

Création d'une filière laine pour la Suisse romande

Rapport de l'étude préliminaire

2023-2025



Photo : Lucie Vuilleumier

Rapport effectué pour le compte du groupe d'intérêt « Valorisation de la Laine VD »

18 décembre 2025

Proconseil sàrl
Avenue des Jordils 3
1001 Lausanne
www.prometerre.ch

Table des matières / Sommaire

1.	<i>Rappel du contexte.....</i>	3
2.	<i>Présentation des étapes de travail réalisées.....</i>	3
3.	<i>Evaluation des objectifs atteints et non atteints.....</i>	6
4.	<i>Synergies avec des projets similaires dans d'autres régions.....</i>	15
5.	<i>Présentation des éventuels travaux consécutifs prévus</i>	16

1. Rappel du contexte

Proconseil, filiale de Prométerre en charge de la vulgarisation agricole dans le canton de Vaud, a été sollicitée en 2022 par un groupe d'éleveurs ovins souhaitant identifier des solutions de valorisation pour la laine. Ils ont expliqué que la laine est aujourd'hui très souvent jetée et que le seul débouché relativement structuré est la collecte destinée à la production d'isolants. Toutefois, le prix actuellement payé pour cette laine ne couvre pas les coûts de la tonte, rendant la filière non durable pour les éleveurs à long terme.

Consciente de ces enjeux, Proconseil a créé en novembre 2022 le groupe d'intérêt « Valorisation de la laine vaudoise ». A sa création, ce groupe se composait de :

1. Jean-Pierre Vittoni, éleveur de moutons dans les Alpes vaudoises,
2. Martine Gerber, éleveuse de moutons dans les Alpes vaudoises et présidente de l'Association « La Filature de l'Avançon »,
3. Mathieu Müller, éleveur de moutons au Pied du Jura,
4. Cyril Maillefer, gérant de la coopérative L'Autre Temps,
5. Cyril Chevalley, tondeur professionnel actif sur Vaud et Fribourg.

Les premières séances ont permis de définir les problématiques à traiter en priorité par ce groupe. Il s'agit des toutes premières étapes de la valorisation, à savoir **la collecte de la laine** auprès de chaque éleveur, le **tri nécessaire** avant valorisation et **l'absence de centre de lavage** industriel en Suisse.

En concertation avec le groupe d'intérêt, Proconseil a déposé le 27 avril 2023 une demande d'aide financière à l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG) pour une étude préliminaire à orientation Oquadu. Une demande similaire a été déposée à la Direction générale de l'agriculture et des affaires vétérinaires du canton de Vaud (DGAV). Ces deux services ont accepté de financer l'étude préliminaire sur la création d'une filière laine.

La présente étude a donc démarré en juillet 2023 et s'est terminée le 12 décembre 2025.

2. Présentation des étapes de travail réalisées

L'étude s'est articulée en plusieurs phases présentées ci-après dans l'ordre chronologique. Divers projets et initiatives complémentaires ont également émergé au fil du travail ; ceux-ci sont mentionnés séparément en fin de section ou dans les parties 4 et 5.

Evaluation des connaissances existantes

La première étape a consisté à recueillir les attentes, les connaissances et les besoins des membres du groupe d'intérêt concernant la filière laine en Suisse, son évolution historique et les problématiques actuelles. Les échanges ont mis en évidence l'importance cruciale de la collecte organisée, du tri de la laine brute, de la phase de transformation de la laine brute en laine prête à être cardée, filée ou feutrée et le manque d'infrastructure permettant le lavage en Suisse. Ces problématiques ont été confirmées par plusieurs acteurs privés actifs en Suisse (FISOLAN AG, Elite Beds SA, Mover SA et Wollspinnerei Huttwil AG).

Sur cette base, il a été décidé d'examiner les méthodes de lavage actuellement utilisées au niveau international, ainsi que des procédés innovants ou tombés en désuétude. Une revue de littérature spécialisée et scientifique a donc été menée, cette dernière se trouve dans la demande de financement pour l'étude sur le lavage en annexe. Il en ressort que la méthode nécessitant le moins d'intrants chimiques (solvants et agents saponifiants) et d'énergie est le procédé de lavage dit « par fermentation ». Les travaux les plus récents portant sur ce sujet remontent au projet [Lanaland](#) (2022) financé par le programme Interreg POCTEFA. Ce projet n'a toutefois pas permis de développer un protocole applicable à des volumes significatifs ni garantissant une qualité suffisante, en raison de l'absence d'infrastructures de microbiologie permettant un suivi scientifique rigoureux des essais, ainsi que du temps limité alloué à la recherche. Ces informations ont été confirmées lors d'un entretien avec la porteuse du projet, Mme Fleutry, le 6 septembre 2023.

Le groupe d'intérêt vaudois a donc décidé de reprendre cette idée et d'investiguer les méthodes de lavage par fermentation.

Elaboration d'une monographie sur le lavage par fermentation et conception d'un protocole de recherche

Cette étape a consisté à rédiger une monographie synthétisant l'état des connaissances scientifiques sur le lavage par fermentation, ainsi qu'à élaborer un protocole de recherche visant l'isolement et la sélection de souches bactériennes aptes à sécréter des enzymes capables d'hydrolyser le suint (graisses et matières organiques présentes sur la laine). Pour ce travail, Proconseil s'est associé au laboratoire de bioénergie et biochimie de la HAFL, spécialisé dans la conversion biotechnologique de biomasses agricoles, l'analyse quantitative de leur composition, l'hydrolyse enzymatique et les techniques de fermentation anaérobie permettant notamment d'évaluer le potentiel méthanogène des matières organiques.

Une demande de financement pour une étude sur le lavage a été soumise en 2024 au Département production animale de l'OFAG dans le cadre du programme de [contributions pour la transformation de la laine de mouton du pays](#). La demande n'a pas pu être retenue, car elle relevait exclusivement de la recherche. La demande a donc été déposée dans le cadre du programme de [soutien aux projets de recherche](#) de l'OFAG en février 2025. Elle a été acceptée en juin 2025 et l'étude débutera le 1er janvier 2026 pour une durée d'une année et demie.

Cartographie des acteurs de la laine en Suisse

Cette phase a consisté à établir une cartographie la plus exhaustive possible des acteurs de la laine en Suisse, qu'ils opèrent à l'échelle artisanale ou industrielle, dans la production ou la transformation. La carte digitale et interactive peut être consultée [ici](#).

Les objectifs étaient les suivants :

- obtenir une vue d'ensemble des initiatives et structures actives dans le pays ;
- évaluer la taille et la structure du marché ;

- sonder l'intérêt des entreprises pour la création d'un centre de lavage en Suisse.

Le sondage a révélé que les entreprises du secteur étaient toutes favorables à la création d'un centre de lavage en Suisse. Les deux principaux acheteurs suisses, à savoir FIWO et FISOLAN AG, ont toutefois exprimé leur réticence à payer le lavage plus cher qu'à l'étranger, par crainte de ne pas pouvoir répercuter la plus-value d'un lavage « suisse » sur le prix final de leurs produits, dans un contexte où les marges sont plus restreintes que pour des productions artisanales.

Collecte de données économiques et géographiques – revue de presse systématique

Les données nécessaires à l'élaboration de ce rapport étaient dispersées et souvent non centralisées. Elles proviennent notamment d'Identitas AG, Fisolan AG, de l'OFAG, de Swisstopo, Swissimpex, Atlas of Switzerland, de la DGAV et de la Fédération vaudoise des syndicats d'élevage de menu bétail (FVSEMB). De nombreuses informations techniques, économiques et sectorielles ont également été collectées au fil des entretiens et visites réalisés en Suisse et à l'étranger durant les trois dernières années. Une revue de presse systématique sur la filière laine en Suisse a complété cette collecte.

Rédaction du rapport

Le rapport se veut synthétique et opérationnel, à destination des acteurs de la branche, des administrations concernées et des représentants politiques. Il permettra aussi au groupe d'intérêt de définir ses axes d'action pour les années 2026 et 2027.

La section consacrée au lavage de la laine par fermentation présente les conclusions principales issues de la monographie, sans entrer dans les détails scientifiques. Les aspects techniques complets figurent dans la demande de soutien au projet de recherche, jointe en annexe, laquelle inclut également la revue de presse.

Événements organisés dans le cadre de l'étude préliminaire

Au fil de l'étude préliminaire, le groupe d'intérêt a constaté que d'autres acteurs que les éleveurs vaudois s'intéressaient au milieu de la laine. De fil en aiguille, des contacts se sont tissés avec des filatures, des entreprises actives dans la valorisation de la laine, des associations souhaitant redonner ses lettres de noblesse à cette matière première, ainsi que d'autres projets en cours en Suisse et en Europe (voir aussi liste du chapitre 5). Afin de resserrer les liens et faire connaissance, Proconseil a organisé et/ou co-organisé les événements suivants :

- 25 mai 2024 : Visite de la filature « Laine d'ici » à Cernier (NE) pour évaluer le modèle artisanal de l'association ;
- 13 octobre 2024 : Démonstration de tonte au 11^{ème} Salon des alpages aux Diablerets (VD) avec la participation du tondeur Cyril Chevalley du groupe d'intérêt et de l'association Filature de l'Avançon ;
- 10 janvier 2025 : Organisation d'une journée participative de tri de la laine à Bière (VD) avec le groupe d'intérêt et les membres de la (future) Fédération suisse de la laine. La journée a permis de récolter 80 kg de laine et de former une quinzaine de participants au tri ;

- 1-2 mars 2025 : Visite du projet WoolTI au Val Verzasca (TI) avec la (future) Fédération suisse de la laine pour identifier des synergies avec le projet qui avait été soutenu par l'OFAG ;
- 1 mai 2025 : Visite du projet Interreg Alp'Textyle au Val Poschiavo (GR).

Evénement auxquels Proconseil a participé dans le cadre de l'étude préliminaire

La mise en réseau ayant bien fonctionné, Proconseil fut sollicité pour participer aux événements suivants :

- Émission À Bon Entendeur sur la RTS « [Le retour en grâce de la laine](#) » ;
- Table ronde sur la valorisation de la laine suisse organisée par Sophie Fellay dans le cadre des [Design Days 2023](#) à la suite de l'obtention de la bourse du Fond cantonal d'Art Contemporain ;
- Participation au projet [Herding wool](#) mené par Emma Casella, Alix Arto et Yihan Zhang ;
- Participation à la [conférence de clôture du projet Interreg Alp'Textyle](#) à Milan.

3. Evaluation des objectifs atteints et non atteints

Premier objectif : Estimer le volume de laine vaudois et romand

Depuis 2020, l'enregistrement de toutes les naissances, décès et abattages d'ovins est obligatoire en Suisse via la BDTA, qui constitue une source fiable pour l'analyse statistique. L'estimation s'est donc appuyée sur ces données, actualisées pour l'année 2024. Une liste du nombre de moutons détenus par commune a été obtenue auprès d'Identitas AG, sous la supervision de l'OFAG (Département de la production animale), ainsi que la liste des cantons correspondant à chaque commune via Swisstopo.

<i>Territoire(s)</i>	<i>Nombre de moutons (2024)</i>	<i>Volume de laine estimé (t/an)</i>	<i>Laine collectée (t/an) (OFAG, 2024)</i>
<i>Canton de Genève</i>	2318	7	
<i>Canton de Vaud</i>	17961	53,9	
<i>Canton du Valais</i>	38729	116,2	
<i>Canton de Fribourg</i>	17798	53,4	
<i>Canton de Neuchâtel</i>	1847	5,5	
<i>Canton du Jura</i>	6305	18,9	
<i>Total Suisse romande</i>	84958	254,9	
<i>Total Suisse</i>	432098	1296,3	450

Tableau 1 : Cheptel ovin et estimation de la production de laine pour différents territoires en Suisse

En 2024, il y a **330 détenteurs d'ovins** sur le canton de Vaud (exploitants qui touchent des paiements directs, 576 détenteurs si on y ajoute les exploitations « statistique »).

Une fois les données catégorisées, une estimation du poids moyen de laine produite par mouton et par an a été réalisée sur la base du standard utilisé par l'OFAG, soit 3 kg par mouton et par an et des retours de Cyril Chevalley, principal tondeur en Suisse romande, qui l'estime plutôt à 2 ou 2,5 kg par mouton et par an. Dans cette étude, nous avons utilisé le standard de l'OFAG à savoir **3 kg de laine brute par mouton et par an**.

Or, les chiffres fournis à l'OFAG dans le cadre de l'obtention des subventions destinées à la valorisation de la laine suisse en produits finis pour 2024 révèlent que seules 450 t de laine ont été effectivement collectées en Suisse, ce qui signifie qu'entre la moitié et jusqu'aux deux tiers de la laine suisse sont soit jetés, soit utilisés comme engrais de ferme. Il faut néanmoins préciser que ces 450 t sont annoncés par une 15^{ème} d'entreprises à l'OFAG. Les petits transformateurs artisanaux ne sollicitant pas les subventions de l'OFAG échappent à cette statistique, mais ne valorisent généralement que de petits volumes qui sont considérés comme minimes à l'échelle de la Suisse.

Enfin, une carte de densité a été réalisée à partir du nombre de moutons par commune afin d'identifier les localisations optimales des points de collecte le long des principaux axes routiers. Le jeu de données constitué à cette occasion permet également de cartographier plus de 45 races et croisements, ce qui présente un intérêt pour des valorisations à haute valeur ajoutée ou destinées à des productions de niche, dans la mesure où la laine de certaines races fait l'objet d'une demande spécifique. C'est notamment le cas de la laine de moutons blancs, rémunérée 0,80 CHF/kg contre 0,40 CHF/kg pour la laine mixte par FIWO et FISOLAN AG. Certaines entreprises, comme Longo Mai, achètent également de la laine de mouton brun du Pays à des prix pouvant atteindre 4,50 CHF/kg. Ces situations restent toutefois marginales et les cartes présentées ci-dessous se limitent donc au nombre total de moutons par commune.

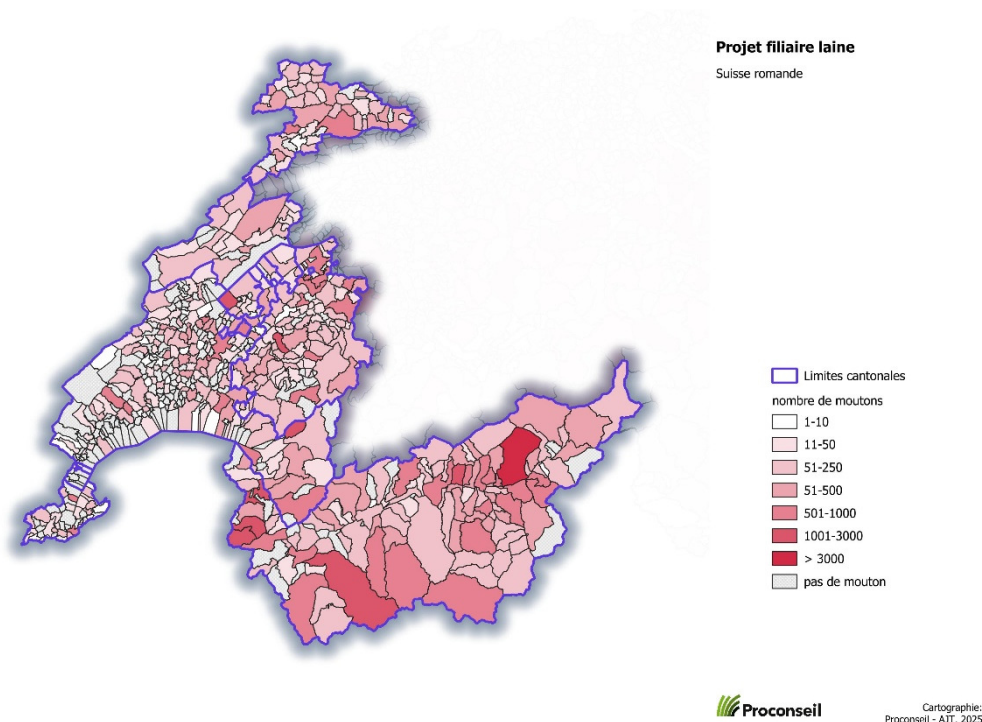


Figure 1 : Densité du cheptel ovien par commune en Suisse romande

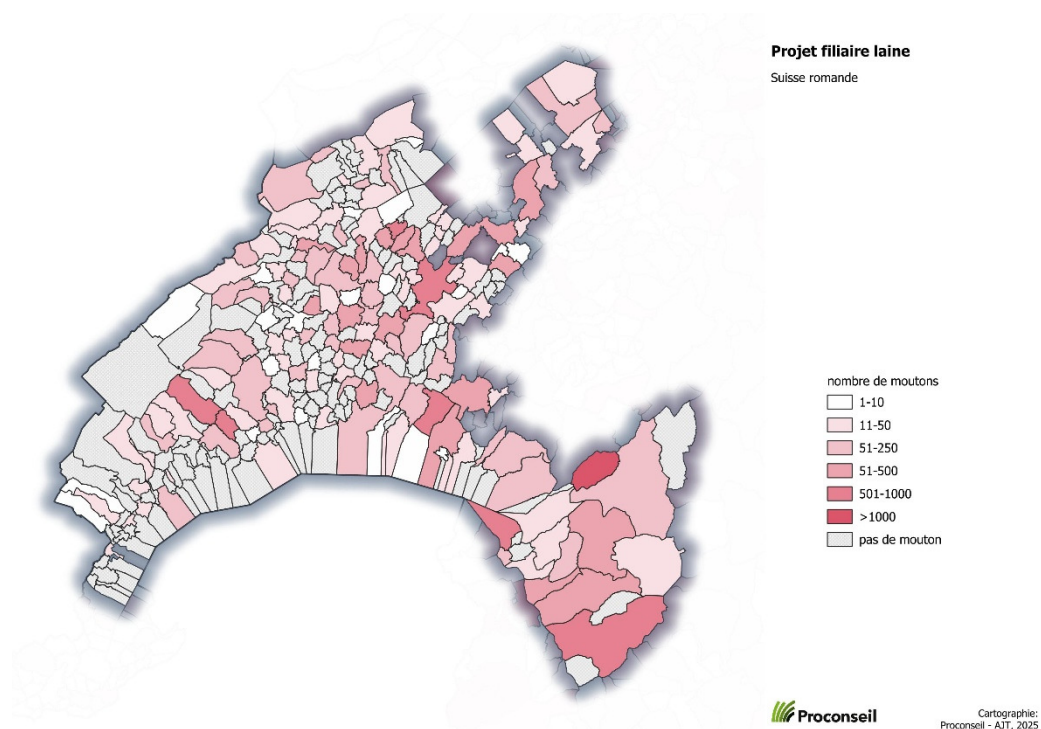


Figure 2 : Densité du cheptel ovin par commune dans le canton de Vaud

L'analyse statistique montre qu'environ 30 % du cheptel ovin suisse est déclaré comme appartenant à des races non catégorisées, tandis que 14 % est issu de croisements. Seules trois races représentent plus de 5 % du cheptel national, à savoir le Blanc des Alpes (13 %), le Brun noir du Pays (7 %) et le Lacaune (5 %), ce qui illustre la forte hétérogénéité des laines produites en Suisse. Cette caractéristique complique la mise en place d'une collecte regroupée permettant une séparation systématique des lots par race en vue d'usages spécifiques.

L'observation des cartes produites met également en évidence une concentration des communes à forte densité ovine dans les zones alpines, ainsi qu'une occurrence plus faible dans la chaîne du Jura, malgré la présence de communes de grande superficie comprenant des alpages. Dans le canton de Vaud, l'implantation de centres de collecte devrait donc idéalement se situer le long des Préalpes, avec, le cas échéant, un point de collecte complémentaire desservant le Jura vaudois.

Deuxième objectif : Définir la méthode de lavage la plus adaptée pour le projet.

Le lavage de la laine en Suisse repose aujourd'hui principalement sur deux approches. La première est le lavage conventionnel, utilisant des solvants, des saponifiants, de l'eau chauffée et une action de brassage mécanique. Cette méthode est fortement consommatrice en énergie et en produits chimiques, et peu compatible avec les objectifs environnementaux actuels. La seconde est le procédé par ultrasons, développé en Suisse dans le cadre du projet OQuaDu WoolTI porté par Marcel Bisi ; bien qu'écologiquement intéressant et faiblement consommateur d'eau, ce procédé demeure adapté uniquement à de très petits volumes, de l'ordre d'une vingtaine de kilogrammes par jour. Ces deux méthodes ne permettent donc pas de répondre à l'objectif du présent projet, qui vise la mise en place d'un système de lavage écologique capable de traiter plus de 250 t de laine brute par an, volume minimal pour répondre aux besoins identifiés en Suisse romande.

La revue de littérature scientifique montre que les méthodes biologiques, qu'elles reposent sur des systèmes bactériens, enzymatiques ou sur la fermentation du suint spontanée, constituent aujourd'hui les pistes les plus pertinentes pour remplacer les procédés conventionnels. Plusieurs études démontrent que certaines souches microbiennes, notamment du genre *Bacillus*, sont capables d'hydrolyser les graisses et de dégrader efficacement le suint, permettant un lavage à basse température et une meilleure préservation des fibres. Les systèmes enzymatiques, en particulier ceux à base de lipases, ont également montré leur efficacité pour éliminer la graisse et les résidus organiques. Ces approches permettent de réduire considérablement la consommation d'énergie et d'intrants tout en garantissant une qualité de laine adaptée aux exigences des filières de transformation. Leurs limites actuelles concernent principalement les coûts des enzymes spécialisées et la nécessité de maîtriser précisément les conditions de lavage pour assurer une performance constante. La fermentation du suint spontanée constitue également une méthode prometteuse, notamment pour des volumes dépassant les 200 t par an. Les travaux internationaux et les résultats du projet Interreg POCTEFA Lanaland montrent que les bactéries naturellement présentes sur la laine peuvent assurer un nettoyage progressif, efficace et peu énergivore. Lanaland a permis de caractériser ces communautés microbiennes, d'identifier des souches à fort potentiel de dégradation du suint et de proposer des pistes concrètes pour développer un lavage biologique sans détergent. Ces résultats offrent une base scientifique solide pour l'élaboration d'un protocole applicable au contexte suisse.

Au regard des connaissances actuelles, des contraintes environnementales et des volumes à traiter, la méthode la plus adaptée pour le projet est une approche reposant sur un procédé biologique, qu'il s'agisse de fermentation ou de systèmes bactériologiques et enzymatiques, éventuellement enrichie par un apport mécanique léger. La complémentarité avec la méthode de lavage par ultrason de WoolTI sera également évaluée, bien que cette dernière soit peu adaptée à un processus de lavage en continu, ce qui est un objectif de la recherche. Cette orientation permet de concilier efficacité, sobriété énergétique, respect de la fibre et viabilité à grande échelle, tout en s'appuyant sur les avancées scientifiques récentes. Le groupe d'intérêt a ainsi décidé de mandater la HAFL pour étudier les méthodes biologiques de lavage de la laine (cf demande de financement en annexe). Des échantillons de laine des principales races présentes en Suisse romande seront fournis afin d'obtenir des résultats adaptés au contexte local.

Troisième objectif : Trouver une valorisation pour les eaux usées issues du lavage

À ce stade du projet, et tant que les résultats de la recherche sur les méthodes de lavage ne sont pas disponibles, il n'est pas possible de définir précisément le traitement des effluents du futur centre de lavage. La composition exacte des eaux usées dépendra du procédé retenu, en particulier du degré d'hydrolyse des graisses, du comportement du suint et de la nature des résidus organiques. Néanmoins, plusieurs enjeux ont déjà pu être identifiés et des collaborations ont été mises en place pour les anticiper.

Les eaux usées issues du lavage de la laine présentent une forte charge en graisses et en matière organique. Elles ne peuvent pas être rejetées directement dans les eaux claires et nécessitent, selon leur composition finale, soit un traitement approprié avant d'être rejetés dans les eaux claires, soit une valorisation. Une première option envisagée est leur utilisation comme engrais naturel. La DGAV a confirmé que l'incorporation de ces eaux aux fumiers ainsi que leur épandage au champ sont compatibles avec le cadre légal en vigueur, les effluents étant considérés comme des coproduits agricoles. Une analyse juridique, complétée par des analyses en laboratoire, devra toutefois permettre de déterminer si ces effluents peuvent être qualifiés d'engrais et d'en caractériser les propriétés.

Plusieurs partenaires scientifiques travaillent déjà sur ces questions. Un premier contact a été établi avec l'Eawag, Institut fédéral pour l'étude des eaux, qui a annoncé être disposé à analyser la composition des eaux usées. Une piste actuellement explorée dans le projet de recherche sur le lavage par fermentation concerne leur intégration dans des installations de biogaz, capables d'absorber de grands volumes d'effluents. De plus, ces derniers devraient logiquement avoir un bon rendement énergétique du fait que les graisses hydrolysées ont un meilleur rendement que le suint. Une collaboration est amorcée avec le laboratoire de bioénergie de la HAFL pour examiner cette piste de manière plus approfondie dans le cadre de l'étude sur le lavage de la laine.

Les effluents de lavage contiennent également des sous-produits tels que la lanoline et des graisses, qui peuvent être récupérés pour des usages industriels ou cosmétiques. Des travaux scientifiques antérieurs, ainsi que le rapport Lanaland (2022), montrent que ce potentiel de récupération représente une opportunité économique additionnelle. Par ailleurs, plusieurs techniques comme la digestion anaérobie ou l'adsorption sur aluminosilicates sont décrites comme des solutions pertinentes pour stabiliser ou réduire la charge organique des effluents.

Dans l'ensemble, le traitement et la valorisation des eaux usées devront être définis sur la base des résultats du projet de recherche. Les collaborations engagées et les pistes déjà identifiées permettront de disposer d'une base solide pour orienter ce choix vers une solution à la fois durable, techniquement robuste et compatible avec les exigences réglementaires.

Quatrième objectif : Estimation des coûts d'un centre de lavage

Situation actuelle du marché

En 2024, **450 t** de laine brute ont été récoltées en Suisse. Sachant que le lavage est indispensable et qu'il induit une perte de masse d'environ 40% (FISOLAN AG), cela a permis d'obtenir 270 t lavées et valorisées par la suite (OFAG, 2024).

La laine lavée peut ensuite être valorisée par plusieurs secteurs de l'économie (artisanat et industrie du textile, matelasserie, construction (la laine étant un excellent isolant), etc.) comme le montre le schéma ci-dessous.

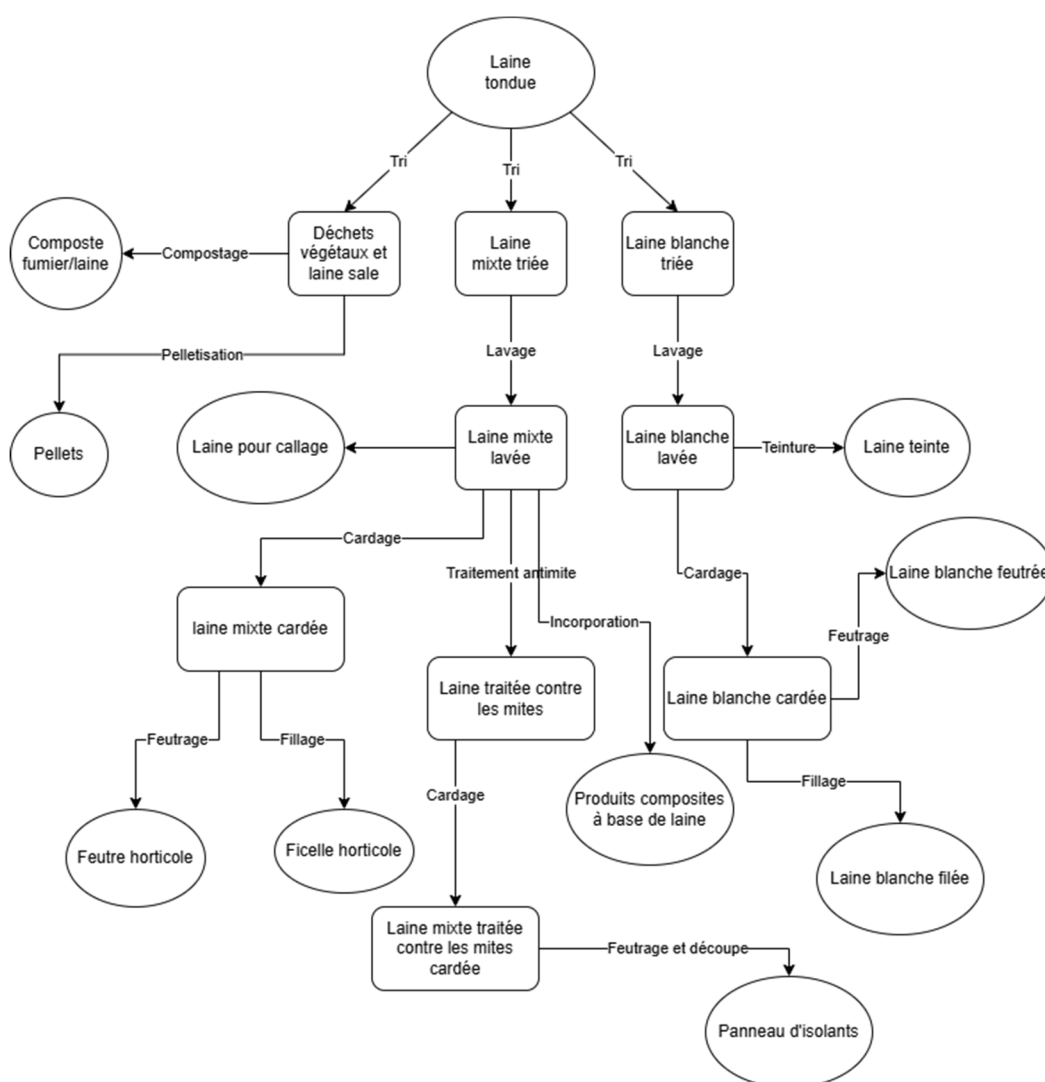


Figure 3 : Schéma des opérations et des débouchés pour la laine suisse (les valorisations artisanales de races spécifique ainsi que la collecte ne sont pas représentées)

À l'heure actuelle, le principal produit issu de la laine des éleveurs ovins de Suisse romande est la laine brute (non lavée) de couleurs mélangées, c'est-à-dire blanche et mixte. La séparation stricte des couleurs n'est à ce jour pas organisée, en raison de l'hétérogénéité du cheptel suisse et de la nécessité de rationaliser la collecte afin de réaliser des économies d'échelle. Les entreprises achetant actuellement de la laine aux éleveurs suisses sont les entreprises FISOLAN et FIWO, qui produisent toutes deux des

isolants destinés à la construction, une application pour laquelle la couleur de la laine a peu d'importance. Elles collectent toutefois également de la laine blanche. En 2025, la laine mixte était achetée 0,40 CHF/kg et la laine blanche 0,80 CHF/kg. La fiche AGRIDEA « [10.25.1 Points de collecte de la laine de mouton en Suisse](#) », coproduite par Proconseil, recense les points de collecte et fournit les prix de référence ; elle est actualisée tous les six mois.

Le tri des laines mixtes et des laines blanches est effectué au moment de la tonte, directement chez l'éleveur. Les points de collecte actuels sont généralement ouverts un jour par année et sont organisés soit par les entreprises acheteuses, soit par des acteurs privés disposant d'un accord avec celles-ci. Ces points de collecte sont le plus souvent situés sur de grandes surfaces bétonnées, permettant la constitution d'andains de laine au sol, lesquels sont ensuite enrubannés à l'aide d'une botteleuse. La qualité de la laine est évaluée à la réception et conditionne le paiement. Les laines infestées de mites ou ayant pourri en raison de l'humidité sont refusées. Le document AGRIDEA mentionné précédemment contient également des instructions relatives au bon conditionnement de la laine.

L'une des principales contraintes auxquelles sont confrontés les éleveurs en matière de collecte de la laine réside dans le fait que ces journées ont généralement lieu une seule fois par an, au printemps. Cette organisation est contraignante, car les conditions météorologiques et les travaux des champs ne permettent pas toujours aux éleveurs de se rendre disponibles à cette date. Ils sont alors contraints de stocker la laine pendant une année s'ils souhaitent la valoriser. Une seconde contrainte est liée à la période de collecte. En effet, la période de tonte peut s'étendre jusqu'à la fin du printemps et certains éleveurs se retrouvant ainsi à tondre après que la journée de collecte a déjà eu lieu. Afin de concilier ces différentes contraintes, un déplacement de la période de collecte au mois de juillet apparaît pertinent, de même que la mise à disposition d'un espace de stockage accessible tout au long de l'année. Cela permettrait de désengorger les bâtiments agricoles et d'éviter que les éleveurs ne soient contraints de payer la déchetterie ou de composter la laine faute de pouvoir la valoriser.

Réflexions autour d'un centre de lavage en Suisse romande

L'hypothèse retenue par le groupe d'intérêt est que le fait de vendre de la laine lavée permettra une meilleure rémunération de l'éleveur. Actuellement l'éleveur vend sa laine non lavée à CHF 0,40 /kg alors que la tonte lui coûte CHF 3,50 /kg.

Cette meilleure rémunération de la laine ne sera possible que si le futur centre de lavage est un centre de profits et non de coûts supplémentaires et si le profit revient aux éleveurs. L'idée est donc d'étudier la faisabilité d'un centre de lavage en Suisse, financé et exploité par une entité en mains des éleveurs (coopérative par exemple).

Le futur centre de lavage romand doit aussi rester compétitif face aux offres européennes. Le business plan reposera donc sur les fourchettes de coûts actuellement observées en Europe pour des installations industrielles. Bien qu'un label « 100 % Swiss Made » puisse théoriquement justifier une rémunération plus élevée, les échanges menés avec les principaux transformateurs suisses (plus de 200 t/an) montrent que l'intérêt économique de ce label serait limité pour eux, leur clientèle privilégiant d'abord l'origine naturelle du

matériau et l'origine européenne, tandis que l'origine suisse arrive en dernier, surtout pour des marchés (matériaux d'isolation) où le surcoût est déjà important face aux isolants classiques (laine de verre ou laine de roche) (FISOLAN AG).

Cette contrainte est également liée à la situation actuelle du marché, dans laquelle l'isolation constitue le principal débouché pour la laine et le seul capable d'absorber des volumes importants. Il apparaît toutefois nécessaire d'identifier de nouveaux débouchés permettant à la fois une meilleure rémunération des éleveurs et une capacité d'absorption significative. Parmi les pistes identifiées comme les plus prometteuses figurent les applications horticoles et agricoles, la matelasserie, la tapisserie, le mobilier ainsi que l'incorporation de la laine dans des matériaux de construction composites. Les usages textiles ne doivent toutefois pas être négligés, dans la mesure où ils permettent une forte création de valeur ajoutée et bénéficient d'un capital de sympathie important auprès des consommateurs. Ces usages ne se limitent pas au fil à tricoter, mais incluent également l'utilisation de feutres comme textile ou comme isolant, ainsi que des textiles composites, tels que les matériaux lin-laine développés dans le cadre du projet Interreg Alp'Textyles. L'identification des besoins spécifiques de ces filières constitue une étape essentielle pour orienter les développements futurs.

Estimation des coûts d'une installation de lavage

Le projet ne dispose d'aucun équivalent en Suisse, ce qui empêche de s'appuyer sur des références nationales pour établir un budget précis. De plus, les coûts d'une installation de lavage par fermentation ne pourront être déterminés qu'après les premiers essais en conditions réelles à la fin de l'étude sur le lavage. L'étude devra également comparer la rentabilité de ce procédé à celle d'un lavage chimique à l'étranger.

Le coût du futur centre de lavage devra donc prendre en compte les éléments suivants : le coût du bâtiment et des équipements, le coût du procédé de lavage et le coût de la main-d'œuvre.

La rentabilité du centre de lavage dépendra quant à elle du prix de vente de la laine lavée. Les futurs acheteurs seront-ils prêts à payer plus pour une laine swiss made et/ou issue d'un lavage naturel ?

L'intérêt d'un label Swiss Made et naturel devra être évalué par une étude de marché ciblant un panel d'acheteurs et de clients finaux. Cette étude permettrait aussi de déterminer s'il est pertinent d'intégrer des éléments de durabilité tels que la production équitable, la réduction d'impact environnemental ou la sécurité sanitaire.

Choix d'un business model et estimation du prix de la laine lavée

Lors de la séance « Runder Tisch Schafwolle 2025 » organisée par l'OFAG en avril 2025, les transformateurs suisses présents se sont engagés à transmettre leurs données internes sur le prix d'achat de la laine lavée. Le tableau ci-dessous a été fourni par l'entreprise FISOLAN et se base sur les prix pratiqués par des prestataires belges.

Nom de l'étape	Prix par kg	Quantité en kg	Coût/étape	Coût cumulé par kg de laine brute en CHF	Coût cumulé par kg de laine lavée en CHF
achat de laine suisse	0.4	1	0.4	0.4	
transport vers Belgique	0.2	1	0.2	0.6	
lavage en Belgique	1.2	1	1.2	1.8	
transport vers la Suisse	0.2	0.6	0.12	1.92	3.2
transport vers centre traitement belge	0.1	0.6	0.06	1.86	
traitement antimite en Belgique	1.45	0.6	0.87	2.73	
transport vers la Suisse	0.2	0.6	0.12	2.85	4.75

Tableau 1 : Coûts du lavage de la laine brute mixte en Belgique. Adapté par Proconseil sur la base d'un document de FISOLAN.

Le Tableau 1 montre les coûts relatifs à chaque étape de la valorisation de la laine. Il en ressort que 1 kg de laine brute achetée à 0,40 CHF/kg revient en Suisse avec un coût cumulé de 2,85 CHF/0,6kg de laine lavée et traitée contre les mites, soit un coût de **4.75 CHF/kg** de laine lavée (2.85/0.6).

L'achat de laine suisse, son lavage et son traitement antimites en Belgique ainsi que son rapatriement en Suisse coûtent ainsi 4.75 CHF /kg à FISOLAN. Sans traitement antimites, le coût est de 3.20 CHF/kg.

Une fois la laine lavée, FISOLAN et la quinzaine d'autres entreprises transformatrices peuvent la valoriser. L'OFAG octroie à ces entreprises une subvention de 2.-/kg de laine suisse non lavée achetée. Le coût réel payé par FISOLAN est donc de **2.75 CHF/kg**. L'étape de lavage et de traitement antimites n'étant pas considérée comme une étape de « valorisation de la laine », un futur centre de lavage suisse ne pourrait donc pas toucher cette subvention.

Se pose dès lors la question du business model. Si la coopérative qui construira et exploitera le centre de lavage souhaite **intégrer la filière**, c'est-à-dire acheter la laine, la laver et la traiter, elle devrait pouvoir vendre le produit final à un prix de 2.75 CHF /kg pour rester compétitive vis-à-vis des concurrents belges. Elle pourrait aussi décider de se limiter au lavage et ne pas proposer le traitement antimites (qui n'est pas indispensable à tous les clients). Dans ce cas, le prix de vente ne devrait pas dépasser 1.20 CHF /kg (3.20 moins la subvention de 2.-). L'étude de faisabilité d'un centre de lavage nous dira s'il est possible de faire tourner un centre de lavage en Suisse sur la base de ces prix.

La seconde option pour le business model repose sur un **modèle de lavage à façon**, dans lequel le centre de lavage agit comme prestataire de services sans achat de la matière première. Dans ce cas, la prestation de lavage devrait être facturée à 1,52 CHF/kg de laine brute (1.92- 0.40 d'achat de laine). Cette approche limite les besoins en liquidités, réduit les risques financiers et s'inscrit mieux dans le cadre réglementaire actuel. Dans l'état actuel de la législation, le modèle du lavage à façon apparaît donc comme le plus réaliste à court terme.

Si l'on considère que le centre de lavage serait en mesure de laver l'entier de la laine produite en Suisse romande, soit environ 250 t, le modèle « lavage à façon » permettrait de réaliser un chiffre d'affaires annuel de 380'000 CHF pour le lavage seul.

Enjeux liés à la rémunération des éleveurs

Cet aspect devra être intégré dans la réflexion stratégique du projet, car l'objectif du groupe d'intérêt est de renforcer l'attractivité de la laine comme co-produit agricole et de soutenir le maintien des élevages ovins. Si le centre de lavage achetait la laine aux éleveurs à un prix couvrant le coût de la tonte, le prix de revient final de la laine lavée s'élèverait à 8.35 CHF/kg (business model « filière intégrée »). Ce prix ne paraît pas disproportionné pour l'industrie de la mode et du textile si on le met en relation avec le prix final des produits faits 100 % en Suisse avec de la matière première 100 % Suisse. Par ailleurs, les fibres longues recherchées par cette industrie pour la filature nécessitent une seule tonte par an, ce qui permet de ramener le coût de la tonte à 7 CHF par mouton et par an, contre 14 CHF par mouton et par an pour deux tontes. Dans ce cas, le prix à payer à l'éleveur passerait de 4,66 CHF/kg de laine brute à 2,33 CHF/kg de laine brute, le montant de 3,5 CHF/kg de laine brute utilisé dans le calcul correspondant à la moyenne des deux pratiques, également observées dans l'élevage suisse selon Cyril Chevalley.

Il est également pertinent de mentionner qu'à ce prix, toutes les races sont valorisées de manières égales et que le seul facteur pouvant influencer le prix serait la « propreté » de la laine ce qui pousserait les éleveurs à mieux conditionner la laine pendant et après la tonte.

4. Synergies avec des projets similaires dans d'autres régions

L'étude s'inscrit dans un écosystème dynamique d'initiatives suisses et transfrontalières dédiées à la valorisation de la laine. Plusieurs collaborations, participations et soutiens techniques contribuent directement à enrichir la démarche.

- **Projet Interreg Woolshed**

Participation active au volet suisse du projet, notamment pour :

- caractériser le potentiel des races locales via une analyse de leurs laines,
- contribuer à la création de fiches descriptives des races indigènes suisses,
- réaliser une carte digitale des acteurs de la laine en Suisse,
- accompagner le mapping des techniques et des machines présentes en Suisse.

- **Projet Alp'Textyle**

Bien que le projet soit terminé, des échanges se poursuivent. Des discussions portent sur la reprise des recherches concernant les toiles composites laine/lin. Un second axe concerne l'utilisation de tanins comme traitement naturel de la laine, en lien avec l'entreprise Mediplant (VS).

- **Réseau Fibershed DACH (Allemagne, Autriche, Suisse)**

Contacts réguliers et synchronisation des initiatives liées à la laine, notamment pour les projets de traçabilité, de structuration de filière et de développement d'applications techniques.

- **Innovation Booster Fashion & Lifestyle (Innosuisse)**

Redirection de plusieurs entreprises suisses ayant des projets innovants en laine vers cet outil de soutien, afin d'encourager l'innovation et la création de nouveaux produits.

- **Pro Helvetia – Projet Asclépiade/laine**
Collaboration avec Masen Al’Saghir autour de l’usage combiné de laine et d’asclépiade pour développer de nouveaux matériaux composites biosourcés.
- **Projet Laine & Sense**
Soutien au développement d’une solution de traitement antimites et ignifuge naturel de la laine destinée à l’isolation, dans une logique de réduction des intrants chimiques.
- **Projet d’un centre de collecte romand**
Coordination en cours entre les tondeurs, les syndicats d’élevage vaudois et fribourgeois et plusieurs partenaires techniques pour créer un centre de collecte romand capable d’assurer un tri homogène, un stockage adapté et une meilleure structuration des flux. La coopérative l’Autre Temps a également déclaré être intéressée à trier la laine sur place.
- **Filature Laines d’ici**
Accompagnement de l’association pour préserver les machines de transformation et de filature malgré la fermeture de l’atelier, avec l’objectif de maintenir une capacité suisse de transformation mécanique.
- **Fiches techniques AGRIDEA**
Contribution à la rédaction d’une fiche destinée à tous les éleveurs, regroupant les bonnes pratiques de collecte, de tri et de stockage de la laine brute.
- **Fédération suisse de la laine**
Soutien à la création et à la structuration de cette nouvelle entité faîtière, destinée à fédérer les acteurs suisses, coordonner les actions et renforcer la visibilité de la filière.
- **Centre de teillage pour fibres végétales en Suisse romande**
Ce projet étant coordonné par Proconseil pourrait présenter de nombreuses opportunités de collaboration, dans la mesure où il s’agit de fibres naturelles dans les deux cas.
- **Essai de laine comme paillage avec la Ville de Lausanne**
L’idée du projet est de tester les feutres de laine, la laine brute déchiquetée, les pellets de laine et les paillages de coco ou de chanvre sur des nouvelles plantations d’arbres et de vignes afin d’observer l’impact sur la rétention d’eau du sol, la croissance et la pression des adventices.

5. Présentation des éventuels travaux consécutifs prévus

Les travaux qui pourraient suivre la présente étude s’inscrivent dans une perspective de consolidation de la filière, de diversification des usages de la laine et de développement technologique.

- Optimisation de la collecte de la laine en Suisse romande (discussion en cours avec la FVSEMB)
- Optimisation du tri de la laine chez les éleveurs et/ou dans les centres de collecte
- Poursuite de l’étude sur le lavage de la laine par fermentation : essais en conditions réelles, montée en échelle, mise en place d’un protocole reproductible à faible impact environnemental

- Etude de faisabilité d'un centre de lavage en Suisse romande
- Etude de marché sur l'intérêt d'une laine lavée en Suisse et avec une méthode respectueuse de l'environnement
- Etude sur les nouveaux débouchés pour de la laine lavée (applications horticoles et agricoles notamment) et sur les besoins de ces nouveaux acheteurs de laine
- Caractérisation des laines des races anciennes suisses et des races les plus répandues afin d'identifier leurs usages optimaux (activité en cours dans le cadre du projet Interreg Woolshed)
- Recherche sur l'intégration de la laine dans les matériaux composites, notamment comme substitut partiel aux fibres polymères dans le béton
- Etude du potentiel agronomique de fumier avec incorporation de laine brute
- Développement d'une filière de pellets fertilisants à base de laine, destinés au maraîchage et au jardinage
- Développement d'une filière de matériau de calage biodégradable à base de laine brute, en substitution aux plastiques
- Promotion de l'utilisation de la laine suisse dans la matelasserie et mise en lien avec des entreprises du secteur
- Création de collaborations avec des écoles de design, de mode ou d'architecture afin de stimuler l'innovation autour des fibres naturelles
- Étude sur les applications de la laine pour des revêtements ou textiles antibactériens destinés au milieu médical

Ces perspectives illustrent la diversité des pistes de valorisation disponibles et le potentiel stratégique d'une filière laine relocalisée et structurée autour de procédés durables, notamment à travers les partenariats avec d'autres industries.

Le groupe d'intérêt Laine Vaud va poursuivre les réflexions sur les cinq premiers thèmes. La nouvelle fédération suisse de la Laine pourrait initier les autres travaux.

ANNEXE 1

Articles de journaux parus depuis 2023 sur le sujet de la laine en Suisse romande

1. 08.03.2024 - Le Nouvelliste

- *"Valoriser la laine plutôt que la brûler" : Initiative de collecte et de valorisation de 19 tonnes de laine en Valais.*

2. 21.02.2024 - Riviera Chablais Hebdo

- *"La Toison dort pointe le gaspillage de la laine suisse" : Sensibilisation à la valorisation de la laine suisse à travers le documentaire La Toison dort.*

3. 24.02.2024 - 24 Heures

- *"Comment éviter que la laine suisse ne parte en fumée ?" : Documentaire explorant les défis du secteur lainier en Suisse.*

4. 28.02.2024 - Le Temps

- *"On utilise à peine un tiers de la laine" : Analyse des problématiques liées au sous-emploi de la laine suisse.*

5. 27.05.2024 - ArcInfo

- *"Où va la laine quand elle est tondue ?" : Fête des 20 ans de la filature Laines d'ici et mise en avant des possibilités de valorisation.*

6. 25.07.2024 - Echo Magazine

- *"Elles valorisent la laine locale" : Initiatives pour transformer la laine locale en produits de qualité.*

7. 11.10.2023 - ArcInfo

- *"La filature Laines d'ici ne tient plus qu'à un fil" : Les défis rencontrés par la filature pour maintenir son activité.*

8. 28.02.2024 - L'Illustré+TV8

- *"Laine locale bio sur la tête" : Mise en avant d'une marque suisse utilisant de la laine biologique pour des accessoires tendance.*

9. <https://encore-mag.ch>

- *"La laine suisse ne tient qu'à un fil" : Analyse des initiatives et innovations autour de la laine en Suisse.*

10. 09.10.2025 - Agri

- *"Une organisation pour valoriser la laine suisse" : retour sur la création de la Fédération suisse de la laine*

Émissions de télévision et radio

1. 16.11.2023 - RTS - La Matinale

- *"Ici la Suisse - Une laine cent pour cent suisse provenant des moutons de nos pâturages" : Focus sur l'origine locale de la laine suisse.*

2. 18.07.2024 - RTS - Couleurs d'été

- *"En Valais, des bénévoles veulent revaloriser la production de laine locale" : Initiatives pour dynamiser la filière lainière en Valais.*
- 3. **30.05.2024 - RTS - Forum - Forum des Idées**
 - *"Revaloriser la laine de mouton" : Discussion sur les opportunités et innovations autour de la laine.*
- 4. **29.11.2023 - RTS - Couleurs locales**
 - *"Coussins, chaussons et bonnets en laine de moutons nez noirs du Haut-Valais" : Artisanat local valorisant la laine des moutons nez noirs.*
- 5. **03.04.2024 - Canal9.ch**
 - *"La Toison Dort : un documentaire pour valoriser la laine suisse" : Exploration des initiatives pour redonner de la valeur à la laine.*
- 6. **09.10.2024 - La Télé - Info Vaud**
 - *"Pour que la laine ne soit plus jetée" : Sujet autour des alternatives à la mise au rebut de la laine.*
- 7. **29.04.2025 - RTS - A bon entendeur**
 - *"Le retour en grâce de la laine" : Tour d'horizon des différentes initiatives pour la valorisation de la laine en Suisse romande*
- 8. **26.08.2025 - RTS - Couleurs locales**
 - *"Réintroduire une filière de la laine en Suisse ? Pas si simple !" : Sujet sur les défis techniques de la filière laine en Suisse*
- 9. **31.10.2025 - RTS – 19h30**
 - *"Une nouvelle fédération veut sauver la laine suisse du gaspillage" : Sujet sur la création de la Fédération suisse de la laine*
- 10. **18.11.2025 - RTS – Couleurs locales**
 - *"Entretien avec Justine Caoudal, co-présidente de l'association Laines d'ici » : Sujet sur la filature Laines d'ici à Cernier (NE)*

ANNEXE 2

Bibliographie de la demande de financement pour l'étude sur le lavage de la laine par fermentation

Badhe, P., Damale, M. and Adivarekar, R. (2017) "Bioscouring of wool using protease from *Bacillus Subtilis* Isolated from abattoir waste," *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 6(4), pp. 1012–1018. Available at: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2017.6.4.1012-1018>.

Bahtiyari, M.I. and Duran, K. (2013) "A study on the usability of ultrasound in scouring of raw wool," *Journal of Cleaner Production*, 41, pp. 283–290. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.009>.

Cail, R.G., Barford, J.P. and Lichacz, R. (1986) *Anaerobic Digestion of Wool Scouring Wastewater in a Digester Operated Semi-Continuously for Biomass Retention, Agricultural Wastes*.

Chao, A.C. and Yang, W. (1981) *Biological Treatment of Wool Scouring Wastewater*, *Journal (Water Pollution Control Federation)*. Available at: <http://www.jstor.org/stable/25041080>.

Cillie, G.G. et al. (1969) ANAEROBIC DIGESTION-IV. THE APPLICATION OF THE PROCESS IN WASTE PURIFICATION. Water Research Pergamon Press.

Collins, S. and Davidson, R.S. (1997) "Aspects of the photochemistry of wool yolk (wool wax and suint)," *Rev. Prog. Coloration*, 27, pp. 42–58.

Dirk Saseta (2016) Eco-efficient dry wool scouring with total by-products recovery (WDS). Terrassa. Available at: <http://life-wds.eu/en/project-wds>.

Došen-Šver, D., Pernar, E. and Bujeviae, I. (2007) "Wastewater Treatment After Improved Scourings of Raw Wool," *Kem. Ind.*, 56(1), pp. 575–581.

Fakhfakh, N. et al. (2013) "Wool-waste valorization: Production of protein hydrolysate with high antioxidative potential by fermentation with a new keratinolytic bacterium, *Bacillus pumilus* A1," *Journal of Applied Microbiology*, 115(2), pp. 424–433. Available at: <https://doi.org/10.1111/jam.12246>.

Gutiérrez, S., Hernández, A. and Viñas, M. (1999) "Mechanism of degradation of wool wax in the anaerobic treatment of woolscouring wastewater," in *Water Science and Technology*, pp. 17–23. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(99\)00604-6](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(99)00604-6).

Harshal, P. and Ashok, A. (2023) "Waste To wealth : Wool grease to cosmetic emollients," *Asian Dyer*, (August-September), pp. 56–60.

Hogetsu, A. et al. (1992) HIGH RATE ANAEROBIC DIGESTION OF WOOL SCOURING WASTEWATER IN A DIGESTER COMBINED WITH MEMBRANE FILTER, *Wal. Sci. Tech.* Available at: <https://iwaponline.com/wst/article-pdf/25/7/341/113370/341.pdf>.

Infante, I. et al. (2010) "Wool-degrading *Bacillus* isolates: Extracellular protease production for microbial processing of fabrics," *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(6), pp. 1047–1052. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11274-009-0268-z>.

Lapsirikul, W., Ao, G. and Cord-Ruwisch, R. (1994) MECHANISMS IN ANAEROBIC BIOFLOCCULATION OF WOOL SCOURING EFFLUENT, *Wat. Res.*

Mulcock, A.P. (1961) Some aspects of the ecology and physiology of bacteria and fungi in the fleece.

Oellermann, R. and Odhav, B. (1989) "Bacteria in the aerobic biodegradation of wool scouring effluent," *Water SA*, 15(4), pp. 209–220.

Pavlikova, M. (2020) "Microbial degradation of wool industry wastewater," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics Publishing. Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/444/1/012042>.

Queiroga, A.C., Pintado, M.E. and Malcata, F.X. (2012) "Potential use of wool-associated *Bacillus* species for biodegradation of keratinous materials," *International Biodeterioration and Biodegradation*, 70, pp. 60–65. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2011.12.013>.

Qurashi, S. and Sahu, O.P. (2014) "Natural Treatment of Woolen Processing Industry Wastewater," *International Letters of Natural Sciences*, 10, pp. 35–44. Available at: <https://doi.org/10.18052/www.scipress.com/ilns.10.35>.

Smith, E. et al. (2012) "The development of a bio-scouring process for raw wool using protease," in *Advanced Materials Research*, pp. 10–15. Available at: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.441.10>.

Stéphane Boileau (2020) *Valorisation des eaux de lavage de la laine des pyrénées*. Saint Pierre Roche.

USDA (1955) *WOOL GREASE THE ECONOMICS OF RECOVERY AND UTILIZATION IN THE UNITED STATES*. Washington, D. C.

USEPA (2002) *Onsite Wastewater Treatment Systems Manual*.

Wang, H., Couture, S. and Bedard, J. (2022) "Watersaving Cleaning Processing of Sheep Wool and Eco-friendly Extraction of Lanolin," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics. Available at: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1048/1/012004>.



Antragsformular Forschungsprojekt¹

Formulaire de demande de projet de recherche²

Application form Research project³

Titre du projet max. 100 caractères	Étude sur le lavage de la laine par fermentation bactérienne
Mots-clés min. 3–max. 5	Bactérie, hydrolyse, laine, lavage biologique
Demandeur/euse Nom(s) et adresse(s)	BFH-HAFL – Laboratoire de Bioénergie, Prof. Dr. Studer Länggasse 85, 3052 Zollikofen Proconseil Sàrl, Jawad Reddani Av. des Jordils 3, 1001 Lausanne
Suivi par l'OFAG Nom et Secteur	
Date de début prévue	01.07.2025
Durée du projet en mois, planifiée	18 mois
Coûts totaux CHF / planifiés	569'150 CHF Voir tableau des coûts
Fonds demandés à l'OFAG Funds CHF / en % des coûts totaux /	267'000 CHF (46,9%) Voir tableau des coûts
Fonds supplémentaires Institution(s), engagement(s)	30'000 CHF des cantons romands 5'000 CHF d'entreprises privées Voir tableau des coûts

L'auteur/e confirme que toutes les informations contenues dans ce formulaire de demande sont correctes et que l'intégrité scientifique est garantie dans le projet de recherche prévu⁴

Lieu/Date : Zollikofen, 12.02.2025 Signature(s)

² Les informations suivantes, y compris le résumé du projet, seront enregistrées dans le système d'information ARAMIS (<http://www.aramis.admin.ch/>) en cas de soutien de l'OFAG au projet de recherche (les informations financières ne sont pas rendues publiques).

⁴ En accord avec les Académies suisses des sciences et le Fonds national suisse, l'OFAG entend par intégrité scientifique l'engagement des chercheurs à respecter les règles de la bonne pratique scientifique. Dans ce contexte, nous nous référons aux principes et aux règles de procédure des Académies suisses des sciences.

Résumé

Déclarations principales sur le sujet, le contexte, les questions de recherche, les méthodes et les avantages potentiels (max. 1'500 caractères, espaces compris)

Le secteur lainier suisse, en plein renouveau, demeure fortement dépendant de centres de lavage étrangers. Le présent projet vise à développer un procédé de lavage de la laine par fermentation bactérienne, en réponse aux défis environnementaux (forte consommation des produits chimiques et des solvants, effluents polluants) et économiques (infrastructure de lavage inexistante pour une qualité suffisante avec des exigences environnementales élevées). Les questions de recherche portent sur l'identification des micro-organismes et enzymes impliqués, la compréhension des mécanismes de dégradation des impuretés, la mise au point d'un protocole à grande échelle et l'évaluation de sa faisabilité technico-économique (TEA) et environnementale (LCA).

Sur le plan méthodologique, le projet comprend l'analyse des processus biochimiques en jeu, la sélection et la culture de souches microbiennes, ainsi que l'optimisation d'un lavage biologique à l'échelle du laboratoire. Les eaux de lavage feront l'objet d'une digestion anaérobie permettant la valorisation du carbone en biogaz. Enfin, une installation pilote permettra de tester la mise à l'échelle et d'en valider la rentabilité.

À terme, cette approche pourrait réduire la consommation d'eau et la production d'effluents polluants, favoriser la récupération de sous-produits (lanoline, biogaz) et renforcer la filière laine suisse en offrant une alternative écologique et compétitive au lavage conventionnel, tout en répondant aux attentes sociétales en matière de durabilité.

Situation initiale

Sujet, contexte politique, contexte scientifique (état actuel des connaissances, recherches en cours en Suisse et à l'étranger, état de ses propres recherches)

La filière laine en Suisse connaît un renouveau significatif, marqué par un intérêt croissant de la part des médias, des institutions et du grand public. Ce regain d'attention s'accompagne d'un développement rapide d'un écosystème structuré et dynamique, se basant sur le souhait de la société de disposer de matériaux durables et renouvelables, notamment dans le secteur de l'habillement et de la construction.

1 Un réseau solide et croissant

*Les groupes d'intérêt autour de la laine se sont multipliés, comme le **groupe laine romande**, qui compte plus de 45 membres, et le **groupe d'intérêt vaudois animé par Prométerre**, avec plus de 7 membres actifs. Ces initiatives locales sont en contact avec des organisations nationales comme **Swisswool**, **Fisolan**, et **Fiwo**, ainsi qu'avec des filatures locales et des entreprises artisanales ou industrielles. Parmi elles, on peut citer :*

- **Woolis** (Valais), **Woolti** (Tessin), **Wollbaron**, et **Wollspinnerei Huttwil SA**
- Les filatures de **Bex (Association filature de l'Avançon)** et de **Cernier (Association Laines d'ici)**
- **Heinz Guntli**, avec une infrastructure de lavage conventionnel auto-construite à St-Gall.
- La marque **Studio Remo**, lauréat du prix **Mode Suisse**, qui travaille des fibres locales pour des créations textiles.
- La marque **Moover**, qui utilise de la laine suisse dans des vêtements sans plastique, **Babuk**, une marque de chaussures en laine basée en Suisse et **Orthovox**, une marque suisse qui produit des vêtements en laine.
- **Papival SA**, qui intègre la laine suisse dans ses emballages, et **Gasser Ceramic AG** utilisant de la laine suisse comme isolant dans ses briques.

Ce réseau s'enrichit des initiatives transfrontalières, notamment avec le projet **Interreg Woolshed** et le chapitre DACH (Allemagne, Suisse, Autriche) de **Fibershed**, un réseau international promouvant les fibres locales et naturelles.

2 Projets, financements et reconnaissance en Suisse

Plusieurs projets et financements témoignent de l'engagement des institutions pour la revalorisation de la laine suisse :

- Le financement **OFAG pour une étude préliminaire type OQuaDu** permettra d'évaluer la faisabilité d'un centre de lavage en Suisse romande.
- Le **Etat de Vaud** a émis une réponse positive à l'interpellation parlementaire de Madame Gerber visant à soutenir et valoriser la laine vaudoise et la **Ville de Lausanne** a également montré son intérêt, cette dernière envisageant de mettre des locaux à disposition pour soutenir les initiatives lainières.
- Une **fiche technique sur la collecte de laine** a été réalisée par **AGRIDEA** en collaboration avec **Proconseil**, et une nouvelle fiche sur la préparation à la tonte est en cours d'élaboration.
- La **coopérative l'Autre temps**, active dans l'insertion sociale et membre du groupe d'intérêt vaudois, a réalisé plusieurs essais de lavage par fermentation en utilisant des EM™. La qualité du lavage a été jugée suffisante par la coopérative dans la mesure où la laine n'avait plus d'odeur, mais les essais n'ont pas été réalisés dans un cadre scientifique et la qualité de la laine (épaisseur, longueur et taux de lanoline) n'ont pas été mesurés.

L'intérêt pour ces initiatives dépasse le cadre local. Des formations professionnelles, comme celle prévue au printemps 2025 pour le tri de la laine (avec déjà 15 participants), et des événements participatifs, comme un chantier de tri réunissant 20 inscrits en janvier 2025, suscitent un vif enthousiasme.

3 L'intérêt croissant des entreprises

Certaines entreprises manifestent un réel intérêt pour des produits innovants utilisant de la laine lavée de manière écologique en Suisse. Par exemple :

- **Elite Beds SA** et **Papival SA** souhaitent utiliser de la laine lavée en Suisse.
- **Babuk SA** et **Moover SA** envisagent de l'intégrer dans leurs gammes de chaussures et de vêtements durables.
- **Fisolan SA** souhaite laver sa laine d'isolation en Suisse.

4 Un secteur en pleine visibilité

Le renouveau de la laine suisse bénéficie également d'une forte couverture médiatique. Plusieurs événements ont renforcé cette dynamique :

- La **fête de la laine** à la filature de La Sarraz.
- L'anniversaire de la filature **Laines d'ici** à Cernier.
- Des démonstrations de tonte très populaires, comme celles réalisées lors du **Salon des alpages** aux Diablerets.

L'attention des médias nationaux et internationaux s'est également tournée vers la laine suisse, grâce à des projets comme le documentaire "**La Toison Dort**" et à des reportages sur des initiatives locales.

De plus, la laine fait le sujet de beaucoup d'articles de journaux et d'émissions de télévision, comme le montre la sélection de mention dans les médias suisses romands au cours des 12 derniers mois que l'on trouve en **annexe**.

5 Une chaîne de production dépendante et sous pression

Cependant, la filière laine suisse reste fragile et dépendante d'infrastructures externes. L'inondation de Traitex, le seul grand centre de lavage d'Europe situé à Verviers en Belgique, en 2021, a mis en lumière les risques liés à une dépendance à des chaînes d'approvisionnement longues et centralisées. Cela renforce la nécessité de relocaliser la production afin de réduire cette dépendance et de promouvoir des pratiques durables. De plus, l'usine Traitex n'accepte que des lots d'une tonne minimum, ce qui empêche le traitement de petits lots de laine, susceptibles d'offrir une traçabilité accrue. Pour conclure, la consommation d'eau constitue également un défi majeur, tant en termes de disponibilité que de traitement. En effet, le lavage conventionnel requiert jusqu'à 20 à 30 L d'eau par kilogramme de laine, générant d'importants volumes d'effluents dont le traitement est à la fois coûteux et complexe, compte tenu des normes environnementales strictes, des risques écologiques associés et des contraintes inhérentes au processus de lavage.

6 Défis techniques et innovations

Actuellement, le lavage de la laine en Suisse repose sur deux approches :

- 1. **Le lavage conventionnel**, qui consomme de grandes quantités d'eau, d'intrants chimiques et d'énergie pour chauffer l'eau de lavage. Le traitement des effluents est un défi en raison des quantités d'eau et de leur teneur en graisse.*
- 2. **Le lavage par ultrasons**, développé par **Marcel Bissi**, dans le cadre d'un OQuaDu et qui, bien que prometteur, est limité à de très petits volumes (20 kg par jour) et utilise du savon (biologique).*

L'enjeu majeur pour la filière est de développer des méthodes de lavage innovantes et écologiques, qui réduisent la consommation énergétique et l'impact environnemental, tout en permettant une production capable de traiter plus de 200 T de laine brute par an avec un degré de propreté satisfaisant pour chaque industrie.

Revue de littérature scientifique : Lavage biologique de la laine dans le monde

Le nettoyage de la laine à l'aide d'agents biologiques émerge comme une alternative prometteuse aux procédés conventionnels utilisant des produits chimiques. Les études récentes mettent en évidence le potentiel des systèmes microbiens et enzymatiques pour éliminer efficacement les graisses, le suint et d'autres impuretés tout en préservant l'intégrité des fibres. Cette revue synthétise les résultats d'un large éventail d'études et de rapports, reflétant l'état actuel des connaissances et des innovations dans ce domaine.

1. Méthodes conventionnelles et leurs limites

Le lavage conventionnel de la laine repose sur le recours aux détergents chimiques et à l'eau chauffée, entraînant une consommation importante d'eau et d'énergie (Collins, 2008). Les effluents générés par ces procédés sont chargés en lanoline, autres graisses, matières fécales, résidus de terre et de matière végétale, ainsi qu'en solvants, ce qui constitue un fardeau environnemental considérable (Gutierrez et al., 1999). Plusieurs rapports, tels que l'étude de faisabilité sur la valorisation des eaux de lavage de la laine des Pyrénées (Interreg POCTEFA, 2020), soulignent la difficulté de gérer durablement ces effluents. Bien que des solutions existent pour les traiter – notamment l'utilisation de systèmes de digestion anaérobie semi-continue (Cail, 1986) ou le Wooldryscouring, une méthode développée dans le cadre d'un projet européen et utilisant du dichlorométhane – elles demeurent néanmoins polluantes.

2. Approches biologiques et enzymatiques

*L'utilisation de souches microbiennes et de systèmes enzymatiques gagne du terrain comme alternative durable aux méthodes de lavage conventionnelles. Les études de Queiroga et al. (2012) et Infante et al. (2009) montrent que des souches bactériennes spécifiques, telles que *Bacillus subtilis*, sont efficaces pour dégrader la graisse et la kératine de la laine, offrant une option à faible consommation d'énergie et d'eau.*

Les systèmes enzymatiques, en particulier ceux à base de lipase, ont également démontré leur efficacité pour laver la laine. Badhe et al. (2017) met en évidence l'efficacité des méthodes enzymatiques pour éliminer le suint et la graisse sans compromettre la qualité des fibres. Dans une étude

de Fakhfakh et al. (2013), les protéases ont aussi montré leur efficacité pour traiter les résidus de laines contenus dans les effluents. Des études comme celles de Roth et al. (1989) et Smith et al. (2012) soulignent cependant les coûts élevés et la disponibilité limitée des enzymes spécialisées.

3. Innovations en fermentation du suint

La fermentation du suint (FSM) a refait surface comme méthode écologique pour le nettoyage de la laine. Les études de Lapsirikul (1994) et Cillie (1969) documentent la capacité des colonies bactériennes naturelles présentes dans la laine à dégrader les résidus organiques. Plus récemment, le projet européen « Eco-efficient dry wool scouring with total by-products recovery » (2016) a encore amélioré la FSM en optimisant les conditions de fermentation pour renforcer l'élimination des graisses tout en réduisant les odeurs et la durée du processus, cependant cette méthode emploie des produits chimiques (dichlorométhane) or la tendance dans l'industrie est de passer des solvants organiques aux solutions aqueuses.

4. Méthodes ultrasoniques et mécaniques

Les innovations mécaniques, comme le nettoyage par ultrasons, ont montré un potentiel pour réduire la dépendance aux détergents et à l'eau. Bahtiyari & Duran (2013) ont démontré que le lavage de la laine par ultrasons avec que de l'eau est non seulement écoénergétique, mais aussi efficace pour éliminer les graisses et les matières particulaires, 50 et 100% ont pu être respectivement éliminés. Des limitations liées à l'échelle de production demeurent un défi, mais avec la technologie moderne des ultrasons, il devrait être possible d'extrapoler ce processus et de le faire fonctionner en continu.

5. Traitement et valorisation des effluents

Les effluents issus du lavage de la laine contiennent des sous-produits précieux tels que la lanoline et les graisses, qui peuvent être récupérés et réutilisés. Infante (2009) et le Rapport Lanaland (2023) mettent en évidence le potentiel de récupération de la lanoline pour des applications cosmétiques et industrielles, ajoutant de la valeur au processus de nettoyage. Par ailleurs, des méthodes comme la digestion anaérobie (Hogetsu, 1992) et l'adsorption à l'aide d'aluminosilicates (Gutierrez et al., 1999) offrent des solutions pour le traitement des effluents, réduisant leur impact environnemental tout en générant du biogaz.

6. Le Projet Interreg POCTEFA Lanaland

Le projet Lanaland représente une approche holistique pour la valorisation de la laine, intégrant des méthodes de nettoyage biologique, le traitement des effluents et le développement socio-économique. En mettant l'accent sur des solutions locales, telles que des centres de lavage communautaires et la conception de produits éco-responsables, Lanaland fournit un modèle de transformation durable. De plus, le projet vise à valoriser la laine de race à viande et/ou à lait ce qui est le cas de la Suisse. Le protocole scientifique proposé par ce projet constitue une bonne base sur laquelle développer nos protocoles, d'autant plus que le projet s'est finalisé récemment (2022). Ce dernier contient une liste de piste pour la poursuite du projet, ce qui pourrait constituer une base pour notre étude :

Etude Lanaland

« Quelles suites potentielles ? »

Les résultats de cette étude ont permis dans un premier temps de caractériser pour la première fois les microorganismes présents dans la laine des races étudiées, et dans un second temps d'obtenir des souches pures à fort potentiel de dégradation de la graisse. Un développement plus poussé en démonstrateur permettrait de valider l'utilisation en biolavage des souches pures sélectionnées. D'autre part, une étude plus poussée sur la caractérisation des souches pures permettrait d'identifier les enzymes et/ou biosurfactants produits qui pourraient alors être utilisés comme additifs à l'eau de lavage en remplacement de tout savon ou détergent. »

7. Opportunités et défis

Malgré les avancées significatives, des défis subsistent pour la mise à l'échelle de ces méthodes innovantes. A notre connaissance le processus biochimique de nettoyage de la laine n'est pas encore suffisamment bien compris pour utiliser un procédé de nettoyage purement biologique, et obtenir ainsi des résultats de qualité acceptables. De même, il faut comprendre comment le nettoyage de la laine à base d'eau peut être intégré au traitement des eaux usées hautement polluées qui en résultent, afin d'utiliser au mieux le carbone et les nutriments et de les réintroduire dans la production agricole.

Questions de recherche

Question de recherche fondamentale :

- *Un procédé de nettoyage biologique alternatif peut-il être développé, standardisé et mis à l'échelle afin de valoriser la laine de mouton en Suisse ?*

Questions spécifiques :

- *Quels sont les mécanismes biologiques impliqués (par ex. dans la méthode Fermented Suint ou le lavage par méthanisation) lors du nettoyage de la laine de mouton brute ?*
- *Quels sont les micro-organismes impliqués dans la production d'enzymes hydrolytiques ou dans la dégradation des substances indésirables (p. ex. cires, graisses, excréments) sur la laine ?*
- *Comment pouvons-nous garantir que le traitement biologique visant à éliminer les impuretés ne dégrade que les impuretés et ne touche pas à la laine elle-même (la protéine kératine) et qu'il permette d'obtenir un produit final de haute qualité ?*
- *Ces micro-organismes peuvent-ils être cultivés individuellement et rassemblés en un consortium synthétique approprié pour effectuer le nettoyage de la laine en peu de temps et conformément aux exigences de propreté de l'industrie ?*
- *Les micro-organismes sélectionnés ont-ils besoin d'un milieu nutritif spécial (au lieu de l'eau seule) pour atteindre un taux de croissance élevé ou une sécrétion enzymatique élevée et donc une grande efficacité de nettoyage ?*
- *L'eau de lavage, qui contient les impuretés de la laine, peut-elle être utilisée pour produire du CH₄ et du CO₂ ? Et le digestat de la fermentation anaérobie peut-il être utilisé comme engrais dans les champs ?*
- *Comment les micro-organismes peuvent-ils être éliminés de la laine purifiée ?*
- *Le processus de purification biologique doit-il être réalisé par lots ou peut-il être mis en œuvre en continu ?*
- *Les micro-organismes doivent-ils être renouvelés en continu dans le 'lavage-fermentation' ou un consortium microbien approprié peut-il être établi, stabilisé et utilisé sur une longue période (plusieurs semaines) (procédé répétitif par lots ou continu) ?*
- *À quelle taille (kg de laine ou m³ de bouillon de fermentation) le processus peut-il être mis à l'échelle ?*
- *Est-il possible de trouver un modèle d'entreprise permettant d'exploiter le processus de lavage biologique de manière économique (si possible sans soutien de l'État) ?*
- *Est-il possible de récupérer les flux secondaires de la laine (comme la lanoline) et de les valoriser en conséquence avant qu'ils ne soient dégradés en CH₄ et CO₂ lors du lavage biologique ? Quelles méthodes sans solvant, mécaniques ou physiques peuvent être utilisées à cet effet ?*
- *Quelle est l'analyse du cycle de vie d'un tel procédé de nettoyage biologique de la laine ?*

Méthodes

Méthodes quantitatives et qualitatives prévues pour la collecte des données

WP1 : Étude des processus biochimiques pendant le lavage biologique de la laine

Il est nécessaire de comprendre les mécanismes biochimiques (par exemple la dissociation enzymatique et la dissolution dans l'eau ou la dégradation microbienne) impliqués dans la méthode Fermented Suint ou dans le lavage par méthanisation. Pour ce faire, des échantillons de fermentations sauvages fonctionnelles seront collectés et analysés en laboratoire. Les micro-organismes et la phase aqueuse sont séparés afin de pouvoir étudier séparément les effets des enzymes et des micro-organismes.

WP2 : Sélection et culture de micro-organismes nécessaires au processus de lavage biologique

Les consortiums microbiens sauvages échantillonnés sont déposés sur des milieux sélectifs (par ex. cires isolées, graisses, excréments, etc.) afin d'identifier les souches prometteuses pour la production d'enzymes ou la dégradation microbienne des substances perturbatrices. Les bons candidats microbi

ens sont séquencés. Les souches connues qui semblent appropriées sont testées dans des milieux de culture optimisés au lieu de l'eau seule, afin de maximiser l'efficacité du nettoyage avec les souches naturelles isolées.

WP3 : Optimisation du lavage de la laine à l'échelle du laboratoire

Sur la base des micro-organismes sélectionnés et des milieux de culture optimisés, des essais de lavage standardisés sont réalisés. Trois lots représentatifs de laine de mouton produite en Suisse sont utilisés à cet effet. D'une part, la laine de mouton rugueuse qui peut être utilisée principalement comme matériau d'isolation, tapis ou matelas ; la laine de mouton fine qui convient à l'industrie des kilims ; et, enfin, la laine mérinos qui peut être utilisée dans le segment des prix élevés. Dans le cas où la laine spéciale ne conviendrait pas à l'industrie de l'habillement, un lot de laine suisse présentant le plus grand potentiel d'utilisation comme fil dans l'industrie de l'habillement (par exemple, la laine de moutons mérinos) est acheté. La laine est pré-nettoyée mécaniquement, puis fermentée en lot dans des erlenmeyers de 500 mL avec des mélanges individuels ou synthétiques de souches sélectionnées en triple immunité. Après un temps de réaction à déterminer, la laine et le bouillon de fermentation sont séparés, la laine est rincée avec une quantité standardisée d'eau désionisée afin d'éliminer les micro-organismes et séchée dans un four sous vide à 40 °C. Cela permet de quantifier le degré de dégradation des substances indésirables et de déterminer le degré de pureté de la laine. Sur la base de ces premiers essais par lots, le procédé est optimisé afin de déterminer la température de fermentation idéale, la durée de la fermentation ou le rapport entre la laine et le bouillon de fermentation. Le mode de fermentation sera également étudié afin de déterminer si un procédé répétitif ou même continu présente des avantages.

WP4 : Digestion anaérobie des eaux de lavage

Le processus aqueux de nettoyage de la laine génère toujours un flux d'eaux usées fortement chargé, car les substances indésirables présentes sur la laine sont soit dissoutes (hydrolyse enzymatique), soit dégradées par les microorganismes et ainsi transformées en biomasse microbienne et en CO₂/CH₄. Ce flux d'eaux usées ne peut pas être rejeté dans les cours d'eau et doit être épuré. L'approche adoptée ici consiste à traiter les eaux usées de manière anaérobie pour les transformer en biogaz, c'est-à-dire en CH₄ et CO₂, et à utiliser ensuite le gaz comme matière (source de C pour l'industrie chimique). Ce traitement anaérobie peut être effectué après le nettoyage de la laine proprement dit ou, dans le cas idéal, si le processus le permet, être intégré directement dans l'étape de nettoyage. Dans tous les cas, il faut éviter que le lavage par fermentation ne libère des gaz à effet de serre dans l'environnement.

WP5 : Mise à l'échelle du processus de lavage biologique de la laine pour en faire une installation pilote

Sur la base des expériences en laboratoire dans les WPs 1 à 4, le processus doit être mis à l'échelle afin de pouvoir être mis en œuvre dans la pratique. Le processus ne peut pas être construit à l'échelle industrielle, mais doit être piloté dans le cadre de ce projet OFAG. Toutes les étapes seront reproduites et testées individuellement à plus grande échelle, ce qui permettra d'obtenir des données et des connaissances importantes pour le processus, qui seront intégrées dans la TEA et la LCA. L'objectif de l'installation pilote ne sera toutefois pas la production économique de laine lavée. Dans le meilleur des cas, l'installation pilote produira une première quantité significative de laine suisse nettoyée biologiquement et servira de modèle. Il sera ainsi possible de fournir de la laine biologiquement nettoyée à des clients potentiellement intéressés.

WP6 : TEA et LCA du nouveau procédé de nettoyage biologique de la laine

Le nouveau processus de nettoyage de la laine doit également être analysé du point de vue de la rentabilité et de la compatibilité écologique. Pour ce faire, une analyse technico-économique et une analyse du cycle de vie seront réalisées sur la base des données du laboratoire et de l'installation pilote, ainsi que sur la base d'hypothèses concernant l'aspect d'une future installation à grande échelle. L'objectif du projet est de développer un processus durable, réalisable en Suisse, qui soit clairement supérieur aux procédés de lavage de la laine traditionnels utilisés à l'étranger.

Division du travail (pour projets coopératifs)

Description et justification

- *La HAFL se charge des travaux de laboratoire, des essais pilotes, de la rédaction des contenus scientifiques et de la LCA.*
- *Proconseil fournit de la laine, apporte son expertise sur les débouchés et les besoins des utilisateurs finaux de la laine, réalise le TEA, mesure de la qualité des fibres et/ou coordonne la livraison des échantillons aux entreprises partenaires pour les mesures de qualité de la fibre.*
- *Wollspinnerei Huttwil AG propose de réaliser gratuitement les mesures du taux résiduel de lanoline sur la laine.*
- *Spycher Handwerk AG met à disposition leur machine de mesure de l'épaisseur et de la longueur des fibres.*

Avantages potentiels

Avantages potentiels pour un système alimentaire et/ou une politique agricole durables

- *Élimination du transport par camion d'une matière à faible densité à travers l'Europe.*
- *Réduction de l'utilisation d'intrants chimiques (solvants) et énergétiques dans les endroits où est actuellement exportée la laine, limitant ainsi l'impact environnemental lié à l'exportation de la laine suisse. (Externalité négative)*
- *Diminution de la production d'effluents néfastes pour l'environnement grâce à une méthode biologique à base d'eau.*
- *Certification « Swiss Made » sur l'ensemble de la chaîne de valeur, garantissant une production entièrement suisse.*
- *Relocalisation de la valeur ajoutée en Suisse, renforçant l'économie locale. Stimulation du tissu économique lié à la transformation de la laine*
- *Meilleure rémunération des agriculteurs grâce à un prix premium payé par les consommateurs pour un produit fini 100 % suisse.*
- *Stimulation pour une meilleure organisation de la collecte et du tri de laine*
- *Réduction de la consommation de vêtements à base de fibres synthétiques ou de fibres naturelles importées.*
- *Synergies accrues avec d'autres secteurs de l'économie suisse, notamment : Matelasserie, Packaging, Construction, Cosmétique, Mode.*

- *Intégration avec la production de biogaz, maximisant l'utilisation des sous-produits de la laine.*

Risques

Analyse des risques (situations ou événements pouvant affecter le projet), gestion des risques (stratégies ou mesures pour éviter les risques)

Risque	Proba- bilité	Im- pact	Atténuation
<i>Les mécanismes biochimiques responsables du processus de lavage ne peuvent pas être déterminés.</i>	<i>très peu pro- bable</i>	<i>signifi- catif</i>	<i>Les micro-organismes sont alors utilisés sans savoir s'il s'agit d'un processus enzymatique ou micro-bien, ce qui rend l'optimisation difficile.</i>
<i>La performance de purification du processus purement biologique n'est pas suffisante pour l'utilisation souhaitée de la laine.</i>	<i>pos- sible</i>	<i>mo- déré</i>	<i>Le processus doit être complété par des méthodes traditionnelles.</i>
<i>Le processus ne fonctionne pas de manière universelle pour tous les types de laine.</i>	<i>pos- sible</i>	<i>mo- déré</i>	<i>Le processus est optimisé pour le type de laine le plus important sur le plan économique.</i>
<i>La pré-séparation mécanique et la valorisation de la lanoline ne peuvent pas être réalisées.</i>	<i>vrai- sembla- blement</i>	<i>mineur</i>	<i>La lanoline doit être valorisée par le biais du flux d'eaux usées (p. ex. production de CH₄/CO₂).</i>
<i>Les eaux usées ne peuvent pas être valorisées par la digestion anaérobie.</i>	<i>très peu pro- bable</i>	<i>signifi- catif</i>	<i>Les eaux usées devront être éliminées par une station d'épuration standard.</i>
<i>Le processus d'épuration biologique ne peut pas être mis à l'échelle.</i>	<i>peu pro- bable</i>	<i>signifi- catif</i>	<i>Une approche alternative du processus doit être trouvée et testée.</i>
<i>Le processus de lavage biologique ne peut pas être rentable en Suisse.</i>	<i>pos- sible</i>	<i>mo- déré</i>	<i>Le processus de lavage doit être réalisé à l'étranger selon le nouveau principe.</i>
<i>La performance écologique du processus de lavage n'est pas meilleure que celle des processus traditionnels.</i>	<i>pos- sible</i>	<i>mineur</i>	<i>Une procédure traditionnelle doit être appliquée</i>

Dispositions pour une exploitation optimale des résultats

par exemple implication des bénéficiaires directs potentiels et des autres parties prenantes (formation, conseil, autres multiplicateurs), communication des résultats axée sur les groupes cibles, etc.

Dans la mesure où cette recherche s'inscrit dans un projet plus large de relocalisation du lavage de la laine, une suite de projets est déjà prévue, et des débouchés économiques sont en cours de prospection.

Si l'étude aboutit à un protocole de lavage fiable et écologique, permettant d'obtenir une qualité de lavage satisfaisante pour différentes applications tout en traitant des volumes suffisamment importants, la prochaine étape consistera à développer un modèle industriel ou semi-industriel de centre de lavage basé sur les résultats obtenus en laboratoire. Cette phase de « scale-up » pourrait bénéficier d'un soutien financier de la part d'Innosuisse, à condition qu'elle soit coordonnée entre différents acteurs privés. Ces derniers incluraient des entreprises ayant déjà exprimé un intérêt pour l'achat final de la laine.

Un business plan sera également élaboré lors de cette phase et pourra s'appuyer sur l'étude actuellement réalisée par Proconseil pour le canton de Vaud.

Une fois la phase de scale-up terminée et le business plan établi, il s'agira d'identifier des locaux adéquats pour l'installation d'un centre de lavage destiné à la Suisse romande, voire à l'ensemble de la Suisse. Idéalement, ce centre serait situé à proximité d'une installation de production de bio-gaz.

Planification du temps

Jalons

Work package / task	Année 1				Année 2	
	1	2	3	4	1	2
WP1 : Mécanismes biochimiques pendant le lavage		M1				
WP2 : Sélection et identification des souches						
WP3 : Optimisation du lavage de la laine					M2	
WP4 : Digestion anaérobie des eaux de lavage						
WP5 : Mise à l'échelle du processus de lavage biologique						M3
WP6 : TEA et LCA						

M1 : Les mécanismes biochimiques du lavage biologique de la laine ont été élucidés

M2 : 80% des substances indésirables sur la laine peuvent être éliminées par le lavage biologique

M3 : Le concept économiquement réalisable pour une mise à l'échelle est défini

Coûts

Le tableau des coûts disponible sous le lien "Documentation" doit être complété et soumis

Voir tableau des coûts

Der Projektantrag umfasst max. zehn Seiten und höchstens 30'000 Zeichen (inkl. Leerschläge), exkl. Literaturverzeichnis und Anhänge.

La proposition de projet comprend un maximum de dix pages et un maximum de 30'000 caractères (espaces compris), hors bibliographie et annexes.

The project proposal comprises a maximum of ten pages and a maximum of 30'000 characters (including spaces), excluding bibliography and appendices.