



HAL
open science

Amélioration continue en brasserie : réduction des consommations en eau et mise en place de la méthode 5S

Lucas Bighetti

► To cite this version:

Lucas Bighetti. Amélioration continue en brasserie : réduction des consommations en eau et mise en place de la méthode 5S. Alimentation et Nutrition. 2024. dumas-04801365

HAL Id: dumas-04801365

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04801365v1>

Submitted on 17 Dec 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Mémoire de fin d'études

BIGHETTI Lucas

Présenté pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome
Option : Agroalimentaire et Agro-Industries Montpellier (AAIM)

Spécialisation : PERFORMA

Année universitaire 2023-2024

Amélioration continue en brasserie :
Réduction des consommations en eau et mise en
place de la méthode 5S



18 mars 2024 – 13 septembre 2024

SAS Brasserie Pietra

Furiani

Maitre de stage : Marina GROSS

Tutrice pédagogique : Reine BARBAR

Résumé

La Brasserie Pietra est un des fleurons de l'industrie agroalimentaire Corse. L'entreprise s'est développée en valorisant les matières premières locales et la culture Corse. Elle a aussi fait le choix, très tôt, d'adopter une démarche de management de l'environnement et a beaucoup investi pour minimiser les pertes d'énergies et de ressources.

Cette volonté de réduire son impact sur l'environnement prend encore plus de sens en Corse, où la pression sur les ressources est accentuée par l'insularité. Le dérèglement climatique est déjà ressenti dans le climat méditerranéen et se traduit par des périodes de sécheresses plus longues et plus chaudes que par le passé. La réduction des consommations en eau sera un enjeu majeur pour la brasserie dans les années futures.

Ce mémoire traite de la mise en place d'amélioration continue dans l'ensemble de la brasserie. Et principalement de deux grands sujets, la réduction des consommations en eau afin de se mettre en conformité avec un arrêté ministériel et d'améliorer les indicateurs d'efficacité des ressources. J'ai travaillé sur la réduction des consommations de certains postes de travail, la surveillance et l'amélioration des pratiques de gestion des consommations en eau. Le deuxième sujet porte sur la mise en place de la méthode 5S sur deux ateliers de la brasserie. Ces ateliers sont des projets pilotes pour développer une méthode de mise en place qui pourra peu à peu être généralisée sur l'ensemble de la brasserie.

Pour les projets 5S, nous avons établi l'ensemble de la méthode sur deux ateliers avec un cheminement qui semble mener à une mise en place réussie. Pour les économies d'eau, nous avons atteint un objectif de réduction de 5 % en lien avec la législation et une amélioration des indicateurs d'utilisation des ressources.

Abstract

Pietra Brewery is one of the flagships of the Corsican food industry. The company has grown by promoting local ingredients and the Corsican culture. Early on, it also chose to adopt an environmental management approach and has invested significantly to minimize energy and resource waste.

This commitment to reducing its environmental impact is even more meaningful in Corsica, where the pressure on natural resources is heightened by the insularity. Climate change is already being felt in the Mediterranean climate, with longer and hotter droughts than in the past. Reducing water consumption will be a major challenge for the brewery in the upcoming years.

This internship report addresses the implementation of continuous improvement throughout the brewery. It focuses on two main topics, reducing water consumption to comply with legislation and improve resource efficiency indicators. I worked on reducing consumption at certain workstations, monitoring and reducing consumption deviations, and improving practices for managing water use. The second topic concerns the implementation of the 5S method in two of the brewery's workshops. These workshops serve as pilot projects to develop a method that can gradually be extended across the entire brewery.

For the 5S projects, we established the full method in two workshops, following a process that appears to lead to a successful implementation. For water savings, we achieved a 5% reduction target in compliance with legislation, along with improved resource utilization indicators.

Remerciements

Je tiens à remercier Madame Armelle et Monsieur Dominique Sialelli fondateur de la brasserie ainsi que Monsieur Hugo Sialelli directeur de l'entreprise, de m'avoir donné l'opportunité d'effectuer mon stage au sein de la brasserie.

Je remercie, Madame Marina GROSS, Directrice technique de la brasserie, de m'avoir accompagné tout au long du stage dans les différentes missions et de m'avoir accordé tout sa confiance et beaucoup d'autonomie.

Je remercie également Laurent MARTINETTI, responsable production, Justine GODARD, responsable sécurité, Émeline POZZO-DI-BORGO, Alexandra PEDELAGRABE et Charlène ROCCHI pour leur soutien et leurs recommandations dans les différents projets que j'ai pu mener à leurs côtés.

Des remerciements s'adressent de même à tous les employés de la brasserie, cadres, techniciens de laboratoire et opérateurs pour l'accueil qu'ils m'ont réservé et toute l'aide qu'ils ont pu m'apporter au cours de ce stage.

Enfin, je tiens à remercier Reine BARBAR, tutrice pédagogique, pour son accompagnement et son soutien inestimable tout au long de ce projet, ainsi que pour ses précieux conseils et sa disponibilité constante qui ont grandement contribué à la réussite de ce mémoire. Je remercie également l'équipe pédagogique de l'option AAIM pour cette dernière année d'étude et leur soutien au travers de tous les projets menés.

Tables des matières

| | |
|---|-----------|
| Résumé | |
| Abstract | |
| Remerciements | |
| Tables des matières | |
| Glossaire | |
| Sigles et acronyme | |
| Introduction | 1 |
| I. Contexte et mise en situation | 2 |
| I.1. L'entreprise Pietra : une brasserie Corse | 2 |
| I.1.1. L'histoire de l'entreprise | 2 |
| I.1.2. Le site de Furiani | 3 |
| I.2. Raréfaction des ressources dans l'industrie agroalimentaire : Green Lean Management | 5 |
| I.2.1. Le Green Lean management | 5 |
| I.2.2. La gestion de l'eau, une problématique globale | 6 |
| I.3. L'amélioration continue et maintien de l'activité | 8 |
| I.3.1. L'amélioration des conditions de travail par le 5S | 8 |
| I.3.2. Un plan sécheresse face au maintien de la production | 8 |
| I.4. Une démarche et des outils communs | 9 |
| I.4.1. Une démarche de gestion de projet | 9 |
| I.4.2. Outils | 10 |
| II. La méthode 5S pour une amélioration du système de production | 11 |
| II.1. La méthode 5S | 11 |
| II.1.1. Présentation de la méthode | 11 |
| II.1.2. Méthode 5S et durabilité environnementale | 12 |
| II.1.3. La mise en place des projets 5S | 13 |
| II.2. Les difficultés à implémenter les chantiers 5S | 18 |
| II.2.1. Support de la hiérarchie | 18 |
| II.2.2. Rejet des opérateurs face à une nouvelle méthode de travail | 18 |
| II.3. Pérenniser la méthode et la faire évoluer | 19 |
| II.3.1. Assurer une pérennisation des modifications mises en place | 19 |
| II.3.2. Audit de chantier et roue d'amélioration continue | 20 |
| III. Le Green Lean Management pour un maintien de l'activité | 21 |
| III.1. Un projet de réduction des gaspillages | 21 |
| III.1.1. Définition des objectifs et déroulement du projet TPM | 21 |
| III.1.2. Organisation de la démarche | 24 |
| III.2. Une progression par étape pour des gains progressifs | 25 |
| III.2.1. Accompagnement sur la salle à brasser | 25 |
| III.2.2. Réduction des consommations sur la NEP couloir TOD | 26 |
| III.2.2.1. Réduction du nombre de cycles de rinçage | 27 |
| III.3. Résultats et perspectives | 33 |
| III.4. Une amélioration entre objectif économique et environnemental | 35 |

| | | |
|-----------------------|---|-----------|
| III.4.1. | Un enjeu économique face au risque de restrictions | 35 |
| III.4.2. | Un enjeu environnemental face aux sécheresses récurrentes en Méditerranée | 35 |
| III.4.3. | Réflexion sur l'efficacité des ressources | 36 |
| Conclusion | | 37 |
| Bibliographies | | 38 |
| Annexe | | 43 |

Glossaire

Mudas : Les 7 gaspillages du lean management, la surproduction, l'attente, le transport, le surtraitement, les inventaires excessifs, les mouvements inutiles et les défauts.

Biseau salé : Un biseau salé désigne l'intrusion d'eau de mer dans un aquifère d'eau douce côtier. Cette contamination peut se produire à la suite de la surexploitation de l'aquifère. Les conséquences de cette intrusion incluent la modification de la composition chimique de l'eau et son enrichissement en sels minéraux (Freeze, R. A., & Cherry, J. A., 1979).

ISO 14001 : Elle fournit un cadre permettant aux organismes de concevoir et de mettre en œuvre un système de management de l'environnement et d'améliorer en permanence leurs performances environnementales.

Green : Vert en anglais

Sigles et acronyme

TOD : Tank Outdoor

GBC : Groupe Boisson de Corse

ISO : Organisation internationale de Normalisation

NEP : Nettoyage En Place

PDCA : Plan Do Check Act

BRGM : Bureau de Recherche Géologiques et Minière

Introduction

Mon stage de fin d'études s'est déroulé au sein de la Brasserie Pietra à Furiani en Corse. La Brasserie Pietra est la plus grosse brasserie de Corse et se développe aujourd'hui sur le continent.

J'étais sous la responsabilité de la directrice technique sur site de production.

Ce stage portait sur la mise en place de Lean manufacturing sur deux tableaux, d'une part la mise en place de la méthode 5S sur plusieurs ateliers de la brasserie et d'autre part la réduction des consommations en eau du site.

Ce stage est ma première expérience professionnelle au cœur de la production d'une usine agroalimentaire. Par le passé je n'avais pas été confronté au fonctionnement continu des outils de production. Il s'inscrit dans la continuité de mon choix de spécialisation PERFORMA (Performance durable des ateliers de transformation des aliments) avec l'application concrète d'une démarche de gestion de projet d'amélioration continue.

Pour la brasserie Pietra, la réduction des consommations en eau est une urgence face à la mise en place d'un arrêté préfectoral leur imposant des restrictions en période de sécheresse. La mise en place de méthode 5S est une première étape permettant à la brasserie d'instaurer de l'ordre et de la discipline préparant le terrain pour l'instauration de méthodes de Lean plus complexes, comme le 6-sigma, SMED ou bien le TRS.

Ce mémoire examine la mise en place et le suivi de ces deux projets, en utilisant des méthodologies similaires mais visant des objectifs distincts.

Dans un premier temps nous présentons la situation plus en détail, en démontrant que ces problématiques sont universelles à l'industrie agroalimentaire depuis deux décennies, ainsi que les outils et méthodes utilisés. Dans un deuxième temps, nous présentons le déroulement des 5S et les résultats obtenus. Enfin, nous abordons la mise en œuvre progressive des réductions de consommation d'eau, étape par étape, et soulignons l'intérêt global de ce travail d'optimisation.

I. Contexte et mise en situation

I.1. L'entreprise Pietra : une brasserie Corse

I.1.1. L'histoire de l'entreprise

Fondée en 1996 par Dominique et Armelle Sialelli dans une volonté de créer une bière unique reflétant le caractère et les saveurs corses. La première bière produite par la brasserie la « Pietra » est à l'origine du succès de la marque. Le nom fait référence au village d'origine du Mr Sialelli, Pietra Serena. Brassée à partir de malt d'orge et de farine de châtaigne, la Pietra a eu un succès important propulsant la brasserie sur le devant de la scène brassicole française.

Au fil des années, Pietra a élargi sa gamme de produits pour inclure de nombreuses bières. Elle continue d'innover, tout en restant fidèle à ses racines corses et en utilisant des ingrédients locaux de grande qualité. La gamme comporte 14 recettes permanentes commercialisées en bouteilles (15, 25, 33 et 75 centilitres), en fûts (5, 10, 20 et 30 litres) et en canettes (33, 44 et 50 centilitres). Elle possède aussi des recettes temporaires comme le brassin de Noël ou pour certains événements comme le festival de gastronomie Art'e Gustu (figure 1).



Figure 1 : Photo de la gamme de bière

L'entreprise Pietra est également engagée dans la promotion de la culture corse et de ses traditions. En plus de son engagement pour la qualité de ses produits, la brasserie met un point d'honneur à respecter l'environnement, en adoptant des pratiques de production durables et en soutenant des initiatives locales.

La brasserie est une société à actions simplifiées (SAS) qui comporte 49 employés répartis dans différents services.

La brasserie Pietra a réalisé un chiffre d'affaires de plus de 20 millions d'euro en 2022. Sur ces ventes 43% sont faites en Corse, 56 % sur le continent et 2% à l'étranger. Sa croissance est soutenue par un développement de sa distribution en France continentale, en Italie et en Belgique.

Depuis 2010, elle fait partie du Groupe des Boissons de Corse GBC, codirigé par Dominique Sialelli et David Dary. Ce groupe comporte de nombreuses entreprises corses dans la distribution (Balagne Distribution, STEB) et la production de boissons et spiritueux tel que la Distillerie Mavela, Mattei et CIB (Cumpagnia Isulana di Bivende, l'usine Coca-Cola). Elle a aussi fait l'acquisition de parts dans d'autres brasseries en France comme la Brasserie du Castelet (Bière Fada).

I.1.2. Le site de Furiani

Le site de production de la brasserie est toujours le site historique, situé dans la zone industrielle de Furiani, son dépôt logistique se trouve dans la commune limitrophe de Borgo.

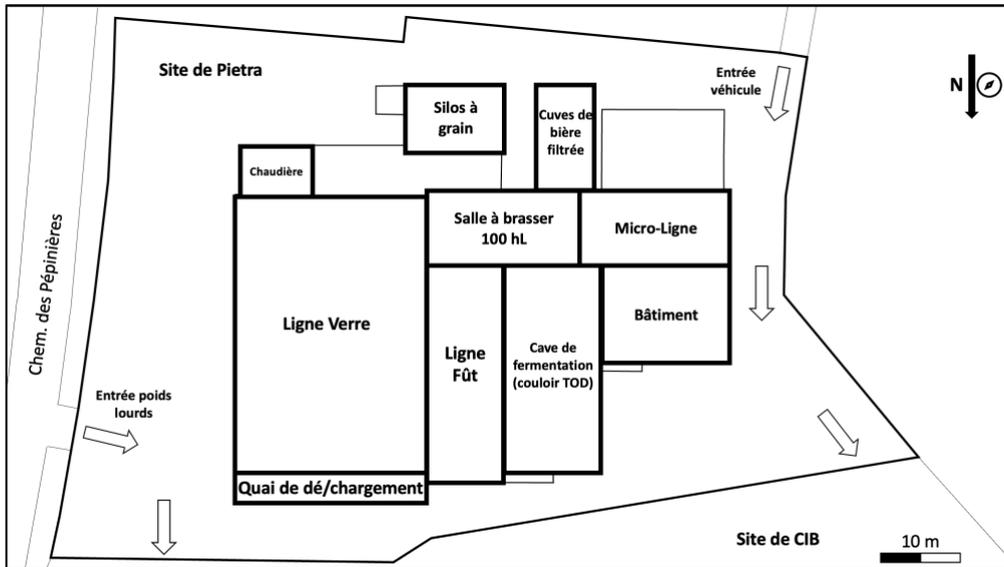


Figure 2 : Plan de la Brasserie Pietra

D'une surface de 39430 m², le site abrite la brasserie Pietra, figure 2, et le site CIB. On y retrouve le bâtiment pour les employés de l'usine et pour le marketing. Accolée au bâtiment se trouve l'usine équipée d'une salle à brasser de 100 hectolitres, 29 cuves de fermentation extérieures et 11 cuves pour bière filtrée. Pour le conditionnement, la brasserie possède une ligne de production de fûts destinée aux professionnels de la restauration et une ligne de conditionnement en bouteille d'une capacité de 120 000 cols par jour. Sur le même terrain se trouve le site de CIB où est réalisée la production en canettes.

La brasserie emploie 49 personnes. Elles sont regroupées en plusieurs pôles ayant chacun un responsable. Marina GROSS permet la coordination des différents pôles en tant que Directrice Technique du site.

"Données supprimées : Non conforme RGPD"

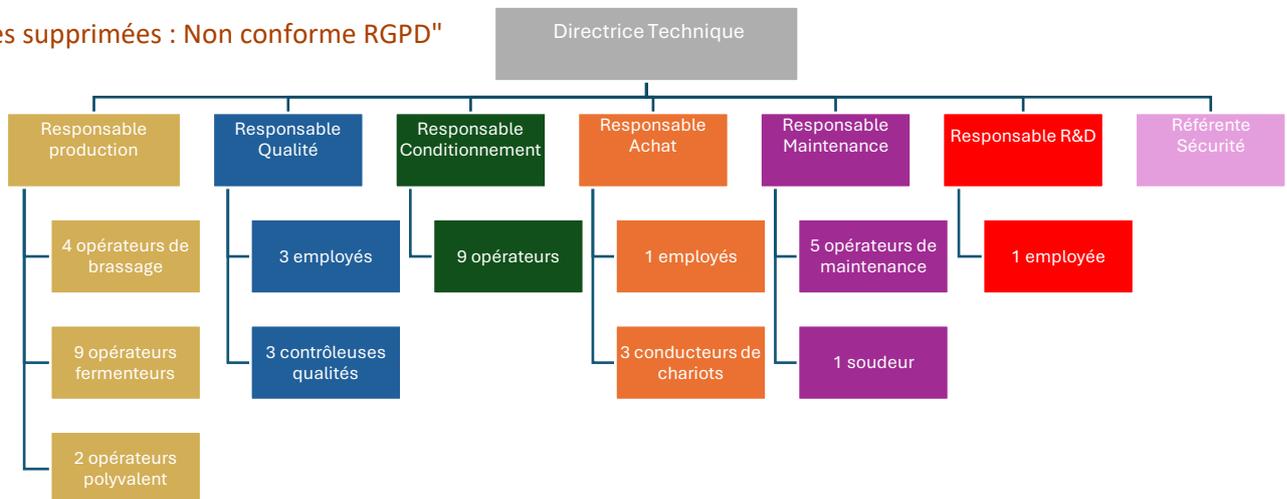


Figure 3 : Organigramme de la brasserie Pietra

Les différents pôles, figure 3, interagissent constamment sur de nombreuses problématiques dont l'utilisation des ressources. Les problématiques d'un pôle peuvent mener à un travail en collaboration avec de nombreux parties prenantes en commençant par les responsables et en impliquant les opérateurs. Chaque matin, une réunion regroupant tous les responsables permet de partager les informations importantes et d'adapter l'organisation de la semaine aux aléas de tous.

La brasserie produit aujourd'hui 156 000 hectolitres de bière par an, elle a pour objectif d'atteindre les 220 000 hectolitres sur le site de Furiani avec l'installation actuelle.

La brasserie puise l'eau nécessaire au processus de production dans la nappe de Fium'alto – Golo – Plaine de Mormarana - Bevinco qui s'étend sur 80 km² au début de la plaine orientale Corse, figure 4.

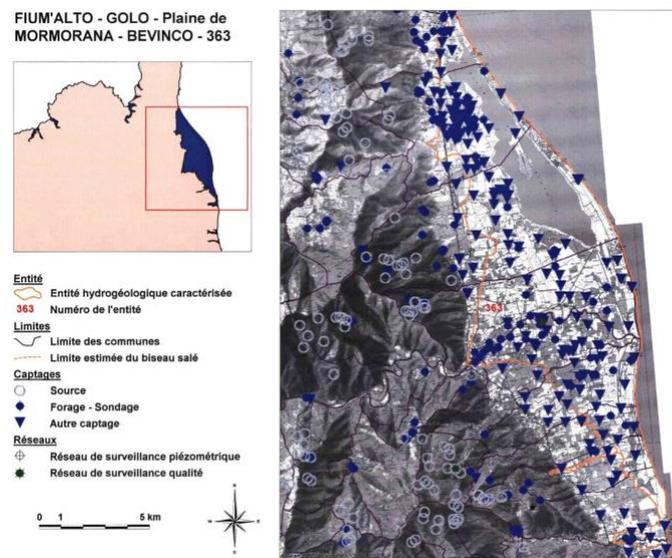


Figure 4 : Carte de la nappe de Fium'Alto – Golo – Plaine de Mormarana – Bevinco (Nguyen-Thé, N., Palvadeau, E., & Sinzelle, B., 2003)

Avec un prélèvement, par ces deux forages, de 85 000 m³ par an, la brasserie est l'industrie prélevant le plus dans cette ressource en eau.

Après de nombreuses années de sécheresse répétée, la préfecture a mis en place le plan sécheresse ministériel du 30 juin 2023, pour une application en 2024. Ce plan prévoit différents niveaux de restrictions : Alerte, Alerte renforcée, Crise, Crise renforcée. À partir de cet arrêté, la brasserie Pietra a commandé début 2024 un rapport de modélisation de la nappe de Bevinco par AC D'EAU ET IMAGEAU. Ce rapport prévoit, en fonction du niveau de recharge de la nappe, des niveaux de restriction définissant les volumes maximums de prélèvement.

Ce rapport de modélisation définit la remontée du biseau salé au niveau des forages comme le risque principal. Dans cette éventualité, les forages ne permettraient plus de produire, la brasserie n'étant pas équipée de systèmes de désalinisation de l'eau.

I.2. Raréfaction des ressources dans l'industrie agroalimentaire : Green Lean Management

I.2.1. Le Green Lean management

A partir du début des années 2000 et particulièrement de la crise de 2008 un changement s'est créé dans les industries à travers le monde. L'impact des industries sur l'environnement a pris une plus grande place ainsi que l'utilisation des ressources. D'une part, l'augmentation du prix des matières premières s'est imposé comme une limite économique au développement, et parallèlement, l'augmentation de la fréquence des catastrophes environnementales liées au dérèglement climatique a représenté un risque trop important.

La diffusion importante de la norme ISO 14001 à partir de sa création en 1996 traduit cette montée en conscience de l'environnement. Son déploiement s'est fait en corrélation avec la sensibilité des gouvernements à l'environnement, une concentration géographique forte des industries, le niveau d'éducation élevé des pays et une forte demande des clients et investisseurs (Grolleau, G., Lamri, J. & Mzoughi, N., 2008).

De nombreuses initiatives d'amélioration continue ont vu le jour pour répondre à ces préoccupations croissantes, intégrant des principes économiques avec des objectifs de durabilité des chaînes d'approvisionnement. Ainsi, le terme « Green » s'est progressivement intégré à diverses méthodologies industrielles, comme le Green Lean Management et le Green Lean Six Sigma. La littérature académique reflète cette évolution en mettant en avant la recherche de synergies entre les pratiques Lean et les objectifs de durabilité (Hallam, C., Contreras, C., 2016) et démontre un parallélisme entre les deux modèles (Bergmiller & McCright, 2009).

La durabilité est devenue une question cruciale pour les entreprises en raison des préoccupations liées à l'épuisement des ressources naturelles, aux disparités de richesse et à la responsabilité sociétale.

Le Lean Management se concentre sur l'élimination des activités non essentielles, la réduction des délais et des coûts, ainsi que l'amélioration de la qualité des produits et services. En intégrant les principes du Green Management, le Green Lean vise à optimiser non seulement l'efficacité économique mais aussi l'efficacité environnementale. Cela se traduit par la minimisation des déchets matériels, la réduction de la consommation d'énergie et la gestion responsable des ressources naturelles tout au long du cycle de vie des produits.

Les synergies entre le Lean et le Green management sont évidentes : toutes deux visent à améliorer les performances des entreprises en réduisant les inefficacités et en augmentant la valeur ajoutée pour les clients. Des inventaires faibles (indicateur de performance Lean) permettent une meilleure performance environnementale (Hajmohammad, S., Vachon, S., Klassen, R. D., & Gavronski, I., 2013). Par exemple, l'intégration de pratiques de fabrication verte peut réduire les coûts de production en optimisant l'utilisation des matières premières et en diminuant les besoins énergétiques, ce qui améliore simultanément la rentabilité économique et réduit l'empreinte écologique (Deif, 2011).

Le Green Lean Management offre une voie prometteuse pour les entreprises cherchant à concilier performance économique et responsabilité environnementale, sa mise en œuvre efficace nécessite une gestion attentive des synergies et des tensions entre les objectifs Lean et Green. Cela permettra non seulement d'améliorer la compétitivité des entreprises sur le marché mondial mais aussi de contribuer de manière proactive à la durabilité environnementale à long terme.

De manière similaire, la méthode Green Lean Six Sigma représente une évolution intégrative du Lean management et du Green management, visant à harmoniser l'efficacité opérationnelle avec la durabilité environnementale au sein des organisations. Green Lean Six Sigma se structure autour d'un processus en plusieurs étapes rigoureuses, chaque étape étant soigneusement conçue pour maximiser l'amélioration continue tout en réduisant l'impact écologique (Gholami et al., 2021).

En généralisant les solutions réussies à travers l'organisation, le Green Lean Six Sigma vise à promouvoir une culture d'innovation durable et à améliorer la compétitivité globale de l'entreprise grâce à des pratiques de gestion responsables sur le plan environnemental.

L'implémentation du Green Lean et du Green Lean Six Sigma dans les industries manufacturières rencontre plusieurs obstacles clés. La résistance au changement parmi les employés et les gestionnaires, couplée au manque d'engagement de la direction, constitue des barrières majeures. De plus, le besoin crucial de former adéquatement le personnel pour appliquer ces méthodologies complexes et intégrées est souvent sous-estimé. La complexité d'intégrer simultanément les principes du Green, du Lean et du Six Sigma, ainsi que les défis liés aux investissements initiaux et aux contraintes de ressources, compliquent davantage la mise en œuvre (Singh, C., Singh, D., & Khamba, J. S., 2020; Garza-Reyes, J. A., 2015).

Des pratiques comme le 5S et la logistique inversée jouent un rôle crucial dans l'optimisation des processus et la réduction des gaspillages. Ces méthodes favorisent l'organisation et la discipline au sein des entreprises, améliorant ainsi leur efficacité opérationnelle et leur engagement envers la durabilité.

En incorporant ces outils et méthodes dans les pratiques de Green Lean Management, les organisations peuvent non seulement améliorer leur compétitivité sur le marché, mais aussi réduire leur empreinte écologique, renforçant ainsi leur engagement envers la durabilité. L'implication des parties prenantes est une part centrale de l'atteinte des objectifs (Choudhary, Nayak, Dora, Mishra, & Ghadge, 2019).

I.2.2. La gestion de l'eau, une problématique globale

La production alimentaire, avec la production agricole en amont, requiert de grandes quantités d'eau. En France et en Europe l'agriculture représente environ 50% de la consommation d'eau douce. A l'internationale, l'agriculture compte jusqu'à 70% de la consommation totale d'eau douce (UNESCO, 2024).

L'industrie entière ne représente que 5% du total des consommations (European Environment Agency, 2017) (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2021). Mais l'industrie agroalimentaire représente 55% de la consommation d'eau douce des industries (Cloete et al., 2010).

Elle doit disposer d'une eau pure et saine, ce qui la met en concurrence avec les usages domestiques. De plus, cette industrie génère également de gros volumes d'effluents. Face à la raréfaction de l'eau, aux réglementations environnementales plus strictes et à l'augmentation des coûts des traitements municipaux de l'eau et des eaux usées, ces facteurs deviennent des éléments déterminants qui incitent les entreprises agroalimentaires à rechercher des méthodes alternatives pour produire de manière efficace et durable.

Une des limites à la réduction des consommations en eau est l'absence d'information sur les consommations moyennes des industries agroalimentaires. Ces informations permettraient de créer des repères pour les industries. De plus, la partie du processus de production offrant à priori le plus grand gain potentiel d'économie d'eau sont les nettoyages en place (NEP). En effet, ils ont lieu de façon routinière, journalière et sont réalisés par des stations de NEP selon des paramètres bien précis, qui optimisés, permettent d'obtenir des économies effectives de consommation d'eau en respectant les critères de nettoyage. (Meneses, Y. E., Stratton, J., & Flores, R. A., 2017)

Il a été démontré qu'une meilleure planification et de meilleurs contrôles des processus sont les meilleures façons de réduire la consommation d'eau en agroalimentaire. En moyenne, une entreprise pourrait réaliser 30% d'économie de consommation d'eau douce par de simples modifications opérationnelles avec de faibles investissements (Klemes, J., Smith, R., & Kim, J.K., 2008).

La gestion des effluents est aussi centrale dans certaines parties du monde, avec la mise en place de lois de régulation ou par la limitation des stations de traitement. Les entreprises gagnent donc sur les deux tableaux par une réduction de leur consommation en eau douce. (Compton, M., Willis, S., Rezaie, B., & Humes, K., 2018)

Aujourd'hui la question d'un management responsable et durable de l'eau est centrale dans les entreprises. Elle prend une place directement dans la RSE des entreprises et particulièrement dans l'industrie des boissons. Les questions de consommation d'eau impactent le fonctionnement des usines, leurs images et sont souvent liées à des lois qui les régulent.

La question de la gestion de l'eau est apparue à partir des années 1970 notamment après la mise en place du « Clean Water Act » aux États-Unis qui visait à réguler les rejets industriels dans les cours d'eau et à promouvoir l'utilisation durable et efficace des ressources en eau. Cette prise de conscience s'est généralisée fin 90 début 2000 avec la norme ISO 14001 et le développement de la RSE (Environmental Protection Agency, 1972).

Une des sources de problèmes avec l'utilisation de l'eau en industrie est la déconnexion entre le prix économique de l'eau et son coût environnemental (Sarni, W., 2011).

Les acteurs de l'agroalimentaire tel que Danone (Water Stewardship (Danone, 2024)), Nestlé (Caring for Water (Nestlé, 2024)), ABInBev (100+ sustainability Goals (ABInBev, 2024)) et Heineken (Brewing a better World (HEINEKEN, 2021)) mettent tous en place des politiques de réduction de leurs consommations en eau avec des objectifs pour 2030-2050. Ces programmes cherchent à minimiser l'impact de leurs activités au travers de l'ensemble de la filière agroalimentaire et évidemment au sein de leurs usines de production à travers du monde.

Les équipementiers se dirigent désormais vers les services de durabilité en eau. Dans le monde de la brasserie, Steinecker un des premiers équipementiers, à créer un service « Water Sustainability Concept » dans l'objectif d'atteindre des consommations en eau record de moins de 2 hL d'eau consommés pour la production de 1 hl de bière (Steinecker, 2024). Là où un industriel comme Heineken avec un ratio de 3,7 se propose d'atteindre 2,9 d'ici 2030 (Heineken, 2022).

En France la question de l'utilisation de l'eau vient de prendre une tout autre tournure à la suite de la mise en place du Décret n° 2024-33 du 24 janvier 2024 relatif à l'utilisation de l'eau réutilisée dans les industries agroalimentaires. Ce décret a pour objectif de permettre et de faciliter l'utilisation de l'eau réutilisée afin de minimiser le prélèvement d'eau douce sur l'environnement. Ce type de loi est mis en place progressivement dans de nombreux pays comme l'Espagne et la Belgique. (Décret n° 2024-33 du 24 janvier 2024)

I.3. L'amélioration continue et maintien de l'activité

I.3.1. L'amélioration des conditions de travail par le 5S

Ce stage au sein de l'entreprise Pietra tourne autour de deux sujets du Lean. D'une part l'amélioration du cadre de travail par la mise en place de chantier 5S sur différents ateliers de la brasserie. L'objectif est double pour ces projets 5S. Le premier objectif recherché est celui même de la mise en place du 5S, organiser les lieux de travail pour améliorer l'efficacité, la sécurité et la productivité que nous pourrions approfondir et préciser par la suite. Le second porte sur la nouveauté qu'apporte la mise en place de cette méthode et la culture du changement au sein de l'entreprise. La brasserie n'a jamais mis en place ce type de méthode, il y a une part de méconnaissance et d'à priori sur l'utilité et la pertinence de sa mise en place, à la fois chez les opérateurs mais aussi chez certains responsables. Deux chantiers ont été choisis pour commencer la mise en place du 5S. Au début du stage le chantier de la ligne fût, avait commencé depuis 3 mois mais n'était pas abouti. Pour la nouvelle levurerie le chantier a commencé au cours du stage.

I.3.2. Un plan sécheresse face au maintien de la production

La deuxième mission de stage rejoint un deuxième sujet du Lean, les Mudras, et particulièrement du green Lean. À la suite de nombreuses années de sécheresse, la préfecture a mis en place un décret ministériel limitant la consommation d'eau pour la brasserie. Le décret s'est basé sur un rapport de modélisation de la nappe phréatique dans laquelle la brasserie puise son eau.

Les restrictions proposées par ce décret posent directement une menace au fonctionnement de la brasserie, en particulier lors de la période estivale pendant laquelle l'affluence de touristes et la consommation de produits nécessitent une augmentation des volumes de productions.

Débutant en mars, cette mission a été prioritaire lors de la première période de mon stage afin d'obtenir les résultats nécessaires avant le début de la sécheresse.

I.4. Une démarche et des outils communs

I.4.1. Une démarche de gestion de projet

Dans les deux missions, j'ai pu mettre en place une démarche de gestion de projet commune que l'on peut séparer en 5 parties.

| Nom d'étape | Action réalisé | Livrable |
|--------------------------|---|--|
| Initialisation du projet | <ul style="list-style-type: none"> - Définition du projet - Évaluation de sa faisabilité - Définition du contexte - Identification des parties prenantes - Mise en accord de toutes les parties prenantes sur le projet - Définir un budget à allouer au projet | Un livrable regroupant les objectifs, la liste des parties prenantes, le budget, les risques et les bénéfices. |
| Planification du projet | <ul style="list-style-type: none"> - Définir l'échéance du projet - Définir les points charnière/No-GO - Mettre en place un déroulement théorique du projet - Réaliser un état des lieux de la situation pour identifier des sous objectifs ainsi que leurs échéances | <ul style="list-style-type: none"> - Diagramme de Gantt |
| Réalisation du projet | <ul style="list-style-type: none"> - Réalisation des sous-objectifs - Utilisation d'outil et de méthode - Réunion de suivi planifiée/non planifiée - Échange formel ou informel sur l'avancement - Respect des échéances définies à l'initialisation du projet | <ul style="list-style-type: none"> - Compte rendu de réunion - Présentation pour suivre l'avancement et communiquer avec l'ensemble des parties prenantes - Rapport d'avancement et d'atteinte des sous-objectifs |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Création des indicateurs et KPI - Suivi de l'avancement du projet - Réévaluation des objectifs et des échéances | <ul style="list-style-type: none"> - Tableau de bord - Mise à jour des livrables de suivi |
| Conclusion | <ul style="list-style-type: none"> - Évaluation de l'atteinte des objectifs et de la performance - Clôture du projet | <ul style="list-style-type: none"> - Livrable de fin de projet regroupant la conclusion, le niveau de réussite du projet |

Tableau 1 : Déroulement de la démarche de gestion de projets

Les livrables composent une base de données pour les projets suivants ainsi que l'archive à laquelle on peut se référer pour reprendre le projet avec de nouveaux objectifs. Il est important de garder des traces du déroulement du projet, cela permet de gagner du temps et d'éviter de commettre des erreurs pour d'autres projets (Kliem, Ludin, & Robertson, 1997, pp. 1-10)(Cuq, 2023).

La démarche de gestion de projet est un équilibre entre une méthode généraliste et une adaptation au contexte et aux objectifs. Une démarche de gestion de projet exhaustive, complétée avec des outils et des méthodes adaptées permet de garantir le succès des projets (Joslin & Müller, 2015).

Fixer un cadre au projet permet de guider les actions et de maintenir une efficacité constante de chacune des parties prenantes. De plus, en appliquant une bonne méthode de gestion de projet, nous pouvons faciliter le déroulement du projet ainsi que le rendre plus agréable à compléter.

I.4.2. Outils

Pour accompagner la démarche de gestion de projet, de nombreux outils et méthodes ont été développés par les ingénieurs et chercheurs afin d'analyser les situations mises en place, d'identifier les obstacles et le cheminement des étapes afin d'atteindre les objectifs de performance et d'efficacité. Pour mettre en place les projets, nous avons choisi d'utiliser et d'animer différents outils en lien avec les missions.

Le Gemba Walk :

C'est une méthode de management où les responsables se rendent sur le lieu de travail pour observer directement les processus et discuter avec les employés. Cela permet d'observer le flux de valeur, d'identifier les problèmes, de recueillir des idées d'amélioration et de renforcer la communication entre les niveaux hiérarchiques (Abed, A. M., 2015).

Communication Visuelle :

La communication visuelle utilise des outils comme des tableaux, des graphiques et des affichages pour partager des informations rapidement et clairement avec l'ensemble des employés. Elle aide à aligner tout le monde sur les objectifs du projet et à suivre les progrès en temps réel (Luga, M. V., 2017).

Diagramme de Pareto :

Le diagramme de Pareto est un outil graphique qui aide à identifier les causes les plus significatives d'un problème, en se basant sur le principe que 80 % des effets proviennent de 20 % des causes. Il est utilisé pour prioriser les actions correctives en se concentrant sur les principaux contributeurs aux défauts (Wiranto, A., 2023).

Analyse de Cause Racine :

L'analyse de cause racine est une méthode systématique utilisée pour identifier les origines profondes des problèmes ou des défauts. Elle permet de mettre en place des solutions correctives durables pour éviter la récurrence des problèmes (Oliveira et al., 2023).

Diagramme de Gantt

Le diagramme de Gantt est un outil de gestion de projet qui visualise les tâches planifiées sur une chronologie. Il aide à suivre l'avancement des projets, à gérer les délais et à identifier les dépendances entre les différentes tâches (Krcheva et al., 2023).

II. La méthode 5S pour une amélioration du système de production

II.1. La méthode 5S

II.1.1. Présentation de la méthode

Les apparences ont une importance lorsqu'une organisation ou une entreprise est évaluée. Dans un environnement de forte compétitivité, les entreprises doivent constamment gagner en efficacité afin de répondre aux attentes des clients et des consommateurs. Il existe de nombreux outils et méthodes du Lean management permettant d'atteindre ces objectifs mais une méthode, le 5S, permet d'évaluer et d'améliorer l'environnement de travail pour l'adapter à la mise en place de méthodes plus complexes.

La méthode 5S créée en 1970 au Japon par Shigeo Shingo est une méthode d'organisation de propreté et de standardisation de l'espace de travail afin d'améliorer l'efficacité et la sûreté de travail pour augmenter la rentabilité. Présentées figure 5, les 5 étapes du 5S symbolisées chacune par un mot japonais représentent un objectif double.

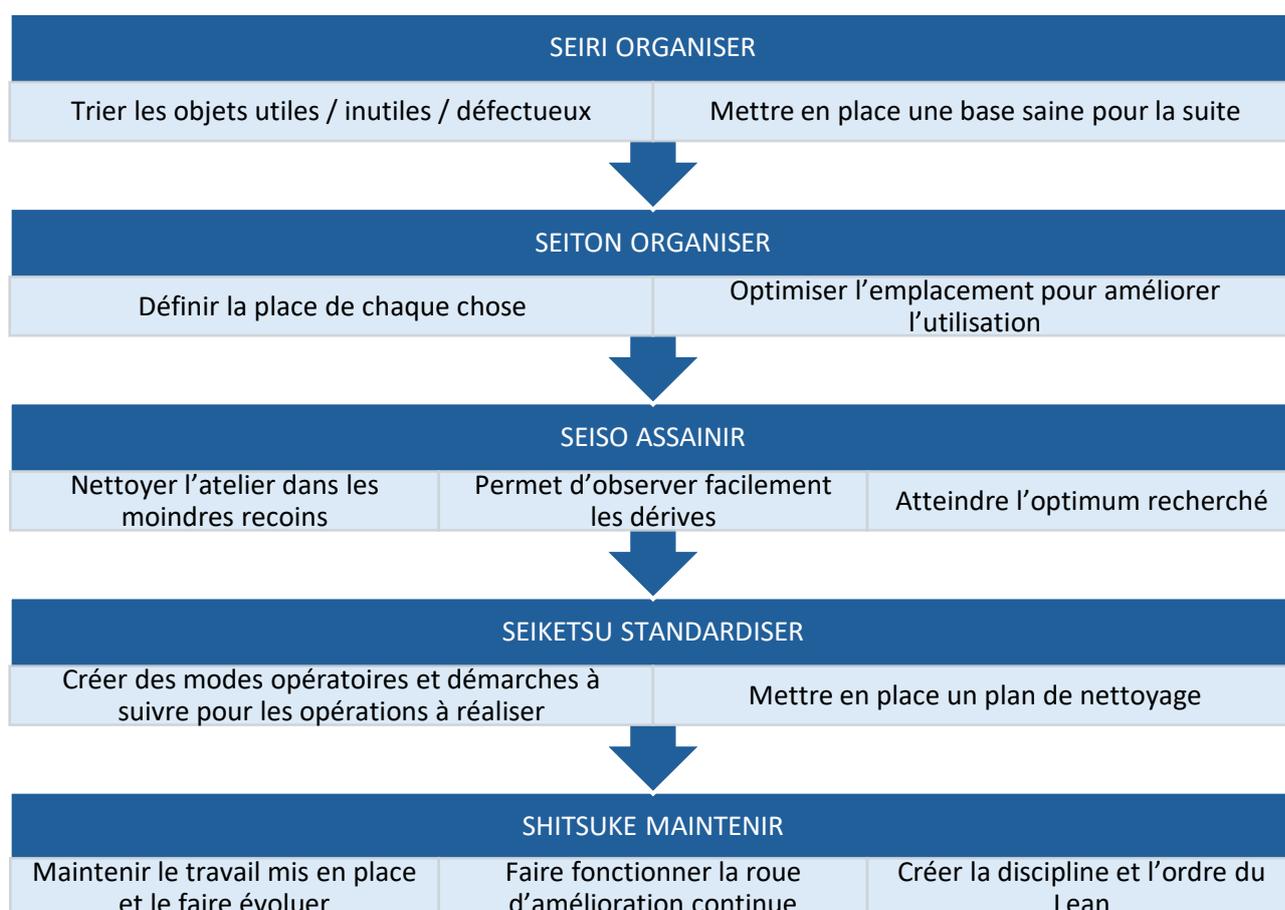


Figure 5 : Les 5 étapes de la méthode 5S et leurs objectifs directs

La méthode 5S est souvent réduite à un grand nettoyage de l'espace de travail. Les 5 étapes apportent des bénéfices supplémentaires et primordiaux en industrie.

- Organiser (Seiri) : Organiser permet aussi de sécuriser l'espace de travail, le rendant plus agréable et de réduire le risque d'erreur.
- Structurer (Seiton) : Il faut réfléchir afin de minimiser les 7 pertes de Taiichi Ohno. Structurer l'espace réduit les risques d'encombrement qui peuvent être source de danger en industrie ainsi que les risques d'erreur. Dans un espace bien structuré, on repère facilement lorsqu'un objet n'est pas à sa place.
- Assainir (Seiso) : Un atelier propre permet de réduire tous les types de risques, en particulier en IAA, mais apporte également un confort. De plus, dans un atelier propre la moindre dérive est plus facilement observée et peut être corrigée. Cela facilite la mise en place du plan de nettoyage.
- Standardiser (Seiketsu) : Cette étape permet de s'assurer d'obtenir le même résultat en dépit de la personne effectuant l'opération. La création de procédures et de modes opératoires permet aussi de sauvegarder des pratiques qui ont pu être acquises avec le temps et l'expérience et qui assurent l'efficacité et la qualité de la production. Le plan de nettoyage permet le maintien des standards mis en place, son application fait partie du temps de travail et doit être respectée chaque jour.
- Suster (Shitsuke) : Il est important de maintenir le travail mis en place et de le faire évoluer au fur et à mesure, l'objectif de la perfection n'étant pas atteignable, il doit être poursuivi. Pour cela, des audits de conformité peuvent être mis en place afin de suivre le maintien des 5S mais aussi de faire remonter des points d'amélioration ou permettre de revenir sur une implémentation hasardeuse. Les échanges avec les acteurs de première ligne du 5S sont tout aussi importants, puisqu'ils permettent de vivre le ressenti quotidien du projet. (Moulding, E., 2010)(Mlkva et al., 2016)

Par ces deux résultats, la méthode 5S représente un atout fondamental à mettre en place dans tout atelier industriel.

II.1.2. Méthode 5S et durabilité environnementale

Les chercheurs sont d'accord pour dire que le 5S est un outil très puissant, facile à mettre en œuvre et nécessitant peu d'investissement. C'est pour cela que le 5S est une des premières mises en place de Lean dans les petites et moyennes entreprises qui n'ont pas les capacités des grandes entreprises. La méthode améliore les performances organisationnelles en termes d'opportunités économiques et de durabilité environnementale, incluant des avantages comme la qualité, la productivité, la sécurité, le coût, l'environnement de travail et la réduction des déchets. En résumé, la pratique du 5S génère des bénéfices pour les personnes (sécurité, santé et discipline), la planète (réduction des déchets, pollution et consommation d'énergie), et les profits (productivité, qualité et coût opérationnel), conformément aux 3Ps (people, Planet, profit) du développement durable (Jamian et al., 2017).

De plus, la mise en place du 5S permet aux petites et moyennes entreprises d'acquérir une expertise et une organisation plus solide. Elle peut aussi jouer le rôle de facilitateur à la mise en place de système de management de l'environnement comme l'ISO 14001 (Viranda et al., 2020).

La mise en place du 5S permet de faciliter le diagnostic des sources de pollution et donc le travail de réduction des émissions de polluants et les gaspillages d'énergie, d'eau et de matières premières.

Mary O'hEocha (2000) fait un lien intéressant entre la mise en place d'un 5S et de pratiques environnementales au sein d'une entreprise. Tous deux ont besoin d'un investissement total à la fois de la hiérarchie et des opérateurs. Une entreprise ayant réussi à mettre en place avec succès un 5S pourra utiliser les mécanismes développés pour l'implantation de pratiques de durabilités environnementales.

De plus, une méthode simple a été créée, le Green 5S Model. Ce modèle permet de mettre en place le Lean et la durabilité des entreprises sans les mettre en opposition. Ce modèle permet aux entreprises de développer des processus plus verts tout en maintenant les bénéfices traditionnels du Lean 5-S (Ho, 2012).

II.1.3. La mise en place des projets 5S

La mise en place des différents projets 5S a commencé par des moments d'échanges avec les responsables des zones concernées. Ces moments d'échanges ont permis de s'accorder sur les objectifs principaux de la mise en place du 5S comme la sécurité, l'entretien ou bien l'organisation de l'espace. Nous avons posé les bases d'une démarche de gestion de projet, avec la mise en place d'un planning de réalisation ainsi que les indicateurs permettant de mesurer l'avancement du projet. Dans un premier temps, nous avons choisi de définir l'avancement par le degré de réalisation des 5 étapes comme des indicateurs d'avancement, et par la suite un système de notation des audits a permis de mesurer la performance des projets 5S.

Avant même de commencer, il est important de former les opérateurs sur le 5S. Pour cela, nous avons créé des présentations papiers assez courtes. Avec ce format, nous avons pu former les opérateurs un à un, sur le terrain, lors d'un échange privilégié, afin de faire comprendre le déroulement du 5S, ses objectifs et son intérêt pour l'entreprise mais aussi pour le bien-être des opérateurs. Cette présentation reste accessible aux opérateurs à tout moment sur le poste de travail. En parallèle des présentations, nous avons réalisé un questionnaire afin de connaître les connaissances des opérateurs sur la méthodologie et les attentes et l'appréhensions qu'ils pourraient avoir à la suite de la présentation.

Le questionnaire, tableau 2 et annexe 1, porte sur les connaissances des opérateurs sur le 5S avant de leur présenter la méthode puis leurs attentes et appréhension à la suite de la formation.

Sur les 13 personnes interrogées seul le responsable de production avait entendu parler de la méthode, les autres opérateurs ne connaissaient pas et n'avaient pas entendu parler de la mise en place de la méthode au niveau de la ligne fût.

| Questions | Bilan |
|---|--|
| Section 1: Connaissance de la Méthodologie 5S | |
| 1. Avez-vous déjà entendu parler de la méthodologie 5S ? | NON 12/13 |
| 2. Si oui, pouvez-vous citer les cinq éléments du 5S ? | |
| 3. À quoi sert la méthodologie 5S selon vous ? | 1 - Sécurité 11/13 2 - Organisation 8/13 3 - Efficacité 6/13 |
| 4. Avez-vous reçu une formation sur la méthodologie 5S ? | NON 13/13 |
| Section 2: Expérience de la Mise en Place dans d'Autres Ateliers | |
| 5. Êtes-vous au courant de la mise en place de la méthodologie 5S dans d'autres ateliers de la brasserie ? | NON 13/13 |
| 6. Si oui, quels retours avez-vous entendus de la part des opérateurs de ces ateliers ? | Aucun 13/13 |
| Section 3: Appréhensions et Attentes | |
| 7. Quels sont vos principales appréhensions concernant la mise en place du 5S dans votre atelier ? | 1 - Manque d'implication de tous les opérateurs 5/13 2 - Manque de temps 5/13 |
| 8. Quelles attentes avez-vous par rapport à la mise en place du 5S dans votre atelier ? | 1 - Amélioration du cadre de travail 5/13 2 - Une implication de tous 4/13 3 - Augmentation 2/13 |
| 9. Quels outils ou formations pensez-vous nécessaires pour une mise en place réussie du 5S dans votre atelier ? | 1 Matériel adapté 4/13 2- Outils visuels 3/13 3 - Une personne dédiés 2/13 |
| 10. Seriez-vous disposé à participer activement à la mise en place du 5S dans votre atelier ? | 1 - OUI 6/13 2 - Si j'ai le temps 3/13 3 - Non 3/13 |

Tableau 2 : Questionnaire de mise en place de la méthode 5S levurerie et compte rendu des réponses

Avant la présentation, la sécurité, l'efficacité et l'organisation remontaient comme des points importants pour les opérateurs. On peut considérer la sécurité comme un biais puisque le nom de la méthode les mène sur la piste d'un mot commençant par la lettre S. Dans le questionnaire, on observe que la communication autour de la mise en place du 5S sur la ligne fût n'est pas parvenue jusqu'à la production. Cela, nous permet de remettre en cause l'efficacité de la communication pour la mise en place d'autres 5S.

A la suite de la présentation, annexe 2, on peut relever qu'une des principales appréhensions est le manque d'implication de chacun dans le respect et le maintien des standards. C'est aussi une attente auprès de certains. Le 5S leur apparaît comme un travail de groupe qui pourrait devenir une corvée pour certains d'entre eux. Cette problématique n'avait pas été soulevée sur la ligne fût puisqu'ils n'étaient que deux. L'amélioration des conditions de travail semble être une attente importante de leur côté, certains opérateurs parlaient de « bon sens » en découvrant la méthode. Il semblerait que la mise en place du 5S soit désirée afin de généraliser les pratiques de certains pour maintenir l'organisation et la propreté. Ils semblent motivés à aider la mise en place mais attendent un matériel adapté aux différentes tâches demandées.

Ce questionnaire, aurait permis de comprendre le point de vue des opérateurs et aurait faciliter la mise en place sur la ligne fût. Communiquer sur la mise en place du 5S permet de faire connaître la méthode à travers tous les ateliers et prépare le terrain pour sa mise en place.

Lors de la première visite de l'atelier, nous avons pris en photo chaque zone, cela permet d'avoir un état à T0, ce qui est important pour la suite du projet.

Le **Seiri** peut être réalisé dès le début, en compagnie du responsable et des opérateurs sur place. Nous avons ainsi fait le tour de la levurerie et de la ligne fût et échangé sur les objets présents dans la zone. Certaines personnes peuvent trouver des objets inutiles, tandis que d'autres les considèrent essentiels.



Avant

Après

Figure 6 : Tri des objets stockés entre le flash et la station de NEP ligne fût

Il est crucial de comprendre comment chaque utilisateur de l'atelier utilise ces objets. Cela permet de décider s'ils doivent rester ou être remplacés par une alternative plus adaptée à tous, figure 6.

Par exemple, sur la ligne fût se trouvait une barre de métal sans utilité pour un opérateur mais qui servait l'autre opérateur à atteindre des endroits difficiles d'accès. Pour y remédier nous avons installé un marchepied fixe, annexe 3, facilitant la tâche pour l'un et la rendant réalisable pour l'autre. Dans la levurerie, l'objectif était de garder l'espace le plus épuré, très peu de manipulation manuel sont nécessaires, il n'est donc pas important de pouvoir stocker des outils dans une armoire.

En réalité, le **seiton**, **seiso** et **seiketsu** commencent dès le début et sont réalisés en parallèle. L'organisation de l'atelier nécessite souvent l'achat/la fabrication de rangements, figure 7, et l'achat d'équipement de marquage.



Figure 7 : Création d'un support pour les modules de changement de format

Pour minimiser les risques d'encombrement, nous avons réalisé de nombreux marquages pour définir les zones de stockage de palettes, figure 8 et annexe 4.



Figure 8 : Photo du stockage des fûts étrangés et des capes de fût

Le **seiso** permet de connaître les besoins en matériel de nettoyage de l'atelier. Ces achats ne représentent pas un investissement important, le coût total pour les deux projets revient à 2397,02€. Certains équipements étaient déjà dans nos stocks, en ne les prenant pas en compte, cela revient à 1081,68€, annexe 5 (472,88€ pour la levurerie et 608,8€ pour la ligne fût). Bien qu'assez faible, il est important de budgétiser le coût du projet dès le début et de s'y tenir.

Seiton doit être réalisé avec les opérateurs, cela leur permet de se rendre compte de l'encrassement de certains endroits et de la difficulté à les remettre en état. De plus, il permet aussi d'inspecter l'ensemble de l'atelier et de découvrir des pannes ou bien des opérations de maintenance à réaliser. Il nous a aussi permis d'échanger sur l'ergonomie des équipements afin de faciliter le nettoyage. Des raclettes larges utiles pour la salle à brasser, ne l'étaient pas pour le sol du dépalettiseur ligne fût. Nous avons donc changé les raclettes pour en mettre d'autres d'une taille plus adaptée. Nous avons installé un enrouleur, figure 9, dans la levurerie pour faciliter le nettoyage et l'accès à de l'eau de fabrication.



Figure 9 : Enrouleur dans la levurerie

Les procédures peuvent aussi être définies dès le début du projet en particulier le plan de nettoyage. D'une part la mise en place du plan de nettoyage après le Seiso garantira un maintien de l'effort de nettoyage réalisé et représentera un défi moins important pour les opérateurs. Nous avons échangé avec les opérateurs afin de connaître les nettoyages qu'ils réalisaient. A partir de cette liste nous avons pu définir un plan de nettoyage en maintenant les opérations déjà réalisées et en y rajoutant certaines. Définir un plan de nettoyage impossible à réaliser n'est pas la démarche à suivre. En premier lieu, nous avons défini des plans de nettoyage ambitieux afin de voir ce qui était réalisable, annexe 6 et 7. L'échange avec les opérateurs et les responsables a permis de revenir dessus pour l'adapter à la réalité du terrain ainsi qu'aux capacités du moment. En haute saison de production, nous ne pouvons pas imposer le même plan de nettoyage qu'en saison basse. Le plan de nettoyage nous a aussi permis d'homogénéiser les pratiques de nettoyage entre les différentes équipes. Pour suivre le respect du plan de nettoyage, nous avons créé des tableaux de suivi afin que les opérateurs indiquent lorsqu'ils réalisaient une des opérations du plan de nettoyage, annexe 8 et 9.

Après **Seiton et Seiso**, l'environnement de l'atelier était à son état optimal, nous avons pris des photos des mêmes zones qu'à T0. Nous avons disposé les photos avant/après dans un porte vue présent sur le chantier 5S. Cette comparaison est souvent très révélatrice de l'impact positif de la méthode.

Nous l'avons aussi utilisé lors de la formation des opérateurs sur les chantier 5S suivant pour appuyer la théorie et motiver à la mise en place. Certaines photos représentant l'état optimal ont été affichées à côté de leurs emplacements afin de rendre visible à l'opérateur l'état dans lequel doit se trouver la zone.

Shitsuke est l'étape cruciale de la méthode 5S, elle permet de mesurer l'implication des opérateurs et la performance de sa mise en place. Le 5S permet d'apporter l'ordre et la discipline nécessaires à tout projet de Lean. Nous l'avons mesuré au travers des audits en essayant deux systèmes de notation. Un système classique de pourcentage d'atteinte de l'objectif. Lors des audits chaque point de la grille, annexe 10 et 11, avait une importance égale pour la note finale qui s'exprimait selon un pourcentage. Nous avons également expérimenté avec un autre système de notation par niveau de non-conformité. Chaque point possède un niveau d'infraction, selon la gravité, il représente de plus en plus de point.

- 1 point pour une observation mineure, cela concerne les points de la grille qui n'ont pas d'impact sur la sécurité des opérateurs ou sanitaire. Il est nécessaire de se mettre en conformité avant la prochain audit.
- 3 points pour une non-conformité mineure, il s'agit d'une infraction qui n'impacte pas la sécurité alimentaires mais peut engendrer des situations à risque. Elle concerne aussi les tâches qui doivent être réalisées de façon systématique. Il faut se mettre en conformité dans le jour.
- 5 points pour les non-conformités majeures, il s'agit de risques pour la sécurité des opérateurs pouvant entraîner un accident. La non-conformité peut aussi représenter un risque pour l'environnement. Il faut se mettre en conformité immédiatement, le point est remonté aux opérateurs pendant l'audit et aux responsables après l'audit.
- 10 points pour une faute grave, cela représente un risque direct pour la sécurité alimentaire. Il faut remonter rapidement le point auprès des responsables et faire corriger la dérive.

L'objectif est donc d'avoir un score le plus proche de 0. Ce deuxième système légèrement plus complexe nous permet de moduler les infractions afin d'alerter plus facilement les points à corriger.

Par exemple, pour la ligne fût, les audits 10 et 11 possèdent un même score de 81% de points corrects. Néanmoins si l'on compare leurs scores en points, l'audit 10 à un score de 25 face à 31 pour l'audit 11. Si l'on regarde dans le détail on observe deux non-conformités majeures (obstruction d'un extincteur

et stockage d'une bombe de produit inflammable en dehors de l'armoire coupe-feu). L'audit 10 est en réalité meilleur que l'audit 11, la double méthode de notation permet de faire ce constat très rapidement. Néanmoins, on observera, annexe 12, qu'il y a un lien entre le score en pourcentage et le score en point, plus il y a d'infractions plus cela représente de points, qu'il s'agisse d'observations mineures ou bien de fautes graves.

La modulation des infractions représente plus de sens et permet d'observer les différences entre deux audits avec un pourcentage de complétion égal. Comme toutes méthodes du Lean suivant la roue du PDCA, le **shitsuke** permet aussi d'apporter des améliorations au projet. Les différentes modifications mises en place peuvent être améliorées ou bien modifiées afin de suivre l'évolution de l'atelier. Nous avons pu utiliser des audits pour faire remonter des points d'amélioration. Sur la ligne fût, les cartons de capes en cours d'utilisation étaient tout le temps stockés de façon anarchique. En achetant un rouleau, nous avons pu créer un endroit où entreposer les cartons et faciliter le transport entre le stockage et la zone d'utilisation.

Nous avons laissé les différents livrables, (constat initial, photos avant/après, plan de nettoyage, grille d'enregistrement des nettoyages, grilles d'audits, compte rendu d'audit, formation 5S et feuille d'émargement de la formation au 5S) réalisés pour le chantier 5S sur place pour qu'ils soient facilement consultables par les responsables et les opérateurs.

Le chantier 5S ne se termine jamais. Il est important de faire entrer dans les habitudes de travail tous les bénéfices de la méthode. Une fois l'objectif d'audit atteint, il peut être augmenté et il est possible d'espacer l'intervalle entre deux audits. Les échanges avec les opérateurs doivent être maintenus lors de Gemba Walk car des améliorations peuvent toujours être réalisées. L'aménagement de nouvelles zones 5S peut mener à une communication entre les différents ateliers afin de motiver l'esprit compétitif de certains ou bien de les intéresser sur l'avancement des autres projets.

II.2. Les difficultés à implémenter les chantiers 5S

II.2.1. Support de la hiérarchie

La mise en place de la méthode 5S semble facilement réalisable dans la théorie. En effet, elle promet des bénéfices pour l'entreprise, les opérateurs et le fonctionnement de l'atelier. En réalité, ces promesses ne suffisent pas à engager l'ensemble des parties prenantes dans la mise en place.

Il est important que le coordinateur 5S ait le soutien de la hiérarchie. Lors de la mise en place du chantier 5S sur la ligne fût, le responsable du conditionnement ne montrait pas son engagement à la mise en place du chantier auprès des opérateurs. Cela a créé un manque d'engagement de la part des opérateurs, ils n'acceptaient que les changements leur apportant un bénéfice personnel et non ceux nécessaires au projet.

Il a donc fallu travailler avec le responsable de conditionnement pour lui rappeler que rendre son implication visible dans le projet permettrait de renforcer l'engagement des deux opérateurs de ligne.

II.2.2. Rejet des opérateurs face à une nouvelle méthode de travail

Le 5S fait partie du travail et ne doit pas être considéré comme une tâche supplémentaire n'apportant rien de plus au travail.

Nous nous sommes retrouvés dans une situation délicate sur la ligne fût. Dans l'étape **Seiton**, nous avons décidé de déplacer les palettes de capes qui ne sont que très rarement utilisées à l'étage afin de gagner de la place et réorganiser l'espace de stockage. Alors que nous les déplaçons un opérateur est

venu nous interpeler pour nous dire « Les capes ont toujours été stockées là, il n’y a pas de raison que ça bouge ». L’habitude est l’ennemie de l’amélioration. Afin d’accompagner la modification de disposition, nous avons montré les gains de place réalisés et réfléchis aux bénéfices qu’apportait la modification pour aménager et faciliter d’autres manipulations comme la pesée des fûts pleins. Ce changement a été accepté lorsque l’opérateur a pu en bénéficier. L’opérateur a même proposé de déplacer d’autres capes peu utilisées par la suite afin de gagner de l’espace.

Une autre difficulté s’est portée sur le plan de nettoyage, les opérateurs faisaient les nettoyages mais ne voulaient pas remplir le tableau de suivi. Ils n’appréciaient pas de se sentir surveillés. Il s’agit d’un objectif managérial intéressant. Nous n’avons pas pu solutionner cette situation. Bien que le nettoyage soit correctement effectué, cette amélioration proposée est perçue comme négative à leurs yeux. En les responsabilisant sur le nettoyage, nous aurions pu essayer de leur donner l’envie de communiquer au travers des suivis sur le travail accompli. Nous aurions pu également réfléchir sur le plan de nettoyage avec eux afin qu’ils en soient les auteurs et qu’ils se sentent plus impliqués et non forcés.

Après la mise en place du 5S, nous avons voulu évaluer le ressenti et l’impact qu’il a eu sur les opérateurs. Nous leur avons posé un questionnaire, annexe 13, et nous avons pu en tirer quelques informations. La formation qu’ils ont reçue était suffisante et la communication autour du projet et de son objectif était bonne. Leurs pratiques de travail n’ont pas drastiquement changé mais la ligne fût est plus facile à garder propre malgré la nécessité de résoudre le problème d’évacuation par les égouts. Il se sentent aussi plus écoutés par leurs responsables et donc considérés. Néanmoins, ils évaluent leur implication dans le projet à 5/10. Ils sont satisfaits du résultat mais ne communiquent pas sur les changements entre eux ou auprès des autres services.

Ce questionnaire amène les opérateurs à revenir sur les modifications apportées et permet de leur faire voir les améliorations de leur cadre de travail.

Ces résultats nous ont permis d’identifier des points d’amélioration pour la mise en place des autres projets 5S de la brasserie. Un atelier Kaizen au début du projet aurait permis une meilleure motivation et une meilleure mise en place du projet. La présentation du 5S individualisé et l’accompagnement à la mise en place par les opérateurs sur le 5S levurerie ont contribué à les impliquer davantage.

Concernant la levurerie, le questionnaire initial remontait une motivation à participer à la mise en place du 5S. De plus, les opérateurs de production sont habitués à remplir des tableaux de suivi des opérations de nettoyage. La mise en place a relevé quelques défis vis-à-vis de l’acceptation des audits, mais les premiers audits étaient proches de l’objectif. La levurerie étant neuve et petite, en comparaison avec la ligne fût, la mise en place du plan de nettoyage et des critères d’audits ont été plus facilement appliqués.

II.3. Pérenniser la méthode et la faire évoluer

II.3.1. Assurer une pérennisation des modifications mises en place

La mise en place d’un chantier 5S révèle des difficultés lors des 4 premiers S, mais aussi après l’avoir finalisé. Le Shitsuke est la partie essentielle du projet puisqu’elle assure le maintien des pratiques mises en place. Pour chaque chantier nous avons défini un objectif de conformité pour les audits. Nous avons fait le choix de ne pas le définir à 100% car il ne serait pas atteignable en permanence. Les fréquences d’audits sont d’une fois par semaine tant que l’objectif n’est pas atteint et lors du lancement du projet.

Cela permet de maintenir l'effort de mise en place et de le soutenir même lorsque nous ne sommes pas en permanence sur place.

Nous avons aussi fait le choix, avec les responsables, d'effectuer les audits pendant le temps de fonctionnement de l'atelier et en choisissant le moment de façon aléatoire. De ce fait, les opérateurs ne peuvent pas prévoir le moment de l'audit et nous avons l'occasion d'observer tout type de situation de travail.

Nous avons disposé les résultats des audits dans les portes vues présents sur les ateliers. Le compte rendu de l'audit de la semaine en cours est affiché sur un panneau dans la zone de l'audit afin de faire voir facilement les non-conformités relevées.

Les audits nous ont aussi permis de faire évoluer les projets.

II.3.2. Audit de chantier et roue d'amélioration continue

Le **shitsuke** s'appuie sur la roue d'amélioration continue. Les audits permettent d'observer les non-conformités mais aussi les difficultés des opérateurs à maintenir certains critères. Au fur et à mesure du temps et des audits les pratiques du 5S entrent dans les habitudes. Nous avons pu observer, figure 10, une très nette amélioration des résultats sur la ligne fût permettant d'atteindre l'objectif de 85 pourcents audit 19. On observe que le 5S se met en place au fur et à mesure. Chaque audit permet de faire remonter les améliorations possibles et les points à corriger. Après avoir atteint l'objectif plusieurs semaines de suite, nous aurions réduit la fréquence d'audit afin de voir si le 5S reste encré dans les pratiques.

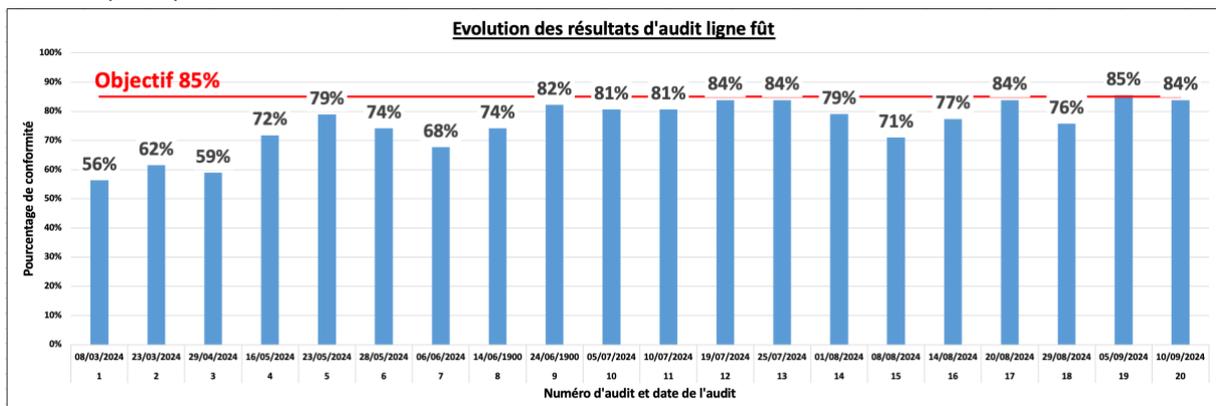


Figure 10 : Évolution des résultats d'audits ligne fût

En ce qui concerne la levurerie, nous n'avons pas un long historique sur les audits, annexe 12, les premières audits ont révélé que l'objectif serait rapidement atteint avec quelques aménagements et l'appropriation de ce nouvel atelier.

La mise en place des projets 5S permet également d'acquérir de l'expérience, ce qui facilite la réalisation des projets suivants et aide à éviter les difficultés. Pour la mise en place du projet dans la levurerie, nous avons défini, avant l'aménagement de l'atelier, la fiche audit et le plan de nettoyage. Nous l'avons ensuite présenté au responsable concerné ainsi qu'aux opérateurs. Cela nous a permis d'identifier directement les points qui pourraient porter problème ainsi que les aménagements non nécessaires. Ainsi, la mise en place du 5S levurerie s'est réalisée en 3 semaines, face aux deux mois sur la ligne fût. Nous avons passé une plus grande partie sur la préparation pour gagner du temps que sur l'exécution.

III. Le Green Lean Management pour un maintien de l'activité

Face au décret préfectoral de réduction des consommations en eau, la brasserie a eu pour objectif de travailler sur les consommations en prévision des restrictions. La réduction des consommations a été la mission prioritaire tout au long de mon stage et dès mon arrivée.

III.1. Un projet de réduction des gaspillages

III.1.1. Définition des objectifs et déroulement du projet TPM

Sept gaspillages ont été définis dans le Lean management, on parle de Muda. On retrouve la surproduction, l'attente, le transport, le surtraitement, les inventaires excessifs, les mouvements inutiles et les défauts. On peut classer l'utilisation excessive d'une ressource dans le surtraitement (Mayatra, M. et al., 2015). En effet comme nous avons pu le voir précédemment, l'eau est une ressource utilisée en très grande quantité en agroalimentaire mais c'est aussi une ressource qui se raréfie et dont la consommation est de plus en plus contrôlée.

A l'initialisation du projet nous avons formé une équipe TPM regroupant les parties prenantes. En tant que responsable projet nous avons Marina GROSS, la directrice technique du site de production, Charlene ROCCHI, la responsable QHSE des deux sites en charge du projet et de la communication avec la préfecture. En pilote du projet, Lucas BIGHETTI. En tant que membre du groupe de travail, il y avait aussi Alexandra PEDELGRABE, référente environnement de la brasserie et Emmeline POZZO-DI-BORGO responsable projet de GBC. Nous avons défini une fréquence de réunion, 1 fois par semaine le jeudi à 14h pour 30 minutes afin de suivre le projet et définir de nouvelles tâches à accomplir.

Nous nous sommes basés sur le rapport des géologues pour définir le premier objectif d'une réduction des consommations de 5 pourcents. Cet objectif mesuré comme réalisable se compose comme la première étape, pour échéance nous avons défini la semaine 22, début juin période à partir de laquelle les premières alertes sècheresse arrivent, annexe 14.

Pour les volumes de référence, nous nous sommes basés sur la moyenne de consommation de la brasserie du lundi au vendredi sur la haute saison 2023 juin-Juillet-Août. Ce choix se justifie par la consommation plus importante d'eau de forage en lien avec une augmentation de l'activité. Il s'agit aussi de la période sur laquelle s'était basée les hydrogéologues.

Nous avons obtenu une moyenne de 311 m³ par jour sur une semaine de 5 jours soit 1555 m³ par semaine.

Après une étude sur les consommations de la brasserie, nous avons réalisé un diagramme de Pareto afin de connaître les zones avec les plus grandes consommations d'eau de forage.

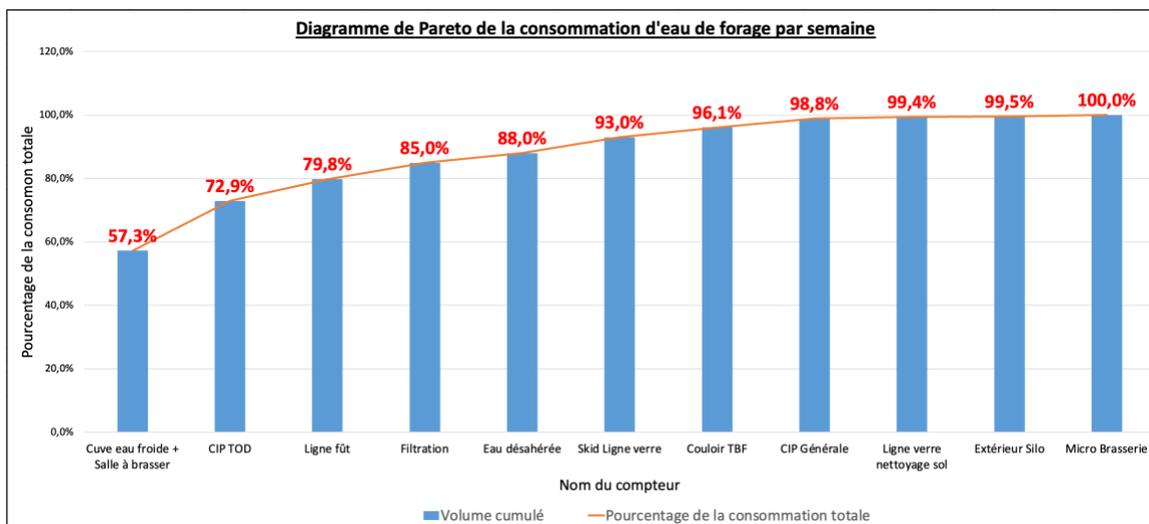


Figure 11 : Diagramme de Pareto de la consommation d'eau de forage de la brasserie par semaine

Comme nous pouvons le voir sur la figure 11, la salle à brasser et le couloir TOD représentent 72,9% de la consommation de la brasserie. Nous avons pu définir un objectif de réduction sur chacun des chantiers, 7 mètres cubes par jour sur la salle à brasser et 9 mètres cubes par jour sur le couloir TOD, afin d'atteindre l'objectif global de -5%, soit une réduction de 16 mètres cubes par jour.

Nous avons planifié un budget de 0€ pour ce projet de réduction des consommations. Aucun investissement ne nous semblait nécessaire à sa réalisation.

Ma première mission a été de connaître le système de distribution d'eau de la brasserie. De nombreux travaux ont été réalisés pour agrandir l'outil de production, les cartes du système de distribution n'ont pas été maintenues à jour. Nous ne possédons pas de carte sur laquelle travailler et qui permettait de connaître le système et de s'assurer que chaque prélèvement sur la boucle possédait un compteur. De nombreuses canalisations présentes sur le site ne sont pas utilisées et complexifient l'identification et la compréhension du système.

Une grande partie des compteurs de la brasserie sont équipés d'un dispositif MySolem. Ils permettent d'enregistrer les consommations en direct et de les consulter à distance.

Après deux jours de cartographie, nous avons réalisé un plan du système de distribution de l'eau de fabrication, figure 12, et de distribution de l'eau chaude à partir de la bache eau chaude, annexe 15 et 16, qui nous seront utiles pour la suite du projet.

Le réseau de distribution d'eau de fabrication est composé d'une boucle de tuyaux de 100 mm sous 3,5 bars de pression permettant une distribution uniforme à tous les piquages. Chaque piquage alimente un atelier et est équipé d'un compteur permettant de comptabiliser les sorties de la boucle. En amont de la boucle se trouve le système de traitement de l'eau de forage, deux forages F1 et F2 situés sur le site alimentent une bache de 20 m3 permettant d'alimenter le système de traitement de l'eau, c'est le point d'entrée du système. Les compteurs F1 et F2 ont été changés pour y placer des compteurs avec une précision de 0,01% face à 5% précédemment. Un compteur unique mais moins précis est placé après le traitement et avant la boucle de distribution. Un seul atelier de la brasserie prend son eau avant la boucle, la chaudière à gaz.

Ainsi ce premier état des lieux a permis d'observer qu'un enrouleur utilisé au niveau de la salle à brasser ne comportait pas de compteur.

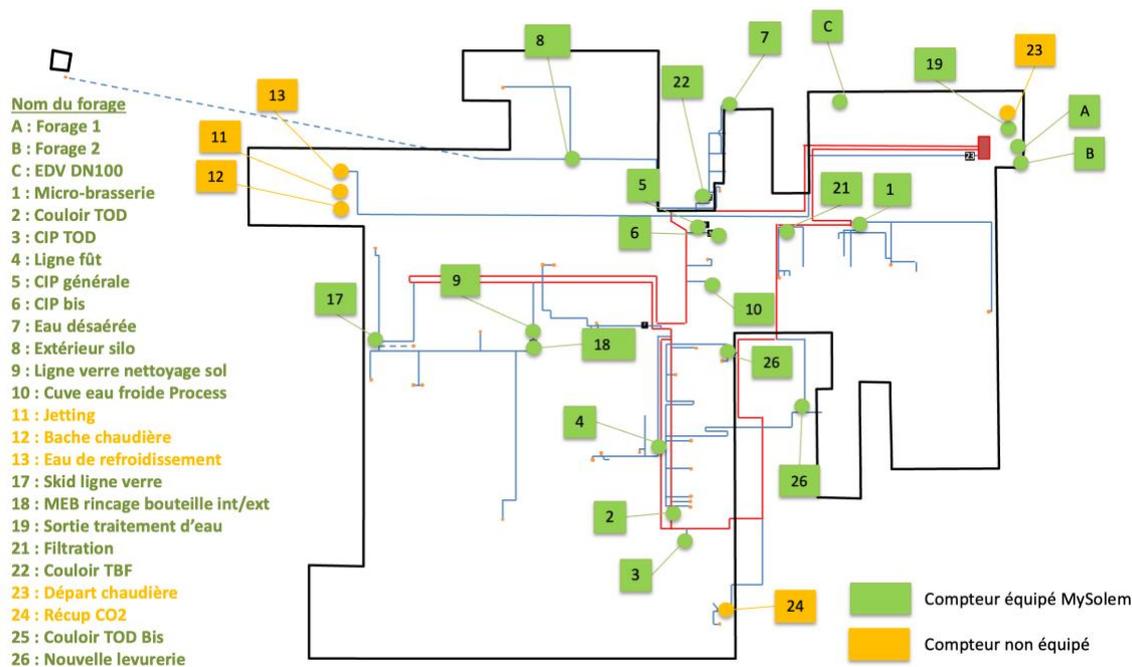


Figure 12 : Plan de distribution de l'eau de fabrication et localisation des compteurs de la brasserie

Le système de récupération de données des compteurs est primordial au pilotage des consommations. Avec 28 compteurs répartis sur l'ensemble du site, figure 12, dont certains à plusieurs mètres de haut, il est nécessaire d'avoir accès aux données de n'importe quel compteur à n'importe quelle heure de la journée. Seuls quelques compteurs ne sont pas équipés d'un boîtier et sont relevés manuellement une fois par mois. La compréhension du système de distribution, figure 12, ainsi que l'emplacement des compteurs ont été primordiaux pour la résolution des problèmes de dérives des consommations.

En connaissance du système de distribution et avec la récolte de données, nous avons pu créer un outil de pilotage sous forme d'un classeur Excel, annexe 17. Cet outil nous a permis d'avoir une vision globale du projet avec de nombreux sous indicateurs analysant l'évolution de la consommation de la brasserie en lien avec l'augmentation de l'activité. De plus nous avons défini deux KPI assez généraux pour suivre les consommations. Le premier est la consommation moyenne de la brasserie par mois en eau de forage.

$$\text{Consommation moyenne} = \frac{\text{Volume en eau de forage (F1 + F2)}}{\text{Nombre de jour sur la période}}$$

Ce KPI permet de suivre la consommation en lien avec l'activité, en le comparant à l'année précédente, et en l'utilisant pour suivre les améliorations apportées avec les réductions progressives. Le deuxième KPI est un indicateur très utilisé dans le monde de la brasserie, il est suivi chaque mois, l'hectolitre moyen.

$$\text{Hectolitre moyen} = \frac{\text{Volume eau de forage (F1 + F2)} + \text{Volume eau de ville}}{\text{Volume de bière filtré} + \text{Volume bière brassé} + \text{Volume bière conditionné}}$$

Suivi à la semaine et au mois, cet indicateur permet aussi de visualiser l'impact des réductions sur un indicateur plus global.

Quatre sous-indicateurs ont été créés en parallèle pour suivre l'évolution des différents postes charnières de l'hectolitre moyen :

- Le ratio volume d'eau utilisé par la salle à brasser sur le volume de bière produit,
- Le volume d'eau consommée par la ligne fût sur le volume de bière conditionné

- Le volume d'eau consommée par la ligne verre sur le volume de bière conditionné
- Le volume d'eau consommée par la filtration sur le volume de bière filtrée.

Ces sous indicateurs sont de bons éléments pour suivre l'efficacité d'utilisation de l'eau. Pour les analyser, il est nécessaire de connaître le fonctionnement des ateliers mais aussi les aléas et variations entre chaque semaine. Un fort rapport sur la ligne verre peut être la traduction d'un conditionnement en petit volume et non une fuite.

La démarche de réduction des consommations en eau peut être divisée en deux activités, la réduction des consommations sur un atelier précis et la correction de dérive.

III.1.2. Organisation de la démarche

III.1.2.1 *La correction des dérives*

A partir de l'outil de suivi et des différents indicateurs créés, il est possible de suivre la consommation des différents compteurs.

Certaines consommations sont liées à l'activité, par exemple, plus il y a de brassage, plus le compteur de la salle à brasser consomme. D'autres compteurs ne sont pas liés à l'activité, par exemple le skid de la ligne verre, qui comptabilise les volumes consommés pour le fonctionnement du carrousel de remplissage des bouteilles. Bien que liée au volume de production, la ligne verre tournant en continu chaque semaine, sa consommation n'est impactée que par des arrêts. En semaine 14 nous avons observé une augmentation de 4 m³ en moyenne par jour sur une consommation moyenne de 9 m³ (+44%). Après une inspection visuelle, nous avons identifié une fuite sur un carter et corrigé l'anomalie. Ce type d'action corrective arrive très régulièrement et fait partie du pilotage des consommations continues. Certaines observations peuvent faire remonter une consommation anormale à la suite d'un problème ou à une modification de programme. Par exemple, le 30 mai, la consommation de la NEP TOD avait augmenté de façon importante après l'arrêt de l'eau de récupération qui est utilisée lors des étapes de NEP.

La démarche de correction est liée à un suivi rigoureux des consommations. Lorsqu'une consommation s'éloignait de la moyenne nous suivions la même démarche. Dans un premier temps, nous demandions au responsable si un problème était survenu. Certaines fois, nous étions au courant de la dérive par avance, cela par la Gemba Walk qui permet de récupérer beaucoup d'informations. Lorsque le problème était identifié, nous cherchions à le corriger ou bien à empêcher que cela se reproduise. Certaines fois, cela passait par de la sensibilisation ou des modifications de pratiques. Lorsque le problème n'était pas identifié, il fallait analyser plus en détails les consommations heure par heure afin de remonter à l'origine de l'écart. Cette analyse cause racine est nécessaire pour réduire le nombre et la fréquence des dérives.

III.1.2.2 *Réduction par chantier*

La réduction par chantier est une démarche d'un tout autre type. Elle nécessite un plus grand travail au préalable et une plus grande implication. La démarche est similaire à la gestion de projet. Il faut prendre connaissance avec les parties prenantes du fonctionnement de la zone, de ses consommations en eau, des procédures suivies par les opérateurs et des problématiques de fonctionnement. Un pilotage au mètre cube près est nécessaire afin de pouvoir observer et mesurer les bénéfices réalisés mais aussi les dérives possibles.

Ce travail préalable d'étude des consommations représente beaucoup de temps, il est donc nécessaire de bien définir les zones dans lesquelles les plus gros gains peuvent être réalisés lors de l'initialisation du projet. Ces gains potentiels devront être assez vite quantifiés avec précision afin de s'assurer de la pertinence des moyens engagés.

III.2. Une progression par étape pour des gains progressifs

III.2.1. Accompagnement sur la salle à brasser

L'objectif de gain sur la salle à brasser a été défini à 7 m³ par jour. Nous avons accompagné un technologue de l'entreprise Steineker, industriel spécialisé dans la fabrication de salle à brasser. Ce technologue est venu lors de ma première semaine de stage avec pour mission de réduire les consommations en eau. Cette première semaine m'a réellement permis de me replonger dans le fonctionnement d'une brasserie. Nous avons suivi son travail sur les 4 jours de présence sur le site et joué en parallèle le rôle de traducteur pour les équipes de la brasserie.

Le technologue a travaillé sur le fonctionnement du processus de brassage ainsi que sur les NEP des différentes cuves et installations de la salle à brasser.

Les réductions de consommations sont les suivantes :

| Modifications | Gain |
|--|-------------------------------------|
| Le volume de rinçage des drêches avant dédréçage de la cuve de filtration a été réduit. | 0,5 hL par brassin |
| Le volume de rinçage de la cuve de filtration après dédréçage a été réduit. | 1,5 hL par brassin |
| Lors du rinçage du trouble colloïdal dans la cuve Whirpool, l'ensemble eau plus trouble était envoyé à l'égout. Nous le récupérons désormais pour l'utiliser en tant que moût faible lors de l'empatage. | 3 hL par brassin |
| Nous avons supprimé une stérilisation du refroidisseur de moût à l'eau chaude entre chaque brassin. Cette stérilisation n'avait pas de sens puisque le moût est stérile et le risque de contamination est nul. | 3 hL par brassin |
| Nous avons réduit les volumes de rinçage d'eau chaude et eau froide entre la phase soude et acide des NEP du refroidisseur et les volumes de rinçages après acide. | 10,8 hL par NEP tous les 4 brassins |

Tableau 3 : Réduction de consommation en eau sur la salle à brasser

Des modifications ont aussi été réalisées sur les NEP de fin de semaine sans pouvoir être mesurées. Au total en se basant sur une semaine de 40 brassins, ce qui est la moyenne sur les mois de haute saison cela représente un gain de 7,13 m³ pour 6 jours de production, soit 42,8 m³ par semaine soit 2,75% de la consommation total de la brasserie.

Nous avons réussi à atteindre l'objectif de réduction des 7 m³ par semaine.

III.2.2. Réduction des consommations sur la NEP couloir TOD

Le deuxième chantier de réduction concerne les consommations du couloir TOD. Le couloir TOD est un long couloir dans lequel on retrouve les branchements pour remplir, vider et nettoyer les cuves de fermentations. On y retrouve la station de NEP du nettoyage des cuves ainsi que le panneau de contrôle des cuves. La fermentation de la bière se fait dans les cuves qui ont une capacité de 100, 250, 500 et 800 hL, annexe 18. Ce processus est crucial puisqu'il transforme le moût en bière. La qualité du NEP est très importante puisque le moût est refroidi après le brassage et peut se faire contaminer lors de l'entonnement.

Nous avons tout d'abord étudié le fonctionnement de la NEP ainsi que l'installation du couloir TOD. En parallèle, nous avons observé les pratiques des opérateurs lors des NEP et de leurs analyses. Pour finir nous avons analysé les consommations en eau de chaque programme de NEP ainsi que les fréquences d'utilisations.

Les constats :

- Le NEP des cuves se fait selon un programme automatisé, les opérateurs doivent brancher la station de NEP sur les entrées et sorties de cuves.
- Les nettoyages des cuves sont contrôlés par les opérateurs en prélevant un échantillon des eaux de rinçage en fin de NEP pour une mesure de pH et de conductivité.
- Lorsqu'un nettoyage est réalisé mais que les contrôles ne correspondent pas aux critères de contrôle, les opérateurs relancent un rinçage supplémentaire.
- Lors de la fermentation les levures sédimentent sur le fond de la cuve et doivent être purgées pour ne pas apporter de faux goût lors de leurs lyses.

| Nom de l'étape | Nombre de cycle par étape programme 500/800 hL | Nombre de cycle par étape programme 100/250 hL | Origine du liquide | Destination du liquide |
|----------------|--|--|--------------------|------------------------|
| Soude Shot | 2 cycles | 1 cycles | Soude | Égout |
| Rinçage | 2 cycles | 2 cycles | Eau de récup | Égout |
| Soude | 30 cycles | 30 cycles | Soude | Soude |
| Rinçage | 2 cycles | 2 cycles | Eau douce | Eau de récup |
| Acide | 6 cycles | 4 cycles | Acide | Acide |
| Rinçage | 10 cycles | 10 cycles | Eau douce | Eau de récup |

Tableau 4 : Décomposition d'un nettoyage en place de TOD

Le programme de NEP, présenté dans le tableau ci-dessus, permet le calcul des gains réalisés sur le couloir TOD. Un cycle correspond à un volume différent en fonction de la capacité du TOD. Il représente 8,1 hL pour un 800hL, 7,9 hL pour un 250/500 hL et 6,9 hL pour un 100 hL.

La première phase soude shot permet de décoller la plus grande partie des dépôts qui se sont faits au col de la bière lors de la fermentation. Cette solution de soude n'est pas récupérée car sa charge en matière organique est trop élevée, elle risquerait de souiller la solution de soude. La solution est envoyée dans la cuve et circule plusieurs fois au travers de la boule de nettoyage pour décrocher un maximum de souillure

Après le soude shot, de l'eau de récupération permet de faire sortir un maximum de souillure de la cuve avant le nettoyage. Cela permet encore une fois de ne pas risquer de souiller la solution de soude qui est utilisée pour plusieurs NEP. Cette eau de récupération est envoyée à l'égout.

La troisième étape, la plus longue consiste en une répétition de 30 cycles de nettoyages à la soude, cette étape permet de nettoyer dans les recoins toute présence de matière organique et de se débarrasser des microorganismes (levures et bactéries) présents dans le réservoir et les canalisations. Après les nettoyages à la soude, un rinçage à l'eau clair est fait pour rincer la soude avant l'étape à l'acide. Si le rinçage n'est pas réalisé, la soude peut réagir avec l'acide et abimer les parois de la cuve et réduire l'efficacité de l'acide.

Le nettoyage à l'acide et désinfectant permet de stériliser la cuve et de se débarrasser de la potentielle présence de biofilm qui se serait développé.

La dernière phase de rinçage permet d'éliminer les traces de produit chimique pour que la cuve puisse accueillir le prochain moût à fermenter.

A la fin d'une NEP, les eaux de rinçage doivent être équivalentes à l'eau de fabrication prélevée sur la boucle de distribution. Les paramètres de l'eau fluctuent mais sont proches d'un pH 6 et d'une conductivité de 300 μ S.

A partir de ces constats, nous avons analysé deux sources de gain en eau.

III.2.2.1 Réduction du nombre de cycles de rinçage

La réduction des cycles de rinçage était le point le plus important dans le total des gains du projet. En ayant échangé avec le technologue allemand en première semaine de stage, nous savions que le rinçage actuel était trop important et qu'il pouvait être réduit au moins de moitié.

La première phase du projet a consisté à étudier le fonctionnement de la NEP, comprendre les différents cycles et récolter un maximum de données sur lesquelles baser l'analyse.

Tous les cycles du programme sont découpés en 4 étapes : Circulation par le fond, circulation par les boules, circulation retour et circulation vidanges, figure 13. L'étape circulation vidange est celle qui nous intéresse puisqu'il s'agit de l'eau ayant la même composition que l'intérieur du TOD. Plus le prélèvement est réalisé proche de la fin du cycle, plus il est représentatif du contenu de la cuve.

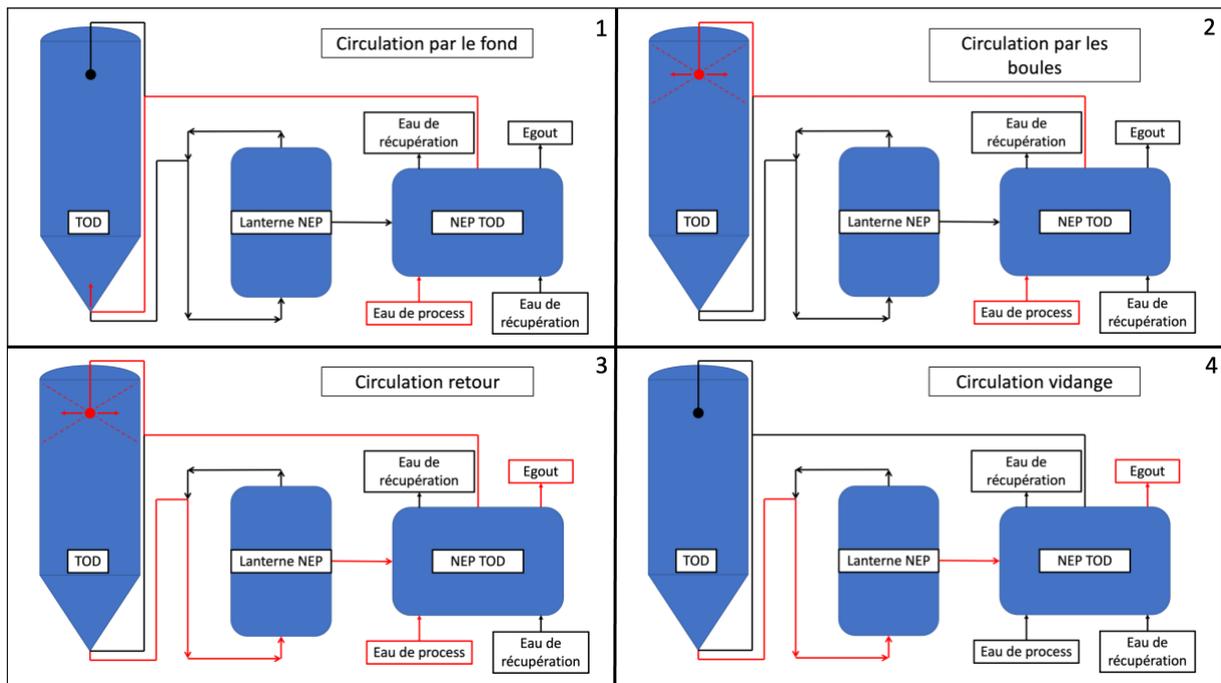


Figure 13 : Schéma de circulation des 4 étapes d'un cycle de NEP

Pour cela, nous avons commencé par chronométrer les temps de chaque étape afin de déterminer à quel moment prélever. Ces mesures ont révélé que les trois premières étapes de chaque cycle sont très régulières avec des temps de 39,35 et 56 secondes mais que l'étape « circulation vidange » varie beaucoup entre chaque cycle et en fonction des cuves nettoyées.

Après toutes ces observations, nous avons néanmoins pu déterminer un repère sonore et visuel permettant de garder une certaine régularité sur les prélèvements. La circulation vidange prend fin lorsque le capteur de vide s'allume signifiant que la cuve et les canalisations sont vides. La NEP réalise alors une poussée à l'air pour vider la canalisation. Cette poussée possède un son caractéristique et entraîne une projection d'eau importante en sortie. En prélevant à ce moment-là, nous pouvons nous assurer de récupérer les dernières eaux de rinçages de chaque cycle.

Pour 19 NEP, nous avons alors réalisé le prélèvement des eaux de fin de chaque sous-cycle de rinçage dans de petits pots de 100 ml nettoyés à l'avance. Nous avons aussi prélevé l'eau de fabrication sur un enrouleur en début et en fin de cycles de rinçage à l'eau. Nous avons choisi un enrouleur se trouvant proche de la station de NEP sur la boucle pour avoir une eau aux caractéristiques similaires.

Pour chaque échantillon, une analyse de pH, de conductivité et de turbidité étaient réalisées afin de déterminer pour quel sous cycle l'eau en sortie de NEP était équivalente à l'eau de fabrication.

Les résultats suivants ont été obtenus :

| Numéro du TOD | Date | Premier cycle avec des analyses bonnes | Capacité du TOD (en hL) |
|---------------|-------|--|-------------------------|
| 28 | 17/04 | 2 | 500 |
| 29 | 17/04 | 3 | 500 |
| 3 | 26/04 | 3 | 100 |
| 12 | 29/04 | 3 | 250 |
| 19 | 30/04 | 3 | 500 |

| Numéro du TOD | Date | Premier cycle avec des analyses bonnes | Capacité du TOD |
|---------------|-------|--|-----------------|
| 21 | 14/05 | 2 | 500 |
| 25 | 15/05 | 2 | 500 |
| 7 | 21/05 | 3 | 250 |
| 24 | 22/05 | 2 | 500 |
| 31 | 23/05 | 2 | 800 |
| 22 | 28/05 | 2 | 500 |
| 9 | 28/05 | 3 | 250 |
| 30 | 03/06 | 3 | 500 |
| 13 | 06/06 | 3 | 250 |
| 10 | 05/07 | 3 | 250 |
| 11 | 24/07 | 3 | 250 |
| 27 | 25/07 | 3 | 500 |
| 22 | 07/08 | 2 | 500 |
| 27 | 08/08 | 3 | 500 |

Tableau 5 : Résultats des analyses d'eau de rinçage des NEP de cuves de fermentation

En pleine crise de contamination microbiologique sur les bières de la brasserie, nous avons cherché à assurer que la réduction des cycles de rinçages n'impacterait pas la qualité du nettoyage.

En théorie, les rinçages à l'eau claire ont pour objectif de se débarrasser des résidus de produits chimiques puisqu'ils sont placés à la suite des cycles acide/désinfectant.

Pour vérifier ce point, nous avons réalisé des prélèvements pour analyse microbiologique à la flamme lors de 6 NEP sur le 3ième cycle dont une sur le 3ième et 8ième cycle.

| TOD | Date | Cycle de prélèvement | Capacité | Levure / Bière | Présence organisme aérobie (<20 UFC) | Présence anaérobie (<10 UFC) |
|-----|-------|----------------------|----------|----------------|--------------------------------------|------------------------------|
| 27 | 27/05 | 3 | 500 | RH10 / Bionda | 0 | 0 |
| 22 | 28/05 | 3 | 500 | RH9 / Pietra | 10 | 0 |
| 30 | 03/06 | 3 | 500 | RH10/ Pietra | 0 | 0 |
| 30 | 03/06 | 8 | 500 | RH10 / Pietra | 2 | 0 |
| 31 | 11/06 | 5 | 800 | RH2 / Pietra | 4 | 0 |
| 11 | 23/07 | 4 | 250 | RH7 / Pietra | 18 | 0 |
| 27 | 25/07 | 4 | 500 | RH3 / Bionda | 2 | 0 |

Tableau 6 : Résultats des analyses microbiologiques des eaux de rinçages

Les résultats, tableau 6, montrent que la réduction du nombre de cycles de rinçage n'impacte pas la présence de microorganismes dans les eaux de rinçage, valeurs inférieures aux critères.

A la suite de la présentation de ces résultats, nous avons fait le choix de réduire le nombre de cycle de rinçage à 5. Bien que les analyses, tableau 5, montrent qu'il est possible de réduire sans risque à 4 cycles, un cycle en plus a été gardé par mesure de sécurité.

En plus de réduire les consommations d'eau, cette modification représente également un gain de 30 minutes en moyenne par NEP. Cela permet de gagner en flexibilité sur l'outil de production et donc en réactivité face aux aléas.

Avec cette réduction, pour une moyenne de 12 NEP par semaine, le gain est d'environ 46,5 m³ soit un gain total de 89,3 m³, 5,7 % du total de la consommation de la brasserie.

III.2.2.2 Réduction du nombres de rinçages supplémentaires

Lors des observations, nous avons noté que de nombreux rinçages supplémentaires étaient réalisés. Avant même de réduire la quantité d'eau nécessaire pour la NEP d'une cuve, nous avons cherché à réduire ces rinçages supplémentaires. Pour cela, nous avons cherché les raisons qui amenaient les opérateurs à lancer ces rinçages.

Dès le début du travail, nous avons observé une incohérence, dans la plupart des cas, les rinçages supplémentaires étaient réalisés pour un pH supérieur à 7 et une conductivité supérieure à 1000 µS. Ces valeurs correspondent à la présence de soude, alors que dans le cas où le rinçage n'est pas suffisant, il devrait y avoir des traces d'acide, un pH à 2 et une conductivité de 15000 µS.

Nous avons donc réalisé un état des lieux des informations récoltées sur les NEP. Sur les 234 NEP qui avait été réalisées depuis le début de l'enregistrement des données en octobre 2023, 41 NEP avaient été déclarées non-conformes.

Sur les 41 non conformes, 19 possédaient des caractéristiques de présence de soude, 17 possédaient des analyses convenable et seulement 2 semblaient correspondre à la présence d'acide. Les trois dernières n'étaient pas cohérentes. Les deux principales causes de rinçage n'étaient pas celles attendues.

Ce constat nous a fait remonter deux problématiques, quels sont les critères de validation, sont-ils les mêmes pour tous les opérateurs ? Quel est l'origine de cette présence de soude ?

Cette démarche suit la méthode de l'analyse cause racine, en trouvant l'origine profonde du problème, on y apporte une solution durable.

III.2.2.2.1 L'origine de la soude dans les eaux de rinçages

Nous avons d'abord supposé que de la soude se bloquait quelque part dans le système de canalisation retour et venait se diluer dans les dernières eaux de rinçage. Dans cette situation, nous aurions dû observer des traces de soude dans le couloir TOD sur tous les cycles de rinçage et aucune trace dans le cône des cuves.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons réalisé sur plusieurs NEP les mesures de pH et de conductivité à chaque cycle, ainsi qu'une mesure en fond de cuve après la fin de la NEP.

Sur 19 NEP suivis, aucune analyse ne montrait la présence de soude en fond de cuve malgré la présence de soude dans les prélèvements des opérateurs au niveau du couloir TOD. Aucune trace de soude n'était observée dans les 10 cycles de rinçages.

De plus, le 30 avril, alors que nous avons analysé les 10 cycles de rinçage de la cuve 19, un opérateur avait trouvé, par analyse et par le touché avec une texture épaisse, de la soude très concentrée dans son prélèvement d'eau de rinçage. La conduite entre le fond de la cuve et le couloir ne possède aucun recoin et il n'y avait aucune trace de soude au fond de la cuve.

Seules les analyses des opérateurs comportaient des traces de soude. Les opérateurs prélevaient dans le couloir TOD, dans de grands bâteaux entreposés sur place, en débranchant le retour NEP et en faisant couler l'eau présente dans le flexible après la fin de la NEP. Cela posait un problème, car en fin de NEP, les canalisations doivent être complètement vides, puisque le signal de fin est un signal d'un capteur de vide.

Nous avons organisé un échange avec le programmeur qui a installé la station de NEP. Lors de notre échange nous avons pu déterminer l'origine du problème.

Les vannes BVP09-012, annexe 19 et 20, qui permettent de fermer la partie de la boucle NEP non utilisée s'ouvraient automatiquement en fin de NEP. Dans le reste de la boucle se trouve des traces de soude car elle n'est pas nettoyée systématiquement pour éviter le gaspillage d'eau. Cette eau finissait dans le flexible couloir TOD et était prélevée par les opérateurs.

Afin de remédier à ce problème, nous avons dans un premier temps empêchés l'ouverture des vannes de retour tant que les vannes BVP09-012 n'étaient pas fermées pour empêcher les retours. Dans un deuxième temps nous avons fait installer une véritable prise d'échantillon en sortie de la boucle NEP pour s'assurer que les prélèvements sont bien réalisés en sortie de boucle NEP et sont représentatifs du contenu de la cuve.

III.2.2.2.2 Pour les problèmes quant au rinçage non nécessaire

En ce qui concerne la validation des résultats d'analyse de la NEP, nous nous sommes rendu compte que les critères de validation n'étaient pas universels. Une analyse valide pour un opérateur pouvait ne pas l'être pour un autre.

A partir de l'historique des mesures réalisées chaque jour par les qualitiennes, nous avons pu définir les caractéristiques de l'eau, tableau 7.

| | pH | Conductivité (en μS) |
|------------|-------------|----------------------------------|
| Maximum | 6,2 | 396 |
| Minimum | 3,2 | 188 |
| Étendu | 3 | 208 |
| Moyenne | 4,55 | 283 |
| Écart-type | 0,87 | 35 |

Tableau 7 : Caractéristiques de l'eau de forage réalisés sur 322 valeurs (2023-2024)

Ces résultats ont révélé une grande variabilité des caractéristiques de l'eau. Cela est dû à la régénération des résines du décarbonateur qui est réalisée tous les 420 mètres cubes consommés, cela représente environ 1,5 jours de consommation. En fonction de l'usure des résines, les caractéristiques de l'eau fluctuent énormément.

Cette observation a montré l'importance de mesurer les caractéristiques de l'eau de fabrication afin de les comparer à celles des eaux de rinçages.

Pour préciser une marge de différence acceptable, nous avons étudié l'influence de la présence de solution de TrimétaCD (acide/désinfectant) sur l'eau.

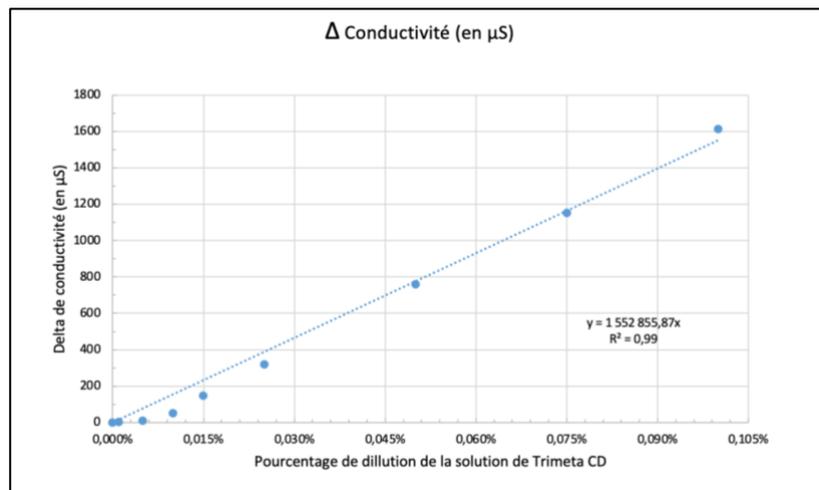


Figure 14 : Graphique de la relation entre la concentration de Triméta CD et le delta de conductivité de la solution

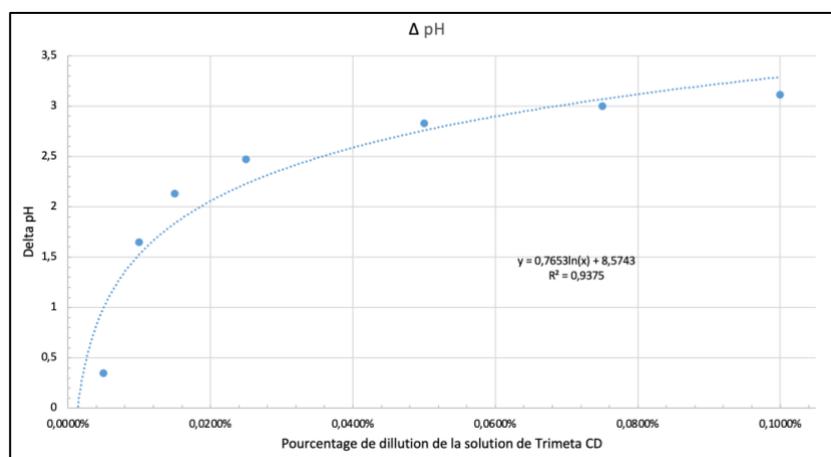


Figure 15 : Graphique de la relation entre la concentration de Triméta CD et le delta de pH de la solution

Cela nous a permis d'observer qu'une très faible concentration de Triméta CD impactait énormément les conductivité et pH de l'eau. Pour 0,0064% en volume de Triméta CD, nous observons un delta de 100 μS, figure 14, et 1,13 unité pH, figure 15. Le Triméta CD impacte peu la turbidité de la solution. Avec cette tolérance, nous pouvons nous assurer d'un rinçage bien réalisé. En principe les opérateurs n'observent jamais de delta aussi faible lorsqu'une NEP est mal réalisée.

Nous avons donc fait le choix de créer un protocole de contrôle, un arbre de décision, figure 16, ainsi que de définir les valeurs de pH et de conductivité de l'eau valide.

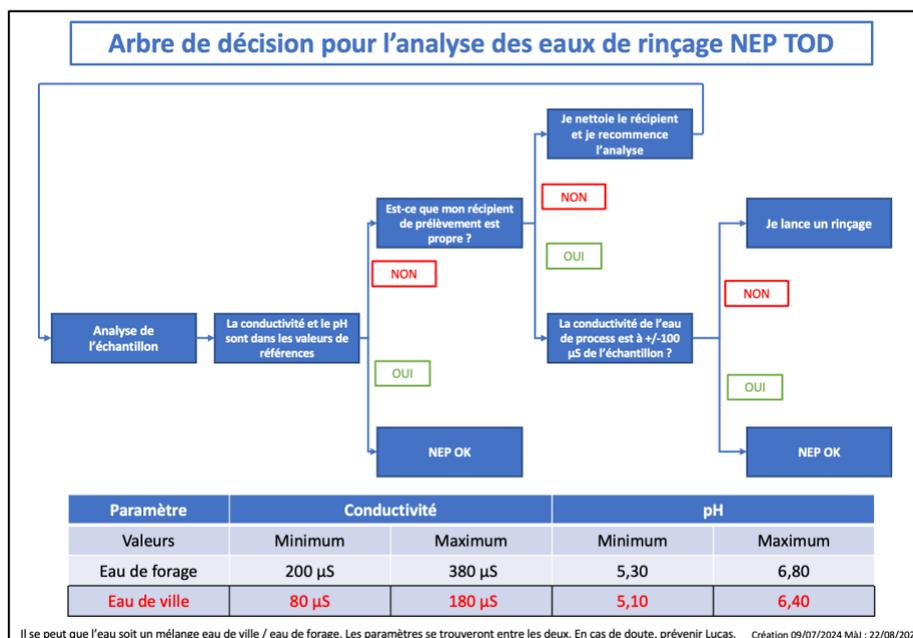


Figure 16 : Arbre de décision et valeurs cibles pour l'analyse des eaux de rinçage NEP TOD

Nous avons pu résoudre les deux principales sources de rinçage supplémentaires qui n'étaient pas liées à un mauvais nettoyage.

Cette résolution de problème à la source a permis de passer de 2,5 rinçages supplémentaires en moyenne à 0, pour un gain sur la NEP TOD de 9,9 mètres cubes par semaines et un gain cumulé de 99,2 mètres cubes soit 6,4 % de la consommation total de la brasserie.

III.3. Résultats et perspectives

En réalité, ce gain ne représente pas le même pourcentage chaque semaine. Puisqu'il est fortement lié à la production et aux nombres de nettoyages de cuves. Néanmoins, on peut observer que ce gain est en moyenne de 88,6 m³ entre la semaine 24 et 34, tableau 8. Il représente un gain moyen de 5,61%.

| Numéro de semaine | Moyenne journalière 2024 | Nombre brassin 2024 | Moyenne journalière 2023 | Nombre brassin 2023 | Pourcentage diminution 2023/2024 | Gain réalisé calculé en m ³ | Gain réalisé calculé en % |
|-------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|----------------------------------|--|---------------------------|
| 24 | 276,1 m ³ /J | 41 | 290,5 m ³ /J | 38 | 16% | 102,5 m ³ | 6,2% |
| 25 | 283,5 m ³ /J | 40 | 343,5 m ³ /J | 38 | 14% | 105,0 m ³ | 6,2% |
| 26 | 292,8 m ³ /J | 42 | 330,2 m ³ /J | 37 | 11% | 100,6 m ³ | 5,7% |
| 27 | 287,8 m ³ /J | 42 | 345,5 m ³ /J | 38 | 13% | 102,6 m ³ | 5,9% |
| 28 | 258,1 m ³ /J | 38 | 352,4 m ³ /J | 31 | 22% | 91,7 m ³ | 5,9% |
| 29 | 266,9 m ³ /J | 36 | 332,9 m ³ /J | 39 | 19% | 80,6 m ³ | 5,0% |
| 30 | 291,5 m ³ /J | 36 | 332,7 m ³ /J | 38 | 12% | 102,9 m ³ | 5,9% |
| 31 | 294,9 m ³ /J | 36 | 330,5 m ³ /J | 35 | 11% | 81,4 m ³ | 4,6% |
| 32 | 387,4 m ³ /J | 34 | 319,9 m ³ /J | 37 | -17% | 90,1 m ³ | 3,9% |
| 33 | 199,2 m ³ /J | 24 | 331,6 m ³ /J | 34 | 40% | 64,9 m ³ | 5,4% |
| 34 | 227,0 m ³ /J | 27 | 338,7 m ³ /J | 36 | 31% | 63,8 m ³ | 4,7% |

Tableau 8 : Tableau des consommations en eau sur la période S24-S34

Les économies sont encore plus importantes que ce que nous avons calculé. Le changement des compteurs F1 et F2 a permis d'observer une grande différence entre les volumes enregistrés et les volumes consommés. Cela a permis de faciliter la mise en régulation avec le décret, en comparant avec la moyenne de référence sur l'année 2023, on peut calculer des économies moyennes de 17%. Ce point montre l'importance que peut avoir la récolte de données ainsi que la précision des outils que l'on utilise.

Après une étude de l'arrêté ministériel du 30 juin 2023, nous avons découvert que la brasserie pouvait être exemptée des réductions en cas d'une réutilisation de plus de 20% de sa consommation d'eau. La brasserie est équipée de nombreux systèmes de réutilisation d'eau. En étudiant les systèmes de réutilisation, nous avons obtenu le tableau suivant :

| Atelier | Volume réutilisé par semaine | Pourcentage de la consommation de la brasserie |
|----------------------|------------------------------|--|
| Eau de récupération | ~23,5m ³ | 1,5% |
| Refroidissement moût | ~228m ³ | 14,6% |
| MEB rinçage int/ext | ~76m ³ | 4,9% |
| Ligne fût | ~60m ³ | 3,9% |
| Total | 387,5 m ³ | 25% |

Tableau 9 : Volume évalué de réutilisation d'eau à la brasserie

Une étude plus poussée sur les réutilisations des eaux de la brasserie pourrait être réalisée et présentée auprès des autorités préfectorales afin de s'exempter des restrictions pour les années suivantes.

Ce travail de réduction passe aussi par une modification des méthodes de travail. Les opérateurs sont les pilotes des consommations d'eau. Bien que ces consommations suivent des programmes spécifiques qui ne sont pas modifiés par les opérateurs, c'est bien eux qui les lancent.

Une problématique qui a été soulevée lors du travail de réduction des rinçages supplémentaires était l'implication des opérateurs à réduire leurs utilisations. Ce programme de rinçage supplémentaire est rapide et ne nécessite aucun branchement dès lors qu'ils ont été réalisés en amont pour lancer le NEP. Il ne représente aucune contrainte qui pourrait motiver à réduire son utilisation.

De plus, lorsque nous les interrogeons sur un rinçage supplémentaire, ils répondaient que leur seul objectif est d'avoir une cuve propre et disponible pour la fabrication.

Afin de les motiver à réduire l'utilisation de ce programme, nous avons dû les sensibiliser sur le terrain aux origines possibles de mauvais résultats d'analyses. De cette manière, ils ont commencé à ne pas obligatoirement lancer des rinçages supplémentaires mais à nous prévenir pour trouver l'origine de l'écart. Nous avons également souligné les volumes importants représentés par ces rinçages en affichant les volumes consommés chaque semaine. Cette consommation a été comparée à des usages quotidiens tels que le nombre de douches que cela représente, pour en illustrer l'impact.

Néanmoins afin de s'assurer d'une prise de décision universelle aux analyses, nous avons fait le choix de mettre un cadre aux prises de décisions. L'utilisation de communication visuelle permet de faciliter la transmission d'information et de garantir l'accès à tout moment des consignes auprès des opérateurs.

A la suite du travail réalisé sur le programme NEP et la salle à brasser, nous avons gardé une surveillance renforcée des programmes utilisés. Nous avons maintenu un suivi rigoureux des rinçages supplémentaires en allant interroger les opérateurs ayant lancé le programme et continué de les sensibiliser.

III.4. Une amélioration entre objectif économique et environnemental

III.4.1. Un enjeu économique face au risque de restrictions

En semaine 24, début juin, le plan sécheresse est passé en alerte, soit une restriction de 5% des consommations par rapport à la période juin-juillet-août 2023.

Nous avons donc le devoir de transmettre chaque semaine les consommations de la brasserie afin de démontrer une réduction d'au moins 5%.

La plupart des modifications de programme sur la salle à brasser et sur le couloir TOD ont pu être mises en place à ce moment, soit deux semaines de retard sur l'objectif initial.

La brasserie Pietra est la première industrie consommatrice d'eau de la nappe de « Bevinco ». Le préfet a porté une attention particulière à la surveillance des consommations en eau avec la demande d'un report chaque semaine des consommations en eau de forage.

Comme indiqué sur le rapport des hydrogéologues, cette réduction par rapport à la consommation des années précédentes a pour objectif de ralentir la remontée du biseau salé. S'il atteignait le niveau des pompes du forages la brasserie serait obligée d'arrêter sa production en haute saison, ce qui représenterait un préjudice énorme, alors même que les stocks de produits finis sont au plus bas.

De plus, un objectif de consommation totale sur l'année a été imposé à la brasserie avec une consommation maximale de 65000 m³ en 2024 et 60000 m³ par la suite.

En 2023, la brasserie a puisé 75000 m³ dans la nappe, sans une réduction importante des consommations, la brasserie devra compenser avec la consommation d'eau de ville et donc un coût supplémentaire de production. A 1,65€ le mètre cube, les 10000 mètre cubes représentent 16500€, plus les coûts supplémentaires nécessaires au traitement de cette eau chlorée.

En réalisant une projection à partir des consommations de la brasserie, nous avons défini qu'utiliser 50 m³ d'eau de ville par jour, à partir de la semaine 34, permettrait de respecter les 65000 m³ d'eau de forage consommé, avec une consommation de 57724 m³ et un coût de 1280€.

III.4.2. Un enjeu environnemental face aux sécheresses récurrentes en Méditerranée

Pour la brasserie, qui est engagée et communique beaucoup sur son effort en termes de réduction de son impact environnemental, la réduction des consommations en eau est une double victoire. La Corse possède un climat méditerranéen, il est caractérisé par une période estivale longue avec des températures importantes ainsi que des périodes de sécheresse. Ce climat est aussi sujet à de fortes

fluctuations pluriannuelles menant à des sécheresses en période hivernale. Ces sécheresses hivernales impactent fortement la recharge des réservoirs d'eau. (Tramblay, Y., and all, 2020)

De plus, la Corse subit des sécheresses à répétition sur ces dernières années, le BRGM déclarait au 1er avril un niveau modérément bas mais stable pour les nappes de la plaine orientale à la suite d'un faible taux de remplissage en 2023-2024.

Cette problématique autour de l'eau va s'aggraver au cours des années avec le dérèglement climatique et risque de créer des tensions entre les pouvoirs publics, les citoyens et les industries. (Ouest France, 2022)

La brasserie et la société responsable de l'approvisionnement de l'eau en Corse AquaPublica puisent dans deux nappes distinctes. Néanmoins, la brasserie est en concurrence pour l'approvisionnement des 123 000 habitants du bassin de population (Giannini, A., 2023). Une raréfaction de la ressource et une augmentation de la consommation mènera irrémédiablement à des restrictions plus importantes. Le plan Eau du gouvernement est un signe de l'urgence que représente la gestion durable et raisonnée de la consommation en eau des industries.

Le travail de réduction de la consommation est un travail qui permettra par la suite de continuer à produire malgré la raréfaction des ressources ou bien de minimiser son impact sur l'environnement. Ces étapes sont essentielles au développement d'une industrie alimentaire plus durable et répondant aux défis que posent le futur de l'alimentation humaine.

III.4.3. Réflexion sur l'efficacité des ressources

Ce stage permet d'observer les gains potentiels qu'une entreprise de petite taille peut réaliser. En effet, pendant de nombreuses années, l'industrie a profité de ressources abondantes pour son fonctionnement sans essayer de les minimiser en raison d'un faible coût économique. La récente crise du COVID et de la guerre en Ukraine ont révélé la sensibilité des industries aux variations du coût des ressources comme l'eau, l'énergie et les matières premières alimentaires. Ces crises ont vu la fermeture de nombreuses entreprises incapables de poursuivre une activité compétitive.

En quelques mois et sans investissement les économies réalisées sur la consommation en eau ont non seulement permis de se mettre en conformité avec un texte de loi mais ont aussi permis de gagner en flexibilité pour la brasserie et gagner en compétitivité face à d'autres entreprises. L'efficacité des ressources est une nouvelle discipline, elle est souvent maîtrisée dans les grandes entreprises et doit se développer dans l'ensemble de l'industrie agroalimentaire. L'efficacité ne doit néanmoins pas entrer en conflit avec la sécurité alimentaire et le maintien de la qualité.

Conclusion

Ce stage a été très formateur et s'inscrit parfaitement dans mon projet professionnel. À la suite de la spécialisation PERFORMA et dans le cadre de ma formation d'ingénieur Agronome, j'ai été très sensibilisé à la responsabilité que nous avons, nous, jeunes ingénieurs agronomes, à travailler de la fourche à la fourchette, au développement d'un système alimentaire durable et éco-conçu. Les missions qui m'ont été confiées s'inscrivent dans ces chemins de valeurs, valeurs auxquelles je suis désormais attaché et qui me motivent à poursuivre dans cette voie.

L'autonomie qui m'a été accordée lors de ce stage m'a permis de suivre différents projets en parallèle et m'a appris à suivre mes priorités en m'accommodant des aléas du terrain. J'ai pu développer de nouvelles compétences en management des ressources, des équipes et en gestion de projet. Mes missions m'ont conduit à renforcer mes aptitudes en collecte et traitement de données. J'ai appris à communiquer sur mes objectifs et mes indicateurs afin de suivre des projets en collaboration avec de nombreuses parties prenantes. Enfin, pour ces missions j'ai pu continuer de développer ma compréhension des dispositifs de production industrielle ainsi que leur mode de fonctionnement.

Dans le déroulement des projets 5S et dans la réduction des consommations en eau, j'ai pu être confronté à de nombreuses problématiques techniques et humaines qui m'ont permis d'acquérir une expérience sur laquelle je pourrai m'appuyer à l'avenir.

La mise en place des projet 5S s'est révélée positive et j'ai pu observer une amélioration constante du cadre de travail des différents ateliers. La nouvelle organisation s'est mise en place petit à petit, elle n'est pas encore parfaite mais elle s'inscrit progressivement dans le fonctionnement des ateliers. Cette première expérience avec une méthode du Lean m'a permis de saisir les subtilités et complexités à sa mise en place. De plus, j'ai compris l'importance de maintenir et d'engager toute les parties prenantes dans le projet. Sans une volonté partager de toutes les parties prenantes, le projet ne peut pas se mettre en place de façon efficace.

Pour la réduction des consommations, nous avons atteint notre objectif et maintenu les consommations en dessous des limites du décret préfectoral. Bien que très liés à l'activité de la brasserie, les gains réalisés chaque semaine restent supérieurs aux 5 pourcents recherchés. Le travail de réduction des consommations n'est pas terminé et la littérature permet d'observer la marge de progression possible ainsi que les investissements à fournir dans ce sens.

J'ai été particulièrement motivé et stimulé par les gains que représentent mon travail aujourd'hui pour les années futures. En effet, en quelques mois et sans investissement, j'ai pu réalisé une réduction de plus de 5 pourcents. Ces gains resteront permanents même après mon départ et représentent à la fois un gain pour la brasserie mais aussi face à la problématique de sécheresse qui concerne particulièrement la Corse depuis plusieurs dizaines d'années.

Ce troisième stage de 6 mois en entreprise complète ma découverte des trois grandes thématiques de travail d'ingénieur agronome en agroalimentaire : la qualité, la R&D et la production. J'ai maintenant toute l'expérience qui me permet de choisir le domaine dans lequel je compte poursuivre ma carrière. Je sais que ces trois thématiques ne sont pas cloisonnées et sont en interaction constante, cela me permettra d'utiliser mes expériences pour mieux comprendre les intérêts de chacune.

Bibliographies

(Utilisation de ChatGPT4.0 pour la mise en forme APA de certaines citations. Prompt : « CTRL+V des informations des pages de sites académiques nécessaires à la rédaction de la citation, suivi de « mise en forme modèle APA » »)

AB InBev. (2024). Sustainability. *Ab InBev*. <https://www.ab-inbev.com/sustainability>

Abed, A. M. (2015). Create Heijunka 5's matrix to control the dynamic Gemba as lean tool. *Journal of Human Resource Management*, 3(2), 6-16. <https://doi.org/10.11648/j.jhrm.20150302.11>

Bergmiller, G. G., & McCright, P. R. (2009). Parallel models for lean and green operations. Zero Waste Operations Research and Consulting. <http://www.leansixsigmaenvironment.org/wp-content/uploads/2013/01/Are-Lean-and-Green-Programs-Synergistic-IIE195.pdf>

Cloete, T. E., Gerber, A., & Maritz, L. V. (2010). A first order inventory of water use and effluent production by SA industrial, mining and electricity generation sectors (WRC Report No. 1547/1/10). *Water Research Commission*. ISBN 978-1-77005-958-0. <https://www.wrc.org.za/wp-content/uploads/mdocs/1547.pdf>

Choudhary, S., Nayak, R., Dora, M., Mishra, N., & Ghadge, A. (2019). An integrated lean and green approach for improving sustainability performance: A case study of a packaging manufacturing SME in the U.K. *Production Planning & Control*, 30(5-6), 353–368. <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1501811>

Compton, M., Willis, S., Rezaie, B., & Humes, K. (2018). Food processing industry energy and water consumption in the Pacific northwest. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 47, 371-383. https://www.researchgate.net/publication/324323363_Food_processing_industry_energy_and_water_consumption_in_the_Pacific_northwest

Cuq, B. (2023, octobre). Outils de l'ingénieur = Gestion de projets: Construction de projets Management de projets [Cours magistral]. Montpellier.

Danone. (2024). Water Stewardship. <https://www.danone.com/impact/planet/protecting-water-cycles.html#preserve>

Décret n° 2024-33 du 24 janvier 2024 relatif aux eaux réutilisées dans les entreprises du secteur alimentaire et portant diverses dispositions relatives à la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine, *JORF n°0020 du 25 janvier 2024*, NOR : AGRG2326222D. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000049010414/>

Deif, A. M. (2011). A system model for green manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, 19(14), 1553-1559. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.05.022>

Environmental Protection Agency. (1972). Summary of the Clean Water Act. *33 U.S.C. §1251 et seq.* <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-water-act>

European Environment Agency. (2019, December 23). Water use in Europe by economic sector, 2017. *European Environment Agency*. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/annual-and-seasonal-water-abstraction-7>

Freeze, R. A., & Cherry, J. A. (1979). *Groundwater*. Prentice-Hall, Inc. <https://www.unigrac.org/sites/default/files/resources/files/Groundwater%20book%20-%20English.pdf>

Garza-Reyes, J.A. (2015) Green Lean and the Need for Six Sigma. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6, 226-248. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2014-0010>.

Gholami, H., Jamil, N., Mat Saman, M. Z., Streimikiene, D., Sharif, S., & Zakuan, N. (2021). The application of Green Lean Six Sigma. *Business Strategy and the Environment*. <https://doi.org/10.1002/bse.2724>

Giannini, A. (2023) Les communes périphériques gagnent du terrain face à Bastia, *Corse Matin*. <https://www.corsematin.com/articles/les-communes-peripheriques-gagnent-du-terrain-face-a-bastia-142782>

Grolleau, G., Lamri, J. & Mzoughi, N. (2008). Déterminants de la diffusion internationale de la norme ISO 14001. *Économie & prévision*, 185, 123-138. <https://doi.org/10.3917/ecop.185.0123>

Hajmohammad, S., Vachon, S., Klassen, R. D., & Gavronski, I. (2013). Reprint of Lean management and supply management: Their role in green practices and performance. *Journal of Cleaner Production*, 56, 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.038>

Hallam, C., Contreras, C. (2016), Integrating lean and green management, *Management Decision*, Vol. 54 Iss 9 pp. 2157 – 2187. <http://dx.doi.org/10.1108/MD-04-2016-0259>

HEINEKEN. (2021). HEINEKEN launches 2030 Brew a Better World ambitions. *Heineken*. <https://www.theheinekencompany.com/newsroom/heineken-launches-2030-brew-a-better-world-ambitions/>

Heineken. (2022). Derrière nos bières, nos engagements. Brassons un monde meilleur: *Rapport RSE 2022*. https://www.heinekenfrance.fr/heinekencontent/uploads/2023/07/rapport_rse_heinekenfrance-2022-1.pdf

Ho, S. K. M. (2012). Global sustainable development through the integrated Lean Management (Green 5-S) model for TQM. *Nang Yan Business Journal*, 1(1), 27-30. https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=7nfbfAOInlQC&oi=fnd&pg=PP1&dq=5S+méthode+definition&ots=Lz_MQqghud&sig=pXU5OPzFvAigGEb2uMHtbEqzStQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Jamian, R., Ab Rahman, M. N., Deros, B. M., & Nik Ismail, N. Z. (2017). A conceptual model towards sustainable management system based upon 5S practice for manufacturing SMEs. *Asia Pacific Journal of Operations Management*, 1(1), 1-15.

https://www.researchgate.net/publication/286070284_A_Conceptual_Approach_of_5S_to_Improving_Quality_and_Environmental_Performance_of_Malaysian_Oil_Palm_Dealers

Joslin, R., & Müller, R. (2015). Relationships between a project management methodology and project success in different project governance contexts. *International Journal of Project Management*, 33(6), 1377-1392. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.03.005>

Klemes, J., Smith, R., & Kim, J.K. (2008). Handbook of water and energy management in food processing. *Woodhead Publishing: Cambridge, United Kingdom*.
<https://shop.elsevier.com/books/handbook-of-water-and-energy-management-in-food-processing/klemes/978-1-84569-195-0>

Kliem, R. L., Ludin, I. S., & Robertson, K. L. (1997). Title of the chapter or section. In Project management methodology: A practical guide for the next millennium (pp. 1-10). *Project Management Institute*. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/b16834/project-management-methodology-ralph-kliem-irwin-ludin-ken-robertson>

Krcheva, V., Djidrov, M., Srebrenoska, S., & Krstev, D. (2023). Gantt chart as a project management tool that represents a clutch hub manufacturing process. *Balkan Journal of Applied Mathematics and Informatics*, 6(2), 67-76. <https://eprints.ugd.edu.mk/33074/1/5990-Article%20Text-10878-2-10-20231210.pdf>

Luga, M. V. (2017). Visual communication in lean organizations. *8th International Conference on Manufacturing Science and Education – MSE 2017 “Trends in New Industrial Revolution”* (Vol. 121, Article 02005, pp. 1-8). *MATEC Web of Conferences*.
<https://doi.org/10.1051/mateconf/201712102005>

Mayatra, M., Chauhan, N. D., & Trivedi, P. (2015). A literature review on implementation of Lean Manufacturing Techniques. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 1(4).
https://www.researchgate.net/publication/351228367_A_literature_review_on_implementation_of_Lean_Manufacturing_Techniques

Meneses, Y. E., Stratton, J., & Flores, R. A. (2017). Water reconditioning and reuse in the food processing industry: Current situation and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 61, 72-79. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.008>

Mílkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization - One of the Tools of Continuous Improvement. *Procedia Engineering*, 149, 329-332.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.674>

Moulding, E. (2010). 5S: A Visual Control System for the Workplace. AuthorHouse.

Nestlé. (2024). The Nestlé Waters Pledge. *Nestlé*.
<https://www.nestle.com/sustainability/water/pledge-positive-water->

[impact#:~:text=We%20use%20a%20robust%20approach,Water%20Stewardship%20Standard%20by%202025](#)

Nguyen-Thé, N., Palvadeau, E., & Sinzelle, B. (2003). Atlas cartographiques des aquifères littoraux de Corse: Rapport final (BRGM-RP-52/191-FR). *Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM)*. <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-52191-FR.pdf>

O'hEocha, M. (2000). A study of the influence of company culture, communications and employee attitudes on the use of 5Ss for environmental management at Cooke Brothers Ltd. *The TQM Magazin*, 12(5), 321-330. <https://doi.org/10.1108/09544780010341923>

Oliveira, E., Miguéis, V. L., & Borges, J. L. (2023). Automatic root cause analysis in manufacturing: An overview & conceptualization. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 34, 2061–2078. <https://doi.org/10.1007/s10845-022-01914-3>

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2021). Water resources and use: Extract from France's 2021 environmental performance review. *OECD Publishing*. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2022-08/01_water_resources_and_use.pdf

Ouest France (2022) Accès à l'eau : les conflits se multiplient : Principaux épisodes de tensions liées à l'eau depuis 2000 <https://s.ouest-france.fr/assets/conflitsEau2023/index.html>

Sarni, W. (2011). *Corporate Water Strategies* (1st ed.). *Routledge*. <https://doi.org/10.4324/9781849775519>

Singh, C., Singh, D., & Khamba, J. S. (2020). Analyzing barriers of Green Lean practices in manufacturing industries by DEMATEL approach. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32/1, 176-198. <https://doi.org/10.1108/JMTM-02-2020-0053>

Steineker (2024) Water sustainability Concept. *Steineker*. https://www.steinecker.com/media/downloads/water_sustainability_concept_en.pdf

Tramblay, Y., and all (2020). Challenges for drought assessment in the Mediterranean region under future climate scenarios. *Earth-Science Reviews*, 210, 103348. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103348>

UNESCO. (2024). Facts and figures on the state of the world's freshwater resources from the 2024 UN World Water Development Report: Water for prosperity and peace. *UN World Water Development Report*. <https://www.unesco.org/reports/wwdr/en/2024/s#:~:text=Worldwide%2C%20agriculture%20accou%20for%20roughly,freshwater%20withdrawn%20for%20domestic%20purposes>

Viranda, D. F., et al. (2020). 5S Implementation of SME Readiness in Meeting Environmental Management System Standards based on ISO 14001:2015 (Study Case: PT. ABC). *IOP Conference*

Series: *Materials Science and Engineering*, 722, 012072. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/722/1/012072>

Wiranto, A., (2023). POTENTIAL ANALYSIS OF INDUSTRIAL WASTE USING SEVEN BASIC QUALITY TOOL PARETO DIAGRAM. *International Journal of Economy, Education and Entrepreneurship (IJE3)*, 3(3), 907–920. <https://ije3.esc-id.org/index.php/home/article/view/217>

Annexe

Annexe 1 : Questionnaire près 5S pour la levurerie

"Données supprimées : Non conforme RGPD"

Annexe 2 : Présentation 5S pour formation des opérateurs

Projet 5S Levurerie

Méthode japonaise créée en 1940 par Taiichi Ohno et Shigeo Shingo chez Toyota

Seiri
整理

Seiton
整顿

Seiso
清掃

Seiketsu
清潔

Shitsuke
躰

Projet 5S Levurerie

Seiri
整理

L'objectif est de trier les objets et machine dans la zone afin de retirer tout ce qui ne doit pas être présent, en retirant les objets défectueux et en réparant ceux qui peuvent l'être. Cela permet de partir sur une base saine pour les 4S suivant. Organiser permet aussi de sécuriser l'espace de travail, le rendant plus agréable et de réduire le risque d'erreur.

Organiser

L'objectif est de trier les objets et machine dans la zone afin de retirer tout ce qui ne doit pas être présent, en retirant les objets défectueux et en réparant ceux qui peuvent l'être. Cela permet de partir sur une base saine pour les 4S suivant. Organiser permet aussi de sécuriser l'espace de travail, le rendant plus agréable et de réduire le risque d'erreur.

Projet 5S Levurerie

Seiton
整顿

Dans un atelier 5S chaque chose à une place définie, dont l'emplacement est logique par rapport à son utilisation. Lors de la mise en place, il faut réfléchir afin de minimiser les 7 pertes de Taiichi Ohno. Cette étape permet d'optimiser l'efficacité dans l'utilisation des équipements. De plus, cela évite les risques d'encombrement qui peuvent être source de danger en industrie.

Projet 5S Levurerie

Seiso
清掃

Lors de cette étape il est nécessaire de nettoyer de fond en comble l'espace de travail. « Aller là où on ne penserait pas aller voir ». Pour mettre en place un plan de nettoyage par la suite lors du « Seiketsu », il est nécessaire de partir de l'optimum recherché. Un atelier propre permet de réduire tous les types de risques, en particulier en IAA, mais aussi apporte un confort. De plus, dans un atelier propre la moindre dérive est plus facilement observée et peut être corrigée.

Projet 5S Levurerie

Seiketsu
清潔

Afin de s'assurer du résultat obtenu pour toutes les opérations effectuées dans l'atelier ainsi que du maintien de l'organisation, il est important de tout standardiser. Cela permettra de s'assurer du même résultat que ce soit réalisé par une nouvelle personne ou bien un ancien employé. La création de procédure et de mode opératoire permettra aussi de sauvegarder des pratiques qui ont pu être acquises avec le temps et l'expérience et qui assurent l'efficacité et la qualité de la production. Un plan de nettoyage est mis en place pour s'assurer du maintien des standards mis en place, son application fait partie du temps de travail et doit être respecté chaque jour.

Projet 5S Levurerie

Shitsuke
躰

La méthode 5S s'applique dans un cadre d'amélioration continue. Comme tous autres outils du Lean il est important de maintenir le travail mis en place et de le faire évoluer au fur et à mesure, l'objectif de la perfection n'étant pas atteignable, il doit être poursuivi. Pour cela, des audits de conformités peuvent être mis en place afin de suivre le maintien des 5S mais aussi de faire remonter des points d'amélioration ou permettre de revenir sur une implémentation hasardeuse. Les échanges avec les acteurs de première ligne du 5S sont tout aussi importants, puisqu'ils permettent de vivre le ressenti quotidiens du projet. Cette étape permet de créer la discipline et l'ordre nécessaire au Lean.

Projet 5S Levurerie

Shitsuke
躰

Seiri
整理

Seiton
整顿

Seiso
清掃

Seiketsu
清潔

Shitsuke
躰

- Sécuriser l'espace de travail
- Le rendre plus agréable
- Réduire le risque d'erreur
- Observer l'idéal recherché
- Observer les dérives
- Faciliter le démarrage du projet
- Contrôler
- Maintenir
- Faire évoluer

Méthode 5S

Annexe 3 : Installation d'un marchepied à la ligne fût



Annexe 4 : Aménagement de l'espace pour réduire les risques d'encombrements et organiser les équipements



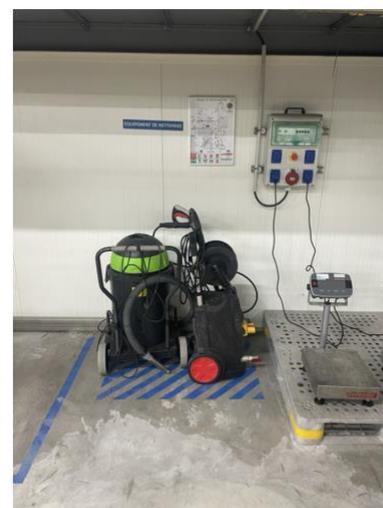
Avant



Après



Avant



Après

Annexe 5 : Tableau des achats pour la mise en place des SS dans les deux ateliers

| | Besoin | Quantité | Coût à l'unité | Coût | En stock | Commandé le : | Reçu/Installé le : |
|-----------|---|----------|------------------------------------|----------------------------|----------|---------------|--------------------|
| Levurerie | Brosse | 1 | 30,75 | 0,00 € | 1 | | |
| | Manche | 2 | 29,9 | 59,80 € | 0 | 18/07/2024 | 22/07/2024 |
| | Raclette | 1 | 47,75 | 0,00 € | 1 | | |
| | Pelle | 1 | 13,89 | 13,89 € | 0 | 18/07/2024 | 22/07/2024 |
| | Balaillette | 1 | 11,85 | 11,85 € | 0 | 18/07/2024 | 22/07/2024 |
| | Sceau | 1 | 26,75 | 26,75 € | 0 | 18/07/2024 | 22/07/2024 |
| | Support murale | 1 | 29,9 | 29,90 € | 0 | 18/07/2024 | 22/07/2024 |
| | Support sceau | 1 | 40,04 | 0,00 € | 1 | | |
| | Enrouleur tuyaux | 1 | 1196,8 | 0,00 € | 1 | | |
| | Clé de 90-155 ou 155-230mm | 1 | 80,99 | 80,99 € | 0 | 18/07/2024 | 22/07/2024 |
| | Prise pour pistoler à mousse | 1 | | 0,00 € | 0 | | 22/07/2024 |
| | Pupitre | 1 | 249,7 | 249,70 € | 0 | 10/06/2024 | 19/06/2024 |
| | | | Total pou le SS levurerie | 472,88 € | | | |
| Ligne Fût | Ruban adhésif | 1 | 81,06 € | 81,06 € | 0 | 15/11/2023 | 20/11/2023 |
| | Armoire rangement EPI | 1 | 265,05 € | 265,05 € | 0 | 22/11/2023 | 28/11/2023 |
| | Distributeur mural gant | 1 | 14,39 € | 14,39 € | 0 | 22/11/2023 | 28/11/2023 |
| | Porte revue pour armoire lot de 10 | 1 | 40,61 € | 40,61 € | 0 | 22/11/2023 | 28/11/2023 |
| | Corbeille à courrier pour armoire lot de 10 | 1 | 33,96 € | 33,96 € | 0 | 22/11/2023 | 28/11/2023 |
| | Bac 10 L | 1 | 4,84 € | 4,84 € | 0 | 22/11/2023 | 28/11/2023 |
| | Bac 30 L | 1 | 9,30 € | 9,30 € | 0 | 22/11/2023 | 28/11/2023 |
| | Bande magnétique pour télécommande potence + divers | 1 | 38,95 € | 38,95 € | 0 | 22/11/2023 | 28/11/2023 |
| | Bombe de marquage au sol | 4 | 30,16 € | 120,64 € | 0 | 22/11/2023 | 28/11/2023 |
| | | | | Total pour le SS ligne fût | 608,80 € | | |
| | | | Total pour les deux projets | 1 081,68 € | | | |

Annexe 6 : Plan de nettoyage ligne fût

|  | | | Instruction Plan de nettoyage | | | Ligne fût | |
|---|-------|--------|---|-----------|---|-----------------|---|
| | | | Rédacteur : BIGHETTI Lucas Date : 24/05/2024 | | Approbateur : DESFERE Thierry Date : 24/05/2024 | | |
| Fréquence | | | Zone | Qui | Protocole | Matériel | EPI |
| Quotidie | Hebdo | Mensue | | | | | |
| x | | | Sol zone | Opérateur | Avec une raclette et une pelle enlever les souillures | Pelle/raclette | |
| x | | | Sol extérieur | Opérateur | Avec une raclette et une pelle enlever les souillures | Pelle/raclette | |
| x | | | Outils de nettoyage | Opérateur | Rincer les équipements à l'eau | |  |
| x | | | Convoyeur de la ligne | Opérateur | Débarasser les débris sur et sous la ligne | Pelle/Balayette |  |
| x | | | Balances | Opérateur | Retirer les socles et les nettoyer avec un chiffon humide | Chiffon | |
| x | | | Table contrôle | Opérateur | Rincer la table à grande eau | | |
| x | | | Sol intérieur de la ligne | Opérateur | Avec un balai et une pelle enlever les souillures | Pelle/balai | |
| | x | | Evier / Bureau / Pupitre | Opérateur | Ranger ce qui se trouve sur les plans de travail et nettoyer avec un chiffon humide. | Chiffon | |
| | x | | Bardage | Opérateur | Enlever les toiles d'araignées avec le plumeau. | Plumeau | |
| | x | | Armoire électrique | Opérateur | Nettoyer avec une lingette les éclaboussures et traces | Lingette | |
| | x | | Trémie Capes | Opérateur | Nettoyer avec un chiffon humide propre. Pulvériser de l'alcool à l'intérieur de la trémie à la fin du nettoyage | Chiffon |  |
| | x | | Equipements | Opérateur | Nettoyer les équipement avec un chiffon humide | Chiffon |  |
| | x | | Rinceuse fûts | Opérateur | Vider les bacs de la rinceuse dans la benne divers Rincer les bacs au jet d'eau, frotter avec le balai et les retourner pour le week-end | Balai |  |
| | x | | Sol CIP - Soutireuse | Opérateur | Avec un balai et une pelle enlever les souillures Nettoyer le sol avec le jet d'eau et un balai brosse | Pelle/balai |  |
| | x | | Couloir rejets | Opérateur | Retrait des débris avec raclette | Pelle/raclette | |
| | x | | Zone chargement / déchargement palette | Opérateur | Avec une raclette et une pelle enlever les souillures sous les lignes | Pelle/raclette | |
| | x | | Armoire ligne fût | Opérateur | Ranger l'armoire et nettoyer les portes / étagères avec un chiffon humide | Chiffon | |
| | x | | Zone de stockage | Opérateur | Avec une bayette retirer la poussière des cartons / retirer les débris au sol | Balayette | |
| | | x | Couloir rejets | Opérateur | Passer le karcher sur le bardage et le sol | Karcher | |
| | | x | Convoyeur rotatif | Opérateur | Avec un aspirateur vider les débris bloqués entre les rouleaux | Aspirateur | ↑ +  |
| | | x | Aspirateur | Opérateur | Vider l'aspirateur et passer le filtre au compresseur | | |
| | | x | Evacuations / Panier | Opérateur | Retirer les grilles / vider les évacuations de tout débris et nettoyer les paniers | | |

Annexe 7 : Plan de nettoyage levurerie



PLAN DE NETTOYAGE LEVURERIE

SPECIFICATION
MAJ : 22/07/2024

| Faisabilité 1 = OUI / 0 = NON | | Temps estimé | Zone / Surface | Qui | Fréquence | Manuel / Automatique | Type de produit | Temps d'action | Type de rinçage | Méthode | EPI | Documents associés |
|----------------------------------|-----------|-----------------|--------------------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|--|-----|-----------------------|
| Hors saison | En saison | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0 | | Tuyauterie | Opérateur | Hebdomadaire | Manuel | Eau de process | | Eau de process | Rincer abondamment les tuyauterie jusqu'à disparition des traces | | |
| 1 | 1 | | Sols | Opérateur | Hebdomadaire | Manuel | Canon à mousse | 30 min | Eau de process | Appliquer une couche de mousse sur l'ensemble de la surface. Après application, attendre 30 minutes, frotter à l'aide du balais brosse puis rincer à l'eau. | | |
| 1 | 0 | | Extincteur | Opérateur | Hebdomadaire | Manuel | | | | Brosser les poussières et toiles d'arraigné à l'aide de la balayette | | |
| 1 | 0 | | Pupitre | Opérateur | Hebdomadaire | Manuel | Eau de process | 0 min | Eau de process | Rincer à l'eau et frotter avec une éponge abrasive | | |
| 1 | 0 | | Cuves | Opérateur | Hebdomadaire | Manuel | Canon à mousse | 30 min | Eau de process | Appliquer une couche de mousse sur l'ensemble de la surface. Après application, attendre 30 minutes, frotter à l'aide du balais brosse puis rincer à l'eau. | | |
| 1 | 0 | | Extérieur entrée côté TOD | Opérateur | Hebdomadaire | Manuel | | | | Balayer les poussières présentes sur les macrhes | | |
| 1 | 0 | | Extérieur entrée côté bâtiment | Opérateur | Hebdomadaire | Manuel | | | | Balayer les poussières présentes sur le pas de la porte | | |
| 1 | 1 | | Houblonneur | Opérateur | Après chaque utilisation | Manuel | Eau de process | | Eau de process | Rincer abondamment afin d'évacuer le houblon et les poudres | | |
| 1 | 0 | | Portes | Opérateur | Mensuel | Manuel | Canon à mousse | 30 min | Eau de process | Appliquer une couche de mousse sur l'ensemble de la surface. Après application, attendre 30 minutes, frotter à l'aide du balais brosse puis rincer à l'eau. | | |
| 1 | 0 | | Skid levurerie | Opérateur | Mensuel | Manuel | | | | Brosser les poussières et toiles d'arraigné à l'aide de la balayette | | |
| 1 | 1 | | Évacuation au sol | Opérateur | Mensuel | Manuel | Canon à mousse | 30 min | Eau de process | Vider les paniers. Appliquer une couche de mousse sur l'ensemble de la surface. Après application, attendre 30 minutes, frotter à l'aide du balais brosse puis rincer à l'eau. | | |
| 1 | 0 | | Mur | Opérateur | Mensuel | Manuel | Canon à mousse | 30 min | Eau de process | Appliquer une couche de mousse sur l'ensemble de la surface. Après application, attendre 30 minutes, frotter à l'aide du balais brosse puis rincer à l'eau. | | |
| 1 | 0 | | Plafond | Opérateur | | Manuel | | | | | | |

Annexe 8 : Tableau d'enregistrement du plan de nettoyage ligne fût

| Date : 27/08/2024 | | Enregistrement Nettoyage Ligne Fût | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|----------------|------------------------------------|---------------------|-----------------------|----------|------------------------|---------------------------|--------------------------|---------|--------------------|--------------|-------------|---------------|----------------------|----------------|-------------------------------------|-----------------------|----------------|-------------------|------------|----------------------|--|
| Zone | Sol zone robot | Sol extérieur | Outils de nettoyage | Convoyeur de la ligne | Balances | Table contrôle qualité | Sol intérieur de la ligne | Evier / Bureau / Pupitre | Bardage | Armoire électrique | Trémie Capes | Equipements | Rinceuse fûts | Sol CIP - Soutireuse | Couloir rejets | Zone chargement / Armoire ligne fût | Zone de stockage caps | Couloir rejets | Convoyeur rotatif | Aspirateur | Evacuations / Panier | |
| Fréquence | Q | Q | Q | Q | Q | Q | Q | H | H | H | H | H | H | H | H | H | H | M | M | M | M | |
| S: 35 | L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S: 36 | L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S: 37 | L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S: 38 | L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S: 39 | L | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Version: 1:24/05/2024 Auteur: Lucar BIGHETTI Validation: Thierry DESFERE

Annexe 9 : Tableau d'enregistrement du plan de nettoyage levurerie

| Date : 19/08/2024 | | | Enregistrement Nettoyage Levurerie | | | | | | | | | | |
|-------------------|------------|-------|------------------------------------|---------|-------|---------------------------|--------------------------------|---------------------|--------|----------------|-------------------|-----|---------|
| Zone | Tuyauterie | Soles | Extincteur | Pupitre | Cuves | Extérieur entrée côté TOD | Extérieur entrée côté bâtiment | Système Dry Hopping | Portes | Skid levurerie | Évacuation au sol | Mur | Plafond |
| Fréquence | H | H | H | H | H | H | H | U | M | M | M | M | S |
| S: 34 | L | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | |
| S: 35 | L | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | |
| S: 36 | L | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | |
| S: 37 | L | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | |
| S: 38 | L | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | |
| S: 39 | L | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | |
| S: 40 | L | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | |
| S: 41 | L | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | M | | | | | | | | | | | | |
| | J | | | | | | | | | | | | |
| | V | | | | | | | | | | | | |

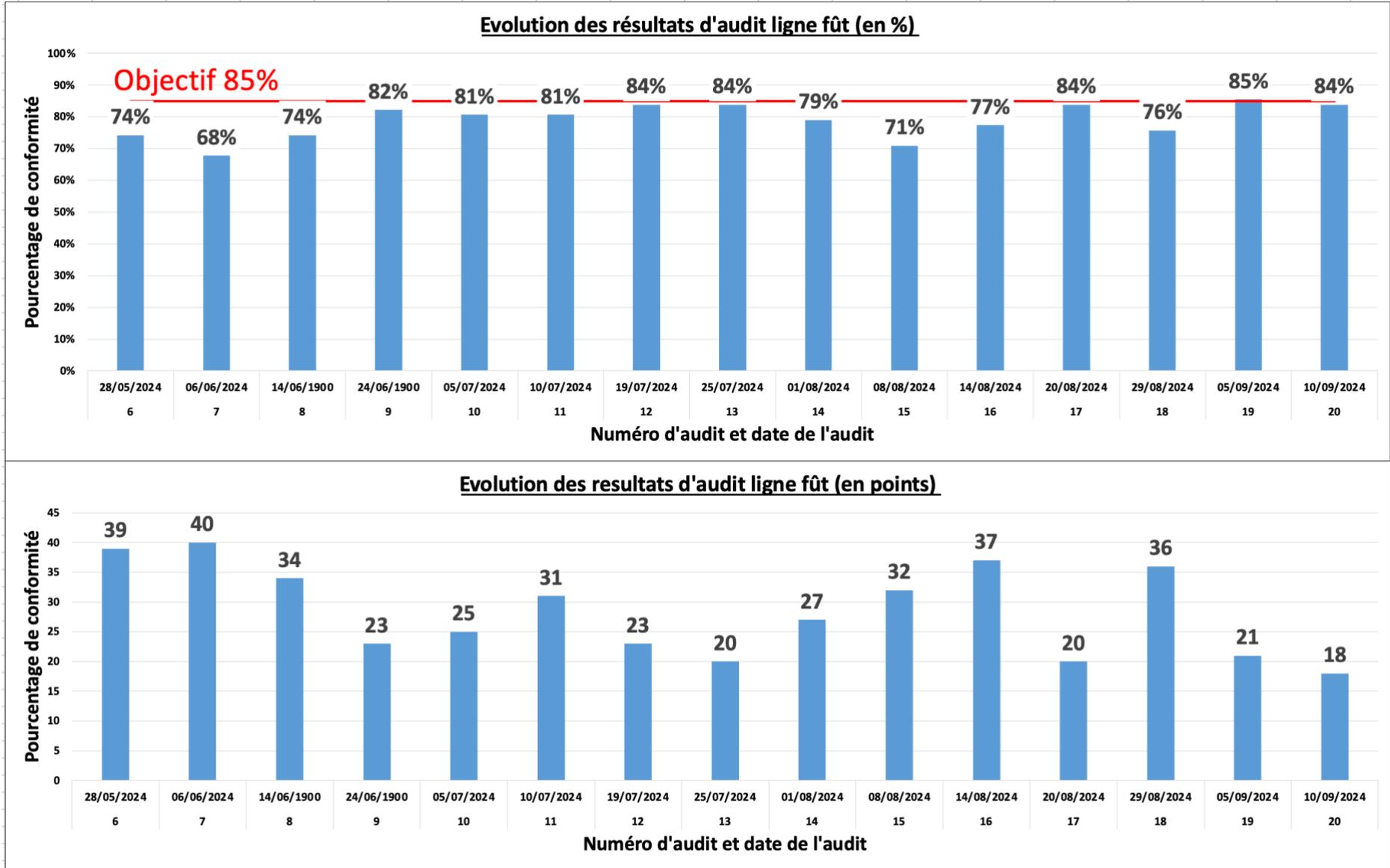
Annexe 10 : Grille d'audit 5S ligne fut

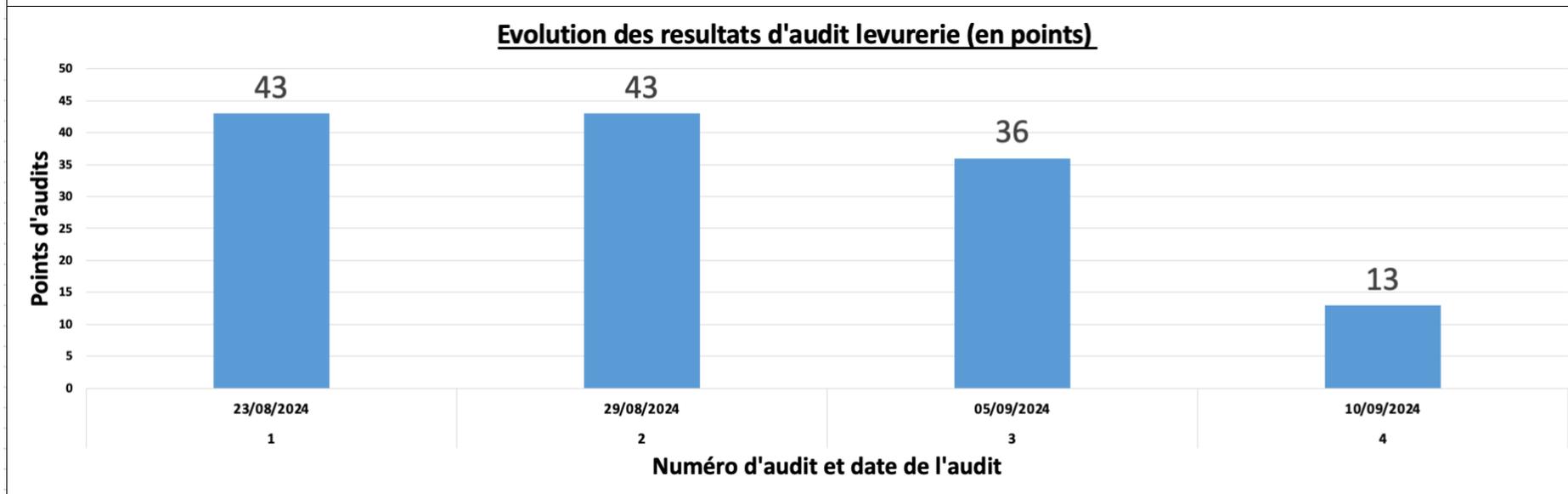
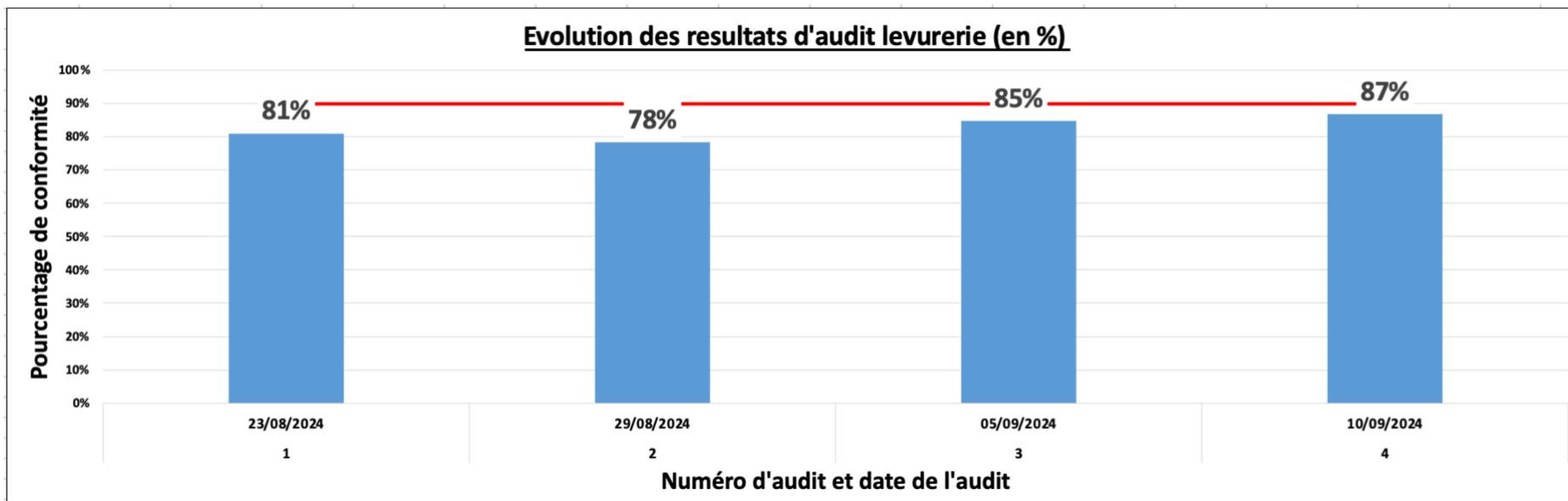
|  | | FICHE AUDIT | | | | | MAJ : 28/05/24 | |
|---|--|--------------------------|-----|----------|----------------|------------------------------|----------------|--|
| 20/08/2024 | | POURCENTAGE CONFORMITE : | | 0 sur 62 | Objectif : 85% | Score : | 0 | 1 = Observation mineur 3 = Non-conformité mineur 5 = Non-conformité majeur 10 = Faute Grave |
| PILOTE : | Lucas B / Justine G | | | 0,00% | | | | |
| ZONE | POINT A VERIFIER | OK | NOK | Point | OBSERVATION | ACTION CORRECTIVE A APPORTER | | |
| Entrée fûts | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs et sols propres | | | 1 | | | | |
| | Armoires fermées avec présence pictogramme de danger | | | 10 | | | | |
| | Extincteur non encombré | | | 10 | | | | |
| | Issues de secours non encombrées avec plan d'évacuation à proximité | | | 10 | | | | |
| | Chargement convoyeur partie supérieur : 0 morceau de capes, bois, poussière, cailloux | | | 3 | | | | |
| | Chargement convoyeur sous le convoyeur : 0 morceau de capes, bois, poussière, cailloux | | | 1 | | | | |
| | Convoyeur entrée LF partie supérieur : 0 morceau de capes, bois, poussière, cailloux | | | 3 | | | | |
| Couloir | Convoyeur entrée LF sous le convoyeur : 0 morceau de capes, bois, poussière, cailloux | | | 1 | | | | |
| | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs et sols propres | | | 3 | | | | |
| Robot déchargement | Armoires électriques propres et fermées | | | 10 | | | | |
| | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs et sols propres | | | 1 | | | | |
| | Absence de capes sur le sol | | | 1 | | | | |
| Rinceuse | Bardage propre | | | 1 | | | | |
| | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs propres | | | 1 | | | | |
| | Matériel de nettoyage rangé à leur emplacement et propre | | | 3 | | | | |
| | Bacs rangés à leurs emplacement | | | 1 | | | | |
| | Zone de fût étrangé rangé / pas de stockage de masse | | | 3 | | | | |
| | Espace entre les palettes et le mur | | | 3 | | | | |
| | Extincteur non encombré | | | 10 | | | | |
| | 0 tuyau au sol | | | 1 | | | | |
| CIP Ligne fût | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs et sols propres | | | 1 | | | | |
| | Tige de pompage sur son support | | | 1 | | | | |
| | 0 tuyau au sol | | | 1 | | | | |
| | Fût à peser dans leurs zones, pas de stockage de masse | | | 3 | | | | |
| | Espace entre les palettes et le mur | | | 3 | | | | |
| Flash | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs et sols propres | | | 1 | | | | |
| Soutreuse | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs et sols propres | | | 1 | | | | |
| | Plexiglass de sécurité présent | | | 5 | | | | |
| Pesée/storage cartons | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs et sols propres | | | 1 | | | | |
| | Cartons rangés à leurs emplacement | | | 1 | | | | |
| | Codeuse propres : sans présence d'encre | | | 3 | | | | |
| | Bac à bec dans sa position avec une clé, une pipette d'alcool et un grattoir | | | 1 | | | | |
| | Matériel de nettoyage rangé à leur emplacement | | | 3 | | | | |
| Armoire rangement et EPI | Armoire fermée | | | 1 | | | | |
| | Armoire rangée comme le standard affiché, EP, vestes rangés dans les casiers attitrés | | | 1 | | | | |
| | Armoire propre | | | 1 | | | | |
| | Casier fermé | | | 1 | | | | |
| | Fût de test et fût intelligent à leur place | | | 1 | | | | |
| Intérieur | Armoire anti feu propre et fermée | | | 10 | | | | |
| | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs et sols propres | | | 1 | | | | |
| | 0 tuyau au sol | | | 1 | | | | |
| | Plexiglass de sécurité présent | | | 5 | | | | |
| Zone de contrôle | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs et sols propres | | | 1 | | | | |
| | 0 tuyau au sol | | | 1 | | | | |
| | Pupitre/Table propre et rangé | | | 3 | | | | |
| | Palettes à leurs emplacements | | | 3 | | | | |
| Evier | Matériel de nettoyage rangé à leur emplacement | | | 3 | | | | |
| | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs et sols propres | | | 1 | | | | |
| | Poubelles de tri à leur place | | | 1 | | | | |
| | Extincteur non encombré | | | 10 | | | | |
| | Respect des affichages | | | 3 | | | | |
| | Tableau plan de nettoyage complété | | | 3 | | | | |
| Robot déchargement | Absence d'effet personnel | | | 5 | | | | |
| | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs et sols propres | | | 1 | | | | |
| | Absence de capes sur le sol | | | 1 | | | | |
| Sortie fûts | Bardage propre | | | 1 | | | | |
| | Propreté et rangement : 0 objet qui traîne, zone propre et sans toile d'araignée, murs et sols propres | | | 1 | | | | |
| | Fûts contrôle labo rangés à leurs emplacements | | | 3 | | | | |
| | Déchargement convoyeur partie supérieur : 0 morceau de capes, bois, poussière, cailloux | | | 3 | | | | |
| | Déchargement convoyeur sous le convoyeur : 0 morceau de capes, bois, poussière, cailloux | | | 1 | | | | |
| | Convoyeur sortie LF partie supérieur : 0 morceau de capes, bois, poussière, cailloux | | | 3 | | | | |
| | Convoyeur sortie LF sous le convoyeur : 0 morceau de capes, bois, poussière, cailloux | | | 1 | | | | |

Annexe 11 : Grille d'audit 5S levurerie

|  | | FICHE AUDIT | | | | | MAJ : 19/08/24 | |
|---|---|--------------------------|----------|-------|----------------|---------|----------------|--|
| DATE : | 23/08/2024 | POURCENTAGE CONFORMITE : | 0 sur 51 | | Objectif : 90% | Score : | 0 | |
| PILOTE : | Justine/Lucas | | 0,00% | | | | | |
| ZONE | POINT A VERIFIER | OK | NOK | Point | OBSERVATION | ACTION | | |
| Entrée de la levurerie | La porte est fermé, aucun objet ne bloque sont ouverture/fermeture | | | 3 | | | | |
| | La zone est propre absence de traces (sol, mur, porte) | | | 1 | | | | |
| | Les interrupteurs sont en bonnes états, les affichages sont présents, la protection de prise est propre | | | 1 | | | | |
| Cuve 1 / Prise d'échantillon 1 | La zone est propre absence de traces (sol, mur, cuve) | | | 1 | | | | |
| | Les affichages sont en bonnes états | | | 1 | | | | |
| | La prise d'échantillon est propre | | | 10 | | | | |
| Cuve 2 / Prise d'échantillon 2 | La zone est propre absence de traces (sol, mur, cuve) | | | 1 | | | | |
| | Les affichages sont en bonnes états | | | 1 | | | | |
| | La prise d'échantillon est propre | | | 10 | | | | |
| Cuve 3 / Prise d'échantillon 3 | La zone est propre absence de traces (sol, mur, cuve) | | | 1 | | | | |
| | Les affichages sont en bonnes états | | | 1 | | | | |
| | La prise d'échantillon est propre | | | 10 | | | | |
| Cuve 4 / Prise d'échantillon 4 | La zone est propre absence de traces (sol, mur, cuve) | | | 1 | | | | |
| | Les affichages sont en bonnes états | | | 1 | | | | |
| | La prise d'échantillon est propre | | | 10 | | | | |
| Ecoulement 1 | Les égouts sont propres et fonctionne normalement, aucun objets ne traine dedans / le panier est vide | | | 3 | | | | |
| Ecoulement 2 | Les égouts sont propres et fonctionne normalement, aucun objets ne traine dedans / le panier est vide | | | 3 | | | | |
| Tableau de contrôle | Le tableau est propre, absence de traces blanches/noirs | | | 3 | | | | |
| | L'écran n'est pas abîmé, aucune traces dessus | | | 10 | | | | |
| | La zone est propre absence de traces (sol, mur, équipement) | | | 1 | | | | |
| Evacuation égout 1 | L'évacuation ne fuis pas | | | 1 | | | | |
| | La zone est propre absence de traces (sol, mur, évacuation) | | | 1 | | | | |
| | L'évacuation ne fuis pas | | | 1 | | | | |
| Evacuation égout 2 | La zone est propre absence de traces (sol, mur, évacuation) | | | 1 | | | | |
| | Le couloir est dégagé | | | 10 | | | | |
| | La zone est propre absence de traces (sol, mur) | | | 1 | | | | |
| Coulouir d'accées | Les canalisations sont propres, rien n'y est branché | | | 1 | | | | |
| | L'enrouleur est rangé, propre et en bonne état | | | 3 | | | | |
| | La vanne d'arrivée d'eau est fermée | | | 5 | | | | |
| Poteaux | La zone est propre absence de traces (sol, mur) | | | 1 | | | | |
| | Tout les extincteurs sont en places, propres et en états et non encombrés | | | 10 | | | | |
| | La zone est propre absence de traces (sol, mur, extincteurs) | | | 1 | | | | |
| Extincteurs 2 | Tout les extincteurs sont en places, propres et en états et non encombrés | | | 10 | | | | |
| | La zone est propre absence de traces (sol, mur, extincteurs) | | | 1 | | | | |
| | L'armoire électrique est fermée et l'exterieur est propre (absence de trace) | | | 10 | | | | |
| Système dry hopping SOL | La zone est propre absence de traces (sol, mur, tuyauterie) | | | 1 | | | | |
| | Le sol est propre, il n'y a pas de traces noirs/blanches, aucun objet ne traine sur le sol | | | 1 | | | | |
| | La prise d'échantillon est propre | | | 10 | | | | |
| Système dry hopping PLATEFORME | La zone est propre absence de traces (sol, mur, cuve, plateforme) | | | 1 | | | | |
| | Les affichages sont présents et en bonnes états | | | 3 | | | | |
| | La zone est propre absence de traces (sol, mur, cuve, plateforme) | | | 1 | | | | |
| Rehydrateur | Les affichages sont présents et en bonnes états | | | 3 | | | | |
| | Les outils sont présents et propre | | | 5 | | | | |
| | La zone est propre absence de traces (sol, mur) | | | 1 | | | | |
| Outils de nettoyage | La porte est fermé, aucun objet ne bloque sont ouverture/fermeture | | | 10 | | | | |
| | La zone est propre absence de traces dedans (sol, mur) | | | 1 | | | | |
| | La zone est propre absence de traces dehors (sol, mur) | | | 1 | | | | |
| Porte de secours | Les interrupteurs sont en bonnes états, les affichages sont présents, la protection de prise est propre | | | 1 | | | | |
| | La zone est propre absence de traces dehors (sol, mur, tuyauterie) | | | 1 | | | | |
| | Le tableau est rempli correctement | | | 3 | | | | |
| Tableau | Présence feutres et effaceurs | | | 3 | | | | |
| Suivi plan de nettoyage | Le suivi du plan de nettoyage est complété | | | 5 | | | | |
| Bac de retention | Les produits sont stocké sur le bac de retention propre | | | 10 | | | | |

Annexe 12 : Comparaison du pourcentage de conformité d'audit et du nombre de point de l'audit





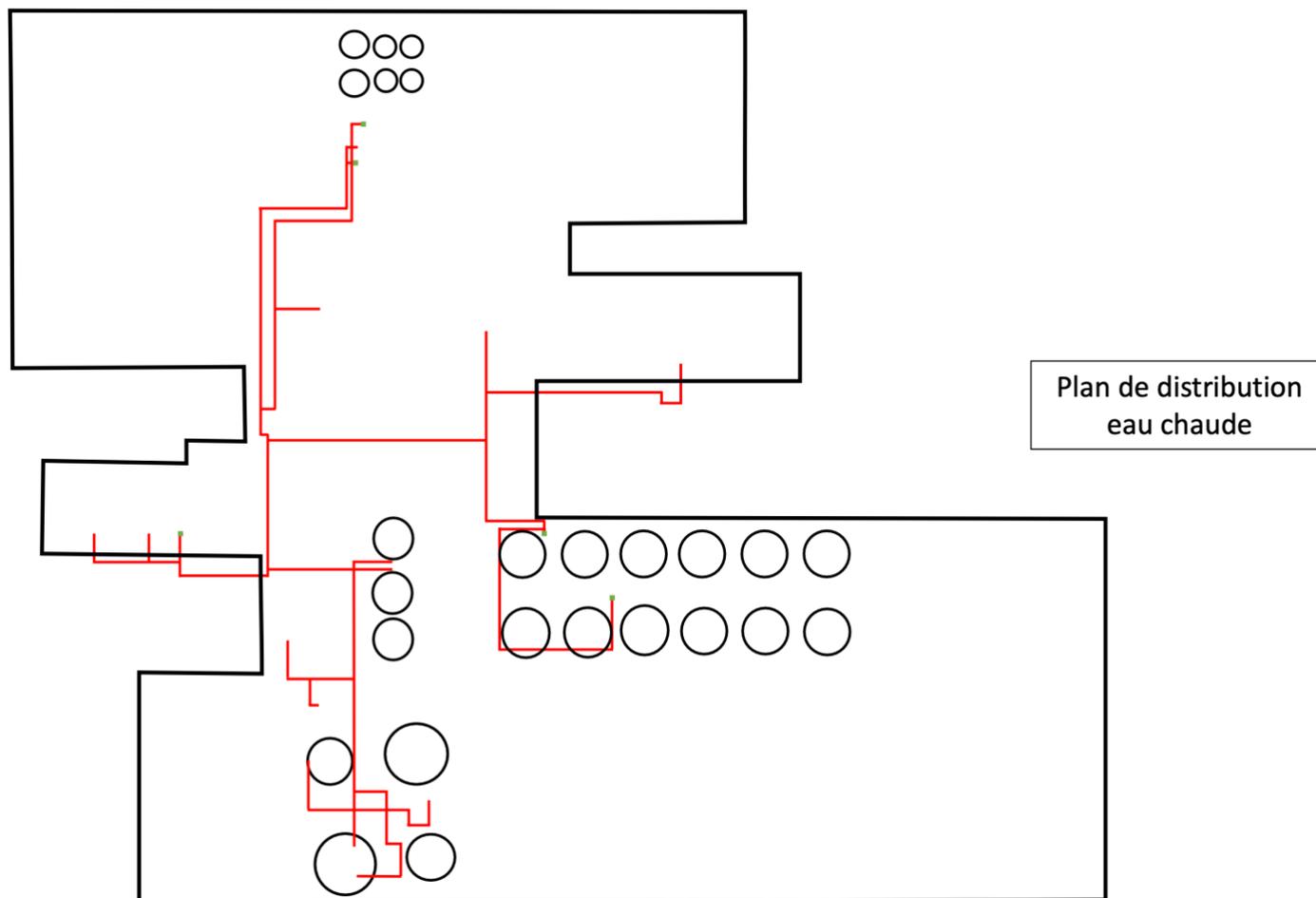
Annexe 13 : Questionnaire post 5S pour la ligne fut

| N° | Questions | Julien | Jean |
|----|--|--|--|
| 1 | Quelle a été votre réaction initiale à l'annonce de la mise en place du 5S dans votre atelier ? | Etonné, surpris jamais entendu parlé | RAS |
| 2 | Avez-vous reçu une formation suffisante pour comprendre et appliquer les principes du 5S ? | Oui l'explication était suffisante et formatrice | OUI |
| 3 | Estimez-vous que la communication autour du projet 5S a été claire et suffisante ? | Oui claire et suffisante | Satisfaisante |
| 4 | La mise en place du 5S a-t-elle amélioré la propreté et la sécurité de votre environnement de travail ? | non, la ligne fût nécessite de gros investissement afin de la rendre propre (égout, palette sale, fût sale, entré de poussière importante) | OUI |
| 5 | Avez-vous remarqué une amélioration de l'organisation de votre poste de travail depuis la mise en place du 5S ? | Un peu mieux rangé mais ce n'est pas une révolution | OUI |
| 6 | Avez-vous constaté une augmentation de votre efficacité ou de votre productivité suite à l'implantation du 5S ? | non | NON |
| 7 | Les matériaux et outils nécessaires pour suivre les pratiques du 5S sont-ils facilement accessibles et bien organisés ? | c'est plus carré avec les marquages mais avec l'expérience on savait ou devait être rangé chaque chose | OUI |
| 8 | Les marquages et les standards visuels mis en place vous aident-ils à maintenir l'ordre et l'organisation de votre poste de travail ? | la ligne est plus facilement maintenue en état | OUI |
| 9 | Le 5S vous a-t-il aidé à identifier et à résoudre des problèmes fréquents dans votre flux de travail ? | On se sent plus impliqué et plus à l'écoute des problèmes auxquels nous sommes confrontés | NON |
| 10 | Vous sentez-vous plus responsable de l'entretien et de l'organisation de votre espace de travail après la mise en œuvre du 5S ? | Moi 5/10 Jean 5/10 | NON |
| 11 | Comment évaluez-vous, sur une échelle de 1 à 10, l'engagement de vos collègues et vous-même à maintenir les pratiques du 5S au quotidien ? | 11/10 très impliqué | 6/10 jean 6/10 julien |
| 12 | Comment évaluez-vous, sur une échelle de 1 à 10, l'encadrement et le support fournis par Justine Godard, Thierry Desfere, et Lucas Bighetti pendant le projet 5S ? | Bien | 10/10 |
| 13 | Comment avez-vous ressenti la collaboration avec vos collègues durant la mise en place du 5S ? | non | Jamais |
| 14 | Avez-vous eu l'occasion de partager votre retour d'expérience sur la mise en place du 5S avec vos supérieurs ou vos collègues ? | RAS | Jamais |
| 15 | La mise en place du 5S a-t-elle eu un impact positif sur votre motivation et votre moral au travail ? | OUI | Non |
| 16 | Êtes-vous personnellement satisfait des résultats obtenus grâce au 5S ? | RAS | OUI |
| 17 | Ressentez-vous un sentiment de fierté en travaillant dans un environnement organisé selon les principes du 5S ? | RAS | RAS |
| 18 | Avez-vous des suggestions pour améliorer la mise en place du 5S ou pour son maintien à long terme ? | | Non je me suis senti pris en considération |
| 19 | Pensez-vous que la mise en place du 5S dans la nouvelle levurerie bénéficiera de l'expérience acquise sur la ligne fût ? | | Je pense |
| 20 | Globalement, êtes-vous satisfait des changements apportés par le chantier 5S dans votre atelier ? | | OUI |

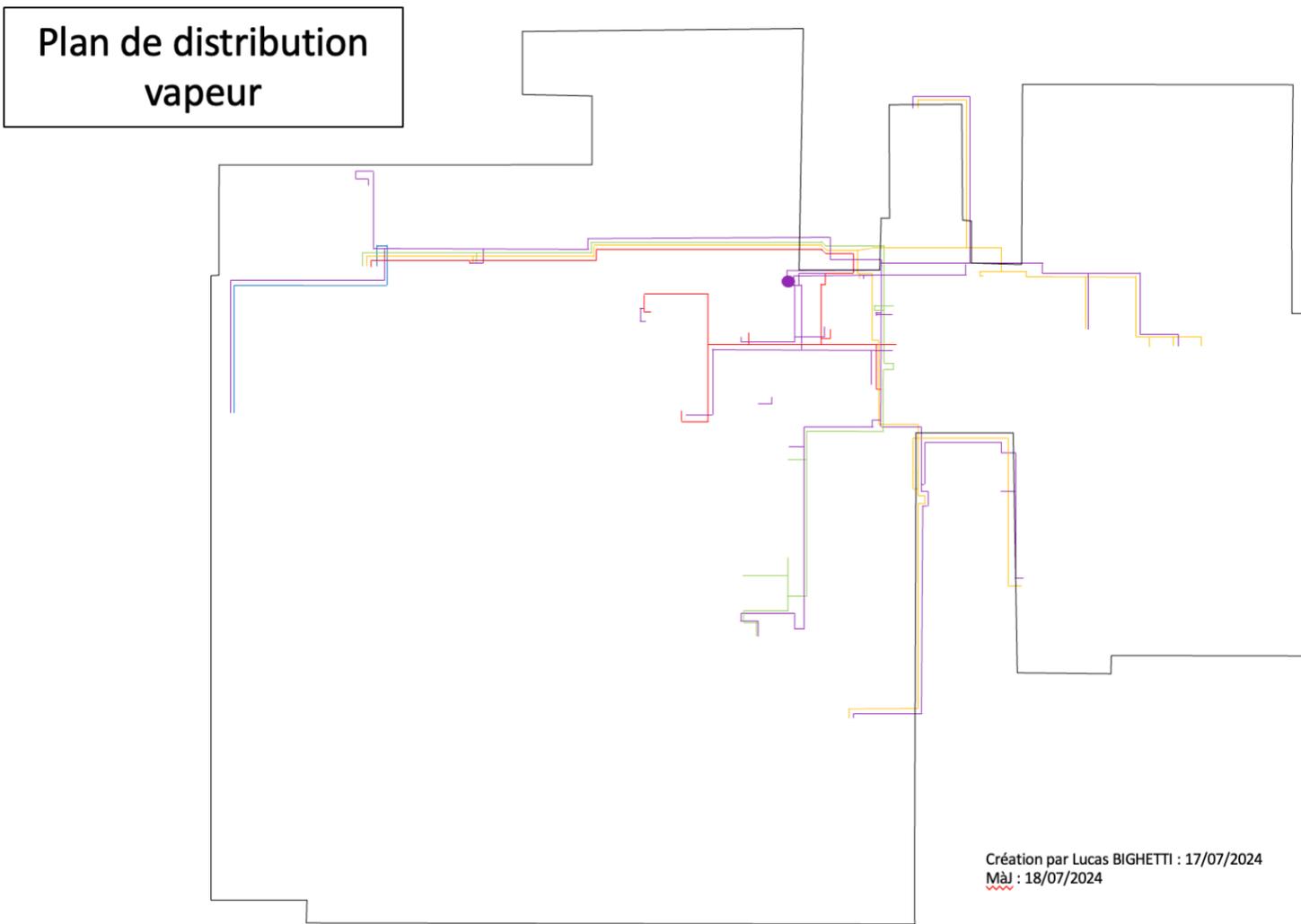
Annexe 14 : Diagramme de Gantt des missions de stage

| Diagramme de Gantt du projet de réduction de la consommation en eau | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| Semaine | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 | S19 | S20 | S21 | S22 | S23 | S24 | S25 | S26 | S27 | S28 | S29 | S30 | S31 | S32 | S33 | S34 | S35 | S36 | S37 | |
| Mise en place des réductions sur la salle à brasser | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Suivi des modifications | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etude du fonctionnement de la NEP couloir TOD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Récolte de données | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mise en place des reductions sur la NEP couloir TOD | | | | | | | | | | | | 5% | | | | | | | | | | | | | | | |
| Suivi des modifications | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mise en place du projet 5S à la ligne fût | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Suivi d'amélioration par audit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mise en place du projet 5S à la levurerie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Suivi d'amélioration par audit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Réalisation actuelle des différentes missions | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Semaine | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 | S19 | S20 | S21 | S22 | S23 | S24 | S25 | S26 | S27 | S28 | S29 | S30 | S31 | S32 | S33 | S34 | S35 | S36 | S37 | |
| Mise en place des réductions sur la salle à brasser | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Suivi des modifications | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Etude du fonctionnement de la NEP couloir TOD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Récolte de données | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mise en place des reductions sur la NEP couloir TOD | | | | | | | | | | | | | 5% | | | | | | | | | | | | | | |
| Suivi des modifications | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mise en place du projet 5S à la ligne fût | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Suivi d'amélioration par audit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mise en place du projet 5S à la levurerie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Suivi d'amélioration par audit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

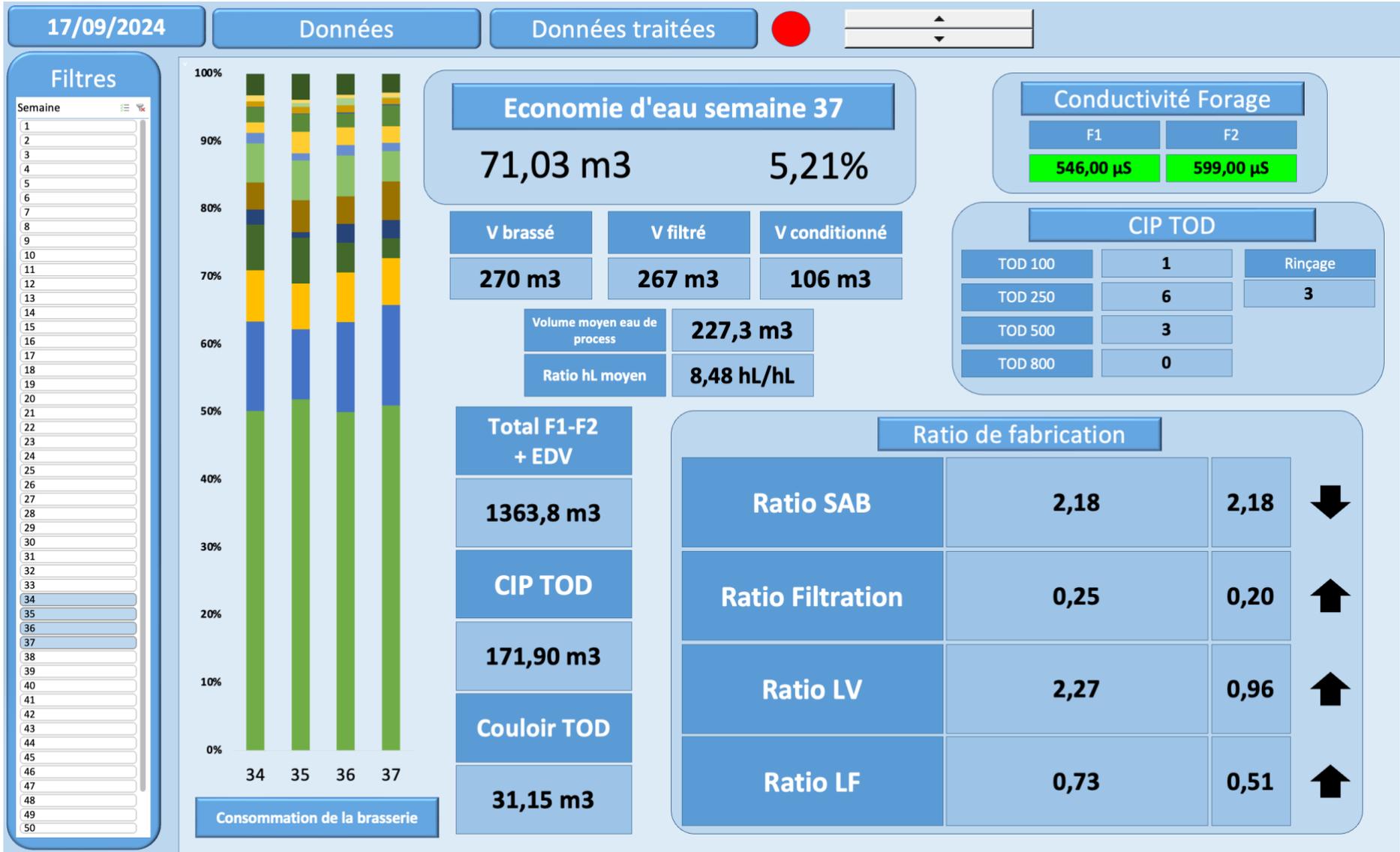
Annexe 15 : Plan eau chaude de la brasserie



Annexe 16 : Plan vapeur de la brasserie

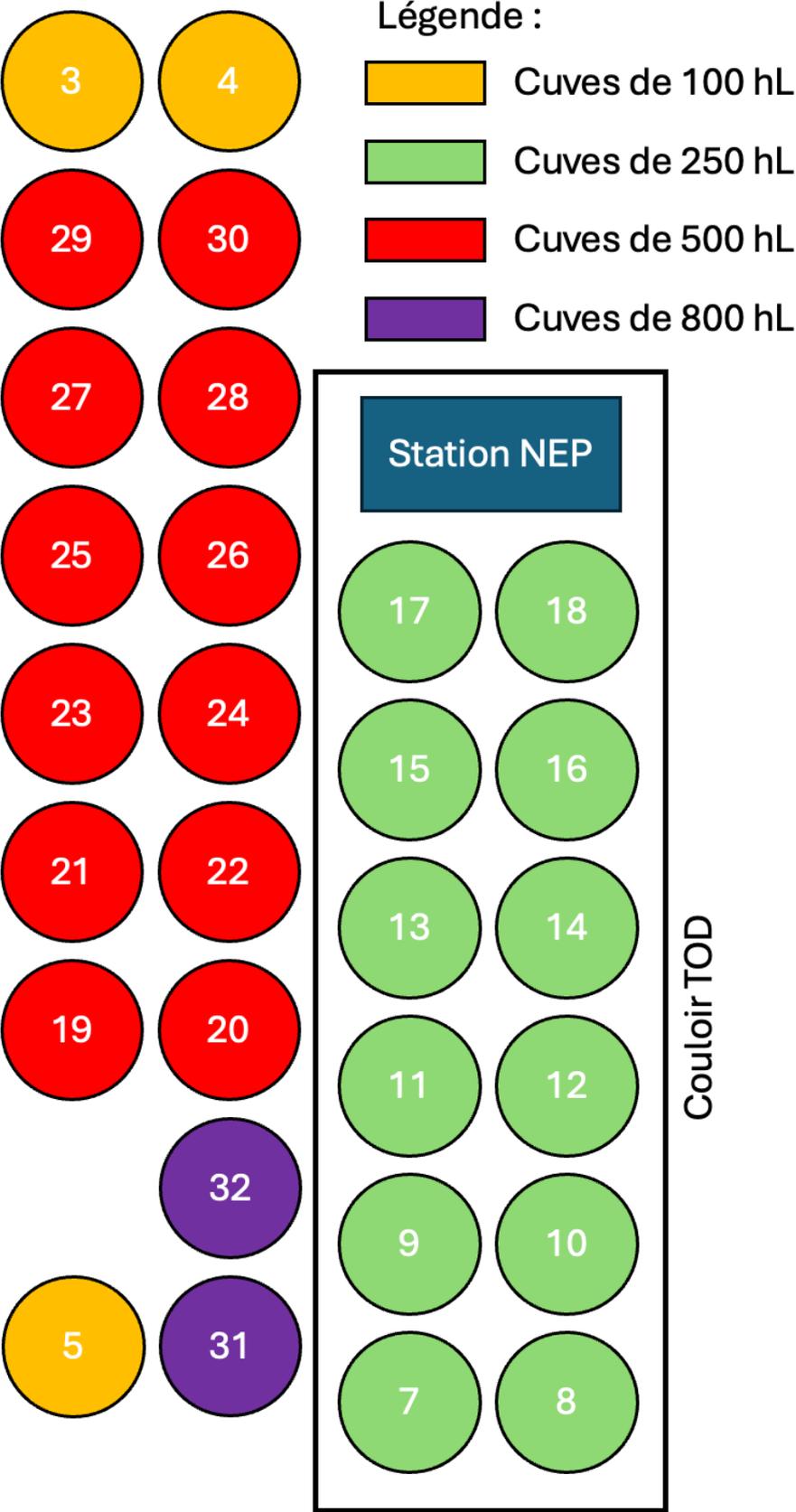


Annexe 17 : Outils de suivi des consommations en eau

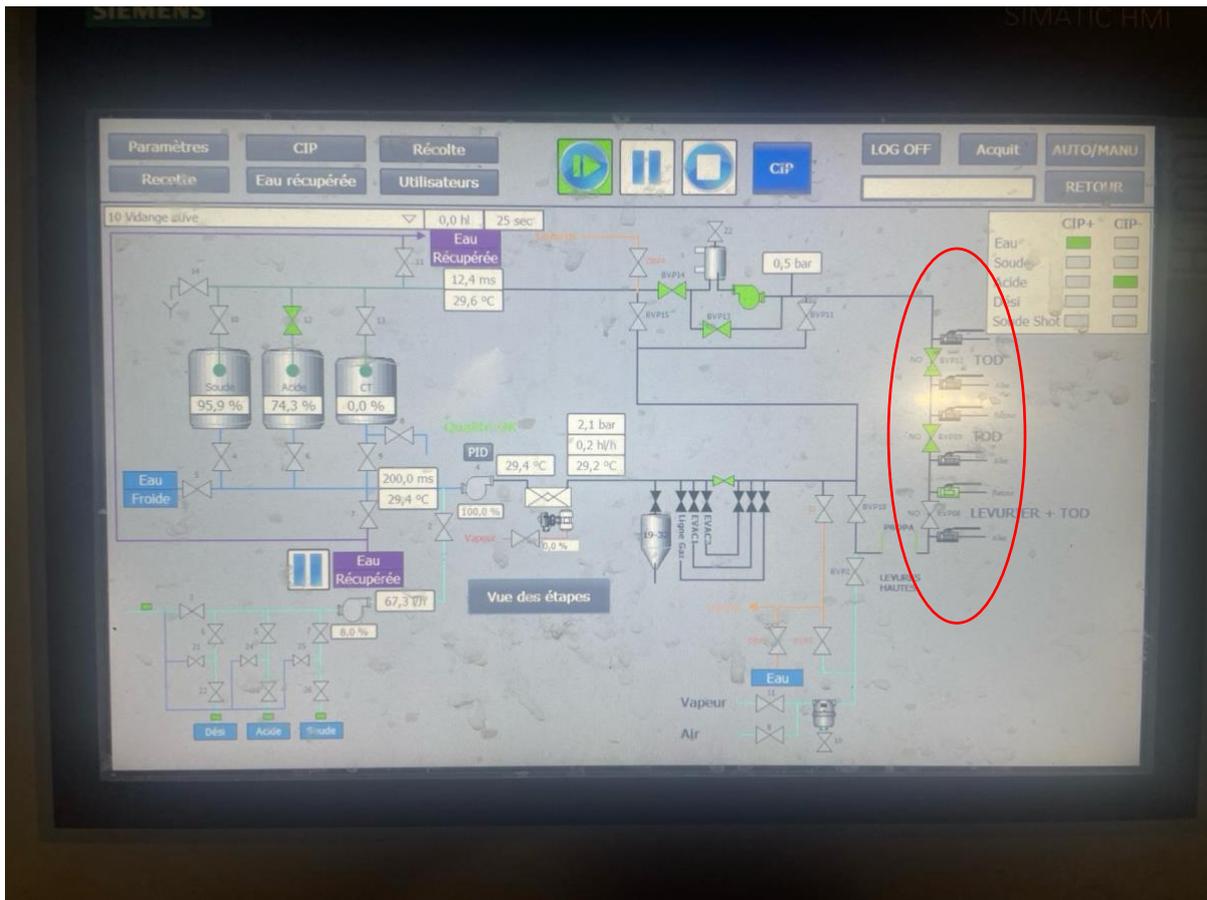


| | | |
|-------------------|--|--|
| Total F1-F2 + EDV | | |
| 1363,8 m3 | | |
| CIP TOD | | |
| 171,90 m3 | | |
| Couloir TOD | | |
| 31,15 m3 | | |

Annexe 18 : Plan de répartition des cuves de fermentations autour du couloir TOD



Annexe 19 : Écran de la NEP Couloir TOD



Annexe 20 : Photo de la boucle NEP au niveau de la vanne BVP09

