

anciennes, bon marché, certes, mais peu performantes.

Comparés aux machines piémontaises, les tours français usuels sont encore rudimentaires, les fils étant directement tirés de la bassine à l'asple, après être passés sur une bobine qui les aplatit. Une autre difficulté consiste à répartir uniformément le fil sur l'asple en rotation : on cherche à éviter que le fil humide que l'on enroule ne recouvre le fil encore humide déjà enroulé (on décale progressivement le fil sur l'asple, de sorte que deux sections humides ne se recouvrent pas et ne collent pas, ce qui évite le vitrage).

Une première amélioration (voir la figure 3) consiste à installer une poulie sans fin : le fil formé de plusieurs brins passe par un anneau en métal fixé sur une barre qui sert de va-et-vient. Une des extrémités est reliée à la roue de la poulie sans fin, l'autre est libre. Ce va-et-vient conduit le fil d'un bout à l'autre de l'asple : dès que l'épaisseur du fil enroulé, à gauche par exemple, augmente, le fil se déplace progressivement pour s'enrouler vers la droite et, une fois arrivé en butée à droite, il commence à s'enrouler vers la gauche.

Si ce mécanisme assure un enroulement plus régulier de l'écheveau, il ne donne pas la qualité piémontaise. Le tour du Piémont (voir la figure 4) ne semble guère plus compliqué, mais il produit un fil qui vaut pourtant deux fois plus cher. Sa supériorité repose sur

une série de détails qui n'exigent pas une technique plus difficile, mais une grande habileté et une attention sans faille des fileuses. Le four étant mieux conçu, la température de préparation des cocons est constante, et la poulie sans fin avec une courroie est remplacée par un axe rigide et par des engrenages qui ont un nombre de dents calculé précisément, ce qui assure une parfaite répartition du fil sur l'asple. De nombreuses petites améliorations réalisées par une main-d'œuvre qualifiée ont fait le succès du tour du Piémont.

Les manufactures royales tentent d'utiliser des machines qui ressemblent à ce tour, voire à d'autres plus performants, mais la qualité ne s'améliore pas toujours. De surcroît, l'axe et les engrenages du tour du Piémont sont chers et exigent la présence d'artisans expérimentés pour les réparer en cas de rupture. On ne peut donc pas les installer sur les tours que possèdent les petits fabricants. La production stagne et la qualité progresse peu.

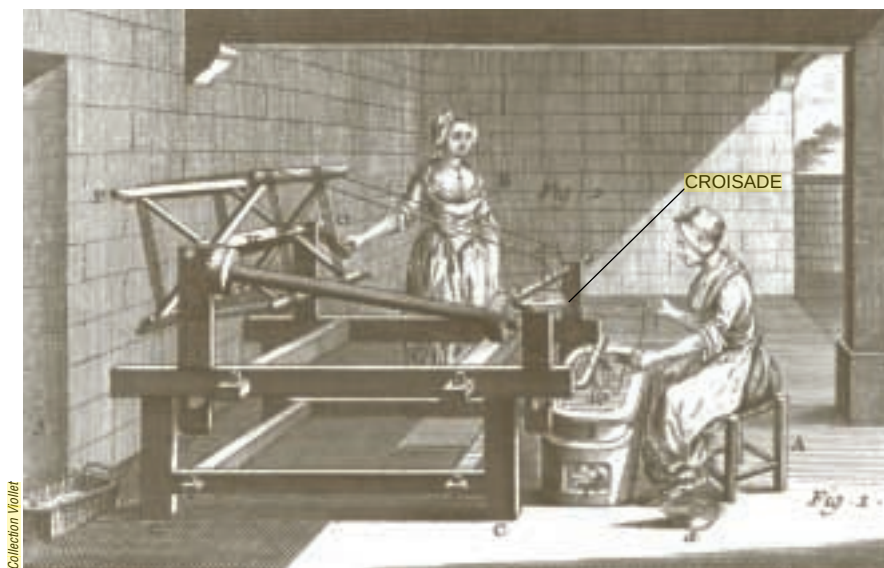
Certes la poulie sans fin, présente sur les tours français les plus rudimentaires de l'époque, n'est pas chère, mais elle ne garantit pas un embobinage régulier des écheveaux : le fil risque de glisser sur la poulie et l'étirement de la courroie varie au gré des changements d'humidité et de température. Les projets qui visent à améliorer les poulies sans fin abondent dans les archives : des dizaines de prototypes sont construits,

mais les meilleures poulies sans fin sont aussi onéreuses et demandent autant d'entretien que les tours à axe rigide, et les résultats restent inférieurs. Heureusement, Vaucanson imagine un ingénieux mécanisme rigide de transmission, qui sera adopté.

Vaucanson remplace la poulie sans fin par un mécanisme à trois engrenages qui commande le va-et-vient ; il en calcule le nombre de dents, afin que la transmission du mouvement au va-et-vient soit parfaitement contrôlée et régulière (voir la figure 5). Ainsi, le fil se répartit régulièrement sur l'asple. S'il «mathématise» l'enroulement du fil, il perfectionne également la croisade.

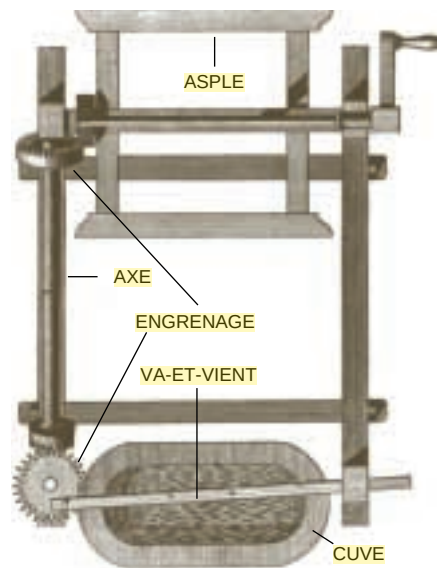
Le temps de la croisade

La technique de croisade semble déroutante de simplicité, mais elle est essentielle pour obtenir un fil rond, compact, propre et régulier, de bien meilleure qualité qu'avec des bobines, où les fils sont aplatis et sales. La croisade est l'exemple même d'un petit artifice astucieux, né de l'expérience quotidienne, qui améliore la qualité lorsqu'il est intégré dans un système de production performant et utilisé par une main-d'œuvre entraînée. On prend des fils de qualité identique (sinon, le moins résistant des deux casse sous la traction) et on les enroule plusieurs fois avant de les faire passer dans les anneaux de tirage. Les fils subissent ainsi une sorte d'essorage



4. LE TOUR DU PIÉMONT (à gauche, et à droite vu de dessus) produisait une soie de qualité exceptionnelle. Le tour était équipé, non plus d'une poulie sans fin, mais d'un axe de bois et d'engrenages : l'enroulement sur l'asple était parfaitement régulier et évitait le vitrage (la

rupture du fil). De surcroît, deux fils de qualité identique étaient tirés simultanément et enroulés l'un sur l'autre, juste avant de passer dans les anneaux portés par le va-et-vient : cette technique de croisade «essorait» les fils, éliminant l'excès d'eau et les impuretés.

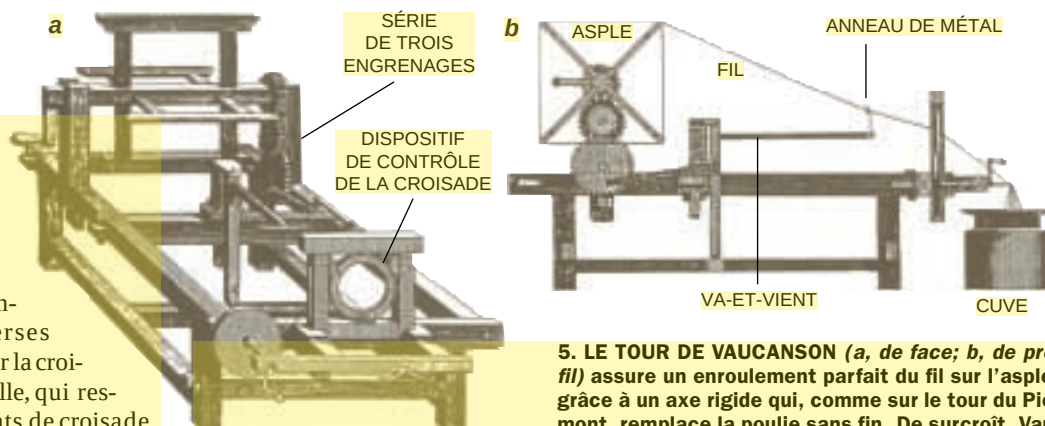


qui élimine le surplus d'eau et les impuretés, et qui les arrondit.

La méthode se répand partout, de sorte qu'à la fin du XVIII^e siècle il est plus fréquent de tirer à la croisade que de tirer à la bobine. Plusieurs inventeurs proposent diverses méthodes pour améliorer la croisade, notamment la tavelle, qui restera l'un des équipements de croisade les plus performants du XIX^e siècle. Comme il est parfois difficile que les deux fils aient les mêmes caractéristiques, c'est le même fil qui, grâce à un jeu de poulies, s'enroule sur lui-même (voir la figure 6).

La diffusion de versions perfectionnées de poulie sans fin et de croisade, ainsi que l'amélioration de la qualification des artisans font aussi progresser la qualité de la soie grège du Midi. Même si elle ne rivalise pas encore avec la soie qui sert à la fabrication des organsins piémontais, les améliorations se succèdent rapidement chez tous les producteurs français de soie.

En ce qui concerne le moulinage, Vaucanson passe de nombreuses années et dépense sans compter les deniers publics pour mettre au point une nouvelle machine pour les manufactures royales, qui doit supplanter les machines piémontaises. Malheureusement, cette merveille technique est un échec économique cuisant. Elle coûte extrêmement cher à construire et à entretenir. Vaucanson garde jalousement le secret de son invention, et seules quelques machines sont construites avant 1780. Toutefois, malgré ses défauts, cette machine ouvre la voie aux moulins à soie qui permettront à la France et à l'Angleterre de détrôner le Piémont dès les années 1820. De surcroît, vers 1830, la France acquiert aussi la maîtrise du tirage : elle a enfin réussi à surmonter tous les handicaps qui, durant



5. LE TOUR DE VAUCANSON (a, de face; b, de profil) assure un enroulement parfait du fil sur l'asples, grâce à un axe rigide qui, comme sur le tour du Piémont, remplace la poulie sans fin. De surcroît, Vaucanson fabrique une série de trois engrenages,

dont il calcule précisément le nombre de dents pour que le mouvement de l'axe, qui entraîne le va-et-vient, soit parfaitement régulier tout au long du tirage du fil. Ainsi, l'enroulement est parfaitement régulier et reproductible. Vaucanson améliore aussi la croisade, en contrôlant la régularité de l'enroulement des fils par une manivelle.

des années, l'ont empêchée de fabriquer une soie de qualité.

Un changement d'échelle

La partie la plus innovante de la nouvelle machine de Vaucanson tient au mouvement des mécanismes. Dans les anciens moulins, le mouvement provenait d'un axe vertical situé au centre, tandis que les fuseaux et les bobines étaient localisés en périphérie. Pour augmenter la production, on augmente la circonférence de la machine ; une augmentation de la circonférence où sont placés les fuseaux (proportionnelle au rayon) impose une augmentation de la surface occupée (proportionnelle au carré du rayon). Or, la circonférence ne peut dépasser cinq mètres, sinon l'ensemble devient instable ; pour continuer à augmenter la production, on empile plusieurs sections, créant ainsi de gigantesques colosses de bois de 12 à 13 mètres de hauteur, qui portent jusqu'à 2 000 fuseaux.

Vaucanson essaie de miniaturiser ces machines. Tout en améliorant la précision des mécanismes, il déplace le centre moteur vers l'extérieur du cadre, de sorte que les courroies qui entraînent les fuseaux se déplacent sur une ellipse. Le moulin carré

ainsi créé est notablement moins encombrant. Malgré les coûts exorbitants des premières machines et les difficultés techniques, notamment dans la mécanique de précision exigée par les engrenages, ces innovations techniques gagnent du terrain ; des années d'essais sont nécessaires avant que des machines opérationnelles ne fonctionnent.

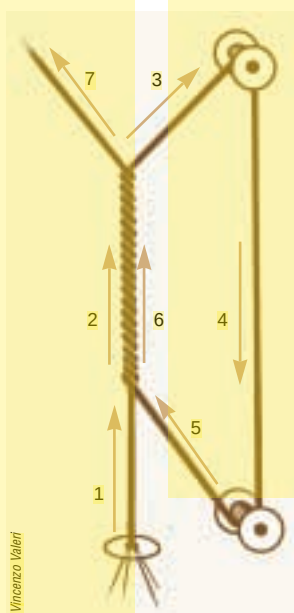
Les améliorations sont facilitées par les progrès de la sidérurgie. À partir des années 1820, de nombreux moulins à soie, tant en France qu'en Angleterre, utilisent des moulins carrés métalliques rapides, performants, d'encombrement réduit, qui supplantent les anciens modèles. Progressivement, l'industrie du fil de soie, qui avait commencé sa révolution dans le Piémont dans les années 1670, atteint sa perfection en France au début du XIX^e siècle.

Claudio ZANIER est professeur dans le Département d'histoire moderne et contemporaine de l'Université de Pise, et membre de l'Institut européen des itinéraires culturels.

C. PONI, *Archéologie de la fabrique : la diffusion des moulins à soie «alla bolognesa» dans les États vénitiens du XVI^e au XVIII^e siècle*, in *Annales E.S.C.*, vol. 27, n°6, pp. 1475-1496, 1972.

L. TEYSER-SALMANN, *L'industrie de la soie en Bas-Languedoc, XVII^e-XVIII^e siècles*, Édition École des Chartes, 1995.

R. TOLAINI, *Progrès technique et perfectionnement des systèmes d'évaluation de la qualité dans l'industrie de la soie*, in *Cahier de métrologie*, vol. 14-15, pp. 205-224, 1996-1997.



6. La tavelle est une autre méthode de croisade : le fil qui sort de la cuve monte jusqu'à une première poulie, puis redescend vers une seconde poulie, est enroulé sur lui-même (6), puis est tiré vers l'asples (7).