



**HAL**  
open science

# Comment réhabiliter une ensacheuse verticale pour la production de nouveaux types de sachets au sein d'un atelier de conditionnement ?

Léa Latapie

## ► To cite this version:

Léa Latapie. Comment réhabiliter une ensacheuse verticale pour la production de nouveaux types de sachets au sein d'un atelier de conditionnement ?. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2024. dumas-04922662

**HAL Id: dumas-04922662**

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04922662v1>

Submitted on 31 Jan 2025

**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.

**Comment réhabiliter une ensacheuse  
verticale pour la production de nouveaux  
types de sachets au sein d'un atelier de  
conditionnement ?**

**LATAPIE Léa**

**Promotion 2021-2024**



**MEMOIRE INGENIEUR AGROALIMENTAIRE**

**Septembre 2024**



## Glossaire

Les mots figurants dans ce glossaire seront signalés dans le corps du texte par une astérisque « \* ».

Activité de l'eau : représente l'eau disponible (non lié) pour les microorganismes.

Aérobic : Qui a besoin de dioxygène pour fonctionner et croître.

Anaérobic : Qui n'a pas besoin dioxygène pour fonctionner et croître.

Atmosphère modifiée : Type de conditionnement qui consiste augmenter la durée de conservation des produits en les conditionnant à l'aide d'une composition de gaz choisie.

Cadence : Rythme de la production en coups par minute.

Conservateur : Additif alimentaire ajouter au produit dans le but d'augmenter la conservation de celui-ci ou d'améliorer son goût.

CSP+ : Cette catégorie d'audience regroupe les chefs d'entreprises, les artisans et commerçants, les cadres, les professions intellectuelles supérieures et professions intermédiaires. Les CSP+ représentent environ 25% de la population française adulte et plus de 12 millions d'individus.

Ensacheuse verticale : Machine de conditionnement permettant de conditionner des produits en sachet. Dans notre cas, l'ensacheuse réalise des sachets coussin.

GOODWICH : Unité de SODEBO qui fabrique les sandwichs SODEBO et sous traite les sandwichs LA VIE.

INBO 1 : Unité de SODEBO qui fabrique la charcuterie pour les autres unités de SODEBO. Elle sous-traite également le jambon végétal LA VIE.

Industrialisation : En agroalimentaire, est un processus qui consiste à adapter une recette à l'échelle industriel en augmentant la productivité

KIM ARMOR : Unité industrielle appartenant à SODEBO. Elle fabrique des produits exotiques et sous-traite les produits de LA VIE.

Lamination à froid : Processus de fabrication de plastique complexe qui permet de coller au moins deux couches de plastique ensemble sans utiliser de chaleur.

LA VIE : Start-up agroalimentaire qui commercialise de la viande végétale

Mâchoire : est une barre de soudure. Elle peut être lisse ou à cran.

Micron : ou micromètre, est une unité de mesures. 1 micron équivaut à 0,001 millimètre.

Ordre de fabrication : Il autorise le lancement de la production d'une quantité d'un produit pour un délai donné.

Oxydation : Une série de réaction qui dégrade les graisses et les pigments. Cela engendre une perte de qualité du produit et le développement d'un goût rance.

Rétrofit : processus qui consiste à changer des pièces d'une machine afin de lui donner une seconde vie.

Sachet coussin ou pouch : Sachet comportant 4 soudures verticales, 2 horizontales et un soufflet.

Sous-traiter : Le fait qu'une entreprise demande à une autre de réaliser pour elle une partie de la production de ses produits et/ou des services, sur lesquels elle reste responsable.

Taux résiduel : La quantité d'un élément qui reste à la suite de l'élimination de celui-ci. Elle est calculée à l'aide d'un quotient de deux nombres et s'exprime en un nombre décimal ou en pourcentage.

Travailler en 2 x 8 : signifie qu'il y a deux équipes d'opérateurs qui succèdent en travaillant chacune 8h00.

Watts : Unité de mesure d'une puissance, équivalente à un travail en joule par seconde.

Wraps : Produit alimentaire qui comporte une galette de blé qui entoure des aliments.

## Liste des abréviations

ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

BOPET : Polyéthylène téréphtalate bi-orienté

CO<sub>2</sub> : Dioxyde de carbone

DLC : Date limite de consommation

EVOH : Éthylène alcool vinylique

J0 : Jour 0 de production. Cela correspond au premier jour de conditionnement du produit fini

J+X : Jour 0 (de production ou de conditionnement) plus X jours de stockage ou de conservation du produit fini

MAP : Modified atmosphere packaging

MDD : Marques de Distributeurs

Mm : Millimètre

MONOPP : Mono-polypropylène

N<sub>2</sub> : Azote

O<sub>2</sub> : Oxygène

ONIRIS : École nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation de Nantes-Atlantique

PE : Polyéthylène

PET : Polyéthylène téréphtalate

R&D : Recherche et Développement

SODEBO : Société des établissements Bougro, entreprise française d'agroalimentaire

30/70 : 30% CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone) / 70 % N<sub>2</sub> (azote). Le premier pourcentage correspond toujours au pourcentage de dioxyde de carbone.

150/160/75 : 150 millimètres de largeur de sachet / 160 millimètres de hauteur de sachet / 75 millimètres de profondeur de sachet

## **Table des figures**

Figure 1 : Organigramme simplifié de l'usine KIM ARMOR :

Figure 2 : Photographies des produits de la start-up LA VIE (à gauche les 3 références de sandwich végétan et à droite les lardons, jambons, bacons végétaux) :

Figure 3 : Schéma représentant l'ensemble des experts qui travaillent sur le projet meatballs:

Figure 4 : Schéma représentant l'ensemble des experts avec qui il a été nécessaire d'échanger mener ma mission :

Figure 5: Schéma montrant la composition d'un film plastique complexe avec l'exemple du premier film plastique testé de type mono-polypropylène :

Figure 6: Schéma des principales parties de l'avant de l'ensacheuse verticale qui permet de former les sachets coussins :

Figure 7 : Photographie d'une soudure qui possède une courbure et des bulles dû à une surchauffe lors de la soudure :

Figure 8 : Photographie d'une soudure d'un sachet plastique qui comporte un pli / une cheminée :

Figure 9 : Photographies qui montrent à gauche la surchauffe anormale du film autour de la soudure et à droite l'exemple d'un déchirement de sachet de la DLC exploratoire dû à la surchauffe autour de la soudure :

Figure 10: Graphique illustrant l'évolution des taux de gaz en pourcentage de l'emballage durant les DLC exploratoires des meatballs Italian Style (à gauche : l'évolution du taux de CO2 ; à droite : l'évolution du taux de O2) :

Figure 11: Graphique illustrant l'évolution des taux de gaz en pourcentage de l'emballage durant la DLC exploratoire des meatballs Spicy Asian (à gauche : l'évolution du taux de CO2 ; à droite : l'évolution du taux de O2):

Figure 12: Photographie légendée du conformateur pendant la formation d'un sachet :

Figure 13: Schéma représentant l'évolution du format des sachets meatballs :

Figure 14: Schéma représentant l'ensemble des modifications apportées (en gras), à la suite du rétrofit, aux principales parties de l'avant de l'ensacheuse verticale qui permet de former les sachets coussins :

Figure 15: Plan d'une partie de la ligne de conditionnement de l'ensacheuse verticale (convoyeur d'entrée à gauche, ensacheuse verticale et convoyeur de sortie à droite) :

Figure 16: Schéma représentant la quantité de film plastique jetée (en rouge) lors d'un raccordement de bobine pour effectuer un changement de film entre deux références :

Figure 17: Photographie légendée de deux brosses en laiton (une vue du dessus, l'autre vue de côté) identifiant un des pics susceptibles de se retirer ou de se casser :

## **Table des tableaux**

Tableau 1: Tableau comparant le taux résiduel, la consommation de gaz et les produits concernés par la mise sous atmosphère modifiée par vide-injection et celle par balayage gazeux :



# Table des matières

Introduction .....	4
1.Présentation de l'unité KIM ARMOR appartenant à SODEBO .....	5
1.1.KIM ARMOR, une unité de SODEBO qui fabrique des produits exotiques .....	5
1.1.1. Organisation de la structure de KIM ARMOR .....	5
1.1.2. Fabrication de produits exotiques .....	6
1.2.KIM ARMOR, une unité qui sous-traite* des produits de LA VIE : une start-up qui commercialise de la viande végétale .....	6
1.2.1. LA VIE : Une start-up qui commercialise de la viande végétale .....	6
1.2.2. Le partenariat entre LA VIE et SODEBO .....	7
1.3. Le service industrialisation à KIM ARMOR .....	8
1.3.1. Le rôle des chargés d'industrialisation à KIM ARMOR.....	8
1.3.2. Développement d'un nouveau projet par LA VIE : l'industrialisation du projet meatballs .....	8
1.3.3. Les étapes de l'industrialisation de nouveaux produits en partenariat avec LA VIE .....	10
2. Ma mission de stage .....	11
2.1. Présentation de ma mission de stage.....	11
2.1.1. Les exigences de LA VIE pour le conditionnement des meatballs .....	11
2.1.2. Enjeux et problématique de ma mission de stage.....	11
2.2. Les emballages plastiques pour conditionner en sachet imprimé, micro-ondable, sous atmosphère modifiée* (MAP).....	13
2.2.1. Composition de différents types de plastique ayant des propriétés thermoscellantes, imprimabilité et barrières aux gaz .....	13
2.2.2. Propriétés micro-ondable des plastiques et règlementations.....	15
2.2.3. Recyclabilité des plastiques testés en France .....	15
2.3. Conditionnement sous atmosphère modifiée par balayage .....	16
2.3.1. Propriétés des gaz utilisés (O2, CO2, N2).....	16
2.3.2. Composition du gaz adaptée aux meatballs .....	17
2.3.3. Fonctionnement et caractéristiques de l'atmosphère modifiée par balayage gazeux .....	17
2.3.4. Contrôles de conformité à réaliser sur les sachets sous atmosphère modifiée ..	18

<b>2.4. Conditionnement en sachet plastique coussin avec une ensacheuse verticale.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4.1. Présentation de l'ensacheuse verticale avant rétrofit.....</b>	<b>19</b>
<b>2.5. Exploration de la faisabilité du projet .....</b>	<b>20</b>
<b>2.5.1. Réalisation d'essais sur l'ensacheuse verticale à la suite de sa remise en route</b>	<b>20</b>
<b>2.5.2. Lancement d'une DLC exploratoire pour les meatballs Italian Style .....</b>	<b>24</b>
<b>2.5.3. Réalisation d'essais de nouveaux films pour améliorer les défauts rencontrés .</b>	<b>26</b>
<b>2.5.4. Lancement d'une DLC exploratoire pour les meatballs Spicy Asian .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5.5. Détermination de la taille de sachet souhaitée par LA VIE.....</b>	<b>28</b>
<b>2.5.6. Les besoins de rétrofit de l'ensacheuse verticale .....</b>	<b>31</b>
<b>2.6. Mise en fonctionnement de l'ensacheuse verticale sur la ligne de conditionnement à la suite de son rétrofit.....</b>	<b>32</b>
<b>2.6.1. Emplacement et organisation de la ligne de conditionnement .....</b>	<b>32</b>
<b>2.6.5. Formation du personnel .....</b>	<b>33</b>
<b>2.6.1. Essais de réglages avec le film choisi pour le lancement des produits .....</b>	<b>34</b>
<b>2.6.3. Création des feuilles de suivis de qualité, feuille de sécurité et du protocole de nettoyage pour la production .....</b>	<b>37</b>
<b>2.6.2. Lancement d'une présérie avec suivi de DLC.....</b>	<b>38</b>
<b>2.7. Points d'améliorations .....</b>	<b>38</b>
<b>2.7.1. Consommation de gaz et de plastique .....</b>	<b>38</b>
<b>2.7.2. Recyclabilité du sachet plastique .....</b>	<b>40</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>41</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>42</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>44</b>

## Introduction

En dernière année d'école ingénieur agroalimentaire, le stage de fin d'études de 24 semaines a pour objectifs de permettre à l'étudiant d'appréhender le fonctionnement d'une entreprise, de découvrir une ou des facettes du métier d'ingénieur en menant à bien une mission ou un projet, tout en utilisant les connaissances et compétences acquises tout au long de ses études.

Grâce au forum des métiers de novembre 2023, qui s'est déroulé à ONIRIS, j'ai pu accueillir l'entreprise agroalimentaire SODEBO. Celle-ci a été créée dans les années 1970 par Simone et Joseph BOUGRO. L'entreprise est leader sur 4 marchés : Pizzas fraîches, sandwich, salade repas et Pasta box. Étant attirée par cette société familiale vendéenne qui est maintenant co-dirigée par les trois filles de Monsieur et Madame BOUGRO et souhaitant en apprendre sur le métier de technicien industrialisation\*, j'ai déposé ma candidature à l'entreprise, qui a répondu positivement.

SODEBO est implanté en France et au Brésil. Le siège de l'entreprise et le site industriel sont localisés en France, à St George de Montaigu. Le site comporte 8 unités industrielles, un laboratoire interne, une blanchisserie et une plateforme logistique. KIM ARMOR\* est une unité spécialisée dans les produits exotiques mais également industrialise et fabrique de la viande végétale en partenariat avec la start-up LA VIE\*.

En tant que stagiaire en industrialisation au sein de l'usine KIM ARMOR, dans le cadre de la mission qui m'a été attribuée, j'ai eu l'opportunité d'observer, découvrir et participer aux processus d'un lancement d'un nouveau produit végétal sous la marque LA VIE. La problématique est la suivante : Comment réhabiliter une ensacheuse verticale\* pour la production de nouveaux types de sachets au sein de l'atelier de conditionnement ?

C'est pourquoi, ce rapport présente premièrement l'entreprise, le fonctionnement du service d'industrialisation ainsi que le partenariat avec la start-up LA VIE. Deuxièmement ma mission est présentée mais également les recherches bibliographiques dans le cadre de cette mission de stage, les démarches et outils utilisés pour la réintégration de l'ensacheuse verticale dans l'atelier de conditionnement.

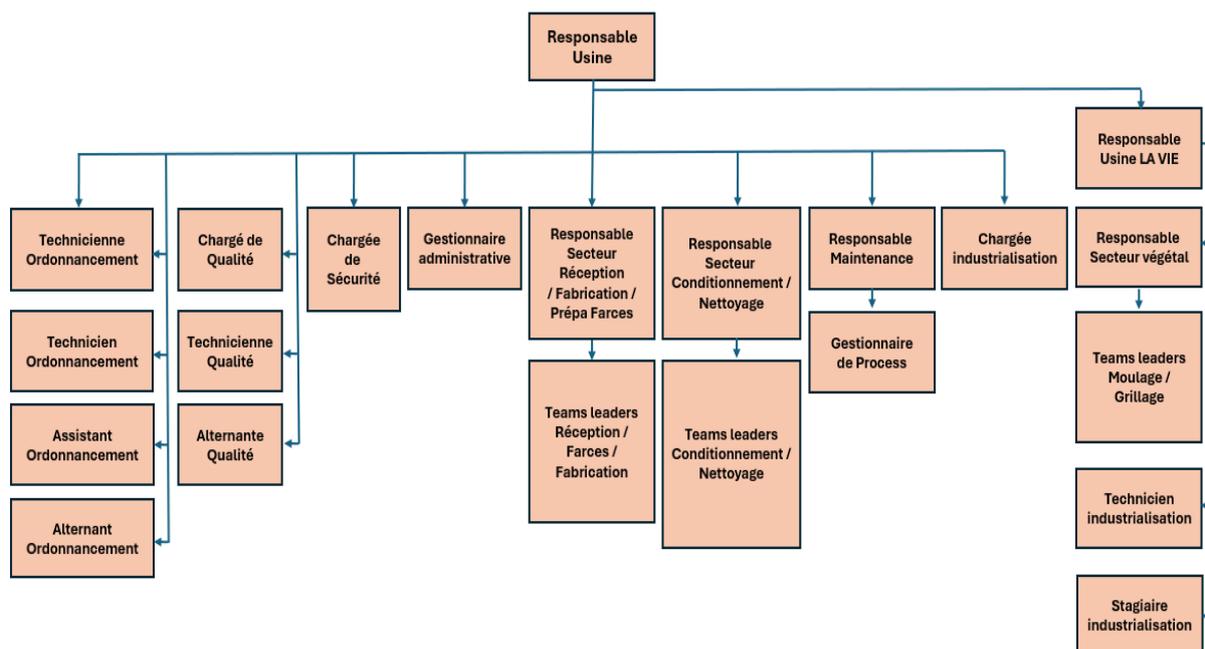
# **1.Présentation de l'unité KIM ARMOR appartenant à SODEBO**

## **1.1.KIM ARMOR, une unité de SODEBO qui fabrique des produits exotiques**

SODEBO est une entreprise agroalimentaire qui a réalisé un chiffre d'affaires de 470 millions d'euros en 2023. Elle compte 8 unités de production, deux d'entre elles sont dédiées à la préparation des ingrédients utilisés sur les autres sites, qui eux fabriquent une grande variété de produits comme les pizzas, salades, sandwichs ou encore des produits asiatiques comme à KIM ARMOR. Au sein de SODEBO, l'ensemble de ces usines ont une organisation de la structure similaire.

### **1.1.1. Organisation de la structure de KIM ARMOR**

KIM ARMOR comporte à sa tête une responsable d'usine qui dirige l'ensemble des services de l'usine comme la maintenance, la qualité, sécurité, ordonnancement, gestion administrative, responsables de secteurs et industrialisation. De plus, un responsable d'usine végétal manage la partie végétale LA VIE avec le responsable du secteur végétal et le technicien industrialisation végétal (cf. [Figure 1](#)). En effet, KIM ARMOR est une unité qui fabrique des produits exotiques et qui sous-traite la fabrication du bacon et lardons végétaux de la marque LA VIE. L'usine compte en moyenne 120 salariés travaillant en 2 x 8\*. De plus, KIM ARMOR produit des semi-finis pour d'autres usines SODEBO, comme les sticks poulets panés pour les wraps\* SODEBO ou les bouchées poulets panés pour des salades SODEBO.



*Figure 1 : Organigramme simplifié de l'usine KIM ARMOR :*

### 1.1.2. Fabrication de produits exotiques

SODEBO a lancé sa marque de produits asiatiques sous le nom TAKA, en 2012, à la suite de l'achat de la société KIM ARMOR en 1993, qui fabriquait des produits traiteurs exotiques. L'usine fabrique donc des produits exotiques tels que des nems, samoussas, acras, riz cantonnais, beignet de crevette grâce aux 7 lignes de production et 4 lignes de conditionnement. La marque TAKA s'est arrêtée en avril 2023 mais KIM ARMOR produit toujours activement pour des marques de distributeurs (MDD), en rayon traiteurs ou en libre-service.

## 1.2.KIM ARMOR, une unité qui sous-traite\* des produits de LA VIE : une start-up qui commercialise de la viande végétale

### 1.2.1. LA VIE : Une start-up qui commercialise de la viande végétale

LA VIE est une start-up, basée à Paris et fondée en 2019 par deux co-fondateurs M. Nicolas SCHWEITZER et M. Vincent POULICHET. Cette entreprise française est spécialisée dans la viande végétale comme le bacon végétal, les lardons végétaux, jambon végétal ou encore une nouvelle gamme de sandwich végétal (cf. [Figure 2](#)) (La Vie Foods, 2024). Leur objectif principal est de convaincre les amateurs de viandes à consommer leurs alternatives végétales afin de préserver la planète et les animaux sans négliger leur plaisir gustatif.

Cette start-up compte près de 70 salariés à son siège. Leurs produits sont fabriqués en Vendée, chez SODEBO avec qui ils sont en partenariat.



©La Vie Foods

©La Vie Foods

*Figure 2 : Photographies des produits de la start-up LA VIE (à gauche les 3 références de sandwich végétan et à droite les lardons, jambons, bacons végétaux) :*

### 1.2.2. Le partenariat entre LA VIE et SODEBO

La start-up LA VIE et l'entreprise SODEBO ont signé un partenariat en mars 2021. Les premiers lardons végétaux ont pu être commercialisés en octobre de la même année. Le bacon végétan est fabriqué au sein de l'unité KIM ARMOR, ainsi que les blocs de lardons. Les blocs de lardons sont découpés et conditionnés à GOODWICH\*. Le jambon et les sandwichs sont respectivement fabriqués à INBO1\* et à GOODWICH. Le fonctionnement de cette sous-traitance consiste à l'achat des matières premières par LA VIE. Celles-ci sont rachetées par SODEBO pour pouvoir fabriquer les produits et les conditionner. La start-up achète à SODEBO les produits finis conditionnés pour les revendre à leurs clients. SODEBO assure le transport des produits finis jusqu'aux clients.

Ces alternatives végétales ont des processus de fabrication complexes. La Recherche et Développement est menée par LA VIE. Cependant, l'industrialisation se déroule au sein des usines SODEBO.

## **1.3. Le service industrialisation à KIM ARMOR**

### **1.3.1. Le rôle des chargés d'industrialisation à KIM ARMOR**

Chez SODEBO, les développements de nouvelles recettes se font par les services de Recherche et Développement (R&D) en laboratoire expérimental. Le rôle d'un technicien d'industrialisation est de mener l'industrialisation de ces nouveaux produits, c'est-à-dire d'adapter les processus de fabrication de ces recettes à l'échelle industrielle en respectant le cahier des charges, la sécurité sanitaire des produits, les coûts et délais de lancement. Il est également chargé d'optimiser les processus de fabrication / conditionnement des produits existants sur ligne, afin d'améliorer les cadences\*, rendements ou encore coûts de revient (Kartable, 2024).

Le technicien d'industrialisation travaille avec divers services (production, conditionnement, qualité, R&D, ingénierie, maintenance, sécurité). Que ce soit pour le lancement d'un produit ou une modification de recette / matériaux d'emballage, son rôle est de réaliser les essais en production jusqu'à la validation du processus de fabrication / conditionnement. Il va accompagner le lancement en production, la création des standards, fiches de suivis qualité, sécurité.

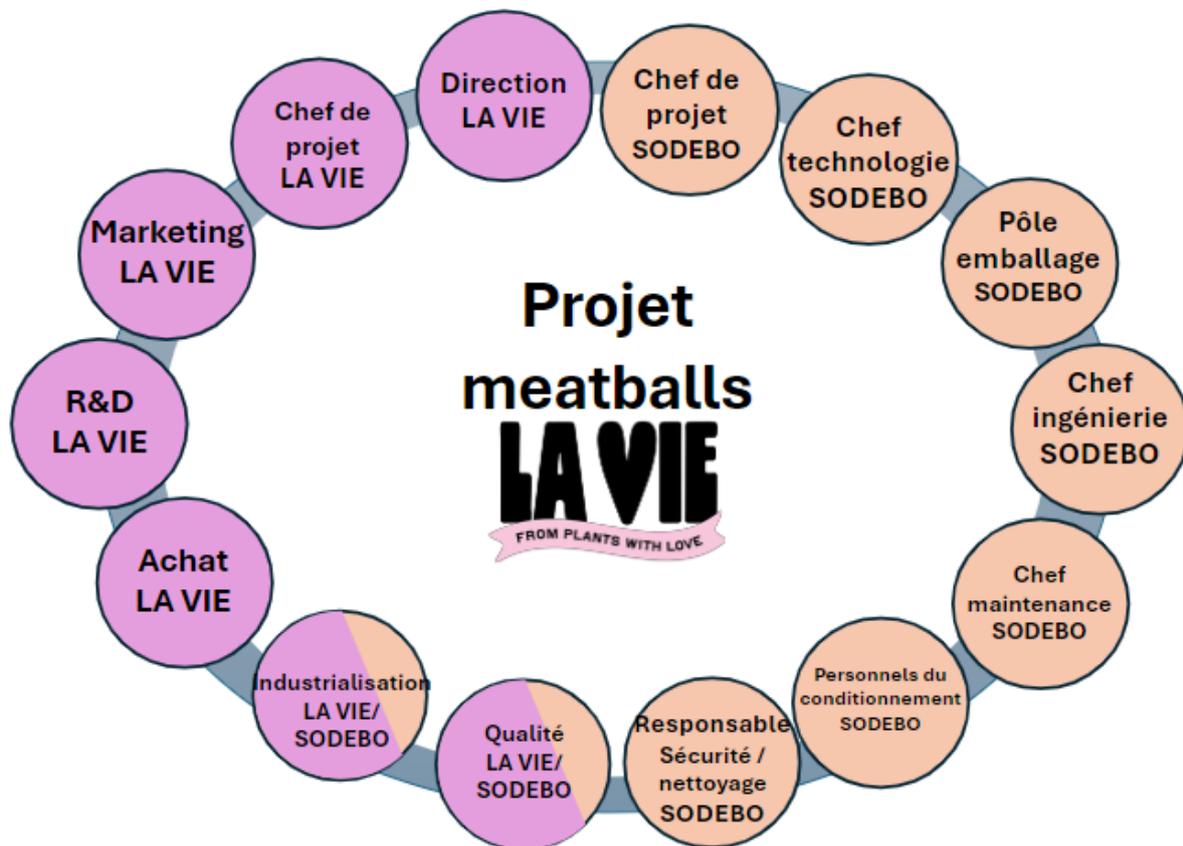
### **1.3.2. Développement d'un nouveau projet par LA VIE : l'industrialisation du projet meatballs**

LA VIE lance un nouveau projet : le projet meatballs. Les meatballs sont des boulettes végétales à base de soja créées dans l'objectif de proposer une alternative aux boulettes de viande de porc. Il y a une première saveur Italian style (saveur "Originale") et une seconde saveur Spicy Asian (saveur "Spicy").

Le projet d'industrialiser ces nouveaux produits a commencé en mars 2024. La date de lancement de ces produits est prévue pour début octobre 2024. Les processus de fabrication sont complexes et nécessitent de nombreux essais d'industrialisation afin de pouvoir produire les meatballs souhaitées par LA VIE. Les boulettes sont considérées comme des produits prêts à manger (PAM). La start-up souhaite commercialiser ces produits conditionnés dans des sachets coussins\* en plastique (« pouch\* ») micro-ondable et sous atmosphère modifiée.

Le développement du projet meatballs se fait en étroite collaboration entre une équipe LA VIE et une équipe SODEBO. Chaque équipe comporte un chef de projet qui coordonne leur équipe d'experts, en qualité et en industrialisation. De plus, à SODEBO, des spécialistes en technologie et conservation, en emballage, ingénierie, maintenance, sécurité et nettoyage contribuent au bon déroulement du projet. La formulation des meatballs est travaillée et améliorée grâce aux experts en Recherche et développement de LA VIE. Les décisions marketing sont prises uniquement par les chefs marketing LA VIE, ainsi que les dirigeants de la start-up qui prennent les décisions finales (cf. Figure 3).

Par ailleurs, des points quotidiens sont réalisés entre SODEBO et LA VIE, afin de partager l'ensemble des avancées au niveau du processus de fabrication, du conditionnement, de l'organisation des essais et du lancement.



*Figure 3 : Schéma représentant l'ensemble des experts qui travaillent sur le projet meatballs:*

### **1.3.3. Les étapes de l'industrialisation de nouveaux produits en partenariat avec LA VIE**

La chargée d'industrialisation, ainsi que les membres de Recherche et Développement de LA VIE, sont amenés à venir au sein de l'atelier de fabrication des meatballs auprès de la chargée d'industrialisation de SODEBO, afin d'apporter leurs savoirs sur le produit et sur les attentes de la start-up du point de vue organoleptique (de la couleur, texture, saveur).

L'industrialisation se déroule en plusieurs phases :

- Une phase d'essais qui permet d'adapter le processus de fabrication aux machines industrielles
- Une phase de tests sur la viabilité du produit avec une première date limite de consommation (DLC) exploratoire ayant pour objectif d'estimer organoleptiquement la DLC.
- Une phase composée de deux préséries, qui consistent à faire des fabrications en condition de production, (c'est-à-dire composition finale, processus de fabrication final et conditionnement final). Elles ont pour but de préparer le personnel aux nouveaux processus de fabrication, conditionnement et de les ajuster par la suite comme l'ordonnancement, les outils de production ou encore le nombre d'opérateur nécessaire. De plus, cette phase a pour objectif de valider les processus de fabrication et la DLC estimée lors de la phase précédente. Pour cela, un suivi DLC est réalisé du point de vue organoleptique mais aussi microbiologique. C'est donc cette étape qui est déterminante pour lancer le produit sur le marché.

L'optimisation du processus de fabrication est travaillée tout au long du développement produit mais également après le lancement du produit sur le marché. Cependant, le processus de fabrication testé est identique pour les deux préséries. S'il est validé, c'est celui-ci qui sera fait au lancement de produit. Chaque modification nécessitera une validation via des suivis DLC ou bien des extrapolations réalisées par la responsable technologie conservation.

## **2. Ma mission de stage**

### **2.1. Présentation de ma mission de stage**

#### **2.1.1. Les exigences de LA VIE pour le conditionnement des meatballs**

LA VIE souhaite conditionner les meatballs dans des sachets coussins, aussi appelé pouch, en plastique micro-ondable, imprimé, vernis mâte, recyclable et sous atmosphère modifiée. Chaque emballage contient 8 boulettes de 25 grammes soit 200 grammes de poids net produit. La date limite de consommation (DLC) désirée par LA VIE est de 35 jours avec 24 heures d'ouverture sachet.

Le choix du plastique micro-ondable s'explique en vue de la praticité d'utilisation qu'il offre aux consommateurs. En effet, une étude a été réalisée, en 2021, par OpinionWay avec le concours du Comité National Interprofessionnel de la Pomme de Terre (CNIPT), pour mieux connaître l'avis des Français sur les produits vendus en sachets micro-ondables comme les pommes de terre (CNIPT, 2021). Il est ressorti que le comportement des consommateurs a évolué depuis une étude de 2015. La population qui achète des sachets micro-ondables compte "22% des jeunes de 25-34 ans", mais aussi, "une population plus importante de CSP+\* (38 % contre 29 %) et de familles avec au moins un enfant (43 % contre 34 %)". Les motivations premières sont la rapidité de cuisson et la praticité d'utilisation de ces produits "prêt à l'emploi".

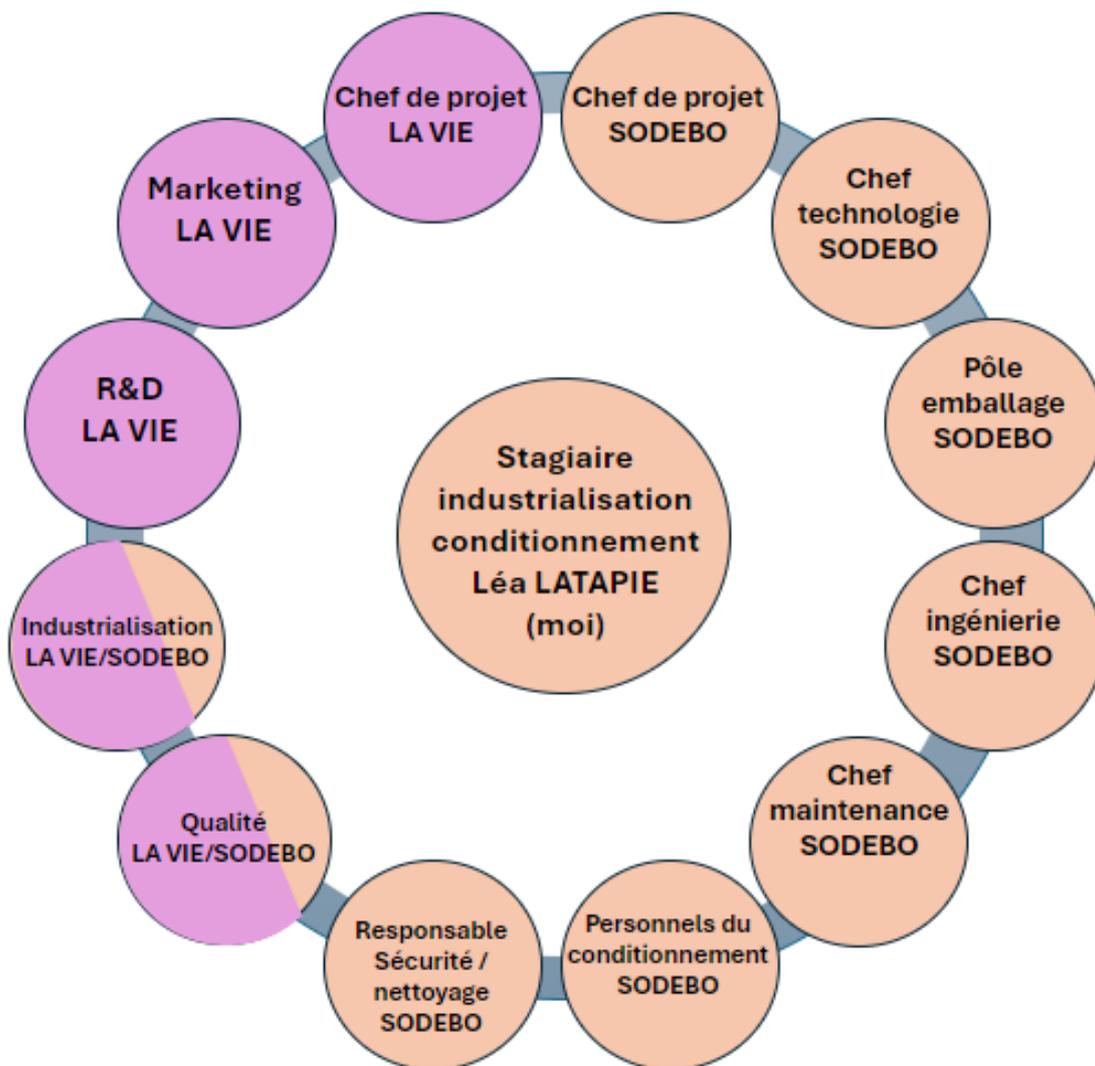
De plus, LA VIE souhaite un conditionnement en sachet coussin puisqu'il offre de nombreux avantages (systems, 2020). En effet, les sachets ont une large zone d'impression et une forme attrayante dans les rayons de supermarchés ce qui permet aux entreprises de se démarquer de la concurrence. Leur légèreté facilite le transport et diminue les coûts de distribution et de stockage. Il est possible d'ajouter une ouverture facile.

#### **2.1.2. Enjeux et problématique de ma mission de stage**

Une ensacheuse verticale fabriquant des sachets coussins est disponible à SODEBO. Elle est à l'arrêt depuis 10 ans. Initialement elle était utilisée pour produire des sachets ouverts afin de les remplir et de les refermer à l'aide d'une autre machine. Ma mission est de réhabiliter cette ensacheuse verticale pour la production de nouveaux types de sachets au sein de l'atelier de conditionnement. C'est un défi puisque le lancement produit se fait en 6 mois. Ce sera la

première ensacheuse verticale au sein de KIM ARMOR, ce qui implique un accompagnement et une formation plus particulière du personnel intervenant sur celle-ci. De plus, cette ensacheuse verticale nécessite un rétrofit\* afin d'être adaptée aux nouveaux types de sachets à produire, ce qui implique une longue période d'absence de la machine. Par ailleurs, le nouveau produit à conditionner sous atmosphère modifiée est en développement. Cela induit une absence de données et de notions sur l'évolution de sa conservation en fonction de l'atmosphère modifiée.

L'industrialisation du conditionnement concernant l'ensacheuse verticale a nécessité des échanges avec de nombreux experts (cf. Figure 4). La participation et l'organisation de points, essais avec ces spécialistes tout au long du développement du projet ont été nécessaires.



*Figure 4 : Schéma représentant l'ensemble des experts avec qui il a été nécessaire d'échanger mener ma mission :*

## **2.2. Les emballages plastiques pour conditionner en sachet imprimé, micro-ondable, sous atmosphère modifiée\* (MAP)**

Plusieurs compositions de plastiques et épaisseurs ont été testées afin de trouver le plastique le plus sûr pour le lancement produit. C'est-à-dire qu'il permette de faire des soudures étanches, d'être assez barrière pour atteindre la DLC souhaitée et qu'il réponde aux plus d'exigences de LA VIE pour le conditionnement.

### **2.2.1. Composition de différents types de plastique ayant des propriétés thermoscellantes, imprimabilité et barrières aux gaz**

Chaque type de plastique a ses propriétés physiques et chimiques qui lui sont propres. Les propriétés d'un plastique sont la flexibilité, la transparence, l'étanchéité, la résistance à la fracture, la résistance à la chaleur, être barrières aux gaz, à l'humidité, aux arômes (CAP ECO Recycling, 2024)... C'est pourquoi, certains plastiques peuvent être plus fragiles, plus thermoscellants, plus barrières aux gaz. Les plastiques complexes sont des associations de couche de plastique de différentes propriétés (ACS, 2024). L'objectif est de combiner les caractéristiques de chacun pour obtenir un film plastique idéal qui répond aux propriétés recherchées pour l'emballage.

Les caractéristiques recherchées pour l'emballage des meatballs sont :

- Haute barrière aux gaz, arômes et à l'humidité : afin de conserver les produits sous atmosphère modifiée, sans pertes d'arômes ni d'humidité ;
- Thermoscellant : car le sachet se forme via des soudures réalisées grâce à la chaleur ;
- Résistant aux fractures : puisque la formation d'un sachet coussin nécessite des outillages pour faire le pli latéral qui peuvent endommager un plastique trop fragile ;

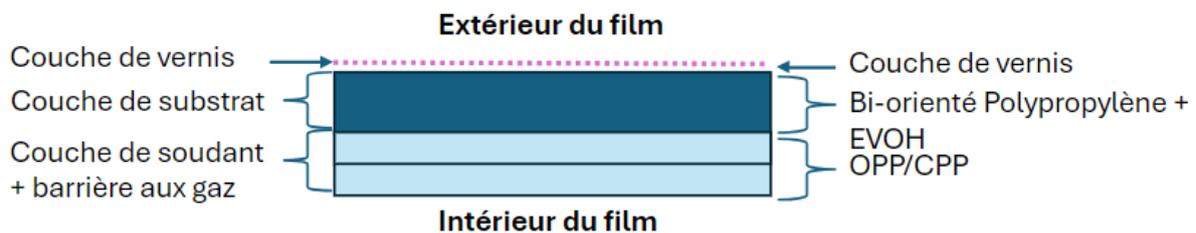
Les couches d'un plastique complexe sont décrites de l'extérieur vers l'intérieur du film plastique (cf. [Figure 5](#)) :

- Une couche de vernis est appliquée sur la face extérieure du film sur tout le plastique sauf au niveau des soudures et de l'encart DLC
- Une couche dite substrat permet de faire une impression

- Une couche dite barrière est composée pour tous ces plastiques d'éthylène alcool vinylique (EVOH). Dans certains plastiques, cette couche d'EVOH se situe dans la couche substrat et dans d'autres plastiques dans la partie scellant
- Une couche dite soudante ou scellant qui contient un plastique thermoscellant permettant de former la soudure

Toutes ces couches de plastiques sont collées par lamination à froid\* pour former un plastique complexe\*.

Par ailleurs, plus l'épaisseur du film est grande plus l'effet barrière est important.



*Figure 5: Schéma montrant la composition d'un film plastique complexe avec l'exemple du premier film plastique testé de type mono-polypropylène :*

Pour pouvoir répondre aux exigences de LA VIE, 4 films ont été testés. Ce sont des films plastiques complexes. Ils sont à base de polyéthylène, polypropylène, éthylène alcool vinylique ou encore polyéthylène téréphtalate :

- Un film de 70 microns\* d'épaisseur, en mono-polypropylène (MONOPP) avec la couche d'éthylène alcool vinylique (EVOH) dans la couche soudante. Ce film sera nommé dans la suite du rapport film MONOPP 70.
- Un film de 90 microns d'épaisseur, en mono-polypropylène (MONOPP) avec la couche d'éthylène alcool vinylique (EVOH) dans la couche soudante. Ce film sera nommé dans la suite du rapport film MONOPP 90.
- Un troisième MONOPP mais avec l'EVOH dans la couche substrat, en 60 microns d'épaisseur. Ce film sera nommé dans la suite du rapport film MONOPP 60.
- Un quatrième comportant une couche de polyéthylène téréphtalate bi-orienté (BOPET) en couche substrat ainsi que du polyéthylène – EVOH – polyéthylène (PE/EVOH/PE) pour la couche scellant. Ce film fait 65 microns d'épaisseur et sera nommé dans la suite du rapport film PETPE 65.

Ces films plastiques ont tous une épaisseur supérieure à 60 microns dans le but d'assurer l'effet barrière aux gaz, arômes et humidité pour le lancement.

### **2.2.2. Propriétés micro-ondable des plastiques et réglementations**

Le micro-onde est un appareil électroménager qui permet de chauffer, cuire des aliments. Les ondes électromagnétiques produites par le micro-onde, couplées au plateau tournant permettent de chauffer les aliments de manière uniforme (Spg Pack, s.d.). Par ailleurs, les ondes électromagnétiques interagissent avec les emballages utilisés pour le réchauffage des produits. Une étude de l'ANSES et l'institut national de la consommation montre que des substances chimiques de l'emballage peuvent migrer vers l'aliment et que ce phénomène est accentué lors d'un réchauffage poussé, qui augmente la température des produits et du plastique (ANSES, 2015). Par conséquent, pour répondre aux exigences en matière de sécurité alimentaire et éviter toutes migrations, les plastiques micro-ondables doivent être résistants aux hautes températures. Tous les types de plastiques ne sont donc pas tous micro-ondables. Le polypropylène est le plastique le plus souvent utilisé du fait de sa stabilité aux fortes températures. Le polyéthylène haute densité peut passer au micro-ondes.

Le fabricant des plastiques testés assure la sécurité du consommateur si les conditions d'utilisation ne conduisent pas à dépasser les 100°C pendant 60 minutes ou avoir une température en dessous des -20°C. Il a été décidé que les températures du produit à cœur, en surface mais également de l'emballage ne dépassent pas les 90°C lors du réchauffage au micro-ondes des meatballs. Les conditions de réchauffage sont donc basées sur cette exigence.

### **2.2.3. Recyclabilité des plastiques testés en France**

L'objectif du recyclage est de récupérer des déchets et de les réintroduire dans le cycle de production (Larousse, s.d.). Tous les matériaux ne sont pas recyclables. Les thermoplastiques ont la propriété de fondre et de se resolidifier. C'est pourquoi, ils peuvent être recyclables. Afin que le plastique recyclé ait de bonnes propriétés, il faut que le plastique fondu soit le plus pur possible. Ainsi, les complexes de plastique ne sont pour le moment pas recyclables. En effet, leurs recyclages coûtent trop cher et n'est actuellement pas mis en place. Cependant, certains complexes de film sont recyclables. Les films en mono-matériau qui contiennent une couche

d'EVOH inférieure à 5% sont des complexes. Pour autant, ils sont considérés comme recyclables, puisque la couche d'EVOH est infime.

Dans notre cas, la filière de recyclage des films souples en polypropylène est en développement et sera active en 2025 en France. Les films en PETPE ne sont actuellement pas recyclables en France (CITEO, 2024). LA VIE souhaite un film recyclable. Par conséquent, le film en mono-polypropylène est l'objectif final pour les sachets meatballs.

### **2.3. Conditionnement sous atmosphère modifiée par balayage**

Les plastiques utilisés sont barrières aux gaz, à l'humidité et aux arômes notamment grâce à la présence de la couche d'éthylène alcool vinylique (EVOH). Ces propriétés sont essentielles lorsque l'aliment est conditionné sous atmosphère modifiée (Air Products and Chemicals, 2016). En effet, le conditionnement sous atmosphère modifiée (MAP – Modified Atmosphere Packaging) consiste à remplacer le gaz de l'emballage par une composition de gaz souhaitée, dans le but d'augmenter la durée de conservation des produits emballés sans pour autant leur appliquer des traitements supplémentaires qui pourraient impacter leur qualité (H. Han, 2013).

#### **2.3.1. Propriétés des gaz utilisés (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>)**

La MAP est un moyen pour réduire l'utilisation de conservateurs\*. En effet, les gaz utilisés pour l'atmosphère modifiée ont des propriétés spécifiques qui exercent une influence sur le développement bactérien. Les plus fréquemment utilisés sont l'oxygène (O<sub>2</sub>), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et l'azote (N<sub>2</sub>).

Le dioxygène (O<sub>2</sub>) est un gaz très réactif. Il peut provoquer l'oxydation\* des graisses, des pigments. De plus, les levures, moisissures et de nombreuses bactéries sont aérobies\*, c'est-à-dire qu'ils ont besoin dioxygène pour croître. Un danger est cependant présent avec l'absence d'O<sub>2</sub>, puisque des bactéries anaérobies\* peuvent se développer comme Clostridium Botulinum ou Listeria monocytogenes (WITT, s.d.).

Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) a un effet bactériostatique et fongistatique, c'est-à-dire qu'il va ralentir le développement bactérien. Son action est efficace à partir d'une concentration de 20% dans l'emballage. De plus, l'activité antibactérienne est plus élevée à de faibles températures. Par ailleurs, le CO<sub>2</sub> est soluble dans les milieux aqueux et les graisses. Cette solubilisation peut donner un mauvais goût acide au produit. Ce mauvais goût peut être atténué lors du

réchauffage. Cependant, il faut être vigilant dans le cas de produits prêts à manger (M.G. Kontominas, 2014).

L'azote (N<sub>2</sub>) est un gaz inerte, c'est-à-dire qu'il n'a aucun effet sur le développement bactérien. Par ailleurs, il est indispensable pour remplacer le dioxygène dans l'atmosphère de l'emballage afin d'éviter toutes oxydations et tous développements bactériens. Il aide également à remplir et gonfler le sachet, ce qui permet de protéger les produits de l'écrasement (WITT, s.d.).

### **2.3.2. Composition du gaz adaptée aux meatballs**

Chaque aliment évolue différemment tout au long de sa conservation. C'est pourquoi, les compositions en atmosphère modifiée doivent être adaptées au type de produit à conditionner. Les meatballs sont des alternatives à la viande, riches en protéines végétales. Elles ont une activité de l'eau\* autour des 0.96. Cette humidité les rend sensible aux développements microbiens. De plus, ces produits sont riches en matière grasse, ce qui les expose aux oxydations et au rancissement en présence dioxygène. Par conséquent, l'atmosphère modifiée idéale pour ce type de produit est du 50/50 soit 50% de CO<sub>2</sub> et 50% d'N<sub>2</sub> (Air Product, 2024). Cependant, au sein de KIM ARMOR, les arrivées de gaz sont uniquement en 30/70 (30% de CO<sub>2</sub> et 70% d'N<sub>2</sub>). Il a donc été décidé de tester le conditionnement en 30/70. Afin de prolonger la durée de conservation des meatballs en évitant tout développement bactérien et oxydation, il est nécessaire d'avoir un taux résiduel\* en O<sub>2</sub> inférieur à 1%.

### **2.3.3. Fonctionnement et caractéristiques de l'atmosphère modifiée par balayage gazeux**

Il existe deux méthodes pour faire de l'atmosphère modifiée : MAP par vide-injection et MAP par balayage gazeux (Air Liquide, 2024).

La MAP par vide-injection consiste à faire le vide dans l'emballage contenant les produits soit retirer tout le gaz ayant la composition gazeuse atmosphérique (<1% CO<sub>2</sub> / 80% N<sub>2</sub> / 20% O<sub>2</sub>). Puis, une étape d'injection gazeuse suit. Ce gaz injecté a la composition gazeuse souhaitée pour le conditionnement (30% CO<sub>2</sub> / 70% N<sub>2</sub>, aussi appelé 30/70\*).

L'atmosphère modifiée par balayage gazeux consiste à balayer l'air (<1% CO<sub>2</sub> / 80% N<sub>2</sub> / 20% O<sub>2</sub>) présent dans l'emballage pour le remplacer par la composition de gaz souhaitée (30% CO<sub>2</sub> / 70% N<sub>2</sub>). Pour cela, une canne de gaz souffle en continue dans l'emballage vide, lors de l'ajout

des produits et jusqu'à la fermeture de celui-ci. Dans le cas de l'ensacheuse verticale, les produits tombent dans le sachet balayé par le gaz.

Ces deux méthodes permettent de conditionner sous atmosphère modifiée. Cependant, comme l'indique le Tableau 1, la MAP par balayage gazeux permet d'obtenir un taux résiduel d'O<sub>2</sub> entre 0 et 3% contrairement à la MAP par vide-injection qui assure l'obtention d'un taux résiduel d'O<sub>2</sub> inférieur à 1%. De plus, le balayage gazeux consomme 5 à 8 fois plus que le système de vide-injection.

*Tableau 1: Tableau comparant le taux résiduel, la consommation de gaz et les produits concernés par la mise sous atmosphère modifiée par vide-injection et celle par balayage gazeux :*

Méthode	Taux résiduel d'O <sub>2</sub>	Consommation de gaz	Produits concernés
MAP par vide-injection	<1%	1 fois le volume du sachet	Pas adapté aux produits sensibles au vide
MAP par balayage gazeux	<3%	5 à 8 fois le volume du sachet	Adapté aux produits sensibles au vide

L'ensacheuse verticale, dédiée pour le conditionnement des meatballs, peut conditionner sous atmosphère modifiée uniquement en utilisant la méthode par balayage gazeux. Cependant, la cible recherchée pour le conditionnement des produits est tout de même un taux résiduel d'O<sub>2</sub> inférieur à 1% avec un système d'atmosphère modifiée par balayage gazeux.

#### **2.3.4. Contrôles de conformité à réaliser sur les sachets sous atmosphère modifiée**

La mise sous atmosphère modifiée nécessite de faire différents contrôles durant la production (WITT, s.d.). En effet, il est indispensable de vérifier que le taux de gaz est correct en vue du cahier des charges. Notamment le taux d'O<sub>2</sub> résiduel puisque s'il est supérieur à la consigne, il peut impacter la conservation du produit comme en favorisant le développement de microorganismes. Cela peut mettre en danger le consommateur. De plus, le taux de CO<sub>2</sub> doit être également vérifié. Il doit se situer aux alentours des 30%. A 20% de CO<sub>2</sub>, l'effet bactériostatique est efficace. Par ailleurs, le produit capte du CO<sub>2</sub> dans les premiers jours qui suivent le conditionnement. C'est pourquoi, l'évolution des taux de gaz est un point à observer lors des tests de développement produit pour confirmer que le taux de CO<sub>2</sub> à J0 est suffisant.

Le contrôle des taux de gaz se fait à J0, lors du conditionnement, grâce à un analyseur de taux de gaz.

Deux autres contrôles essentiels sont les fuites et la résistance des soudures. Ces contrôles permettent de prévenir les risques de fuites qui peuvent entraîner une évolution anormale des taux de gaz dans le temps et donc provoquer des développements bactériens. Mais encore, cela a pour but de réduire les risques d'éclatement du sachet à la suite d'une pression. Par exemple, si le sachet se retrouve recouvert d'autres produits dans le sac de courses des consommateurs. Ces contrôles sont réalisés grâce à une machine dans laquelle le vide se fait, lorsque le sachet à tester est mis dans le compartiment hermétique, ce qui a pour objectif de détecter si une fuite est présente mais aussi de tester la résistance des soudures.

Enfin, des contrôles visuels des soudures permettent de distinguer d'éventuels problèmes de réglages, comme des décalages de film qui viendraient fragiliser la résistance de la soudure.

## **2.4. Conditionnement en sachet plastique coussin avec une ensacheuse verticale**

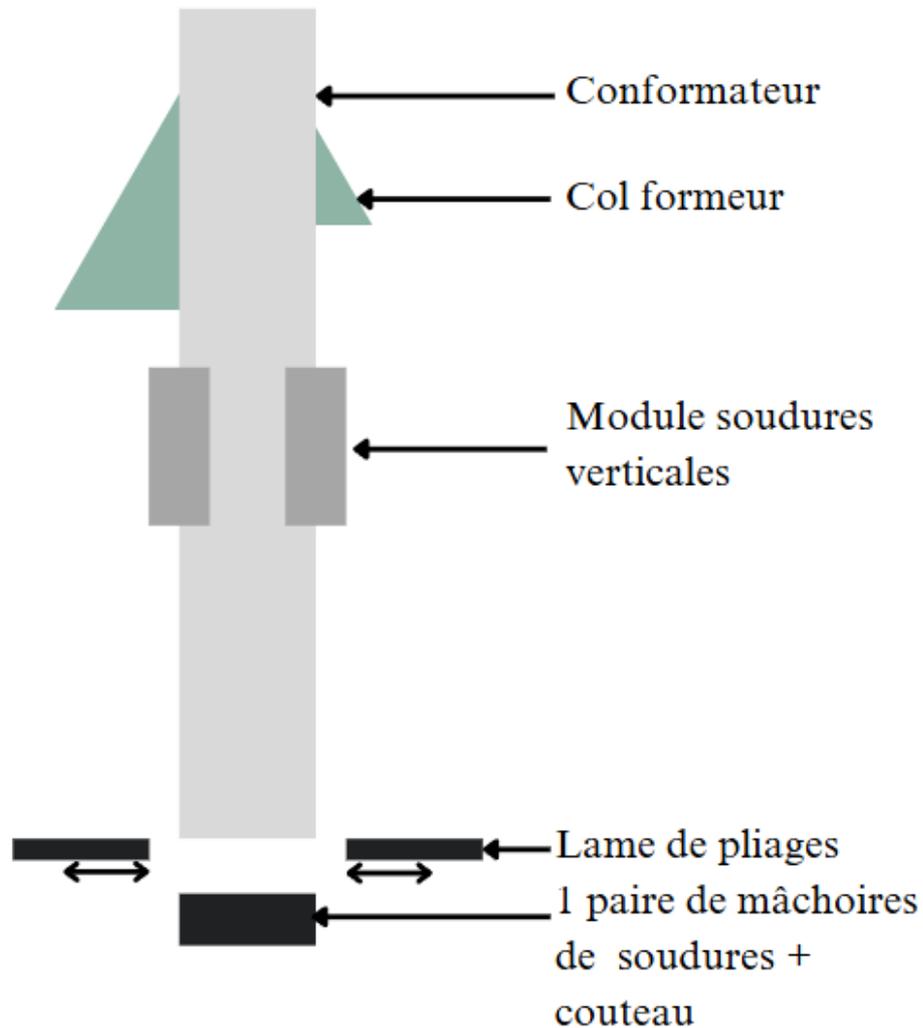
### **2.4.1. Présentation de l'ensacheuse verticale avant rétrofit**

Une ensacheuse verticale est une machine de conditionnement permettant de faire des sachets plastiques à l'aide d'une bobine de film. Dans notre cas, elle produit des sachets "coussins" (cf. **Annexe 1** :). Ce type de sachet comporte 1 soudure verticale (zone rose sur la figure) qui relie les deux extrémités de la bobine, ainsi que 3 soudures verticales qui donnent la forme rectangulaire (de "coussin") à l'emballage. En bas et en haut du sachet, des soudures horizontales plus larges sont réalisées afin de fermer hermétiquement le sachet. Le sachet "coussin" possède un pli latéral vers l'intérieur, aussi appelé "soufflet" qui permet à l'emballage de se dilater quand il est plein et de conserver sa forme rectangulaire (cf. **Annexe 2** :).

L'objectif est de conditionner les produits sous atmosphère modifiée. C'est pourquoi, un rétrofit est nécessaire afin d'ajouter cette fonctionnalité.

L'ensacheuse verticale présente deux parties. La première partie, à l'arrière de la machine permet la mise du film. Elle comporte un module qui tient et déroule la bobine de film, ainsi que des rouleaux permettant de tendre le film. A l'avant, le col formeur aide à positionner le film autour du conformateur où sont faites des soudures verticales. Des mâchoires\* réalisent

des soudures horizontales pour fermer le sachet. Un couteau vient séparer les sachets (cf. Figure 6).



*Figure 6: Schéma des principales parties de l'avant de l'ensacheuse verticale qui permet de former les sachets coussins :*

## 2.5. Exploration de la faisabilité du projet

Dans le cadre de la mise en place d'une machine pour réaliser une tâche différente de celle qu'elle faisait auparavant, la première phase consiste à explorer la faisabilité du projet.

### 2.5.1. Réalisation d'essais sur l'ensacheuse verticale à la suite de sa remise en route

Pour définir l'ensemble des besoins de rétrofit de l'ensacheuse verticale, il est nécessaire de réaliser différents essais.

Les premiers essais avaient comme objectif de comprendre le fonctionnement de la machine, les réglages à faire pour former des sachets avec des soudures conformes. Les soudures sont conformes si elles ne présentent pas de marques de brûlures du film (cf. Figure 7), ni de fuites due à la formation de cheminée / pli (cf. Figure 8). Ces tests ont été faits avec le film en MONOPP avec la couche d'EVOH dans la partie scellant en 70 microns (MONOPP 70), ainsi que le film MONOPP 90.

Lors de ces différents essais, plusieurs problèmes ont été rencontrés :

- La mise du film, notamment le passage dans le col-formeur est une étape technique de la mise en marche de la machine. Elle est également chronophage pour un opérateur non expérimenté. En effet, il est nécessaire de découper le film en suivant une certaine forme afin de faciliter le passage et la mise en place du film. De plus, à chaque mise de film, des réglages sont à réaliser pour ajuster le placement de celui-ci. À la suite d'échanges avec le service qualité, il a été décidé de retirer la bobine de film à chaque fin de production et par conséquent remettre celle-ci à chaque début pour des raisons de sécurité sanitaire.

Ainsi, un travail a été effectué sur différentes techniques de passage de film, afin d'améliorer la mise de film et d'optimiser ce temps de manutention. Malheureusement, il n'a pas été possible de réaliser un patron pour toujours avoir la même découpe du film. En effet, il faut couper entre 0,80 et 1 mètre de film. La manipulation d'un patron, du film pour la découpe est donc difficile. La mise du film est un point sur lequel une formation auprès des opérateurs est indispensable.

Par ailleurs, dès lors que l'ensacheuse est allumée pour dérouler la bobine de film, elle commence à chauffer au niveau des mâchoires. Les mâchoires verticales sont proches du conformateur, ce qui rend difficile le glissement du film, puisque le plastique commence à chauffer et s'agglomère au lieu de glisser le long du conformateur. Ainsi, le besoin d'une coupure de chauffe a été mis en évidence.

- Lié avec le placement du film autour du conformateur, des problèmes au niveau de la soudure verticale ont émergé. Des phénomènes de glissement de film lors du fonctionnement crée un décalage du film et donc une soudure verticale non hermétique. Cette non-conformité rend le sachet non viable et induit la nécessité de régler de nouveau le film. Lorsqu'un réglage de l'emplacement du film est appliqué, il est effectif

qu'au bout de plusieurs mètres de film déroulé. Chaque réglage engendre ainsi des déchets de plastiques. Les phénomènes de décalage de film sont à mettre dans les points d'attention pour l'opérateur, afin d'éviter un trop gros décalage qui engendrerait une perte de matière associée à des réglages trop importants.

- Les soudures se forment à chaud. C'est la fusion du plastique qui permet de souder celui-ci. La température des mâchoires est à régler pour obtenir une soudure optimale. Une température trop faible ne permet pas d'obtenir une soudure résistante. Par ailleurs, une température trop élevée pour le plastique va venir le surchauffer et créer des bulles au niveau des soudures, voire courber celles-ci (cf. Figure 7). Chaque plastique possède une plage de température de fusion. Cependant, ces intervalles sont estimés à température ambiante. Le conditionnement des produits est réalisé au froid à 4°C pour pouvoir conserver la chaîne du froid et assurer la sécurité sanitaire des produits. Or, les propriétés des plastiques peuvent varier en fonction de la température de stockage et de l'environnement dans lequel il est utilisé. C'est pourquoi, des essais sur les réglages des températures de soudures sont essentiels pour chaque type de film plastique testé.

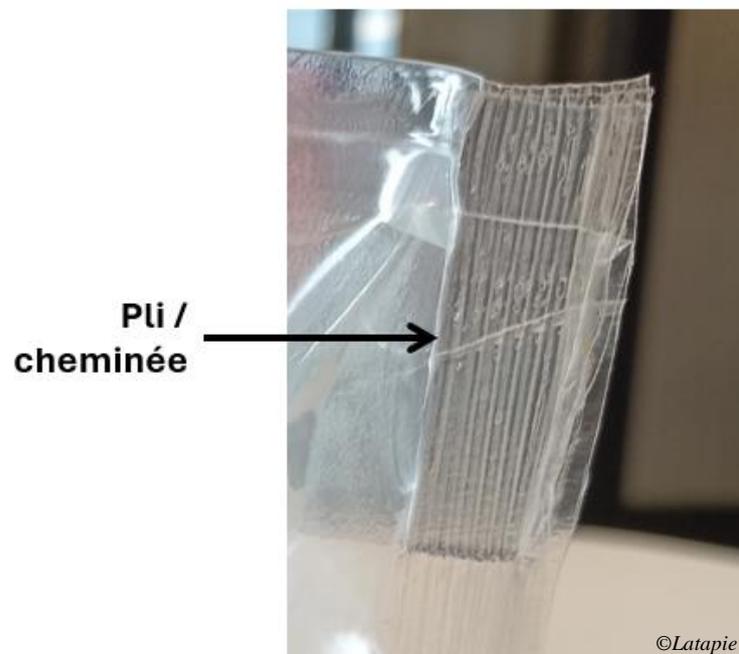


*Figure 7 : Photographie d'une soudure qui possède une courbure et des bulles dû à une surchauffe lors de la soudure :*

- Avant l'utilisation de la machine, un simple nettoyage a été réalisé. Des prélèvements bactériologiques des surfaces internes du conformateurs ont mis en évidence la présence d'entérobactéries en quantité trop importante. Ainsi, à la suite d'un échange avec le service qualité et le responsable nettoyage, un protocole de nettoyage plus poussé a été mis en place. Les nouveaux prélèvements ont permis de valider la faisabilité des premiers essais d'ensachage pour faire un suivi de conservation. Nous avons identifié

des zones de rétention de saleté à l'intérieur du conformateur. Ce sont des zones de soudures. Rendre le conformateur hygiénique et faciliter son nettoyage sont des points indispensables à améliorer. Cette ensacheuse verticale ne doit pas être nettoyée avec de l'eau pour ne pas endommager les zones de soudures. Cependant, l'intérieur du conformateur peut se nettoyer à l'eau et aux produits de nettoyage. Ainsi, il faut prévoir un chariot pour retirer le conformateur et le mettre à disposition des équipes de nettoyage.

- Les sachets pouch possèdent un soufflet qui est réalisé grâce à un système de pliage du plastique. Des lames de pliages (cf. [Figure 6](#)) viennent plier le plastique juste avant la soudure horizontale. Cette étape peut former des plis au niveau de la soudure qui sont appelés cheminée (cf. [Figure 8](#)). Ces cheminées peuvent ou non entraîner des microfuites de gaz. Elles sont donc à contrôler. Des essais ont été menés pour tenter de limiter ce phénomène en jouant sur les paramètres de vitesse, temps de fermeture des mâchoires et lames de pliages. Les tests ont permis de conclure sur l'importance de la synchronisation des mâchoires et lames de pliages. Cela dépend également du réglage de film. En effet, un film plastique trop proche ou trop éloigné de la paroi du conformateur peut faire davantage de plis.



*Figure 8 : Photographie d'une soudure d'un sachet plastique qui comporte un pli / une cheminée :*

- Les essais d'atmosphère modifiée par balayage ont été menés grâce à une canne de gaz ajoutée provisoirement à la machine à l'intérieur du conformateur. La pression de gaz était fixée à 1 bar. Les taux de gaz notamment le taux résiduel d'O<sub>2</sub> peut varier entre sachet vide et sachet avec l'ajout des produits. Ainsi, les réglages sous atmosphère modifiée doivent être réalisés avec des sachets remplis de produits.

### **2.5.2. Lancement d'une DLC exploratoire pour les meatballs Italian Style**

Une DLC exploratoire est la première étape dans le lancement de produit qui permet d'estimer la DLC du produit du point de vue organoleptique. Les échantillons sont fabriqués dans les conditions d'industrialisation et emballés dans le conditionnement le plus proche du conditionnement final. Ces échantillons sont conservés dans des conditions qui simulent l'usage du consommateur. Dans le cas des produits LA VIE, ils sont gardés 6 jours à 4°C. Puis, au bout du 7<sup>ème</sup> jour, ils sont placés dans un réfrigérateur à 8°C jusqu'à DLC. Ce passage à 8°C permet d'imiter les conditions de stockage du Royaume Uni où les meatballs vont être aussi commercialisés. Durant toute la DLC exploratoire, les produits sont goûtés et jugés sur l'odeur, la texture, le goût afin de déterminer si les critères organoleptiques sont conformes dans le temps. Ceux goûtés proviennent seulement d'emballage dont les taux de gaz sont conformes, c'est-à-dire que le taux résiduel d'O<sub>2</sub> est inférieur à 1% et que celui du CO<sub>2</sub> est supérieur à 20%, afin d'assurer la sécurité sanitaire pour les testeurs. Durant les 8 dégustations (J+0, J+7, J+15, J+20, J+25, J+29, J+36, J+39), un ou deux sachets sont testés. Comparer 2 sachets permet de s'assurer de la conformité des produits.

Dans notre cas, cette DLC a été réalisée en conditionnant les produits à J+1 après la cuisson, sous atmosphère modifiée en 30% CO<sub>2</sub>/70% N<sub>2</sub> dans des sachets (150/160/75) en plastique MONOPP 70. La date limite de consommation souhaitée par LA VIE est de 35 jours. Durant le conditionnement, il a été observé que plusieurs sachets possédaient des cheminées. Cependant, tous ne présentaient pas une fuite. C'est pourquoi, pour le suivi en DLC exploratoire, nous avons décidé de faire plus de sachets que nécessaire pour les analyses afin d'écartier les emballages fuités.

Sur l'ensemble des sachets, 41% d'entre eux présentaient une fuite. La constatation des emballages fuités se faisait grâce à l'analyse des taux de gaz qui montrait une micro-fuite ou

avec le développement de levures, moisissures au bout du 15 jours. À la suite du suivi et de l'analyse de chaque emballage fuité, il a été mis en évidence une fuite commune. Celle-ci était due à une surchauffe du film au-dessus de la soudure qui entraînait la fusion du film plastique et qui se déchirait avec le poids des produits (cf. Figure 9). Une observation de l'ensacheuse verticale m'a permis de mettre en lumière la cause de ce problème, une plaque métallique située au-dessus de la zone de soudure. Cet élément chauffait le plastique autour de la soudure. Le retrait de celui-ci a réglé ce phénomène.



Figure 9 : Photographies qui montrent à gauche la surchauffe anormale du film autour de la soudure et à droite l'exemple d'un déchirement de sachet de la DLC exploratoire dû à la surchauffe autour de la soudure :

Chaque emballage non fuité était correct en taux de gaz soit (>20% CO<sub>2</sub> / 70% N<sub>2</sub> / <1% O<sub>2</sub>). Grâce au suivi des taux de gaz tout au long de la DLC exploratoire, l'évolution des taux de gaz est visible sur ces graphiques (cf. Figure 10). Lorsque 2 sachets sont testés, la moyenne de leurs taux de gaz est réalisée pour construire les graphiques. Le taux de CO<sub>2</sub> diminue dans les premiers jours qui suivent le conditionnement. Il ne s'abaisse pas au-dessous de 20%. Cela signifie que les produits absorbent du CO<sub>2</sub> mais il en reste assez pour assurer l'effet bactériostatique et fongistatique sur les produits. Le taux d'O<sub>2</sub> est également encourageant puisque sans fuites il n'augmente pas et reste proche de 0%. Par ailleurs, au bout de 20 jours, une perte de l'intensité des arômes a été observée.

Le top DLC réalisé par la chef de projet technologie a validé la DLC de 35 jours du point de vue organoleptique et avec le suivi théorique du développement bactériologique tout au long du processus de fabrication. Le sachet plastique est une option à envisager.

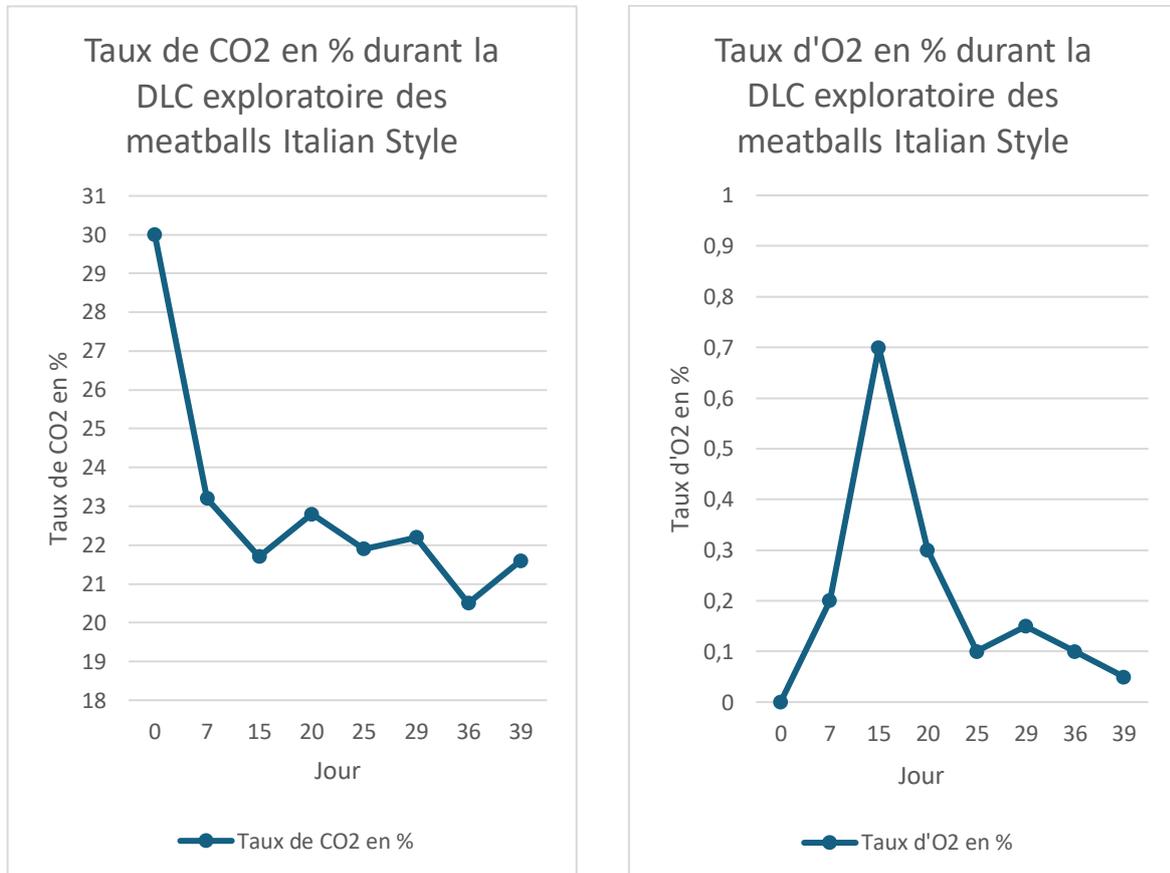


Figure 10: Graphique illustrant l'évolution des taux de gaz en pourcentage de l'emballage durant les DLC exploratoires des meatballs Italian Style (à gauche : l'évolution du taux de CO2 ; à droite : l'évolution du taux de O2) :

### 2.5.3. Réalisation d'essais de nouveaux films pour améliorer les défauts rencontrés

À la suite des problèmes rencontrés avec les premiers films plastiques, deux nouveaux ont été testés.

Un en mono-polypropylène mais cette fois-ci avec la couche d'éthylène alcool vinylique dans la partie substrat. Celui-ci fait 60 microns d'épaisseur. L'objectif de ce test était d'observer si la position de la couche d'EVOH dans le film plastique (partie soudante ou substrat) a un impact sur les soudures de l'emballage. Le MONOPP 60 permet de produire des soudures conformes. Les soudures ont moins de bulle dû à une surchauffe. Sans vernis, le film est glissant et difficile

à régler. Ce positionnement de l'EVOH permet de réaliser de plus jolies soudures. Ce plastique serait à privilégier si le type de matériaux choisi est du mono-polypropylène.

Il y a 10 ans, les sachets formés grâce à cette ensacheuse verticale étaient en un plastique complexe en polyéthylène téréphtalate, polyéthylène, une couche d'EVOH inférieure à 5% et avec une couche de vernis mate. C'est pourquoi, le deuxième plastique testé est le PETPE 65. Celui-ci comporte du polyéthylène téréphtalate, du polyéthylène, une couche d'EVOH inférieure à 5%, mais ne possède pas de vernis. Le même phénomène de glissement a été observé que pour le MONOPP 60. Malgré sa non recyclabilité, le choix de tester ce plastique a été fait par la responsable emballage, afin d'assurer la conformité des soudures pour le lancement produit. Le fabricant de l'ensacheuse verticale est venu aider sur site pour les réglages de ce film. Ceux-ci ont été menés sans produits, les soudures étaient conformes et similaires à celles du MONOPP 60.

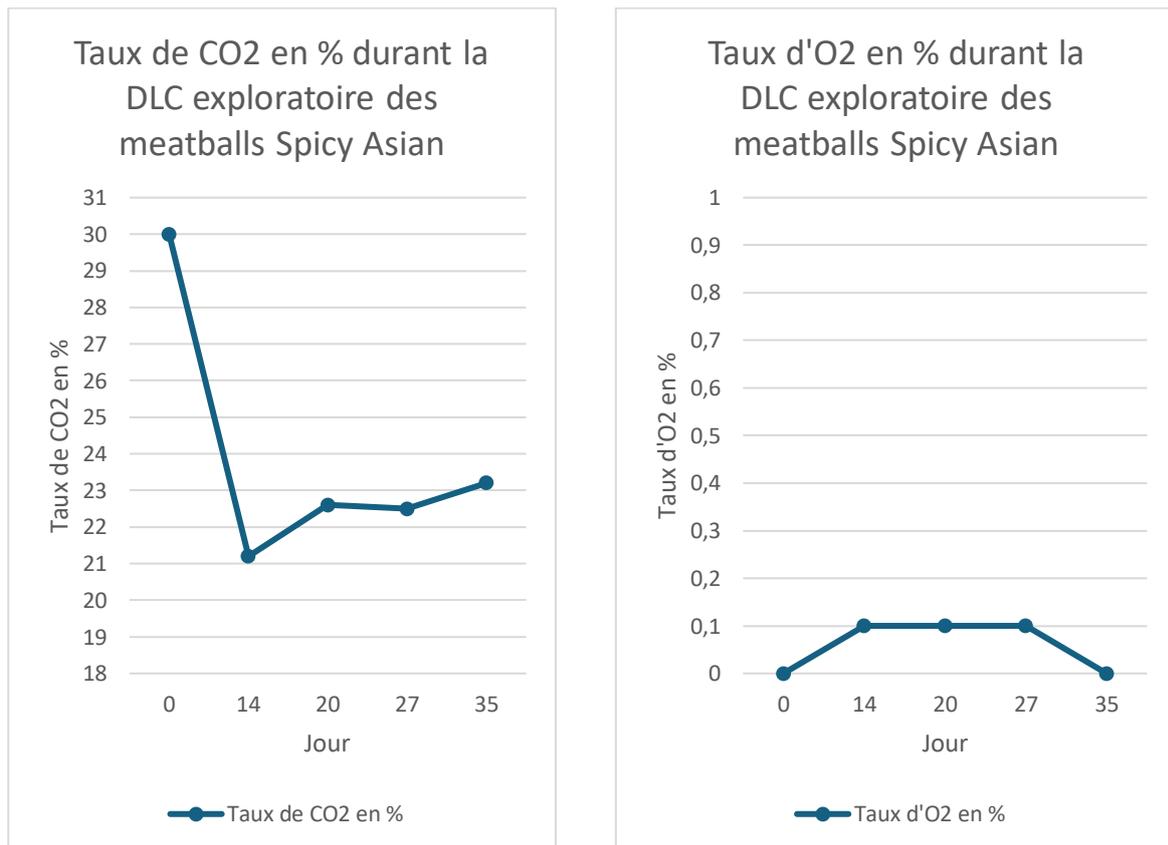
#### **2.5.4. Lancement d'une DLC exploratoire pour les meatballs Spicy Asian**

Une DLC exploratoire a également été menée pour valider une DLC de 35 jours pour les meatballs type Spicy Asian. La base de la formulation et du processus de fabrication est identique à celui des meatballs Italian, à la seule différence des arômes.

Cette DLC a été réalisée en conditionnant les produits à J+1, sous atmosphère modifiée en 30% CO<sub>2</sub>/70% N<sub>2</sub> dans des sachets (150/160/75) en plastique PETPE 65. Durant le conditionnement, de nombreux problèmes ont eu lieu. En effet, le délai pour faire des essais avec ce type de film a été restreint entre la réception du film et le conditionnement de la DLC exploratoire. C'est pourquoi, les réglages n'ont pas pu être réalisés avec la chute des produits dans le sachet. Ainsi, la température des mâchoires de soudure n'était pas optimale. Une température trop élevée faisait courber la soudure et une température moins élevée ne formait pas une soudure assez résistante face à la chute des produits. La mise des produits entraînait la réouverture de la soudure. De plus, le film glissait et se décalait dû à l'absence du vernis, ce qui engendrait une soudure verticale non conforme. Par conséquent, peu de sachets ont été réalisés, ce qui a diminué le nombre de dégustation.

Lors du suivi DLC, chaque emballage non fuité était correct en taux de gaz soit (>20% CO<sub>2</sub> / 70% N<sub>2</sub> / <1% O<sub>2</sub>). Grâce au suivi des taux de gaz tout au long de la DLC exploratoire, nous avons pu constater que l'évolution des taux gaz a été similaire à celle de la DLC exploratoire

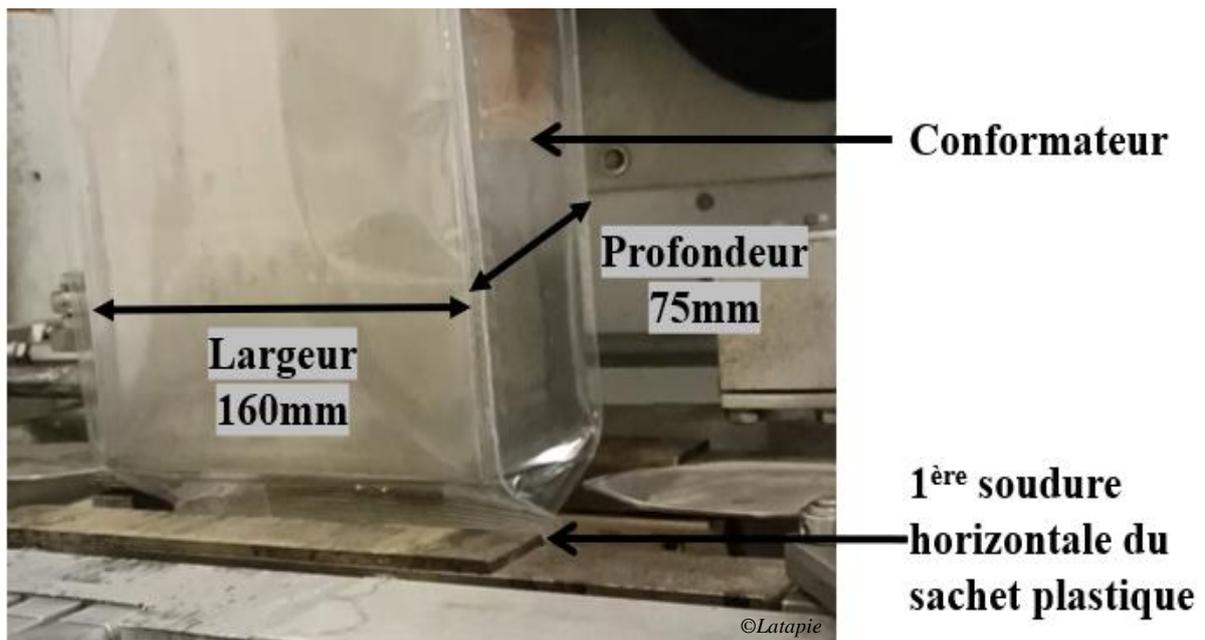
des meatballs Italian Style (cf. [Figure 11](#)). Les 35 jours ont été validés avec aussi une diminution de l'intensité des arômes au bout de 20 jours. Malgré les difficultés rencontrées lors du conditionnement, ce film plastique a été choisi pour assurer le lancement. En effet, ce type de plastique a été utilisé avec cette même machine, il y a 10 ans. Cela nous permet d'avoir une sécurité sur la faisabilité de réaliser des sachets conformes. De plus, ce film plastique est plus résistant que du mono-polypropylène.



*Figure 11: Graphique illustrant l'évolution des taux de gaz en pourcentage de l'emballage durant la DLC exploratoire des meatballs Spicy Asian (à gauche : l'évolution du taux de CO2 ; à droite : l'évolution du taux de O2):*

### 2.5.5. Détermination de la taille de sachet souhaitée par LA VIE

Le format des sachets meatballs a évolué tout au long de la phase d'exploration de la faisabilité du projet (cf. [Figure 13](#)). Les dimensions initiales demandées par LA VIE était un sachet pouch de 140 mm de largeur par 160 mm de hauteur par 55 mm de profondeur (140L /160H /55P) pour avoir un fort impact visuel en rayon. Avant rétrofit, l'ensacheuse possédait un conformateur de largeur fixe 160 mm et de profondeur fixe 75 mm (cf. [Figure 12](#)). Le film épouse le conformateur. La largeur et la profondeur des sachets sont donc non ajustables. Il n'y a que la hauteur qui peut varier.

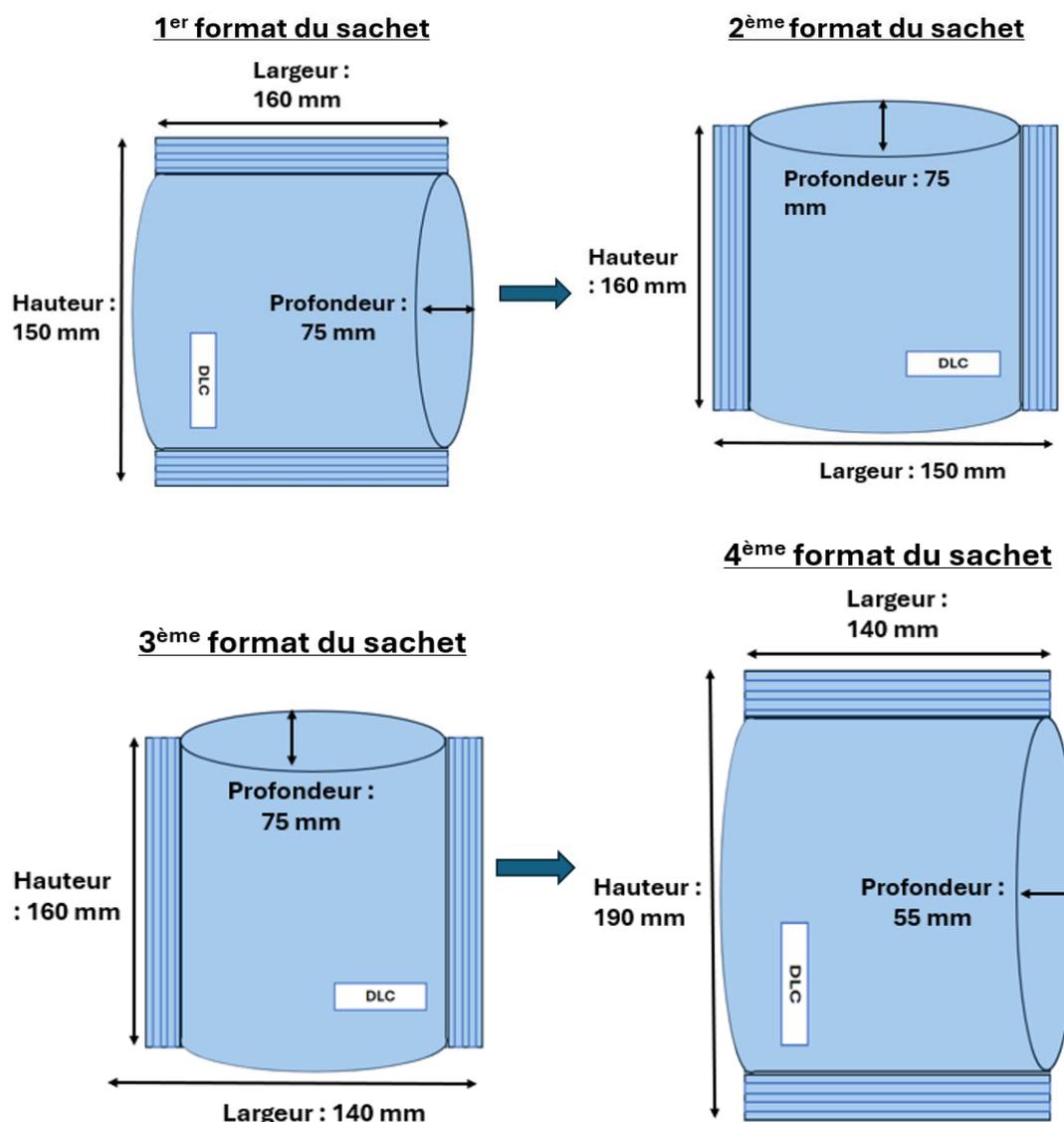


*Figure 12: Photographie légendée du conformateur pendant la formation d'un sachet :*

En réalisant des sachets remplis de produits, il a été observé que les sachets basculent. L'une des volontés de LA VIE est d'avoir un fort impact visuel en rayon. C'est pourquoi, SODEBO a proposé de mettre l'emballage à la verticale sur un soufflet afin d'améliorer sa stabilité et sa tenue en rayon. Cela permettait de proposer un sachet de 160 mm de hauteur et 75 mm de profondeur, avec une possibilité d'ajuster la largeur dans le but de réduire le vide à l'intérieur du sachet. Des tests ont été réalisés pour comparer les volumes de vide et déterminer la largeur idéale. Les 140 mm ont été choisis.

Puis, le service marketing de LA VIE a préféré repasser à un sachet pouch horizontal afin de ressembler au conditionnement des produits carnés comme les emballages de Maître Coq. Les nouvelles dimensions réfléchies sont 140 mm de largeur, 55 mm de profondeur et entre 160, 180 ou 190 mm de hauteur. Afin que LA VIE prenne la décision finale au sujet de la hauteur des sachets, avec la chef de projet R&D emballage, nous avons élaboré des prototypes faisant varier la hauteur. La hauteur 190 mm a été sélectionnée.

La largeur et la profondeur du sachet dépendent de la taille du conformateur. Par conséquent, il est nécessaire de modifier la taille du conformateur.



*Figure 13: Schéma représentant l'évolution du format des sachets meatballs :*

A la suite du choix final de la taille du sachet, la confection du plan du film a pu commencer. Sur l'emballage sont inscrites des consignes de réchauffage pour les meatballs. Ainsi, des essais de tests de réchauffage avec les produits et le matériau choisi ont été menés. Les sachets ont été formés manuellement au bon format. Ces tests consistaient à faire réchauffer les meatballs au micro-ondes avec les consignes de réchauffage indiquées par LA VIE. Initialement, la remise en œuvre était souhaitée à 700 Watts\* pendant 2 minutes. Grâce aux suivis de températures via une sonde insérée dans une boulette, il a été constaté que la température dépassait les 90°C recommandés pour les 3 essais. Par conséquent, la consigne de réchauffage a été abaissée à 700 Watts pendant 1 minute. Des tests de réchauffage erroné, soit pendant 1 minute à 900 Watts,

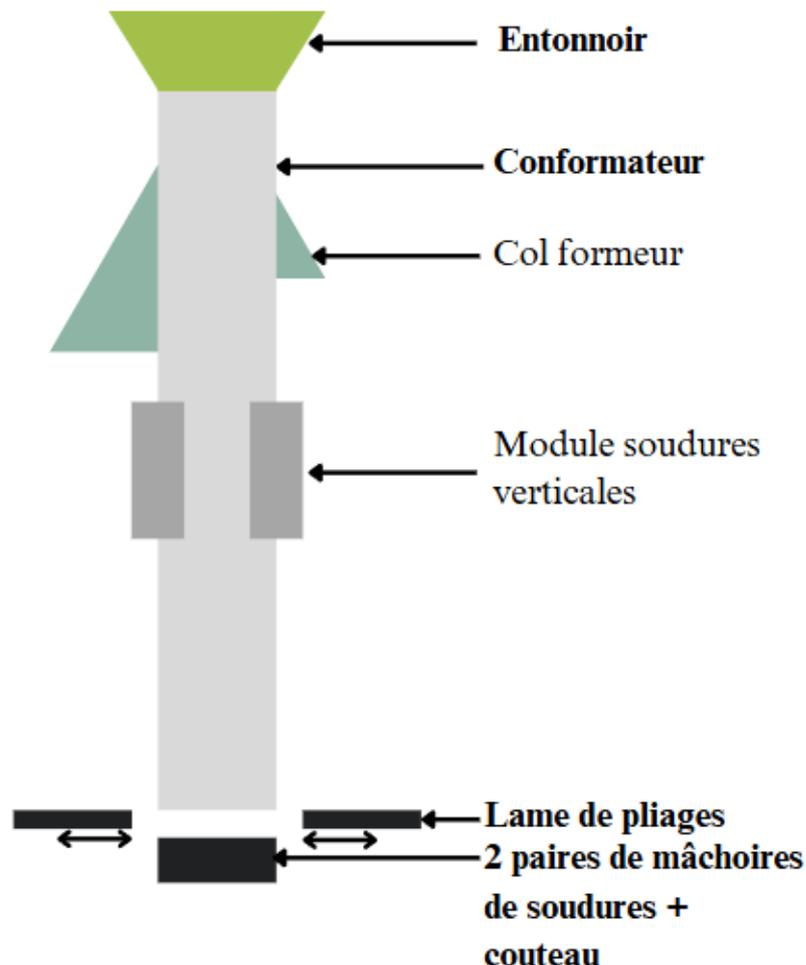
ont permis de s'assurer que même un usage erroné ne met pas en danger le consommateur. Celui-ci s'est avéré validé.

### **2.5.6. Les besoins de rétrofit de l'ensacheuse verticale**

Tous ces essais ont permis d'identifier les besoins du rétrofit de l'ensacheuse verticale (cf. Figure 14). Tout d'abord, le choix du format du sachet induit l'achat d'un nouveau conformateur. Celui-ci doit être hygiénique afin de faciliter le nettoyage et d'assurer la sécurité sanitaire des produits. De plus, la machine doit produire des sachets pleins. Ainsi, de nouvelles mâchoires de soudures sont nécessaires avec un couteau pour pouvoir séparer les sachets. Un entonnoir est à créer dans le but d'introduire les meatballs dans le conformateur en évitant le bourrage de celui-ci. L'objectif après lancement est de passer du film plastique PETPE 65 à un film plastique en mono-polypropylène pour être recyclable. Seulement, le plastique souple en mono-polypropylène est plus fragile que le PETPE 65. C'est pourquoi, nous choisissons de rétrofiter l'ensacheuse verticale dans l'optique d'utiliser du mono-polypropylène. Ainsi, les lames de piochages / pliages sont adaptées à la fragilité du plastique.

Un cahier des charges est rédigé avec l'entreprise fabriquant l'ensacheuse verticale. Dans celui-ci apparaît notamment la taille des sachets et le taux de gaz souhaité (30% CO<sub>2</sub> / 70% N<sub>2</sub> / <1% O<sub>2</sub>). La cadence désirée est de 20 coups par minute soit 1200 sachets par heure.

Le rétrofit de l'ensacheuse verticale se déroule dans l'entreprise des fabricants de la machine sur une durée de 12 semaines. Avant son retour, un test d'acceptation en usine est mené. Les réglages de la machine sont faits par leurs experts avec une bobine de film plastique du matériau prévu pour le lancement, ainsi que des produits. Durant ce point, les techniciens montrent les modifications apportées à l'ensacheuse et son fonctionnement. A la suite de l'accord des deux parties sur la conformité de la machine, le retour de celle-ci est organisé.



*Figure 14: Schéma représentant l'ensemble des modifications apportées (en gras), à la suite du rétrofit, aux principales parties de l'avant de l'ensacheuse verticale qui permet de former les sachets coussins :*

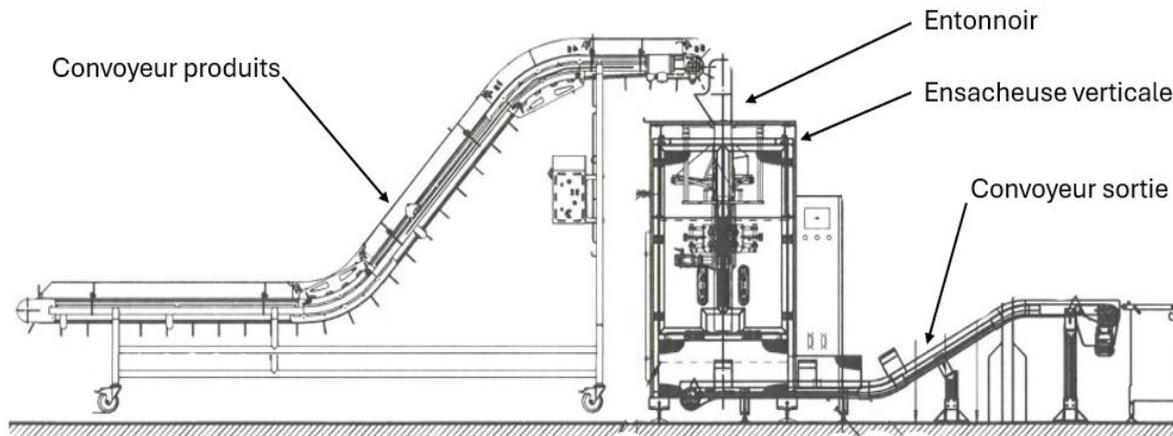
## **2.6. Mise en fonctionnement de l'ensacheuse verticale sur la ligne de conditionnement à la suite de son rétrofit**

### **2.6.1. Emplacement et organisation de la ligne de conditionnement**

Le responsable d'usine végétal avec l'aide des chargés d'ingénierie, de sécurité, de maintenance, responsable du secteur conditionnement et le service industrialisation a déterminé l'emplacement, les éléments nécessaires à la mise en place de cette nouvelle ligne de conditionnement.

L'avant de la ligne de conditionnement comporte l'ensacheuse verticale, un convoyeur à compartiment apportant les produits, ainsi qu'un convoyeur de sortie qui récupère les sachets et les achemine à l'arrière de la ligne (cf. [Figure 15](#)). Il y a deux opérateurs qui sont chargés de

mettre huit boulettes par compartiment. Un conducteur de ligne est présent pour gérer l'ensemble de la ligne de conditionnement dont l'ensacheuse et les contrôles à réaliser (taux de gaz, résistance soudure).



*Figure 15: Plan d'une partie de la ligne de conditionnement de l'ensacheuse verticale (convoyeur d'entrée à gauche, ensacheuse verticale et convoyeur de sortie à droite) :*

### **2.6.5. Formation du personnel**

Un technicien de l'entreprise fabricant la machine est venu trois jours afin de réaliser les réglages au froid et de former le personnel (opérateurs spécialisés, manager du service conditionnement, chargé d'industrialisation, chef ingénierie, responsable du nettoyage, service de maintenance). La responsable du service conditionnement a choisi 3 opérateurs spécialisés qui ont accepté d'apprendre le fonctionnement de l'ensacheuse verticale. Ils sont déjà conducteurs sur d'autres lignes de conditionnement. Le choix de ce personnel a été fait en fonction du volontariat de chacun ainsi que de leur présence lors des étapes clés du lancement (soit la formation ensacheuse verticale et les préséries).

Avant le retour de l'ensacheuse verticale, il a été nécessaire d'organiser un point avec les trois opérateurs, les managers et la responsable du service conditionnement dans le but de leur présenter le projet meatballs, les grandes parties de l'ensacheuse verticale, le principe de l'atmosphère modifiée par balayage gazeux, les contrôles à réaliser ainsi que l'organisation des étapes qui restaient à venir les semaines suivantes. Pour cela, une présentation a été préparée sous forme de PowerPoint illustré avec des photos de l'ensacheuse (avant rétrofit), des schémas pour davantage de compréhension. Lors de cette réunion, les opérateurs et managers ont pu poser l'ensemble de leurs questions concernant ce nouveau conditionnement et l'organisation

de la formation. De plus, ces points ont permis d'aborder avec eux le format des documents de production qu'ils souhaitaient (standards, manuel de fonctionnement de la machine, feuille de production).

Il a fallu organiser la semaine de formation du technicien, avec l'aide de la responsable du secteur conditionnement. Mon rôle a été d'accompagner l'ensemble des formations et tests de réglages avec l'expert. A la suite de ces trois jours de formations, le manuel d'utilisation de l'ensacheuse verticale a été peaufiné et validé par le personnel. Le manuel d'utilisation contient quatre parties :

- 1. Description générale de l'ensacheuse verticale : Cette partie a pour but de décrire les modules de l'ensacheuse et les principales commandes.
- 2. Réglages de l'ensacheuse verticale : Elle permet d'expliquer le protocole pour des réglages de l'ensacheuse.
- 3. Procédures : Il y est expliqué les procédures de mise du film, raccordement de bobine, retrait du film et mise/retrait du conformateur.
- 4. Déroulement d'un ordre de fabrication\* : Cette partie décrit les étapes à suivre pour mener un conditionnement de produit.

Ces explications sont concises et illustrées par des photos légendées.

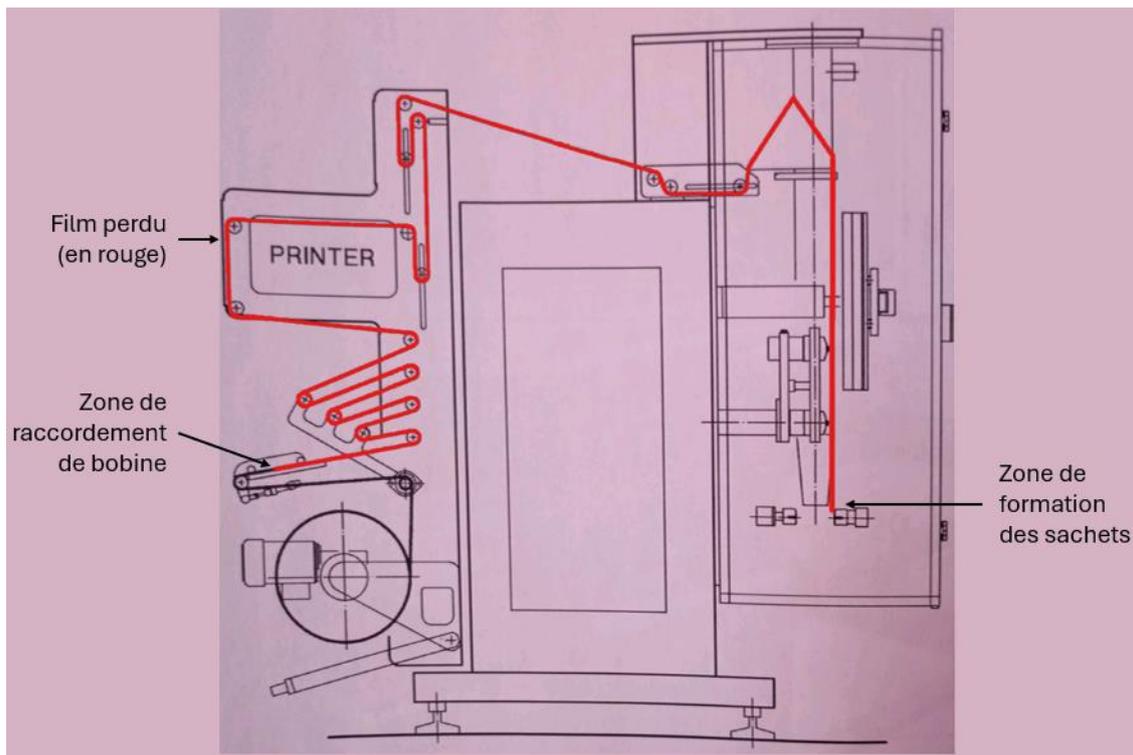
Les standards eux, comportent chacun une ou deux illustrations de ce qui est conforme mais également de ce qui est non conforme. Enfin, l'affiche indique la ou les actions à apporter pour régler la non-conformité.

### **2.6.1. Essais de réglages avec le film choisi pour le lancement des produits**

Les essais chez les fabricants de l'ensacheuse ont été effectués à température ambiante. Cependant, la température de l'atelier de conditionnement est à 4°C. Les propriétés des films plastiques sont légèrement modifiées comme les températures de fusion, lorsque le plastique est stocké et utilisé au froid. Par conséquent, il est indispensable de refaire des réglages de températures et temps de soudures.

Les essais sont menés avec la chute des produits, afin de trouver les réglages permettant de faire des sachets conformes. Il n'a pas été possible de réaliser dans les temps les modifications nécessaires à la structure du convoyeur qui amène les produits. C'est pourquoi, les essais de cadences avec celui-ci n'ont pas pu être effectués. Ainsi, la cadence de la ligne reste à déterminer. Les cadences peuvent avoir un impact sur les taux de gaz au sein des emballages. En effet, plus la cadence est élevée moins longtemps le gaz est balayé dans le sachet. Par conséquent, les taux résiduels d'O<sub>2</sub> inférieur à 1% peuvent être plus difficile à obtenir avec une cadence élevée. Cette cadence sera basée également sur la capacité des opérateurs à mettre les boulettes dans les compartiments du convoyeur.

Par ailleurs, la période d'essais a permis de mettre en évidence une grande perte de matière lorsque le raccordement de bobine est effectué pour un changement de film entre deux références. En effet, le changement de bobine se fait à l'arrière de l'ensacheuse. Il y a plusieurs mètres de film écoulé jusqu'à ce que le raccordement atteigne la formation des sachets (cf. Figure 16). C'est pourquoi, il est apparu intéressant d'estimer le nombre de sachets réalisables avec la fin du film avant que des sachets soient formés avec le nouveau film. Il y a environ 25 sachets réalisables. Les produits sont acheminés via un convoyeur (cf. Figure 15). Il a été décidé de compter 15 à 20 compartiments avant de faire un trou pour le changement de film. Cela évite de jeter 4,6 mètres de film plastique à chaque changement de référence.



*Figure 16: Schéma représentant la quantité de film plastique jetée (en rouge) lors d'un raccordement de bobine pour effectuer un changement de film entre deux références :*

Pour nettoyer les mâchoires de soudures, une brosse en laiton est utilisée (cf. [Figure 17](#)). Les pics de la brosse sont susceptibles de se casser, de se retirer. Cela pourrait ainsi être un potentiel corps étranger métallique.



*Figure 17: Photographie légendée de deux brosses en laiton (une vue du dessus, l'autre vue de côté) identifiant un des pics susceptibles de se retirer ou de se casser :*

Le laiton est détectable au détecteur de métaux. Un test de détection reste à réaliser. Le protocole consiste à prendre 3 sachets conditionnés (avec 8 boulettes et sous atmosphère modifiée). Une vérification de l'absence de corps étrangers dans ces échantillons est nécessaire.

Puis, un poil de la brosse en laiton est collé sur chaque sachet. Il y a trois positions à tester (milieu, haut, bas de l'emballage). Ils sont par la suite, chacun passé cinq fois au détecteur de métaux. L'éjection des emballages confirmera la détection du laiton. Ce test permet de valider l'utilisation de cette brosse en laiton. Cependant, afin de limiter le risque de corps étranger, un suivi de l'intégrité de la brosse avant et après chaque utilisation est nécessaire. Ce contrôle a pour objectif d'identifier et de retirer tout pic qui serait susceptible de se casser ou de se retirer.

### **2.6.3. Création des feuilles de suivis de qualité, feuille de sécurité et du protocole de nettoyage pour la production**

Pour le bon déroulement, la traçabilité des conditionnements, une fiche de traçabilité est créée. La création est menée par le service qualité. De plus, une feuille sécurité doit être mise en place pour la formation du personnel aux points dangereux de la machine. Enfin, un protocole de nettoyage est réalisé afin d'assurer la sécurité sanitaire des produits tout en prenant les contraintes des nettoyages de l'ensacheuse. En effet, la machine ne doit pas être nettoyée à l'eau pour ne pas endommager les zones de soudures. Cependant, le conformateur peut se retirer afin de nettoyer l'intérieur de celui-ci, où passent les produits. Un protocole est donc à suivre pour assurer la sécurité sanitaire et la longévité de l'ensacheuse. Le nettoyage se fait à l'aide de lingettes, soufflette, spray nettoyant, brosse en laiton pour les barres de soudures.

Pour la création de ces fiches, ces services sont accompagnés par la responsable du secteur conditionnement. Mon rôle a été de transmettre à la responsable du secteur conditionnement l'ensemble des informations sur l'ensacheuse verticale nécessaires à la création de ces fiches. Afin d'en apprendre plus sur le fonctionnement et l'entretien des ensacheuses, une visite a eu lieu à SOBOX et à GOODWICH, où se trouve respectivement, une ensacheuse de dosette de sauce et une ensacheuse horizontale qui conditionne sous atmosphère modifiée. Les informations recueillies m'ont aidé à visualiser les besoins en matériel pour le nettoyage, les équipements de protection individuel (EPI), et les pratiques à mettre en place lors de l'usage de la machine. Ainsi, la fiche récapitulative reprenant l'ensemble des constatations sur l'ensacheuse verticale et celles des ensacheuses de SOBOX et GOODWICH a été transmise à la responsable du secteur conditionnement.

## **2.6.2. Lancement d'une présérie avec suivi de DLC**

A l'arrivée de l'ensacheuse à KIM ARMOR, un nettoyage global a été réalisé. Des tests de détection de protéines grâce à un ATP-mètre ont permis d'identifier la présence / l'absence de charge microbienne. A la suite des essais de réglages, un nettoyage a eu lieu avec cette fois-ci des prélèvements pour des analyses microbiologiques. Ces résultats sont déterminants pour lancer la présérie puisqu'il est indispensable de pouvoir analyser l'évolution de la conservation du produit sans ajouter un biais de contamination durant le conditionnement.

La présérie a été conditionnée avec le film final soit du PETPE 65 avec vernis mate. Cette bobine de film était seulement spotée\*. Un spot est un rectangle noir positionné avant chaque impression de sachet permettant à la machine de détecter chaque emballage.

L'évolution des produits est suivie tout au long de leur DLC. Il faut savoir qu'à la suite des retards engendrés par les livraisons de bobines de films, de l'ensacheuse verticale, il a été décidé par LA VIE de réduire la date limite de consommation à 28 jours. Ce choix a été pris afin de décaler le lancement uniquement de deux semaines et de respecter un lancement en octobre. De plus, LA VIE a décidé d'annuler le lancement au Royaume Uni. Ainsi, le suivi DLC des préséries pourra être mené en condition française, soit un passage de 4°C à 8°C au bout des 1/3 de la DLC.

Les préséries ont eu lieu après la fin de la période de stage. Cependant, toutes les informations nécessaires au personnel pour que les préséries et la production se passent au mieux ont été transmises.

## **2.7. Points d'améliorations**

### **2.7.1. Consommation de gaz et de plastique**

La consommation de gaz peut se calculer grâce à un débitmètre, qui a été installé sur l'ensacheuse verticale. De plus, la consommation de gaz est estimée entre 5 et 8 fois la taille du sachet. Par conséquent, plus la taille de l'emballage est importante et la cadence est faible plus la consommation de gaz sera élevée. Pour réduire celle-ci, il est possible de travailler sur ces points-là.

- La cadence et le débit de la canne de gaz : D'après le calcul de la consommation de gaz, plus la cadence est faible plus la consommation sera élevée. Cependant, comme il a été

notifié précédemment, augmenter la cadence peut entraîner des conséquences sur le taux résiduel d'O<sub>2</sub>. C'est pourquoi, des tests devront être réalisés afin d'augmenter la cadence tout en vérifiant que les taux de gaz restent conformes dans le temps. De la même manière que jouer sur la cadence, le débit de la canne de gaz est un paramètre qu'il est possible de modifier. Plus le débit est important plus la consommation de gaz augmente. La diminution du débit impacte l'efficacité du balayage gazeux. Ainsi, ce paramètre est à ajuster conjointement avec la cadence pour pouvoir trouver le couple débit de la canne de gaz / cadence qui permet d'obtenir la consommation de gaz optimale.

- Taille du sachet : La taille du sachet, du point de vue technique, peut être réduite. En effet, l'intérieur de l'emballage sous atmosphère modifiée peut être divisé en deux parties : volume du gaz et volume du produit. La proportion minimale du volume de gaz par rapport au volume total du sachet est de 1/3 de gaz pour 2/3 de produit. Celle-ci a été déterminée par des experts afin de réduire la taille des emballages tout en conservant l'efficacité de l'atmosphère modifiée sur la conservation des produits (Air Liquid, 2024).

La proportion du volume de gaz par rapport au volume total du sachet des meatballs a été estimée. Pour ce faire, un protocole simple a permis d'obtenir des volumes grâce à de l'eau et un récipient gradué (cf. **Annexe 3** :). La proportion du volume de gaz est estimée à 87,72%, soit aux alentours de 7/8<sup>ème</sup> de gaz pour 1/8<sup>ème</sup>. Cette proportion est 2,6 fois plus importante que la minimale recommandée par les experts. Par conséquent, il sera possible de réduire la taille du sachet sans impacter sur la conservation des produits. Cependant, sans investir dans un nouveau conformateur, la réduction du format de l'emballage n'est possible qu'en hauteur. Pour rappel, la hauteur et la profondeur du sachet sont fixes puisqu'elles dépendent de la taille du conformateur. Diminuer la hauteur aurait un impact sur le visuel du produit en magasin, ce qui réduirait la quantité d'information que LA VIE pourrait placer sur l'emballage pour communiquer avec leurs consommateurs. Par ailleurs, réduire la taille du sachet réduirait la consommation de plastique et ainsi l'impact environnemental de l'emballage.

- Pour réduire la consommation de plastique, des analyses du fonctionnement de la machine, comment mettre le film en place sur l'ensacheuse verticale, faire les raccordements de bobine, les réglages de film permettront de mettre en évidence des

bonnes pratiques d'utilisation de l'ensacheuse verticale. Ces techniques pourront être optimisées dans l'objectif de réduire la perte de plastique.

### **2.7.2. Recyclabilité du sachet plastique**

Le plastique choisi pour le lancement est composé de polyéthylène et de polyéthylène téréphtalate. Ce complexe n'est pas actuellement recyclable en France. Initialement, LA VIE souhaitait lancer le produit avec un emballage recyclable. C'est pourquoi, l'objectif dans le temps est de passer à un emballage en mono-polypropylène. Ce type de plastique est idéal pour le réchauffage au micro-ondes des produits et est recyclable en France dès 2025, grâce à la création de site de recyclage. Lors du changement de matériaux, de nouveaux essais seront à prévoir afin de trouver les bons réglages machine. De plus, un suivi DLC sera nécessaire afin de valider la conservation des produits et vérifier que le type de plastique n'impacte pas sur la qualité du produit à DLC. L'ensacheuse verticale est adaptée à ce plastique qui est plus sensible que le PET/PE. Une rénovation de l'emballage devra être effectuée afin de modifier les informations liées à la recyclabilité.

## **Conclusion**

Pour conclure, l'intégration d'une machine pour un nouveau conditionnement se déroule en plusieurs étapes. La première phase a pour objectif d'explorer la faisabilité du projet avec l'ensacheuse verticale et de déterminer l'ensemble des besoins du rétrofit de celle-ci. Les essais menés ont montré que ce conditionnement en sachet coussin sous atmosphère modifiée est réalisable pour ce type de produit, mais nécessite un certain nombre de modification sur l'ensacheuse verticale lors de son rétrofit. S'en suit une phase d'essais en condition production avec le film choisi pour le lancement de produit afin de valider le type de conditionnement avec le nombre de jours souhaité pour la date limite de consommation. Durant cette phase, l'intégration de l'ensacheuse est à mener en réalisant les fiches de standards, les documents nécessaires aux opérateurs pour le bon fonctionnement de la ligne de conditionnement. Lorsque la date limite de consommation sera validée, le lancement pourra avoir lieu. L'industrialisation des meatballs après lancement aura comme objectif d'optimiser le conditionnement, en améliorant la cadence et la consommation de gaz. Au long terme l'emballage pourrait également être amélioré du point de vue de la taille et de la recyclabilité du matériau.

## Bibliographie

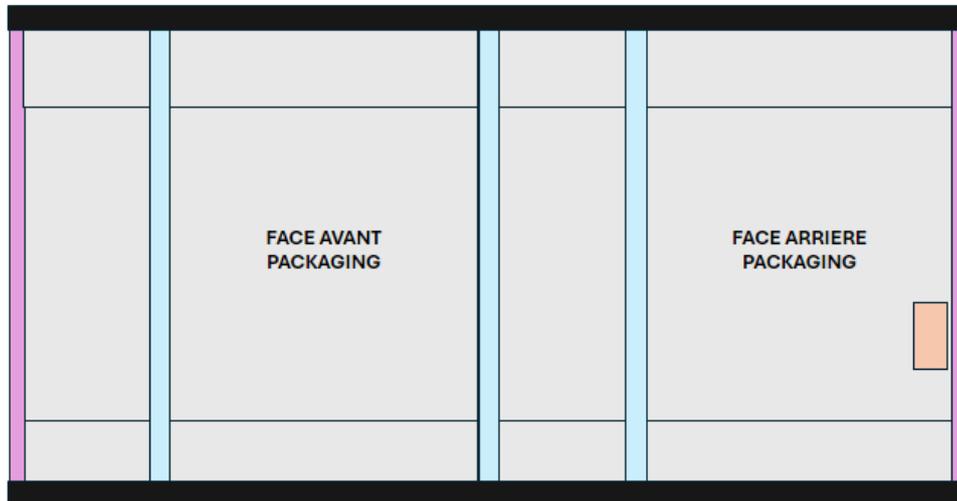
- ACS. (2024). *Complexage*. Récupéré sur <https://acs-impression.com/complexage/>
- Air Liquid. (2024). *Importance de contrôler l'oxygène résiduel et le CO2 dans un emballage sous atmosphère*. Récupéré sur <https://fr.airliquide.com/solutions/conservation-sous-atmosphere-modifiee-map/limportance-de-controler-loxygene-residuel-et-la-teneur-en-co2-dans-lemballage-sous-atmosphere-modifiee>
- Air Liquide. (2024). *MAP : quelles sont les différentes machines de conditionnement ?* Récupéré sur <https://fr.airliquide.com/solutions/conservation-sous-atmosphere-modifiee-map/quelles-sont-les-differentes-machines-de-conditionnement-pour-le-map>
- Air Product. (2024). *Quelle atmosphère modifiée pour la conservation des plats préparés, produits traiteurs et à base de protéines végétales ?* Récupéré sur <https://fr.airliquide.com/solutions/conservation-sous-atmosphere-modifiee-map/quelle-atmosphere-modifiee-pour-la-conservation-des-plats-prepares-produits-traiteurs-et-base-de-proteines-vegetales>
- Air Products and Chemicals. (2016). *Guide détaillé sur le Conditionnement sous atmosphère modifiée*. Récupéré sur <https://www.airproducts.expert/fr/calculateur-MAP/pdf/MAP-handbook-FR.pdf>
- ANSES. (2015, 02 25). *Emballages alimentaires : un réchauffage à puissance trop élevée augmente le risque de migration de substances*. Récupéré sur <https://www.anses.fr/fr/content/emballages-alimentaires-un-r%C3%A9chauffage-%C3%A0-puissance-trop-%C3%A9lev%C3%A9e-augmente-le-risque-de>
- CAP ECO Recycling. (2024). *Recyclage des emballages plastiques : Comment ça marche ?* Récupéré sur <https://capeco-recycling.com/recyclage-film-emballage/>
- CITEO. (2024, 04 02). *Méthodologie d'évaluation de la recyclabilité des emballages menagers*. Récupéré sur <https://ecd-bo.citeo.com/ecd2/medias/citeo/public/fr/guide-m%C3%A9thodologique-tree.pdf>
- CNIPT, A. K. (2021). *Les pommes de terre en sachet micro-ondable (étude 2021)*. Récupéré sur [https://www.cnipt.fr/wp-content/uploads/2021/10/CNIPT-PDT-sachet-micro-onde-Synthese-2021\\_V3.pdf](https://www.cnipt.fr/wp-content/uploads/2021/10/CNIPT-PDT-sachet-micro-onde-Synthese-2021_V3.pdf)
- H. Han, J. (2013). *Plastic films in food packaging*. Récupéré sur <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/modified-atmosphere-packaging>

- Kartable. (2024). *Kartable*. Récupéré sur L'industrialisation et l'accélération des transformations économiques et sociales en France:  
<https://www.kartable.fr/ressources/histoire/cours/lindustrialisation-et-laceleration-des-transformations-economiques-et-sociales-en-france/50854>
- La Vie Foods. (2024, août). *laviefoods*. Récupéré sur <https://www.laviefoods.com/#>
- Larousse. (s.d.). *Recyclage*. Récupéré sur  
<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/recyclage/67278#:~:text=Ensemble%20des%20techniques%20ayant%20pour,3>
- M.G. Kontominas. (2014). *Encyclopedia of Food Microbiology*. Récupéré sur  
<https://www.sciencedirect.com/referencework/9780123847331/encyclopedia-of-food-microbiology>
- Spg Pack. (s.d.). *Les emballages plastiques micro-ondes conditions auxquelles ils doivent répondre*. Récupéré sur <https://www.spg-pack.com/fr/blog/les-emballages-plastiques-microondes-conditions-auxquelles-ils-doivent-repondre/>
- systems, P. (2020). *Emballages Stand up pouch : le guide complet - MF Tecno*. Récupéré sur  
<https://www.mftecno.com/fr/actualites/emballages-stand-up-pouch/>
- WITT. (s.d.). *Comment le conditionnement sous atmosphère modifiée augmente la durée de conservation des produits alimentaires*. Récupéré sur  
<https://www.wittgas.com/fr/conseil-et-service/livres-blancs/emballage-sous-atmosphere-modifiee/#:~:text=Les%20aliments%20emball%C3%A9s%20sous%20une,selon%20le%20type%20de%20produit>

## Annexes

### Annexe 1 :

**Schéma (Figure 18) et prototypes (Figure 19) montrant les différentes soudures d'un sachet coussin :**



#### Légendes :

-  Zones de soudure de la soudure verticale qui joint les deux extrémités du film
-  Zones de soudure des soudures verticales qui permettent de donner la forme du sachet "coussin"
-  Zones de soudure des soudures horizontales qui joint le haut et le bas du sachet
-  Zones d'impression des informations du packaging
-  Encart DLC et numéro de lot

*Figure 18 : Schéma d'un sachet coussin à plat montrant les zones de soudures*



*Figure 19 : Photographies du prototype d'un sachet coussin montrant les zones de soudures, vu de face (à gauche), de derrière (au milieu) et du dessous (à droite) :*

**Annexe 2 :**

**Photographie légendée d'un sachet coussin en plastique transparent illustrant le pli latéral**

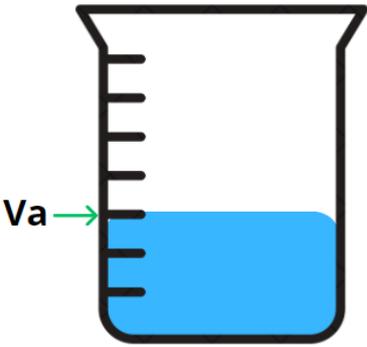
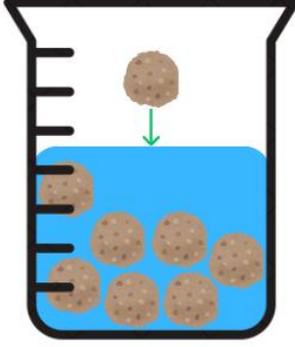
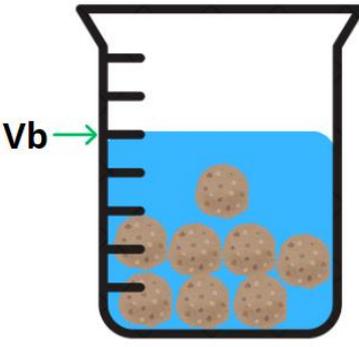


Pli latéral  
du sachet

### Annexe 3 :

#### Protocole permettant d'estimer la proportion du volume de gaz par rapport au volume total d'un emballage :

Calcul du volume des produits noté V :

<u>Etape 1 :</u> Mettre un volume d'eau dans un récipient gradué. Noter ce volume d'eau Va.	<u>Etape 2 :</u> Mettre les produits dans le récipient gradué sans faire d'éclaboussures.	<u>Etape 3 :</u> Attendre que l'eau se stabilise et noter ce nouveau volume Vb.
		
<i>Récipient gradué comportant le volume d'eau Va.</i>	<i>Récipient gradué dans lequel est ajouté les produits</i>	<i>Récipient gradué comportant le volume d'eau Va et les produits</i>

Etape 4 : Calculer le volume des produits noté V à partir du volume Va et Vb.

- Pour cela :  $V = Vb - Va$  Litres

Puis, le volume total du sachet doit être déterminé :

Pour cela, il faut remplir d'eau un sachet vide ayant la forme finale. Ensuite, vider ce volume d'eau dans un récipient gradué afin de déterminer le volume d'eau que contient l'emballage. Ce volume sera noté Ve.

Enfin, pour estimer la proportion du volume de gaz par rapport au volume total du sachet, il faut :

- $PropProduit = 100 * \frac{V}{Ve} \%$
- $PropGaz = 100 - PropProduit \%$

 	Diplôme : Ingénieur Oniris  <b>Agroalimentaire</b> / Biotechnologies de la santé  Parcours personnalisé de l'approfondissement de 3 <sup>ème</sup> année : GENEPI
Auteur/e : Léa LATAPIE	Structure d'accueil : SODEBO (Usine KIM ARMOR)
Nombre de pages :	
Annexes :	Adresse : CS 50006-85607 Montaigu Cedex
Année de soutenance : 2024	
Titre : Comment réhabiliter une ensacheuse verticale pour la production de nouveaux types de sachets au sein d'un atelier de conditionnement ?  Title : How can a vertical bagging machine be retrofitted to produce new types of bag in a packaging plant ?	
<u>Résumé :</u> Le lancement d'un nouveau produit sous la marque LA VIE a nécessité le rétrofit d'une <b>ensacheuse verticale</b> . Alors, comment réhabiliter une machine pour la production de nouveaux types d'emballage au sein d'un atelier de conditionnement ? La réalisation de cette mission d' <b>industrialisation</b> passe par plusieurs étapes comme l'exploration de la faisabilité du projet, le rétrofit de la machine, les <b>essais</b> en condition de production pour valider la date limite de consommation et lancer le projet en respectant les délais fixés. De plus, les opérateurs, manager du conditionnement et la responsable de service conditionnement doivent être <b>formés</b> sur cette nouvelle machine. Enfin, les standards, un manuel d'utilisation, ainsi que les documents permettant le bon déroulement de la ligne de conditionnement sont réalisés. A la suite du lancement, des <b>optimisations</b> seront à apporter au conditionnement (cadence, consommation de gaz) et à l'emballage (taille, recyclabilité).	
<u>Abstract :</u> The launch of a new product under the LA VIE brand required the retrofitting of a <b>vertical bagging machine</b> . So, how do you retrofit a machine to produce new types of packaging in a packaging workshop ? This <b>industrialization</b> mission involved several stages, including exploring the feasibility of the project, retrofitting the machine, <b>testing</b> it under production conditions to validate the expiration date for food, and launching the project on schedule. In addition, operators, packaging managers and the packaging department manager had to <b>be trained</b> on the new machine. Finally, standards, a user manual and all documents required for the smooth running of the packaging line were produced. Following the launch, <b>optimizations</b> will be made to the packaging (industrial production rates, gas consumption) and the packaging (size, recyclability).	
Mots-clés : ensacheuse verticale, industrialisation, essais, formés, optimisations Key Words : vertical bagging machine, industrialization, testing, be trained, optimizations	