

Enjeux de la qualité sanitaire du lait en  
traite robotisée sur le territoire savoyard.

Etat des lieux et perspectives pour sécuriser  
et pérenniser une filière lait cru.

Eloïse Vignon

Option Adapter l'Élevage aux nouveaux Enjeux (A2E)

Année 2021







*« L'alternant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup. »*



## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon maître d'apprentissage Jean-Baptiste AMEDEO qui a su adapter et orienter mes missions en entreprise en conciliant les attentes et les besoins de chacun. Je remercie tout particulièrement Maxime MERMETY et Stéphane PIERRET qui tous les deux m'ont accompagnée dans des étapes clés du projet. Ils ont su répondre à mes questionnements et m'ont apportée de précieux conseils et savoirs. Je les remercie tous les trois pour leurs écoutes, leurs encouragements et la confiance accordée pour ce travail.

Mes remerciements les plus sincères à Eve BALARD, ma tutrice, qui a suivi mon parcours à VetAgro Sup depuis ces trois années. Je la remercie pour ses conseils avisés au cours de la mission menée pour ce mémoire mais aussi pour tous les autres échanges durant mon apprentissage. Merci de son regard critique, de sa justesse et de sa bienveillance.

Je remercie également l'ensemble des collaborateurs d'Éleveurs Des Savoie et notamment ceux de l'équipe Avant-Pays Savoyard, qui m'ont toujours considérée parmi les leurs. Plus particulièrement, un grand merci à Mélanie et Bertille, mes collègues-colocatrices qui ont mis beaucoup de gaieté dans notre maison.

Merci aux éleveurs que j'ai sollicités durant cette mission, qui ont accepté de répondre à mes questions, et plus particulièrement à ceux qui ont participé à l'expérimentation. De manière générale, je remercie tous les éleveurs savoyards que j'ai pu rencontrer au cours de mon apprentissage où chaque échange a été enrichissant.

Plus personnellement, je remercie ma famille. Merci pour les valeurs transmises, pour tous les moments partagés ensemble et pour leur soutien sans failles. Je n'oublie pas également mes amis particulièrement vous Coline, Laura et Cédric, merci de votre présence et simplement d'être vous. Enfin, un grand merci à toi, Matteo, pour ton épaule solide, pour la force que tu me donnes et pour notre vie future.

« Quand on cherche à rendre possible ce qui semblait jusque-là impossible, on aborde un monde inconnu. Cela rendait passionnant tout nouvel objectif. »

Reinhold Messner dans *Le sur-vivant*



# Table des matières

Liste des figures .....	
Liste des tableaux .....	
Liste des sigles et des abréviations.....	
Table des annexes.....	
Introduction .....	1
1. La présence du robot de traite face à l'enjeu de la qualité sanitaire du lait.....	2
1.1. La qualité sanitaire du lait et l'enjeu du lait cru .....	2
1.1.1. L'importance du lait cru en France et son intérêt .....	2
1.1.2. Définition de la qualité sanitaire du lait cru et réglementations au niveau européen et national.....	3
1.1.3. Les risques de zoonoses et les agents pathogènes surveillés .....	4
1.2. La qualité sanitaire du lait en élevage avec robot de traite.....	5
1.2.1. Présence du robot de traite en France et sur les Savoie .....	5
1.2.2. Impact du robot de traite sur la qualité sanitaire du lait.....	6
1.2.3. Focus sur les pratiques considérées à risques et spécificités des robots de traite .....	7
1.3. La qualité sanitaire du lait sur les Savoie : un enjeu majeur .....	8
1.3.1. La filière laitière sur les Savoie : une dynamique axée lait cru .....	8
1.3.2. Des multiples crises sanitaires sur les Savoie .....	9
1.3.3. Une filière organisée pour accompagner les producteurs laitiers en robot sur le thème de la qualité sanitaire du lait. ....	9
2. Présentation de la problématique, des objectifs et des hypothèses du travail .....	11
2.1. Question principale de recherche .....	11
2.2. Questions secondaires de recherche .....	11
3. Matériels et méthodes.....	12
3.1. Etat des lieux et qualité du lait pour les élevages robots des Savoie.....	12
3.1.1. Recherches bibliographiques .....	12
3.1.2. Recensement des élevages robots sur les Savoie .....	12
3.1.3. Construction de plusieurs bases de données : impact du robot sur la qualité sanitaire du lait .....	13
3.1.4. Enquête sur les pratiques des élevages robots .....	15
3.2. Etude expérimentale sur l'impact des réglages du robot sur la propreté du trayon.....	16
3.2.1. Objectifs de l'étude .....	16
3.2.2. Recensement des réglages possibles au robot.....	16
3.2.3. La propreté des trayons .....	17
3.2.4. Les protocoles expérimentaux .....	17



4. Résultats .....	20
4.1. Caractéristiques et présence des élevages robots sur les Savoie.....	20
4.1.1. Une présence du robot de traite marquée mais disparate sur le territoire savoyard ...	20
4.1.2. Une dynamique d'installation marquée depuis 2015 et projection à horizon 2030	21
4.1.3. Des systèmes de plus grandes tailles et plus productifs.....	22
4.1.4. Des pratiques d'élevages communes au système avec robot de traite .....	23
4.2. Impact du robot de traite sur la qualité sanitaire du lait .....	24
4.2.1. Une dégradation de la qualité du lait après l'installation du robot de traite à relativiser .....	24
4.2.2. Mise en perspectives des résultats d'analyse du lait avec le bilan cellules mammites .....	25
4.2.3. Comparaison des résultats du lait de mélange entre les différents systèmes de traite .....	26
4.2.4. Les sources de contaminations du lait et l'intérêt de la qualité sanitaire du lait pour les éleveurs .....	27
4.3. Impact des réglages pré-traite au robot sur la propreté des trayons .....	28
4.3.1. Réglages pré-traite au robot et recrutement des exploitations pour l'étude.....	28
4.3.2. Résultats de l'expérimentation avec le protocole 1 : Des réglages au robot qui n'influencent pas la propreté des trayons.....	29
4.3.3. Résultats de l'expérimentation avec le protocole 2 : Des différences marquées selon le réglage pré-traite au robot .....	31
5. Discussion .....	32
5.1. Eléments de discussions sur les différents résultats obtenus .....	32
5.1.1. Une étude qui révèle l'implication des éleveurs savoyards face à l'enjeu de la qualité du lait .....	32
5.2.2. Les préconisations et les points de vigilances observées pendant l'étude .....	33
5.2.3. Etude de la propreté des trayons au robot : Un protocole limitant à remettre en question .....	34
5.2. Des actions et des perspectives pour accompagner les élevages robots sur le thème de la qualité du lait .....	34
5.2.1. Le robot de traite et l'organisation du contrôle de performances .....	34
5.2.2. Consolider la présence d'Eleveurs des Savoie auprès des élevages robot.....	36
Conclusion.....	37
Références bibliographiques .....	38
Table des annexes.....	43
ANNEXES .....	44



## Liste des figures

Figure 1 : Les critères et les incidences de la qualité du lait pour une transformation en lait cru (Source personnelle issue de la formation Baraton donnée le 09 mars 2021 pour Eleveurs des Savoie).....	3
Figure 2 : Classification des différentes souches d'Escherichia coli (Source : FIDOCL, Hazard selon l'avis de l'ANSES, mai 2017) .....	4
Figure 3 : Nombre d'élevages équipés de robots de traite en France (Source : Prim Holstein France, 2014, d'après base de données nationales de vérification des compteurs à lait électroniques de ferme) .....	5
Figure 4 : Evolution de la concentration moyenne en cellules somatiques du lait de mélange avant et après installation du robot de traite sur 53 exploitations (Freiss, 2009).....	6
Figure 5 : Schéma explicatif des grandes étapes établies et des questions posées pour répondre à la problématique (Source personnelle) .....	11
Figure 6 : Schéma explicatif de la méthodologie mis en place pour répondre à la problématique (Source personnelle).....	12
Figure 7 : Grille de notation sur l'observation des trayons (Source personnelle).....	17
Figure 8 : Schéma explicatif sur le déroulé de l'expérimentation pour l'observation des trayons selon les réglages au robot - Protocole 1.....	18
Figure 9 : Schéma explicatif sur le déroulé de l'expérimentation pour l'observation des trayons selon les réglages au robot - Protocole 1.....	19
Figure 10 : Répartition des élevages robots adhérents au contrôle de performances à EDS selon la marque constructeur (Source personnelle selon liste des adhérents robots au CP à Eleveurs des Savoie en 2021).....	20
Figure 11 : Répartition des élevages robots adhérents au contrôle de performances à EDS selon le nombre de stalle (Source personnelle selon liste des adhérents robots au CP à Eleveurs des Savoie en 2021).....	20
Figure 12 : Carte des élevages robots présents en Savoie et en Haute-Savoie selon les différentes marques constructeurs et les différentes zones des fromages sous SIQO (Source personnelle selon la liste des adhérents robots au Contrôle de Performances à Eleveurs des Savoie en 2021) .....	20
Figure 13 : Carte des élevages robots disponible en ligne pour les opérateurs d'Eleveurs des Savoie sur MyMaps (Source personnelle) .....	21
Figure 14 : Evolution du nombre d'adhésion au contrôle de performances spécifique élevage robot au sein d'Eleveurs des Savoie de janvier 2005 à juin 2021 et projections horizon 2030 (Source personnelle selon la liste des dates d'adhésion sur CaroLine, juin 2021). .....	21
Figure 15 : Nombre de vaches par exploitation sur les Savoie (Source personnelle selon les données SoLine année 2020).....	22
Figure 16 : Production laitière par vache et par jour sur les Savoie (Source personnelle selon les données SoLine année 2020).....	22
Figure 17 : Production laitière par vache et par an sur les Savoie (Source personnelle selon les données SoLine année 2020).....	22
Figure 18 : Représentations graphiques d'une partie des résultats de l'enquête spécifique aux pratiques des élevages robots sur les Savoie (Source personnelle).....	23



Figure 19 : Evolution du taux leucocytaire par mois un an avant et un an après l'installation du robot de traite (Source personnelle via données Mil'Klic – Résultats interpro).....	24
Figure 20 : Répartition des élevages en alerte avant et après IR pour l'indicateur CCI < 100 000 (Source personnelle selon Mil'Klic – Bilan cellules mammites).....	25
Figure 21 : Répartition des élevages en alerte avant et après IR pour l'indicateur CCI < 100 000 primipares (Source personnelle selon Mil'Klic – Bilan cellules mammites).....	25
Figure 22 : Répartition des élevages en alerte avant et après IR pour l'indicateur CCI < 300 000 (Source personnelle selon Mil'Klic – Bilan cellules mammites).....	25
Figure 23 : Répartition des élevages en alerte avant et après IR pour l'indicateur CCI > 800 000 (Source personnelle selon Mil'Klic – Bilan cellules mammites).....	25
Figure 24 : Répartition des résultats d'analyse du lait de mélange selon le seuil d'alerte (1,2,3) par critère et par système de traite (Source personnelle selon l'extraction des données Interpro pour Eleveurs des Savoie - 2020).....	26
Figure 25 : Résultat de l'enquête robot – Contamination du lait et agent pathogène mis en cause (Source personnelle selon l'enquête robot – juillet 2021).....	27
Figure 26 : Résultat de l'enquête robot – Intérêt pour le développement d'un service spécifique robot de traite par Eleveurs des Savoie (Source personnelle selon l'enquête robot – juillet 2021) .....	27
Figure 27 : Différentes boîtes à moustache représentant la dispersion des résultats du nombre de trayons sales par populations et par modalité étudiées (Source personnelle).....	29
Figure 28 : Nombre moyen de trayons souillés selon les niveaux de réglages au robot pour les 4 exploitations (Source personnelle) .....	30
Figure 29 : Nombre moyen de trayons souillés avant la modification des réglages au robot pour les 4 exploitations (Source personnelle).....	30
Figure 30 : Surface de souillures présentes sur les trayons selon les modalités de réglages du robot avant et après modification (% du trayon) (Source personnelle).....	30
Figure 31 : Surface de souillures présentes sur les trayons selon les modalités de réglages du robot avant et après lavage des trayons (Source personnelle).....	31
Figure 32 : Surface de souillures présentes sur les trayons selon les modalités de réglages du robot avant et après lavage des trayons (Source personnelle).....	31
Figure 33 : Evolution du taux de leucocytes (mil.ml) moyen avant et après l'installation du robot de traite par tranche de 6 mois et par groupe selon moyenne leucocyte (20 élevages) (Source personnelle) .....	32
Figure 34 : Evolution durant 18 mois des spores butyriques dans les installations robotisées en comparaison avec un groupe témoin (D'après Billon et Tournaire, 2002) .....	32



## Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification des principales flores microbiennes associées aux produits laitiers (Sources : personnelles et issues du guide « Microflore Lait Cru » RMT, 2011).....	2
Tableau 2 : Ordres de grandeur des groupes microbiens les plus fréquents dans le lait de vache (ufc/ml) (Selon RMT, 2011 issus des travaux menés par Desmasures et al, 1997a ; Michel et al., 2001 ; Mallet et al., 2010) .....	2
Tableau 3 : Liste des maladies et des infections pouvant être causées par la consommation de lait cru (Source : Ministère de la Santé et Ministère des Soins de Longue durée, Ontario) .....	3
Tableau 4 : Critères microbiologiques applicables au lait cru et aux produits issus de lait cru selon (Source personnelle selon le règlement du Paquet Hygiène et l'arrêté du 06/08/1985)...	3
Tableau 5 : Agents pathogènes retenus pour l'écriture du guide des bonnes pratiques d'hygiène (Source personnelle selon l'avis de l'ANSES, 2010).....	4
Tableau 6 : Nombre d'éleveurs adhérents au contrôle de performances et part des élevages robots à Eleveurs des Savoie (Source : Eleveurs des Savoie, Support présentation lancement de campagne 2021) .....	5
Tableau 7 : Illustration de synthèse des études portant sur l'évolution des cellules somatiques dans le lait à la suite de l'installation d'un robot de traite (Source personnelle).....	6
Tableau 8 : Risque de contamination selon les installations de traite (Source : ILS - Qualité Filière Laitière de Savoie, agenda 2021).....	6
Tableau 9 : Résumé des caractéristiques des germes indésirables (Source personnelle selon le Guide de bonnes pratiques – Fabrication de produits laitiers et fromages fermiers, 2004). .....	7
Tableau 10 : Les chiffres clés de la filière lait de vache sur les Savoie (Source personnelle selon les données de l'agenda ILS – Qualité Filière Laitière de Savoie, 2021) .....	8
Tableau 11 : Liste des informations utilisées pour la création de la base de données « Caractéristiques des élevages Robot ». .....	13
Tableau 12 : Liste des données utilisées en complémentarité pour l'étude : impact de l'installation du robot de traite .....	13
Tableau 13 : Liste des critères d'analyse de lait de mélange récupérées pour l'étude comparative : Système Robot vs. Système SDT-Lactoduc.....	14
Tableau 14 : Répartition des résultats d'analyse du lait en trois groupes pour chaque critère analysé selon les seuils de la grille de paiement interprofessionnelle sur les Savoie .....	14
Tableau 15 : Liste des données utilisées en complémentarité pour caractériser les systèmes Robots et les autres.....	14
Tableau 16 : Liste des groupes utilisés pour les comparaisons de moyennes « Robot » et « Système SDT-Lactoduc similaire Robot ».....	15
Tableau 17 : Ensemble des thèmes abordés dans l'enquête téléphonique spécifiques aux caractéristiques des élevages robots .....	15
Tableau 18 : Tableau comparatif entre les différents robots de traite Lely – Delaval et GEA (Source personnelle).....	16
Tableau 19 : Répartition des individus suivis dans le cadre de l'expérimentation – Protocole 1 .....	18



Tableau 20 : Nombre d'exploitations par groupe pour les comparaisons « Robot » et « Système SDT-Lactoduc similaire Robot » (Source personnelle selon les bases de données SoLine et Mil'Klic).....	22
Tableau 21 : Nombre d'enquêtes réalisées pour le recensement des pratiques des élevages robots et sources des données (Source personnelle) .....	23
Tableau 22 : Description des données recueillies pour l'étude de l'impact du robot de traite sur la qualité du lait (Source personnelle).....	24
Tableau 23 : Comparaison des moyennes critères qualité du lait avant et après installation du robot de traite (IR). (Source personnelle via Mil'Klic – Résultats interpro) .....	24
Tableau 24 : Evolution du taux leucocytaire selon la situation initiale avant l'installation du robot (Source personnelle via données Mil'Klic – Résultats interpro).....	24
Tableau 25 : Moyenne des 20 élevages sur les informations renouvellement avant et après IR (Source personnelle selon Mil'Klic – Bilan cellules mammites).....	25
Tableau 26 : Liste des critères d'analyse de lait de mélange récupérées pour l'étude comparative : Système Robot vs. Système SDT-Lactoduc (Source personnelle selon l'extraction des données Interpro).....	26
Tableau 27 : Résultat de l'étude comparative des critères qualité du lait selon les systèmes « Robot » et « SDT-Lactoduc » (Source personnelle selon l'extraction des données Interpro pour Eleveurs des Savoie - 2020).....	26
Tableau 28 : Source de la contamination par agent pathogène mis en cause sur les 10 réponses de l'enquête (Source personnelle selon l'enquête robot – juillet 2021).....	27
Tableau 29 : Tableau récapitulatif des possibilités de réglages pré-traite en robot de traite Lely (Source personnelle).....	28
Tableau 30 : Tableau récapitulatif des possibilités de réglages pré-traite en robot de traite Delaval (Source personnelle) .....	28
Tableau 31 : Détail des critères utilisés pour chaque modalité des réglages pré-traite par marque Lely et Delaval (Source personnelle selon les constructeurs Lely et Delaval) .....	28
Tableau 32 : Caractéristiques des exploitations suivies pour l'expérimentation (Source personnelle).....	28
Tableau 33 : Résumé des données obtenues pour l'expérimentation avec le Protocole 1 (Source personnelle).....	28
Tableau 34 : Nombre d'individus observés et retenus par modalité pour l'analyse des données de l'expérimentation Protocole 2 (Source personnelle) .....	31
Tableau 35 : Impact du réglage pré-traite sur le fonctionnement du robot - exemple pour un robot de traite Lely (Source personnelle).....	33
Tableau 36 : Analyse de la collecte des mammites cliniques au niveau d'Eleveurs des Savoie dans les élevages (Source : Idele, FCEL, 2021. Tableau de bord de la collecte des mammites cliniques (MACL) - 2020 – ECEL Eleveurs des Savoie). .....	35



## Liste des sigles et des abréviations

AOP : Appellation d'Origine Protégée

ARSOE : Association Régionale de Services aux Organismes d'Elevage

BDD : Base De Données

CCI : Comptage Cellulaire Individuel

CCS : Comptage en Cellules Somatiques

CNAOL : Conseil National des Appellations d'Origine Laitières

CNIEL : Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière

CP : Contrôle de Performances

DAC : Distributeur Automatique de Concentrés

ECEL : Entreprise de Conseil en ELevage

EDS : Eleveurs des Savoie

FDCL : Fédération Des Coopératives Laitières des Savoie

FDS : Farm Dairy Service

FIDOCL : Fédération Inter-Départementale des Entreprises De Conseil Elevage Du Sud-Est

IGP : Indication Géographique Protégée

ILS : Interprofession Laitière des Savoie

IR : Installation Robot

MACL : MAmmites CLiniques

ODG : Organisme de Défense et de Gestion

SDT : Salle De Traite

SIG : Système d'Information Général

SIQO : Signes d'Identification de la Qualité et de l'Origine

TIAC : Toxi-Infection Alimentaire Collective

TNQ : Tournée Non Qualifiée

UFC : Unité Formant Colonie



## Introduction

Depuis son invention en 1992, le robot de traite en élevage bovin lait tend aujourd'hui à se démocratiser. Fortement présent au Danemark et au Pays-Bas pour 25% des exploitations bovin lait, le robot de traite est moins fréquent en France, de l'ordre 8 à 9% des exploitations (Allain, 2019). En revanche, la dynamique est forte puisque selon Web-Agri (article du 25 décembre 2019), seulement 40 robots étaient présents en France dans les années 2000 et déjà plus de 6000 en 2018 (Allain, 2019). A noter également que 50% des nouvelles installations en bovin lait se font par la mise en place d'un robot de traite (Web-Agri, article du 25 décembre 2019).

Le marché du robot de traite est donc en plein essor mais il induit une nouvelle forme et vision des pratiques de l'élevage bovin laitier en France pouvant prêter à débat et à controverse. En effet, la mise en place du robot modifie l'approche du travail et le rapport à l'animal, l'éleveur ne vient plus traire ses vaches deux fois par jour. Le pâturage peut également devenir plus contraignant sur ces systèmes, notamment si le parcellaire est éloigné du lieu de traite. Et enfin, la mise en place du robot de traite présente des risques de dégradation de la qualité sanitaire du lait notamment concernant les butyriques ainsi que les cellules somatiques du lait (Billon et Pommiès, 2006).

Sur les Savoie, et contrairement à l'AOP Comté (Web-Agri, article du 7 juin 2018), aucun cahier des charges IGP ou AOP présents sur le territoire n'interdit la mise en place des robots. C'est un sujet houleux qui divise de nombreux éleveurs, les « traditionnels » et ceux qui cherchent à moderniser leurs exploitations. La présence du robot pose d'autant plus questions sur ce territoire où toute la dynamique de la filière lait repose sur la transformation au lait cru et où la qualité sanitaire du lait est un enjeu primordial. Les exploitations avec robot de traite sont souvent pointer du doigt comme étant responsable des accidents de contamination du lait par des agents pathogènes.

Eleveurs des Savoie est une coopérative agricole qui a une place privilégiée pour accompagner les éleveurs laitiers de Savoie et de Haute-Savoie en proposant différents services. Les services proposés sont variés et l'entreprise intervient sur trois pôles distincts qui sont ; « Conseil & Performances », « Génétique & Reproduction » et « Hygiène & Bâtiment ». La mission menée au sein d'Eleveurs des Savoie porte sur le sujet de la qualité sanitaire du lait en traite robotisée et a pour objectif d'accompagner ces éleveurs sur cet enjeu. Le mémoire traite de la problématique suivante :

*« En quoi une démarche d'accompagnement axée sur la qualité sanitaire du lait des élevages bovins lait en traite robotisée permettrait de pérenniser et de sécuriser la filière lait cru en Savoie ? »*

Pour y répondre, le travail a été décomposé en trois étapes distinctes, la première étant de caractériser la présence et les pratiques des élevages robots sur les Savoie, la deuxième ayant pour objectif de mesurer l'impact du robot sur la qualité sanitaire du lait et la troisième étant de savoir si les différents réglages pré-traite fait au robot ont un effet sur la propreté des trayons.

La première partie permet de définir et de présenter les enjeux liés à la qualité du lait, au lait cru et plus spécifiquement avec les systèmes robots de traite. La problématique et le détail sur les objectifs et hypothèses de travail sont précisés en deuxième partie. La troisième partie est consacrée à l'explication de la méthodologie mise en place pour mener à bien le travail. L'ensemble des résultats est présenté dans la quatrième partie et permet d'enrichir une discussion en cinquième partie. Une conclusion en fin de mémoire permettra de résumer les grandes idées considérées par ce travail.

Tableau 1 : Classification des principales flores microbiennes associées aux produits laitiers (Sources : personnelles et issues du guide « Microflore Lait Cru » RMT, 2011).

Classification des flores microbiennes		Type de microorganismes par catégorie	Exemples
Rôle technologique	Flore utile	Bactéries lactiques	Lactocoques, lactobacilles, streptocoques thermophiles
		Bactéries propioniques	<i>Propionibacterium acidipropionici</i>
		Bactéries de surface	Staphylocoques non pathogènes Bactéries corynéformes
		Levures*	<i>Kluyveromyces lactis</i> et <i>marxianus</i> , <i>Geotrichum candidum</i>
		Moisissures*	<i>Penicillium camemberti</i> , <i>Penicillium roqueforti</i>
	Flore d'altération	Butyriques	<i>Clostridium tyrobutyricum</i> , <i>Clostridium butyricum</i>
		Coliformes	<i>Escherichia coli</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Klebsiella</i>
		Bactéries psychrotrophes	Certains <i>Acinetobacter</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Xanthomonas</i>
		Bactéries thermophiles	<i>Enterococcus</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Clostridium</i>
		Santé humaine ou animale	Pathogène
<i>Salmonella spp</i>			
<i>Staphylococcus aureus</i>			
<i>Escherichia coli</i> (STEC)			

\* Les levures et les moisissures peuvent être considérées comme des flores d'altérations selon la technologie fromagère (*Geotrichum candidum* responsable du développement d'une « peau de crapaud » ou *Rhizomucor* responsable du développement du « poil de chat » sur pâtes molles).

Tableau 2 : Ordres de grandeur des groupes microbiens les plus fréquents dans le lait de vache (ufc/ml) (Selon RMT, 2011 issus des travaux menés par Desmasures et al, 1997a ; Michel et al., 2001 ; Mallet et al., 2010)

Groupes microbiens dénombrés	Lait de vache (ufc/ml)
Staphylocoques et bactéries corynéformes	100-1000
Lactocoques	10-100
Lactobacilles	10-100
Entérocoques	10-100
Bactéries propioniques	10
Bactéries à Gram négatif	100-1000
-dont Entérobactéries	10
-dont <i>Pseudomonas spp</i>	100-1000
Levures	10-100
Moisissures	<10
Spores aérobies	<10
Bactéries coliformes	<10

# 1. La présence du robot de traite face à l'enjeu de la qualité sanitaire du lait.

## 1.1. La qualité sanitaire du lait et l'enjeu du lait cru

### 1.1.1. L'importance du lait cru en France et son intérêt

En France, la consommation de fromages fabriqués au lait cru a une grande importance. En 2017, la production de fromage au lait cru représente 198 680 tonnes soit 10.5% de l'ensemble des fromages français affinés. Ainsi, parmi les 46 fromages français possédant une Appellation d'Origine Protégée (AOP), 27 transforment uniquement du lait cru dont des fromages phares comme le Comté, le Reblochon ainsi que le Roquefort. Au total, 75% des fromages AOP sont transformés en lait cru (De Sainte Marie et al., 2020). Les fromages au lait cru confèrent une typicité et une authenticité souvent propre à un territoire. Une enquête consommateurs, commanditée par le CNIEL et le CNAOL, a d'ailleurs été menée par l'IFOP en 2018 et montre que « plus de 4 français sur 5 trouvent que [le fromage au lait cru] est un produit appétissant, avec un goût authentique, qui conserve ses qualités nutritionnelles et est riche en microorganismes » (CNAOL, 2019).

Outre sa renommée, le fromage au lait cru présente de multiples intérêts qui sont d'abord d'ordre technologique pour la transformation fromagère. Le RMT Fromages de Terroirs démontre l'importance de soigner la microflore du lait. Il est important de noter que la microflore du lait constitue un véritable microbiote où sont présents de nombreux microorganismes pouvant être catégorisés selon leurs rôles technologiques ou selon leurs implications pour la santé humaine ou animale. Comme le montre le tableau 1, on peut distinguer les flores utiles des flores d'altérations et mettre en évidence les germes pathogènes que l'on peut retrouver dans le lait. Nous retrouvons ainsi les bactéries lactiques, propioniques, de surfaces, psychrotrophes, thermorésistantes, les butyriques, les coliformes ainsi que les levures et les moisissures (RMT Fromages de Terroirs, 2011).

Le lait cru est donc constitué d'une grande diversité de groupes microbiens et le tableau 2 donne une indication sur le nombre de colonie fréquemment présente dans le lait de vache. Les techniques de séquençage et d'analyse ADN permettent d'avoir en détail la composition du microbiote présent dans un milieu (ensemble des microorganismes : bactéries, virus, champignons, levure, etc.). En 2018, le projet MetaPDO-Cheese qui étudie la flore des laits et des fromages AOP français a permis de recenser 1400 bactéries différentes appartenant à 12 genres dans le lait cru et plus de 1 000 dans les fromages AOP. Selon Valérie Michel, responsable du pôle sanitaire et microbiologie laitière chez Actalia, « aucun échantillon de lait ou de fromages ne possède la même flore microbienne » (Chatenet, 8 avril 2021). En effet, la flore microbienne des laits crus varie d'une exploitation à l'autre entre 200 à 120 000 ufc/ml pour la flore mésophile aérobie revivifiable. D'autres paramètres influent sur la flore microbienne comme la saison, qui est plus faible en hiver qu'en été. Cela peut notamment s'expliquer par l'alimentation où la flore du lait est plus riche avec le pâturage de l'herbe et moindre avec une ration d'hiver à base de foin (Michel et al. 2001).

Pour aller plus loin, la filière AOP Reblochon de Savoie a participé au programme Erasmo et à la suite des analyses métagénomiques permet de mettre en évidence 2 hypothèses sur la provenance de la diversité microbienne des laits : cela viendrait d'une part de la composition du troupeau et d'autre part des pratiques des éleveurs. L'enjeu du lait cru est donc double puisqu'il faut réussir à préserver la typicité des produits au lait cru tout en sécurisant la filière (Chatenet, 8 avril 2021).

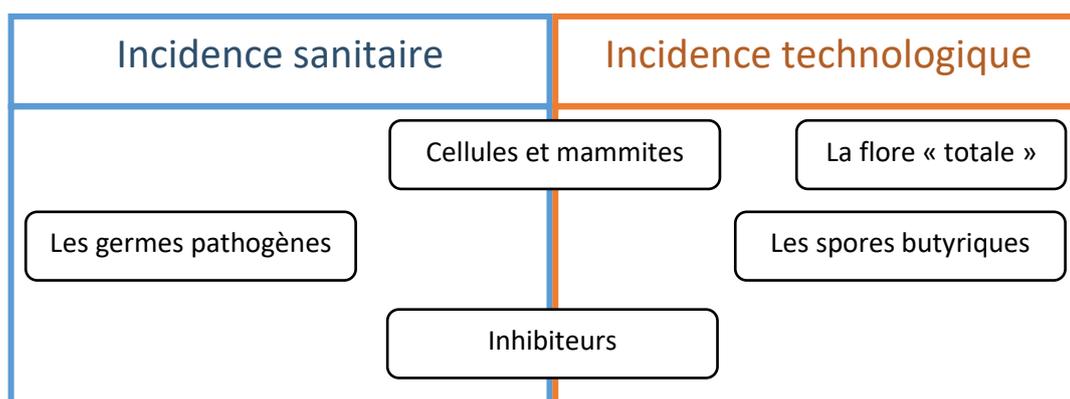


Figure 1 : Les critères et les incidences de la qualité du lait pour une transformation en lait cru (Source personnelle issue de la formation Baraton donnée le 09 mars 2021 pour Eleveurs des Savoie)

Tableau 3 : Liste des maladies et des infections pouvant être causées par la consommation de lait cru (Source : Ministère de la Santé et Ministère des Soins de Longue durée, Ontario)

Liste des maladies et des infections pouvant être causées par la consommation de lait cru :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infection à Campylobacter</li> <li>• Salmonellose</li> <li>• Yersiniose</li> <li>• Listériose</li> <li>• Tuberculose</li> <li>• Brucellose</li> <li>• Intoxication par entérotoxine staphylococcique</li> <li>• Infections streptococciques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infection par E. coli O157:H7</li> <li>• Toxoplasmose</li> <li>• Gastroentérite</li> <li>• Méningite</li> <li>• Encéphalite</li> <li>• Septicémie</li> <li>• Endocardite</li> <li>• Abscesses des tissus</li> </ul>

Tableau 4 : Critères microbiologiques applicables au lait cru et aux produits issus de lait cru selon (Source personnelle selon le règlement du Paquet Hygiène et l'arrêté du 06/08/1985).

Organismes	Origine du critère	Limite	Stade d'application du critère
<b>Cellules somatiques</b>	Arrêté du 06/08/1985	< 400 000/ml	Au jour du conditionnement
<b>Micro-organismes aérobies cultivant à 30°C</b>	Arrêté du 06/08/1985	90 000/ml 300 000/ml	Au jour du conditionnement Date limite de consommation
<b>Listeria monocytogenes</b>	Paquet Hygiène : Critères de sécurité	100 ufc/ml	Au jour du conditionnement ET Date limite de consommation
<b>Salmonella</b>	Paquet Hygiène : Critères de sécurité	Absence dans 25 ml	Au jour du conditionnement ET Date limite de consommation
<b>Coliformes fécaux</b>	Arrêté du 06/08/1985	100 ufc/ml 1000 ufc/ml	Au jour du conditionnement Date limite de consommation
<b>Escherichia coli</b>	Paquet Hygiène : Critère d'hygiène de procédé	Non déterminé	Au jour du conditionnement
<b>Staphylocoques à coagulase positive</b>	Paquet Hygiène : Critère d'hygiène de procédé	Recherche des entérotoxines si > 100 000 ufc/ml	Pendant le procédé

### 1.1.2. Définition de la qualité sanitaire du lait cru et réglementations au niveau européen et national

Il est possible d'aborder la définition de la qualité d'un lait selon une multitude d'approches pouvant porter directement sur les conséquences en santé humaine, en santé animale, en technologie fromagère mais aussi en prenant en compte l'impact économique que cela représente pour l'éleveur et pour l'ensemble de la filière. D'ordre général, la FAO rappelle qu'un lait doit répondre à des exigences qui déterminent si un lait est de bonne ou de mauvaise qualité. Pour ce faire, il existe des moyens de contrôle de la qualité du lait. Ainsi, un lait peut être testé selon la quantité, les caractéristiques organoleptiques, la composition notamment en matières grasses et en matières protéiques, les caractéristiques physico-chimiques et hygiéniques, les résidus de médicaments ainsi que sa teneur en eau voire en conservateur (FAO, 2021). La qualité d'un lait se définit donc principalement pour répondre à des enjeux de santé et de sécurité des aliments.

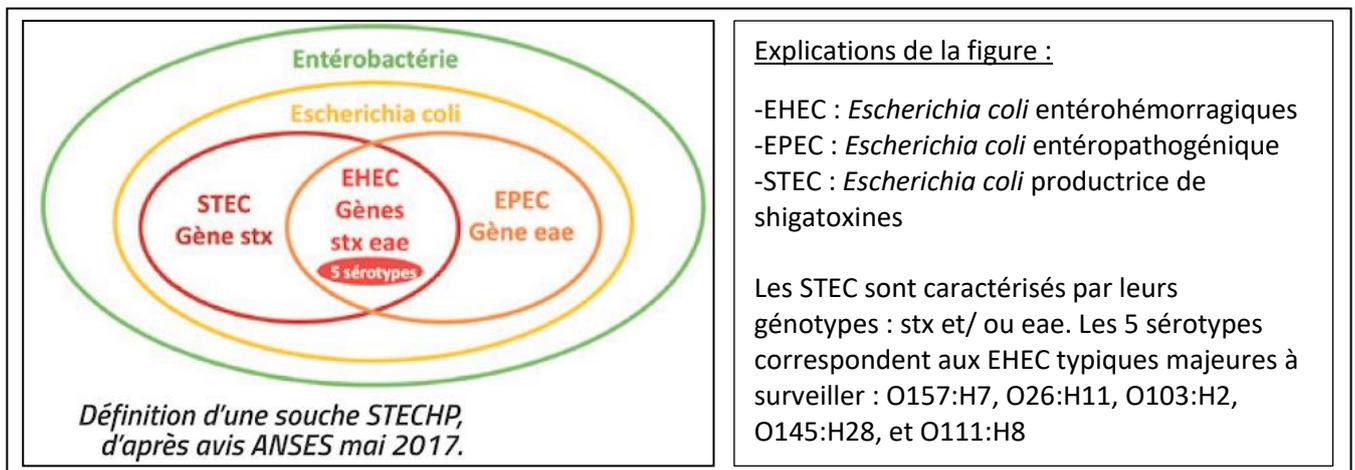
Pour la mission menée en entreprise, l'accent est mis sur la qualité sanitaire du lait cru. Dans ce contexte, il convient de donner la définition du lait cru qui est un « lait produit par la sécrétion de la glande mammaire d'animaux d'élevage et non chauffé à plus de 40°C, ni soumis à un traitement d'effet équivalent. » (Journal Officiel de l'Union européenne, 2004). Contrairement à un lait thermisé ou pasteurisé, le lait cru présente des risques sanitaires plus élevés en termes de contamination par des agents pathogènes puisque ceux-ci ne sont pas éliminés lors des procédés de fabrication, transformation ou de mise en conditionnement du lait. La figure 1 ci-contre présente les critères de la qualité du lait qui ont une incidence d'ordre sanitaire et/ou d'ordre technologique pour une transformation en lait cru.

L'Union Européenne définit un cadre bien spécifique concernant la production de denrées alimentaires d'origine animale dont toutes les informations sont présentes dans le règlement (CE) No 853/2004 (Journal Officiel de l'Union européenne, 2004). Ce règlement fixe les règles générales que doivent respecter l'ensemble des opérateurs de la filière agro-alimentaire. L'objectif principal étant de garantir une production sécurisée des denrées alimentaires d'origines animales pour le consommateur au sein de l'Union Européenne. Ainsi, en ce qui concerne la production de lait, chaque producteur est soumis à des règles d'hygiène strictes. Cela concerne les équipements de traite, les locaux mais aussi l'hygiène à avoir pendant et après la traite, dont l'hygiène du trayeur. Sont noté également les exigences sanitaires applicables aux animaux. Le lait doit ainsi provenir d'animaux indemnes de zoonoses (maladie infectieuse transmissible de l'animal à l'homme) telle que la brucellose, la tuberculose, la listériose. Le tableau 3 donne une liste des maladies et des infections pouvant être mises en cause par la consommation de lait cru. En outre le troupeau doit être en bon état de santé, sans présenter de blessures ou d'inflammations au niveau du pis.

Toujours selon ce règlement (Journal Officiel de l'Union européenne, 2004), le lait cru doit répondre à des normes sanitaires et qualitatives. A savoir que le lait cru de vache collecté doit contenir une teneur inférieure ou égale à 100 000 germes par ml à 30°C ainsi qu'une teneur inférieure ou égale à 400 000 cellules somatiques par ml. En France, ces normes sont reprises dans l'arrêté du 6 août 1985 relatif aux normes d'hygiène et de salubrité auxquelles doit répondre le lait cru livré en l'état et destiné à la consommation humaine (Arrêté du 6/08/1985). Le tableau 4 ci-contre reprend l'ensemble des critères microbiologiques qui concerne le lait cru compris dans le Paquet Hygiène du règlement européen (ANSES, 2010) ainsi que dans l'arrêté du 06/08/1985.

Tableau 5 : Agents pathogènes retenus pour l'écriture du guide des bonnes pratiques d'hygiène (Source personnelle selon l'avis de l'ANSES, 2010)

Dangers biologiques retenus	Contrôles à effectuer pour quel type de produit ?
<i>Listeria monocytogenes</i>	Quelle que soit la destination du lait
<i>Salmonella spp</i>	Produits laitiers fabriqués au lait cru ou thermisé mais non pasteurisé, produits déshydratés en poudre
<i>Staphylococcus aureus</i>	Produits laitiers dont une ou plusieurs étapes à la ferme ou lors de la fabrication rendent possible la croissance de la bactérie à une concentration supérieure à 10 <sup>5</sup> ufc/g. (ufc = unité formant colonie)
<i>Escherichia coli</i> (STEC)	Produits laitiers fabriqués au lait cru ou thermisé mais non pasteurisé.



Explications de la figure :

- EHEC : *Escherichia coli* entérohémorragiques
- EPEC : *Escherichia coli* entéropathogénique
- STEC : *Escherichia coli* productrice de shigatoxines

Les STEC sont caractérisés par leurs génotypes : stx et/ ou eae. Les 5 sérotypes correspondent aux EHEC typiques majeures à surveiller : O157:H7, O26:H11, O103:H2, O145:H28, et O111:H8

Figure 2 : Classification des différentes souches d'*Escherichia coli* (Source : Hazard, FIDOCL selon l'avis de l'ANSES, mai 2017)

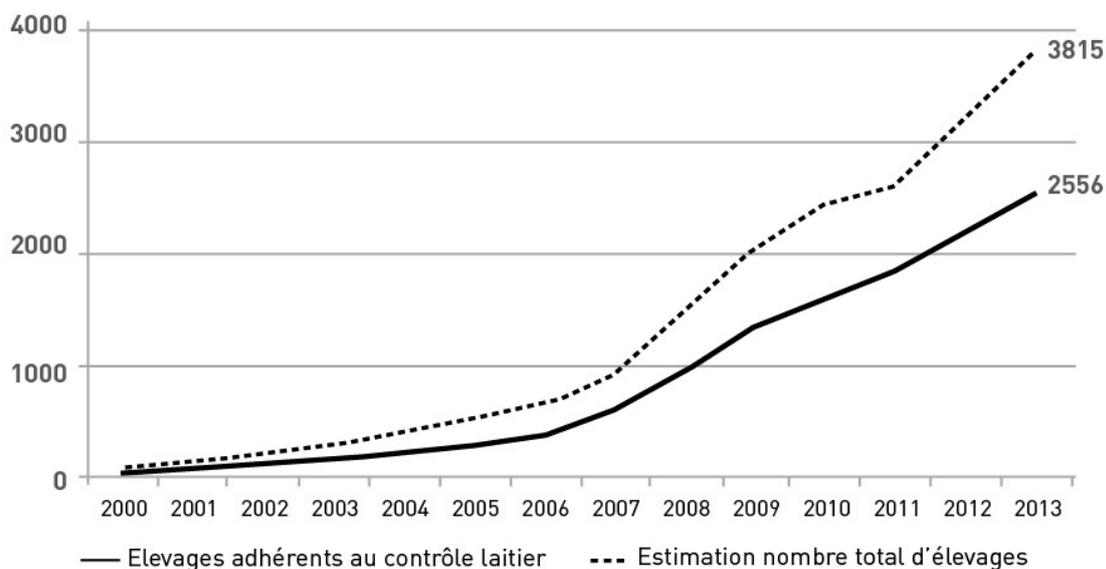
### 1.1.3. Les risques de zoonoses et les agents pathogènes surveillés

Comme vu dans le point ci-dessus (cf paragraphe 3 du 1.1.2), la consommation de lait cru ou de fromage transformé au lait cru peut transmettre des maladies. En effet, la flore microbienne du lait peut contenir des agents pathogènes dangereux pour la santé publique. Les principaux agents pathogènes que l'on retrouve dans le lait et les produits laitiers en France et en Europe sont les *Salmonella*, les *Listeria monocytogenes*, les *Staphylococcus aureus*, les *Escherichia coli*, les *Brucella* et les mycobactéries, notamment responsables de la tuberculose bovine. D'autres germes pathogènes peuvent se retrouver dans le lait et les produits laitiers tels que les bactéries du genre *Yersinia*, *Campylobacter*, *Streptococcus*, *Clostridium*, *Bacillus cereus* ainsi que d'autres moisissures et virus.

En France, les cas de toxi-infection alimentaire (TIAC) sont suivis et on observe une tendance à la hausse du nombre de TIAC déclarées depuis 1987 à aujourd'hui. Le rapport de Santé Publique France montre qu'en 2019, 1783 cas ont été déclarés contre 1630 en 2018. L'agent pathogène *Salmonella* a été confirmé responsable des TIAC dans 36% des cas (Santé Publique France, 2021). Selon le rapport de l'Efsa, en 2019, 50% des hospitalisations dues à une infection alimentaire ont été causées par la bactérie *Campylobacter* suivie par la Salmonelle et les STEC (Shiga toxin-producing *Escherichia coli*) (Efsa, 2021). A noter qu'il n'est pas précisé l'origine alimentaire responsable de ces TIAC car il est difficile de confirmer la source de contamination. Cependant le lait cru et les fromages au lait cru font partie des aliments considérés à haut risque de contamination. Par ailleurs, l'ANSES a réalisé une étude en 2018 pour déterminer les sources des maladies infectieuses d'origine alimentaire. L'analyse a pris en compte l'ensemble des TIAC déclarés en France entre 2006 et 2015 pour lesquelles l'agent pathogène responsable du cas de TIAC a pu être confirmé ainsi que l'origine alimentaire connue ou au moins suspectée, ce qui a réduit l'analyse à un échantillon de 14% de l'ensemble des TIAC connus sur la période. Il en résulte que les denrées d'origine animale sont fortement impliquées pour 70% des cas et plus précisément et dans une moindre mesure en ce qui concerne le lait et produits laitiers pour 6.9% des cas. Pour aller plus loin, l'annexe 1 récapitule le nombre de TIAC par filière et par agent pathogène (ANSES, 2018).

Au niveau réglementaire, l'Union Européenne impose aux Etats Membres de mettre en place des plans de surveillance concernant les zoonoses et les agents pathogènes. Ainsi, en 2019, 17 plans ont été réalisés sur l'ensemble des denrées animales et végétales. En ce qui concerne la contamination des fromages au lait cru, les agents à surveiller était *Escherichia coli* productrices de Shiga toxines (STEC), *Listeria monocytogenes* et *Salmonella* (DGAL, 2018). Ces plans de surveillance permettent d'estimer le taux de contamination pour ces trois agents pathogènes considérés les plus à risque pour le lait cru. En outre, suite à la directive du Paquet Hygiène CE n° 852/2004, un guide de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP a été établi. L'ANSES a publié en 2010 un avis dans lequel figure les dangers biologiques conventionnels retenus pour l'écriture du guide qui sont repris dans le tableau 5 (ANSES, 2010). Dans ce guide, les *Staphylococcus aureus* sont également pris en compte. Ce sont donc principalement ces quatre germes qui sont surveillés par la filière lait cru et cette surveillance passe par des analyses microbiologiques sur le lait et les fromages. Les critères microbiologiques sont présentés dans le tableau 4. A ce jour il n'existe pas de seuil limite concernant les *Escherichia coli* lié à la difficulté d'identifier les souches pathogènes. Comme le montre la figure 2, la plupart des souches sont non pathogènes, seules celles productrices de Shiga Toxines le sont. La présence d'*Escherichia coli* est tout de même suivi de près par les transformateurs et est utilisé comme indicateur de contamination fécale.

### Nombre d'exploitations équipées d'au moins un robot de traite en France



Source : Institut de l'Elevage, base de données nationale de vérification des compteurs à lait électroniques de ferme

Figure 3 : Nombre d'élevages équipés de robots de traite en France (Source : Prim Holstein France, 2014, d'après base de données nationales de vérification des compteurs à lait électroniques de ferme)

Tableau 6 : Nombre d'éleveurs adhérents au contrôle de performances et part des élevages robots à Eleveurs des Savoie (Source : Eleveurs des Savoie, Support présentation lancement de campagne 2021)

Année	Nombre d'adhérents au contrôle de performances à EDS	Part des élevages avec robot de traite parmi les adhérents
2018	1103	6%
2019	1087	6,90%
2020	1081	7,4%

## 1.2. La qualité sanitaire du lait en élevage avec robot de traite

### 1.2.1. Présence du robot de traite en France et sur les Savoie

Depuis son invention dans les années 1990, le nombre d'installations de robot de traite en élevage bovin lait ne cesse d'augmenter. L'Europe de l'Ouest est leader sur le marché des robots de traite par rapport au reste du monde. Selon une étude menée au sein de l'Idèle, le Danemark et les Pays-Bas sont les pays où on retrouve le plus des systèmes avec traite robotisée ; 25% des exploitations bovines lait. La France est loin derrière puisque les installations avec robot de traite représenteraient entre 8 à 9% des exploitations laitières bovines (Allain, 2019). Ce chiffre peut être contrasté, selon le COFIT (COMité Français Interprofessionnel pour les Techniques de production du lait), le nombre de robot en France serait plus de l'ordre de 13% (CNIEL, 2021). Comme le montre la figure 3, force est de constater tout de même que l'outil tend à se démocratiser de plus en plus sur le territoire français (Prim Holstein France, 2014). Sa croissance est même exponentielle puisque, selon Web-Agri (25/12/2019), il y avait seulement 40 robots en France dans les années 2000 et déjà plus de 6000 en 2018 (Allain, 2019). A noter que la présence des robots n'est pas homogène sur l'ensemble du territoire français. La majorité se situe dans les forts bassins de production de lait à savoir le bassin Nord-Picardie, le Grand-Ouest, le Grand-Est et la Normandie. Toujours selon Web-Agri, 50% des nouvelles installations en bovin lait se font par la mise en place d'un robot de traite.

L'installation d'un robot de traite induit des changements dans la conduite de l'élevage. Par exemple, la mise en place d'un robot s'accompagne souvent d'une baisse voire de l'arrêt complet de pâturage qui s'explique par des questions de saturation au niveau de la stalle et pour des raisons pratique si le parcellaire est dispersé (Poulet et Brocard, 10 octobre 2013). En 2001, Veysset *et al.*, ont montré qu'avant l'installation d'un robot, 32% des exploitations étaient en zéro-pâturage avant robot (41% en pâturage et 27% sur du parcours) contre 52% une fois le robot installé (Veysset *et al.*, 2001).

En ce qui concerne les départements Savoie et Haute-Savoie, l'arrivée des robots de traite est également notable depuis quelques années. Au sein, d'Eleveurs des Savoie, il y a 80 élevages robots adhérents au contrôle de performances (chiffres à fin 2020), ce qui représente 6 à 7% des éleveurs adhérents (voir Tableau 6). Ce pourcentage reste dans la tendance moyenne nationale, à titre de comparaison au sein de BCEL Ouest (Bretagne Conseil Elevage Ouest), presque 10% des élevages adhérents sont des robots (BCEL Ouest, 2018). Comme le montre le tableau 6, la tendance est à l'augmentation. Il est difficile de savoir le nombre exact de robots présents sur le territoire savoyard mais le taux de pénétration d'éleveurs adhérents au contrôle de performances est estimé à 70-75%, ce qui porterait le nombre total d'exploitation avec robot de traite à 110-115 sur les deux Savoie. Plus de la moitié des élevages robots se situent en zone de plaine dans l'Avant-Pays Savoyard. Sur cette zone, les éleveurs livrent le lait sous le label IGP Tomme Emmental Raclette de Savoie. De plus en plus de robots s'installent aussi sur les zones de montagnes en AOP Reblochon et aussi AOP Abondance. Ces éléments sont importants à souligner car certaines filières sont plus sensibles au niveau des attentes de qualité du lait. En AOP Reblochon par exemple, le taux de cellules dans le lait de mélange doit être inférieur à 100 000 cellules/ml de lait contre 200 000 pour les autres filières sur les Savoie et contre 400 000 pour un lait conventionnel.

Tableau 7 : Illustration de synthèse des études portant sur l'évolution des cellules somatiques dans le lait à la suite de l'installation d'un robot de traite (Source personnelle)

Auteur(s)	Pays concernés par l'étude	Nombre d'élevages	Concentrations en cellules somatiques/ml de lait	
			Avant robot	Après robot
Van der Vorst et Hogeveen, 2000	Danemark	110	259 000	279 000*
	Allemagne	65	201 000	203 000
	Pays-Bas	325	170 000	204 000*
Berglund et al., 2002	Suède	15	58 000	51 500
Rasmussen et al., 2002	Danemark	98	246 000	302 000*
Billon et Tournaire, 2002	France – laiterie	46	230 000	244 000
	France – contrôle laitier		128 000	125 000
Freiss, 2009	France	53	<250 000	>250 000*

\* = présence d'une différence significative (p-value < 0.05)



Figure 4 : Evolution de la concentration moyenne en cellules somatiques du lait de mélange avant et après installation du robot de traite sur 53 exploitations (Freiss, 2009)

Tableau 8 : Risque de contamination selon les installations de traite (Source : ILS - Qualité Filière Laitière de Savoie, agenda 2021)

Installation	% des exploitations contaminées entre 2017 et 2019	
	Listéria	Salmonelle
Lactoduc étable	8%	6%
Salle de traite	18%	10%
Traite robotisée	35%	21%

### 1.2.2. Impact du robot de traite sur la qualité sanitaire du lait

Il est admis que la mise en place du robot de traite peut avoir une incidence sur la composition générale du lait. Ainsi, le taux butyreux chute légèrement de l'ordre de 0.2 à 0.8 g/l probablement due à l'augmentation de la fréquence de traite (Billon et Pomiès, 2006). La lipolyse est souvent augmentée avec le robot, qui s'explique également par l'augmentation de la fréquence de traite. En effet, 3 à 4 traites par jour entraîne une augmentation de la lipolyse spontanée de 20 à 23.5 % (Wilking et al., 2006). La lipolyse totale, qui comprend la lipolyse spontanée, la lipolyse microbienne et la lipolyse induite, augmente quant à elle de 39% en moyenne à la suite de l'installation d'un robot (Billon et Tournaire, 2002).

En ce qui concerne le taux cellulaire, les successives études réalisées sur le sujet, résumées dans le tableau 7, ont montré une tendance à l'augmentation des concentrations en cellules somatiques (CCS) dans le lait à la suite de l'installation du robot de traite. A savoir que les données résultent toutes de moyennes géométriques. Pour trois études sur les cinq, la différence s'est révélée significative. Ce n'était cependant pas le cas pour l'étude française de Billon et Tournaire (2002) qui s'est basé sur des résultats laiterie et des résultats issus du contrôle laitier. Pour aller plus loin, Poelarends a mis en évidence que les CSS étaient différentes selon le stade de lactation. Le niveau de CSS est en effet plus élevé pour les fraîches vèlées <60 jours de lactations (Poelarends, 2004).

En outre, selon Freiss, l'augmentation du taux cellulaire sera différente selon la situation initiale avant la mise en route du robot. Ainsi, pour le groupe ayant une prévalence faible (183 000 cellules/ml), seulement 4 contrôles dans l'année sont à plus de 300 000 cellules/ml. A contrario, le groupe présentant une prévalence élevée (399 000 cellules/ml), après installation du robot, les 6 premiers contrôles sont à plus de 400 000 cellules/ml et ne redescendent jamais en-dessous des 300 000 au cours des 22 contrôles suivant. Comme le montre la figure 4, en moyenne générale l'étude montre une augmentation de 100 000 cellules/ml de lait durant les premiers mois de l'installation du robot. La situation revient à la normale après 18 mois environ (Freiss, 2009).

Le risque de contamination du lait par des agents pathogènes semble également plus élevé avec les systèmes robots de traite. Sur les Savoie, l'étude menée par la FDCL (Fédération des Coopératives Laitières de Savoie) en 2020 montre que 21% des exploitations avec robot ont connues une contamination à la Salmonelle entre 2017 et 2019 (voir Tableau 8). A titre de comparaison, pour les salles de traite ce sont 10% des exploitations qui ont été confrontées à une contamination et 6% pour les systèmes avec lactoducs (étables entravées). Les résultats sont les mêmes pour la Listéria où 35% des systèmes avec robot ont été contaminés contre 18% pour ceux en salle de traite et 8% en lactoduc. Il y a donc un risque de contamination qui diffère selon les systèmes de traite et ce risque est plus élevé si le système de traite est un robot (ILS - Qualité Filière Laitière de Savoie, agenda 2021).

De plus, le risque de contamination à la Salmonelle est estimé à 2.5 fois plus élevé que les autres installations de traite (FDCL, 2020). En ce qui concerne la Listéria, le risque de contamination est 5 fois supérieurs pour les robots. Les cas de récurrences seraient également plus élevés en robot, 50% sont confrontés à une nouvelle contamination de Listéria plus d'un an après la précédente. Le retour à une situation normale serait également 2 fois plus long en système robot (ILS - Qualité Filière Laitière de Savoie, agenda 2021).

Tableau 9 : Résumé des caractéristiques des germes indésirables (Source personnelle selon le Guide de bonnes pratiques – Fabrication de produits laitiers et fromages fermiers, 2004).

<b>Germe indésirable</b>	<b>Sources de contamination</b>	<b>Contamination du lait</b>
<i>Listeria monocytogenes</i>	Sol, plante, eau (fourrages fermentés → excréation dans les fécès)	Pendant la traite : souillures, machine à traire contaminée
<i>Salmonella spp</i>	Tube digestif (mammifère et oiseaux) → survit dans l'eau et les fécès	Pendant la traite : souillures ou environnement de traite
<i>Staphylococcus aureus</i>	Germe saprophyte naturelle de la mamelle	Pendant la traite : Animaux infectés (mammites principalement sub-cliniques), trayons avec callosité, mains du trayeur, matériel de traite
<i>Escherichia coli</i>	Tube digestif → fécès des animaux. Contamination de la litière et de l'eau	Pendant la traite : souillures sur les trayons, environnement, matériel de traite contaminé

### 1.2.3. Focus sur les pratiques considérées à risques et spécificités des robots de traite

Le tableau 9 résume les principales caractéristiques des quatre germes les plus contaminant pour le lait cru (Selon le Guide de bonnes pratiques d'hygiène – Fabrication de produits laitiers et fromages fermiers, 2004). La contamination du lait par des agents pathogènes peut être d'origine endogène, c'est-à-dire d'un animal malade ou ayant une mammite, mais ils peuvent être aussi d'origine exogène, à savoir que le lait va être contaminé par l'environnement (traite, personnel, air, eau etc.) (Ibtissem, 2020). Les principales sources de contamination du lait cru sont l'animal, l'homme, l'air, l'eau, le matériel (notamment de traite), le sol et la litière (Beuvier, 2009). En règle générale, la présence de ces microorganismes sont dépendants du nombre de pathogènes présents initialement dans le lait cru ainsi que des procédés fabrication (Brisavois *et al.*, 1997).

En ce qui concerne les contaminations par l'environnement, les travaux de Branley (1982) et et Rendos *et al.* (1975) ont mis en évidence certaines pratiques à risques favorisant l'arrivée de mammites. Il en ressort que les aires paillées favorisent la multiplication des streptocoques et notamment des *Streptococcus uberis* responsables de mammites. La litière doit donc être correctement entretenue, avec un apport de paille régulier et suffisant par vache. Toutefois, Ménard (2001), a montré qu'un paillage excessif peut engendrer une augmentation de la température dans l'aire paillée. Cette hausse de température favorise le développement des streptocoques, il y a donc un équilibre à trouver (Thormo *et al.*, 2006).

En outre, comme le montre le tableau 9, il est primordial d'avoir une bonne hygiène de traite pour limiter le risque de contamination du lait. En système robot, il est plus délicat de garantir un branchement systématiquement propre des trayons à la traite. En effet, le robot de traite ne remplace pas la main de l'éleveur et ne peut adapter l'intensité du nettoyage selon l'état du trayon qui se présente au robot. De même, au robot, le matériel de traite et notamment les manchons peuvent être souillés au moment de la traite (déjections, manchon trayeur qui se décroche et touche le sol). Il est donc important de nettoyer régulièrement le matériel de traite.

Toutefois, le robot de traite possède différents modules permettant de suivre la qualité du lait. La majorité des robots ont des systèmes d'analyse du lait capables de mesurer la conductivité, la colorimétrie, le comptage cellulaire voire les taux de matières grasses et protéiques pour les robots Lely. La compilation de ces données permet de créer des indicateurs et des alertes sur le logiciel de l'éleveur. Cela peut permettre à l'éleveur d'anticiper l'arrivée d'une mammite. Un point de vigilance est à avoir tout de même car les valeurs émises par les capteurs ne sont pas toujours fiables. En effet, selon un travail mené par France Conseil Elevage et Lely, il y a une sous-estimation du nombre de cellules si celles-ci dépassent 300 000/ml. Une partie des animaux douteux ou infectés n'apparaissent alors pas en alerte (IDELE, 24 septembre 2019).

Pour limiter la contamination par des germes pathogènes au moment de la traite, il est possible de faire des réglages sur un certain nombre de paramètres. Par exemple, pour les robots Lely qui utilisent des brosses extérieures pour nettoyer le trayon, il est possible de désinfecter ces brosses au peroxyde entre chaque brossage. De même, il est possible de mettre en option une désinfection des manchons par la vapeur.

Tableau 10 : Les chiffres clés de la filière lait de vache sur les Savoie (Source personnelle selon les données de l'agenda ILS – Qualité Filière Laitière de Savoie, 2021)

<b>Chiffres clés sur la filière lait de vache sur les Savoie (2019)</b>					
	Tonnage	Producteurs de lait	Producteurs fermiers	Ateliers laitiers	Affineurs
<b>AOP Abondance</b>	3 244	167	76	15	6
<b>AOP Beaufort</b>	5 160	360	16	7	5
<b>AOP Reblochon de Savoie</b>	15 934	498	121	18	11
<b>AOP Tome des Bauges</b>	948	48	13	5	-
<b>IGP Emmental de Savoie</b>	2 812	670	-	3	4
<b>IGP Raclette de Savoie</b>	3 257	670	15	13	5
<b>IGP Tomme de Savoie</b>	6 279	670	23	15	8

### 1.3. La qualité sanitaire du lait sur les Savoie : un enjeu majeur

La filière lait occupe une place essentielle sur le territoire savoyard et permet de dynamiser le secteur agricole. La quasi-totalité du lait produit sur les Savoie est transformé au lait cru, d'où l'importance de poser le contexte sur cette filière, de comprendre en quoi la qualité sanitaire du lait est un enjeu majeur actuel et de savoir comment elle s'organise pour sécuriser et pérenniser l'ensemble de la production.

#### 1.3.1. La filière laitière sur les Savoie : une dynamique axée lait cru

Avec 357 millions de litres collectés et transformés, la filière laitière sur les Savoie représente 1.5% de la production nationale de lait mais 15% de la production de fromage AOP et IGP de France (ILS – Qualité Filière Laitière de Savoie, 2021 d'après les données du CNIEL 2018). Ainsi, sur les Savoie, sont présents cinq fromages AOP dont quatre au lait cru de vaches, qui sont l'AOP Reblochon de Savoie, l'AOP Abondance, l'AOP Beaufort et l'AOP Tome des Bauges. Sont présents également trois fromages IGP, à savoir l'IGP Tomme de Savoie, l'IGP Raclette de Savoie et l'IGP Emmental de Savoie, qui sont par ailleurs soumis au même cahier des charges. A noter également que certains opérateurs sont habilités en IGP Gruyère. Les Savoie représentent une petite partie de l'aire de l'appellation qui s'étend sur 12 départements (D'après INAO, fiche produit IGP Gruyère). Sur l'ensemble de la collecte savoyarde, 93% du lait est conforme pour être livré sous le sigle AOP-IGP, le reste est livré en lait conventionnel (Suisse, Intermarché, yaourts...). Sur ces 93%, 80.5% est réellement transformé en fromages AOP-IGP, le reste étant vendu en autres fromages pour 18% ou hors filière pour 1.5% (ILS – Qualité Filière Laitière de Savoie, 2021).

En outre, la filière laitière des Savoie est représentée par 1 400 exploitations, soit 2.6% du nombre d'exploitations laitières en France. Comme le montre le tableau 10 qui présente des chiffres clés sur la production par fromage AOP-IGP de Savoie, la majorité des opérateurs sont des producteurs de lait même si les producteurs fermiers sont aussi présents, plus de 50 millions de litres de lait sont transformés en AOP-IGP directement à la ferme (ILS – Qualité Filière Laitière de Savoie, 2021). Les coopératives sont nombreuses, on compte 48 ateliers de transformation collectifs et plus de 300 ateliers fermiers ou en alpage. Avec presque 16 000 T de fromages produits, l'AOP Reblochon est la 3<sup>ème</sup> AOP française en termes de production. En moyenne, les exploitations sont de plus petites tailles qu'au niveau national. La production laitière annuelle moyenne sur les Savoie est de 256 000L par exploitation, contre 443 000L au niveau national. De même, la taille du cheptel par exploitation est plus faible avec 57 vaches laitières en moyenne sur les Savoie contre 67,5 en France (CNIEL, 2021).

Au niveau économique et social, la dynamique de la filière lait sur les Savoie permet de générer un chiffre d'affaires estimé à 330 millions d'euros et 4 600 emplois directs soit 1.2 ETP pour 100 000L de lait produit, c'est 70% de plus qu'au niveau national (ILS – Qualité Filière Laitière de Savoie, 2021). Le litre de lait au producteur est également mieux valorisé qu'en filière conventionnel. En 2018, la moyenne nationale toutes filières confondues était de 359€/1000L de lait contre 528€/1000L de lait sur les Savoie (AGRESTE, 2020). L'enjeu de préserver cette précieuse filière prend tout son sens, c'est pourquoi l'ensemble du collectif se mobilise sur de nombreuses actions et thèmes dont celui lié au contexte lait cru.



### 1.3.2. Des multiples crises sanitaires sur les Savoie

La qualité sanitaire du lait est un enjeu majeur aujourd'hui si l'on souhaite préserver cette filière qui s'articule autour du lait cru. L'AOP Reblochon a fait face à de successives crises sanitaires qui ont été fortement médiatisées et qui ont portées atteintes à l'image et à la confiance des consommateurs envers ce fromage. La dernière grosse crise sanitaire a eu lieu en 2018 avec deux TIAC (toxi-infection alimentaire collective) et où la consommation de reblochon a été mise en cause (note de l'ANSES, 22 novembre 2019). Les intoxications sont liées à la présence d'EHEC, une souche pathogène d'*Escherichia coli* (voir Figure 2).

Depuis 2018, il n'y a pas eu de nouvelles intoxications et les actions menées au sein de la filière pour prévenir le risque de contamination ont sans doute aidé. Côté transformateur, les plans de contrôle ont été renforcés, ce qui permet une détection plus rapide en interne en cas de contamination. Ainsi d'après selon la FDCL en 2019, 1 million de litres de lait contaminé a pu être détecté en interne et écarté des filières IGP ou AOP. Côté producteur, un audit Pass Lait Cru, spécifique aux Savoie a été mis en place en 2016. Il permet de vérifier que l'ensemble des producteurs évitent des pratiques considérées à risques notamment sur l'hygiène de traite (L'éleveur laitier, 30 mars 2016). En cas de contamination, le lait est dévié vers d'autres filières et part en Tournée Non Qualifié (TNQ), toutefois les éleveurs perçoivent une indemnisation. En 2020, 136 exploitations ont été confrontées à des TNQ, ce qui représente 6.3 millions de litres et le versement de 1.7 million d'indemnisation (Source personnelle : formation Pass Lait Cru FDCL, 19 janvier 2021).

En ce qui concerne les élevages robot, des rencontres entre l'Interprofession Laitière des Savoie (ILS) et les constructeurs ont été organisées dans un objectif d'aller dans une démarche commune et répondre aux attentes de la filière laitière et de ses fromages au lait cru sur les Savoie. (Propos recueillis de Thierry Gastou, ILS, le 3 mai 2021).

### 1.3.3. Une filière organisée pour accompagner les producteurs laitiers en robot sur le thème de la qualité sanitaire du lait.

- **Les attentes de l'Interprofession Laitière des Savoie**

L'interprofession Laitière des Savoie (ILS) est un comité qui permet de structurer, d'organiser et d'orienter l'ensemble de la filière laitière sur les départements Savoie et Haute-Savoie. L'ILS regroupe 3 collèges, les producteurs, les transformateurs et les ODG (Organisme de Défense et de Gestion pour chaque SIQO). Ensemble, ils se coordonnent pour donner les orientations et les règles de fonctionnement communes à suivre. L'objectif est d'accompagner et de mettre en œuvre des actions pour pérenniser la filière. Le gros du travail porte sur les enjeux du lait cru ; qualité et sécurité, maintien et développement de la valeur ajoutée, préservation des ressources. La commission « Qualité et Sanitaire » présente au sein de l'ILS permet notamment de suivre l'évolution des grilles Pass Lait Cru et de continuer la réflexion autour des risques sanitaires liés au lait cru. Ils ont récemment retravaillé la grille pour que celle-ci soit adaptable pour les systèmes avec traite robotisée.

La question du robot est donc largement abordée actuellement au sein de la filière. Pour pouvoir préserver les exploitations et continuer à vendre en lait cru, il est important de savoir les types de problèmes rencontrés avec les robots, les fréquences d'apparitions et les pratiques mises en cause. Aujourd'hui, l'ILS perçoit des subventions de la Région pour répondre à ces enjeux de qualité et sanitaire sur le lait. Il est donc d'autant plus important de pouvoir se positionner et de montrer que l'ensemble du collectif entre dans une démarche d'accompagnement et d'améliorations des pratiques des éleveurs savoyards.



- **Des besoins pour l'ARVI**

Depuis la fin des quotas laitiers en 2015, les volumes laitiers sont régulés sur les Savoie par le dispositif mis en place par l'ARVI (Association pour des règles collectives de volumes individuels). Ce dispositif permet de fixer des règles et des volumes maximums de production pour chaque producteur laitier. L'éleveur est soumis à un volume A, volume d'attribution de référence où le lait est payé au plein-prix et à un volume B lorsque l'éleveur dépasse sa référence laitière (le prix du lait est moins bien valorisé). Ces règles ont pour objectif de réguler l'offre sur le marché et de maintenir des prix stables aux producteurs. Comme le montre l'article de la Confédération Paysanne paru le 15/04/2020, il est important que les fromagers et les coopératives respectent ces règles d'attributions pour protéger l'ensemble des producteurs, gros comme petits.

L'ARVI est en mesure d'attribuer les références laitières aux producteurs au moment de l'installation ou si le producteur souhaite augmenter son volume de référence (augmentation du cheptel, des surfaces, arrivée d'un nouvel associé etc.). Pour ce faire, une étude technico-économique est établie, par l'intermédiaire de dossier « Cap'Réussite », qui permet de déterminer les capacités de productions de l'exploitation. L'ARVI souhaite intégrer un volet sanitaire à ce dossier et Eleveurs des Savoie pourrait participer à la construction de ce volet pour les systèmes robots.

- **L'implication et le positionnement d'Eleveurs des Savoie**

Eleveurs des Savoie (EDS) est une coopérative agricole qui propose un certain nombre de services à ces éleveurs adhérents. La coopérative dispose ainsi d'un service Hygiène & Bâtiment (diagnostic ambiance bâtiment, qualité de l'eau, désinfection des bâtiments d'élevage, parage, santé etc.), d'un service Génétique & Reproduction (insémination artificielle, constat de gestation, pointage des animaux, plan de sélection) et d'un service Conseil & Performances (réalisation du contrôle laitier et conseil en élevage). L'ensemble de ces services permettent à Eleveurs des Savoie de se positionner et d'être un acteur privilégié pour accompagner les éleveurs laitiers savoyards souhaitant avoir une meilleure gestion et une meilleure situation technique, économique et sanitaire de leurs systèmes.

Les robots de traite faisant de plus en plus partie du paysage, il est important que Eleveurs des Savoie sache s'adapter et proposer des services spécifiques pour répondre aux besoins et aux attentes de ces éleveurs. Plusieurs travaux ont déjà été menés et d'autres sont en cours pour pouvoir répondre à ces objectifs. Les conseillers concernés par la présence des robots sur leurs zones sont amenés durant l'année à accroître leurs connaissances et compétences sur le fonctionnement et la bonne gestion des systèmes avec robot.

En outre, EDS souhaite intégrer une offre spécifique robot axé sur le sanitaire et la qualité du lait. C'est le grand enjeu actuel si l'on souhaite préserver ces exploitations et les maintenir dans la filière lait cru. Le projet de mémoire de fin d'année d'études qui sera mené autour de la qualité sanitaire du lait en traite robotisée se fera donc dans ce contexte-là et permettra de répondre à plusieurs enjeux pour Eleveurs des Savoie : celui de se positionner auprès des éleveurs adhérents robots et celui de répondre aux attentes de l'ILS et dans une seconde mesure de l'ARVI, tout cela dans un objectif global pour sécuriser et pérenniser la filière lait cru sur les Savoie.

Problématique :

En quoi une démarche d'accompagnement axée sur la qualité sanitaire du lait des élevages bovins lait en traite robotisée permettrait de pérenniser et de sécuriser la filière lait cru en Savoie ?

Les grandes étapes de la mission :

I. Réaliser un état des lieux et caractéristiques des élevages « Robot » sur les Savoie

II. Pouvoir accompagner les éleveurs « Robot » sur le thème de la qualité sanitaire du lait

Sous-questions permettant de répondre à la problématique :

① Quelles sont les caractéristiques des élevages robot sur les Savoie ?

② Le robot de traite a-t-il un réel impact sur la qualité sanitaire du lait ?

③ En quoi l'étude des réglages du robot peut permettre d'améliorer la propreté des trayons ?

Figure 5 : Schéma explicatif des grandes étapes établies et des questions posées pour répondre à la problématique (Source personnelle)

## 2. Présentation de la problématique, des objectifs et des hypothèses du travail

### 2.1. Question principale de recherche

Comme vu dans la précédente partie 1.3.3, l'ensemble de la filière se mobilise pour répondre aux attentes face à la question du lait cru sur les Savoie. Les systèmes en robot de traite bénéficient d'une attention particulière sur ce sujet car ils sont qualifiés de plus sensibles vis-à-vis des contaminations du lait par un agent pathogène. D'autant plus, que les robots de traite représenteraient sur les Savoie 8% du nombre total d'élevages bovin lait mais 16% du volume total livré en laiterie sur les Savoie (Propos recueillis de Thierry Gastou, ILS, le 3 mai 2021). Une dégradation de la qualité du lait par les robots de traite aura donc un poids beaucoup plus important qu'un livreur moyen. De plus, en réfléchissant à l'échelle d'une filière AOP ou même IGP, les modifications des pratiques induites par la mise en place du système robot doivent être prises en considération. C'est aussi le rôle des organismes de savoir accompagner les producteurs sur l'ensemble des questions soulevé par le système robot.

L'ensemble de ces enjeux a conduit Eleveurs des Savoie à traiter de la problématique suivante :

**« En quoi une démarche d'accompagnement axée sur la qualité sanitaire du lait des élevages bovins lait en traite robotisée permettrait de pérenniser et de sécuriser la filière lait cru en Savoie ? »**

Le travail mené au cours de ce mémoire de fin d'études a donc pour objectif de mettre en œuvre un travail de recherche sur la qualité du lait en système robot de traite propre au territoire savoyard. Ce travail doit permettre à Eleveurs des Savoie d'avoir des références concernant les exploitations robots sur les Savoie et de voir en quoi et s'ils se différencient réellement des autres systèmes de traite. Dans un second temps, ce travail doit servir à la réflexion pour le développement d'une offre de service orientée robot de traite et qualité du lait.

### 2.2. Questions secondaires de recherche

Pour apporter une réponse à la problématique, le travail a été décomposé en deux grandes étapes, présenter en figure 5. Ainsi, la première étape doit permettre de réaliser un état des lieux et de caractériser les élevages avec robot de traite sur les Savoie. Pour comprendre la situation sur le territoire savoyard, deux sous-questions seront à traiter au sein de cette première étape :

1. Quelles sont les caractéristiques des élevages robots sur les Savoie ?
2. Le robot de traite a-t-il un réel impact sur la qualité sanitaire du lait ?

La seconde étape du travail doit permettre d'apporter une réponse à la problématique de l'accompagnement des élevages robots sur la thématique de la qualité du lait. Aujourd'hui, il est difficile de connaître l'ensemble des réglages possibles à faire sur les robots de traite et de mesurer leurs impacts. Le travail permettra donc d'apporter des éléments de connaissances sur les réglages de traite au robot et d'appuyer le regard sur la propreté des trayons, un point clé pour le Pass Lait Cru aujourd'hui. Une expérimentation menée en exploitation permettra de répondre à la sous-question suivante :

3. En quoi l'étude des réglages du robot peut permettre d'améliorer la propreté des trayons ?

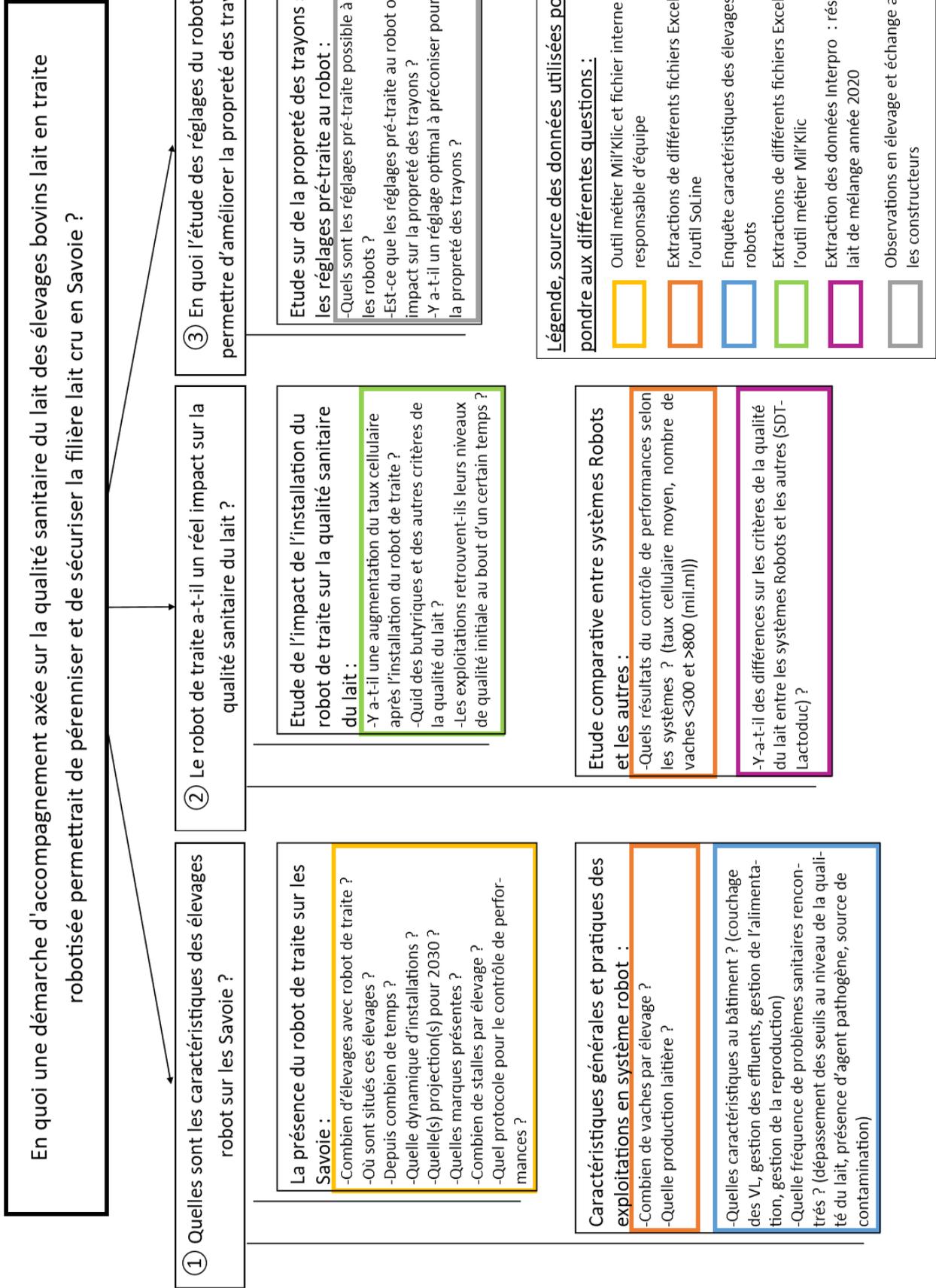


Figure 6 : Schéma explicatif de la méthodologie mis en place pour répondre à la problématique (Source personnelle)

## 3. Matériels et méthodes

### 3.1. Etat des lieux et qualité du lait pour les élevages robots des Savoie

#### 3.1.1. Recherches bibliographiques

Au préalable, un premier travail de recherches bibliographiques est réalisé. Il a pour objectif de mieux comprendre et contextualiser le sujet dans son ensemble. Les premières recherches effectuées sont principalement axées sur la qualité du lait afin de définir et de justifier la pertinence du choix de ce sujet et plus particulièrement sur les Savoie. Des recherches plus approfondies sur les systèmes avec robot de traite et leurs impacts sur la qualité du lait ont permis de prendre connaissances des travaux déjà réalisés et de pouvoir les confronter aux résultats obtenus au cours de l'étude. Les recherches bibliographiques seront amenées être retravaillées, notamment sur le fonctionnement et les réglages au robot. Diverses ressources ont été utilisées ; Science Directe, Google Scholar, revues agricoles, documents internes à Eleveurs des Savoie, formation Pass Lait Cru, entretiens auprès de diverses organismes (ILS, Lely, Savoie Elevage (Delaval)).

#### 3.1.2. Recensement des élevages robots sur les Savoie

La figure 6 donne des éléments de détails sur les différentes questions posées pour répondre aux différents objectifs ainsi que les principales sources mobilisées pour la collecte des données. Ainsi, afin de répondre à la première question qui est celle de mieux connaître et mieux caractériser la présence des élevages robots sur les Savoie (voir Figure 6), un travail de recensement de l'ensemble de ces élevages adhérents au service Conseil & Performances (CP) au sein d'Eleveurs des Savoie sera réalisé. Cette étape permettra de donner des premiers éléments pour caractériser la présence et les pratiques des systèmes en robot sur les Savoie. La création d'une base de données sous Excel sera permise grâce à la compilation de différentes extractions de données. Les informations collectées par élevage pour permettront l'accès à une base de données complète et à jour des caractéristiques pour chaque élevage utilisable par les responsables d'équipe, les conseillers ou encore les techniciens robots. Le tableau 11 récapitule les informations présentes dans la base de données et précise quelles ont été les sources utilisées. L'outil Mil'Klic est un outil métier utilisé par le service CP ainsi que les éleveurs. Il contient un grand nombre d'informations lié à l'élevage et principalement liés au contrôle de performances. L'outil CaroLine (une BDD du SI de l'ARSOE) est quant à lui utilisé pour suivre les données générales sur les élevages au niveau du SIG (national) et notamment l'ensemble des contrats et services proposés par l'organisme de conseil.

La construction de cette base de données sera également utile pour réaliser une cartographie des exploitations robots sur les Savoie. L'intérêt est de pouvoir mieux visualiser et positionner ces élevages notamment en fonction des différentes filières AOP-IGP. Cela permettra de rendre compte s'il y a des zones plus sensibles selon la présence du robot. La carte sera également utile pour le fonctionnement du service Conseil & Performances. En effet, celle-ci permettra aux responsables d'équipe, aux conseillers du secteur et surtout aux techniciens robots de repérer rapidement où sont les élevages et de pouvoir faciliter la planification de leurs tournées. Pour la réalisation des cartes, deux outils seront mobilisés ; QGIS et MyMaps (Google). La cartographie sous QGIS sera utile pour délimiter les différentes zones AOP-IGP, non réalisable sous MyMaps et permettra également d'avoir une carte plus visuelle plus facilement transmissible pour la communication. En revanche, la carte faite sous MyMaps sera mieux adaptée pour l'utilisation par les techniciens robots qui pourront créer leurs itinéraires et qui sera également plus facile à mettre à jour.

Tableau 11 : Liste des informations utilisées pour la création de la base de données « Caractéristiques des élevages Robot ».

Informations recueillies par exploitation	Source(s)
-N°UAT	-Extraction du fichier caractéristiques des élevages via l’outil métier
-Nom de l’exploitation	Mil’Klic
-Noms exploitants	
-Téléphone	
-Adresse	
-Equipe	-Fichier Excel propre aux élevages robots tenu à jour par Laurent Livet, responsable d’équipe de l’Avant-Pays Savoyard
-Conseiller	
-Techniciens	
-Marque constructeur	
-Nombre de stalle	
-Type d’échantillonneurs	
-Date adhésion contrôle robot	-Liste des dates d’adhésions au CP pour les différents protocoles AR et BR via l’outil CaroLine (Organisme > Contrôle Laitier > Adhésion > Robot de traite)
-Protocole du contrôle	-Puis vérification élevage par élevage pour avoir la 1 <sup>ère</sup> date du contrôle robot connue via l’outil CaroLine (> Consultations > Cheptel > Contrats)

Tableau 12 : Liste des données utilisées en complémentarité pour l’étude : impact de l’installation du robot de traite

Catégories et sources des données	Liste des données récupérées
« Contrôle » : Historique Troupeau	-Production moyenne 12 mois -Lait par vache contrôlée -Total lait (kg) -Nombre vaches présentes -Nombre de vaches contrôlées -% de primipares -Lait/VL primipares -Lait/VL multipares
« Santé - Bilan Cellules Mammites » : Synthèse	-Taux cellulaire moyen contrôle annuel (x1000.ml <sup>-1</sup> ) -Taux cellulaire moyen laiterie annuel (x1000.ml <sup>-1</sup> ) -% d’animaux avec CCI <100 (cellules x1000.ml <sup>-1</sup> ) -% d’animaux avec CCI <300 (cellules x1000.ml <sup>-1</sup> ) -% d’animaux avec CCI >800 (cellules x1000.ml <sup>-1</sup> ) -% de primipares avec CCI <100 (cellules x1000.ml <sup>-1</sup> )
« Santé - Bilan Cellules Mammites » : Renouvellement	-Nombre de vaches réformées -Nombre d’années de présence UL -Effectif primipares moyen -% de primipares avec les deux 1 <sup>ers</sup> contrôles <100 (x1000.ml <sup>-1</sup> )
« Santé - Bilan Cellules Mammites » : Tarissement	-Taux de guérison au tarissement (%) -Taux de nouvelles infections après tarissement (%) -Durée moyenne de tarissement (jours)

### 3.1.3. Construction de plusieurs bases de données : impact du robot sur la qualité sanitaire du lait

Toujours pour répondre à la première question pour caractériser Une des étapes du travail consiste en l'étude de l'impact réel du robot de traite sur la qualité sanitaire du lait sur les Savoie. Deux expertises distinctes seront menées, la première pour mesurer l'impact de l'installation du robot de traite sur une exploitation et la seconde pour comparer les critères d'analyse du lait selon les différents systèmes de traite.

- **Etude sur l'impact de l'installation du robot de traite sur la qualité sanitaire du lait.**

L'installation du robot de traite implique de grands changements sur les pratiques du système et peut notamment avoir un impact sur la qualité du lait (Freiss, 2009 ; Rasmussen, 2002). L'objectif de cette d'étude est de pouvoir caractériser l'impact de l'installation du robot de traite au sein des éleveurs adhérents à Eleveurs des Savoie et de refléter la situation propre au territoire savoyard.

L'impact sur la qualité du lait sera mesuré par la collecte de données des résultats d'analyse du lait de tank avec un historique d'un avant et d'un an après l'installation du robot de traite. Avoir un historique un an avant et un après permettra d'avoir une prise de recul avec un plus grand nombre de données pour émettre des moyennes par élevage. Ces données sont accessibles par élevage sur l'outil Mil'Klic qui conserve l'ensemble des résultats d'analyse tank depuis 2015. Les élevages seront sélectionnés selon la date d'adhésion au contrôle de performances robot ainsi que la date du premier contrôle robot afin de s'assurer de la période de l'installation du robot de traite. Enfin, l'analyse ne pourra pas se faire pour l'ensemble des élevages au vu de la difficulté à rassembler les fichiers via Mil'Klic. Cependant, un nombre minimum de 30 élevages a été déterminé pour être suffisamment représentatif de l'ensemble des 80 élevages sur les Savoie.

Les données récupérées grâce aux analyses de lait de tank sont celles-ci :

- Concentration en cellules somatiques (cellules x1000.ml<sup>-1</sup>)
- Germe totaux (germes x1000.ml<sup>-1</sup>)
- Spores butyriques (sp.ml<sup>-1</sup>)
- Coliformes totaux (ufc.ml<sup>-1</sup>)
- Staphylocoques (ufc.ml<sup>-1</sup>)
- Taux butyreux (TB g.ml<sup>-1</sup>)
- Taux protéique (TP g.ml<sup>-1</sup>)

En parallèle, les données seront croisées avec d'autres caractéristiques pas directement liées aux critères de la qualité du lait afin de mesurer les autres changements après la mise en place en place du robot. Ces données seront récupérées sur l'outil Mil'Klic dans l'onglet « Contrôle - Historique Troupeau » ainsi que dans l'onglet « Santé - Bilan Cellules Mammites ». Il s'agit de données valorisées grâce aux résultats du contrôle de performances pouvant être résumées par année. La liste des données est présentée dans le tableau 12. Une petite précision est à apporter concernant le taux cellulaire moyen laiterie qui n'est disponible que pour les exploitations présentes dans le département 74 (Haute-Savoie) et ayant signé un accord de transmission de cette donnée. La donnée risque donc de ne pas être disponible à l'ensemble des élevages.

Les données ont été traitées sur Excel ainsi que sur le logiciel de statistiques R. Les principales analyses effectuées ont consisté en une étude comparative des moyennes avant et après installation du robot.

Tableau 13 : Liste des critères d'analyse de lait de mélange récupérées pour l'étude comparative : Système Robot vs. Système SDT-Lactoduc

Données utilisées pour le comparatif Robot vs. SDT-Lactoduc		Sources des données
<b>Caractéristiques</b>	-N° Exploitation -Nom de l'exploitation	Résultats des analyses lait de mélange sur l'année 2020 pour l'ensemble des exploitations des départements 73-74 <b>→ Extraction de données via le SI</b>
<b>Critère des analyses lait de mélange</b>	-Date de prélèvement -Matière grasse (g.l <sup>-1</sup> ) -Matière protéique (g.l <sup>-1</sup> ) -Germe totaux (x1000.ml <sup>-1</sup> ) -Cellules (x1000.ml <sup>-1</sup> ) -Spores butyriques (sp.ml <sup>-1</sup> ) -Staphylocoques (ufc.ml <sup>-1</sup> ) -Coliformes totaux (ufc.ml <sup>-1</sup> ) - <i>Escherichia coli</i> (ufc.ml <sup>-1</sup> )	

Tableau 14 : Répartition des résultats d'analyse du lait en trois groupes pour chaque critère analysé selon les seuils de la grille de paiement interprofessionnelle sur les Savoie

Critère	Alerte 1	Alerte 2	Alerte 3	Nombre d'analyse
<b>Cellules (x1000.ml<sup>-1</sup>)</b>	< 200	≥200 et < 400	≥ 400	1 par semaine
<b>Germe totaux (x1000.ml<sup>-1</sup>)</b>	< 100	≥ 100 et < 300	≥ 300	2 par mois
<b>Spores butyriques (sp.ml<sup>-1</sup>)</b>	< 200	≥200 et ≤ 440	> 440	3 par mois
<b>Staphylocoques (ufc.ml<sup>-1</sup>)</b>	≤ 100	≥ 100 et < 500	≥ 500	3 par mois
<b>Coliformes totaux (ufc.ml<sup>-1</sup>)</b>	≤ 100	≥ 100 et < 500	≥ 500	3 par mois
<b><i>Escherichia coli</i> (ufc.ml<sup>-1</sup>)</b>	< 20	≥20 et ≤ 40	> 40	3 par mois

Tableau 15 : Liste des données utilisées en complémentarité pour caractériser les systèmes Robots et les autres.

Données utilisées pour le comparatif Robot vs. Autres systèmes		Sources des données
<b>Nombre de vache par exploitation</b>	-Nombre de vaches présentes -Nombre de vaches traitées	Caractéristiques générales pour l'ensemble des exploitations des départements 73-74 <b>→ Données issues de l'outil SoLine</b>
<b>Production laitière/vache/an</b>	-Moyenne SIEL (kg) -Niveau adulte exprimé au contrôle (kg)	
<b>Production laitière/vache/jour</b>	-Lait/vache contrôlée/jour -Lait 1 <sup>er</sup> contrôle primipares (kg) -Lait 1 <sup>er</sup> contrôle multipares (kg)	
<b>Incidence cellule</b>	-Moyenne cellules (x1000.ml <sup>-1</sup> )	
<b>Répartition des vaches avec cellules &lt; 300 (x1000.ml<sup>-1</sup>)</b>	-% Vaches avec cellules < 300 -% Primipares avec cellules < 300 -% Multipares avec cellules < 300	
<b>Répartition des vaches avec cellules &gt; 800 (x1000.ml<sup>-1</sup>)</b>	-% Vaches avec cellules > 800 -% Primipares avec cellules > 800 -% Multipares avec cellules > 800	

- **Etude comparative des exploitations selon les systèmes de traites : Robot vs. SDT-Lactoduc.**

Toujours pour répondre à l'objectif global de mieux caractériser les exploitations robots sur les Savoie, une comparaison sera à faire pour mettre en évidence les différences entre les systèmes de traite. Les robots de traite étant souvent pointés du doigt par les éleveurs ou les laiteries, il sera intéressant de traiter de la question suivante : Les robots de traite sont-ils réellement responsables d'une dégradation ou d'accident au niveau de la qualité sanitaire du lait ?

Cette analyse viendra compléter les résultats sur l'impact après installation du robot et nous apporte d'autres informations. L'objectif est de montrer si nous avons bien une différence entre les systèmes de traite. L'analyse sera effectuée selon les critères de la qualité du lait mais aussi selon des éléments plus généraux sur les caractéristiques entre les systèmes.

Les données relatives aux critères qualité du lait pourront être extraites de Mil'Klic via l'implication du service informatique. L'extraction des données demandée doit contenir l'ensemble des résultats d'analyse du lait de mélange pour la totalité des exploitations adhérentes au contrôle de performances sur une année complète, du 1<sup>er</sup> janvier 2020 au 31 décembre 2020. L'ensemble des données utilisées ainsi que leurs sources sont inscrits dans le tableau 13 ci-contre.

Afin de pouvoir comparer les systèmes robots des autres systèmes de traite, deux nouvelles variables seront créées ; « Robot » et « SDT-Lactoduc ». Le numéro du cheptel (n°EDE) unique pour chaque exploitation permettra d'isoler les robots des autres. Afin d'approfondir les résultats, des sous-groupes par critère d'analyse permettront de connaître le nombre de fois où l'exploitation est confrontée à une situation de dépassements des seuils et ainsi permettre d'estimer l'impact économique que cela peut représenter. Les résultats seront donc répartis en trois catégories selon la grille de paiement du lait en vigueur sur les Savoie. Le tableau 14 présente donc les différents seuils choisis pour répartir chaque résultat d'analyse dans un groupe. Il y a 3 sous-groupes par critère d'analyse ;

-Alerte 1 : résultat bon voire très bon sans dépassement du 1<sup>er</sup> seuil

-Alerte 2 : résultat moyen avec dépassement du 1<sup>er</sup> seuil

-Alerte 3 : résultat mauvais avec dépassement du 2<sup>nd</sup> seuil

Une précision est à apporter sur la fréquence des analyses par mois qui diffère selon le critère recherché (voir Tableau 14). Pour plus d'informations, l'annexe 2 donne les critères de la grille de paiement du lait interprofessionnelle en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2017.

Enfin, il sera possible de mettre en comparaison les robots de traite avec les autres systèmes en prenant en compte des données d'ordres plus générales, listées dans le tableau 15. Les données sont disponibles via l'outil SoLine (une BDD du SI de l'ARSOE) qui permet d'avoir accès à des moyennes mensuelles à la suite du contrôle de performances. Les données seront extraites pour l'ensemble des exploitations sur l'année 2020, donc tous systèmes confondus.

Il est possible de regrouper ces données par secteur ou par agent mais aussi par groupe. On compte 27 groupes existants au total dont 4 groupes spécifiques au robot (voir Annexe 3 pour le détail complet des groupes). Les données extraites des quatre groupes robots seront regroupées au sein d'un seul et même groupe « Robot » en faisant une moyenne pondérée selon le nombre d'élevage par groupe.

Tableau 16 : Liste des groupes utilisés pour les comparaisons de moyennes « Robot » et « Système SDT-Lactoduc similaire Robot »

Groupes pris en compte pour la création du groupe « Robot »	Groupes pris en compte pour la création du groupe « Système SDT-Lactoduc similaire Robot »
46-21-Robot-Epis	46-21-Foin Trad
46-21-Robot-Foin	46-21-Foin Trad-Epis
66-Robot-Ensilage	46-21-Foin Ventil
66-Robot-Epis	46-21-Foin Ventil-Epis
-	66-SDT-Epis

Tableau 17 : Ensemble des thèmes abordés dans l'enquête téléphonique spécifiques aux caractéristiques des élevages robots

Thèmes abordés dans l'enquête	Sous-thèmes
<b>1. Typologie</b>	-Race principale -Région -Filière
<b>2. Structure</b>	-Type de stabulation -Détails si logette -Détails si aire paillée
<b>3. Conduite alimentation</b>	-Mode de distribution du fourrage principal -Ration VL hiver -Ration VL printemps-été -Distribution des concentrés
<b>4. Conduite reproduction</b>	-Durée de tarissement -Préparation vêlage -Objectif âge au vêlage génisses
<b>5. Conduite au robot</b>	-Caractéristiques du robot -Éléments pour suivre la qualité sanitaire du lait et/ou santé des mamelles
<b>6. Qualité sanitaire du lait</b>	-Historique si problème de contamination du lait par des agents pathogènes -Agents pathogènes mis en cause -Source de contamination mis en évidence -Estimation du nombre de mammites par an
<b>7. Accompagnement des élevages en traite robotisée par Eleveurs des Savoie</b>	-Attentes pour un suivi spécifique robot par EDS -Intérêt pour de la comparaison de groupe

La comparaison pourra donc s'effectuer en isolant les élevages en robot de traite et en les confrontant aux moyennes générales sur les Savoie, tous systèmes confondus, y compris les robots. Cela permettra d'avoir un premier aperçu pour caractériser les exploitations robots et d'avoir notamment des chiffres sur leurs niveaux de production.

Cependant, les accès sur SoLine sont limités et ne permettent pas de faire une comparaison entre système « Robot » et système « SDT-Lactoduc ». Pour approfondir ces résultats et pouvoir comparer tout de même des exploitations qui se différencient par leurs systèmes de traite mais qui se ressemblent par leurs pratiques, une autre extraction de données devra être effectuée toujours à partir des groupes existants. Les groupes sélectionnés pour la comparaison avec les robots sont ceux qui ne sont pas catégorisés en Alpage, Beaufort ou Reblochon. Les groupes avec présence des races Simmental et Abondance ne seront également pas pris en compte. Il en est de même pour les groupes à trop faible effectifs (<10) pour faciliter l'extraction des différents fichiers. La liste des groupes sélectionnée pour la comparaison est présentée dans le tableau 16. L'objectif est de se rapprocher des systèmes présents sur la zone Avant-Pays Savoyard, endroit qui concentre le plus d'élevages robot.

L'ensemble des données extraites sous SoLine seront analysées uniquement sous Excel notamment car la donnée brute par exploitation n'est pas accessible et il n'est donc pas possible de soumettre les données à une analyse statistique plus poussée. En revanche, les données issues des résultats d'analyse de lait de mélange seront quant à elles analysées avec le logiciel R, ce qui permettra d'étudier les différences significatives entre les différents systèmes.

#### 3.1.4. Enquête sur les pratiques des élevages robots

Une enquête spécifique aux élevages robots sera mise en place toujours pour répondre à l'objectif de mieux connaître et mieux caractériser les pratiques des élevages robots. L'enquête permettra de recenser les pratiques des élevages robots et de voir si certaines de ces pratiques sont caractéristiques d'incidents au niveau de la qualité sanitaire du lait. Les pratiques étudiées portent sur la structure du bâtiment, la conduite de l'alimentation, la gestion de la reproduction et aussi la gestion du robot de traite. Les différents thèmes abordés dans l'enquête sont présentés dans le tableau 17. La construction de l'enquête s'inspire des caractéristiques élevages issus de Mil'Klic. Ainsi, la base de données créée pour l'enquête pourra servir pour mettre à jour les caractéristiques des élevages robots sur Mil'Klic et permettre de faciliter à l'avenir l'émission de valorisés par comparaison entre groupe. Le détail sur le guide d'enquête est présenté en annexe 4.

L'enquête pourra être réalisée directement en élevage ou par téléphone et ne devra pas excéder 15 minutes. Si l'éleveur manque de temps, l'enquête pourra être réduite en ne traitant pas la dernière partie 7 portant sur l'intérêt de l'éleveur du développement d'un accompagnement spécifique robot par EDS.

Pour avoir des données représentatives de la situation sur les Savoie, la population totale des exploitations robots étant relativement faible, l'objectif de réponses est fixé à 30% sur l'ensemble des exploitations robots. Ainsi, l'objectif est d'obtenir au moins 24 réponses sur les 80 élevages adhérents au CP. Cependant, si les conditions le permettent, l'idéal sera de collecter des réponses pour l'ensemble des exploitations en robot, cela dans le but de mettre à jour les informations dans les bases de données de Mil'Klic.

Tableau 18 : Tableau comparatif entre les différents robots de traite Lely – Delaval et GEA (Source personnelle)

Caractéristiques \ Marques	Lely	Delaval	GEA
<b>Versions des robots et année de commercialisation</b>	Astronaut 1995	VMS 2001	MIone 2013
	A2 2003	V300 2018	Monobox 2016
	A3 2005		R9500 2019
	A3 Next 2009		
	A4 2010		
	A5 2018		
<b>Interface logiciel</b>	T4C (prochainement Lely Horizon)	Delpro (différentes versions : 3.5, 4.5, 5.0 et plus)	Dairy Plan
<b>Caractéristiques générales pré-traite</b>	Brossage du trayon avec 2 brosses rotatives externes	1 unique gobelet laveur pour le lavage des 4 trayons (différent des manchons trayeurs)	Lavage des trayons dans le même manchon trayeur
<b>Principaux réglages pré-traite</b>	Selon le nombre de brossages et le temps de brossages par trayon	Selon le nombre de lavage et le temps de lavage par trayon	–
<b>Option pré-traite</b>	Traitement US = Après le brossage (selon réglage au T4C) : désinfection des brosses au peroxyde et un brossage en plus	Ajout d'un savon pour le lavage des trayons	–

## 3.2. Etude expérimentale sur l'impact des réglages du robot sur la propreté du trayon

### 3.2.1. Objectifs de l'étude

Le fonctionnement du robot est complexe et de nombreux réglages sont paramétrables et peuvent être affectés à l'ensemble du troupeau ou à un groupe spécifique, par exemple sur les primipares ou les fraîches vèlées. Il est également possible d'ajuster les réglages individuellement, ce qui laisse un large champ d'action pour optimiser le fonctionnement du robot. Eleveurs des Savoie s'est alors questionné sur les réglages de traite et plus spécifiquement ceux utilisés en pré-traite afin de voir leurs impacts sur la propreté des trayons.

L'objectif premier est de pouvoir répondre à l'attente de l'accompagnement des éleveurs robots sur le thème de la qualité sanitaire du lait. Aborder le thème de la propreté des trayons avec ces éleveurs est important mais il l'est d'autant plus avec la mise en place des nouvelles grilles Pass Lait Cru spécifiques robot de traite. En effet, un des critères observés durant cet audit est celui de la propreté des trayons. Cinq vaches, soit 20 trayons sont observés pour valider ce critère. Si plus de 1 trayon est branché avec des souillures, un suivi d'accompagnement est déclenché. Lors du Pass Lait Cru, les trayons sont observés avant le branchement du manchon trayeur et juste après le lavage des trayons. Ce point a largement été critiqué par les éleveurs. Il faut également savoir que tous les producteurs de lait (sauf en zone Beaufort) sont soumis à cet audit tous les 18 mois et que la première campagne d'audits spécifiques aux élevages robots débute au cours de ce printemps 2021. La question de la propreté des trayons est donc pleinement d'actualité.

L'étude menée doit donc permettre de dire si la modification des réglages pré-traite au robot peut être un levier pour améliorer la propreté des trayons et de facto diminuer le risque de contamination du lait. L'hypothèse de départ étant de dire que oui, il y a bien un effet du réglage au robot sur la propreté du trayon. Si l'hypothèse est confirmée, il sera alors possible de déterminer le réglage à privilégier selon la situation sanitaire en exploitation. En outre, la réalisation de ces observations en élevage permettra aussi de répondre à une seconde attente d'Eleveurs des Savoie qui est celle de gagner en connaissances sur le fonctionnement des robots et plus particulièrement ici sur les réglages possibles à faire au robot.

### 3.2.2. Recensement des réglages possibles au robot

Pour établir le protocole de l'expérimentation, il sera nécessaire au préalable de recenser et de caractériser l'ensemble des réglages de traite disponibles sur les robots de traite. L'expertise des réglages au robot prendra en compte les trois marques présentes sur les Savoie : Lely, Delaval et GEA. Ces réglages étant différents d'une marque à l'autre, différentes sources seront mises à contribution pour mieux comprendre le fonctionnement de chaque robot et d'avoir l'ensemble des réglages de traite existants.

Dans un premier temps, les différentes recherches bibliographiques via les sites constructeurs ont permis de mieux comprendre le fonctionnement du robot. Le tableau 18 ci-contre présente les caractéristiques générales des robots selon les marques avec un regard plus spécifique sur les réglages en pré-traite. (Laisney, 2019 ; Lely, 2021). Toutefois, ces recherches se sont avérées limitées car les marques ne mettent pas facilement à disposition des manuels d'utilisation de leurs logiciels, il sera donc important de solliciter directement les différentes concessions savoyardes Lely, GEA et Delaval et notamment pour déterminer les différents niveaux de réglages à utiliser pour l'étude.

**Critères d'observations sur les trayons :**

1. Critère d'appréciation général sur le trayon :

- propre                       sale

2. Présence de souillure humide sur :

0% du trayon	25% du trayon	50% du trayon	75% du trayon	100% du trayon
--------------	---------------	---------------	---------------	----------------

3. Présence de souillure sèche sur :

0% du trayon	25% du trayon	50% du trayon	75% du trayon	100% du trayon
--------------	---------------	---------------	---------------	----------------

Figure 7 : Grille de notation sur l'observation des trayons (Source personnelle)

### 3.2.3. La propreté des trayons

Pour mesurer l'impact du réglage pré-traite sur la propreté des trayons, une grille de notation a été établie. Comme le montre la figure 7, cette grille permet d'évaluer la propreté du trayon selon un pourcentage de souillure présent sur chaque trayon. Un trayon est considéré sale dès qu'on observe 25% de souillure sur le trayon. Ce critère s'est intentionnellement voulu strict afin de rester à un niveau équivalent aux critères de la grille Pass Lait Cru. A noter que sur la grille du Pass Lait Cru, aucun niveau de détail ou de valeurs seuils ne sont mentionnés, le trayon est soit propre soit sale, selon le jugement de l'auditeur.

Etant donné que la propreté des trayons reste une observation visuelle, une photothèque a été mise en place en parallèle des observations faites en élevage. Ainsi, pour chaque vache suivie, des photos des trayons ont été faites ce qui permet de justifier la pertinence de la notation choisie. Les photos ont été prises grâce à l'utilisation d'un appareil personnel (Canon M50) pour garantir des images avec une meilleure résolution que celles d'un téléphone. L'accord au préalable de l'éleveur a été demandé.

### 3.2.4. Les protocoles expérimentaux

Deux protocoles ont été mis en place pour suivre l'impact des réglages pré-traite fait au robot sur la propreté du trayon. Le 1<sup>er</sup> protocole a été élaboré pour suivre l'impact de la modification du réglage sur le long terme tandis que le 2<sup>nd</sup> protocole a permis de mesurer l'impact des différents réglages directement au robot avant et après le lavage du trayon.

Les exploitations agricoles pour le suivi de l'expérimentation sont sélectionnées selon les critères suivants :

- Exploitation proche du siège de la coopérative à Seynod, pas plus de 20 minutes de route
- Présence de vaches avec des trayons sales et en lactation tout au long de l'étude
- Episode avec présence de dépassement des seuils au niveau des résultats sur la qualité du lait
- Au minima 1 élevage par marque

Les données de Mil'Klic permettront de faire un premier tri sur les exploitations pouvant participer à l'étude. Les protocoles devront le moins possible impacter les pratiques de l'éleveur afin de rendre possible l'étude. La grande majorité des observations pourra donc se faire en autonomie sans la présence nécessaire de l'éleveur à chaque visite. De plus, l'ensemble des visites seront réalisées par un seul et même expérimentateur afin de limiter des potentiels biais lors de la notation des trayons qui sera visuelle.

Pour les deux protocoles, plusieurs animaux seront suivis pour suivre la propreté du trayon selon trois modalités de réglages pré-traite au robot :

- Modalité 1 : Faible. Correspondant à un réglage pré-traite minimal
- Modalité 2 : Moyen. Correspondant à un réglage pré-traite moyen
- Modalité 3 : Fort. Correspondant à un réglage pré-traite maximal

Les différents niveaux de réglages correspondant à ces trois modalités seront à établir avec les concessionnaires des différentes marques. Cela permettra également de mobiliser ces organismes sur les Savoie par rapport à cette question de qualité du lait.

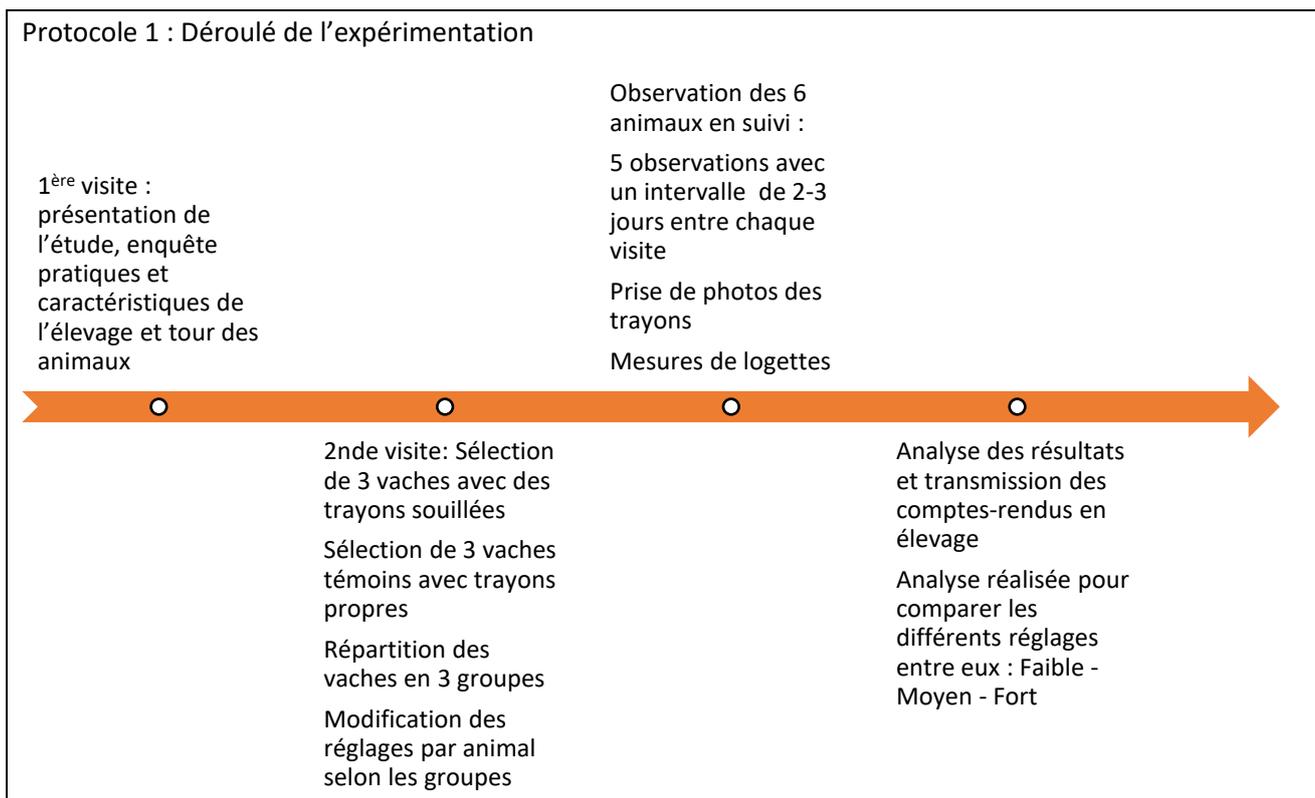


Figure 8 : Schéma explicatif sur le déroulé de l'expérimentation pour l'observation des trayons selon les réglages au robot - Protocole 1.

Tableau 19 : Répartition des individus suivis dans le cadre de l'expérimentation – Protocole 1

Modalités - Réglages	Vaches avec trayons souillés :VS	Vaches témoins : T
Faible	<b>1</b>	<b>A</b>
Moyen	<b>2</b>	<b>B</b>
Fort	<b>3</b>	<b>C</b>

- **Mise en place du protocole 1**

Pour le 1<sup>er</sup> protocole, au total 7 visites par élevage sont réalisées. Le déroulé de l'étude est présenté en figure 8. La première visite initiale a pour objectif de présenter l'étude à l'éleveur, de faire un tour d'élevage et de remplir le guide d'enquête utilisé pour caractériser les pratiques des élevages (voir 3.1.4). En plus de ces éléments, cette visite est nécessaire pour faire le point sur les réglages pré-traité utilisés par l'éleveur afin d'avoir un repère sur la situation initiale avant la modification de ces réglages. Cette première visite doit également permettre de présélectionner les vaches potentielles à suivre après discussion et repérage des animaux avec l'éleveur.

Ensuite, si l'éleveur donne son accord pour la réalisation de l'étude, une seconde visite en élevage aura lieu et permettra de lancer les observations avec la modification des réglages. Lors de cette seconde visite, les vaches à suivre seront sélectionnées et réparties dans trois groupes selon les trois modalités de réglages Faible – Moyen – Fort. Les réglages seront modifiés individuellement à l'animal sur le logiciel robot selon les critères déterminés avec les constructeurs. La modification du réglage ne s'appliquera donc pas à l'ensemble du troupeau mais bien à un nombre défini de vaches à suivre. En effet, au vu de la situation sanitaire et de l'importance de la qualité du lait, il était difficile de faire prendre le risque aux éleveurs de modifier leurs réglages initiaux sur l'ensemble du troupeau.

Au minimum, trois vaches considérées « sales » devront être sélectionnées pour avoir un individu par modalité. Une vache est considérée sale si au moins un trayon présente un taux de souillure à 25%. L'idéal étant d'avoir le plus d'individus par modalité possible pour rendre les résultats plus pertinents. En parallèle, des vaches « témoins » rentreront également dans le cadre de l'étude. Les vaches témoins seront sélectionnés uniquement si celles-ci présentent l'ensemble de leurs trayons propres le jour de la seconde visite, soit avec 0% de surface souillée par trayon. Les témoins permettront de mettre en perspective les résultats observés sur les vaches sales et de voir comment la propreté du trayon évolue au sein de cette population en fonction des différents réglages.

De plus, en partant de l'hypothèse que plus les vaches sont avancées dans leurs stades et dans leurs rangs de lactation plus les trayons ont tendance à être souillés, les vaches du groupe témoins seront sélectionnées selon ces critères pour les faire correspondre aux vaches suivies. C'est-à-dire qu'au sein de chaque modalité, nous avons une vache « sale » et une vache témoin qui se ressemblent au niveau de leur stade et rang de lactation. Cela permettra de pouvoir considérer les individus au sein de chaque modalité comme étant appareillés et de limiter ainsi les biais liés aux individus lors des analyses statistiques. Il y a donc pour chaque modalités, niveaux de réglages pré-traité Faible – Moyen – Fort, 1 vache sale et 1 vache témoin, ce qui fait 6 vaches à suivre au total (voir Tableau 19).

Les cinq observations suivantes seront réalisées à intervalle de 2 à 3 jours pour chaque exploitation et au même moment de la journée. La moyenne de ces observations permettra de comparer les différentes modalités entre elles. Toutes les observations sont faites lorsque les vaches sont au bâtiment. En effet, il ne sera pas possible de mener les observations directement au robot car cela impliquerait une organisation particulière qui ne peut être développée dans le cadre de ce travail. Cela aurait par exemple nécessité la pose d'une caméra ou l'implication de l'éleveur pour bloquer les animaux avant l'arrivée de l'observateur, ce qui n'est pas souhaité.

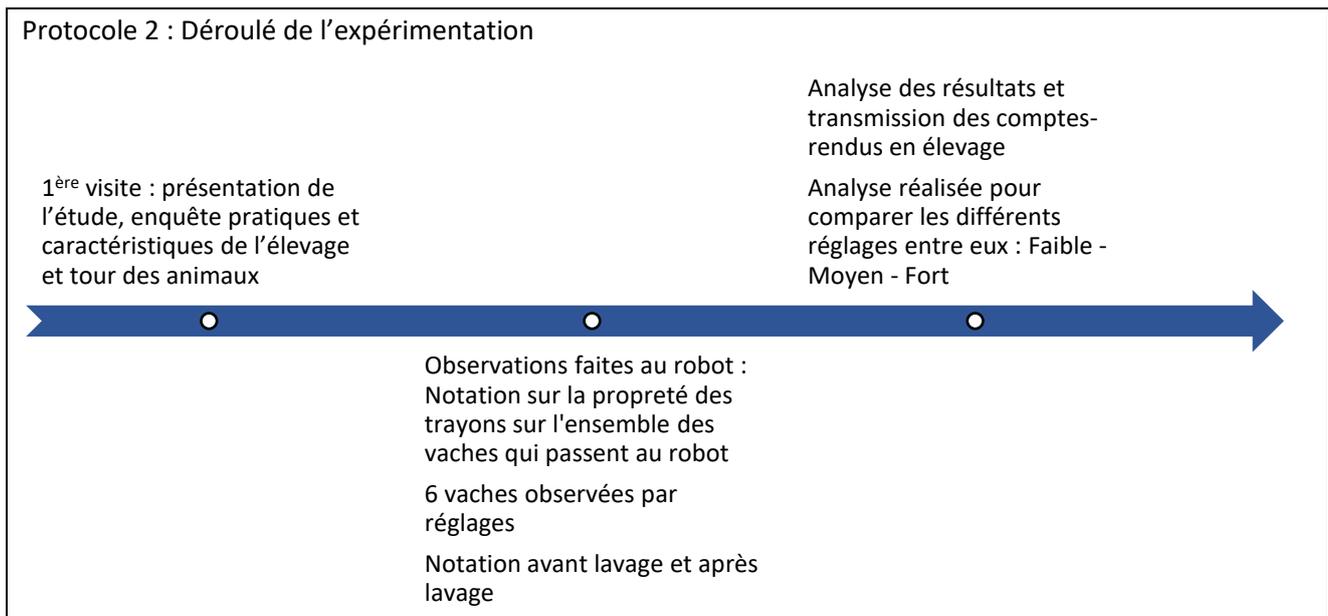


Figure 9 : Schéma explicatif sur le déroulé de l'expérimentation pour l'observation des trayons selon les réglages au robot - Protocole 1.

Enfin, l'analyse des résultats portera sur la mise en évidence de différences significatives entre les modalités et permettra de dire si un réglage a plus d'impact qu'un autre sur la propreté du trayon. Cette analyse sera réalisée via une ANOVA. Deux analyses complémentaires seront menées pour le traitement des résultats pour évaluer la propreté des trayons. En premier lieu, il s'agira de prendre en compte uniquement la modalité « propre » ou « sale ». Une moyenne des quatre trayons sera établie pour chaque individu. En second lieu, l'analyse sera faite en fonction de la surface souillée moyenne observée par individu (avec une moyenne des quatre trayons). Un compte-rendu sera transmis pour chaque exploitation pour finaliser l'étude, ce qui permettra également de prendre en considération le ressenti de l'éleveur.

- **Mise en place du protocole 2**

Un second protocole a été réfléchi pour pallier les potentiels biais liés aux observations en bâtiment et non au robot. En effet, le protocole 1 ne prend pas en considération si les trayons d'une vache se sont souillés juste avant l'observation ou si au contraire les trayons sont propres car la vache vient de passer au robot. Ce second protocole permet donc d'observer réellement comment agit le réglage au moment du nettoyage du trayon à la traite. En revanche, la mise en place de ce protocole implique d'être présent en élevage plus longtemps et d'avoir un nombre élevé d'individus présentant des trayons souillés avant la traite. Il est donc établi d'avance qu'il ne sera pas possible de mettre en place ce protocole sur l'ensemble des exploitations. D'autant plus, ce protocole ne sera pas réalisable en élevage avec un robot de traite en GEA car son fonctionnement ne permet pas d'observer la propreté du trayon après et avant le début de la traite. En effet, l'ensemble des étapes de la traite : pré-traite, traite et post-traite ont toutes lieux dans un unique manchon pour chaque trayon (voir Tableau 18).

La figure 9 donne des explications sur le déroulé de l'étude. Comme pour le 1<sup>er</sup> protocole, une première visite permettra de présenter l'étude et remplir le guide d'enquête. Un tour d'élevage permettra de déterminer si l'exploitation réunie les conditions pour mettre en place ce protocole, la principale étant d'avoir une majorité de vaches avec trayons sales au bâtiment.

Une seconde visite permettra de réaliser l'ensemble des observations. Toutes les vaches qui passent au robot seront observées sur une période donnée. En partant du principe qu'une vache occupe le box de traite en moyenne durant 7.41 minutes (Castro *et al*, 2012) et pour que l'observation n'excède pas 3h au robot, le choix a été fait d'observer 6 vaches par modalités, soit 18 vaches avec 72 trayons à observer au total. Ce qui permet d'avoir un nombre d'individus suffisant le traitement des résultats pour chaque modalité. Ainsi, les 6 premières vaches seront observées avec le réglage « Faible », puis les 6 autres avec le réglage « Moyen » et les 6 dernières avec le réglage « Fort ».

Deux notations seront faites par individu et par trayon au moment de l'observation. Une première notation avant le lavage et une seconde notation après le lavage soit juste avant le branchement du manchon trayeur. Cela permettra d'évaluer la qualité du nettoyage du trayon à la traite. Les résultats obtenus seront analysés par une ANOVA ce qui permettra de dire si les niveaux réglages sont significativement différents les uns des autres.

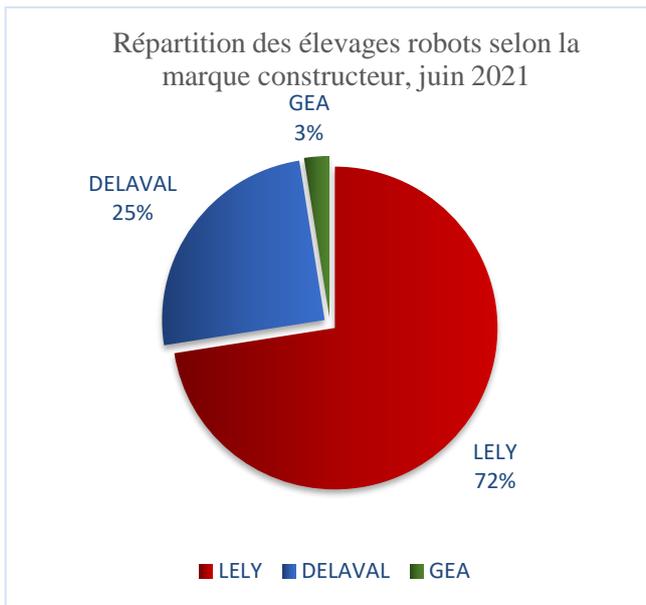


Figure 10 : Répartition des élevages robots adhérents au contrôle de performances à EDS selon la marque constructeur (Source personnelle selon liste des adhérents robots au CP à Eleveurs des Savoie en 2021)

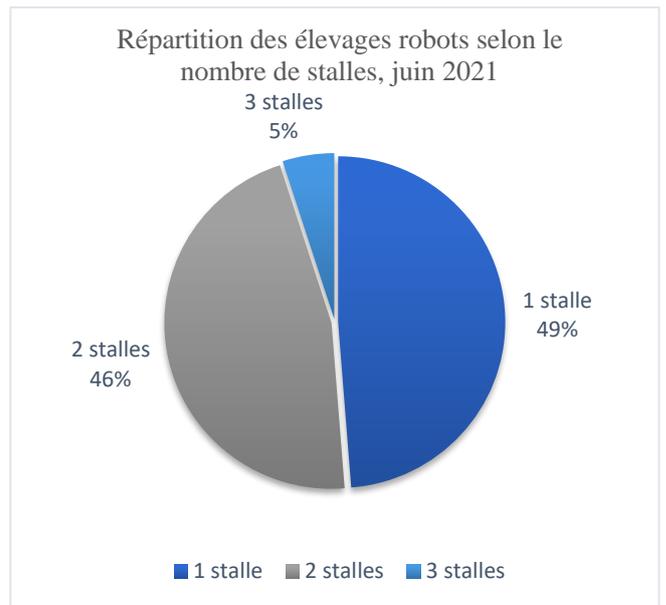


Figure 11 : Répartition des élevages robots adhérents au contrôle de performances à EDS selon le nombre de stalle (Source personnelle selon liste des adhérents robots au CP à Eleveurs des Savoie en 2021)

Carte des élevages robots présents en Savoie et en Haute-Savoie selon les différentes marques constructeurs et les différentes zones des fromages sous SIQO (E. VIGNON, 2021).

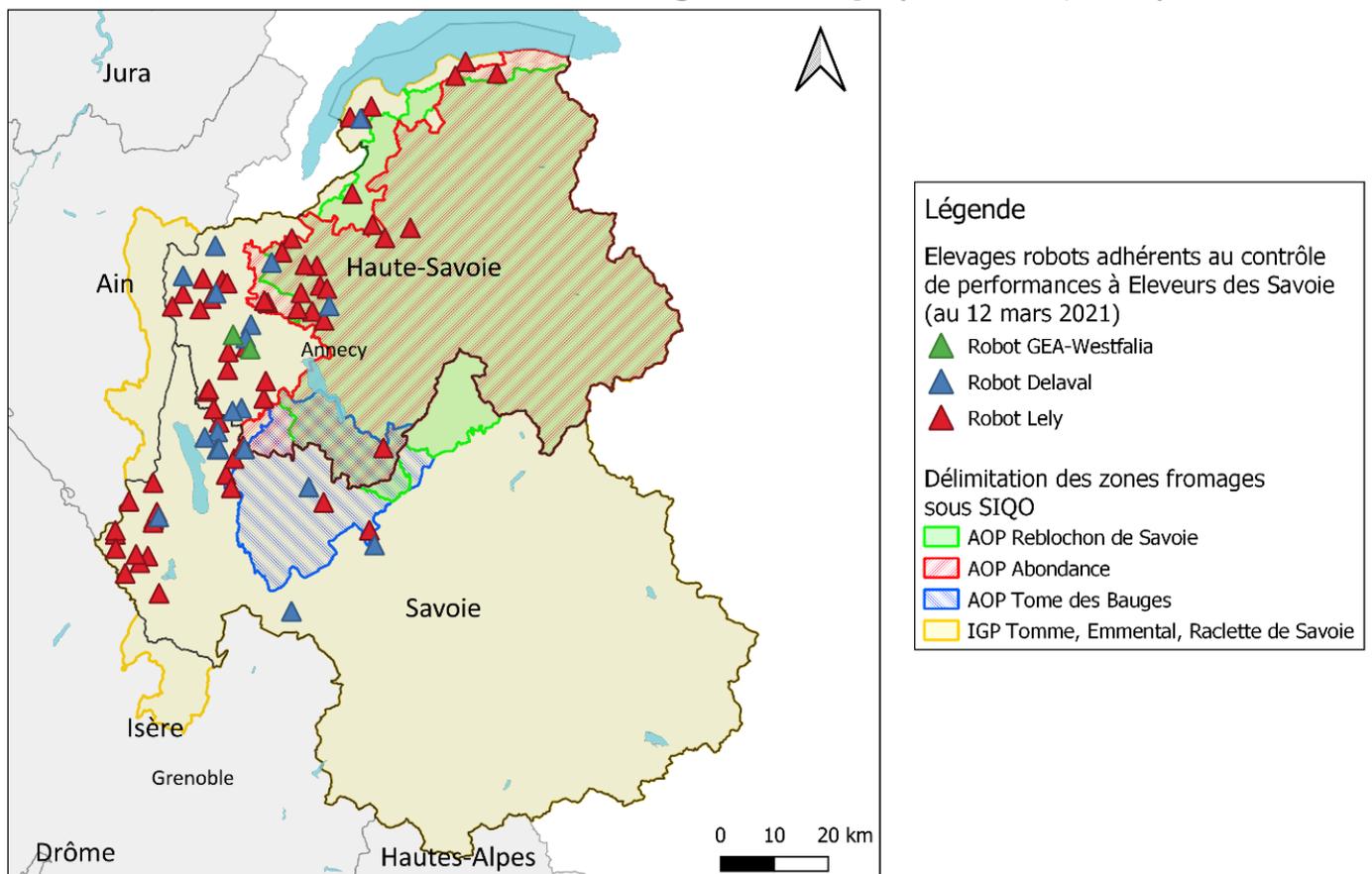


Figure 12 : Carte des élevages robots présents en Savoie et en Haute-Savoie selon les différentes marques constructeurs et les différentes zones des fromages sous SIQO (Source personnelle selon la liste des adhérents robots au Contrôle de Performances à Eleveurs des Savoie en 2021)

## 4. Résultats

### 4.1. Caractéristiques et présence des élevages robots sur les Savoie

#### 4.1.1. Une présence du robot de traite marquée mais disparate sur le territoire savoyard

Le travail de recensement des élevages robots adhérents au Contrôle de Performances (CP) a permis de mettre à jour le fichier utilisé par les conseillers et techniciens robots qui centralise les informations principales pour chaque exploitation robot. Le fichier a par ailleurs été transmis au responsable d'équipe de l'Avant-Pays Savoyard et est disponible sur un forum dédié aux techniciens robots. Cette base de données apporte des premiers éléments caractéristiques sur les élevages robots savoyards. Ainsi, pour cette année 2021, 80 élevages robots sont adhérents au CP. Comme le montre la figure 10, la majorité des élevages sont équipés avec de robot(s) Lely à 72%, suivi par Delaval pour 25% et GEA pour 3%. La moitié des élevages, plus précisément 49%, possèdent une stalle et 46% ont en deux. Les élevages avec trois stalles sont plus rares puisqu'ils ne concernent que 5% d'entre eux. En moyenne, les élevages sont équipés avec 1.6 stalle (voir Figure 11).

En ce qui concerne la réalisation du contrôle de performances, les éleveurs ont le choix entre différents protocoles. Majoritairement, on distingue deux catégories de protocoles ; les « Protocoles A » et les « Protocole B ». En protocole A, le contrôle est réalisé par un agent de pesée / technicien / conseiller, alors qu'en protocole B, le contrôle est réalisé par l'éleveur. Pour plus de précisions, l'ensemble des protocoles et des modalités de réalisations sont présentés en annexe 5. Ainsi, d'après le recensement, les élevages robots ont une préférence pour le protocole B, à hauteur de 64% contre 36% pour le protocole A. Cela peut s'expliquer principalement par le choix du coût du service, plus faible en protocole B. A titre de comparaison, pour les autres systèmes, seulement 18% font le choix du protocole B (Source personnelle selon EDS - Lancement de Campagne 2021, 22/10/2020).

Le fichier utilisé pour recenser les élevages robots a également servi pour la cartographie des élevages robots. La première carte réalisée grâce au logiciel QGIS a permis de positionner les exploitations robots présentes sur les Savoie. Les données ont été recoupées en fonction des différentes zones AOP (Abondance, Reblochon, Tome des Bauges) et IGP (Tomme, Emmental, Raclette de Savoie) afin de visualiser la présence des robots par zone, une distinction par marque a également été faite. Ainsi, comme le montre la figure 12, la présence du robot sur les Savoie n'est pas homogène. En effet, sur les 80 élevages robots, 52 se situent en Haute-Savoie et 28 en Savoie. Pour être plus précis, la majorité, à savoir 50, se situe dans la zone Avant-Pays Savoyard, une zone majoritairement de plaine sur tout l'Ouest du territoire savoyard. 56 élevages sont exclusivement situés en zone IGP Tomme, Emmental, Raclette de Savoie. La mise en place du robot semble être moins contraignante sur cette zone.

Toutefois, malgré les contraintes des cahiers des charges, le robot est tout de même présent sur des zones AOP, 17 en zone AOP Reblochon et également 17 en zone AOP Abondance. Une des principales contraintes pour l'installation d'un robot de traite sur ces zones relèvent d'un point précis sur les conditions de traite. En effet, pour les deux AOP Abondance et Reblochon, il est stipulé que la traite doit avoir lieu deux fois par jour en respectant un intervalle de 8 heures entre chaque traites (INAO, Cahier des Charges AOP Abondance et Cahier des Charges AOP Reblochon). Le robot doit être correctement paramétré notamment sur les autorisations de traite afin de respecter ce point.

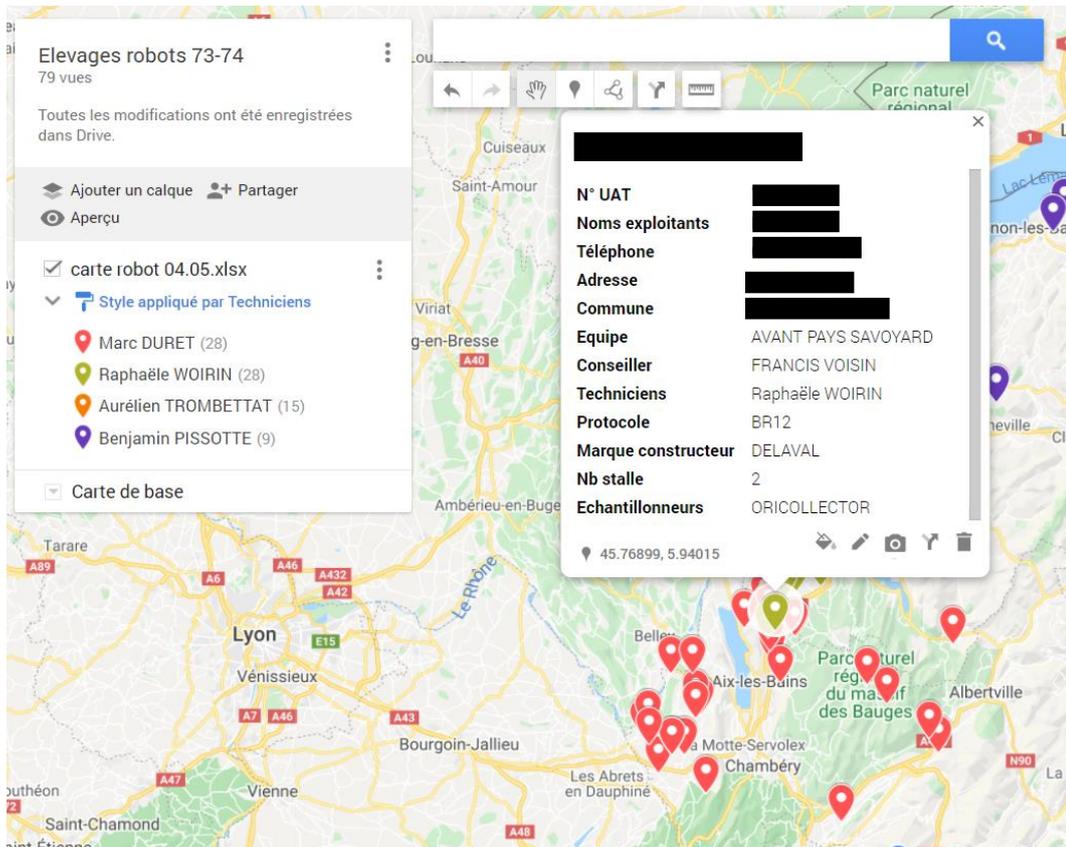


Figure 13 : Carte des élevages robots disponible en ligne pour les opérateurs d'Éleveurs des Savoie sur MyMaps (Source personnelle)

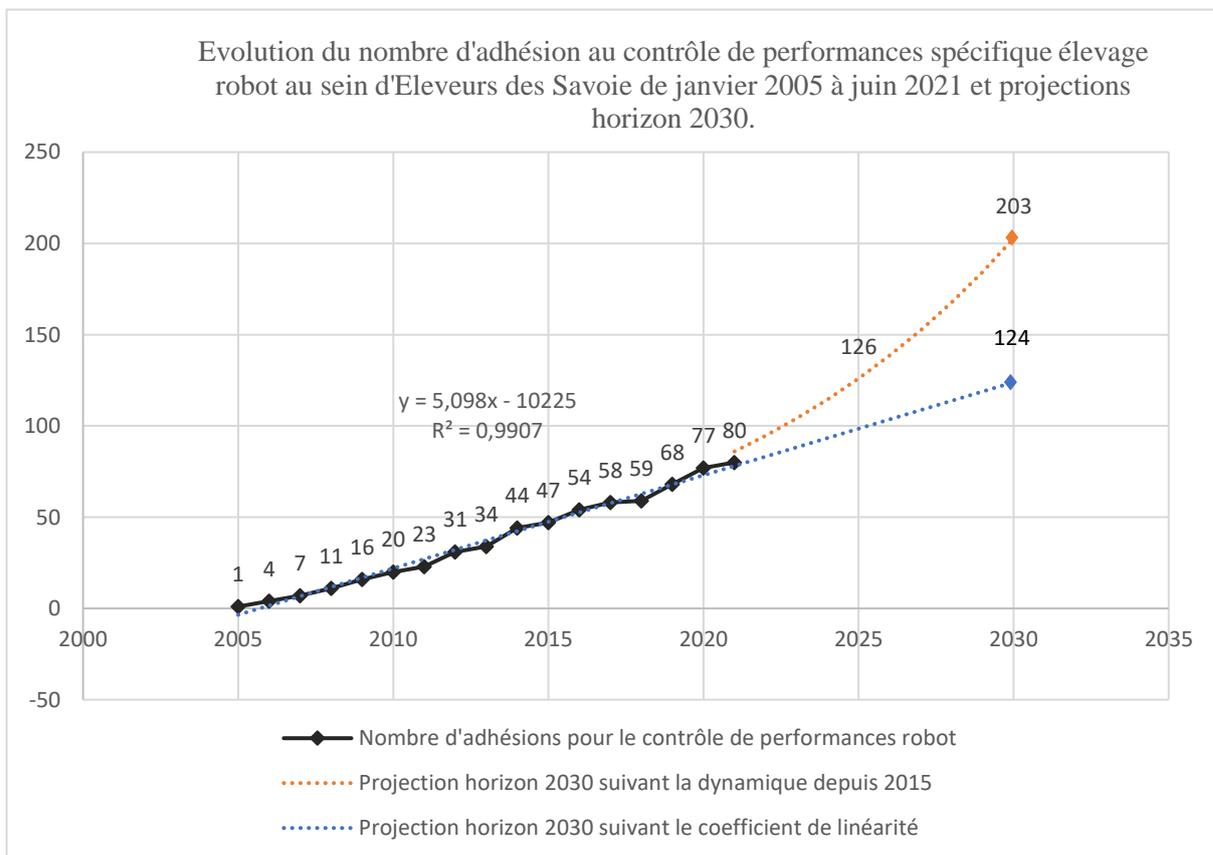


Figure 14 : Evolution du nombre d'adhésion au contrôle de performances spécifique élevage robot au sein d'Éleveurs des Savoie de janvier 2005 à juin 2021 et projections horizon 2030 (Source personnelle selon la liste des dates d'adhésion sur CaroLine, juin 2021).

Les pratiques d'alimentations liées au système robot peuvent également être un frein pour sa mise en place sur des zones AOP. En effet, le pâturage fait partie intégrante des cahiers des charges et la gestion du pâturage en robot peut être plus difficile (Billon et Pommiès, 2006). En AOP Reblochon par exemple, l'herbe pâturée doit représenter au moins 50% de la ration sur une période minimale de 150 jours par an. En outre, un point de vigilance à avoir en AOP est de veiller à ne pas dépasser les quantités maximales de concentrés autorisées. En AOP Reblochon par exemple, il s'agira de ne pas dépasser 1800 kg de concentrés par vache laitière et par an (INAO, Cahier des Charges AOP Reblochon).

En ce qui concerne la seconde carte, celle-ci a été réalisée via l'outil MyMaps, une extension de Google Maps. L'intérêt de cette carte est de la rendre accessible aux différents responsables d'équipe, conseillers et techniciens robots. Elle est disponible en ligne via un lien et peut être mise à jour facilement. Les droits d'auteurs pour la modification de la carte ont été transmis pour les responsables d'équipes ainsi qu'une procédure pour mettre à jour la carte. Ainsi, il est possible avec cette carte de tracer des itinéraires et d'avoir rapidement accès un certain nombre d'informations propres à chaque exploitation (rappel 3.1.2. Tableau 11) Un exemple est donné pour un élevage en figure 13 pour avoir une idée du visuel de la carte.

#### 4.1.2. Une dynamique d'installation marquée depuis 2015 et projection à horizon 2030

Les robots de traite sur les Savoie sont apparus progressivement depuis les années 2000. La récupération de l'ensemble des dates d'adhésion à un protocole CP spécifique robot (AR ou BR) via l'outil CaroLine a permis de rendre compte de la dynamique des installations robots depuis son arrivée sur les Savoie et de comparer si la situation était similaire au niveau national. Ainsi, comme présenté en figure 14, la première adhésion au CP robot a eu lieu en 2005. Les adhésions ont continuellement augmenté au fil des années et la dynamique est toujours marquée aujourd'hui. Le territoire savoyard suit donc la même tendance observée au niveau national (Allain, 2019).

Depuis 2015, il y a en moyenne + 10% de nouvelles adhésions au contrôle robot chaque année. C'est donc une information importante à prendre en compte pour que Eleveurs des Savoie ait la capacité d'assurer le fonctionnement des services spécifiques aux robots de traite. La question se pose également pour l'avenir et le développement de ces services. Pour se rendre compte de l'importance que le robot pourra représenter d'ici quelques années, des propositions de projections sur le nombre d'adhésions au CP robot ont été émises pour horizon 2030. Ainsi, comme le montre la figure 14, deux tendances ont été calculées pour l'avenir. Pour les deux courbes, le calcul s'est effectué avec l'hypothèse que le nombre total des adhésions au CP quel que soit le système de traite sera le même au fil des années, soit 1075. La projection représentée par la courbe en bleu est calculée selon le coefficient de linéarité moyen entre 2005 à 2021. Avec ce calcul, en 2030, le nombre d'adhésion CP robot pourrait être de 124, ce qui représenterait 11.5% des adhérents au total. Pour rappel, aujourd'hui les élevages robots représente 7.4% des adhésions à EDS.

Une seconde projection a été proposée, cette fois-ci en prenant en compte la dynamique de ces cinq dernières années. En suivant la dynamique depuis 2015 des +10% de nouvelles adhésions chaque année, on peut prévoir qu'il y aura 203 élevages robots adhérents au CP sur les Savoie. Dans ce cas de configuration, cela équivaldrait à avoir 20% des adhérents en système robot.

Tableau 20 : Nombre d'exploitations par groupe pour les comparaisons « Robot » et « Système SDT-Lactoduc similaire Robot »  
(Source personnelle selon les bases de données SoLine et Mil'Klic)

Détail sur la composition du groupe « Robot »		Détail sur la composition du groupe « Système SDT-Lactoduc similaire Robot »	
Sous-groupes	Nombre d'exploitations	Sous-groupes	Nombre d'exploitations
46-21-Robot-Epis	20	46-21-Foin Trad	125
46-21-Robot-Foin	22	46-21-Foin Trad-Epis	50
66-Robot-Ensilage	4	46-21-Foin Ventil	150
66-Robot-Epis	8	46-21-Foin Ventil-Epis	60
		66-SDT-Epis	11
<b>Nombre d'exploitation au sein du groupe « Robot »</b>	<b>54</b>	<b>Nombre d'exploitation « Système SDT-Lactoduc similaire Robot »</b>	<b>396</b>

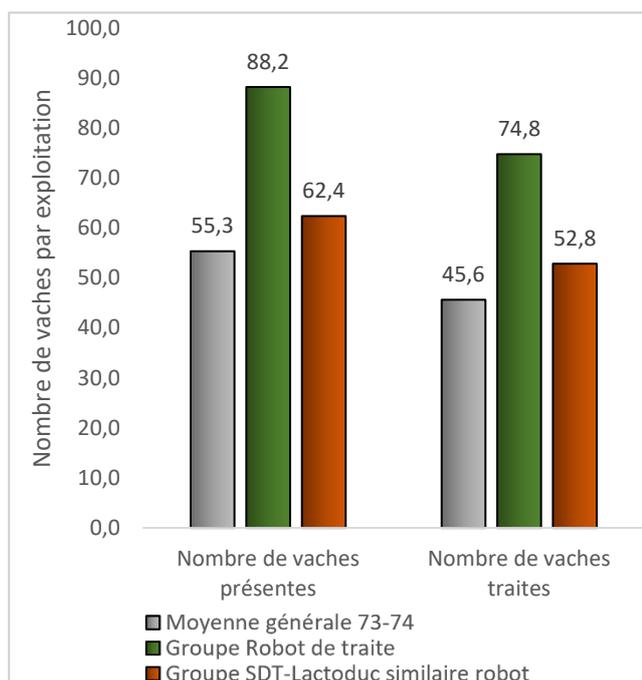


Figure 15 : Nombre de vaches par exploitation sur les Savoie  
(Source personnelle selon les données SoLine année 2020)

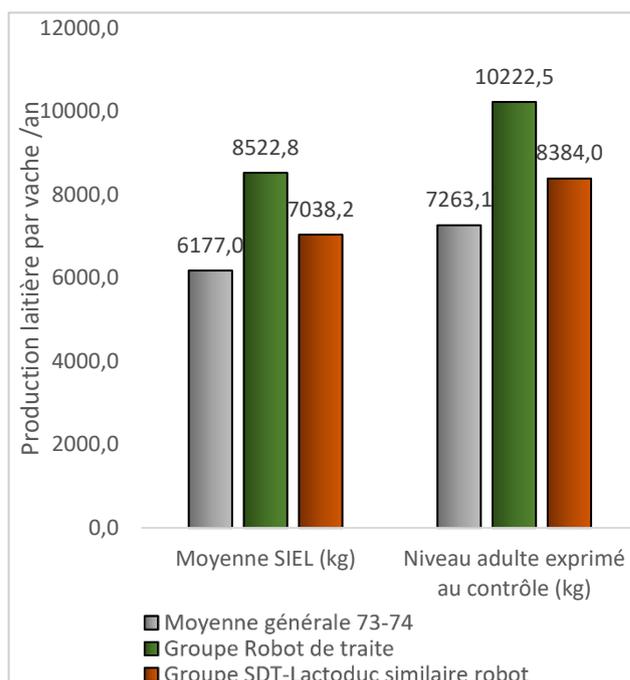


Figure 16 : Production laitière par vache et par an sur les Savoie  
(Source personnelle selon les données SoLine année 2020)

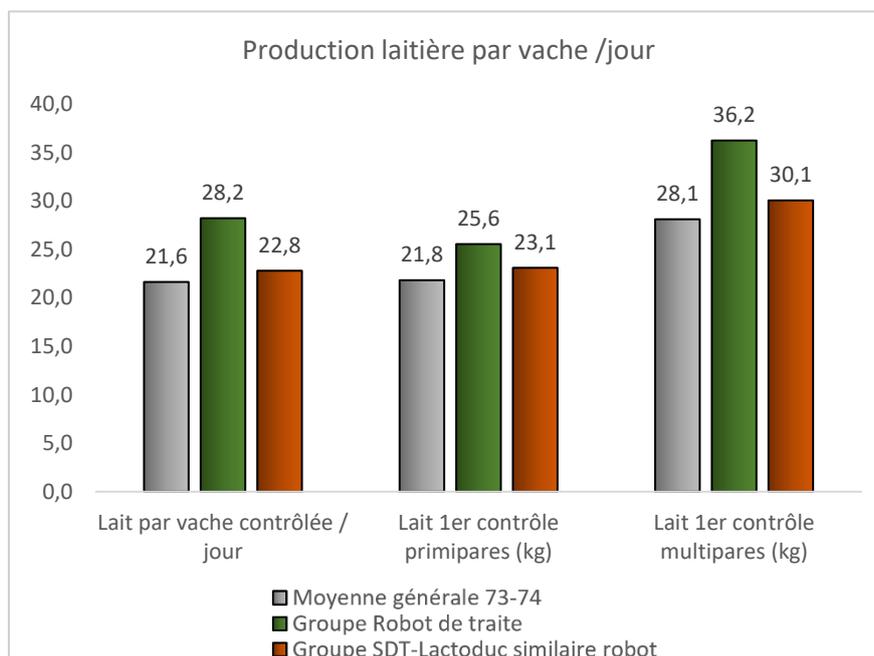


Figure 17 : Production laitière par vache et par jour sur les Savoie  
(Source personnelle selon les données SoLine année 2020)

#### 4.1.3. Des systèmes de plus grandes tailles et plus productifs

La présence des élevages robots a donc pu être caractérisée sur le territoire savoyard. La question posée était aussi de donner des éléments chiffrés sur les différences notables entre les systèmes robots et les autres systèmes de traite sur les Savoie. Les données récupérées sur SoLine ont permis de faire des comparaisons générales entre les systèmes sur une année complète du 01/01/2020 au 31/12/2020. Il a été possible de réunir les différents groupes robots afin d'avoir une moyenne globale réunie au sein d'un seul et même groupe (rappel 3.1.3. Tableau 16). Pour avoir une donnée juste, la moyenne de chaque sous-groupe a été pondérée selon la répartition des élevages dans chaque sous-groupe. Le tableau 20 détaille le nombre d'exploitations présents au sein de chaque groupe. Etonnamment, seulement 54 élevages robots sont répartis au sein des groupes spécifiques robots au lieu des 80 attendus. Cet élément est à garder en mémoire pour l'analyse car la moyenne établie pour le groupe robot ne sera pas exhaustive et il sous-entend également que 26 élevages robots sont répartis dans d'autres groupes qui peuvent également fausser la moyenne. La même démarche a été faite pour la sélection d'un groupe similaire aux élevages robots en fonction de l'alimentation et des races. Ainsi, 396 élevages sont représentés au sein de ce groupe « Système SDT-Lactoduc similaire Robot ». Les moyennes des deux groupes ont également été comparées à une moyenne générale sur les Savoie.

Les résultats montrent que les élevages avec robot de traite sont des systèmes pouvant être qualifiés de plus productifs au regard de la moyenne générale sur les deux départements. En effet, la figure 15 montre que les exploitations robots sont constituées en moyenne de 88.2 vaches contre 55.3 en moyenne sur les Savoie. La différence est moindre avec le groupe similaire au système robot, avec 62.4 vaches présentes, mais tout de même bien marquée. Si on prend en compte le nombre de vaches traites en moyenne sur l'année, sur les Savoie, les systèmes robots traitent 74.8 vaches pour 1.6 stalle (rappel 4.1.1), ce qui ramène à dire qu'il y a 44.8 vaches traites par stalle et 55.1 vaches présentes par stalle. En ce qui concerne la production laitière, le groupe robot se démarque également (voir Figure 16), ce qui confirme les tendances générales observées. Sur les Savoie, selon la moyenne SIEL, qui correspond à la moyenne de production par vache présente des 12 derniers mois, l'augmentation de la production laitière est de 38% par rapport à la moyenne savoyarde (8522.8 pour le groupe « Robot » contre 6177 pour la moyenne 73-74) et de 21% par rapport au groupe similaire aux robots. La différence est encore plus marquée lorsque l'on considère le niveau adulte exprimé au contrôle qui permet de comparer les lactations peu importe le rang en appliquant un coefficient spécifique (IDELE, 2019. Voir Annexe 6 pour plus de détails). En effet, la différence du niveau adulte moyen exprimé est de 1 838.5 kg entre les élevages robots et le groupe similaire.

De même, les vaches des exploitations robots font en moyenne 28.2 kg de lait par jour (Figure 17) contre 22.8 pour le groupe similaire au robot et 21.6 pour la moyenne générale sur les Savoie. L'analyse a été approfondie en prenant en compte le lait au 1<sup>er</sup> contrôle donc au début de la lactation et en distinguant les primipares des multipares. La différence entre le groupe robot et le groupe similaire est alors plus marquée chez les multipares que chez les primipares, plus 6.1 kg pour les multipares contre plus 2.5 kg pour les primipares. Les multipares semblent donc pouvoir plus exprimer leur potentiel de production permis par le fonctionnement du robot que les primipares. En outre, les données Mil'Klic ont permis de récupérer l'information sur les quantités livrées à l'année en laiterie. Ainsi, les producteurs avec robot de traite livrent en moyenne 728 054L de lait (moyenne 36 exploitations). Pour rappel la moyenne sur les Savoie est de 256 000L (CNIEL, 2021). Les systèmes avec robot de traite livrent donc en moyenne 2.8 fois plus de lait par rapport à la moyenne savoyarde.

Tableau 21 : Nombre d'enquêtes réalisées pour le recensement des pratiques des élevages robots et sources des données (Source personnelle)

Sources des enquêtes	Nombre d'enquêtes réalisées
En élevage	6
Par téléphone	6
Par les conseillers	18
<b>Total enquêtes réalisées</b>	<b>30</b>

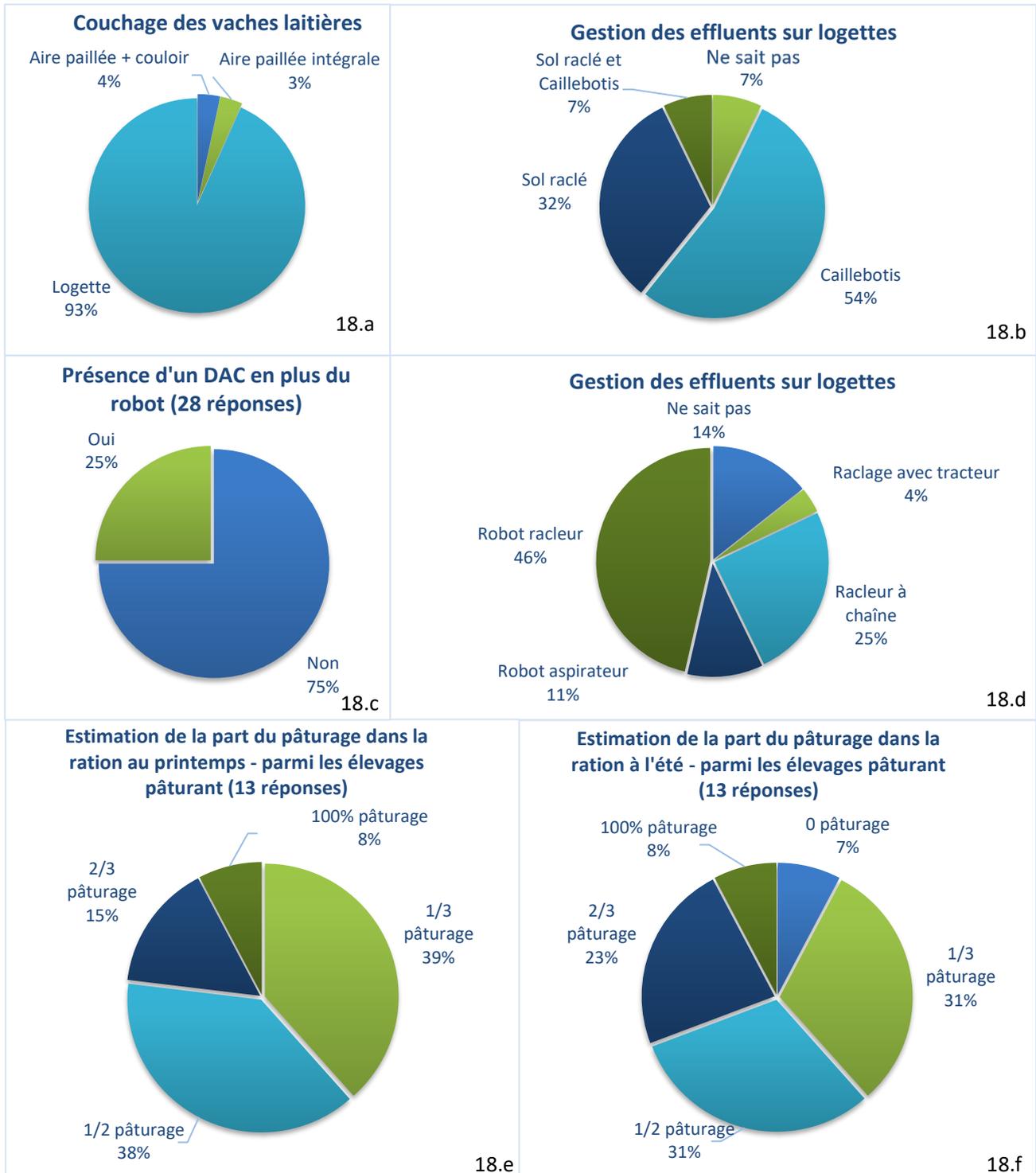


Figure 18 : Représentations graphiques d'une partie des résultats de l'enquête spécifique aux pratiques des élevages robots sur les Savoie (Source personnelle)

#### 4.1.4. Des pratiques d'élevages communes au système avec robot de traite

Pour compléter la caractérisation des systèmes robots sur les Savoie, la mise en place de l'enquête robot a permis de recenser les grandes pratiques des élevages robots sur les Savoie, notamment sur la structure des bâtiments et les pratiques pour l'alimentation. 12 enquêtes ont pu être réalisées directement avec les éleveurs soit par téléphone soit directement en élevage. Cependant la période des foins n'a pas été favorable pour poursuivre l'enquête par téléphone du fait du manque de la disponibilité des enquêtés. Pour pallier cette difficulté, les conseillers d'EDS ont été conviés à répondre à une partie de l'enquête pour les élevages qu'ils ont en suivi. Une option « Ne sait pas » a été ajoutée si les conseillers ne pouvaient pas répondre. Cela a permis d'obtenir des réponses pour 18 autres élevages. Cependant, la partie 7 de l'enquête portant sur les attentes des éleveurs robots (rappel 3.1.4) n'a donc pas pu être abordée pour ces élevages. Le tableau 21 ci-contre présente le nombre d'enquêtes réalisées et les sources pour obtenir les données. Avec 30 enquêtes réalisées, l'objectif d'avoir des réponses pour l'ensemble des élevages pour mettre à jour les groupes robots sur Mil'Klic n'est donc pas rempli. Cependant, les résultats restent suffisants pour être représentatif de la population étudiée puisque les enquêtes réalisées ont concerné 37.5% des élevages robots. Pour rappel, l'objectif était fixé à 30%.

Parmi les enquêtés, 90% des élevages livrent pour une filière IGP ou AOP propres aux Savoies : plus de la moitié en IGP Tomme Emmental Raclette de Savoie (56.6%), 20% en AOP Reblochon, 6.7% en AOP Abondance et 6.7% qui ont plusieurs habilitations. Les résultats de l'enquête ont montré que la grande majorité, soit 93% possèdent des logettes pour le couchage des vaches laitières (voir Figure 18.a), le reste étant des aires paillées. Pour les systèmes avec logettes, 54% sont sur caillebotis et 32% en sol raclé, 7% des enquêtés ont un peu des deux (voir Figure 18.b). Les exploitations avec logettes semblent bien équipées pour la gestion des effluents. En effet, plus de la moitié possèdent des robots ; 46% ont des robots racleurs et 11% ont des robots aspirateurs (voir Figure 18.d). En ce qui concerne le logement des génisses, cette fois-ci c'est l'aire paillée qui domine pour 63.3% des exploitations. Sur les 30 enquêtés, deux ont des étables entravées pour les génisses, quatre ont des logettes, une n'élève pas de génisses et quatre n'ont pas pu répondre.

Les questions qui traitaient de l'alimentation ont montré que la majorité des systèmes étaient en ration semi-complète. En effet, parmi 28 réponses, 16 ont une mélangeuse dont 1 automatique (Lely Vector). De plus, la complémentation se fait majoritairement au robot avec seulement 25% qui ont un DAC en plus du robot (voir Figure 18.c). En ce qui concerne le pâturage, parmi 28 réponses, 20 exploitations pratiquent le pâturage au printemps et à l'été, soit pour plus de 70%, à l'exception d'une qui arrête la sortie des vaches l'été. Pour affiner ce résultat, les figures 18.e et 18.f montrent la part que représente l'herbe pâturée dans la ration au printemps et à l'été. Pour ne pas fausser les résultats, l'analyse a porté uniquement sur les élevages pratiquant le pâturage au moins sur une période de l'année car il a été possible d'obtenir les informations seulement pour 13 exploitations parmi les 20 pâturant. Ainsi, sur 13 réponses, le pâturage constitue la moitié ou plus de la moitié de la ration pour 62% des élevages avec pâturage que ce soit au printemps ou à l'été. En parallèle, l'enquête montre que 12 exploitations sur 28, soit 42%, affouragent en herbe au printemps. En été, sur 27 réponses, 48% affouragent en herbe et 54% affouragent en maïs dont 27% qui font les deux.

Pour faciliter la lecture, la suite des résultats de l'enquête propre aux enjeux de la qualité sanitaire du lait seront présentés en partie 4.2.4. L'ensemble des résultats de l'enquête est détaillé en annexe 7.

Tableau 22 : Description des données recueillies pour l'étude de l'impact du robot de traite sur la qualité du lait (Source personnelle)

Critères qualité du lait	Description des données – 1 an avant l'installation du robot de traite			Description des données – 1 an après l'installation du robot de traite		
	Nb de résultats moyen par exploitation	Minimum et Maximum par exploitation	Nombre de résultats au total	Nombre de résultats moyen par exploitation	Minimum et Maximum par exploitation	Nombre de résultats au total
<b>Germes</b>	21.05	19-22	421	23.9	22-25	478
<b>Leucocytes</b>	40.1	20-48	802	51.15	35-55	1023
<b>Spoires butyriques</b>	28.8	17-33	576	33.3	22-37	666
<b>Coliformes totaux</b>	29.95	20-33	599	33.7	24-38	674
<b>Staphylocoques</b>	29.95	20-33	599	33.7	24-38	674

Tableau 23 : Comparaison des moyennes critères qualité du lait avant et après installation du robot de traite (IR). (Source personnelle via Mil'Klic – Résultats interpro)

Critères qualité du lait	Moyenne 1 an avant IR	Moyenne 1 an après IR	Evolution avant – après IR	Test de Welch : p-value	Significatif (S) / Non significatif (NS)
<b>Germes (mil.ml)</b>	10,32	15,59	+51%	0,0623	NS
<b>Leucocytes (mil.ml)</b>	178,7	186,56	+5%	0,08618	NS
<b>Spoires butyriques (sp.L)</b>	212,06	225,53	+6%	0,3143	NS
<b>Coliformes totaux (ufc.ml)</b>	90,83	121,3	+33%	0,4582	NS
<b>Staphylocoques (ufc.ml)</b>	34,64	64,61	+86%	<b>0,003678</b>	<b>S</b>

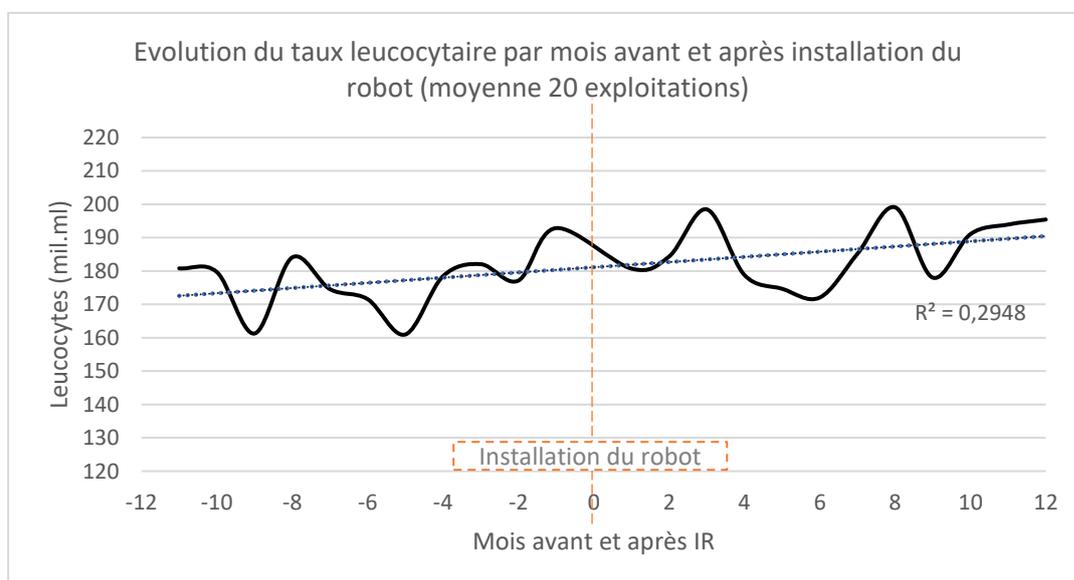


Figure 19 : Evolution du taux leucocytaire par mois un an avant et un an après l'installation du robot de traite (Source personnelle via données Mil'Klic – Résultats interpro)

Tableau 24 : Evolution du taux leucocytaire selon la situation initiale avant l'installation du robot (Source personnelle via données Mil'Klic – Résultats interpro)

	Critères : moyenne leuco annuelle avant installation du robot	Nombre d'exploitations par groupe	Moyenne leuco avant IR	Moyenne leuco après IR	Evolution avant – après IR
Grpe.Leuco.1	<150 mil.ml	8	131	166	+ 26 %
Grpe.Leuco.2	150-200 mil.ml	6	166	195	+ 17 %
Grpe.Leuco.3	>200 mil.ml	6	226	222	- 2 %

## 4.2. Impact du robot de traite sur la qualité sanitaire du lait

### 4.2.1. Une dégradation de la qualité du lait après l'installation du robot de traite à relativiser

Comme vu dans la première partie, la qualité du lait a tendance à se dégrader après l'installation d'un robot de traite (voir 1.2.2). L'enjeu de la qualité étant majeure sur les Savoie, Eleveurs des Savoie s'est intéressé à la situation propre à ce territoire afin de voir si réellement le robot de traite était un facteur de dégradation de la qualité du lait. Ainsi, une première analyse a consisté à l'étude de l'impact de la mise en place d'un robot de traite en considérant les résultats d'analyse de lait de mélange. Sur les 80 exploitations robots adhérents au CP, la récupération des données par élevage sur Mil'Klic a pu se faire pour 20 élevages (détail en annexe 8). En effet, la donnée n'étant pas disponible avant le 01/01/2015 et pour avoir un historique un an avant et un an après l'installation du robot (IR), seuls les élevages ayant eu une date d'installation comprise entre le 01/01/2016 et le 30/04/2020 ont pu être pris en compte, ce qui a réduit le nombre d'individus. Le tableau 22 présente le nombre de résultat d'analyse par critère un an avant et un an après l'IR.

La comparaison de moyenne avant et après l'installation du robot montre une tendance générale à la dégradation des résultats de qualité du lait pour l'ensemble des critères d'analyse de lait de mélange (voir Tableau 23). Comme les différents travaux menés sur l'observation de l'évolution du taux leucocytaire (rappel Tableau 7), celui-ci a également augmenté après l'installation du robot sur le territoire savoyard. Toutefois, les résultats sont à relativiser car l'augmentation est assez faible, +5%. Le test de Welch sous logiciel R ne montre pas de différence significative entre la moyenne avant et la moyenne après robot. De même pour l'ensemble des autres critères étudiés, aucune différence significative n'a été mise en évidence à l'exception du critère « Staphylocoques ». En effet, sur les individus étudiés, les staphylocoques ont augmenté en moyenne de +86%. La dégradation de la qualité du lait sur ce critère ne correspond pas à ce qui était attendu. La dégradation était plus attendue sur les spores butyriques mais là encore la différence n'est pas significative.

La figure 19 représente l'évolution du taux leucocytaire 11 mois avant l'IR et 12 mois après. La courbe de tendance en bleu montre une tendance à la hausse après l'installation du robot du taux leucocytaire. Pour approfondir ce résultat, les exploitations ont été réparties en trois groupes selon leurs situations initiales avant l'IR. Ainsi, 8 élevages étaient dans le groupe <150 cellules, 6 dans le groupe 150-200 cellules et 6 dans le groupe >200 cellules avant l'installation du robot. Comme le montre le tableau 24, l'augmentation du taux leucocytaire moyen est différente selon les groupes. Après le passage au robot, le groupe 1 (<150) est le groupe le plus impacté par le passage au robot. L'augmentation du taux cellulaire est de 35 000 cellules. Le groupe 2 (150-200) a également subi une augmentation de 29 000 cellules. Seul le groupe 3 (>200) ne semble pas avoir subi un grand changement, il y a même une petite amélioration de -4000 cellules.

Une analyse complémentaire a consisté à déterminer la fréquence où l'élevage était en situation de dépassements des seuils critiques issus de la grille de paiement du lait et où il y avait donc un risque d'impact économique. Il en résulte que les élevages sont plus souvent confrontés aux dépassements de ces seuils après l'installation du robot de traite principalement sur les leucocytes, les butyriques et les coliformes. En effet, pour les leucocytes, 5% des résultats sont  $\geq 400$  après l'IR contre 1% avant l'IR. Pour les butyriques 7% des résultats sont  $\geq 440$  après l'IR, contre 4% avant l'IR. Et pour les coliformes, 4% des résultats sont  $\geq 500$  après l'IR contre 1% avant l'IR. L'ensemble des résultats par critère est présenté en annexe 9.

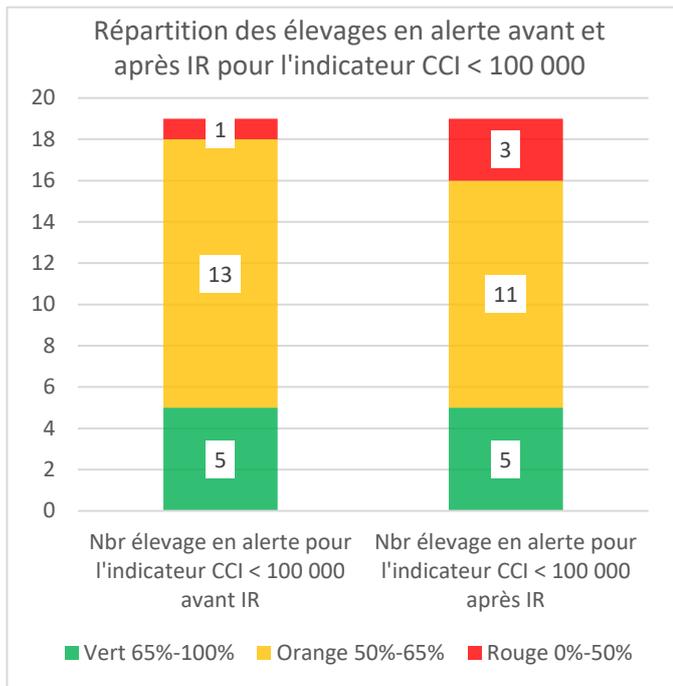


Figure 20 : Répartition des élevages en alerte avant et après IR pour l'indicateur CCI < 100 000 (Source personnelle selon Mil'Klic – Bilan cellules mammites)

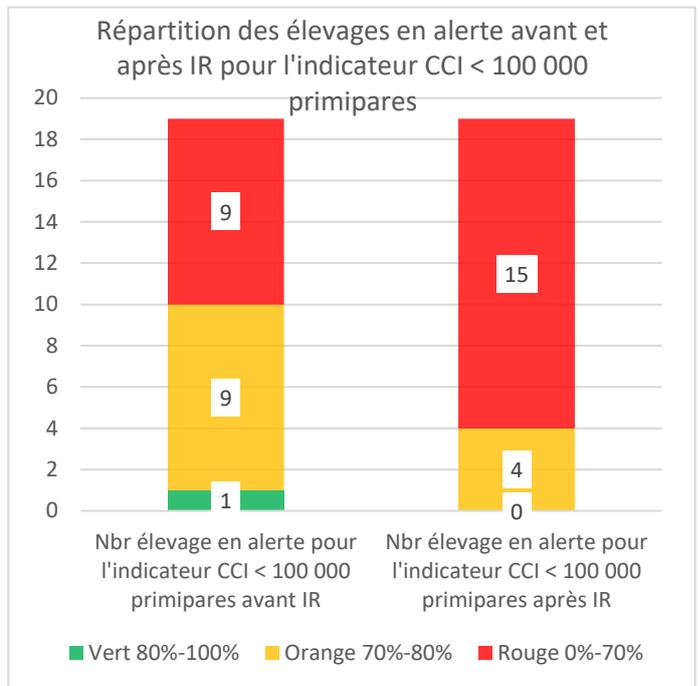


Figure 21 : Répartition des élevages en alerte avant et après IR pour l'indicateur CCI < 100 000 primipares (Source personnelle selon Mil'Klic – Bilan cellules mammites)

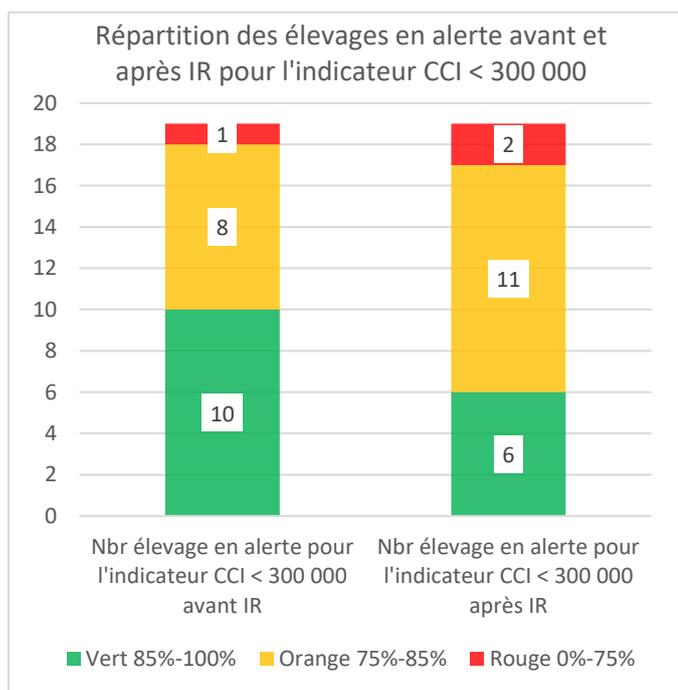


Figure 22 : Répartition des élevages en alerte avant et après IR pour l'indicateur CCI < 300 000 (Source personnelle selon Mil'Klic – Bilan cellules mammites)

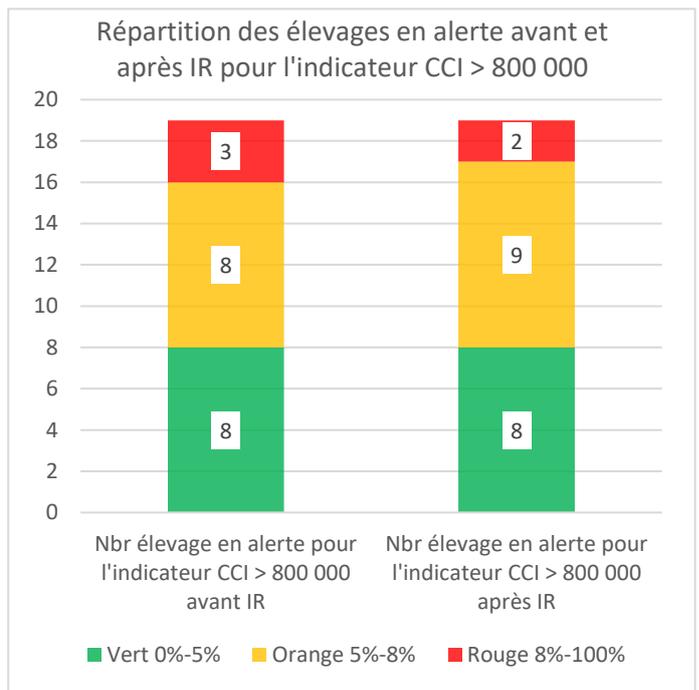


Figure 23 : Répartition des élevages en alerte avant et après IR pour l'indicateur CCI > 800 000 (Source personnelle selon Mil'Klic – Bilan cellules mammites)

Tableau 25 : Moyenne des 20 élevages sur les informations renouvellement avant et après IR (Source personnelle selon Mil'Klic – Bilan cellules mammites)

Nombre de vaches réformées	Renouvellement avant IR			Renouvellement après IR			
	Nombre d'années de présence UL	Effectif primipares moyen	Primipares ayant les deux 1ers contrôles < 100 000 cellules (%)	Nombre de vaches réformées	Nombre d'années de présence UL	Effectif primipares moyen	Primipares ayant les deux 1ers contrôles < 100 000 cellules (%)
28,95	3,45	21,75	62,47	30,89	2,88	24,26	48,63

#### 4.2.2. Mise en perspectives des résultats d'analyse du lait avec le bilan cellules mammites

Les résultats de l'énoncé 4.2.1 ont été établis grâce aux résultats d'analyse de lait de mélange sur 20 exploitations. A la suite des successifs contrôles de performances, les différents indicateurs émis dans l'onglet « Bilan Cellules – Mammites » sur Mil'Klic ont permis d'approfondir ces résultats et de mieux mesurer l'impact de l'installation du robot de traite, toujours sur les mêmes 20 exploitations. Les données étaient disponibles pour 19 exploitations car 1 exploitation a démissionné du CP en cours de l'année 2021 et le logiciel ne garde pas en mémoire les informations. Le « Bilan Cellules Mammites » issu de Mil'Klic donne des alertes en fonction du comptage cellulaire individuel (CCI) par vache. Ainsi, par exemple pour l'indicateur « CCI < 100 000 », un élevage n'est pas en alerte (vert) si au moins 65% de vaches ont un taux < 100 000 cellules sur l'année, il passe en alerte orange si 50% à 65% des vaches ont un taux < 100 000 et en alerte rouge si seulement moins de 50% des vaches ont un taux < 100 000. Les données récupérées pour les 19 exploitations ont permis de les répartir en fonction de ces alertes. A noter, les seuils d'alertes, déterminés par la FIDOCL, sont différents pour chaque indicateur et sont précisés dans la légende des figures 18 à 21.

Ainsi, en ce qui concerne l'indicateur CCI < 100 000, présenté en figure 20, montre que deux élevages en plus sont passés en alerte rouge après l'installation du robot. Toutefois, 68% des élevages étudiés (soit 13/19) étaient déjà en alerte orange avant la mise en place du robot. La figure 21 montre une forte dégradation du taux leucocytaire pour ce groupe. En effet, après l'IR, 15 exploitations sont en alerte rouge, contre 9 exploitations avant robot. Ce qui veut dire que seulement 70% des primipares ont un CCI < 100 000 pour 78% des exploitations après le robot contre 47% avant le robot. Le détail pour le groupe primipare est important car il représente l'avenir pour la santé du troupeau, c'est aussi pour cela que le critère est plus strict que pour l'ensemble du troupeau. L'éleveur robot doit donc redoubler de vigilance et de surveillance par rapport à ce groupe primipare. En se concentrant sur le critère CCI < 300 000, mis en évidence en figure 22, il apparaît plus difficile pour les exploitations de maintenir ce taux pour une majorité de leurs troupeaux (au moins 85%). En effet, après la mise en place du robot, seulement 6 exploitations sur 19 maintiennent de bons résultats, contre 10 avant le robot. De plus, 1 exploitation en plus se retrouve en alerte rouge après le robot. Toutefois, comme le montre la figure 23, il ne semble pas y avoir de grands impacts après l'IR pour le critère CCI > 800 000. Au contraire, 1 exploitation de moins se situe en alerte rouge comparé à la situation initiale.

Enfin, le tableau 25 présente les résultats concernant le renouvellement pour voir les changements après le robot. Le nombre de vaches réformées est difficilement interprétable car il ne prend pas en compte le nombre de vaches total par troupeau. On retient tout de même que la longévité semble avoir diminuée, 3.45 ans avant IR contre 2.88 après IR et que la part de primipare a augmenté. Ce qui laisse supposer que plus de réformes ont été faites avant la mise en place du robot. Comme évoqué dans le paragraphe ci-dessus, le taux cellulaire des primipares semble être fortement impacté après la mise en place du robot. Pour aller plus loin, d'après le taux cellulaire moyen calculé par les contrôles sur une année, un an avant l'installation du robot, 11 exploitations avaient une moyenne comprise entre 100 000 et 200 000 cellules, les 8 autres étaient supérieures à 300 000. Un an après l'IR, 10 élevages sont dans la catégorie 100 000 – 200 000 et 9 élevages sont supérieurs à 300 000, soit un élevage de plus en moyenne qui est en situation à surveiller. Si on détaille par élevage, en réalité 9 exploitations ont amélioré d'au moins 15 000 cellules leurs taux moyen cellulaire au contrôle, 7 exploitations ont subi une dégradation de plus 15 000 cellules et 3 exploitations ont gardé un taux cellulaire similaire. Il ne peut donc être admis que le robot de traite dégrade systématiquement le taux leucocytaire après son installation.

Tableau 26 : Liste des critères d'analyse de lait de mélange récupérées pour l'étude comparative : Système Robot vs. Système SDT-Lactoduc (Source personnelle selon l'extraction des données Interpro)

	Nombre d'exploitations	Nombre de résultats par critère					
		Cellules	Germes	Butyriques	Staphylocoques	Coliformes	E. coli
<b>Groupe Robot</b>	75	3 710	1 732	2 399	2 430	2 429	2 429
<b>Groupe SDT-Lactoduc</b>	828	40 322	14 444	25 515	20 891	20 887	20 891
<b>Total</b>	903	44 032	16 176	27 914	23 321	23 316	23 320

Tableau 27 : Résultat de l'étude comparative des critères qualité du lait selon les systèmes « Robot » et « SDT-Lactoduc » (Source personnelle selon l'extraction des données Interpro pour Eleveurs des Savoie - 2020)

Critère d'analyse	Robot			SDT-Lactoduc			Test de Welch p-value (<0.05)
	Min	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max	
<b>Cellules (mil.ml)</b>	34	187,20	1 378	11	181,70	2 000	0,003326*
<b>Germes (mil.ml)</b>	5	23,89	999	5	21,1	999	0,1668
<b>Butyriques (sp.L)</b>	180	248,64	9 200	180	230,78	16 000	0,01044*
<b>Staphylocoques (ufc.ml)</b>	10	41,58	2 000	10	42,05	2 000	0,9055
<b>Coliformes (ufc.ml)</b>	10	116,91	5 000	10	66,65	5 000	0,00001028**
<b>E. coli (ufc.ml)</b>	10	51,61	5 000	10	22,87	5 000	0,00006878**

\* peu significatif

\*\* très significatif

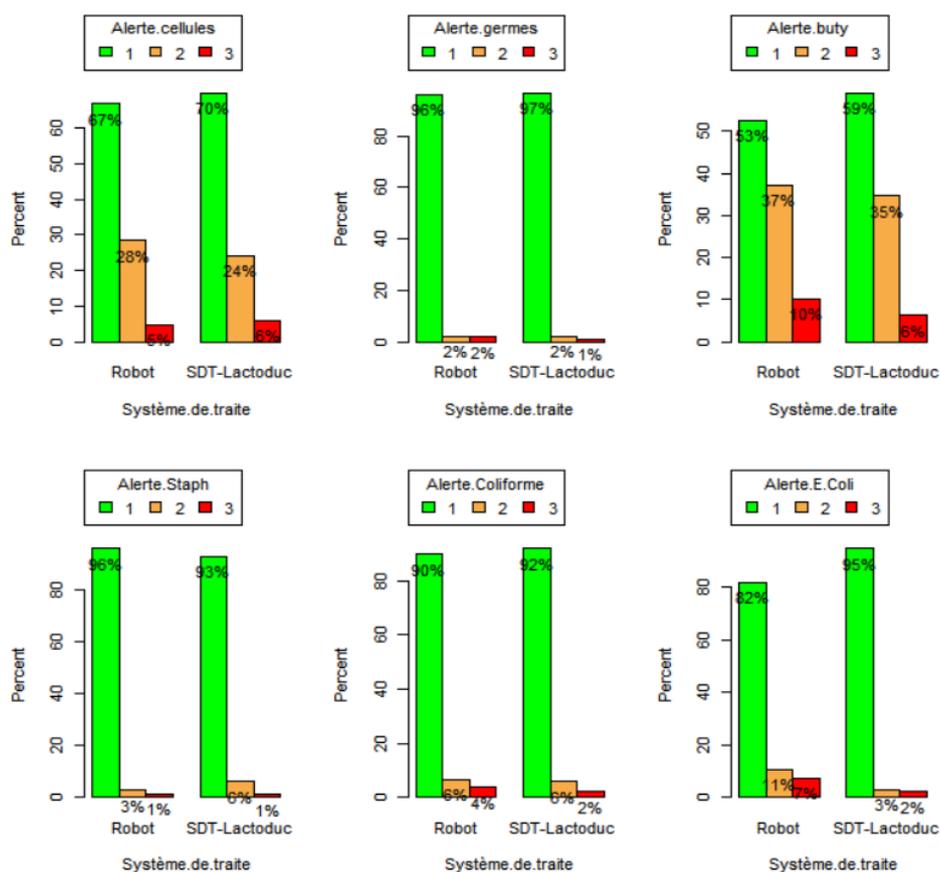


Figure 23 : Répartition des résultats d'analyse du lait de mélange selon le seuil d'alerte (1,2,3) par critère et par système de traite (Source personnelle selon l'extraction des données Interpro pour Eleveurs des Savoie - 2020)

#### 4.2.3. Comparaison des résultats du lait de mélange entre les différents systèmes de traite

Toujours pour étudier la qualité sanitaire du lait en élevage robot, l'extraction de données sur l'ensemble des résultats d'analyse de lait de mélange de toutes les exploitations adhérentes au CP pour l'année 2020 a permis de faire ressortir les différences entre les systèmes « Robot » et les autres regroupés au sein d'un groupe « SDT-Lactoduc ». Les résultats ont été obtenus au travers d'une analyse statistique sur les comparaisons de moyennes entre ces deux échantillons via le logiciel R. Ainsi, comme le montre le tableau 26, la base de données contient les résultats d'analyse pour 903 exploitations dont 75 exploitations robots identifiées par le numéro de cheptel. Les 828 exploitations restantes ont été réparties au sein du groupe « SDT-Lactoduc ». Le nombre de résultats obtenus par critère est également présenté dans le tableau 27 sont différents au sein d'un même groupe car les fréquences d'analyses ne sont pas les mêmes (rappel 3.1.3. Tableau 14). Au sein de l'ensemble des critères étudiés, les résultats ont montré une grande variabilité et une grande dispersion et ce quel que soit le groupe « Robot » ou « SDT-Lactoduc » (voir Tableau 27). Une représentation graphique est disponible en annexe 10.

Comme présenté dans le tableau 27, les moyennes par critère sont toutes plus élevées pour le groupe « Robot » par rapport à l'autre groupe « SDT-Lactoduc », excepté pour le critère « Staphylocoques » où la moyenne est même légèrement inférieure pour le groupe « Robot », 41.58 ufc/ml contre 42.05 ufc/ml. Afin de déterminer si les différences entre les moyennes sont significatives ou non, un test de Welch avec un risque de 5% a donc été réalisé pour l'ensemble des critères étudiés. Il en résulte que l'hypothèse nulle (les moyennes sont égales au risque de 5%) n'est pas rejetée en ce qui concerne le critère « Germes » et le critère « Staphylocoques », autrement dit, il n'y a pas de différences significatives pour ces deux critères. En ce qui concerne le critère « Staphylocoques », cela vient contredire ce qui a été observé lors de l'étude de l'impact de l'installation du robot de traite sur les Savoie (rappel 4.2.1) où seul ce critère avait montré une différence significative.

En revanche, l'hypothèse nulle peut être rejetée dans au moins 95% des cas pour l'ensemble des autres critères, c'est-à-dire que les différences observées entre les moyennes sont bien significatives au risque de 5%. A savoir que le niveau de significativité est différent selon les critères (voir Tableau 27). En effet, le critère « Cellules » et le critère « Butyriques » montre une différence peu significative entre les deux groupes. En revanche, le critère « Coliformes » et « E. coli » ont une différence très significative. Les chiffres parlent d'ailleurs d'eux-mêmes puisque les moyennes pour ces critères sont quasiment doubles dans la population « Robot » par rapport à la population « SDT-Lactoduc », avec respectivement 116.91 contre 66.65 coliformes et 51.61 contre 22.87 E. coli.

Enfin, les résultats d'analyse du lait ont été retravaillés pour être répartis en fonction des seuils d'alerte selon la grille de paiement du lait (rappel 3.1.3. Tableau 14). L'objectif est de voir si le groupe « Robot » est plus souvent confronté à des situations d'alertes par rapport aux autres systèmes. Comme le montre la figure 24, excepté le critère « Staphylocoques », les robots sont moins régulièrement à des résultats sans alertes, correspondant au niveau d'alerte 1 en vert. Parallèlement, ils sont donc plus souvent confrontés à des dépassements au niveau des seuils, niveau d'alerte 2 en orange ou 3 en rouge. Les principales différences sont observées entre les systèmes pour les « Cellules », avec 28% des résultats en alerte 2 pour les robots contre 24% pour les autres. Mais aussi pour les « Butyriques » avec plus de résultats en alerte 3 pour les robots, 10% contre 6%, ainsi que les E. coli où 18% des résultats sont en alerte 2 ou 3 pour les robots contre 5% pour les autres systèmes.

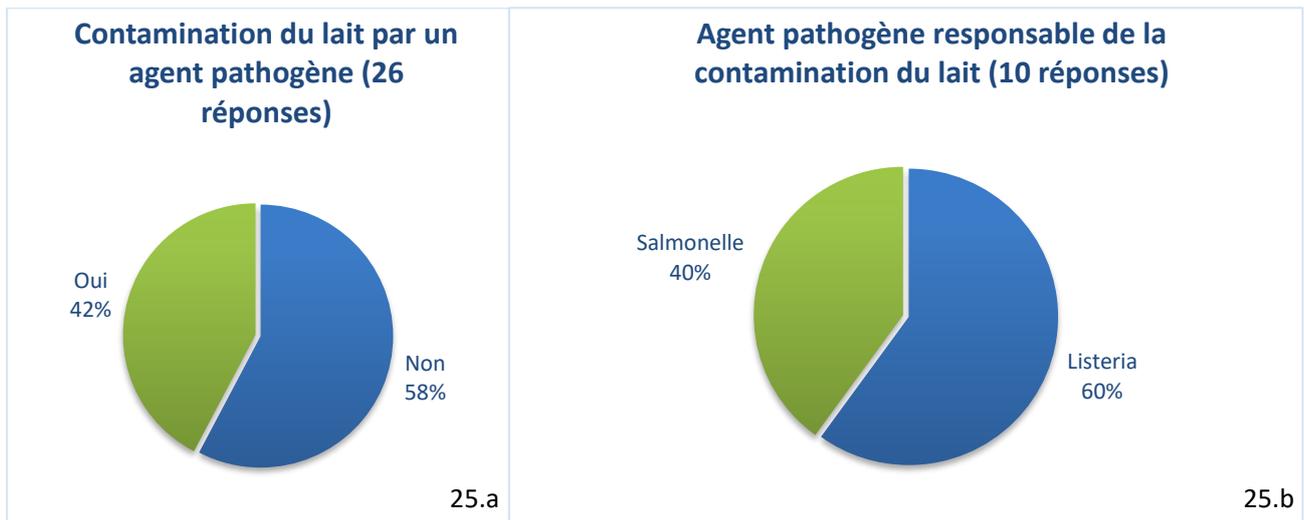


Figure 25 : Résultat de l'enquête robot – Contamination du lait et agent pathogène mis en cause (Source personnelle selon l'enquête robot – juillet 2021)

Tableau 28 : Source de la contamination par agent pathogène mis en cause sur les 10 réponses de l'enquête (Source personnelle selon l'enquête robot – juillet 2021)

Agent pathogène mis en cause	Source de contamination
<b>Listéria</b>	Inconnue : 4
	Tank tampon : 1
	Aliment (VL marchand) : 1
<b>Salmonelle</b>	Inconnue : 1
	Eau du réseau : 2
	Réservoir animal (génisse) : 1

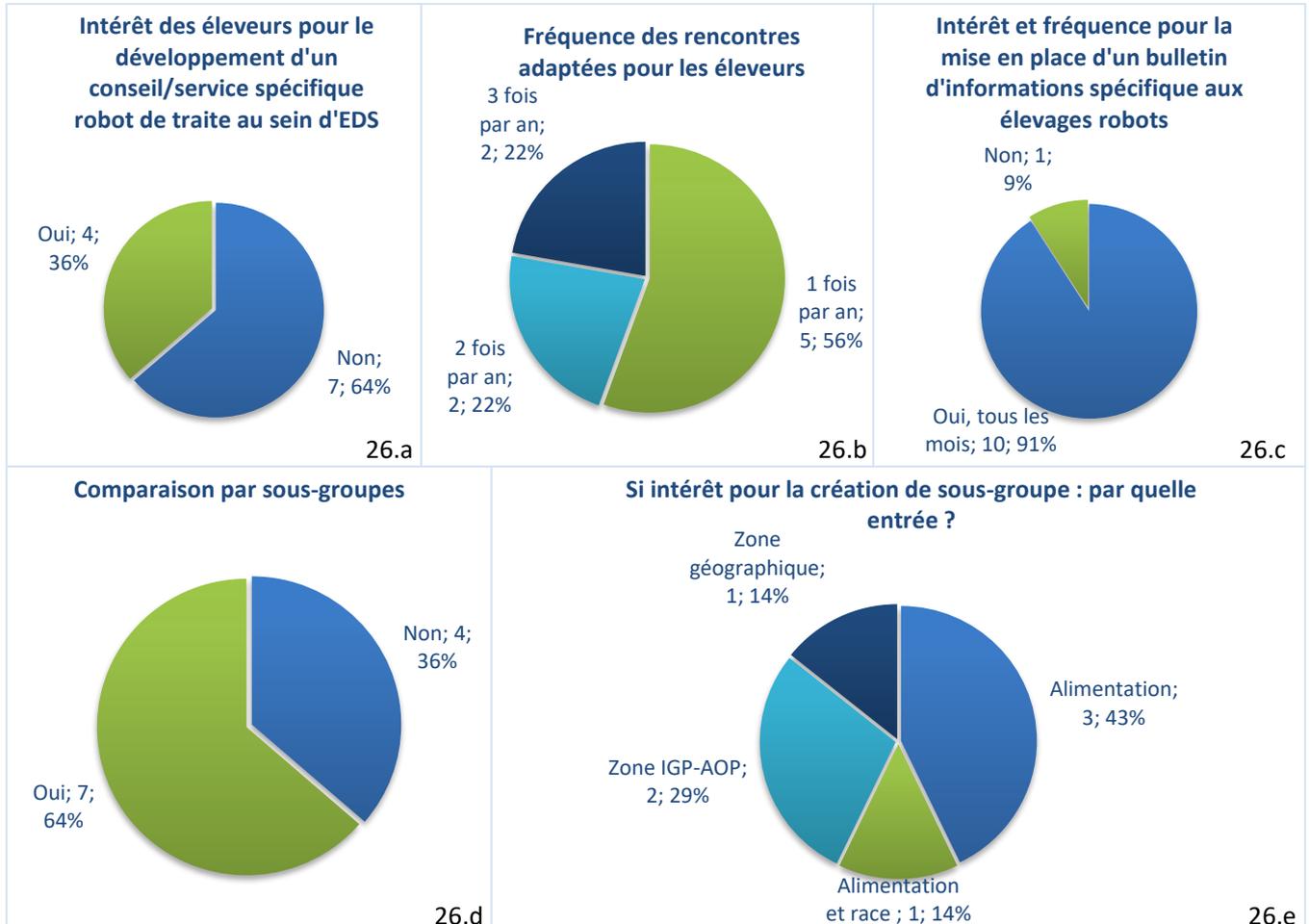


Figure 26 : Résultat de l'enquête robot – Intérêt pour le développement d'un service spécifique robot de traite par Eleveurs des Savoie (Source personnelle selon l'enquête robot – juillet 2021)

#### 4.2.4. Les sources de contaminations du lait et l'intérêt de la qualité sanitaire du lait pour les éleveurs

Afin de mesurer l'impact du robot de traite sur la qualité du lait, une partie de l'enquête robot était dédiée à ce thème (voir 3.1.4. Tableau 17 (partie 5, 6 et 7 de l'enquête)). L'enquête réalisée pour les exploitations en robot de traite avait également pour objectif d'estimer quelle était la pression par rapport aux différentes contaminations du lait connues depuis l'installation du robot de traite. Il s'est avéré d'autant plus pertinent de traiter de cette question directement avec les éleveurs étant donné que les propos tenus par la FDCL concernant la Listéria et la Salmonelle (rappel 1.2.2) n'ont pas pu être vérifiées avec l'étude complète (pas d'informations sur le nombre d'exploitations étudiées, les calculs réalisés, la pertinence statistique, etc.). Malheureusement, les faibles réponses obtenues ne permettent pas de généraliser les résultats à l'ensemble des robots de traite sur les Savoie.

Tout d'abord, sur les équipements du robot pour suivre la qualité du lait et la santé de la mamelle, parmi les 12 enquêtés (via Téléphone ou directement en exploitation), tous possèdent des capteurs pour suivre la conductivité et la colorimétrie du lait à chaque traite. Ces éléments apparaissent comme indispensables pour la création d'indicateurs sur la détection des mammites. Concernant le comptage cellulaire, 7 élevages l'ont pris en option et les 5 autres n'en possèdent pas. 4 exploitations sont également équipées de capteurs pour le TB et le TP (uniquement en Lely).

Ensuite, en ce qui concerne la contamination du lait par un agent pathogène, comme le montre la figure 25.a, parmi 26 réponses, 42% des élevages ont déjà été confrontés à une telle situation depuis l'installation du robot de traite. Seulement 10 enquêtes ont permis d'établir quel était l'agent pathogène responsable de la contamination, qui était pour 60% due à la Listéria et pour 40% due à la Salmonelle (voir figure 25.b). Comme le montre le tableau 28, il est difficile de mettre en évidence les sources de contamination. En effet, sur les 10 élevages ayant connus une contamination, cinq sources restent inconnues (4 en Listéria et 1 en Salmonelle). En outre, il s'avère que les sources de contamination sont variées et il est constaté que même l'eau du réseau peut contenir des agents pathogènes. Certaines laiteries ont par ailleurs obligé l'installation d'unités de traitement de l'eau.

L'enjeu était aussi de savoir si les éleveurs sont intéressés par la mise en place d'un service spécifique aux élevages avec robot de traite au sein d'Eleveurs des Savoie. L'enjeu étant de pouvoir répondre aux potentielles attentes des éleveurs. Parmi 11 réponses, l'ensemble des éleveurs font tous appel à leurs fournisseurs robot (sauf 1) pour obtenir une information spécifique au fonctionnement du robot. En second lieu, certains éleveurs font appel à d'autres organismes comme EDS (3 élevages) ou FDS, une entreprise d'expertise en robot de traite (3 élevages) mais aussi, ils obtiennent des informations en échangeant avec les autres éleveurs robots (3 élevages). Sur la question de l'intérêt pour la création d'un service spécifique au robot de traite, seulement 36% d'entre eux seraient favorables (voir figure 26.a). Parmi les éleveurs intéressés, les attentes divergent, deux ont des attentes sur le thème valorisation de données, un sur le fonctionnement du logiciel et un autre sur la gestion en aire paillée. Toutefois, les éleveurs semblent enclins à la création d'un groupe robot pour partager et avoir des retours d'expérience. Sur les 11 enquêtes, 9 y sont favorables. Le partage de connaissances pourrait passer par la mise en place de rencontres éleveurs. La figure 26.b montre que la fréquence la plus adaptée pour ces rencontres seraient de l'ordre d'une fois par an pour 56% d'entre eux. Les éleveurs sont également très favorables à la mise en place d'un bulletin d'informations à émettre tous les mois (voir 26.c), l'idée étant de pouvoir se référer aux moyennes des autres éleveurs robots sur les Savoie. Sur les 11, 7 aimeraient pouvoir se comparer au sein de sous-groupe (voir 26.d) et principalement en fonction de l'alimentation (voir 26.e).

Tableau 29 : Tableau récapitulatif des possibilités de réglages pré-traite en robot de traite Lely (Source personnelle)

Constructeurs	Lely	
Technologie utilisée pour le lavage des trayons	2 brosses rotatives extérieures	
	Choix du nombre de brossage(s) par trayon	Choix du temps de brossage par trayon (seconde)
Possibilité de réglages pré-traite	1	1
	2	2
	3	3
	4	4
	4	5
Option	Traitement US	

Tableau 30 : Tableau récapitulatif des possibilités de réglages pré-traite en robot de traite Delaval (Source personnelle)

Constructeurs	Delaval		
Technologie utilisée pour le lavage des trayons	1 gobelet laveur		
	Choix du nombre de lavage(s) par trayon	Choix de l'intensité du lavage	Equivalence en temps de seconde de traitement
Possibilité de réglages pré-traite		Aucun	0
	Simple	Extra léger	1.5
	Double	Léger	3.5
		Moyen	5.5
		Fort	7.5
Option	Ajout d'un savon pour le lavage		

Tableau 31 : Détail des critères utilisés pour chaque modalité des réglages pré-traite par marque Lely et Delaval (Source personnelle selon les constructeurs Lely et Delaval)

Modalités du réglage pré-traite	Critère du réglage Lely	Critère du réglage Delaval
Faible	2 brossages * 3 secondes + US	Simple lavage léger avec savon
Moyen	2 brossages * 5 secondes + US	Simple lavage fort avec savon
Fort	3 brossages * 4 secondes + US	Double lavage moyen avec savon

Tableau 32 : Caractéristiques des exploitations suivies pour l'expérimentation (Source personnelle)

Exploitations suivies	Marque constructeur	Présence des vaches au bâtiment	Réglage pré-traite initial	Choix du protocole
Exploitation 1	Lely	Toute la journée	2*4 sans US	Protocole 1
Exploitation 2	Lely	Toute la journée	3*4 + US	Protocole 1
Exploitation 3	Lely	Sortie des vaches le matin	2*4 + US	Protocole 1
Exploitation 4	Lely	Toute la journée	1*3 + US	Protocole 1
Exploitation 5	Delaval	Sortie des vaches à 9h30	Simple lavage moyen avec savon	Protocole 2

### 4.3. Impact des réglages pré-traite au robot sur la propreté des trayons

Pour répondre aux attentes d'Éleveurs des Savoie pour mieux accompagner les éleveurs en robot de traite sur la qualité sanitaire du lait, une expérimentation sur plusieurs élevages a été mise en place. Pour rappel, l'objectif est de voir si les différents réglages pré-traite au robot ont un impact sur la propreté du trayon. Cette partie est donc dédiée à l'analyse des résultats obtenus au cours de l'expérimentation.

#### 4.3.1. Réglages pré-traite au robot et recrutement des exploitations pour l'étude

L'expérimentation consiste à comparer la propreté des trayons selon trois modalités de réglages pré-traite au robot qui sont : Faible – Moyen – Fort. Avant de débiter les observations en élevage, les échanges avec les constructeurs de Lely et Delaval ont permis de compléter les connaissances sur le fonctionnement du lavage du trayon au robot. Les technologies étant différentes selon les marques, l'ensemble des possibilités de réglages sont présentés dans les tableaux 29 pour Lely et 30 pour Delaval. Pour compléter l'expertise et avoir le cheminement pour modifier les réglages sur chaque logiciel, des captures d'écran ont été réalisées sur les logiciels du robot directement en élevage. Pour information, l'option US en Lely consiste en une désinfection des brosses au peroxyde avec un brossage final en plus pour chaque vache. Ce paramètre n'est pas paramétrable individuellement.

En outre, les constructeurs robots sur les Savoie sont sensibilisés aux enjeux de qualité du lait. Les constructeurs Lely et Delaval ont en tête des recommandations de réglage pré-traite pour leurs robots. Ainsi, Lely recommande aux élevages de paramétrer 2 brossages pendant 4 secondes par trayon avec si possible un traitement US en option (Propos recueillis par Elisa Molliex – Conseillère en élevage chez Lely). En ce qui concerne Delaval, la recommandation en pré-traite consiste en un double lavage moyen avec savon (Propos recueillis par Sébastien Glairon-Mondet – Directeur chez Savoie Elevage).

Ces échanges ont également permis de déterminer les critères du réglage pour chacune des modalités qui sont résumés dans le tableau 31. Pour les élevages Lely, le choix a été fait de mettre l'option US pour chacune des exploitations étant donné que la plupart des exploitations sur les Savoie l'ont activé. Pour les deux marques, la distinction entre les modalités se fait en fonction du temps total du traitement par trayon.

Les exploitations ont ensuite pu être recrutées et le tableau 32 présente les caractéristiques générales pour chacune d'entre elles. Il s'est avéré que très peu d'élevages avaient des vaches avec beaucoup de trayons souillés. Le protocole 1 était donc privilégié pour les exploitations 1, 2, 3 et 4. Cependant, il a tout de même été possible de mettre en place le protocole 2 sur l'exploitation 5, qui par ailleurs est la seule exploitation en Delaval de l'étude. Cette dernière exploitation a été recrutée en connaissance des difficultés à maintenir des trayons propres sur cet élevage. L'enjeu de trouver un réglage permettant d'améliorer la propreté des trayons était d'autant plus important.

Par ailleurs, il n'a pas été possible de réaliser l'expérimentation sur un élevage équipé en GEA. A ce jour, seulement trois élevages sont en GEA, dont deux adhérents au Contrôle de Performances. Les trois élevages ont été contactés, un n'a pas donné suite, un n'était pas intéressé et le dernier ne voulait pas modifier les réglages de son robot.

Tableau 33 : Résumé des données obtenues pour l'expérimentation avec le Protocole 1 (Source personnelle)

	Par élevage, pour l'ensemble des trois modalités	Total pour l'ensemble des 4 exploitations
<b>Nombre d'individus dans la population « Vaches Sales »</b>	3	12
<b>Nombre d'individus dans la population « Témoins »</b>	3	12
<b>Nombre d'individus suivis au total</b>	6	24
<b>Nombre de trayons observés par observation</b>	24	96
<b>Nombre total de trayons observés au total des 5 observations</b>	120	384

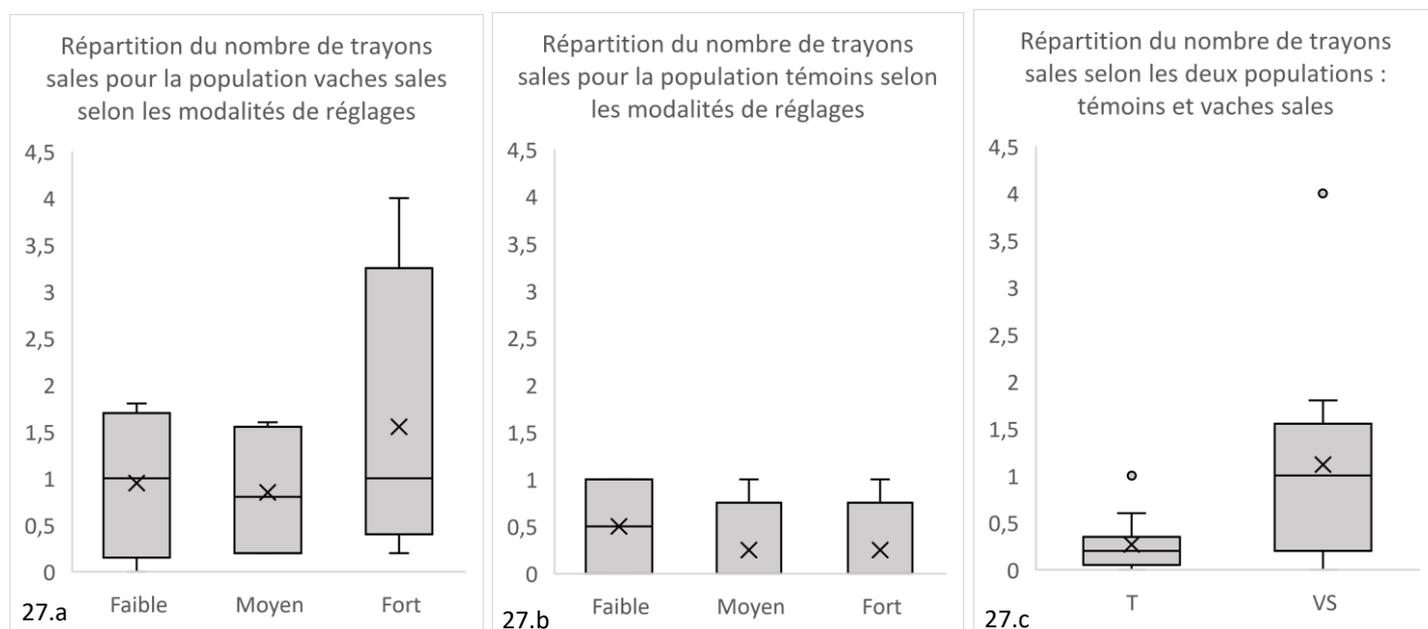


Figure 27 : Différentes boîtes à moustache représentant la dispersion des résultats du nombre de trayons sales par populations et par modalité étudiées (Source personnelle)

#### 4.3.2. Résultats de l'expérimentation avec le protocole 1 : Des réglages au robot qui n'influencent pas la propreté des trayons

Pour le protocole 1, quatre exploitations ont pu être suivies. Les observations ont toutes commencé le même jour. Trois exploitations avaient déjà l'option US activée. Ce n'était pas le cas pour l'exploitation n°1, elle a donc été activée lors de la 1<sup>ère</sup> visite afin que tous les élevages soient soumis au même réglage. L'ensemble des données obtenues à la suite des observations a été compilée dans une base de données permettant ainsi de regrouper les résultats pour les quatre exploitations suivies. Les quatre trayons des 6 vaches (3 vaches sales et 3 vaches témoins) par exploitation ont été observés sur 5 observations en bâtiment à intervalle de 2 à 3 jours. Le tableau 33 résume le nombre de données obtenues par élevage et pour l'ensemble des 4 exploitations. Le détail sur le rang et le stade de lactation pour chaque individu et pour chaque exploitation est présentée en annexe 11. L'analyse des résultats s'est décomposée en deux étapes, la première en se basant uniquement sur la notation « propre » ou « sale » sur le trayon et la seconde en prenant en compte la surface de trayons souillés.

- **Analyse des résultats selon le nombre moyen de trayons souillés par vache**

Pour la première analyse, uniquement l'information qualifiant le trayon de « propre » ou « sale » a été prise en compte. La moyenne des quatre trayons par individu a permis de comptabiliser le nombre moyen de trayons sales pour chaque individu. Ainsi, une vache présentant les 4 trayons sales sur l'ensemble des cinq observations aura une note moyenne de 4 trayons sales. Les cinq observations successives ont été regroupées au sein d'une variable « Moy\_5\_observations ». C'est sur cette variable que l'analyse statistique est faite.

Premièrement, une ANOVA a permis de montrer que les moyennes obtenues par exploitation ne se différencient pas des unes des autres ( $p$ -value = 0.588). Cette information est importante pour l'interprétation des résultats sur les moyennes des quatre exploitations.

Une seconde analyse ANOVA a été effectuée afin de voir si le réglage au robot avait un effet sur les moyennes de trayons souillés par vache au sein de la population « vaches sales ». La  $p$ -value étant de 0.6895 ( $>0.05$ ), il n'y a pas de différences significatives entre les modalités. Les réglages pré-traite au robot ne semblent donc pas avoir un impact sur la propreté des trayons. D'ailleurs, comme le montre la figure 27.a, pour la population « vaches sales », tous les résultats se recourent entre eux. La variabilité au sein des modalités est également différente, la plus forte variabilité est observée pour le réglage « Fort ». La variabilité est quant à elle moins forte concernant la population « Témoins » comme le montre la figure 27.b.

En revanche, la figure 27.c montre que la population « Témoins » se distingue de la population « Vaches sales ». L'hypothèse est confirmée par une ANOVA. En effet, la  $p$ -value de 0.0241 ( $<0.05$ ) montre qu'il y a une différence significative entre ces deux populations. Il en résulte donc que l'ensemble des « Vaches sales » ont une moyenne plus élevée sur le nombre de trayons sales par rapport aux vaches « Témoins » et ce peu importe la modalité de réglage pré-traite. Ainsi les vaches sales ont été observées avec en moyenne 1.3 trayons sales contre 0.23 pour les vaches témoins. On peut ainsi conclure que les vaches qui ont été caractérisées sales lors de la 1<sup>ère</sup> visite ont eu tendance à le rester et inversement que les vaches témoins observées propres à la 1<sup>ère</sup> visite le reste aussi.

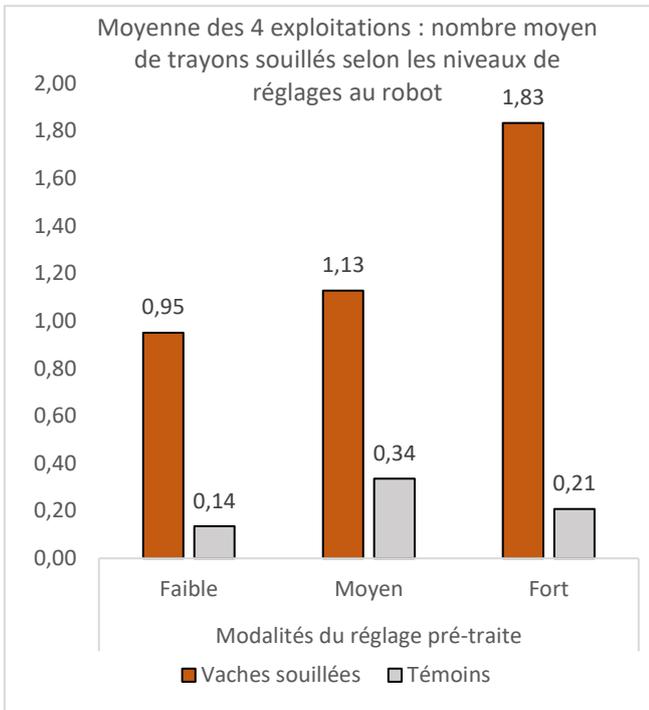


Figure 28 : Nombre moyen de trayons souillés selon les niveaux de réglages au robot pour les 4 exploitations (Source personnelle)

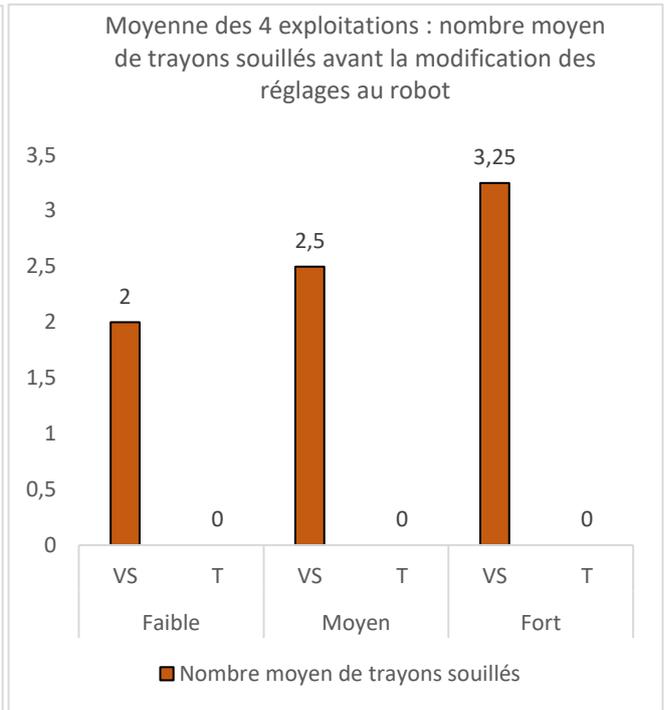


Figure 29 : Nombre moyen de trayons souillés avant la modification des réglages au robot pour les 4 exploitations (Source personnelle)

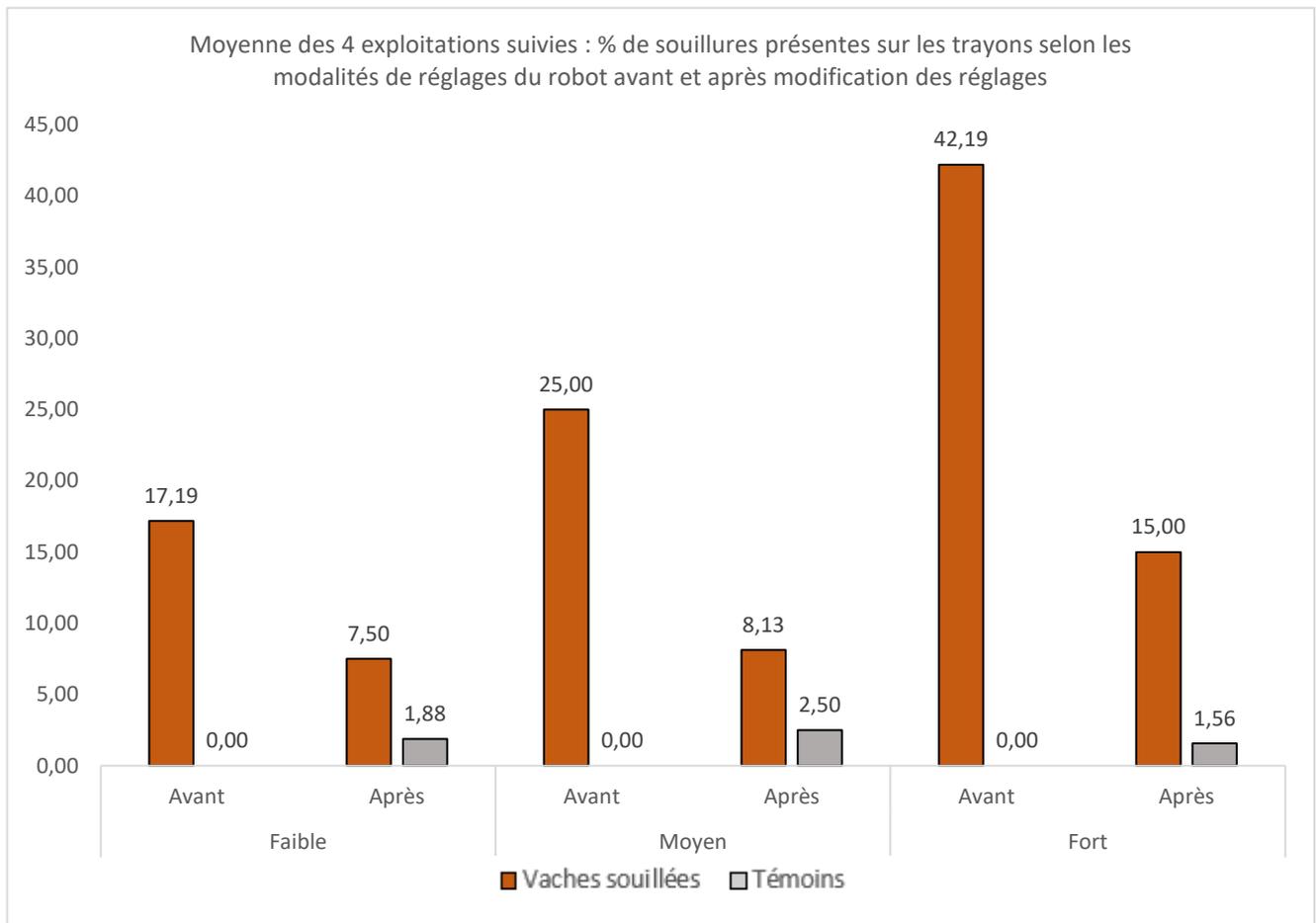


Figure 30 : Surface de souillures présentes sur les trayons selon les modalités de réglages du robot avant et après modification (% du trayon) (Source personnelle)

La figure 28 représente les moyennes observées par modalité. Comme vu précédemment aucune des moyennes présentent une différence significative entre les modalités. Toutefois, si on regarde les valeurs des moyennes par modalité pour la population « Vaches sales », il s'avère que le nombre de trayons sales est le plus élevé pour le réglage « Fort ». Ce résultat vient à l'encontre de la logique puisqu'il était attendu le strict opposé. En effet, l'hypothèse sous-entendue était que plus le réglage est fort, plus le trayon est propre donc moins la moyenne est élevée.

Pour comprendre ce résultat, les notations réalisées lors de la 1<sup>ère</sup> visite avant la modification des trayons a permis de rendre compte des différences présentes entre les trois modalités sur le niveau de saleté des trayons. Comme le montre la figure 29, les individus de la population « Vaches sales » n'ont pas été répartis de façon homogène dans les trois groupes. De manière instinctive et afin de ne pas pénaliser les éleveurs, les individus observés les plus sales ont été placés dans le réglage « Fort » et les individus les moins sales dans le réglage « Faible ». L'étude fait donc face à un gros biais qui réduit considérablement la fiabilité des résultats et empêche une lecture correcte des résultats.

- **Analyse des résultats selon la surface moyenne de trayons souillés par vache (%)**

Pour approfondir les résultats, le traitement des résultats s'est effectué cette fois-ci selon la surface moyenne de trayons souillés par vache exprimé en % de surface totale du trayon. La même démarche a été appliquée que pour l'analyse précédente, à savoir que les valeurs obtenues par modalité résultent des moyennes des 5 observations pour l'ensemble des 4 exploitations suivies.

La tendance sur les résultats obtenus est similaire à ceux obtenus en prenant en compte la qualification propre ou sale, comme on peut le voir sur la figure 30. Sur la figure, les notations avant la modification des réglages ont été ajoutées. Et les données « Après » résultent de la moyenne des 5 observations. En raisonnant en termes de pourcentage de surfaces souillées sur le trayon par vache, les observations montrent qu'en moyenne 15% des trayons sont souillés lorsque la modalité de réglage est forte. Pour le réglage « Faible », seulement 7.5% des trayons sont souillés et 8.13% pour le réglage « Moyen ».

Ainsi, les résultats donnent l'impression que le réglage « Fort » a tendance à dégrader la propreté du trayon par rapport aux autres modalités. Comme évoqué précédemment, les vaches de la population « Vaches sales » ne présentaient pas le même niveau de souillure entre les modalités et cela posent un problème pour comparer les moyennes des 5 observations entre elles. La figure 28 montre bien ces grandes différences, avec 42.19% de trayons souillés pour le réglage « Fort » contre seulement 17.19% pour le réglage « Faible ».

Toutefois en comparant le résultat Avant-Après modification du réglage, pour la population « Vaches sales », il y a 9.69% de trayons souillés en moins pour le réglage « Faible », 16.87% pour le réglage « Moyen » et 27.19% pour le réglage « Fort ». Ce raisonnement montre que le réglage « Fort » a plus éliminé de souillure que le réglage « Moyen » et « Faible ». Cependant, seulement une observation a été faite « Avant » contre cinq « Après », ce qui fausse le résultat. De plus, les niveaux de réglages initiaux étant différents pour les quatre exploitations, il est difficile de donner des conclusions avec ce raisonnement.

Tableau 34 : Nombre d'individus observés et retenus par modalité pour l'analyse des données de l'expérimentation Protocole 2 (Source personnelle)

	Nombre d'individus observés	Nombre d'individus retenus pour l'analyse des données
<b>Faible</b>	6	4
<b>Moyen</b>	6	4
<b>Fort</b>	6	5

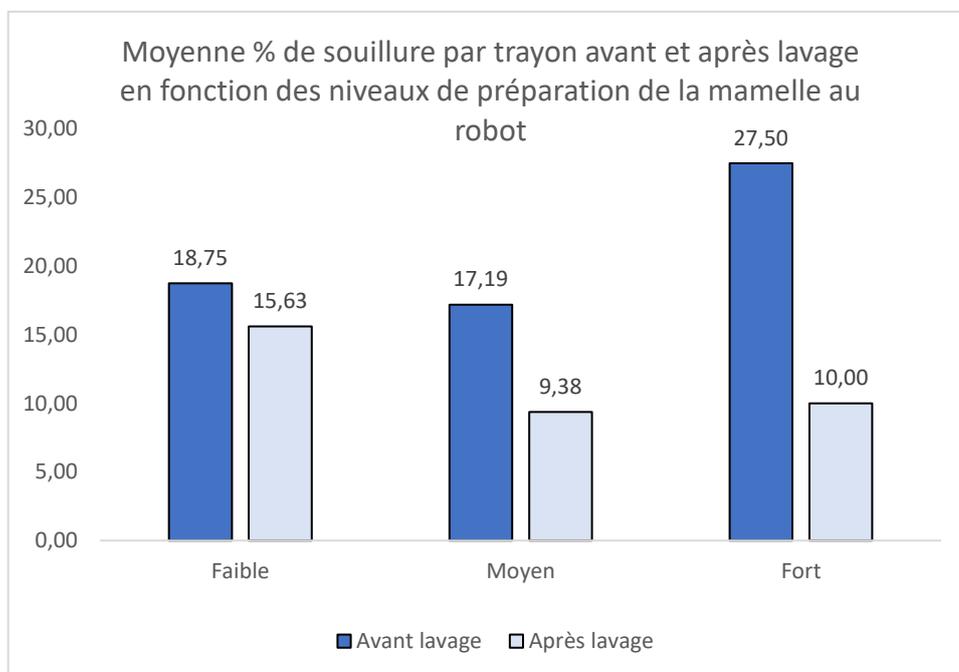


Figure 31 : Surface de souillures présentes sur les trayons selon les modalités de réglages du robot avant et après lavage des trayons (Source personnelle)

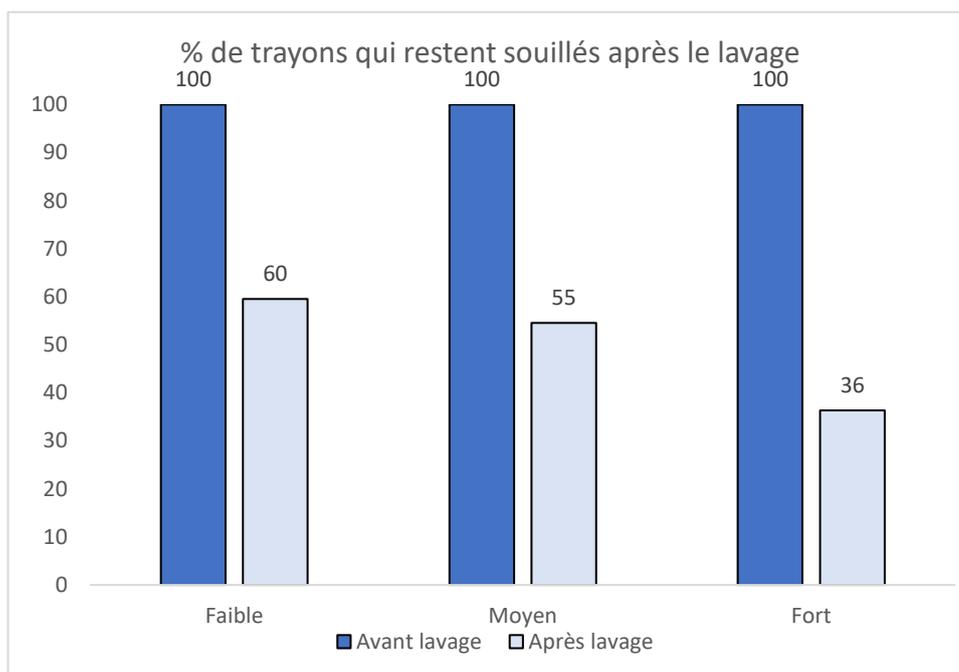


Figure 32 : Surface de souillures présentes sur les trayons selon les modalités de réglages du robot avant et après lavage des trayons (Source personnelle)

#### 4.3.3. Résultats de l'expérimentation avec le protocole 2 : Des différences marquées selon le réglage pré-traite au robot

Le protocole 2 a pu être mis en place sur un seul élevage en Delaval. Il a été possible de mettre en place ce protocole sur cet élevage car il été connu qu'un grand nombre de vaches présentaient des trayons souillés au robot. Les observations ont donc pu être faites directement au robot avec un notation avant et après lavage des trayons en pré-traite. Les nombres d'individus observés par modalité sont présentés dans le tableau 34. Ainsi, il y a 6 individus pour chaque modalité. L'analyse des données a consisté à prendre en compte uniquement les individus présentant des souillures avant le lavage des trayons. L'intérêt étant de pouvoir noter comment un trayon sale se nettoie au robot. Un tri parmi les données a donc été fait pour ne sélectionner que les individus avec des trayons sales avant le lavage (voir Tableau 34). Les vaches avec l'ensemble des 4 trayons propres avant le lavage des trayons ou des vaches qui n'étaient pas à traire (génisse) n'ont donc pas été pris en compte.

Les résultats obtenus par modalité selon la surface de trayon souillé avant et après lavage sont présentés en figure 31. Ainsi, avec le réglage « Faible », pour les 4 vaches observées avec trayons souillés, en moyenne 18.75% de la surface des trayons était souillée avant le lavage des trayons. Après lavage des trayons 15.63% de la surface des trayons était toujours souillée. Pour le réglage « Moyen », sur les 4 vaches observées avec trayons souillés, en moyenne 17.19% de la surface des trayons était souillée avant le lavage des trayons. Après lavage des trayons 9.38% de la surface des trayons était toujours souillée. En ce qui concerne le réglage « Fort », sur les 5 vaches observées avec trayons souillés, en moyenne 27.50% de la surface des trayons était souillée avant le lavage des trayons. Après lavage des trayons 10% de la surface des trayons était toujours souillée.

Comme les niveaux de souillures avant lavage sont différents entre les modalités, les résultats ont été ramenés en pourcentage, en supposant que 100% de la surface des trayons étaient souillées avant le lavage des trayons. Cela permet de pouvoir comparer les différentes modalités entre elles. Les résultats obtenus sont présentés en figure 32. Ainsi, au réglage « Faible », pour un trayon souillé à 100% avant le lavage, il reste 60% de surface souillée sur le trayon. Le robot permet donc de nettoyer 40% des souillures. Pour le réglage « Moyen », il reste 55% de surface souillée sur le trayon, le robot élimine donc 45% des souillures. Enfin, avec le réglage « Fort », la différence est plus marquée puisqu'il reste 36% de surface souillée sur le trayon. Le robot a donc réussi à éliminer 64% des souillures.

Sur cet élevage en VMS Delaval, le simple lavage (mis pour la modalité « Faible » et « Moyen ») ne permet pas de nettoyer correctement les trayons au robot. Sur les trayons sales, 55 à 60 % de la surface du trayon reste souillée contre 36% si on met le double lavage. Le réglage « Fort », soit un réglage pré-traite en double lavage moyen, semble être à privilégier. D'autant plus qu'un biais a été observé durant l'étude. En effet, à plusieurs reprises, le gobelet laveur s'est mal positionné sur le trayon, avec une tendance à plaquer le trayon contre la mamelle plutôt que l'aspirer. Mettre un double lavage permettrait donc de limiter ce risque, pouvant être lié au fonctionnement des robots VMS ou propre à un dysfonctionnement de l'élevage suivi. A la suite de l'expérimentation, l'éleveur a d'ailleurs opté de mettre en place le double lavage pour l'ensemble du troupeau.

Dans tous les cas, quel que soit le niveau de réglage pré-traite, on voit que jamais les trayons ne se sont lavés à 100%. D'où l'importance de mettre en œuvre des pratiques permettant de présenter des animaux avec des trayons propres au robot.

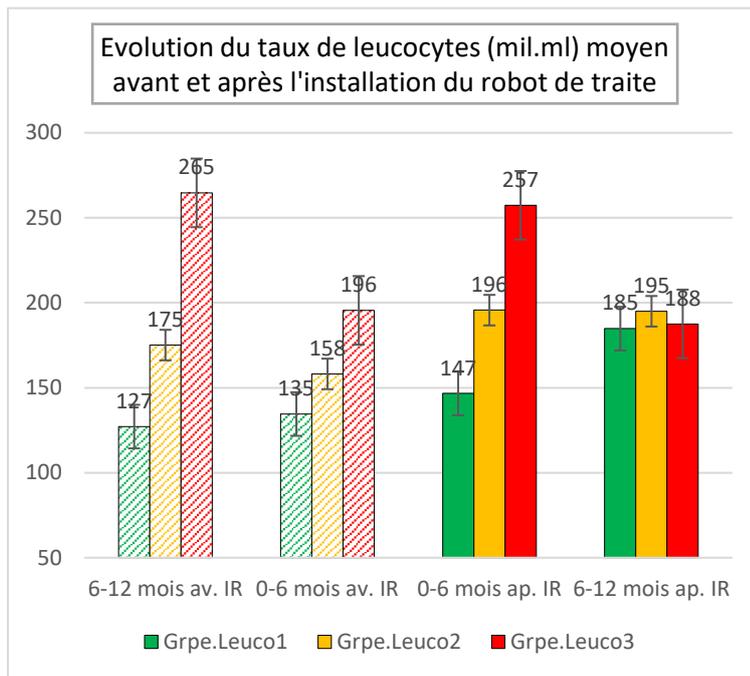


Figure 33 : Evolution du taux de leucocytes (mil.ml) moyen avant et après l'installation du robot de traite par tranche de 6 mois et par groupe selon moyenne leucocyte (20 élevages) (Source personnelle)

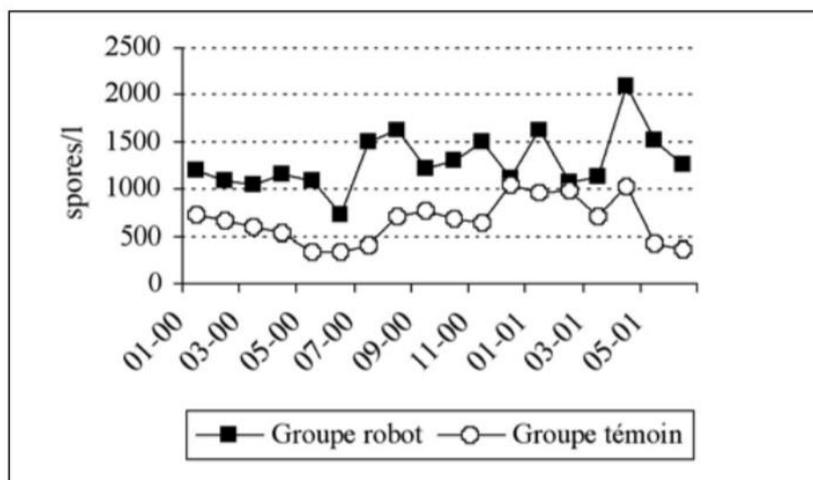


Figure 34 : Evolution durant 18 mois des spores butyriques dans les installations robotisées en comparaison avec un groupe témoin (D'après Billon et Tournaire, 2002)

## 5. Discussion

### 5.1. Eléments de discussions sur les différents résultats obtenus

#### 5.1.1. Une étude qui révèle l'implication des éleveurs savoyards face à l'enjeu de la qualité du lait

L'étude menée sur l'observation de la propreté des trayons au robot a permis de mettre en évidence les efforts que fournissent les éleveurs pour limiter les risques de contamination du lait. En effet, une des difficultés rencontrées pour l'étude a été sur le recrutement des élevages. La condition primordiale pour participer à l'étude était d'avoir des animaux avec des trayons sales. Et il s'est avéré difficile de trouver des exploitations où un grand nombre d'animaux ont les trayons souillés. Parmi les exploitations suivies, seul un faible nombre de vaches avaient des trayons souillés C'est entre autres pour cela que les niveaux de souillures initiaux n'étaient pas homogènes entre les différents niveaux de réglages pré-traite. La première campagne de Pass Lait Cru en élevage robot, qui a eue lieu au cours de ce printemps 2021, semble d'ailleurs avoir rassurée les éleveurs sur le critère de la propreté du trayon. En effet, même si aucune communication officielle n'a été faite sur le sujet, il y aurait seulement 7 exploitations à accompagner sur ce point (Propos recueillis de Vincent Ruat – Conseiller en Elevage à Eleveurs des Savoie).

De plus, l'étude des résultats d'analyse du lait avant et après installation du robot de traite ont contredit les résultats qui étaient attendus. Même s'il a été observé une dégradation pour l'ensemble des critères étudiés, cette dégradation était relativement faible et non significative pour le critère « Leucocytes » et « Butyriques ».

En ce qui concerne le critère « Leucocyte », une des pistes serait de savoir si les éleveurs ont fait du tri avant la mise en route du robot. Ce qui montrerait que les éleveurs sont conscients des risques engendrés et mettent en œuvre toutes les actions possibles pour limiter l'apparition de mammites dans l'élevage avec le robot. En décomposant les résultats « Leucocytes » par tranche de 6 mois avant et après l'installation du robot, le taux leucocytaire était en moyenne plus faible dans les 6 mois précédents l'installation du robot comparé à la période 6-12 mois avant IR (voir Figure 33). La diminution est d'autant plus marquée pour le 3<sup>ème</sup> groupe en rouge correspondant aux élevages ayant une moyenne >200 000 cellules avant l'installation du robot. Il est alors possible que les éleveurs aient anticiper la mise en route du robot et fait du tri sur les vaches à cellules.

Pour ce qui est des « Butyriques », comme le montre la figure 34, Billon et Tournaire avait montré en 2002, une augmentation de +30% sur la concentration en spores butyriques pour le groupe robot comparé au groupe témoin. Dans notre étude, l'augmentation est de 6% et n'est pas significative. Les concentrations observées sont également nettement différentes de l'étude de Billon et Tournaire qui montrent une moyenne environnant à 1000 spores/L tandis que nos résultats montrent une moyenne aux alentours de 200-250 spores/l sur les exploitations robots savoyardes. Les éleveurs savoyards, sensibilisés aux enjeux de la qualité du lait, ont peut-être de facto de meilleurs résultats et ce, quel que soit le système de traite.

Pour aller plus loin, les données utilisées issues du « Bilan Cellules Mammites » de Mil'Klic donne des indicateurs de la pression leucocytaire selon les seuils <100 et >300 (mil.ml) cellules. Ces seuils sont définis pour l'ensemble des organismes de la FIDOCL mais sont moins pertinents face au contexte savoyard et aux grilles de paiements plus stricts. Il serait intéressant d'avoir un seuil >200 par exemple, qui reflèterai plus l'impact de l'augmentation des cellules pour les éleveurs.

Tableau 35 : Impact du réglage pré-traite sur le fonctionnement du robot - exemple pour un robot de traite Lely (Source personnelle)

<b>Impact du temps de brossage sur le fonctionnement du robot (exemple pour un robot Lely)</b>			
<b>Réglage pré-traite (nombre et temps de brossage par trayon)</b>	2*3 sec	2*5 sec	3*4 sec
<b>Temps du brossage par vache (secondes)</b>	24 secondes	40 secondes	48 secondes
<b>Estimation du temps de brossage par stalle sur la journée (160 traites par jour*)</b>	1.06 heure	1.78 heure	2.13 heures

\* d'après GIE Bretagne Elevage (2008)

### 5.2.2. Les préconisations et les points de vigilances observées pendant l'étude

Un des objectifs de cette étude était de pouvoir réaliser des préconisations sur les réglages pré-traité à mettre en place pour garantir d'avoir des trayons propres. Au vu des résultats, il est difficile de donner des conclusions. Le robot rempli sa fonction de traire la vache mais il présente des limites sur la préparation des trayons à la traite. Ainsi, le robot de traite ne peut pas être aussi précis que la main de l'éleveur, qui lui peut adapter son nettoyage en fonction du niveau de souillure observé.

Toutefois, comme il a pu être constaté durant l'étude, ce sont souvent les mêmes animaux qui présentent des souillures. La modification des réglages en pré-traité à l'animal et non à l'ensemble du troupeau peut donc être intéressante. Cela permet de sécuriser le branchement de trayons propres sur ces animaux à surveiller. En outre, modifier des réglages en individuel évite de trop impacter le fonctionnement et la circulation des animaux au robot. En effet, comme le montre le tableau 35, rajouter un brossage avec un temps de traitement plus élevé, augmente fortement le temps d'occupation de la stalle sur une journée et risque donc d'augmenter le taux de saturation de la stalle. L'éleveur a donc tout enjeu à bien observer son troupeau pour individualiser les réglages.

Même dans un environnement sain, les trayons peuvent être souillés. Au vu des limites du robot, les éleveurs doivent donc redoubler de vigilance pour maintenir des vaches propres. Cela passe notamment par une tonte régulière des mamelles et des queues (Lamy Grandidier, 2021). En effet, la tonte des mamelles permet de les maintenir plus propres. La tonte des queues est également importante car il arrive que le robot confonde la queue avec un trayon.

Le soin apporté à la propreté de l'aire de couchage est également un point essentiel. En aire paillée, il est recommandé de disposer entre 8 et 12 m<sup>2</sup> de surface de couchage par animal (Source personnelle selon formation FDS du 02/02/2021). La seule exploitation suivie pour l'étude en aire paillée était confrontée à la difficulté de maintenir des animaux propres. Il s'avère que la surface disponible par animal est de 7.9m<sup>2</sup>, il y a donc une légère saturation de l'aire paillée. Diminuer le nombre de vaches ou aménager le bâtiment en système logette est d'ailleurs envisagé par l'éleveur.

En système logette, sur plusieurs exploitations suivies, il a été observé la présence d'écoulement de lait qui stagne dans les logettes, notamment sur les systèmes avec simple tapis sans ajout de litière. Une attention est donc à avoir pour éviter la multiplication des microorganismes dans ces jus, en contact direct avec l'entrée des trayons de la vache. D'autant plus que le produit post-traité, ayant pour fonction de protéger le trayon et éviter une contamination en sortie de traite est souvent mal appliqué en système robot. En effet, d'après les différentes observations de traites au robot, la pulvérisation du produit est parfois trop faible ou sur un temps court (0.12 secondes en Lely). Sans compter que la pulvérisation ne vise pas toujours au bon endroit.

Un autre point de vigilance observé durant l'étude concerne la composition de litière en logette. L'utilisation de copeaux de bois serait plus abrasive et présenterait un plus grand risque d'apparition de tarsites. En outre, Lely a fait le constat que la présence de copeaux favorise l'accroche des souillures sur l'animal et qu'il est donc plus difficile de les maintenir propres (Propos recueillis par Elisa Molliex – Conseillère en élevage chez Lely).



### 5.2.3. Etude de la propreté des trayons au robot : Un protocole limitant à remettre en question

L'étude menée sur l'observation de la propreté des trayons selon les réglages du robot a présenté des limites rendant difficile la transmissibilité des résultats. Il est donc nécessaire d'utiliser ces résultats avec précaution et d'avoir conscience des faiblesses de l'étude.

Tout d'abord, une critique peut être faite sur le choix des critères de réglages choisis pour les modalités Faible – Moyen – Fort qui auraient pu présenter plus de différences. Notamment sur le réglage choisit pour la modalité Faible, il n'était pas possible de paramétrer un réglage trop faible au risque de dégrader la qualité du lait. Les observations menées avec le protocole 1 se sont faites sur une période de 15 jours et Eleveurs des Savoie ne pouvait prendre la responsabilité de causer une contamination du lait à cause d'un trayon mal nettoyé.

Une des limites du protocole 1 porte sur le fait que les observations se soient déroulées au bâtiment et non au robot. En effet, il serait plus juste de pouvoir observer les vaches directement au robot pour se rendre compte de l'efficacité du nettoyage du réglage. Pour cela, il aurait été nécessaire d'avoir plus de vaches avec des trayons souillés. Les observations faites avec le protocole 2 semblent donc plus justes. Toutefois, les résultats reflètent la situation d'un seul élevage et n'est donc pas représentatif de la population.

D'autres solutions auraient pu permettre d'observer la qualité de nettoyage du trayon notamment en marquant volontairement les trayons (peinture, colorant alimentaire). Cette technique a été évoquée au cours de l'élaboration du protocole sans toutefois pouvoir aboutir. Là encore la difficulté est liée au fait que l'étude se déroule sur des fermes « commerciales » et non expérimentales. Pour ne pas prendre le risque de contaminer le lait, celui-ci aurait dû être dévié du circuit ce qui représente une perte économique pour l'éleveur.

Enfin, il aurait été intéressant de compléter les données pour un élevage en GEA. D'autant plus que la technologie du GEA suscite quelques questions puisqu'il n'est pas possible d'observer la propreté du trayon juste après le lavage et avant la traite.

## 5.2. Des actions et des perspectives pour accompagner les élevages robots sur le thème de la qualité du lait

### 5.2.1. Le robot de traite et l'organisation du contrôle de performances

Comme vu en partie 4.1.2 (Figure 14), d'ici une dizaine d'année, les robots pourront représenter 20% des adhérents au sein d'Eleveurs des Savoie d'où l'intérêt de mener une réflexion sur l'accompagnement de ces élevages. A horizon plus proche, Eleveurs des Savoie a déjà recensé une dizaine de nouvelles installations en robot de traite à venir d'ici deux ans. La question est de savoir si le robot de traite va se démocratiser sur l'ensemble du territoire savoyard ou toujours plus concentré sur la zone Avant-Pays Savoyard. Toutefois, même si la présence du robot sur les zones AOP Reblochon et AOP Abondance fait débat, on s'aperçoit que de plus en plus d'éleveurs font le choix du robot de traite. Parmi les 13 exploitations connues qui ont un projet d'installation robot, 4 sont en zone AOP Reblochon.

Tableau 36 : Analyse de la collecte des mammites cliniques au niveau d'Éleveurs des Savoie dans les élevages (Source : Idele, FCEL, 2021. Tableau de bord de la collecte des mammites cliniques (MACL) - 2020 – ECEL Eleveurs des Savoie).

Dans les élevages avec collecte complète et fiable (code = 2 majoritaire)	FRANCE			Votre ECEL		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Fréquence d'élevages sans MACL	14.6%	16.5%	19.3%	12.8%	15.1%	14.5%
Fréquence d'élevages avec min. 1 MACL	85.4%	83.5%	80.7%	87.2%	84.9%	85.5%
<i>Protocoles Agents (A, AT, CZ)</i>	86.6%	84.9%	82.5%	90.4%	90.2%	89.1%
<i>Protocoles Eleveurs (B, BT, BZ)</i>	76.6%	74.3%	71.4%	64%	57.7%	66.9%
<i>Protocoles Robots (AR, BR)</i>	80.3%	77.8%	72.4%	53.3%	37.9%	70.4%
Fréquence d'élevages avec min. 5% de vaches avec MACL	66.6%	63.3%	59.9%	60.4%	57.6%	59.1%
Fréquence d'élevages avec min. 20% de vaches avec MACL	23.2%	20.3%	18.6%	5.7%	6.2%	6.9%

Code = 2 : signifie que l'information collectée est complète et fiable. Les mammites cliniques sont enregistrées par l'éleveur, collectées et saisies par l'ECEL.

En outre, il serait intéressant de savoir combien d'élevages ont démissionné du contrôle de performances après l'installation du robot et de connaître les causes de leur démission ;

- Pas d'intérêt à rester au contrôle de performances ?
- Informations fournies par le robot qui sont suffisantes pour l'éleveur ?
- Peu de retours par rapport au coût du service ?
- Conseil pas en phase avec les attentes de l'éleveur ?

L'enjeu est de comprendre pourquoi les éleveurs font le choix de quitter le contrôle de performances afin de pouvoir proposer une offre en adéquation avec leurs attentes.

La présence des robots peut également amener à réorganiser le fonctionnement des services et notamment pour le contrôle de performances. Aujourd'hui à Eleveurs des Savoie, le contrôle de performances en élevage robot nécessite des compétences particulières et les contrôles sont assurés par quatre techniciens spécialisés en robot. L'augmentation du nombre de robot de traite nécessitera peut-être le recrutement de nouveaux techniciens ou la montée en compétences pour certains agents de pesée. D'autant plus si les nouvelles installations sont situées sur des zones éloignées des secteurs des techniciens. Il sera alors important de revoir les secteurs et réorganiser l'attribution des élevages par les techniciens. La carte des élevages robots disponible sur MyMaps pourra être utilisée pour dessiner de nouveaux secteurs et répartir les élevages.

Par ailleurs, la carte des élevages robots mis en place facilite l'organisation des techniciens robots et les retours par les techniciens ont été très favorables. La carte est notamment utilisée pour les remplacements. Le technicien qui ne connaît pas l'élevage a alors rapidement les informations nécessaires pour assurer le contrôle. Des propositions ont été faites pour ajouter des informations, comme le nombre de flacons ou l'heure de dépôt des échantillonneurs.

Le contrôle de performances doit également s'adapter avec le matériel utilisé pour la collecte des échantillons de lait. En effet, la récente arrivée des GEA a nécessité une adaptation particulière pour la pose des échantillonneurs. Eleveurs des Savoie a dû investir dans du matériel coûteux pour pouvoir assurer les pesées pour deux élevages GEA. Toutefois, ce matériel sera amené à être plus souvent utilisé car le robot GEA commence à s'implanter sur le territoire savoyard. Par ailleurs, parmi les 13 prochaines installations, 4 exploitations feraient le choix du GEA.

Un point de vigilance est à avoir sur le protocole choisi par l'éleveur pour le contrôle de performances. Comme vu en partie 4.1.1, 64% des élevages robots font le choix du protocole B. Pour le suivi des mammites au niveau de l'élevage mais aussi au niveau national, il est important que les éleveurs fassent remonter régulièrement les événements de mammites connus. Comme le montre le tableau 36, parmi les différents protocoles, les protocoles Eleveurs et les protocoles Robots sont ceux qui nécessitent une attention particulière sur la remontée de ces informations. Les éleveurs doivent être sensibilisés pour que l'information soit bien communiquée et on peut voir que Eleveurs des Savoie s'est nettement amélioré en 2020 par rapport à 2019 avec 70.4% de données fiables contre 37.9% en 2019 pour les élevages robots.



## 5.2.2. Consolider la présence d'Éleveurs des Savoie auprès des élevages robot

Éleveurs des Savoie s'implique aujourd'hui pour accompagner les élevages robots sur le thème de la qualité du lait. Ainsi, certains conseillers robots ont été mobilisés pour la 1<sup>ère</sup> campagne de réalisation des audits Pass Lait Cru en élevage robot. L'accompagnement des éleveurs sur le thème de la qualité du lait passe aussi par la sensibilisation des conseillers qui sont tous les jours auprès des éleveurs. Le souhait de la coopérative est d'avoir une montée en compétences des conseillers sur les enjeux de la qualité du lait. Ainsi, l'ensemble des conseillers a pu suivre des journées de formations par l'intervention d'un consultant extérieur. Cette formation a permis aux conseillers de connaître ou rappeler les points de vigilances à surveiller en exploitation pour éviter les risques de contamination du lait avec l'explication d'une démarche à adopter (Formation Baraton). Les conseillers sont donc formés pour réaliser des diagnostics en élevage répondant à des enjeux de qualité du lait.

En outre, les conseillers qui ont des élevages robots sur leurs secteurs ont également pu suivre des sessions de formations spécifiques au système robot afin qu'ils puissent perfectionner leurs connaissances. Les différentes sessions ont permis d'aborder des points clés liés au fonctionnement du robot de traite, à la circulation des animaux, à l'alimentation et aux données disponibles sur les logiciels des éleveurs. Le thème de la qualité du lait en élevage robot a également été abordé pour que les conseillers connaissent les points clés à surveiller sur le robot (routine, nettoyage, indicateur).

Ainsi, le conseiller doit être capable de déceler des anomalies pour mieux accompagner les éleveurs. Toutefois, comme le montre l'enquête, les éleveurs robots n'expriment pas une réelle attente pour le développement d'une offre spécifique en robot de traite. Dans un premier temps, Éleveurs des Savoie peut servir de relais pour mettre en relation des entreprises expertes en robot de traite, comme Farm Dairy Service (FDS). Aujourd'hui, Éleveurs des Savoie souhaite développer le partenariat avec l'entreprise Farm Dairy Service qui pourront travailler ensemble notamment sur les projets d'implantation d'un robot. Ce travail pourra notamment être intéressant pour la filière et pour répondre aux demandes de l'ARVI sur l'attribution des litrages pour les exploitations robots.

A ce jour, Éleveurs des Savoie ne se positionne donc pas en tant qu'expert robot. En revanche, comme l'a montré l'enquête, les éleveurs sont demandeurs d'échanges et de rencontres afin de pouvoir échanger et avoir des retours d'expérience. La mise en place d'une rencontre annuelle avec des animations techniques peut être envisagée par Éleveurs des Savoie.

Par ailleurs, l'édition d'un bulletin mensuel avec des moyennes propre au système robot semblerait très apprécié pour les éleveurs. Le CP fournit de nombreuses données intéressantes à valoriser pour les éleveurs et d'autant plus avec la possibilité de récupérer des données du robot (via l'outil DataHUB). Au niveau de la zone FIDOCL (regroupant différents organismes de conseil en élevage dont Éleveurs des Savoie) des travaux sont en cours pour permettre l'édition d'un valorisé mensuel à l'éleveur. Ils pourront ainsi se comparer et se situer par rapport aux autres afin de voir leurs marges de progression. Les informations sur les caractéristiques de l'élevage sur Mil'Klic devront être mises à jour afin de faciliter les comparaisons de groupe. La base de données créée pour l'enquête pourra être réutilisée pour compléter les informations des élevages manquants et pouvoir créer des sous-groupes parmi les systèmes.



## Conclusion

Le travail de recensement des élevages robots a permis de montrer que la présence du robot de traite sur les Savoie suit la même dynamique qu'au niveau national. A Eleveurs des Savoie, 7.4% des éleveurs adhérents au contrôle de performances sont en système robot. En revanche, ils représentent 16% du volume total livré en laiterie. Les élevages robots sont principalement situés sur la zone Avant-Pays Savoyard, soit plutôt en zone IGP Tomme Emmental Raclette qui ont un cahier des charges moins contraignant pour les systèmes robots que pour les AOP. Toutefois, le robot de traite se démocratise aussi sur ces zones notamment en AOP Reblochon et en AOP Abondance. L'enjeu de la qualité du lait en robot de traite pour un fromage à pâte molle transformé en lait cru comme le Reblochon est d'autant plus important. Se pose aussi la question de l'image du produit et des attentes du consommateur.

Les systèmes robots sur les Savoie se différencient des autres systèmes de traite et peuvent être qualifiés de plus productifs. En moyenne, les vaches ont une production laitière de +38% par rapport à la moyenne savoyarde. L'effectif du cheptel est également plus élevé avec 88 vaches présentes par exploitation pour les robots contre 55 sur la moyenne en Savoie. Les éleveurs robots sont en moyenne équipés avec 1.6 stalle par élevage soit 55 vaches présentes par stalle, ce qui montre que les stalles ne sont pas fortement saturées.

En revanche, l'étude des résultats du lait de mélange sur 20 élevages montre une tendance à la dégradation de la qualité sanitaire du lait sur l'ensemble des critères (Leucocytes, Germes, Butyriques, Staphylocoques, Coliformes) après l'installation du robot. Cette dégradation est tout de même à relativiser pour le critère Leucocytes et Butyriques où une augmentation a été observée de respectivement +5 et +6%. L'augmentation était plus marquée pour les coliformes et les staphylocoques, point étonnant pour les staphylocoques car ce n'est pas le germe le plus problématique connu en élevage robot. En outre, le groupe primipare semble plus impacté par l'augmentation des cellules après l'installation du robot de traite. Pour 15 élevages sur 20, 30% des primipares ont un taux cellulaire supérieur à 100 000 contre 9 élevages avant le robot.

Une analyse complémentaire portée sur la comparaison des résultats d'analyse du lait de mélange sur une année entre les systèmes robots et les autres systèmes de traite a montré des différences significatives marquées pour l'ensemble des critères exceptés pour les staphylocoques. Les points de vigilances à avoir sont principalement sur les coliformes et E. coli où les résultats sont deux fois plus élevés en robot par rapport aux autres systèmes. Une attention est donc à avoir sur l'état du matériel de traite qui constitue l'origine primaire d'une contamination à coliformes.

La dégradation de la qualité sanitaire du lait qui a pu être observée justifie l'intérêt d'accompagner les éleveurs sur ce thème. L'angle d'approche sur la propreté des trayons montre qu'il est difficile d'affirmer qu'un réglage pré-traite maximal au robot permettrait de garantir des trayons propres. D'où l'importance d'avoir des vaches qui se présentent propres au robot, ce qui est le cas pour la majorité des élevages en Savoie sensibilisés à cet enjeu. Toutefois, l'étude a montré que ce sont souvent les mêmes animaux qui ont tendance à se souiller régulièrement. Il est donc possible de cibler un réglage pré-traite spécifique sur ces animaux afin de sécuriser la traite sans trop impacter le fonctionnement du robot.

Enfin, les éleveurs robots ont montré leurs intérêts pour échanger et comparer leurs systèmes entre eux. L'édition d'un valorisé spécifique robot sera donc un moyen pour Eleveurs des Savoie de s'impliquer un peu plus auprès des adhérents en système robot de traite.



## Références bibliographiques

AGRESTE, 2020. La filière « Bovins lait ». In : *Agreste, la statistique, l'évaluation et la prospective agricole* [en ligne]. Juin 2020. Disponible à l'adresse : [https://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Essentiel\\_2\\_filiere\\_lait\\_07092020\\_VF\\_leger\\_cle0948e8.pdf](https://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Essentiel_2_filiere_lait_07092020_VF_leger_cle0948e8.pdf).

ALLAIN, C., 2019. IDELE. Inventaire et tests de capteurs. In : *Site de l'Idele* [en ligne]. 25 septembre 2019. Disponible à l'adresse : <http://idele.fr/reseaux-et-partenariats/otop3d/publication/idelesolr/recommends/inventaire-et-tests-de-capteurs.html>.

ANSES, 2010. Avis de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à la liste des dangers proposée pour être prise en compte dans le projet de guide de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP «pour la collecte du lait cru et les fabrications de produits laitiers». Saisine n° 2009-SA-0190, le 18 janvier 2010.

ANSES, 2018. Attribution des sources des maladies infectieuses d'origine alimentaire. Partie 2 : Analyse des données épidémiologiques : avis de l'ANSES – Rapport d'expertise collective. In : *Site de l'ANSES* [en ligne]. Novembre 2018. Disponible à l'adresse : <https://www.anses.fr/fr/content/avis-et-rapport-de-lanses-relatif-%C3%A0-lattribution-des-sources-des-maladies-infectieuses-0>

ANSES, 2019. Extrait de NOTE AST de l'Anses relative à l'établissement d'un cahier des charges en vue d'une étude épidémiologique relative au risque lié aux E. coli entérohémorragiques (et E. coli O26 en particulier) dans la filière reblochon. In : *Site de l'ANSES* [en ligne]. 22 novembre 2019. Disponible à l'adresse : <https://www.anses.fr/fr/content/extrait-de-note-ast-de-lanses-relative-%C3%A0-l%20%80%99%C3%A9tablissement-d%20%80%99un-cahier-des-charges-en-vue-d>.

BCEL OUEST, 2018. Traite robotisée : les chiffres de la campagne 2017-2018. In : *Site de Bretagne Conseil Elevage Ouest* [en ligne]. 14 novembre 2018. Disponible à l'adresse : <https://www.bcel-ouest.fr/traite-robotisee-les-chiffres-de-la-campagne-2017-2018/>.

BERGLUND, I., PETTERSSON, G., SVENNERSTEN-SJAUNJA, K., 2002. Automatic milking: effects on somatic cell count and teat end-quality. In : *Swedish University of Agricultural Sciences*. Disponible à l'adresse : [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622602000908?casa\\_token=IQzI8twmi4YAAAAA:JGYTjOp1MMgynXj1IKnnJMnEzC0dRzqul\\_1UtknpT6huzXVAvknyiSqyQXjMGn4n1wbwkaNYTA](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301622602000908?casa_token=IQzI8twmi4YAAAAA:JGYTjOp1MMgynXj1IKnnJMnEzC0dRzqul_1UtknpT6huzXVAvknyiSqyQXjMGn4n1wbwkaNYTA).

BEUVIER, 2009. Quelques bases sur la microbiologie du lait et du fromage. In : *Réseau Fromages de Terroirs*. Créé le 23 juin 2005 et mis à jour le 20 mai 2009.

BILLON, P., POMMIES, D., 2006. Le point sur la robotisation de la traite 15 ans après l'apparition des premiers systèmes dans les fermes. In : *Rencontres Recherches Ruminants*. 2006. INRAE, Unité de Recherches sur les Herbivores. pp. 143-150.

BILLON, P., TOURNAIRE, F., 2002. Robot de traite et qualité du lait : impact sur la qualité du lait et le système de production. In : *Rapport Institut de l'Elevage, Journées techniques des 8, 12 et 14 mars 2002*. pp. 17-31.



- BRISAVOIS, A., LAFARFE, V., BROUILLARD, A., BUYSER, M-L., COLLETTE, C., GARIN-BASTUJI, B., THOREL, M-F., 1997. *Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers : situation en France et en Europe*. In : Rev. sci. tech. Off. int. Epiz. Vol. 16, n°1, pp. 452-471.
- CASTRO, A., PEREIRA, J-M., AMIAMA, C., BUENO, J. 2012. *Estimating efficiency in automatic milking system*. In : Journal of Dairy Science. Vol. 25, pp 929-936. Disponible à l'adresse : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203021200046X>.
- CHATENET, S., 2021. La métagénomique au service de la qualité et de la diversité des fromages. In : *Terres des Savoie*. Le 8 avril 2021, n°498, p. 20.
- CNAOL, 2019. Tout savoir sur les fromages au lait cru : communiqué de presse du CNAOL [en ligne]. Le 11 juillet 2019. Disponible à l'adresse : <https://www.fromages-aop.com/wp-content/uploads/CP-Cnaol-Lait-cru-et-consommateur-20190711.pdf>.
- CNIEL, 2021. L'Economie Laitière en Chiffres - Edition 2021. In : *site du CNIEL* [en ligne]. 26 mars 2021. Disponible à l'adresse : <https://presse.filiere-laitiere.fr/assets/leconomie-laitiere-en-chiffres-edition-2021-57c4-ef05e.html?lang=fr>.
- DE SAINTE MARIE, C., MARIAGIULIA, M., MILLET, M., CERDAN, C., CASABIANCA, F., 2020. La coexistence entre fromage au lait cru et fromages au lait pasteurisé : impensable ou impensée?. In : *Rev Agric Food Environ Stud*. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1007/s41130-020-00106-y>.
- DGAL, 2018. Plan de surveillance de la contamination des fromages au lait cru par *Listeria monocytogenes*, par *Salmonella* spp. et par *E. coli* STEC au stade de la production – 2018. In : Site du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. Disponible à l'adresse : <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2018-9>.
- DIRECTION DE L'INFORMATION LEGALE ET ADMINISTRATIVE, 2004. *Guide des bonnes pratiques d'hygiène pour les fabrications de produits laitiers et fromages fermiers*. JO, n°5930. Edition 2004.
- DRONNE, A., 2017. Rapport de la recherche-action : La robotisation participe-t-elle à la qualité de vie au travail des éleveurs ?. Mars 2017. Disponible à l'adresse : <https://www.anact.fr/la-robotisation-participe-t-elle-la-qualite-de-vie-au-travail-des-agriculteurs>.
- Eleveurs Des Savoie, 2020. Bilan activité et signature 2020. In : *Lancement de campagne 2021*. Diaporama de présentation. Seynod. Le 22, 23 et 27 octobre 2020.
- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA), 2021. The European Union One Health 2019 Zoonoses Report. [en ligne]. 27 février 2021. [Consulté le 25 mai 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6406>.
- FDCL, 2020. Les facteurs de risque de contamination du lait par la Salmonelle. In : *Etude menée par la FDCL pour le compte de l'Interprofession Laitière des Savoie en partenariat avec le Crédit Agricole*. Compte-rendu. Annecy. 22 août 2020.
- FDCL, 2021. La TNQ en 2021. In : *Formation « mise à jour » - Agents Pass' Lait Cru*. Diaporama de présentation. Annecy. Le 19 et 21 janvier 2021.



FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION (FAO), 2021. Passerelle sur la production laitière et les produits laits – Qualité et tests. In : *Site de la FAO* [en ligne]. [Consulté le 12 mai 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/qualite-et-tests/fr/>.

FRANCE CONSEIL ELEVAGE, FRANCE GENETIQUE ELEVAGE, 2019. Test des possibilités d'utilisation des données d'analyse en ligne produites par les capteurs Lely MQC-2 et MQC-C à des fins de contrôle de performances officiel. Note d'information du 24 septembre 2019.

FREISS, J., 2009. Evolution de la qualité du lait lors de l'installation d'un robot de traite : description et facteurs de variation. Thèse de doctorat. Nantes : Ecole nationale vétérinaire de Nantes. p 214.

GIE BRETAGNE ELEVAGE, 2008. Installer un robot de traite [en ligne]. 2008. [Consulté le 10 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : [https://www.gie-elevages-bretagne.fr/admin/upload/2-Installer\\_un\\_robot\\_de\\_traite\\_en\\_stabulation\\_libre.pdf](https://www.gie-elevages-bretagne.fr/admin/upload/2-Installer_un_robot_de_traite_en_stabulation_libre.pdf).

HAZARD, M., 2019. Sécurité sanitaire des laits : mieux connaître les STEC. In : *Site de la FIDOCL* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <http://www.fidocl.fr/content/securite-sanitaire-des-laits-mieux-connaître-les-stec>.

IBTISSEM, H., 2020. *Synthèse bibliographique sur les risques bactériologiques contaminant le lait cru dans les élevages bovins laitiers*. Mémoire de master. Université de Biskra : Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. 59p.

IDELE, 2020. Attestation 2019 niveau adulte lactations 305j. In : *Site de l'Idèle* [en ligne]. 11 juin 2020. Disponible à l'adresse : [http://idele.fr/no\\_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/attestation-2015-niveau-adulte-lactations-305j.html](http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/attestation-2015-niveau-adulte-lactations-305j.html).

IDELE, 2020. Contrôle des Performances Lait - Protocoles et méthodes de qualification des lactations. In : *Site de l'Idèle* [en ligne]. 02 avril 2020 Disponible à l'adresse : <http://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/3 Controle des Performances Lait Protocoles et methodes de qualification 20200402.pdf>.

ILS – Qualité filière laitière de Savoie, 2021. Résultats de l'étude des facteurs de risque concernant les fromages au lait cru pour salmonella et listeria en élevage. In : Agenda 2021 – Interprofession Laitière de Savoie. Agenda à destination des producteurs laitiers de Savoie. 2021.

INAO. Cahier des charges AOP Abondance. In : *Site de l'INAO* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.inao.gouv.fr/produit/13522>.

INAO. Cahier des charges AOP Reblochon. In : *Site de l'INAO* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.inao.gouv.fr/produit/3289>.

INAO. Cahier des charges IGP Gruyère. In : *Site de l'INAO* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.inao.gouv.fr/produit/4500>.

JOURNAL OFFICIEL DE L'UNION EUROPEENNE, 2004. *Règlement du parlement européen et du conseil du 29 avril 2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale*. CE, n°853/2004. 29 avril 2004.



L'ELEVEUR LAITIER, 2016. Un « Pass Lait Cru ». In : *Site de L'Éleveur Laitier* [en ligne]. 30/03/2016. Disponible à l'adresse <http://www.eleveur-laitier.fr/actualites/les-savoie-un-pass-lait-cru--1,0,3383440356.html>.

LAISNEY, D., 2019. La dextérité du bras du robot influence la capacité de traite. In : *Réussir Machinisme* [en ligne]. 29 janvier 2019. [Consulté le 12 mai 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.reussir.fr/machinisme/la-dexterite-du-bras-du-robot-influence-la-capacite-de-traite>.

LAMY GRANDIDIER, C. 2021. Comment réduire le risque de mammites en système robot ? In : *Mon-Cultivar Elevage* [en ligne]. Le 4 juin 2021. Disponible à l'adresse : <https://www.mon-cultivar-elevage.com/content/comment-reduire-le-risque-de-mammites-en-systeme-robot>.

LAURENT, M., DUMAS, G., VIGOUREUX, A., MONIER, J-P., BOUCHARD, V., SABATTE, N., ANDRIEU, A., 2020. Installer un robot de traite : incidences sur la conduite de l'exploitation. In : *Inosys réseaux d'élevage*. Disponible à l'adresse : <http://idele.fr/domaines-techniques/publication/idelesolr/recommends/installer-un-robot-de-traite-incidences-sur-la-conduite-de-l'exploitation.html>.

LELY, 2021. 25 ans de traite automatisée. In : *Site de Lely* [en ligne]. [Consulté le 20 avril 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.lely.com/ca/fr/25ansdetraiteautomatisee/>.

MICHEL, V., HAUWUY, A., CHAMBA, J-F., 2001. La flore microbienne de laits crus de vache : diversité et influence des conditions de production. In : *Le Lait*. INRAE. Vol.81, n°5, pp.575-592. Disponible à l'adresse : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00895346/document>

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION, 1985. *Arrêté du 6 août 1985 relatif aux normes d'hygiène et de salubrité auxquelles doit répondre le lait cru livré en l'état et destiné à la consommation humaine*. JO du 06 août 1985.

POELARENDS, J-J., SAMPIMON, O-C., NEIJENHUIS, F., MILTENBURG, J-D-H-M., HILLERTON, J-E., DEARING, J., FOSSING, C., 2004. Automatic milking, a better understanding. In : *Wageningen Academic Publisher*. pp. 148-154.

PRIM HOLSTEIN FRANCE, 2014. Robots de traite : situation en 2013. In : *Site Prim'Holstein France* [en ligne]. 07 mai 2014. [Consulté le 09 juillet 2021]. Disponible à l'adresse <https://primholstein.com/2014/robots-de-traite-situation-en-2013/>

RASMUSSEN, M-D., BJERRING, M., JUSTENSEN, P., JEPSEN, L., 2002. Milk quality on Danish farms with automatic milking systems. In : *Journal Dairy Science*. Vol. 85, pp. 2869-2878.

RESEAU FROMAGES DE TERROIRS, 2011. *Microflore du lait cru : vers une meilleure connaissance des écosystèmes microbiens du lait et de leurs facteurs de variation*. IDELE. 134p. Disponible à l'adresse : <http://www.journees3r.fr/spip.php?article3546>.

SANTE PUBLIQUE FRANCE, 2021. Surveillance des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) – Données de la déclaration obligatoire, 2019. In : *Le point épidémiologie*. Mars 2021. Disponible à l'adresse : <https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/maladies-infectieuses-d-origine-alimentaire/toxi-infections-alimentaires-collectives/documents/bulletin-national/surveillance-des-toxi-infections-alimentaires-collectives.-donnees-de-la-declaration-obligatoire-2019>.



TORMO, H., ALI HAIMOUD LEKHAL, D., LAITHIER C., 2006. Les microflores utiles des laits crus de vache et de chèvre : principaux réservoirs et impact de certaines pratiques d'élevage. In : *Rencontre Recherche ruminants, 2006*. pp.305-308

VAN DER VORST, Y., HOGEVEEN, H., 2000. Automatic milking systems and milk quality in The Netherlands, Proceedings of the International Symposium Robotic Milking. 17 août 2000. pp.73-82.

VEYSSET, P., WALLET, P., PRUGNARD, E., 2001. Le robot de traite : pour qui ? pourquoi ? Caractérisation des exploitations équipées, simulations économiques et éléments de réflexion avant investissement. In : *INRAE Productions Animales*. Vol.14, n°1, pp. 51–61. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2001.14.1.3725>.

WEB-AGRI, 2018. Cahier des charges Le robot de traite devient officiellement interdit en filière Comté. In : *Site de Web-Agri* [en ligne]. 07 juin 2018. Disponible à l'adresse : <http://www.web-agri.fr/machinisme-batiment/batiment-traite/article/le-robot-de-traite-devient-officiellement-interdit-en-filiere-comte-1157-138423.html>.

WEB-AGRI, 2019. Robots de traite Un essor florissant en cinq chiffres clés. In : *Web-Agri* [en ligne]. 25 décembre 2019. [Consulté le 8 février 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.web-agri.fr/machinisme-batiment/batiment-traite/article/un-essor-florissant-des-robots-de-traite-en-cinq-chiffres-1157-165213.html>.

WILKING, L., NIELSEN, J-H., BAVIUS, A-K., EDVARDSSON, A., SVENNERSTEN-SJAUNJA, K., 2006. Impact of milking frequencies on the level of free fatty acids in milk, fat globule size, and fatty acid composition. In : *Journal Dairy Science*. Vol. 89, pp. 1004-1009.



## Table des annexes

ANNEXE 1 : Nombre de TIAC retenues par catégorie d'aliment et par danger sur la période 2006-2015 pour l'analyse des données épidémiologiques (D'après ANSES, 2018). .....	44
ANNEXE 2 : Grille de paiement du lait en vigueur au 1 <sup>er</sup> janvier 2017 pour l'interprofession laitière savoyarde (Source personnelle selon ILS, 2017).....	45
ANNEXE 3 : ANNEXE 3 : Liste des groupes utilisés sur Mil'Klic et répartition des élevages adhérents au contrôle de performances à Eleveurs des Savoie (Source personnelle selon les données Mil'Klic au 2 février 2021).....	46
ANNEXE 4 : Guide utilisé pour l'enquête robot de traite (Source personnelle) .....	47
ANNEXE 5 : Liste des différents protocoles possibles pour le Contrôle de Performances Lait (Source : IDELE, 2020a, Protocoles et méthodes de qualification des lactations).....	50
ANNEXE 6 : Article explicatif de l'indicateur « Niveau adulte exprimé » au Contrôle de Performances (Source : IDELE, 2020b) .....	51
ANNEXE 7 : Résumé de l'ensemble des résultats obtenus grâce à l'enquête robot (Source personnelle).....	52
ANNEXE 8 : Caractéristiques et dates d'adhésions au contrôle robot pour les 20 élevages utilisés pour l'étude : impact de l'installation du robot de traite (Source personnelle).....	55
ANNEXE 9 : Impact de la mise en route du robot de traite sur la qualité du lait, fréquence de résultats au-dessus des seuils admis selon la grille de paiement du lait (moyenne 20 élevages) (Source personnelle).....	56
ANNEXE 10 : Dispersion des résultats d'analyse du lait de mélange par critère selon les systèmes de traite « Robot » et « SDT-Lactoduc » pour l'ensemble des exploitations adhérentes à Eleveurs des Savoie en 2020 (Source personnelle).....	57
ANNEXE 11 : Etude de la propreté des trayons avec le protocole 1 : Détail sur les rangs et le stade de lactation sur les animaux suivis (Vaches avec trayons souillés et Témoins) pour chacune des exploitations suivies (Source personnelle).....	58



ANNEXE 1 : Nombre de TIAC retenues par catégorie d'aliment et par danger sur la période 2006-2015 pour l'analyse des données épidémiologiques (D'après ANSES, 2018).

	<i>B. cereus</i>	<i>Campylobacter</i>	<i>C. perfringens</i>	Histamine	<i>Salmonella</i>	<i>S. aureus</i>	Norovirus	TOTAL
Viandes	27 (1,7)	84 (5,2)	59 (3,7)	1 (0,1)	269 (16,8)	47 (2,9)	5 (0,3)	492 (30,7)
Lait et produits laitiers	-	4 (0,2)	-	2 (0,1)	73 (4,6)	31 (1,9)	-	110 (6,9)
Oeufs et préparations à base d'oeufs	-	4 (0,2)	-	-	376 (23,5)	5 (0,3)	4 (0,2)	389 (24,3)
Produits de la pêche	12 (0,7)	2 (0,1)	5 (0,3)	94 (5,9)	35 (2,2)	9 (0,6)	80 (5,0)	237 (14,8)
Végétaux	9 (0,6)	1 (0,1)	10 (0,6)	-	3 (0,2)	7 (0,4)	5 (0,3)	35 (2,2)
Plats composites	90 (5,6)	22 (1,4)	76 (4,7)	4 (0,2)	59 (3,7)	68 (4,2)	12 (0,7)	331 (20,7)
Eau	-	4 (0,2)	-	-	-	-	-	4 (0,2)
Autre <sup>1</sup>	-	4 (0,2)	-	-	-	-	-	4 (0,2)
TOTAL	138 (8,6)	125 (7,8)	150 (9,4)	101 (6,3)	815 (50,9)	167 (10,4)	106 (6,6)	1602 (100)

<sup>1</sup> sauce, produits de boulangerie



ANNEXE 2 : Grille de paiement du lait en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2017 pour l'interprofession laitière savoyarde (Source personnelle selon ILS, 2017).

	<b>Note par résultat</b>	<b>Classe mensuelle (somme des notes ou moyenne des notes pour cellules)</b>	<b>Majoration ou réfaction en euros par 1000 L</b>
<b>Germes (2 analyses/mois)</b>	2 : jusqu'à 100 000 1 : plus de 100 000	A : 4 pts B : 3 pts C : 2 pts	A : 0€ B : -10€ C : -20€
<b>Staphylocoques (3 analyses/mois)</b>	3 : jusqu'à 100 2 : entre 101 et 500 1 : plus de 500	A : 8 ou 9 pts B : 6 ou 7 pts C : 5 pts D : 3 ou 4 pts	A : +4€ B : -2€ C : -35€ D : -50€
<b>Butyriques (3 analyses/mois)</b>	3 : jusqu'à 180 2 : entre 200 et 440 1 : plus de 440	A : 8 ou 9 pts B : 6 ou 7 pts C : 4 ou 5 pts D : 3 pts	A : +4€ B : -1€ C : -35€ D : -50€
<b>Coliformes (3 analyses/mois)</b>	3 : jusqu'à 100 2 : entre 101 et 500 1 : plus de 500	A : 8 ou 9 pts B : 6 ou 7 pts C : 3 à 5 pts	A : + 2.5€ B : 0€ C : -20€
<b>Leucocytes (1 analyse/semaine)</b>	3 : jusqu'à 200 000 2 : entre 201 000 et 400 000 1 : plus de 400 000	A : ≥ 2.5 pts B : ≥ 2 et < 2.5 pts C : < 2 pts	A : +5€ B : 0€ C : -35€
<b>E. coli (3 analyses/mois)</b>	3 : inférieur à 20 2 : = 20 et = 40 1 : 60 et plus	A : 8 ou 9 pts B : 6 ou 7 pts C : 3 à 5 pts	



ANNEXE 3 : Liste des groupes utilisés sur Mil’Klic et répartition des élevages adhérents au contrôle de performances à Eleveurs des Savoie (Source personnelle selon les données Mil’Klic au 2 février 2021).

<b>Noms des groupes Mil’Klic</b>	<b>Nombre d’élevages par groupe</b>
12-35-Achat foin-Reb	10
12-35-Foin Trad	28
12-35-Foin Trad-Epis	9
12-35-Foin Trad-Reb	42
12-35-Foin Ventil	42
12-35-Foin Ventil-Ep	1
12-35-Foin Ventil-Reb	62
12-35-Mise Alpag-Reb	99
12-Foin Trad-Beauf	81
12-Foin Ventil-Beauf	30
12-GR Pastoraux	20
31-Foin Trad-Beauf	65
31-Foin Ventil-Beauf	26
31-GR Pastoraux	34
31-Sans Alpage	23
46-21-Bett-Foin	7
46-21-Ensilage	8
46-21-Foin Trad	125
46-21-Foin Trad-Epis	50
46-21-Foin Ventil	150
46-21-Foin Ventil-Epis	60
46-21-Robot-Epis	20
46-21-Robot-Foin	22
66-Robot-Ensilage	4
66-Robot-Epis	8
66-SDT-Ensilage	3
66-SDT-Epis	11
MODEST	1
(vide)	34
<b>Total général</b>	<b>1075</b>



## Guide d'enquête : robot et qualité sanitaire du lait

<b>Noms de l'exploitation :</b>	
<b>N°EDE :</b>	
<b>Date de l'enquête :</b>	

### 1. Typologie

#### 1. Race principale

Abondance    Montbéliarde    Prim Holstein    Tarentaise    Autre : .....

#### 2. Filière

AOP Abondance    AOP Reblochon de Savoie    IGP Tomme Emmental Raclette de Savoie

Autre : .....

### 2. Structure

#### 3. Couchage des vaches laitières

-Stabulation :  Aire paillée + couloir    Aire paillée intégrale    Logette    Autre : .....

-Si logette :

-Type de logette :  Tapis    Matelas    Creuse

-Litière dans les logettes :  Paille    Sciure de bois    Copeaux de bois    Sable

Sol :  Caillebotis    Sol raclé

-Si aire paillée :  Asséchant

#### 4. Logement des génisses

Aire paillée + couloir    Aire paillée intégrale    Etable entravée    Logette  

Autre : .....

#### 5. Gestion des effluents

-Logette :  Raclage avec tracteur    Racleur à chaîne    Robot racleur    Aspirateur

-Aire paillée :  Fréquence de curage / sem : .....    Quantité de paille apportée /j /VL : .....

### 3. Conduite alimentation

#### 6. Mode de distribution fourrage principal

Automatisé    Désileuse    Foin déroulé    Manuel    Mélangeuse

Foin râtelier    Foin vrac    Libre-service    Auge mobile/pousse fourrages

Autre : .....

#### 7. Ration VL hiver

Enrubannage    Ensilage herbe    Ensilage maïs épi    Ensilage maïs plante entière

Foin botte ronde    Foin vrac    Ventilé    Autre : .....

#### 8. Ration VL printemps-été

-Printemps :  0 pâturage    1/3 pâturage    1/2 pâturage    2/3 pâturage    100% pâturage

Affouragement maïs vert    Affouragement herbe

-Été :  0 pâturage    1/3 pâturage    1/2 pâturage    2/3 pâturage    100% pâturage

Affouragement maïs vert    Affouragement herbe

#### 9. Distribution des concentrés

Auge    DAC    Robot    Mélangeuse



#### 4. Conduite reproduction

10. Durée de tarissement (jour) : .....

11. Prépa vêlage vaches (sem) :  Oui  Non  Si oui, durée (sem) : .....

12. Age mise repro GL Objectif éleveur (mois) : .....

#### 5. Conduite au robot

##### Caractéristiques du robot :

13. Année d'installation du robot : .....

Renouvellement du robot :  Oui  Non  Si oui, quelle année ? : .....

14. Marque du robot :  Lely  Delaval  GEA

15. Nombre de stalle : .....

16. Version du robot : .....

17. Eléments de base ou optionnels installés pour suivre la qualité sanitaire du lait et/ou la santé des mamelles :

Conductivité  Colorimétrie  Comptage cellulaire  Détection des mammites

Autre : .....

#### 6. Qualité sanitaire du lait

18. Avez-vous déjà été confronté à des problèmes sanitaires (contamination du lait par des agents pathogènes) ?

Oui  Non

19. Quel a été le (ou les) agent(s) pathogène(s) mis en cause ?

*Escherichia coli* pathogène (STEC ou autres)  *Staphylococcus aureus*  *Salmonella spp*

*Listeria monocytogenes*  Autres : .....

20. Quelle a été la ou les source(s) de contamination mis(es) en cause ?

Environnement : Couchage  Environnement : Alimentation  Environnement : Eau de source  
 Environnement : Eau du réseau

Matériel de traite : Robot  Matériel de traite : Tank  Autre  Non connue

Préciser si besoin : .....

21. Estimation du nombre de mammites par an : .....



## 7. 7. Accompagnement des élevages en traite robotisée par Eleveurs des Savoie

### Votre avis compte et nous intéresse !

**22.** Aujourd'hui, à qui faites-vous appel pour obtenir des informations sur le fonctionnement de votre robot ?

- Fournisseur du robot       Conseillers d'EDS       FDS       Eleveurs avec robot       Laiterie  
 FDCL       ODG       Magazine agricole       Autre :

**23.** Avez-vous des attentes particulières concernant un suivi spécifique aux élevages robots de la part d'EDS ?

- Oui     Non

**Si oui :** Sur quel thème Eleveurs des Savoie pourrait vous accompagner dans cette démarche ?

- Appui technique sur le fonctionnement de votre logiciel robot (réglage traite, plan d'alimentation, priorisation et suivi des indicateurs etc.)  
 Analyse plus poussée des données (robot + Mil'klic) et comparaison de groupe  
 Suivi de la qualité du lait (audit, point de vigilance, optimisation du robot, etc.)  
 Gestion du pâturage  
 Autre(s) thème(s) :  
 Si besoin, préciser vos attentes :

**24.** Dans un but de partage d'expérience, seriez-vous intéressés par la création de groupes robots ?

- Oui     Non

**Si oui :** sous quelle forme aimeriez-vous avoir des retours d'expérience ?

- Rencontre entre éleveurs       A quelle fréquence (mois, trimestre, semestre, an) ?  
 Bulletin d'info       A quelle fréquence (hebdomadaire, bi-mensuel, mensuel, trim, semestriel, annuel) ?

**25.** Aimeriez-vous avoir la possibilité de vous comparer par sous-groupe ?  Oui       Non

**Si oui :** selon quel critère ?

- Selon la marque du robot  
 Selon les différentes zone AOP, IGP  
 Selon les pratiques alimentation  
 Selon la race  
 Autre :



ANNEXE 5 : Liste des différents protocoles possibles pour le Contrôle de Performances Lait  
(Source : IDELE, 2020a. Protocoles et méthodes de qualification des lactations).

<b>Protocole</b>	<b>Intervenant</b>	<b>Mesures et prélèvements</b>
<b>A</b>	Opérateur	Toutes les traites d'une période de 24 heures font l'objet d'une mesure de la quantité de lait et d'un prélèvement d'échantillon de lait.
<b>B</b>	Eleveur	
<b>AT</b>	Opérateur	Les mesures de production laitière et les prélèvements des échantillons ont lieu sur une traite, alternativement soir et matin à chaque contrôle.
<b>BT</b>	Eleveur	
<b>BZ</b>	Eleveur	Les mesures de poids de lait sont réalisées à chaque contrôle sur les 2 traites. Les prélèvements d'échantillons ont lieu sur une traite alternativement soir et matin à chaque contrôle.
<b>CZ</b>	Opérateur et Eleveur	Les mesures de poids de lait sont réalisées à chaque contrôle sur les 2 traites. Les prélèvements d'échantillons ont lieu sur une traite alternativement soir et matin à chaque contrôle. La traite échantillonnée est toujours réalisée par un opérateur.
<b>AR</b>	Opérateur	La quantité de lait prend en compte pour chaque animal les mesures des traites observées sur une période de 48 heures précédant la fin du contrôle. L'échantillonnage est réalisé par le
<b>BR</b>	Eleveur	prélèvement systématique des 1ers et 2èmes échantillons de chaque vache pendant une période de 12 à 24 heures. Le prélèvement des traites supplémentaires est facultatif.



## ANNEXE 6 : Article explicatif de l'indicateur « Niveau adulte exprimé » au Contrôle de Performances (Source : IDELE, 2020b).

11 juin 2020

### Attestation 2019 niveau adulte lactations 305j

Pour disposer d'éléments permettant de comparer de façon objective le niveau de production du cheptel bovin laitier français avec celui des autres pays, l'Institut de l'Élevage et FCEL publie une référence pour chaque race, correspondant au niveau adulte des vaches en 305j.

Les résultats 2019 correspondant à ce critère sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Niveau adulte lactations 305j par race - Année 2019

Code race	Race	Nombre résultats	Production moyenne kg	Taux Butyreux (TB) %	Taux Azoté (TA) %
66	Prim'Holstein	1 530 356	9 048	3,94	3,31
46	Montbéliarde	422 238	7 286	3,85	3,45
56	Normande	180 062	6 669	4,19	3,61
12	Abondance	24 184	5 619	3,61	3,44
21	Brune	16 402	7 153	4,15	3,56
35	Simmental Française	15 796	6 554	3,99	3,52
15	Jersiaise	9 479	5 000	5,50	4,00
19	Pie rouge des plaines	9 413	7 875	4,23	3,48
31	Tarentaise	8 602	4 561	3,67	3,39

#### Précisions sur le calcul de ces résultats

Pour obtenir l'équivalence adulte, un coefficient multiplicateur, variable suivant le rang de lactation, est appliqué au lait et aux matières de la lactation de référence 305j :

- » Si le rang de lactation est 1, le coefficient utilisé est 1,30 ;
- » Si le rang de lactation est 2, le coefficient utilisé est 1,12 ;
- » Si le rang de lactation est 3, le coefficient utilisé est 1,03 ;
- » Si le rang de lactation est supérieur à 3, le coefficient utilisé est 1.



ANNEXE 7 : Résumé de l'ensemble des résultats obtenus grâce à l'enquête robot page 1/3 (Source personnelle).

<b>I. Typologie</b>	
<b>1. Race (30 réponses)</b>	Race principale : 26 Montbéliarde 3 Abondance 1 Prim'Holstein <hr/> Race secondaire : 2 Montbéliarde 6 Abondance 2 Prim'Holstein 1 Tarine 19 Rien
<b>2. Filière (30 réponses)</b>	2 AOP Abondance 6 AOP Reblochon 2 Gruyère 17 IGP Tomme Emmental Raclette de Savoie 1 Lait conventionnel Suisse 1 AOP Abondance + AOP Reblochon + IGP TER 1 AOP Abondance + IGP TER (AB)
<b>II. Structure</b>	
<b>3. Couchage des vaches laitières (30 réponses)</b>	1 Aire paillée + couloir 1 Aire paillée intégrale 28 Logette <hr/> Si logette, type du sol : 5 Ne sait pas 8 Matelas 15 Tapis <hr/> Si logette, type de litière : 6 Ne sait pas 4 Asséchant 1 Copeaux de bois 5 Farine de paille 5 Paille 1 Rien 6 Sciure de bois
<b>4. Logement des génisses (30 réponses)</b>	4 Ne sait pas 3 Aire paillée + couloir 14 Aire paillée intégrale 2 Aire paillée intégrale + Logette 2 Etable entravée 4 Logette 1 Pas de génisses
<b>5. Gestion des effluents (28 réponses)</b>	4 Ne sait pas 1 Raclage avec tracteur 7 Racleur à chaîne 3 Robot aspirateur 13 Robot racleur



<b>III. Conduite alimentation</b>	
<b>6. Mode de distribution fourrage principal (30 réponses)</b>	2 Ne sait pas 1 Automatisé 4 Griffe 8 Manuel 15 Mélangeuse
<b>7. Ration VL hiver (30 réponses)</b>	1 Ne sait pas 4 Ensilage maïs épi 2 Foin botte ronde 8 Foin BR + épi 14 Foin vrac 1 Foin vrac + épi
<b>8. Ration VL printemps-été (30 réponses)</b>	Pâturage printemps : 8 : 0 pâturage 5 : 1/3 pâturage 5 : 1/2 pâturage 2 : 2/3 pâturage 1 : 100% pâturage 2 : Ne sait pas 7 : « Oui » Affouragement herbe printemps : 2 Ne sait pas 16 Non 12 Oui Pâturage été : 9 : 0 pâturage 4 : 1/3 pâturage 4 : 1/2 pâturage 3 : 2/3 pâturage 1 : 100% pâturage 2 : Ne sait pas 7 : « Oui » Affouragement été herbe :      Affouragement été maïs : 3 Ne sait pas                      4 Ne sait pas 14 Non                                  12 Non 13 Oui                                  14 Oui
<b>9. Distribution des concentrés en plus du robot (30 réponses)</b>	7 DAC 14 Mélangeuse
<b>IV. Conduite reproduction</b>	
<b>10. Durée de tarissement (30 réponses)</b>	10 Ne sait pas Moyenne 20 réponses : 59.1 jours (min 33 et max 77)
<b>11. Prépa vêlage vaches (30 réponses)</b>	16 Ne sait pas 1 Non 13 Oui
<b>12. Age vêlage GL</b>	19 Ne sait pas Moyenne 11 réponses : 28.36 mois (min 24 et max 36)



<b>V. Conduite au robot</b>	
<b>13. Renouvellement du robot (30 réponses)</b>	6 Ne sait pas 4 Oui 20 Non
<b>14. Marque du robot (30 réponses)</b>	6 Delaval 24 Lely
<b>15. Nombre de stalle (30 réponses)</b>	13 : 1 stalle 15 : 2 stalles 2 : 3 stalles
<b>16. Versions du robot (30 réponses)</b>	Lely : 3 : A3 5 : A4 5 : A5 11 : Ne sait pas Delaval : 3 VMS 2 V300 1 V310
<b>17. Éléments pour suivre la qualité du lait / santé mamelles au robot (12 réponses)</b>	12 : Conductivité 12 : Colorimétrie 7 : Comptage cellulaire 12 : Indicateur Alerte Mammites 4 : Capteurs TB, TP
<b>VI. Qualité sanitaire du lait</b>	
<b>18. Contamination du lait par un agent pathogène (30 réponses)</b>	11 Oui 15 Non 4 Ne sait pas
<b>19. Si oui, agent pathogène mis en cause (11 réponses)</b>	6 Listéria 4 Salmonelle 1 Ne sait pas
<b>20. Si oui, source de contamination (11 réponses)</b>	1 Tank tampon 1 Aliment 1 Réservoir animal 2 Eau du réseau 6 Ne sait pas
<b>21. Estimation du nombre de mammites/an (30 réponses)</b>	14 informations collectées : moyenne 15 (min 0 et max 50) 16 Ne sait pas
<b>VII. Accompagnement des élevages robots par Eleveurs des Savoie</b>	
<b>22. Organisme ressource si besoin d'informations sur le robot (11 réponses)</b>	10 : Fournisseur robot en premier lieu puis, 3 : Eleveurs des Savoie 3 : Farm Dairy Service 3 : Echange avec éleveurs
<b>23. Intérêt pour un service spécifique robot au sein d'EDS ? (11 réponses)</b>	7 Non 4 Oui
<b>24. Intérêt pour la création d'un groupe robot ? (11 réponses)</b>	9 Oui 2 Non 10 Oui pour bulletin d'info (mensuel) 9 Oui pour des rencontres éleveurs
<b>25. Intérêt de pouvoir se comparer au sein de sous-groupes robots ? (11 réponses)</b>	4 Non 7 Oui

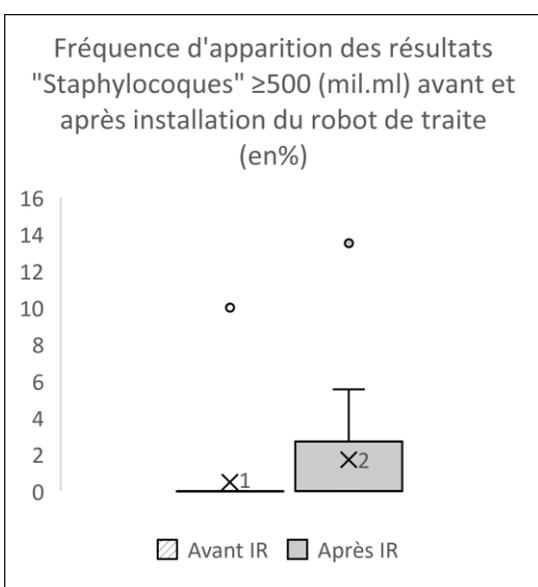
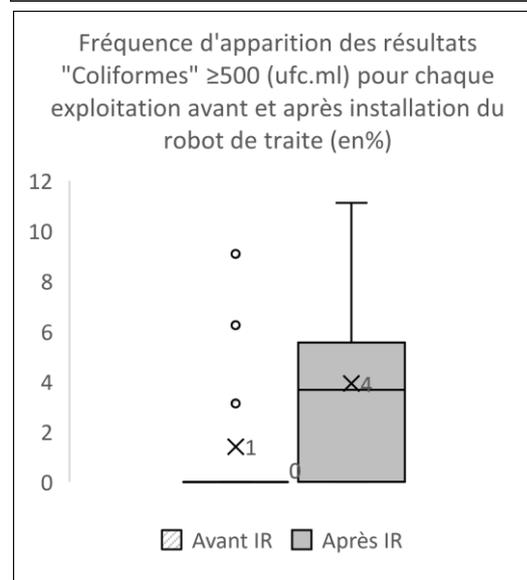
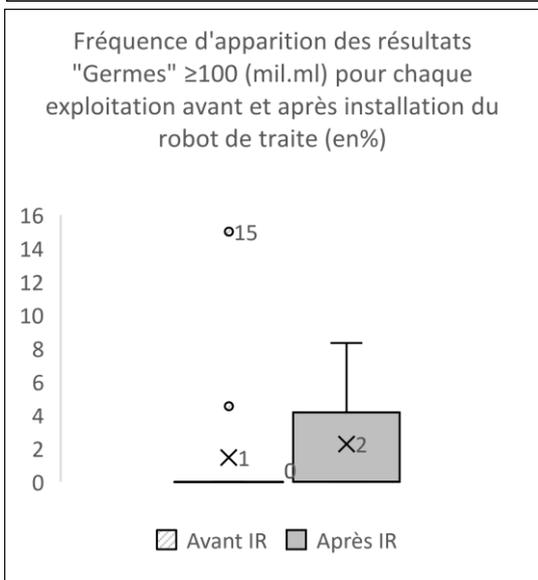
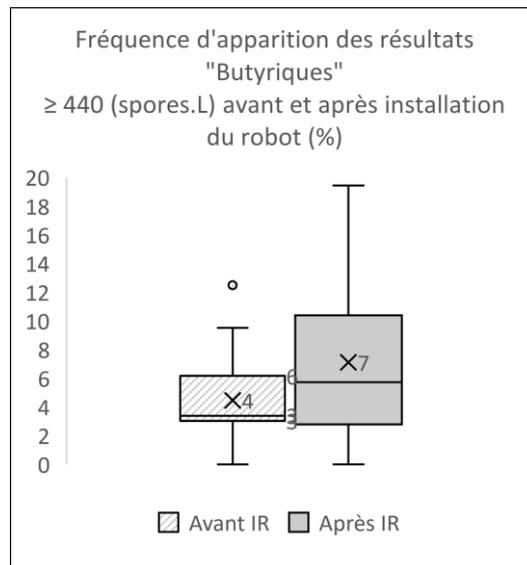
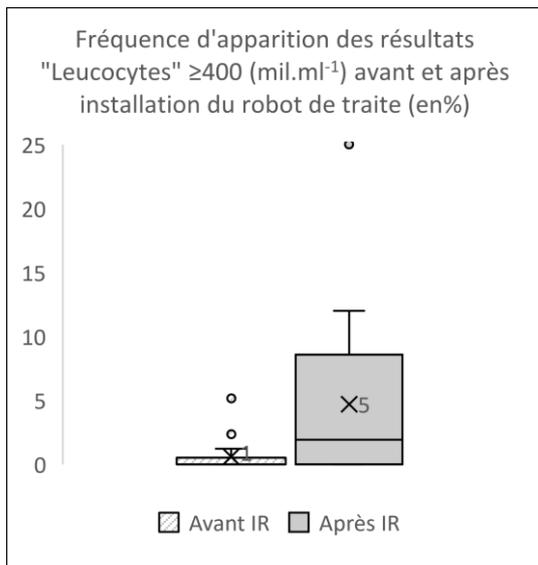


ANNEXE 8 : Caractéristiques et dates d'adhésions au contrôle robot pour les 20 élevages utilisés pour l'étude : impact de l'installation du robot de traite (Source personnelle).

<b>N° Anonymat</b>	<b>Protocole du contrôle de performances</b>	<b>Marque constructeur</b>	<b>Date adhésion contrôle robot</b>	<b>Date 1er contrôle robot</b>
<b>1</b>	BR11	LELY	01/05/2016	01/06/2016
<b>2</b>	BR11	LELY	10/09/2016	11/10/2016
<b>3</b>	BR9	LELY	01/12/2016	15/12/2016
<b>4</b>	BR11	DELAVAL	01/12/2016	25/12/2016
<b>5</b>	BR12	DELAVAL	26/12/2016	19/01/2017
<b>6</b>	BR9	LELY	26/12/2016	25/01/2017
<b>7</b>	AR9	LELY	26/01/2017	27/02/2017
<b>8</b>	BR11	DELAVAL	01/05/2017	12/06/2017
<b>9</b>	BR11	LELY	01/07/2017	05/07/2017
<b>10</b>	AR9	LELY	01/09/2017	25/09/2017
<b>11</b>	AR11	LELY	01/09/2018	17/09/2018
<b>12</b>	AR9	LELY	01/01/2019	02/01/2019
<b>13</b>	BR12	LELY	01/07/2019	25/07/2019
<b>14</b>	BR11	LELY	31/08/2019	19/09/2019
<b>15</b>	AR12	DELAVAL	01/09/2019	25/09/2019
<b>16</b>	AR9	LELY	01/09/2019	30/09/2019
<b>17</b>	AR11	DELAVAL	25/11/2019	06/01/2020
<b>18</b>	AR9	GEA	25/10/2019	05/02/2020
<b>19</b>	AR11	DELAVAL	29/04/2020	04/05/2020
<b>20</b>	AR11	DELAVAL	05/05/2020	12/05/2020

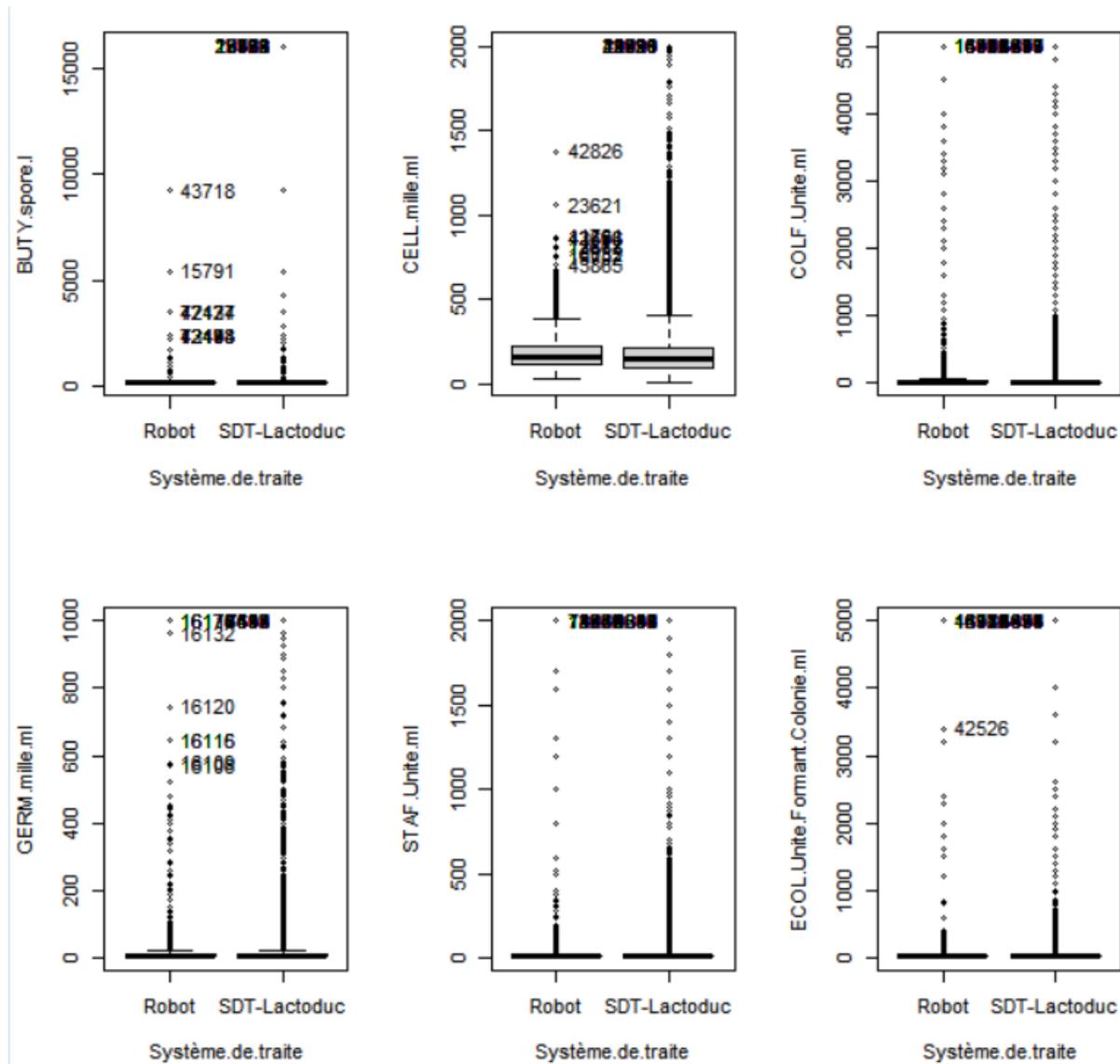


ANNEXE 9 : Impact de la mise en route du robot de traite sur la qualité du lait, fréquence de résultats au-dessus des seuils admis selon la grille de paiement du lait (moyenne 20 élevages) (Source personnelle).





ANNEXE 10 : Dispersion des résultats d'analyse du lait de mélange par critère selon les systèmes de traite « Robot » et « SDT-Lactoduc » pour l'ensemble des exploitations adhérentes à Eleveurs des Savoie en 2020 (Source personnelle).





ANNEXE 11 : Etude de la propreté des trayons avec le protocole 1 : Détail sur les rangs et le stade de lactation sur les animaux suivis (Vaches avec trayons souillés et Témoins) pour chacune des exploitations suivies (Source personnelle).

- **Exploitation n°1 :**

Réglage pré-traité	Vaches avec trayons souillés			Témoins		
	Code individu	Stade et rang de lactation		Code individu	Stade et rang de lactation	
<b>Faible</b>	1	Lact 1	186 jrs	A	Lact 1	144 jrs
<b>Moyen</b>	2	Lact 1	113 jrs	B	Lact 1	122 jrs
<b>Fort</b>	3	Lact 2	238 jrs	C	Lact 2	250 jrs

- **Exploitation n°2 :**

Réglage pré-traité	Vaches avec trayons souillés			Témoins		
	Code individu	Stade et rang de lactation		Code individu	Stade et rang de lactation	
<b>Faible</b>	1	Lact 7	236 jrs	A	Lact 3	242 jrs
<b>Moyen</b>	2	Lact 4	144 jrs	B	Lact 4	164 jrs
<b>Fort</b>	3	Lact 5	251 jrs	C	Lact 5	238 jrs

- **Exploitation n°3 :**

Réglage pré-traité	Vaches avec trayons souillés			Témoins		
	Code individu	Stade et rang de lactation		Code individu	Stade et rang de lactation	
<b>Faible</b>	1	Lact 1	113 jrs	A	Lact 1	108 jrs
<b>Moyen</b>	2	Lact 2	212 jrs	B	Lact 3	214 jrs
<b>Fort</b>	3	Lact 4	2 jrs	C	Lact 4	9 jrs

- **Exploitation n°4 :**

Réglage pré-traité	Vaches avec trayons souillés			Témoins		
	Code individu	Stade et rang de lactation		Code individu	Stade et rang de lactation	
<b>Faible</b>	1	Lact 3	174 jrs	A	Lact 3	187 jrs
<b>Moyen</b>	2	Lact 4	238 jrs	B	Lact 4	224 jrs
<b>Fort</b>	3	Lact 1	111 jrs	C	Lact 1	117 jrs









VIGNON, Eloïse, 2021, Enjeux de la qualité sanitaire du lait en traite robotisée sur le territoire savoyard : Etat des lieux et perspectives pour sécuriser et pérenniser une filière lait cru, 37 pages, mémoire de fin d'études, Campus agronomique de VetAgro Sup, Lempdes, 2021.

**STRUCTURE D'ACCUEIL :**

- ◆ Eleveurs des Savoie (EDS)

**ENCADRANTS :**

- ◆ Maître de stage : AMADEO, Jean-Baptiste (Eleveurs des Savoie)
- ◆ Tuteur pédagogique : BALARD, Eve

**OPTION :** Adapter l'Élevage aux nouveaux Enjeux (A2E)

**RESUMÉ**

Avec plus de 80% de lait transformé en fromages AOP ou IGP au lait cru, la qualité sanitaire du lait représente un enjeu majeur pour l'ensemble de la filière laitière des Savoie, qui se mobilise pour sécuriser et pérenniser cette production. En parallèle, l'arrivée du robot de traite sur ces filières sensibles pose des questions. Ce travail mené par Eleveurs des Savoie a pour objectif de caractériser les systèmes robots sur les Savoie, de mesurer son impact sur la qualité sanitaire du lait et de proposer des pistes d'accompagnement pour limiter les risques de contamination du lait. Ainsi, l'année suivant la mise en route du robot, une dégradation des résultats est observée mais à relativiser tout de même, les leucocytes augmentent de +5% et les butyriques de +6% (20 élevages). En outre, la comparaison des résultats d'analyse de lait de mélange sur l'année 2020 entre les systèmes robots (75 élevages) et les autres systèmes de traite (828 élevages) confirme cette dégradation de la qualité sanitaire du lait pour les systèmes robots et principalement pour les critères coliformes (116.91 contre 66.65 ufc/ml) et *Escherichia coli* (51.61 contre 22.87 ufc/ml). Enfin, l'étude sur la propreté des trayons selon trois réglages pré-traite différents au robot menée sur cinq exploitations ne permet pas de mettre en évidence un réglage préférentiel plutôt qu'un autre pour garantir le maintien de trayons propres. Toutefois, l'étude démontre que les animaux sales sont souvent les mêmes, il semble donc pertinent d'augmenter le réglage pré-traite sur cette population pour sécuriser la traite au robot.

---

**Mots clés :** Vache laitière – Robot de traite – Qualité sanitaire du lait – Lait cru

**ABSTRACT**

The sanitary quality of milk is a major issue for the entire dairy industry in Savoie, where more than 80% of cheeses are made with raw milk. At the same time, the arrival of automatic milking systems in this territory raises questions. This work carried out by Eleveurs des Savoie aims to characterize robot systems in the Savoie, to measure their impact on the sanitary quality of milk and to propose ways to limit the risks of milk contamination. Thus, one year after the automatic milking, a deterioration of the results is observed but must be put into perspective, the leucocytes increase of +5% and the butyrics of +6% (20 farms). In addition, the comparison of the results of analysis of mixed milk over the year 2020 between the automatic systems (75 farms) and the other milking systems (828 farms) confirms this deterioration of the sanitary quality of milk for the robot systems and mainly for the criteria coliforms (116.91 against 66.65 cfu/ml) and *Escherichia coli* (51.61 against 22.87 cfu/ml). Finally, the study on teat cleanliness according to three different pre-milking settings conducted on five farms does not allow to highlight a preferential setting rather than another to guarantee the maintenance of clean teats. However, the study shows that dirty animals are often the same, so it seems relevant to increase the pre-milking setting on this population to secure milking with a automatic system.

---

**Key words :** Dairy cow – Automatic milking system – Sanitary quality of milk – Raw milk