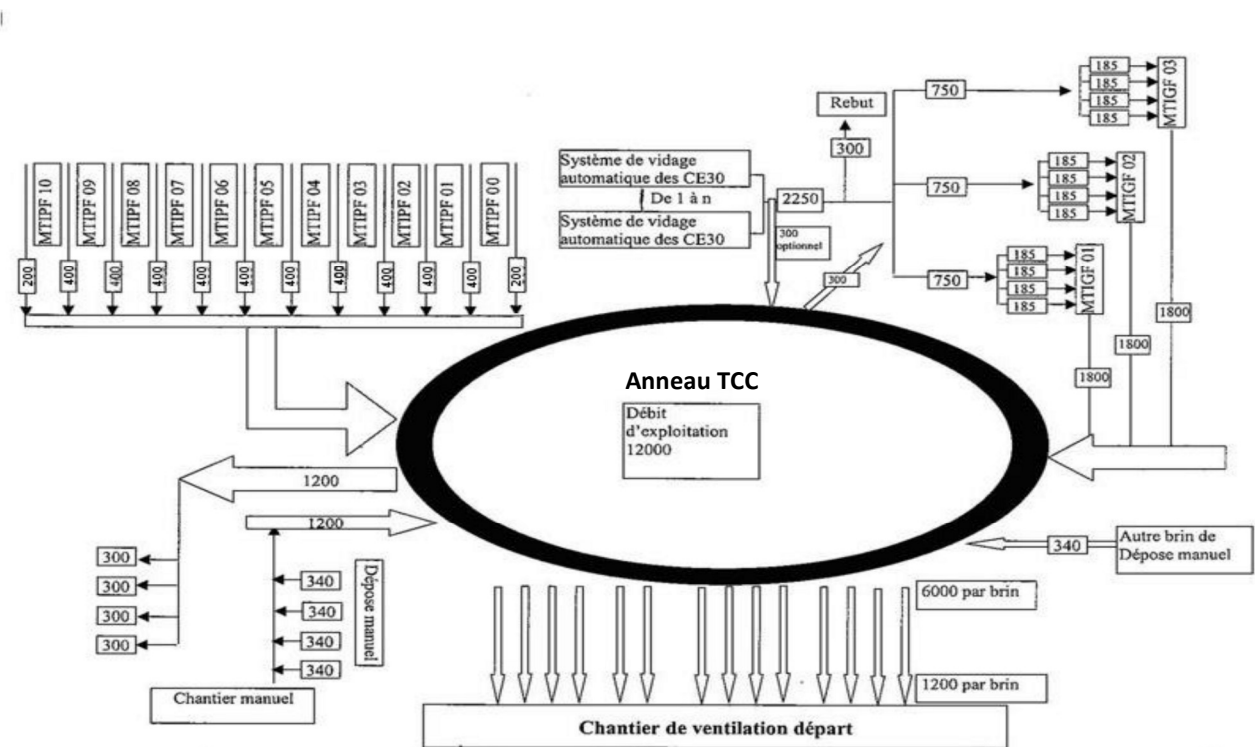
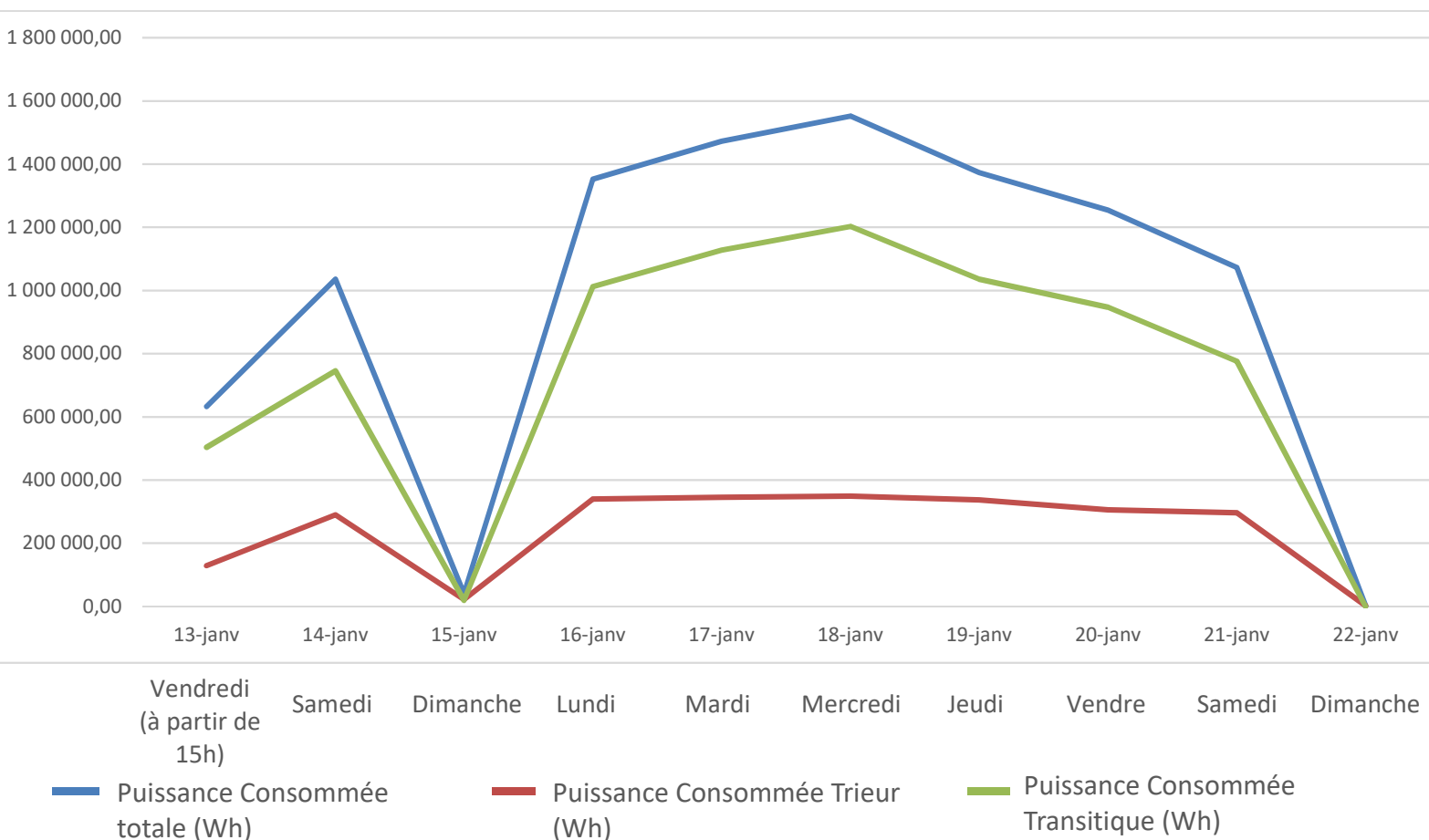


Figure 21 – Matrice de cadence maximale des flux du site de Wissous



Le TCC a aussi été l'objet d'une étude début 2023 de consommation énergétique, celle-ci s'est réalisée pendant une semaine et prend en compte l'ensemble de la transitique et convoyeurs ainsi que l'anneau de tri TCC, on peut alors observer un pic à **1 552kWh** durant la journée du 18 janvier ce qui correspond à **291,16€ en une journée** de consommation avec un prix du kWh de 0,1876€ du site de Wissous. Sur **un mois** de Production le TCC consomme **8094,43kWh** pour une valeur monétaire de **6 074,06€ / mois**.

Après contact avec l'équipe de production de Wissous pour connaître les cadences d'utilisation des machines, **la zone la plus intéressante** pour l'étude est la **transitique en sortie de MTIGF** et injection sur l'anneau, en effet celle-ci de par son utilisation à cadence maximale pendant plusieurs périodes de la journée (fin de matinée, début d'après-midi) s'avère être souvent **une zone surchargée** et on peut observer une cadence de convoyage proche de la valeur maximale présente sur la matrice de flux, entraînant par la même occasion une **utilisation intensive des convoyeurs**.

Le plan de la zone (voir figure 22) permet de lister les éléments qui sont concernés par l'étude (voir tableau 5 et 6).



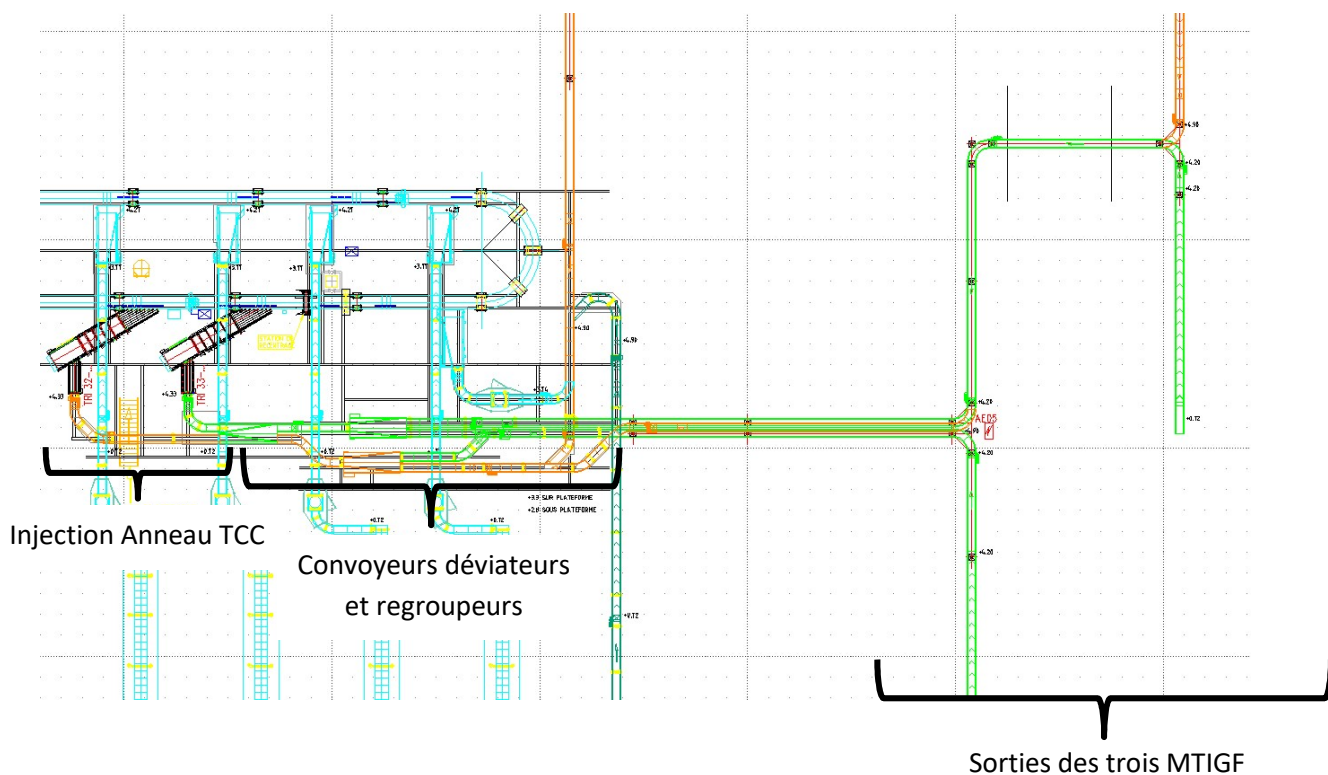


Figure 22 – Zone d'injection GF

Transporteur à Bande	coffret	cable	Transporteur à Bande Regroupeur	coffret	cable
TB73-01	CDP20	W5-1	TBRG73-20	CDP18	W1-8
TB73-03	CDP20	W5-1	TBRG71-06	CDP18	W1-7
TB73-05	CDP20	W5-1			
TB73-07	CDP20	W5-1			
TB73-09	CDP20	W5-1			
TB73-11	CDP18	W1-8			
TB73-18	CDP18	W1-8			
TB73-27	CDP18	W1-8			
TB73-31	CDP18	W1-8			
TB70-01	CDP20	W5-1			
TB70-03	CDP20	W5-1			
TB70-05	CDP20	W5-1			
TB70-07	CDP18	W1-7			
TB71-07	CDP18	W1-7			
TB71-11	CDP18	W1-7			
TB71-01	CDP20	W5-1			
TB71-03	CDP18	W1-7			

convoyeur Courbe à Rouleaux Commandés à Plages Débrayables	coffret	cable	convoyeur à Rouleaux Commandés à plages Débrayable	coffret	cable
CRCD73-02	CE60	24VCE60	RCD73-13	CE39	24VR239
CRCD73-04	CE60	24V2CE60	RCD73-15	CE39	24VR239
CRCD73-06	CE60	24V2CE60	RCD73-16	CE39	24VR239
CRCD73-08	CE60	24V1CE60	RCD73-17	CE39	24VR239
CRCD73-10	CE60	24V1CE60	RCD73-19	CE39	24VR239
CRCD73-12	CE39	24VR239	RCD73-21	CE37	24VR137
CRCD73-14	CE39	24VR239	RCD73-23	CE37	24VR137
CRCD73-22	CE37	24VR137	RCD73-25	CE37	24VR137
CRCD73-24	CE37	24VR137	RCD73-26	CE37	24VR137
CRCD73-28	CE37	24VR137	RCD73-29	CE37	24VR137
CRCD73-30	CE37	24VR137	RCD70-08	CE39	24VR339
CRCD70-02	CE60	24V2CE60	RCD71-08	CE37	24V3CE37
CRCD70-04	CE60	24V1CE60	RCD71-05	CE39	24VR139
CRCD70-06	CE60	24V1CE60	RCD72-01	CE39	24VR139
CRCD71-10	CE37	24V3CE37	RCD72-03	CE39	24VR139
CRCD71-02	CE60	24V1CE60			
CRCD72-02	CE39	24VR139			

Tableau 5 et 6 – Liste des sous éléments et coffret d'alimentation dans l'armoire électrique

Ainsi nous pourrons poser un **Appareil de Mesure**, un analyseur de réseau appelé **PEL** sur site pour enregistrer les consommations et réaliser les améliorations.



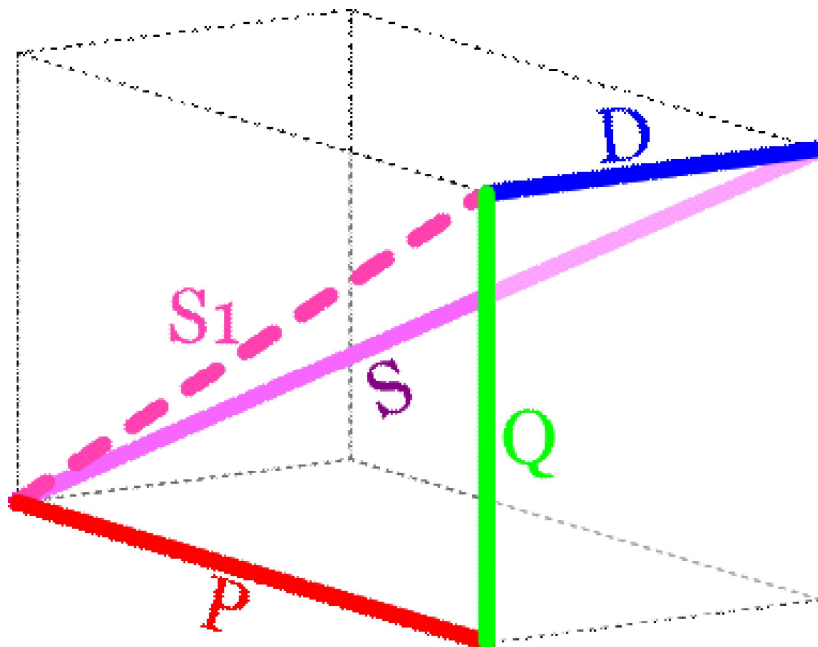
Figure 23 – Anneau TCC Injection PF

4.4 Améliorations généralistes

4.4.1 Facteur de Puissance et Puissance déformante

Il existe plusieurs **Catégories de Puissance** décrites dans la liste ci-dessous, elles définissent les lois de puissance alternatives, nous prenons en compte sur l'installation la Poste l'impact des Harmoniques du matériel, celles si sont tirées de mes cours d'électrotechnique.

Puissance Active (P)	Puissance Réactive (Q)	Puissance Déformante (D)	Puissance Apparente (S)
$P = V \times I \times \cos(\phi)$	$Q = V \times I \times \sin(\phi)$	$D = \sqrt{S^2 - P^2 - Q^2}$	$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2}$
La puissance active est la puissance qui est réellement convertie en travail ou en chaleur. Elle est mesurée en watts (W). Importance: C'est la Puissance réellement consommée par les appareils et La Poste est facturée sur cette consommation	La puissance réactive est la puissance stockée temporairement dans le circuit et renvoyée à la source. Elle est nécessaire au fonctionnement de certains équipements comme les moteurs et les transformateurs. Mesurée en voltampères réactifs (VAR)	La puissance déformante (D) résulte des harmoniques du système. Elle n'entre pas dans le calcul des puissances active (P) et réactive (Q), mais elle est essentielle pour évaluer la distorsion harmonique. S doit inclure les harmoniques.	La puissance apparente est la puissance totale dans le système, une combinaison de toutes les formes de puissances. Importance: Permet de dimensionner les sections et protections des équipements et réduire les coûts d'achats.



Il est alors possible de tracer **un nouveau triangle des puissances en prenant en compte l'impact des harmoniques**, S1 représente la Puissance Apparente sans les harmoniques.

Ces Harmoniques viennent perturber le courant électrique et celui-ci ne sera alors plus sinusoïdal.

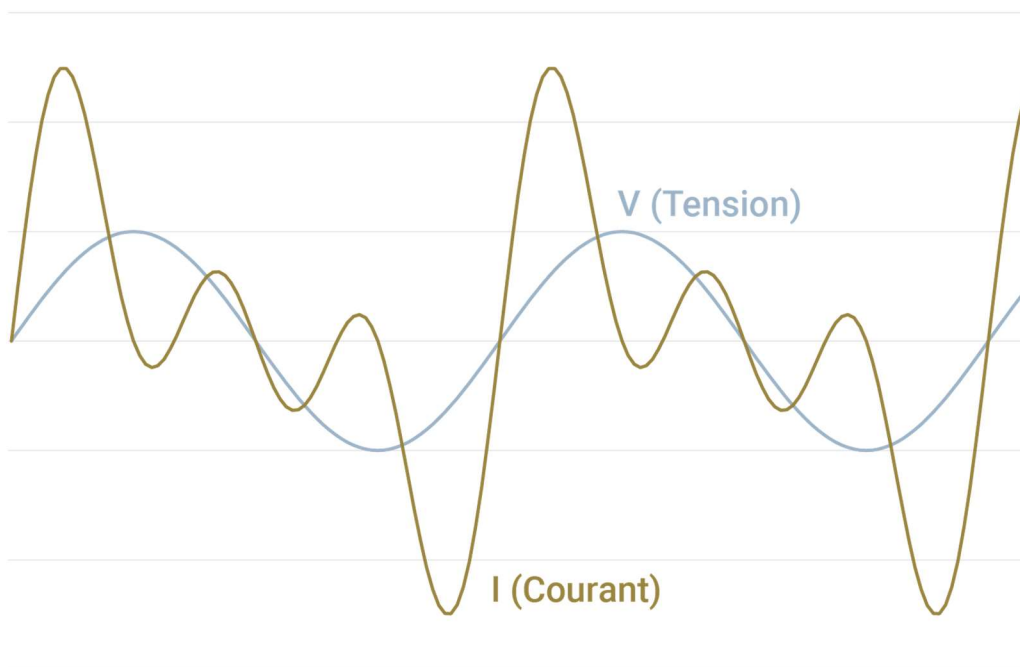


Figure 24 – exemple de perturbations majeures du courant électrique

Le deuxième facteur dont il est nécessaire de s'intéresser est le facteur de puissance appelé $\cos(\varphi)$ qui correspond au déphasage entre la tension et le courant comme dans la figure 25 .

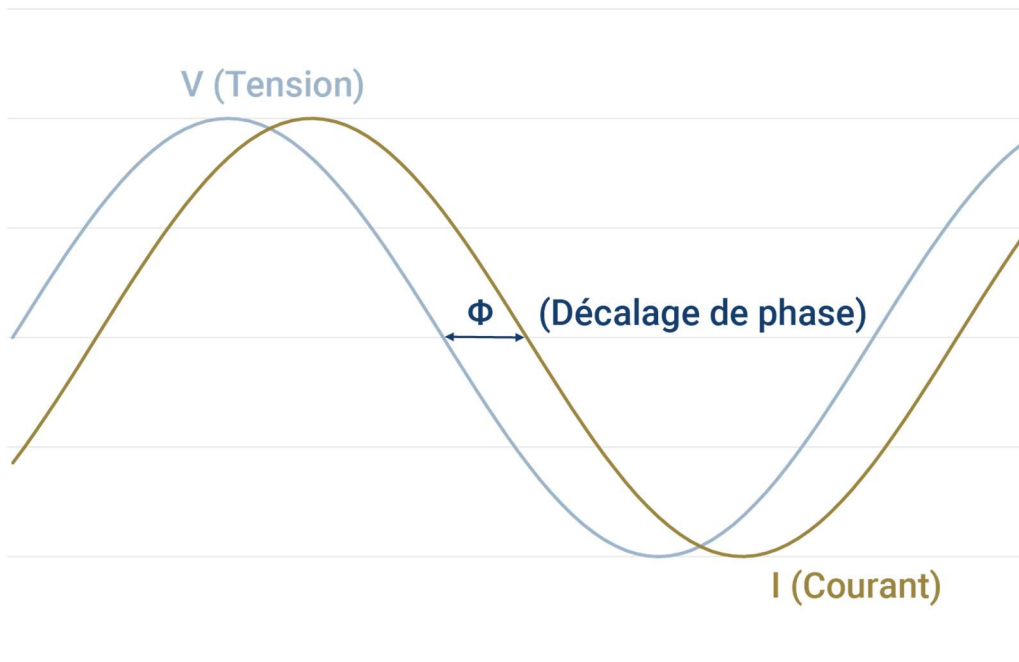


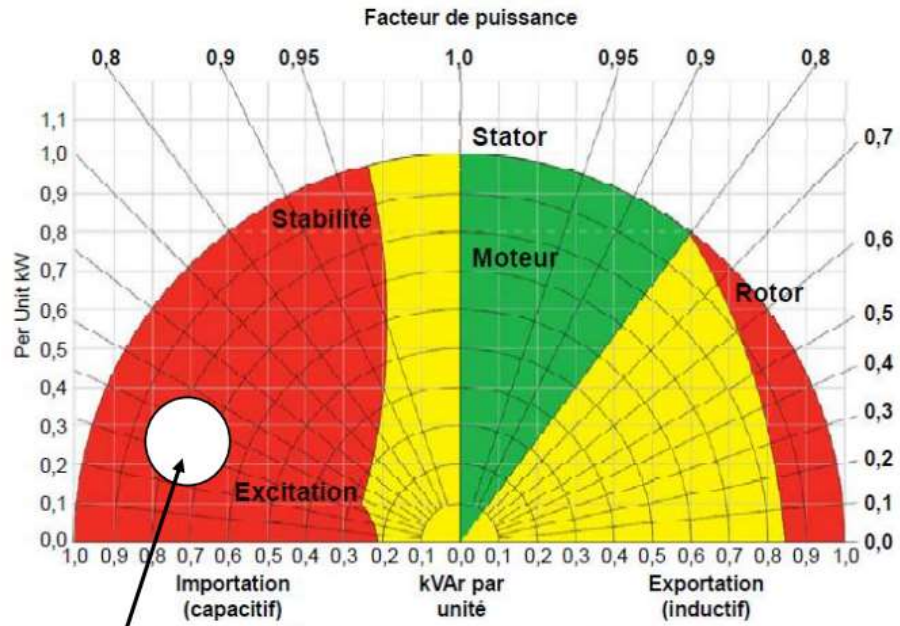
Figure 25 – Impact du Facteur de Puissance

Celui-ci entraîne **de gros appels de courant** dû à **l'inefficacité opérationnelle**, la valeur maximale de tension n'étant plus en phase avec celle du courant, entraînant un **surdimensionnement des disjoncteurs** et/ou **amendes de EDF** lorsque celui-ci est trop mauvais car cela entraîne un appel inutile d'électricité dans l'installation du site qui ne sera pas utilisé ailleurs.

Celui-ci est régulièrement **corrigé par des batteries de condensateurs** sur site industriels (Les moteurs entraînant une forte charge Inductive, que les condensateurs naturellement capacitifs peuvent corriger) et c'est le cas à La Poste, mais il a pu arriver que le **facteur de Puissance** entraîne des perturbations comme sur la **PFC (Plateforme Colis) de Pontcharra** où il était proche des **0.3**.

Figure 7

Exemple de courbe de capacité d'un alternateur représentant les conditions de fonctionnement acceptables pour la charge et le facteur de puissance



Lors de la connexion du groupe électrogène, l'installation électrique de la PFC était dans cette partie du graphique à l'opposé de la zone verte qui permet un fonctionnement normal.

Cosinus Phi du TGBT process, il devrait être comprise entre +0,8 et +1, il descend à -0,04 lorsque la machine est arrêtée !

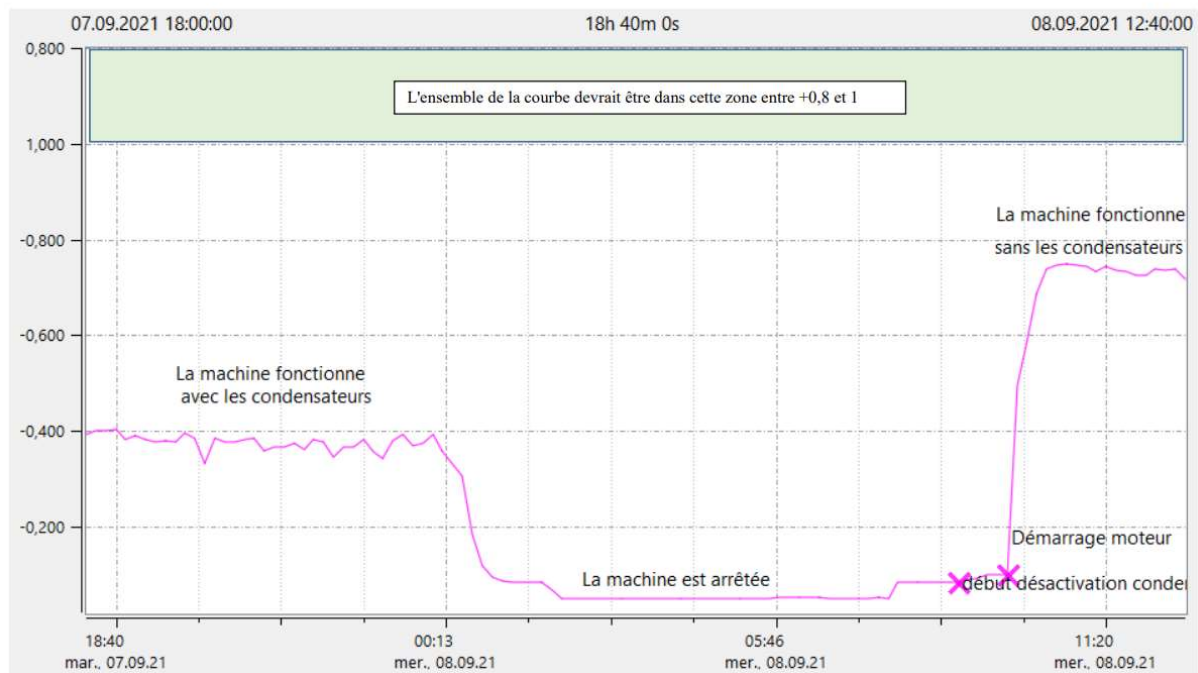


Figure 26 – Extraits du rapport d'expertise de l'intervention

Ici Pascal MARCELLI a pu réaliser des **mesures avec le PEL** pour obtenir ces résultats, en effet une perturbation était engendrée par une installation ajoutée par le constructeur et fut résolue par l'installation **d'un filtre PQFS** qui a ramené le **facteur de puissance à 0,8**, cela a naturellement amélioré la performance machine sur site.

Cela entraîne un échauffement plus important des équipements (plus de courant passe dans les câbles) et cela peut **accélérer les pertes joules de près de 30%** dans l'exemple ci-dessus sur les moteurs de l'installation et par conséquent **accélère fortement les risques de pannes** et d'interventions de maintenance.

4.4.2 Cause et Impact des Harmoniques sur le réseau électrique

Les harmoniques sont principalement **dues aux charges non linéaires**, c'est-à-dire au matériel qui embarque une électronique dans son fonctionnement ces charges consomment de manière irrégulières le **courant et viennent perturber le réseau électrique** s'ils sont trop importants.

charges dites « linéaires »

Ces charges gardent une impédance constante, entraînent une consommation proportionnelle de courant par rapport à la tension appliquée

- Ampoule incandescentes ou halogènes
- Chauffage électrique
- Transformateurs sous charge linéaire



Charge dites « non linéaires »

Les charges non linéaires sont celles dont l'impédance change avec la tension ou le courant, ces charges peuvent générer des harmoniques.

- Moteurs avec variateurs de fréquence
- Alimentations à découpage
- Ampoules basse consommation



Pour autant ces équipements sont souvent optimisés pour **consommer le moins de puissance active**, ainsi ils permettent de faire des **économies énergétiques** mais s'ils sont trop présents sont la cause de ces harmoniques (cet effet est décuplé si le même équipement basse consommation est en grand nombre). **Les distorsions peuvent induire des dysfonctionnements dans les équipements sensibles et accroître les pertes par effet joule de 5% à 30%** en fonction de la sévérité de distorsion harmonique dans les câblages et composants électriques, pour des charges inductives comme des transformateurs ou moteurs cela peut être de l'ordre de **4 à 10% d'augmentation des pertes joules**, diminuant ainsi l'efficacité énergétique globale.

La dégradation de la qualité de l'énergie peut entraîner une **usure prématurée des machines** et une **maintenance accrue** sur des appareils sensibles, affectant la continuité des opérations industrielles et la productivité, tout en augmentant les coûts de maintenance.

4.4.3 Déséquilibre de Tension en Triphasé

Le déséquilibre de Tension correspond à la différence de Tension entre les Phases en triphasé.

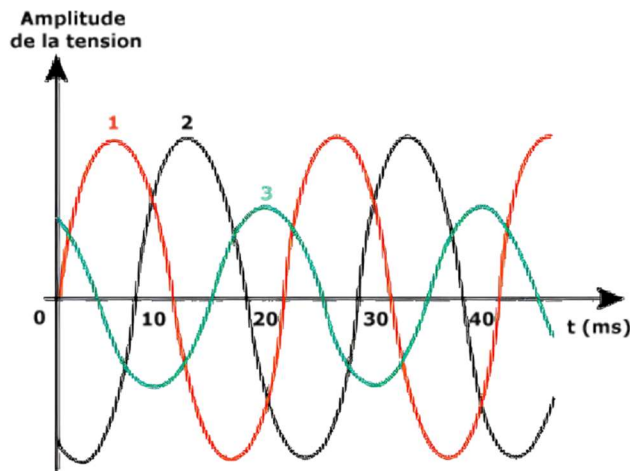


Figure 27 –exemple où la phase 3 est déséquilibrée

Mesuré par la formule

$$\text{Déséq Tension} = \frac{100 \times \text{Variation } U_{\text{max}} \text{ par } U_{\text{moy}}}{U_{\text{moy}}}$$

Exemple de Déstabilisation de Tension

Phase 1 : 462V

Phase 2 : 463V

Phase 3 : 455V

-> Moyenne de 460V

-> Différence entre U_{max} et U_{min} 463 – 455 = 8V

On a alors un déséquilibre de **1,739%**

Dans les milieux industriels, de nombreux moteurs peuvent être alimentés par la même source de courant non équilibrée. Par conséquent, les économies potentielles seront supérieures à celles d'un seul moteur, les économies réelles dépendant de la charge, des temps de fonctionnement, du couple moteur mais les moteurs chauffent davantage lorsque leurs alimentations électriques sont déséquilibrées. Par exemple, avec un **déséquilibre de tension de 2 %**, un moteur subira une **élévation de température de 8 °C**. Chaque augmentation de la température de fonctionnement de **10 °C réduit de moitié la durée de vie** de l'isolation du bobinage du moteur.

4.4.4 Paramétrage des cartes de commandes

Cette source de consommation a été repérée sur site par le responsable Maintenance M. AUSSAT Pascal qui a identifié des convoyeurs qui avait une trop grande tolérance sur les temporisations d'arrêt de fonctionnement après le passage d'un bak.



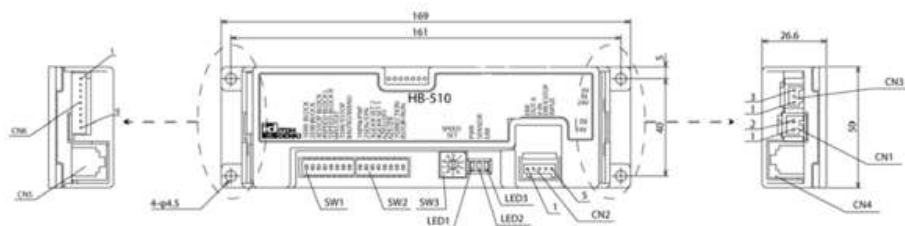
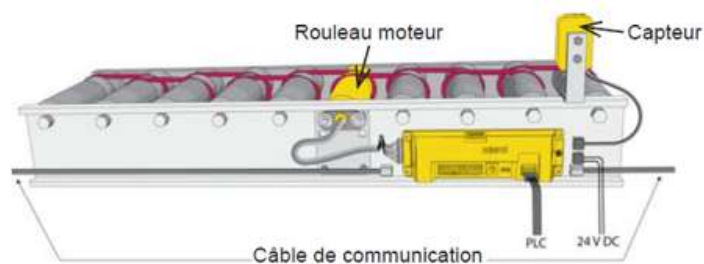
Figure 28 – Convoyeur concerné, en injection directe sur l'anneau TCC

Cette action non synchronisée résulte en une **surconsommation et une usure inutile** du matériel. Elles sont entraînées par des **oublis lors de multiples opérations de maintenance**, où les cartes ont pu être inversées ou échangées dans la démarche RSE de réutiliser les équipements inutilisés sur le national.

Une **optimisation** de la carte de commande Itoh **Denki HB510P** est envisagée pour rectifier ce dysfonctionnement. Il est par ailleurs nécessaire de vérifier par rapport au schéma électrique que les **temporisations sont paramétrées correctement**, et de **vérifier l'ensemble des cartes de commandes** pour s'assurer du paramétrage de celles-ci.

HB510P

- ⇒ Version sans frein PNP : HB510P
- ⇒ Version sans frein NPN : HB510N
- ⇒ Version avec frein PNP : HB510BP
- ⇒ Version avec frein NPN : HB510BN

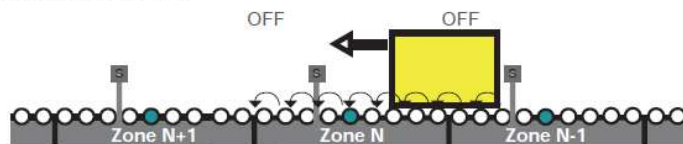


- CN1 Connecteur d'alimentation 24VDC
- CN2 Connecteur des Entrées / sorties (E/S)
- CN3 Connecteur capteur
- CN4 Connecteur de câble de communication
- CN5 Connecteur de câble de communication
- CN6 Connecteur moteur (▲ Rouleau moteur sans frein mécanique 9 broches.
Rouleau moteur avec frein mécanique 10 broches)
- LED1 Led de visualisation de l'alimentation
- LED2 Led de visualisation de l'état du capteur
- LED3 Led de visualisation des défauts
- SW1 Dip switch 1
- SW2 Dip switch 2
- SW3 Switch rotatif (sélection de vitesse fixe)

SW2 – interrupteur 3 et 4 – Mise en place des Temporisations

C'est la temporisation de mise en marche du rouleau moteur de la zone «N» par rapport à l'état «OFF» de la cellule de la zone «N-1».

Elle permet au rouleau moteur de la zone «N» de fonctionner pendant le temps nécessaire à la réception de la charge jusqu'à la cellule de la zone «N».



Temporisation en fonction du code vitesse

Code vitesse	SW2		Temporisation (s)
	3	4	
15 / 25 / 55*	ON	OFF	4 ~ 14
55	OFF	ON	1 ~ 4
Ne pas positionner	OFF	OFF	0,3 ~ 1,2
	ON	ON	Mise en marche du rouleau moteur sauf les cellules de la zone et celle d'aval, qui sont «ON»

*55 : En cas d'insuffisance de la durée de temporisation.

⚠ Bien positionner SW2-3 et 4 comme indiqué dans le tableau. Ne pas positionner sur ON-ON ou OFF-OFF. Le rouleau moteur s'arrête si le capteur S1 ne détecte rien au bout du temps défini par SW2. La durée de temporisation est définie pour un temps nécessaire au déplacement de la charge sur une distance d'environ 1m.

Figure 29 – extrait de documentation technique de la carte de commande

C'est alors le **Dip Switch 2** qui est responsable des temporisations et exactement cette fonction est attribuée aux **interrupteurs 3 et 4** sur celui-ci, il sera alors possible sur site de vérifier sa configuration théorique et d'observer le moindre écart. La grande majorité de celles-ci sont paramétrées sur le code **vitesse 55** avec une temporisation maximale de 4 secondes.

Cela est prévu pour le 25 juin, où une demande d'intervention a été demandée au Responsable Maintenance pour réaliser des mesures sur site.

4.5 Projet de motorisation « Nord Réducteur »

Comme précisé dans la partie 4 le projet prend en compte une collaboration exclusive avec le fabricant Nord Réducteur, en effet La Poste a pu recevoir une offre de présentation de leur dernière gamme de **moteur de rendement maximal IE5+**, où le fabricant propose l'expertise et le remplacement d'un moteur présent sur site par une version IE5+ gratuitement, l'objectif affiché est à la fois d'améliorer la performance du moteur concerné mais aussi d'étudier la consommation réelle sur le site et **de dimensionner exactement le moteur** pour le faire tourner sur sa puissance Nominale (pour rappel la puissance nominale est la **zone où le moteur est le plus performant** et possède le rendement le plus élevé).

Cette proposition permet de se poser quelques questions concrètes, **quelles seraient les améliorations apportées par le remplacement des moteurs de faible rendement installés entre 2003 et 2007 ? Est-ce plus avantageux en terme de ROI de les remplacer par des classes de rendements moins élevées comme du IE4 ou du IE3 ?**

Voici mon étude concrète sur le sujet.

4.5.1 Norme CEI/EN 30034-30.1 et classes de rendements

Une norme internationale a été établie en 2008, puis en 2014 pour la mise à jour afin de faire la classification du rendement énergétique international (IE) des moteurs asynchrones triphasés basse tension. Il s'agit de la norme CEI/EN 60034-30.1. Elle renforce l'équilibre dans les réglementations de rendement internationales.

La norme CEI/EN définit des classes de rendement internationales pour les moteurs mono-vitesse, triphasés, à induction, 50 et 60 Hz. Ces moteurs doivent être conformes à la norme CEI/EN 60034 ou CEI/EN 60079-0 (atmosphères explosives) et conçus pour un fonctionnement sinusoïdal.

IE1	Rendement standard
IE2	Rendement élevé
IE3	Rendement Premium
IE4	Super Premium
IE5	Ultra Premium



De plus selon la Réglementation Européenne - Règlement 2019/1781 :

- Les Moteurs électriques triphasés entre 0,12 et 1000kW doivent nécessairement être de classe de rendement IE3 minimum.
- Les moteurs IE2 peuvent encore être utilisés mais nécessitent un contrôle électronique de la vitesse, (variateur de vitesse).

4.5.2 Rendements Théoriques par classe

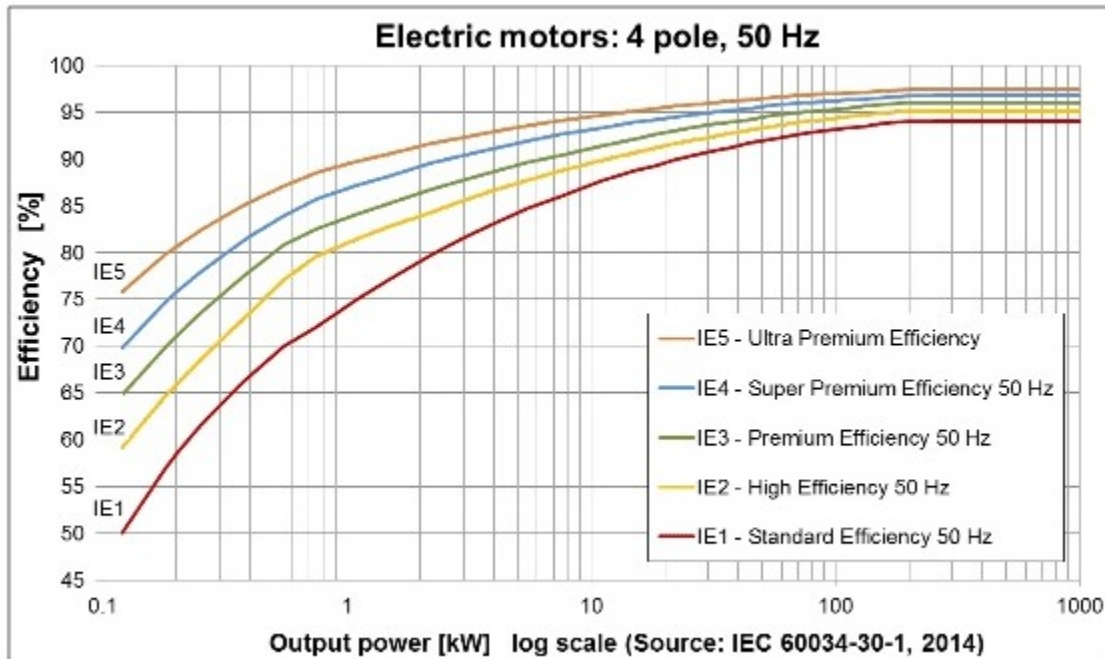


Figure 30 – Rendements par puissance de chaque classe énergétique

La puissance joue un rôle majeur pour identifier les améliorations de rendements en cas de remplacement de moteurs en revanche, à la Poste, **les moteurs les plus gros sont de 5kW maximum et la plupart sont en dessous de 1.5kW**, on remarque alors que le graphique avec son échelle logarithmique ne permet pas de voir avec précision cette zone ci, de plus on a des informations que pour des moteurs 4 pôles, il est alors nécessaire de travailler sur un autre support.

Puissance kW	IE1, 50Hz				IE2, 50Hz				IE3, 50Hz				IE4, 50Hz			
	2 pôles	4 pôles	6 pôles	8 pôles	2 pôles	4 pôles	6 pôles	8 pôles	2 pôles	4 pôles	6 pôles	8 pôles	2 poles	4 pôles	6 pôles	8 pôles
0.12	45.0	50.0	38.3	31.0	53.6	59.1	50.6	39.8	60.8	64.8	57.7	50.7	66.5	69.8	64.9	62.3
0.18	52.8	57.0	45.5	38.0	60.4	64.7	56.6	45.9	65.9	69.9	63.9	58.7	70.8	74.7	70.1	67.2
0.20	54.6	58.5	47.6	39.7	61.9	65.9	58.2	47.4	67.2	71.1	65.4	60.6	71.9	75.8	71.4	68.4
0.25	58.2	61.5	52.1	43.4	64.8	68.5	61.6	50.6	69.7	73.5	68.6	64.1	74.3	77.9	74.1	70.8
0.37	63.9	66.0	59.7	49.7	69.5	72.7	67.6	56.1	73.8	77.3	73.5	69.3	78.1	81.1	78.0	74.3
0.40	64.9	66.8	61.1	50.9	70.4	73.5	68.8	57.2	74.6	78.0	74.4	70.1	78.9	81.7	78.7	74.9
0.55	69.0	70.0	65.8	56.1	74.1	77.1	73.1	61.7	77.8	80.8	77.2	73.0	81.5	83.9	80.9	77.0
0.75	72.1	72.1	70.0	61.2	77.4	79.6	75.9	66.2	80.7	82.5	78.9	75.0	83.5	85.7	82.7	78.4
1.1	75.0	75.0	72.9	66.5	79.6	81.4	78.1	70.8	82.7	84.1	81.0	77.7	85.2	87.2	84.5	80.8
1.5	77.2	77.2	75.2	70.2	81.3	82.8	79.8	74.1	84.2	85.3	82.5	79.7	86.5	88.2	85.9	82.6
2.2	79.7	79.7	77.7	74.2	83.2	84.3	81.8	77.6	85.9	86.7	84.3	81.9	88.0	89.5	87.4	84.5
3	81.5	81.5	79.7	77.0	84.6	85.5	83.3	80.0	87.1	87.7	85.6	83.5	89.1	90.4	88.6	85.9
4	83.1	83.1	81.4	79.2	85.8	86.6	84.6	81.9	88.1	88.6	86.8	84.8	90.0	91.1	89.5	87.1
5.5	84.7	84.7	83.1	81.4	87.0	87.7	86.0	83.8	89.2	89.6	88.0	86.2	90.9	91.9	90.5	88.3

Tableau 7 – Rendements Moteurs par classe, nombre de pôles et puissance

Les moteurs de classe IE5 et IE5+ sont faits sur mesure et comme mentionné précédemment, l’équipe DET fait face à des **restrictions budgétaires** majeures, ce type de solution majeure sont **peu justifiables** compte tenu de la baisse de courrier. En revanche **une amélioration IE3 ou IE4 semble favorable**.

J’ai été **surpris** de trouver lors de ma visite du site de Wissous sur les plaques signalétiques moteurs des **moteurs de classe IE1**, or comme précisé dans la partie 4.5.1, ceux-ci doivent être remplacés par des moteurs de classe IE2 avec variateur minimum selon la norme européenne. **Ils sont donc les candidats immédiats à ce genre de modification.**

Voici les calculs de ROI de ce type de changement en prenant en compte la vétusté du matériel IE1 et en les passant vers des technologies IE2 ou IE3.

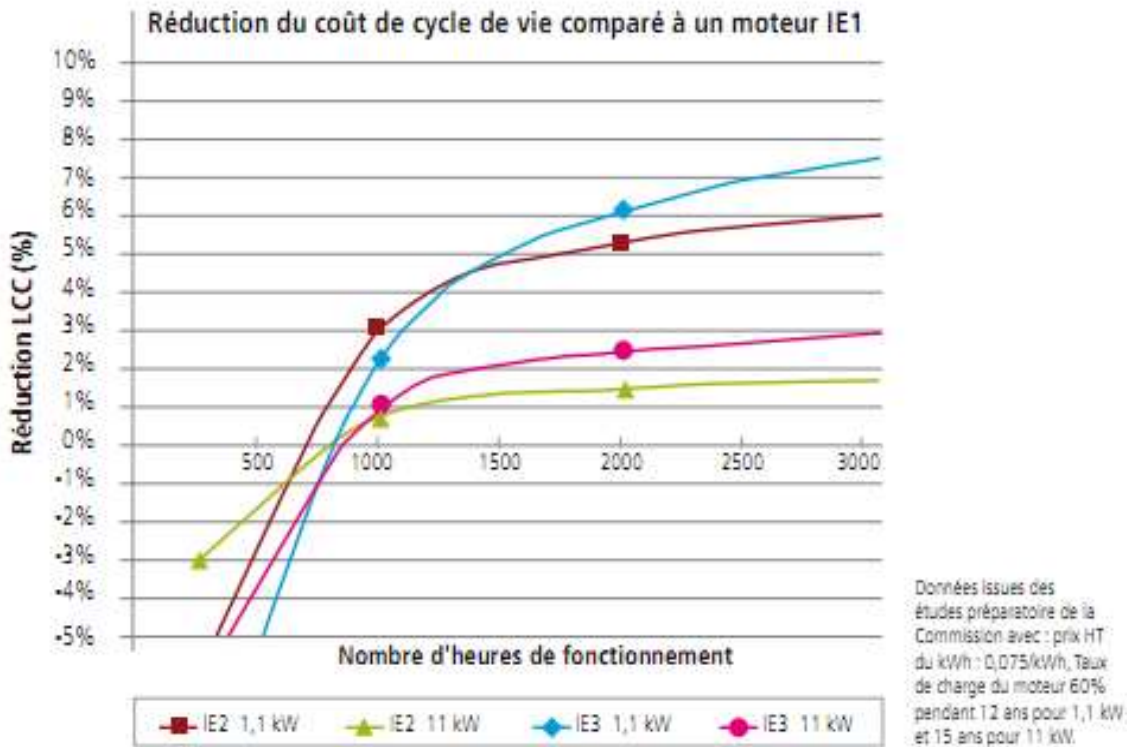


Figure 31 – ROI effectif d'un remplacement d'un moteur 4 pôles de 1.1kW et de 11kW

C'est donc à **partir de 1200h** d'utilisation qu'il est plus rentable de remplacer ce moteur par un **moteur IE3 plutôt qu'un moteur IE2**, où celui-ci dépasse déjà la réduction du coût de cycle de vie effective.

Sur la zone concernée on retrouve les **Transporteurs à Bande et Transporteurs à bande Regroupeur** qui sont aptes à ce type d'amélioration cela correspond à **19 moteurs** en prenant les tableaux 5 et 6 de la Partie 4.3.3, ceux-ci sous tous indiqués dans le schéma électrique du site, en revanche pour avoir des informations supplémentaires sur le fabricant, la technologie de moteur et autres informations nécessaires, il sera obligatoire de faire un déplacement sur site et de noter les informations remontées par leur plaques signalétiques respectives. Cela fait aussi partie de l'intervention prévue le 25 juin, où les éléments nécessaires à faire sur site ont été regroupés de sorte à minimiser les déplacements en véhicule, coûteux en temps de travail et en argent.

Les améliorations de ces moteurs **incluent au passage à l'IE4** nécessairement des **améliorations technologiques sur le rotor et sur la fabrication du stator**, or ces technologies comme vu précédemment dans la partie 4.4.2 peuvent entraîner des **perturbations du réseau électrique** en introduisant des **charges harmoniques** et augmenter les **pertes joules** sur l'ensemble de l'installation, il est alors nécessaire de s'y intéresser en analysant les technologies disponibles (voir Tableau 8).

Technologie de Moteur	Classe	Détails
Asynchrone	IE1 IE2 IE3	Utilisation d'un rotor « cage d'écureuil », ne nécessite aucun matériau rare à sa production
Aimant Permanent (PMSM)	IE3 IE4	Le Rotor est fait d'aimants permanents qui remplacent le rotor en ferrite pour supprimer les pertes joules
Réductance synchrone (SynRM)	IE4 IE5	Rotor Fenêtré pour diriger le champ magnétique et refroidir le rotor, ne nécessite pas de matériaux rares
synchrone à réductance et à aimants permanents (IPMSynRm)	IE5	Combinaison du rotor PMSM et SynRM pour obtenir un moteur avec le couple le plus élevé au démarrage

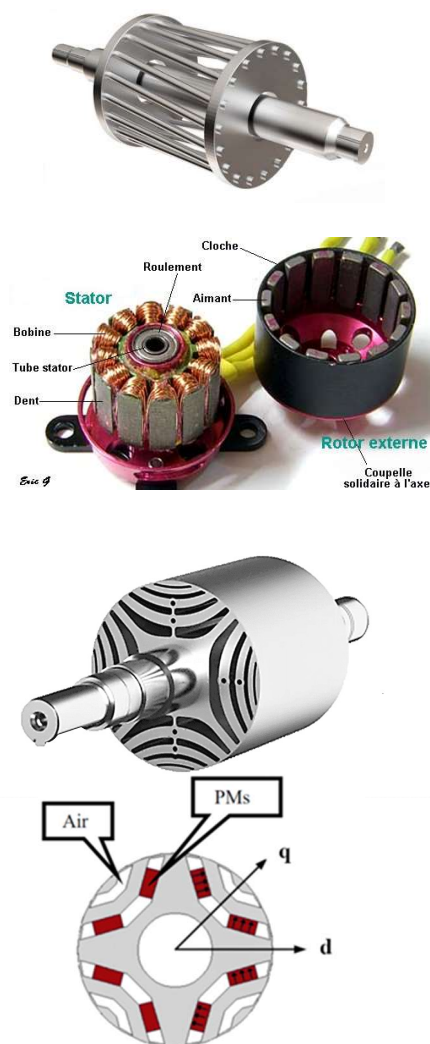


Tableau 8 – Différentes technologies de moteurs accessibles à l'achat

Ces technologies ont des avantages et inconvénients propres et il est important de les prendre en compte pour limiter les interventions de maintenance et arrêts du sites (Courant de démarrage trop élevé, couple moteur au démarrage trop faible...).

Technologie	Avantages	Inconvénients
Asynchrone	- Faible coût - Fiable et Robuste	- Rendement Inférieur aux autres technologies - Courant de démarrage élevé
PMSM	- Excellent rendement, pas de pertes Fer rotoriques - Courant de démarrage faible	- Coût élevé - Nécessite un onduleur pour le contrôler - Sensible à la chaleur
SynRM	- Faible coût - Rendement élevé si optimisé - Usure plus faible grâce à un refroidissement efficace	- Nécessite un onduleur - Couple de démarrage Faible
IPMSynRM	- Meilleur Rendement - Résistance thermique plus élevée que le PMSM - Courant de démarrage le plus faible	- Coût très élevé - Nécessite un onduleur et des stratégies de contrôle avancées

Tableau 9 – Avantages et inconvénients des différentes solutions techniques

On remarque par ailleurs que ce type d'amélioration moteur en comparaison avec un Asynchrone standard sont plus gros et ne rentrent pas forcément par limite de place.

Tous ces éléments sont nécessaires pour réfléchir à un changement de moteur.



5 Difficultés rencontrées

Lors de ma mission d'alternance, j'ai été confronté à plusieurs défis qui ont ralenti le déroulement de mes projets. Un enjeu majeur a été la priorisation des techniciens et des projets de maintenance, ce qui a retardé mes missions et la formation à l'habilitation électrique, essentielle pour mes tâches, de trois mois.

La communication interne a aussi posé problème, avec des réponses lentes à mes courriels et sur Microsoft Teams, ce qui a entravé ma progression. De plus, beaucoup de mes collègues, occupés sur les lignes de traitement des colis (PFC), n'étaient pas en mesure de m'aider, en raison de la priorisation de ces activités liées à des enjeux financiers et à la baisse de l'activité courrier.

Des problèmes logistiques sont également survenus, comme un retard d'un mois dans la livraison de matériel et la perte d'un colis par Chronopost. La confidentialité des données machines et la structure fragmentée de l'entreprise, avec de nombreux services opérant en autonomie, ont compliqué l'accès aux informations nécessaires.

Ces difficultés ont ponctué mon parcours d'alternance, lequel s'est révélé être une expérience extrêmement gratifiante et enrichissante, constituant un complément à ma formation académique initiale. Cette période a non seulement renforcé mes compétences transversales en communication et en gestion de projet mais a également élargi ma compréhension théorique, soulignant l'importance de l'apprentissage intégré dans un contexte professionnel réel.



6 Conclusion de mon alternance

Pendant mon alternance au sein de La Poste, j'ai eu l'opportunité de découvrir le fonctionnement d'une grande entreprise française. Son organisation est hautement structurée, avec diverses directions et métiers. La Poste a su s'adapter aux évolutions de la société en diversifiant ses activités, notamment en innovant dans la digitalisation et le service à la personne, afin de rester compétitive.

J'ai effectué mon alternance au sein de la Direction Technique de La Poste, où un projet d'amélioration continue m'a été confié de A à Z. Ma mission consistait à fiabiliser une ligne courrier pour augmenter son rendement et baisser la consommation. J'ai participé à plusieurs réunions et groupes de travail avec des chefs de projets, me déplaçant même sur des sites de traitement des courriers postaux pour travailler en étroite collaboration avec les agents aux contacts des machines. Cette immersion sur le terrain m'a offert une approche globale, me permettant de mieux comprendre les besoins de mon projet.

Ce stage m'a également permis de comprendre l'importance de la flexibilité dans les projets de grande envergure. Les modifications de dernière minute des plans, les ajustements en fonction des résultats intermédiaires et les révisions des objectifs en fonction des nouvelles informations disponibles ont été des aspects courants de mon travail quotidien. Cela m'a enseigné à rester agile et à adapter mes méthodes de travail pour atteindre les meilleurs résultats possibles, ainsi bien que ma mission ne soit pas terminée et que les dates d'échéances n'ont pas pu être respectées, et que la mesure avec l'analyseur de réseau PEL, en retard de 4 mois, ne sera réalisée que le 25 juin, je suis satisfait de l'expérience apportée par ce projet, qui m'a dévoilé les rouages de l'adaptation en milieu professionnel, la prochaine date d'échéance étant fin juillet 2024 où les réalisations pratiques de ses améliorations techniques seront mises à l'honneur apporterons des informations concrètes sur le calcul du ROI et sur les économies apportées par ces solutions et rendra cette pré-étude encore plus concrète tout en soulignant l'importance d'avoir embauché un Apprenti Concepteur.

Mes responsables m'ont accordé leur confiance et m'ont offert une certaine liberté dans mon travail quotidien, ce qui a renforcé mon autonomie. Le fait de voir mes projets se développer est très gratifiant, renforçant ma détermination à poursuivre mes études dans ce domaine. J'aspire à développer mes compétences en tant qu'ingénieur en intégrant un master en Génie Industriel.



7. Bibliographie

Livres et rapports

CHEVALIER, Bruno. Cestas PIC rapport expertise TTF. 2013.

MARCELLI, Pascal. Rapport d'intervention PFC Pontcharra. 2022.

GOY, Michel. Rapport eau/élec 2023.

"RSE on le fait au MAX". Rapports RSE sur les sites La Poste. 2024.

Documents techniques et analyses

"Analyse fonctionnelle stricte Fives TCC". Documentation Fives. 2019.

"Documentation constructeur Fives anneau TCC". Fives Group. 2012.

"Analyse de consommation Wissous". Cyril. 2023.

"Résultats courrier BSCC annuel 2023". Direction La Poste. 2023

Formations

"Dossiers de travail d'électrotechnique". Mr BELLIER. 2022

"Optimum Formation maintenance MTP". 2023.

"Optimum Formation maintenance TTF". 2023.

Sources Web

"Machine de traitement du courrier". Wikipédia. [en ligne]. Disponible sur :
https://fr.wikipedia.org/wiki/Machine_de_traitement_du_courrier.

"La Poste (entreprise française)". Wikipédia. [en ligne]. Disponible sur :
[https://fr.wikipedia.org/wiki/La_Poste_\(entreprise_fran%C3%A7aise\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/La_Poste_(entreprise_fran%C3%A7aise)).

"IE efficiency classes for 4-pole motors at 50 Hz". ResearchGate. [en ligne]. Disponible sur :
https://www.researchgate.net/figure/IE-efficiency-classes-for-4-pole-motors-at-50-Hz-21_fig4_327820752.

"Moteurs IE". CalculCEE. [en ligne]. [consulté le jj/mm/aaaa]. Disponible sur :
<https://www.calculcee.fr/article/Moteurs-IE/>.



"Tout savoir sur le rendement des moteurs électriques". Motac. [en ligne] Disponible sur : <https://www.motac.fr/blog/2019/06/18/tout-savoir-sur-le-rendement-des-moteurs-electriques>.

"Puissance déformante". Puissance Déformante Weebly. [en ligne]. Disponible sur : <http://puissance-deformante.weebly.com/>.

"Puissance déformante". SAGE STS Free. [en ligne]. Disponible sur : <http://sa.ge.sts.free.fr/Wiki/pmwiki.php?n=SA.PerPuissanceDeformante>.

"The ROI of Motor Maintenance Measurements". Sean Silvey. [contenu payant]

Vidéos YouTube

"[Titre de la vidéo]". YouTube. [en ligne]. [consulté le jj/mm/aaaa]. Disponible sur : https://youtu.be/-1fj2ZwBUug?si=eN8mm_7efOA3OzSV.

"[Titre de la vidéo]". YouTube. [en ligne]. [consulté le jj/mm/aaaa]. Disponible sur : <https://youtu.be/esUb7Zy5Oio?si=WO4TsSq5JwABmRey>.

"[Titre de la vidéo]". YouTube. [en ligne]. [consulté le jj/mm/aaaa]. Disponible sur : <https://youtu.be/-6cfJojoQX8?si=oQe9LHyTRXrHNhv1>.

Données internes et autres documents

"Données Internes Nord Réducteur". 2024.

"Obeya MTP refresh". 2023.

"Plan Transitiques LibreCAD La Poste de Wissous". 2024.

