

Profils en caoutchouc pour voitures: nouveau développement dans l'automatisation du flocage

INTRODUCTION

Les techniques de flocage ont été utilisées sur des matériaux en caoutchouc, en plastique, en métal, etc. pour des industries telles que l'automobile, l'emballage et d'autres domaines commerciaux.

Parmi les différentes machines de flocage présentes sur les marchés, on trouve des lignes de flocage de composants automobiles en caoutchouc. Au fil des ans, ces machines ont bénéficié d'une évolution technique et technologique progressive.

Compte tenu des résultats positifs de cette évolution, la nécessité d'exploiter les lignes de flocage de manière automatique et de disposer de systèmes de gestion des données collectées par les instruments électroniques utilisés sur les lignes devient de plus en plus importante.

Les lignes de flocage pour les profils automobiles en caoutchouc de récupération constituent un domaine où des développements intéressants sont possibles. En bref, il s'agit de floquer sur des lignes dédiées les angles de profils en caoutchouc extrudé (EPDM, TPE et TPV) préalablement assemblés par des machines spéciales de moulage par injection.

C'est pourquoi des usines automatisées équipées de systèmes de capteurs et de robots ont été créées pour atteindre cet objectif :

- **l'automatisation utile pour augmenter la productivité, réduire les défauts et maximiser le contrôle des paramètres des différentes fonctions techniques utilisées dans les usines ;**
- **l'ergonomie** pour améliorer les conditions de travail des opérateurs. En particulier, un système a été développé pour améliorer le chargement et le déchargement des pièces sur la ligne : un système a été réalisé qui permet de replier les supports de pièces pour faciliter le chargement/déchargement ;
- **une productivité** élevée avec un faible apport de main-d'œuvre ;
- pour changer rapidement le type de profil ;
- la possibilité de **collecter des données de processus** au moyen de **capteurs** appropriés et l'utilisation de systèmes de **communication** avancés pour utiliser et traiter les paramètres collectés à distance.

AIGLE Macchine S.r.l.

Via Donatello 8 - 10071 - Borgaro Torinese - Italia

Tel +39 011 2624382

E-mail: info@aigle.it <http://www.aigle.it>

C.F. e VAT N° 08765330017



Ces nouvelles avancées permettent l'utilisation et le développement de produits innovants, en particulier dans le domaine de l'automatisation et de la gestion des données de processus, appliqués principalement (mais pas uniquement) au secteur automobile, qui est également l'un des marchés à la croissance la plus rapide au niveau mondial (outre le secteur automobile, les autres secteurs d'application sont, par exemple, les secteurs aéronautique, naval, ferroviaire et de la construction).



L'ÉTAT DE L'ART ET LES DÉVELOPPEMENTS

Dans le domaine du flocage des profilés en caoutchouc en récupération, il existe déjà des applications qui nécessitent des procédés semi-industriels, voire encore artisanaux dans certains cas. Aigle elle-même a développé et installé plusieurs lignes de flocage de ce type au cours des décennies. Il s'agit toutefois d'installations sur lesquelles il est désormais considéré comme possible et utile d'installer des systèmes robotisés pour automatiser toutes les différentes étapes et surtout pour gérer de manière appropriée les données de processus recueillies.

En outre, en ce qui concerne l'automatisation de la production, le prétraitement des profilés et l'application de la colle sont encore effectués manuellement et parfois hors ligne.

Ces expériences ont conduit à la nécessité de développer de nouveaux modèles de production automatisée de flocage pour ces composants.

Le domaine de recherche a été développé dans le cadre d'un projet industriel et d'innovation dans le but de créer un modèle innovant et substantiellement différent de ceux qui existent actuellement, y compris l'utilisation de capteurs, la connectivité et l'analyse de données (analyse des données de production) :

En résumé, en ce qui concerne ce type d'équipement, actuellement sur les marchés, les deux premières opérations (a, b) des cinq sur ces machines sont effectuées manuellement :

- a. Prétraitement (dans le monde, actuellement effectué hors ligne ou à la main)
- b. Application de colle (dans le monde, actuellement effectuée à la main par un opérateur)
- c. Application Flock
- d. Séchage de la colle
- e. Nettoyage final

La nouveauté consistait à les automatiser à l'aide de robots et d'outils spécifiques tels que des pistolets à plasma et des distributeurs de colle de précision, mais ce faisant, l'ensemble de l'usine a nécessairement subi une profonde évolution électronique dans toutes ses phases. En effet, il est essentiel que les composants en caoutchouc à traiter soient automatiquement reconnus et que toutes les phases soient automatiquement gérées et contrôlées de manière intégrée.

Il était donc nécessaire que les données enregistrées par les capteurs et les caméras soient non seulement collectées mais aussi traitées pendant la production et ensuite, bien sûr, retraitées en permanence pour contrôler et augmenter l'efficacité de l'ensemble du système de production (productivité, réduction des déchets, etc.).

Les cinq étapes de travail étant très différentes les unes des autres, chacune d'entre elles nécessite des instruments spéciaux pour la lecture, la manipulation et la collecte des données (pyromètres dans les fours, kilovoltmètres dans la zone de flockage, pressostats de régulation dans la zone de collage, thermomètres et hygromètres dans la zone de flockage, etc.)

L'innovation ne réside donc pas seulement dans l'automatisation en cascade des deux premières phases, mais dans l'étude d'un **système intégré** qui recueille des données très différentes provenant de différents capteurs, données qui sont ensuite analysées et gérées en continu.

Aigle a ainsi développé des prototypes de lignes pour ensuite mettre en place un système de gestion automatique des données de processus. L'objectif était de valider et de démontrer les technologies utilisées dans l'environnement industriel, d'abord au niveau du prototype, puis au niveau opérationnel réel, jusqu'à la qualification du système et la démonstration de son applicabilité dans le domaine de la production de profilés en caoutchouc.

Enfin, on a tenté de combiner les matières premières spécifiques (produits chimiques et flocons) avec les exigences particulières du système de contrôle, qui a ensuite été développé de manière à pouvoir traiter en surface des profilés présentant les caractéristiques techniques souhaitées



LE PROFILÉ EN CAOUTCHOUC FLOQUÉ : VERS LA QUALITÉ TOTALE

Les véhicules automobiles (et pas seulement) utilisent des profilés en caoutchouc qui nécessitent divers traitements pour leur conférer des caractéristiques d'isolation thermique et de résistance aux intempéries et à l'abrasion. L'application de ces traitements permet de :

- limiter les **vibrations** (effet anti-bruit)
- faciliter le **glissement** mécanique
- prolonger la durée de vie des produits en limitant l'**usure mécanique** et l'agression des **composants atmosphériques**.

L'automatisation du processus de production et la gestion des données se heurtent toutefois à plusieurs difficultés, notamment au niveau du processus et du contrôle.

La recherche présentée ici a abordé et résolu les problèmes suivants

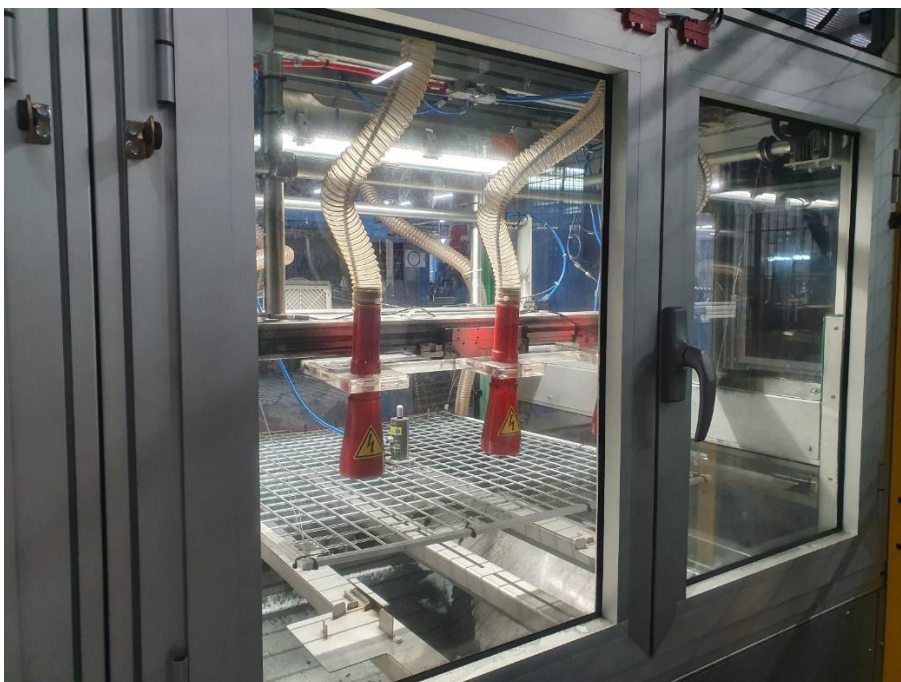
- **l'automatisation et le contrôle des processus**
- **la modification de la forme du caoutchouc** au cours de la transformation (ce qui nuit évidemment à la qualité et à la reproductibilité du produit)
- flochage des **sections de profil difficiles** à atteindre par les fibres de flochage (présence de zones de contre-dépouille).

Aujourd'hui, le besoin croissant d'automatisation de diverses pièces mécaniques de l'automobile, en premier lieu les trappes, les capots et d'autres domaines non liés à l'automobile, entraîne une augmentation de l'utilisation des profilés floqués. L'augmentation de la demande nécessite toutefois une rationalisation des critères de production et de leur contrôle, ainsi qu'une **augmentation de la productivité**.

Dans le même temps, les normes de qualité de plus en plus strictes exigent des fabricants de ces composants qu'ils s'efforcent d'obtenir une qualité totale et donc des systèmes de production capables d'augmenter la productivité tout en maintenant un contrôle élevé de la qualité du produit semi-fini.

Les raisons pour lesquelles il n'existe pas actuellement d'installations automatisées particulièrement avancées pour les produits susmentionnés sont principalement dues aux facteurs suivants :

- Les pièces en caoutchouc ont tendance à ne pas conserver une **forme et une position constantes tout** au long de la chaîne de production. Cela rend l'utilisation de robots difficile.
- le profilé ne doit pas être floqué en totalité, **mais seulement en partie**. Par conséquent, l'application de colle par pulvérisation devrait impliquer l'utilisation de masques, ce qui rendrait le processus coûteux et plus difficile à automatiser.
- La difficulté du flochage sur caoutchouc réside dans la combinaison d'un prétraitement spécial (plasma) et la recherche de produits chimiques (colles et peintures) compatibles avec des distributeurs de précision. Pour être floqués, les profils ont besoin que les colles créent une couche d'environ 0,2 mm sur la surface du produit en caoutchouc. Cela n'est possible qu'avec des techniques de pulvérisation. On a également trouvé des colles qui durcissent à des températures relativement basses, tout en permettant une bonne adhérence au caoutchouc. Le prétraitement, la quantité et la qualité de la distribution de colle, le contrôle du débit des flocons, les champs électrostatiques et le contrôle de la température de séchage sont les **paramètres** que cette recherche a permis de collecter et de gérer à l'aide de systèmes de mesure avancés, de l'automatisation et de protocoles de communication qui ont rendu les données du processus facilement accessibles au personnel chargé du contrôle de la production.



Pour les profilés, les difficultés de flochage sont multipliées par le fait qu'il est complexe d'atteindre les fibres de façon homogène sur toute la **section du profilé**. C'est pourquoi il a été décidé d'utiliser la technique du flochage électropneumatique qui, en mélangeant précisément l'air et le flochage, permet aux fibres d'atteindre les zones difficiles à floquer.

De plus, les profils n'ont pas toujours une forme et une position constantes. Nous avons étudié une solution utilisant des **caméras installées sur les robots pour corriger les trajectoires en direct** et limiter le problème. Pour ces raisons, jusqu'à présent, les opérateurs ont toujours été obligés d'opérer manuellement et le besoin d'automatiser le processus a déjà été clairement exprimé.

Il n'existe actuellement aucun système alternatif au flochage qui puisse garantir les mêmes performances sur les profils en caoutchouc. Il n'existe pas sur le marché de produit de type "textile" qui épouse précisément la surface des objets en caoutchouc. En outre, les fibres de flochage peuvent être sélectionnées pour :

- diamètre
- longueur
- couleur

Pour le caoutchouc, les flochages en polyester ou en polyamide sont préférés car ils sont plus résistants. Cependant, la possibilité de choisir le type de fibre et donc ses performances mécaniques peut également permettre des utilisations très variées.

LA LIGNE DE FLOCAGE : L'INNOVATION

Plusieurs éléments ont donc été adoptés sur les nouvelles lignes de flochage :

- Les **pièces sont soutenues** par un système de lattes ou de supports qui se déplacent avec des arrêts progressifs. La compatibilité avec le système de transport des supports à lattes ou des carrousels utilisés sur les lignes de flochage précédemment construites a été étudiée en termes de compatibilité mécanique, de vitesse de fonctionnement et de géométrie du produit. Les douelles, par exemple, sont soulevées vers l'opérateur par un système de leviers automatiques (contrôlés par des capteurs de position) qui permettent de charger facilement les pièces sur la ligne. De cette manière, la position du torse reste la plus droite possible pendant les opérations de chargement/déchargement des profilés.



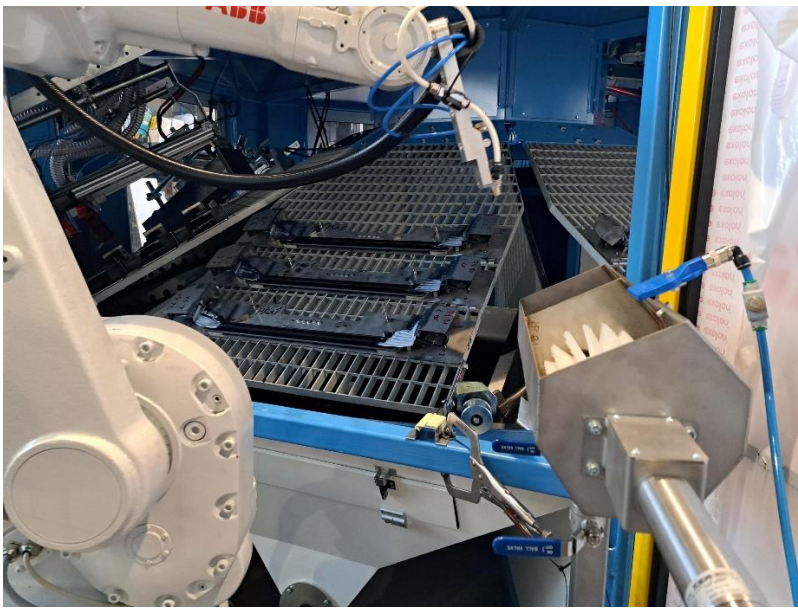
- Le premier robot, celui envisagé pour le **prétraitement au plasma**, comporte une caméra équipée de systèmes d'éclairage appropriés. La caméra remplit deux fonctions distinctes :
 - **Identification du type de profil** à traiter afin de choisir la recette à exécuter
 - **Identification de la position précise** de chaque pièce individuelle pour référencer les robots afin d'effectuer des opérations robotiques avec précision,



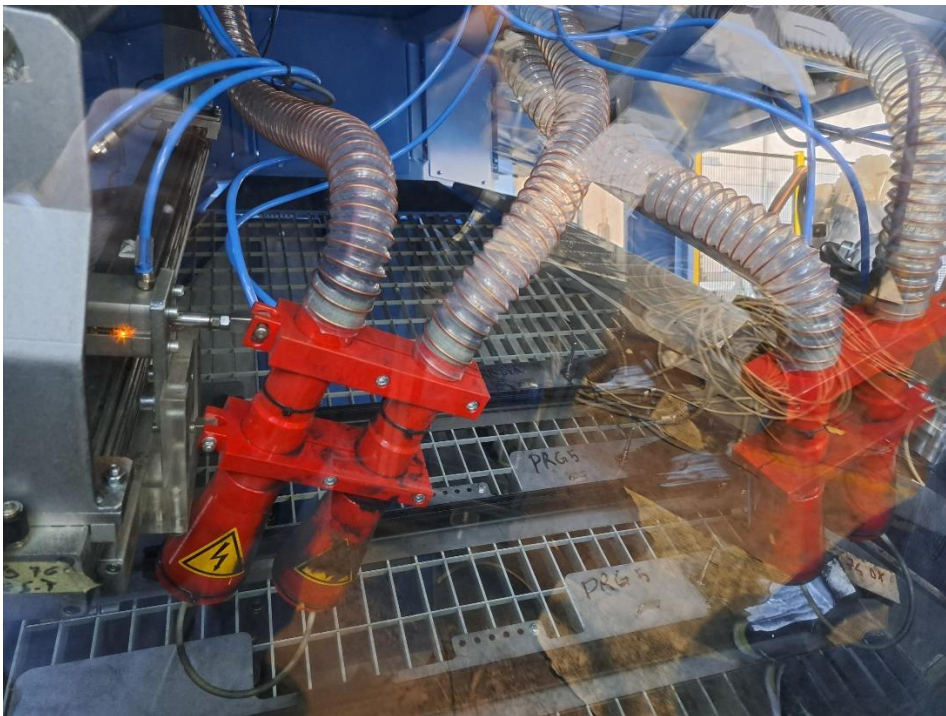
- **Application de l'adhésif**, sur cette zone pour la transition vers l'utilisation du second robot, un pistolet de pulvérisation a été identifié avec la possibilité de varier considérablement la hauteur d'application, de très petite, min 5 mm, à un maximum de 15-20 mm. I robot gère la hauteur d'application à l'aide d'une valve proportionnelle qui varie en fonction des différentes zones à traiter avec l'adhésif:
- petites rose pour les contours afin de ne pas créer de zones trop arrosées
- rosace plus large pour les zones centrales afin de raccourcir le temps d'application (essentiel pour atteindre la cible).

Un capteur avancé est utilisé dans le système de distribution de colle pour contrôler le flux de colle.

Il mesure l'adhésif de passage pour confirmer le bon fonctionnement du système et alertera l'automate en cas de mesures de passage anormales ne correspondant pas aux données prédéfinies.

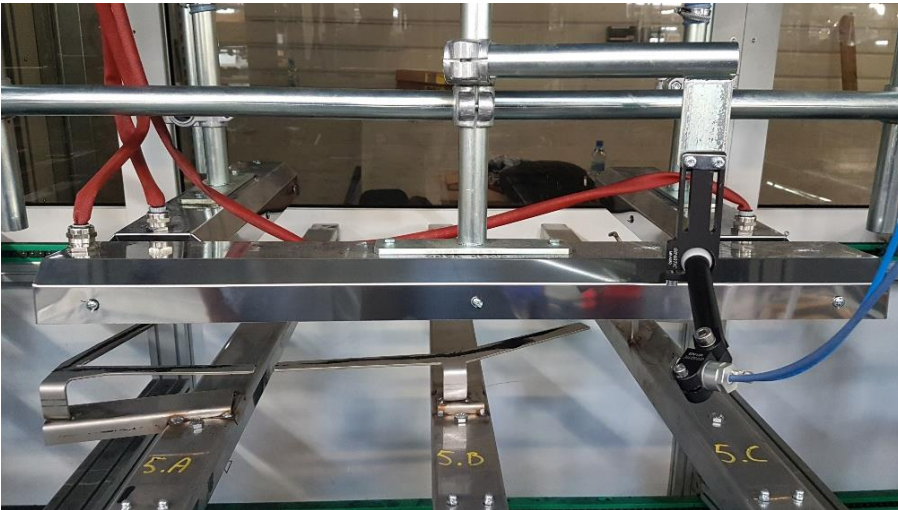


- **Flocage avec des pistolets électropneumatiques** pour la distribution des fibres, avec un dispositif spécial pour la filtration et la récupération de l'excès de flocage. Les pistolets fixés à un troisième robot peuvent être construits par impression 3D à l'aide de filaments de polypropylène transparent. De cette manière, le tube transportant les microfibres de polyester possède la résistance mécanique nécessaire, mais aussi la transparence requise : grâce à la transparence du tube, nous pouvons contrôler la présence du flocage et la quantité de fibres envoyées aux pistolets à l'aide d'un capteur optique. De cette manière, nous pouvons contrôler la vitesse de l'inverseur du ventilateur de flux de fibres grâce au signal reçu du capteur. De cette manière, la quantité de flocons arrivant sur le profil est optimisée, et en cas de blocage dans le tuyau, le système fournit une accélération de la vitesse du ventilateur pour éliminer le blocage de manière autonome, sans nécessiter l'intervention de l'opérateur et un arrêt prolongé de la ligne. Si le blocage persiste, le capteur peut commander un signal d'alarme et le blocage de la ligne.



- Une installation de flocage équipée d'un champ électrostatique à intensité variable qui contribue à une excellente résistance à l'abrasion du flocage. Le distributeur de flocage est enfermé dans une **chambre climatique** avec contrôle automatique de l'humidité et de la température pour assurer un fonctionnement constant de l'opération de flocage.

- **Le séchage est** effectué à l'aide d'un système de lampes infrarouges. Chaque groupe de lampes est équipé d'un pyromètre qui permet de moduler l'intensité des lampes lorsque la température cible est atteinte. Les lampes ont des longueurs d'onde différentes en fonction du stade de durcissement de l'adhésif. Les paramètres de flocage (ventilateurs et tension du générateur) sont contrôlés par i robot en fonction de la trajectoire de ce dernier.



- Installations convenablement fermées pour minimiser la pollution par les fibres dans l'environnement de travail.



Les pressostats de tous les ventilateurs d'extraction sont utilisés pour contrôler le débit d'air correct et pour signaler toute défaillance dans les circuits aérauliques.

Le système est **géré par un PLC pour la gestion des principaux paramètres de production**. Le système permet également de définir des "recettes" pour des produits spécifiques : les paramètres de production définis peuvent être mémorisés et reproposés ultérieurement pour des processus similaires. Il est également possible de surveiller les éventuelles anomalies de la ligne et d'analyser leur impact sur la productivité.

L'automate est connecté, avec un système SCADA (logiciel CitectSCADA ou WinnCC Professional), à un PC de collecte de données :

- Schéma synoptique de la ligne mettant en évidence les paramètres utilisés, la recette de la pièce en cours de traitement, la production dans le délai prédéfini, la productivité, les écarts éventuels par rapport à l'objectif.
- L'automate est doté d'un compteur interne qui comptabilise les heures de fonctionnement et les pièces produites afin de contrôler l'usure des pièces consommables et d'alerter le responsable de la production pour l'établissement des programmes de **maintenance**.

L'étude portait sur l'acquisition d'une solution technique pour des systèmes robotiques capables de garantir la qualité et la répétabilité du modèle de production et, par conséquent, du produit final.

Des systèmes de **sécurité**, des capteurs et des barrières pour protéger les opérateurs ont également été étudiés pour de futures applications industrielles.

Le résultat en termes de capacité de l'installation est d'environ 180 angles par heure (en fonction de la forme des profils à floquer).

En termes de défektivité, on obtient un résultat de 2 à 3 %.

Pour aller encore plus loin, l'usine de flochage a nécessité un certain nombre d'éléments évolutifs pour garantir la qualité et le contrôle du produit.

Des systèmes ont ainsi été développés pour:

1. **la visualisation** et la gestion des profils qui n'ont pas reçu correctement la phase d'enduction et de flochage. Des marqueurs visuels indiquent les profils qui restent en "quarantaine" parce qu'une urgence s'est produite au cours du processus. Le processus de production ne s'arrête donc pas pour éviter de créer des déchets sur d'autres profils.
2. l'identification et l'enregistrement des différents **lots** produits avec inscription au plc
3. la gestion de **paramètres** tels que la vitesse de déplacement du profil en fonction du temps de traitement et du temps de séjour dans le four. Les paramètres de température du four et de vitesse de déplacement du profil sont enregistrés, par exemple, toutes les 10 minutes. L'opérateur a ainsi la preuve que le lot individuel a été produit avec des caractéristiques constantes et vérifiables.
4. contrôle du poids des **matières premières** (flock et colle) au moyen de cellules de chargement pour la gestion et le **contrôle de la consommation** et pour l'avertissement de l'approche de la réserve de produit afin que l'opérateur soit activé pour le remplacement du tambour de colle et le chargement nécessaire de flock dans la trémie du distributeur.
5. contrôle du **débit des flocons** avec alarmes en cas d'insuffisance ou d'absence d'alimentation
6. contrôle des valeurs du **générateur électrostatique** avec alarmes en cas de non-conformité aux valeurs prédéfinies.
7. des systèmes de contrôle de **la qualité** en ligne avec des systèmes visuels/capteurs avancés

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

On pense que les développements sur le flocage automatique des profils en caoutchouc dans la récupération peuvent se poursuivre et ouvrir de nouveaux horizons pour ces techniques de production ainsi que pour d'autres types de lignes de flocage, comme cela a été le cas dans des expériences similaires dans le passé.

Le projet a évolué à travers les activités préliminaires suivantes:

- a) **Analyse des méthodes de production** et des produits pour la définition de modèles fonctionnels afin d'identifier systématiquement le potentiel d'innovation des profils de la ligne de flocage en récupération ainsi que les meilleures opportunités techniques et technologiques, également importées d'autres secteurs industriels;
- b) la **reconstitution de l'état de la technologie** et de la recherche dans les domaines scientifiques et techniques pertinents, en mettant en évidence les acteurs qui ont investi et développé de nouvelles connaissances dans les technologies d'intérêt potentiel et avec quels résultats
- c) **définition des opportunités technologiques potentielles** et des lignes directrices pour une éventuelle mise en œuvre ultérieure.

Cela a conduit à:

- **résumer l'état de l'art des technologies** électroniques dans les domaines technico-scientifiques du contrôle et de la gestion de la qualité des produits (les profils couverts tels que décrits) et du système de production permettant d'y parvenir (ligne de flocage évoluée)
- **développer de nouvelles connaissances et les appliquer** au produit et au système sur la base de ce qui précède
- définir de nouveaux objectifs de développement pour les systèmes électroniques appliqués aux nouvelles mises en œuvre futures

Un logiciel dédié a donc été développé et des composants commerciaux adaptés aux besoins spécifiques ont été sélectionnés et intégrés

Il est prévisible qu'à l'avenir, ces technologies pourront être appliquées aux installations industrielles, certainement pour les profilés en caoutchouc, mais aussi, par la suite, pour d'autres produits industriels de nature diverse: joints pour l'industrie légère, pour les biens de consommation durables tels que les appareils électroménagers, pour la construction, etc.