

L'INDUSTRIE

J.-H. FABRE

Correspondant de l'Institut.

PRIX MONTHYON — PRIX GEGNER — PRIX NÉE

Souvenirs Entomologiques (*Études sur l'Instinct et les Mœurs des Insectes*). — 10 Séries. Chaque série forme un volume in-8, illustré, broché. 3 fr. 50
Relié toile 5 fr. »

MORCEAUX CHOISIS

extraits des

Souvenirs Entomologiques

Les Merveilles de l'Instinct chez les Insectes. —
Un vol. in-18, illustré, broché. 3 fr. 50

Cartonné. . . 5 fr. — Relié mouton. . . 6 fr. 75

Mœurs des Insectes. — Un volume in-18, illustré,
broché. 3 fr. 50

Cartonné. . . 5 fr. — Relié mouton. . . 6 fr. 75

La Vie des Insectes. — Un volume in-18, illustré,
broché. 3 fr. 50

Cartonné. . . 5 fr. — Relié mouton. . . 6 fr. 75

Les Ravageurs (*Récits de l'Oncle Paul sur les Animaux nuisibles à l'Agriculture*). — Un volume in-18, illustré,
broché. 3 fr. 50

Cartonné. . . 5 fr. — Relié mouton. . . 6 fr. 75

Les Auxiliaires (*Récits de l'Oncle Paul sur les Animaux utiles à l'Agriculture*). — Un volume in-18, illustré,
broché. 3 fr. 50

Cartonné. . . 5 fr. — Relié mouton. . . 6 fr. 75

Le Ciel (*Lectures et Leçons pour tous sur l'Astronomie*). —
Un volume in-18, illustré, broché. 3 fr. 50

Cartonné. . . 5 fr. — Relié mouton. . . 6 fr. 75

La Vie de J.-H. Fabre, par le Dr G.-V. LEGROS, député :
préface de J.-H. FABRE. — Un vol. in-18, orné d'un portrait
de J.-H. FABRE en héliogravure, et contenant un poème
inédit "Le Nombre", broché. 3 fr. 50

L'INDUSTRIE

SIMPLES RÉCITS DE L'ONCLE PAUL

sur

*L'origine, l'histoire et la fabrication des principales choses
d'un emploi général dans les usages de la vie.*

par

J.-H. FABRE

Docteur en sciences,

Membre correspondant de l'Institut.

ONZIÈME ÉDITION

Illustrée de 69 figures dans le texte et de 16 photos hors texte
en simili gravure.



PARIS

LIBRAIRIE DELAGRAVE

15, rue Soufflot, 15

NOTE DE L'ÉDITEUR

L'accueil fait par le public aux œuvres du célèbre entomologiste et vulgarisateur J.-H. FABRE a encouragé les éditeurs à publier sous une forme nouvelle, appropriée aux exigences actuelles, avec de nombreuses illustrations dans le texte et hors texte, le présent ouvrage. Cette promenade à travers la science pratique et les arts techniques, dont le récit est fait dans une langue très simple, sans excès de termes spéciaux, instruit en amusant : L'INDUSTRIE ou SIMPLES RÉCITS DE L'ONCLE PAUL est un guide excellent de la jeunesse curieuse des applications de la science; l'image vivifie et concrétise l'explication technique.

L'INDUSTRIE

I

LES MÉTAUX

En des causeries où interviennent, lorsque le sujet le permet, quelques expériences familières si goûtées des enfants, l'oncle Paul se propose de donner à ses jeunes neveux, Émile et Jules, des notions très-élémentaires sur l'origine, l'histoire et la fabrication des principales choses dont il se fait un continuel emploi.

Et l'oncle Paul prend ainsi la parole : — Nous commencerons nos causeries par les métaux, dont le rôle est si important dans les travaux de l'industrie. Donnez un coup d'œil à ces chaudrons, qui, rangés sur les étagères de la cuisine, lancent de si beaux reflets de lumière rouge. Ils sont en cuivre. La pelle, les pincettes, les chenets du foyer, sont en fer. La lampe qui reluit sur la cheminée est en étain. Le tuyau de la pompe, les balles des fusils, sont en plomb. L'arrosoir du jardin est en zinc. Cette pièce de monnaie que je vous montre est en argent; celle-ci est en or. Les boucles d'oreilles et la petite croix de Claire sont également en or.

On dit du cuivre : c'est un métal; on dit du fer : c'est un métal; on dit de l'étain, du zinc, du plomb, de l'argent, de l'or : ce sont des métaux. Le nombre des métaux est

d'une cinquantaine environ; mais bien peu sont d'un emploi général. Les plus usités sont ceux dont je viens de vous citer les noms, savoir : le fer, le cuivre, le zinc, l'étain, le plomb, l'or et l'argent. Les métaux varient beaucoup, de l'un à l'autre, pour la couleur, le poids, la sonorité, la dureté; mais il y a quelque chose qui se retrouve dans tous sans exception : c'est un brillant particulier, appelé *éclat métallique*.

Le cuivre est rouge, l'or est jaune, les autres métaux sont blancs, avec une légère nuance particulière à chacun. Malgré leur superbe couleur jaune, les chandeliers que vous voyez briller sur la cheminée ne sont cependant pas en or, métal trop coûteux pour être employé à la fabrication de modestes ustensiles de ménage. L'or est jaune et brille, mais tout ce qui est jaune et reluit n'est pas d'or. Quel est le métal des chandeliers, ayant l'aspect de l'or sans en avoir la nature ? — Je vous apprendrai que, pour varier la coloration et les autres propriétés des métaux, au lieu de les employer toujours seuls, on les associe souvent deux à deux, trois à trois, ou même davantage. On les fait fondre ensemble, et le tout constitue une sorte de métal nouveau, fort différent des métaux qui entrent dans sa composition. Ainsi, en faisant fondre ensemble du cuivre et du zinc, on obtient une matière métallique qui n'a pas la couleur rouge du cuivre, ni la couleur blanche du zinc, mais bien le beau jaune de l'or. Cette matière métallique se nomme *laiton*. Les bagues à un sou la pièce, les chandeliers si reluisants sont faits de cuivre et de zinc associés ; en un mot, de *laiton*.

Voici d'autres exemples d'association de métaux entre eux. Les pièces de monnaie doivent être fort dures afin de conserver longtemps leur empreinte, afin de ne pas s'effacer et devenir semblables à de vieux liards par un maniement continuel. Or, par eux-mêmes, l'argent et l'or n'ont pas la dureté voulue; employés seuls, ils per-

draient bientôt l'effigie monétaire. On leur communique la dureté désirable en leur associant une petite quantité de cuivre.

Les cloches, depuis la plus petite, au carillon joyeux, jusqu'au grave bourdon, qui se fait entendre à quelques lieues à la ronde, exigent une sonorité qu'aucun métal ne possède seul. Cette sonorité, on l'obtient en fondant ensemble de l'étain, qui n'est pas sonore du tout, et du cuivre, qui l'est fort peu. Le résultat se nomme *bronze*. Vous voyez ici, comme au sujet du laiton, qu'en s'associant entre eux, les métaux acquièrent des propriétés qu'ils n'avaient pas avant.

La matière métallique provenant de métaux divers fondus ensemble s'appelle *alliage*. Le laiton est un alliage de cuivre et de zinc ; le bronze des cloches est un alliage de cuivre et d'étain ; les monnaies d'argent et d'or sont des alliages d'argent et de cuivre, d'une part ; d'or et de cuivre, d'autre part.

On dit lourd comme un plomb. Le plomb cependant n'est pas le plus lourd des métaux. De toutes les substances connues, la plus pesante est un métal d'un blanc grisâtre appelé platine. Ce métal, très-rare et très-cher, est sans emploi aucun dans les usages vulgaires ; je ne m'y arrêterai donc pas davantage. Quant aux métaux usuels, le plus lourd est l'or. Sa grande pesanteur le fait aisément distinguer du laiton, qui lui ressemble tant par la couleur. Après l'or, sous le rapport du poids, vient le plomb ; après le plomb, l'argent, puis le cuivre, puis le fer, puis l'étain, enfin le zinc, le plus léger des métaux fréquemment usités

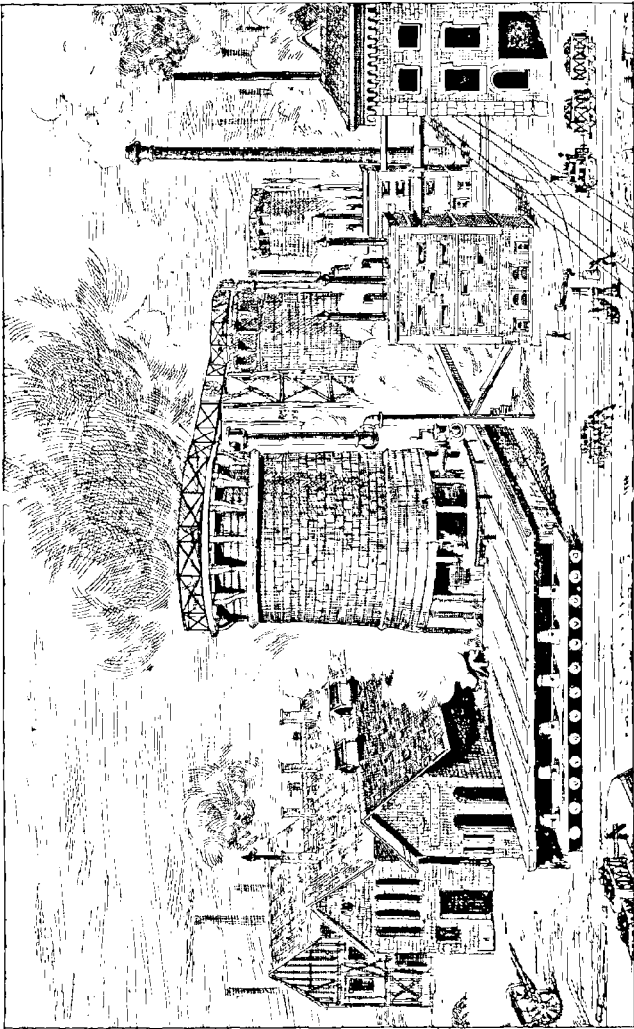
La résistance à la chaleur n'est pas moins différente d'un métal à l'autre. L'étain et le plomb sont d'une fusion très-facile ; il suffit, et au delà, de la chaleur de nos foyers pour les faire couler. Émile doit en savoir quelque chose depuis sa mésaventure avec les soldats de plomb que je lui avais donnés.

— Je me rappelle fort bien, répondit Émile, la triste déconfiture de mon armée de plomb. Je l'avais rangée en bataille sur le poêle à peine chaud, ne soupçonnant en rien le danger couru. Le tambour-major marchait en tête, la longue canne à la main, le bonnet à poil crânement surmonté d'un panache; suivaient les tambours, les clairons et les soldats défilant sur trois rangs. La cantinière, le barillet sous le bras, se tenait à côté. Tout à coup je vois le tambour-major se raccourcir comme si les jambes lui rentraient dans le ventre; la troupe chancelle, s'affaisse et coule en filets de plomb fondu. J'eus tout juste le temps de sauver la cantinière et une demi-douzaine de grenadiers; encore leur manquait-il les pieds.

— Le plomb et l'étain, reprit l'oncle, exigent pour leur fusion si peu de chaleur, qu'on peut les verser fondus sur une feuille de papier sans que celle-ci prenne feu. Voici une curieuse expérience à votre portée. Prenez un morceau de ces feuilles d'étain qui servent à recouvrir le chocolat et le saucisson; appliquez-le sur une feuille de papier et placez le tout sur un poêle modérément chaud. Vous verrez l'étain fondre avant que le papier roussisse.

Le zinc fond encore sans grande difficulté; mais l'argent, puis le cuivre, puis l'or, et finalement le fer, exigent une chaleur d'une violence inconnue dans nos foyers. Le fer surtout est d'une résistance excessive, très-précieuse pour nous. Les pelles, les pincettes, les chenets, les grilles des fourneaux, les poêles, sont en fer. Ces divers objets, toujours en contact avec le feu, ne coulent pas cependant, ne se ramollissent même pas.

Pour ramollir le fer, afin de le façonner aisément sur l'enclume à coups de marteau, le forgeron a besoin de toute la chaleur de sa forge; mais vainement il soufflerait et mettrait du charbon, jamais il ne parviendrait à le fondre. Le fer, cependant, peut être fondu, mais il faut



EN HAUT JOURNEAU.

employer la plus violente chaleur que l'industrie sache produire, ainsi que je vous l'apprendrai un de ces jours.

Bien propre et poli, le fer est d'un beau brillant. Mais s'il reste exposé à l'air humide, ce métal se ternit vite et se couvre, à la longue, d'une croûte terreuse jaunâtre ou rougeâtre que l'on nomme *rouille*. Les gros clous qui soutiennent les fils de fer où grimpent les clochettes contre le mur du jardin, la vieille serpette qu'Émile a trouvée en terre, sont recouverts de rouille. Ces objets se sont rouillés parce qu'ils sont restés longtemps exposés à l'air et à l'humidité. L'air humide ronge le fer ; il s'incorpore au métal et le rend méconnaissable. Devenu rouille, le fer n'a plus rien de ses premières propriétés : c'est une espèce de terre rouge ou jaune dans laquelle, sans des études approfondies, il serait impossible de soupçonner un métal.

Presque tous les métaux se rouillent à la manière du fer. Le cuivre devient ainsi une matière verte que l'on nomme *vert-de-gris*. La croûte des vieux sous n'est pas autre chose. Le zinc et le plomb se changent en une matière blanchâtre, comme vous pouvez le voir sur le tuyau de la pompe. La conversion d'un métal en rouille est quelquefois très-rapide. Avec un couteau, coupez un morceau de plomb. A l'instant même, la section est d'un brillant métallique ; mais bientôt elle se ternit et se voile comme d'une espèce de nuage. C'est l'altération du plomb qui commence, par le simple contact de l'air. Avec les années, cette altération se propage, gagne la masse entière et finit par faire du plomb une matière terreuse, une rouille blanchâtre.

Ainsi se comportent presque tous les métaux. Rongés par l'air humide, ils deviennent de la rouille, jaune ou rouge pour le fer, verte pour le cuivre, blanchâtre pour le plomb, le zinc, l'étain. Tous ne sont pas altérables avec la même facilité. Parmi les métaux usuels, le fer est celui qui se rouille le plus facilement ; puis viennent le

zinc et le plomb ; au troisième rang sont le cuivre et l'étain ; au quatrième est l'argent, qui très-longtemps peut se conserver intact. L'or fait exception : il ne se rouille jamais. C'est précisément cette qualité de conserver toujours son brillant qui lui donne son prix. Les monnaies et les bijoux en or des temps les plus anciens nous sont parvenus aussi nets, aussi brillants que s'ils étaient fabriqués de la veille, malgré un séjour, pendant de longs siècles, dans un sol humide où les autres métaux seraient devenus une rouille informe.

II

LE FER

En tête des matières qui résistent au choc se trouve le fer ; et c'est précisément son énorme résistance à la rupture qui nous rend ce métal si précieux. Jamais une enclume de cuivre, de marbre, de pierre, ne résisterait aux coups de marteau du forgeron comme l'enclume de fer. Le marteau lui-même, avec quelle substance pourrait-on le faire, autre que le fer ? En cuivre, en argent, en or, il s'aplatirait, s'écraserait et serait hors d'usage en peu de temps, car ces métaux manquent de dureté. En pierre, il se briserait au premier coup un peu violent. Pour ces instruments, rien ne peut remplacer le fer, si dur, si difficile à rompre. Rien non plus ne peut le remplacer pour la hache, pour la scie, pour le couteau, pour le ciseau des maçons, pour le pic du carrier, pour le soc de l'agriculteur, pour la bêche du jardinier, et pour une foule d'instruments qui coupent, taillent, percent, ra-

botent, liment, donnent ou reçoivent des coups violents. Le fer seul possède la dureté qui entame la plupart des matières et la résistance qui brave le choc. Sous ce rapport, le fer est le plus beau présent, entre toutes les matières minérales, que la Providence ait fait à l'homme. Il est par excellence la matière de l'outil, indispensable à tout art, à toute industrie.

Pour bien comprendre la haute utilité du fer, considérez que, dans nos maisons, à peu près tout a exigé l'intervention de ce métal. Et d'abord, pour construire nos habitations, il faut des pierres que l'on extrait de la carrière avec des pics et des leviers en fer, et que l'on taille régulièrement avec des ciseaux et des marteaux de fer. Les poutres et les solives de la charpente proviennent d'arbres abattus avec le fer; on les équarrit, on les façonne, on les assemble à l'aide d'une foule d'outils en fer. Aucun de nos meubles ne serait possible sans ce métal : il faut la scie pour diviser le bois en planches; la varlope pour dégrossir les surfaces, et le rabot pour les polir; le vilebrequin, la tarière pour percer les trous qui doivent recevoir les chevilles d'assemblage. Notre nourriture ne réclame pas moins impérieusement le fer. Il faut la bêche et le rateau pour le travail du jardin, qui nous donne les légumes; il faut le soc de la charrue pour le grand travail des champs, qui nous donne le pain. L'habillement ne peut non plus s'en passer. C'est avec le fer que la toison est coupée sur le dos des moutons, avec le fer qu'elle est cardée et filée, avec des machines où le fer entre pour une bonne part qu'elle est tissée en étoffes. Le plus délicat de nos tissus, un ruban, une dentelle, une gaze, demande, pour sa fabrication, le concours de cette dure substance, le fer. Ne faut-il pas enfin l'aiguille pour la couture des étoffes, l'aiguille si fine, si pénétrante, que rien ne pourrait suppléer? Par quoi remplacerait-on ce délicat outil si nous n'avions pas le fer? Nous en serions réduits à l'expédient des misérables

peuplades qui ne connaissent pas encore le fer et se servent, pour aiguille, d'un os pointu, avec lequel elles percent les peaux destinées à leurs vêtements. Dans les trous ainsi obtenus, elles passent un nerf d'animal en guise de fil. Nous ne voudrions pas de ce grossier moyen pour coudre nos toiles d'emballage; nos plus fortes aiguilles, enfilées de ficelle, font beaucoup mieux.

En l'absence du fer, tout ce qui fait la puissance, la richesse, le bien-être des peuples civilisés, serait impossible, et nous resterions misérables comme les peuplades qui se font un vêtement de peau de bête, avec un os pointu pour aiguille et un nerf d'animal pour fil. Les qualités qui donnent au fer tant d'importance sont sa dureté, qui lui fait entamer la plupart des corps sans être entamé par eux; sa résistance, qui lui fait supporter sans se rompre les chocs et les efforts les plus violents; enfin son abondance, qui le met au service de tous.

Malgré son extrême abondance dans toutes les parties du monde, le fer n'a été connu de l'homme qu'assez tard, après bien d'autres métaux, comme l'or, le cuivre et l'étain; certaines peuplades mêmes ne le connaissent pas encore aujourd'hui. En voici le motif. Je vous ai dit avec quelle facilité le fer se rouille, c'est-à-dire se convertit au contact de l'air humide en une matière terreuse, jaunâtre ou rougeâtre, qui n'a rien absolument des propriétés d'un métal. Or vous concevez bien qu'avec cette facilité d'altération, le fer ne peut se trouver à l'état de métal dans les mines, où rien ne le garantit de l'air et de l'eau; depuis des siècles et des siècles, depuis peut-être que le monde est monde, il est converti en rouille, mélangée elle-même avec de l'argile, du sable. Le tout forme une pierre d'assez pauvre aspect, sans apparence de métal; aussi l'homme n'y donna longtemps aucune attention. Que de tentatives, que de recherches pour deviner dans cette pierre, parfois aussi friable que la craie, une substance aussi dure que le fer! Le premier

pas fait, il fallait encore parvenir à ramener le fer à l'état de métal ; il fallait le séparer de l'argile qui l'accompagne, le dégager de l'air et de l'eau qui s'y trouvent associés et en font de la rouille. Or, c'est là une opération très-difficultueuse, exigeant les ressources d'une science consommée et l'outillage d'une puissante industrie. Pour

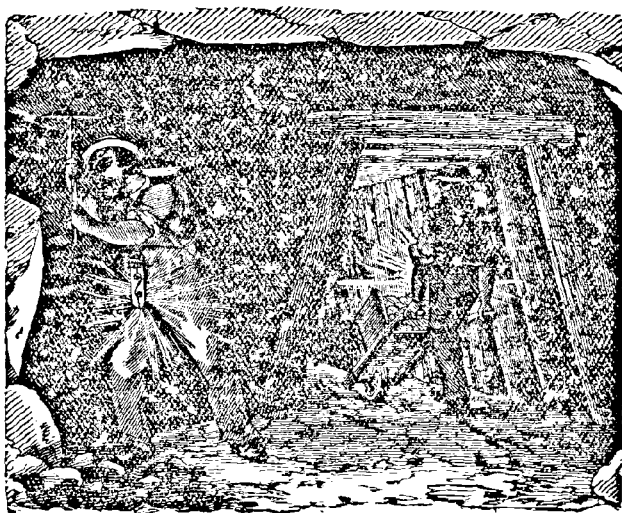


Fig. 1. — Galerie de mine.

ces divers motifs, le fer est resté fort longtemps inconnu.

Voici comment on l'obtient aujourd'hui. Au sein des montagnes où il y a de la rouille de fer en abondance, on creuse des galeries qui descendent plus ou moins profondément sous terre. Là des ouvriers appelés mineurs, éclairés par une lampe qu'ils portent avec eux, attaquent le roc à grands coups de pic, tandis que d'autres apportent au dehors les blocs détachés. Ces blocs de pierre, où le métal se trouve, se nomment minerai.

Pour ramener le fer de l'état de rouille à l'état de métal, et le séparer des diverses substances avec lesquelles il est mélangé dans le minerai, on emploie un fourneau comme vous n'en avez jamais vu de tel, et dont je vous parlerai la prochaine fois.

III

HAUT-FOURNEAU

On appelle métallurgie l'art de retirer les métaux de leurs minerais. Le fourneau employé à la métallurgie du fer est une espèce de haute tour, renflée vers le bas, rétrécie aux deux extrémités et mesurant au moins dix mètres, quelquefois vingt d'élévation, ce qui lui fait donner le nom de *haut-fourneau*.

Par l'orifice supérieur, appelé du nom expressif de *gueulard*, c'est-à-dire grande gueule, on verse, à pleins tombereaux, du charbon et des fragments de la pierre de rouille que fournit la mine. Une fois allumé, le feu marche sans interruption aussi bien de nuit que de jour, jusqu'à ce que la maçonnerie soit détruite par la violence de la chaleur. Des ouvriers sont continuellement occupés à charger le gueulard de combustible et de minerai à mesure que le niveau s'affaisse; d'autres, au pied du fourneau, surveillent la fusion. D'énormes machines soufflantes lancent sans cesse de l'air au bas de la masse embrasée par un gros canal nommé *tuyère*. Ce qui passe d'air dans ce canal, ce n'est pas un souffle : c'est une tempête. un ouragan qui gronde et rugit à vous rendre sourd. Si l'on jette un regard par le trou d'entrée

de la tuyère, on aperçoit comme un enfer éblouissant, d'où jaillissent de terribles lueurs. Dans ce brasier, le plus violent que l'industrie sache produire, les pierres se fondent comme beurre, la rouille du minerai se dé-

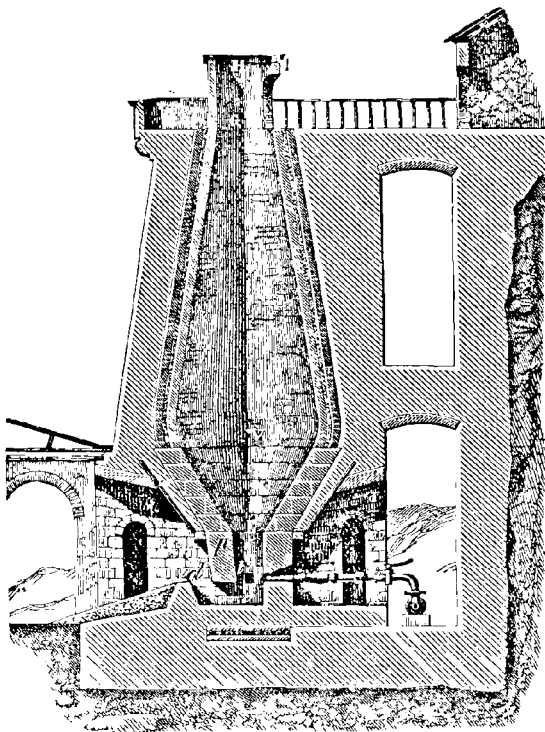


Fig. 2. — Haut-fourneau.

compose et abandonne le fer, qui tombe en gouttes ardentes dans un réservoir ou *creuset* situé au bas du fourneau. Les matières pierreuses, fondues en une sorte de verre grossier d'un verdâtre presque noir, surnagent au-

dessus du fer comme étant plus légères, le préservent du contact de l'air lancé par la tuyère et l'empêchent de brûler; puis, à mesure qu'elles deviennent trop abondantes, elles s'écoulent au dehors, toutes rouges de feu, par une ouverture située sur le devant du haut-fourneau. Ces matières vitreuses, formées de toutes les substances étrangères au métal, se nomment *laitier*. Enfin le creuset est plein de métal fondu. On ouvre alors un passage jusque-là maintenu fermé avec un tampon d'argile, et le métal liquide s'écoule, en un ruisseau éblouissant, dans des rigoles pratiquées sur le sol. Ce courant de feu est quelque chose de magnifique à voir.

Tel qu'il sort du haut-fourneau, le métal n'est encore que du fer impur auquel on donne le nom de *fonte*. Si elle est destinée à être convertie plus tard en fer, la fonte est reçue, vous disais-je, dans des rigoles pratiquées sur le sol, où elle se fige en grossiers lingots appelés *gueuses*. D'autres fois, elle est employée telle quelle à la fabrication d'une foule d'objets. Les plaques de cheminée, les poêles, les marmites, les grilles, les tuyaux de conduite pour les eaux sont en fonte. Alors des moules sont façonnés avec du sable bien fin; des ouvriers reçoivent dans de grandes cuillers la fonte liquide s'écoulant du haut-fourneau, et la versent dans les moules préparés. Quand tout est bien refroidi, on détruit les moules et on en retire l'objet de fonte, reproduisant avec une exacte fidélité les formes et les dessins artistement creusés au sein du sable.

On distingue deux espèces de fonte, la *grise* et la *blanche*. On obtient l'une ou l'autre à volonté, suivant la rapidité du refroidissement à la sortie du haut-fourneau. Refroidie lentement, la fonte est grise. Sa couleur est alors d'un gris clair. Elle se laisse limer, couper au ciseau et forer assez facilement. Enfin elle acquiert une fluidité franche qui lui permet de prendre l'empreinte fidèle des moules. Aussi l'emploie-t-on au moulage, soit

directement à l'issue même du haut-fourneau, soit après une seconde fusion dans des ateliers spéciaux de fonderie. La fonte blanche, au contraire, s'obtient par un refroidissement brusque, comme cela a lieu quand elle est coulée en plein air dans des rigoles où elle devient des gueuses. Son éclat est brillant, sa couleur argentine. Elle est très-cassante, se brise sous le choc du marteau et résiste à la lime ainsi qu'au foret. Sa fusion n'a jamais une fluidité parfaite comme l'exige le moulage. Elle est réservée pour être convertie en fer.

Quoique moins fragile que la fonte blanche, la fonte grise employée au moulage se rompt aisément par le choc. Vous vous rappelez, sans doute, qu'un jour le couvercle du poêle s'est brisé en trois morceaux rien qu'en tombant à terre. Cet accident vous apprend assez que tous nos ustensiles en fonte sont plus ou moins cassants, et qu'il suffit d'un choc, d'une chute, pour les mettre en morceaux. Il vous apprend aussi qu'avec la fonte ne peuvent se fabriquer les objets destinés à supporter de grands chocs ou de grands efforts tendant à les casser. Le fer seul possède la résistance réclamée par la plupart de nos outils.

Pour épurer la fonte et la convertir en fer, on la chauffe dans d'autres fourneaux, sous un courant d'air qui brûle ses impuretés; puis on la martèle, encore rouge, avec un bloc de quelques milliers de kilogrammes, qui monte soulevé par une machine et retombe de tout son poids. A chaque coup de ce prodigieux marteau, ce qui n'est pas fer s'échappe de la fonte et ruisselle en sueur de feu.

Après ce martelage, la masse est saisie entre deux cylindres qui tournent en sens inverse, l'un au-dessus de l'autre, à une distance réglée, suivant l'épaisseur de la barre que l'on veut obtenir. Entraîné dans le mouvement des cylindres et aplati par leur indomptable pression, le métal, tout rouge de feu, devient en un clin

d'œil un régulière barre de fer. Des ciseaux reprennent la barre pour la diviser en morceaux d'égale longueur.

— Il y a des ciseaux qui coupent les barres de fer ? ne put s'empêcher de dire Émile frappé de surprise.

— Oui, mon enfant. Dans ces merveilleuses usines où l'industrie déploie toute sa puissance à travailler le fer, il y a des ciseaux qui, sans la moindre apparence d'effort, tranchent net, à chaque coup, une barre de fer, serait-elle grosse comme la jambe. Avec nos ciseaux, nous ne couperions pas plus aisément une paille.

— De tels ciseaux, reprit Émile, ne doivent pas se manœuvrer d'une main.

— Ni des deux à la fois, répondit l'oncle. Une machine les fait mouvoir. Tandis que l'une des mâchoires de ces ciseaux reste immobile sur un appui, l'autre va et revient, tout paisiblement, sans bruit, et tranche, chaque fois qu'elle s'abaisse, la barre de fer qu'un ouvrier lui présente. Je vous apprendrai encore, puisque cela me paraît tant vous intéresser, que dans les usines où l'on travaille les métaux, il y a des rabots pour égaliser les surfaces. Ces rabots, sans apparence d'effort, enlèvent des copeaux de fer, mieux que le rabot du menuisier n'enlève des rubans de bois sur une planche de sapin.

IV

LAMINOIR — FILIÈRE

Pour réduire le fer, ainsi que les autres métaux, en lames, en feuilles plus ou moins minces, on se sert du laminoir. Cette machine se compose de deux cylindres ou

rouleaux d'acier tournant côte à côte en sens inverse. Vers l'une des extrémités, les deux rouleaux sont armés d'engrenages, de manière qu'il suffit de faire tourner l'un pour que le second tourne aussi, mais dans un sens contraire. Suivant la force nécessitée par le travail, le mouvement est obtenu, soit par un homme au moyen d'une manivelle, soit par des chevaux attelés à un manège, soit par une roue qu'une chute d'eau fait mouvoir, soit enfin par une machine à vapeur. Dans les usines où le fer se travaille, les laminoirs sont de puissants rouleaux qui tournent avec une rapidité que l'œil ne peut suivre et bruissent comme un tonnerre. La vapeur les met en branle tous à la fois, seraient-ils au nombre d'une centaine. Malheur à l'étourdi qui se laisserait appréhender par la brutale machine ! Un seul doigt saisi entre les deux rouleaux, le bras suit et après lui le corps. Tout y passe. En un clin d'œil, le laminoir rejette de l'autre côté quelque chose qui n'a pas de nom, une bouillie de chair humaine.

— Voilà, dit Jules, des machines à côté desquelles il ne ferait pas bon être distrait.

— Il suffirait, reprit l'oncle, d'être saisi par un pan de sa blouse pour être aussitôt entraîné et en moins de rien écrasé, sans aucun secours possible. C'est vous dire avec quelle prudence les ouvriers travaillent au laminoir. Ils engagent entre les deux rouleaux, dans le sens de leur mouvement, la barre ou la plaque de fer qu'il s'agit de réduire en lame. Cette barre a été préalablement chauffée pour faciliter le travail. Le laminoir saisit le métal, l'entraîne forcément et l'aplatit. Tout cela est l'affaire d'un instant, à cause de la grande rapidité de la machine. De ce laminoir, la plaque dégrossie est portée à un second, dont les rouleaux sont plus rapprochés l'un de l'autre. Le fer y subit un nouveau passage, qui amoindrit encore son épaisseur en augmentant sa largeur. Au moyen d'autres cylindres, de plus en plus rapprochés,

on finit par obtenir des feuilles aussi minces qu'on le désire. Ainsi s'obtiennent les feuilles de tôle, depuis les plus minces, qui plus tard, blanchies à l'étain, deviennent le fer-blanc, jusqu'à celles qui, épaisses de quelques travers de doigt, servent à la fabrication des chaudières pour les machines à vapeur.

Certains métaux, tels que l'or et l'argent dans les ateliers où se fabrique la monnaie, exigent un travail moins prompt et plus soigné. Alors, au lieu d'une série de laminoirs dont les intervalles vont décroissant, on se sert de deux rouleaux dont la distance mutuelle peut varier et se régler au moyen de vis qui éloignent l'un de l'autre

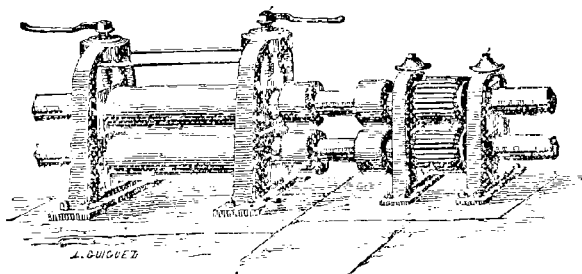


Fig. 3. — Laminoir.

ou rapprochent les deux cylindres. C'est un laminoir de cette espèce que représente la figure. Après un premier passage de la lame métallique, on serre un peu les vis, ce qui rapproche les rouleaux, et l'on engage de nouveau la plaque dans le laminoir. On continue de la sorte, en diminuant chaque fois la distance des deux cylindres, jusqu'à ce que le métal soit devenu aussi mince qu'on le désire.

Tous les métaux ne subissent pas avec la même facilité l'action du laminoir; les uns se gercent, se fendent, s'écrasent même; les autres s'aplatissent régulièrement. Ceux qui se prêtent le mieux à ce travail et donnent les

feuilles les plus minces sont l'or et l'argent. Au second rang sont le cuivre, le plomb et l'étain; au troisième se classent le zinc et le fer. Comparez, par exemple, une feuille de tôle, si mince qu'elle soit, avec une de ces délicates feuilles d'étain qui servent à recouvrir le chocolat; vous verrez combien la première diffère par son épaisseur de la seconde. Cela tient à ce que le fer ne peut être amené, par le laminoir, au même degré de finesse que l'étain.

Les métaux ne se réduisent pas seulement en lames ou feuilles, ils se réduisent aussi en fils. Ce travail se fait au moyen d'un instrument nommé filière. Une filière est une plaque d'acier percée d'un certain nombre de trous de calibre décroissant. Une petite baguette de métal est engagée dans le trou le plus gros, puis saisie par son extrémité et tirée avec force au moyen d'un mécanisme spécial. Pour simplifier, vous pouvez supposer que l'ouvrier saisit avec des tenailles l'extrémité débordant le trou de la filière et qu'il tire à soi. En passant par ce défilé un peu étroit pour elle, la baguette métallique s'amincit et s'allonge d'autant. On l'engage alors dans un trou plus étroit. Le fil devient plus menu et plus long. On continue cette opération, en passant d'un trou de la filière à un autre plus petit, jusqu'à ce que le fil ait acquis la finesse voulue.

Une limite survient toutefois à ce degré de finesse. Quand le fil est trop menu, il ne peut plus supporter l'effort nécessaire pour le faire passer dans le trou de la filière, et l'opération forcément doit s'arrêter, sinon le fil casserait. Pour être réduit en fils déliés, un métal doit donc associer une certaine résistance à la traction et une souplesse de matière qui lui permette de se mouler dans l'orifice de la filière. Le fer est, de tous les métaux, celui qui résiste le plus à la traction, mais il n'a pas la souplesse voulue; aussi n'est-il pas celui qui fournit les fils les plus fins. En tête est le platine. Puis viennent, par

ordre décroissant, l'argent, le fer, le cuivre, l'or, le zinc, l'étain, le plomb.

L'exemple suivant vous montrera à quel degré de finesse peut atteindre un fil de platine, celui de tous les métaux qui se prête le mieux à l'opération de la filière. Pour certaines opérations délicates de l'astronomie, un savant anglais, Wollaston, avait besoin d'un fil d'une ténuité excessive. Pour l'obtenir, une baguette cylindrique d'argent fut percée d'un canal suivant son axe, et dans ce canal on engagea un menu fil de platine. Le tout fut alors passé à la filière jusqu'à ce que la baguette d'argent se trouvât réduite en un fil le plus fin possible. Le filament de platine, occupant le centre, s'était allongé dans la même proportion. Il était si menu au début ! que ne devait-il pas être après l'action de la filière ? Le fil complexe, argent au dehors, platine au centre, était mis dans de l'eau-forte, qui a la propriété de dissoudre le premier métal sans attaquer le second. Après la disparition de l'argent, dissous par l'eau-forte, il restait le seul fil de platine, si menu, qu'il était impossible de l'apercevoir. Pour le distinguer, il fallait le chauffer et le rendre rouge de feu.

— Il était donc plus fin qu'un cheveu ? demanda Jules.

— Bien plus fin qu'un cheveu ; vous allez voir. Le platine est le plus lourd des corps connus. Vous concevez alors combien doit être petite une parcelle de ce métal pesant un centigramme ; en volume, elle est moindre qu'une aile de mouche. Cependant cette parcelle faisait un fil de deux cents mètres de long. A ce compte, le calcul établit qu'une pelote de fil de Wollaston, de la grosseur d'une cerise, mesurerait la longueur d'un bout à l'autre de la France, et qu'une pelote de la grosseur d'une pomme ferait le tour de la Terre entière, qui mesure dix mille lieues.

V

FIL DE FER — CLOUS

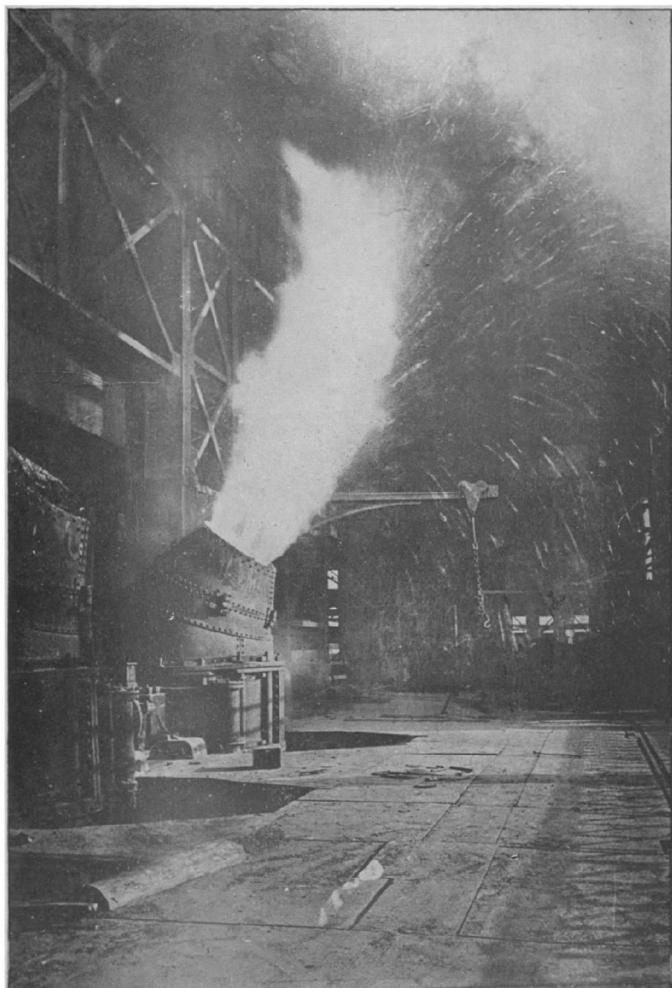
Façonné à la filière, le fer prend le nom de *fil de fer* ou *fil d'archal*. Ce fil est remarquable par sa grande ténacité, c'est-à-dire par sa résistance à la rupture; aucun autre ne l'égale sous ce rapport. Imaginons des substances de toute nature réduites en fils de même longueur et de même grosseur, puis fixons ces fils par une extrémité et suspendons à l'autre un plateau que nous chargerons de poids de plus en plus forts. Lorsque la charge atteindra certaine valeur, plus grande pour tel plateau, plus petite pour tel autre, le fil correspondant se rompra. Eh bien ! le poids le plus faible capable d'amener la rupture est la mesure de la ténacité du fil.

Sous le rapport de la ténacité, les métaux occupent le premier rang; le fer surtout est doué d'une résistance exceptionnelle que je vais faire ressortir par quelques nombres. Un fil de deux millimètres de diamètre supporte, avant de se rompre, un poids de 250 kilogrammes, s'il est en fer. Un fil pareil de cuivre ne supporterait que 137 kilogrammes. La différence, vous le voyez, est déjà grande. Ce n'est rien encore par rapport aux autres métaux usuels. Le fil d'argent de même calibre se rompt sous une charge de 85 kilogrammes; celui d'or, sous une charge de 68 kilogrammes; celui de zinc, sous une charge de 50 kilogrammes. En dernier lieu viennent l'étain et le plomb, dont la rupture est produite au moyen de 16 kilogrammes pour le premier, et de 12 pour le second.

Le fer se trouve donc en tête des corps tenaces, qu'il dépasse tous dans des proportions hors de comparaison. Quelle différence en particulier avec les métaux qui, par

le prix de revient, peuvent à peu près lui être comparés le zinc et le plomb ! Le fer supporte une traction 5 fois plus forte que le zinc, 20 fois plus forte que le plomb. Ce que fait un menu fil de fer de 2 millimètres d'épaisseur, le plomb ne le ferait pas sous forme de tringle du calibre environ du gros doigt. Parmi les applications de cette énorme résistance du fer, je vous citerai les ponts suspendus. Entre deux hauts piliers sont disposés en ligne courbe, d'une rive à l'autre du fleuve, des câbles formés de fils de fer assemblés à côté l'un de l'autre, mais non tordus. Leur nombre est de deux, quatre, six ou davantage, une moitié à droite, l'autre moitié à gauche. De ces câbles descendent verticalement des cordons moindres ou *suspensives*, également en fils de fer, qui soutiennent des poutres transversales. Enfin sur ces poutres est cloué un plancher de bois. Comment ces quelques câbles, gros au plus comme le poignet, peuvent-ils supporter le poids énorme du pont et de sa charge ? La ténacité sans égale du fer nous l'explique. Un câble de 30 fils, chacun du calibre de 3 millimètres, peut soutenir une charge de 30 000 kilogrammes et au delà.

La compression forcée que le fer éprouve en passant à travers les trous de la filière augmente la ténacité, mais aux dépens de la souplesse et de la facilité à se laisser tordre sans rupture. Tel que nous le livre d'habitude le marchand, le fil de fer est d'une raideur fort incommode dans certaines applications ; il garde mal la courbure qu'on veut lui donner, il se refuse à la torsion au moyen des pinces, et casse après quelques tours. Si le fil est destiné à supporter une forte traction, sans être tordu, il faut le laisser en cet état, sous lequel il possède la ténacité la plus grande ; mais s'il doit être employé à un travail qui demande de la souplesse, il importe de lui faire perdre sa cassante roideur. On y parvient par le *recuit*. Recuire le fer, ou tout autre métal, c'est le chauffer au rouge, pour le laisser refroidir avec



Cl. Jacques Boyer.

CONVERTISSEUR BESSEMER : TRANSFORMATION DE LA FONTE EN ACIER.

lenteur. Sous l'influence de la chaleur, suivie d'un refroidissement lent, le fer acquiert une flexibilité suffisante pour se laisser tordre et travailler sans risque de rupture, mais il perd en même temps un peu de sa résistance à la traction.

La plupart des métaux, passés au laminoir ou à la filière, se comportent comme le fer, c'est-à-dire deviennent plus durs et moins souples. Ce nouvel état se nomme *écrouissage*. Par delà certaines limites, l'écrouissage devient trop fort et le métal se gerce, se déchire, si l'on veut continuer le passage soit à la filière, soit au laminoir. On lui rend sa souplesse première par le *recuit*; et, cela fait, l'opération peut se continuer. Le fer, par exemple, lorsqu'on l'amincit en feuilles de tôle ou qu'on l'étire en fils, doit être recuit à diverses reprises pour détruire l'effet de l'écrouissage qui arrêterait le travail en déchirant le métal.

Au nombre des plus importantes applications du fil de fer se trouve la fabrication des clous, dits *pointes de Paris*, dont la tige est ronde et la tête plate. Ce sont les clous dont l'usage est le plus général aujourd'hui. On coupe le fil de fer, dont la grosseur est égale à celle des clous que l'on veut obtenir, en tronçons d'un demi-mètre à un mètre de longueur. Ces tronçons sont dressés et appointés, après quoi l'ouvrier détache, sur une longueur convenable, le bout façonné. Un nouvel appointage a lieu, suivi d'une nouvelle section; et ainsi de suite jusqu'à ce que les tronçons de fil de fer soient épuisés. Les fragments obtenus par ce premier travail sont des clous imparfaits. Ils ont une pointe, mais n'ont pas encore de tête. Pour façonner les têtes, on pince les clous entre les deux mâchoires d'une sorte d'étau en laissant un peu déborder les tiges. D'un coup de marteau, la partie qui déborde est aplatie en tête. Le travail à la main, tel que je viens de vous le décrire, serait long et coûteux. On le remplace par le travail de machines qui saisissent le fil de fer qu'un ouvrier leur présente, le découpent de telle longueur que l'on veut et du même coup façonnent la tête

et la pointe. En un instant, le fil de fer tombe de la machine en une pluie de clous. L'opération est si prompte et entraîne si peu de frais, que les pointes de Paris ne coûtent guère plus cher que le fil de fer d'où elles proviennent.

D'autres clous, dont le point de départ n'est pas le fil de fer, se fabriquent à la forge et se nomment pour ce motif *clous forgés*. Dans un vaste atelier sont disposées de nombreuses petites forges, où chaque ouvrier chauffe à part un certain nombre de baguettes de fer. L'une de ces baguettes, rouge au degré convenable, est façonnée en pointe sur une enclume, à coups de marteau. C'est l'affaire d'un instant. L'extrémité façonnée est alors détachée d'un coup de tranchet ou ciseau, mais non entièrement, afin que l'ouvrier, tenant à la main la partie froide de la baguette de fer, puisse placer le clou dans la *clouière*. On appelle ainsi un moule de fer dans lequel s'engage la tige du clou. Cela fait, appuyant tour à tour et vivement de droite et de gauche, l'ouvrier achève de détacher le clou, rouge encore, de la verge dont le tranchet l'avait déjà en grande partie séparé. En quelques coups de marteau, la tête est enfin façonnée, et le clou, heurté par la pointe avec la verge de fer, sort de la clouière et tombe, brûlant encore, sur le tas déjà fabriqué. La verge est aussitôt remise au feu, et l'ouvrier en prend une autre qui s'est chauffée pendant le travail précédent. Entre des mains habiles, la façon d'un clou est si rapide, qu'une minute suffit pour la fabrication de 15 à 20

VI

L'ACIER

Aux précieuses qualités du fer, l'homme sait, par son art, en ajouter d'autres non moins importantes. Ce métal supporte très-bien le choc sans s'écraser, il résiste aux violents efforts sans se rompre; mais il n'a pas une dureté suffisante pour la plupart de nos outils destinés à couper, tailler, scier, limer. Il ne convient ni pour le couteau, le canif, le rasoir, ni pour la hache, la scie, la faux et tous les instruments analogues, car il fléchit et s'émousse trop facilement. On lui communique la dureté par la conversion en acier et la trempe. Occupons-nous aujourd'hui de la fabrication de l'acier.

L'acier n'est autre chose que du fer combiné avec une très-faible proportion de charbon, de 1 à 2 centièmes environ du poids total. L'association intime des deux substances peut s'obtenir de diverses manières. Et d'abord, telle qu'elle coule des hauts-fourneaux, la fonte contient du charbon en abondance. Pour la ramener à l'état d'acier, il suffit de lui enlever l'excès de ce charbon. A cet effet, la fonte est mise en fusion dans des fourneaux sous un courant d'air qui brûle peu à peu la matière charbonneuse. On laisse ce travail se continuer, en remuant constamment la fonte liquide, jusqu'à ce que le charbon soit réduit à la proportion convenable. Le résultat se nomme *fer aciéreux* ou *acier de forge*. C'est un acier de qualité inférieure, avec lequel se fabriquent les ressorts pour voitures, les faux, les socs de charrue et autres instruments d'agriculture.

L'acier de *cémentation* s'obtient en chauffant de l'ex-

cellent fer au milieu de charbon en poudre dans des caisses de briques réfractaires, c'est-à-dire pouvant supporter une forte chaleur sans se fondre. On met au fond de la caisse une couche bien tassée de *cément* ou poudre de charbon. Sur cette couche, on range un lit de barres de fer, que l'on recouvre de *cément*. Celui-ci reçoit à son tour un nouveau lit de barres de fer; et l'on continue ainsi jusqu'à ce que la caisse soit pleine. Enfin on

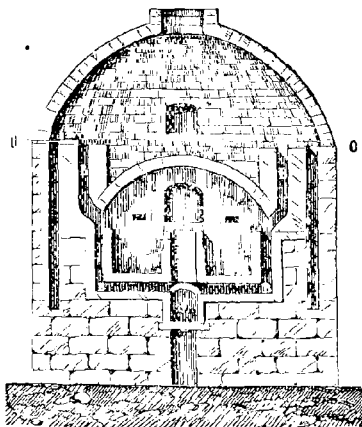


Fig. 4. — Fourneau de cémentation. — CC, caisses contenant le fer et la poussière de charbon; BB, canaux dans lesquels circule la flamme; EE, registres pour régler le courant de la flamme; B'B', ouvertures pour retirer les barres d'essai.

chauffe dans un fourneau spécial pendant seize à vingt jours. Dans cette opération, les barres de fer ne peuvent s'aciérer d'une façon uniforme, puisque le charbon les pénètre de proche en proche à partir de la surface. L'extérieur, en contact direct avec le *cément*, est déjà devenu de l'acier tandis que l'intérieur est encore du fer ordinaire.

A cause de son irrégularité de composition, l'acier brut ainsi obtenu ne peut servir que pour des objets grossiers, par exemple pour des ressorts de voitures. On l'améliore au moyen du *corroyage*, qui mélange un peu la matière et distribue le charbon d'une façon plus égale.

A cet effet, on assemble plusieurs barres d'acier brut, qu'on assortit en alternant celles qui sont très-aciérées avec celles qui le sont moins. On chauffe le tout au rouge et on le martèle en une seule barre. Celle-ci est ensuite

cassée en divers fragments que l'on assemble encore pour les faire rougir et les forger une seconde fois en une barre unique. Cette opération, répétée autant de fois qu'il est convenable, finit par donner un acier où le ciment est assez bien réparti. L'acier *corroyé* est susceptible d'un beau poli, et peut servir à la fabrication des objets de quincaillerie. Cependant il n'est pas encore doué d'une parfaite uniformité et de la structure fine que réclament les instruments à tranchant délié.

C'est par la fusion que l'on parvient à distribuer uniformément le charbon dans toute la masse. Dans des pots nommés *creusets*, capables de résister à la chaleur la plus violente, on met des barreaux d'acier brut cassés en fragments, et l'on chauffe la matière au feu d'un fourneau d'une extrême ardeur. L'acier se fond et se perfectionne par le mélange intime du charbon et du fer. On le coule alors

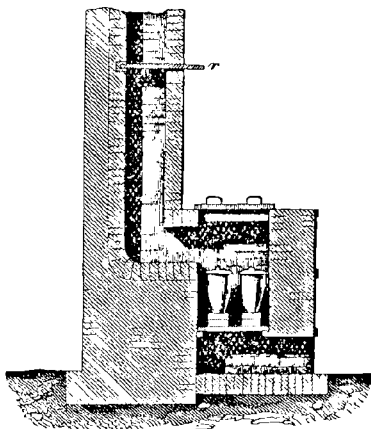


Fig. 5. — Fourneau pour la fonte de l'acier.

dans des moules nommés *lingotières*, où il prend la forme de courtes barres ou *lingots*. L'acier fondu est d'une composition très-uniforme, d'une structure très-fine. Il est consacré aux ouvrages les plus délicats de la coutellerie. Le plus estimé est celui que l'on fabrique aux Indes et qui porte le nom d'*acier Wootz*.

Tel qu'il est produit par l'une ou l'autre des opérations dont je viens de vous donner rapidement une idée, l'acier n'est pas plus dur que le fer ordinaire ; il acquiert

sa dureté par la *trempe*, qui sera le sujet de notre prochaine causerie.

VII

LA TREMPE

Tremper l'acier, c'est le chauffer, puis le refroidir brusquement en le plongeant dans de l'eau froide. Plus la température est élevée et le refroidissement brusque, plus l'acier devient dur. Avant cette singulière opération, il différerait à peine du fer sous le rapport de la dureté; après la trempe, il est si dur, qu'il peut raboter le fer lui-même.

L'amélioration du fer destiné aux outils s'obtient ainsi en deux opérations distinctes. Dans la première, le fer devient acier en se pénétrant d'une très-petite quantité de charbon; dans la seconde, ou la trempe, la dureté se développe par un brusque passage de la chaleur au froid.

— Ne pourrait-on pas, demanda Jules, donner directement au fer la dureté par la trempe, sans le convertir d'abord en acier en le chauffant dans de la poussière de charbon?

— Non, mon ami. Le fer pur chauffé autant qu'on le voudra, puis plongé dans l'eau froide, n'acquiert aucune nouvelle propriété. Il est après ce qu'il était avant, ni plus dur ni moins dur. L'acier seul a la remarquable propriété de durcir par la trempe. Sans l'action préalable du charbon, on n'arriverait donc à rien de satisfaisant.

— Celui qui le premier essaya la poussière de charbon et l'eau froide dans l'espoir d'améliorer le fer eut, je l'avoue, une inspiration dont je ne me rends pas

compte. Que peuvent faire là le charbon et le brusque refroidissement? Je m'y perds.

— Le charbon s'unissant au fer produit l'acier; le refroidissement soudain développe la dureté; voilà tout ce que l'on sait sans pouvoir l'expliquer.

Je dois maintenant vous dire que la trempe ne se borne pas à rendre l'acier dur; elle le rend en même temps très-fragile, et d'autant plus que le métal a été chauffé plus fortement et refroidi plus vite. L'acier bien trempé est très-dur; mais, par une fâcheuse compensation, il est aussi très-cassant. Certains instruments de chirurgie, les lancettes et autres, qui exigent une forte trempe pour acquérir un tranchant supérieur à celui de nos instruments ordinaires, se brisent avec la facilité du verre. A un moindre degré, nos couteaux, nos canifs ont un pareil inconvénient : par un choc, un effort en travers, leurs lames cassent.

— J'ai perdu de cette manière, dit Jules, une des lames de mon beau canif. Il me semble cependant que l'acier ne devrait point casser, puisqu'il est si dur.

— Vous serez d'un autre avis, si vous voulez bien m'écouter encore un peu. La dureté est le degré de résistance qu'un corps oppose à être entamé, rayé, usé par un autre. De deux corps frottés l'un contre l'autre, le plus dur est celui qui entame; le moins dur est celui qui est entamé. L'acier, qui rabote, lime le fer, est plus dur que le fer. Mais le verre est plus dur que l'acier, car il l'entame sans être entamé par lui. Avec un morceau de verre, vous pouvez rayer la lame d'un canif; avec la lame d'un canif, vous ne pourrez pas rayer le verre. Le diamant, à son tour, est plus dur que le verre, puisqu'il raye le verre et que celui-ci ne peut le rayer. Du reste, le diamant est le plus dur de tous les corps connus : il raye tous les corps, il n'est rayé par aucun. Les vitriers mettent à profit cette extrême dureté : ils découpent leurs carreaux de vitre avec une pointe de diamant, enchâssée

dans la tête d'un petit outil. Vous avez vu faire ce curieux travail lorsque le vitrier est venu mettre des carreaux à nos fenêtres.

Émile raconta à l'oncle son étonnement lorsque, pour la première fois, il vit couper le verre. L'outil du vitrier, disait-il, glisse le long de la règle avec un petit bruit aigre ; puis, sous un léger effort, la lame de verre casse net suivant le sillon labouré par la pointe de diamant.

Jules ajouta que, d'après le vitrier, un diamant placé sur une enclume et frappé à coups de marteau supporterait le choc sans casser et pénétrerait dans le fer de l'enclume, tant il est dur.

— C'est une grossière erreur, répondit l'oncle. Le diamant se brise comme verre, et celui-là serait bien mal avisé qui soumettrait la précieuse pierre à l'épreuve du marteau. Au premier choc, il n'aurait qu'un peu de poussière, désormais sans valeur. Vous voyez donc que la dureté et la fragilité sont fréquemment réunies. L'acier est très-dur, le verre est plus dur encore, le diamant est la plus dure des matières ; tous les trois néanmoins sont fragiles.

— Mais alors, demandèrent les enfants, comment travaille-t-on l'acier sur l'enclume pour le façonner ? Les coups de marteau devraient le casser.

— L'acier résiste au marteau aussi bien que le fer, tant qu'il n'est pas trempé ; ce n'est qu'après la trempe qu'il est dur et fragile. On façonne donc nos instruments avec de l'acier non trempé, qui peut être battu, forgé au marteau sans danger aucun de casser. Quand le travail de la forge est fini, quand l'instrument est fait, arrive en dernier lieu la trempe. Désormais l'acier est dur, mais il est aussi cassant et ne supporterait plus le marteau.

— Si l'instrument est défectueux, il n'est plus alors possible de le retoucher ?

— On peut fort bien le retoucher, le marteler de nouveau tant qu'on voudra : il suffit de *détremper* d'abord le

métal. Pour détremper l'acier, on le fait rougir au feu, et, au lieu de le plonger après dans de l'eau froide, on le laisse se refroidir tout seul, fort lentement. Par ce refroidissement lent, l'acier redevient ce qu'il était avant la trempe, c'est-à-dire qu'il cesse d'être fragile et dur.

L'alternative des deux états, dur et fragile, ou bien non dur et non fragile, peut être répétée aussi souvent qu'on le désire. Chaque refroidissement brusque amène la dureté et sa compagne la fragilité ; chaque refroidissement lent restitue à l'acier des propriétés inverses. Faites rougir au feu, puis laissez refroidir lentement la lame d'un couteau : la lame ne coupera plus et fléchira sans casser ; elle sera détrempée. Faites-la rougir une seconde fois pour la plonger après dans de l'eau froide : la lame coupera de nouveau et cassera si l'on cherche à la courber ; elle sera trempée. Tels sont les effets opposés de la trempe et de la détrempe.

La trempe de l'acier doit varier suivant le degré de dureté qu'on désire obtenir, et, par conséquent, suivant la nature des instruments que l'on veut fabriquer. On arrive au résultat voulu par deux moyens. Le plus direct, mais aussi le plus difficile dans son emploi, à cause des incertitudes et des tâtonnements de l'opération, consiste à chauffer l'acier à une température convenable, puis à le plonger dans un bain refroidissant dont les effets soient en rapport avec le degré de trempe que l'on désire obtenir. Le second moyen, d'une application plus sûre et plus facile, consiste à donner d'abord à l'acier une trempe très-forte, et à le détremper plus ou moins ensuite, de manière à détruire en partie les effets de la première opération. Dans ce but, on recuit, c'est-à-dire on réchauffe l'acier, tantôt plus, tantôt moins, suivant la nature des instruments fabriqués. L'ouvrier est guidé dans ce travail par les diverses nuances que prend l'acier à mesure que sa température s'élève, depuis le jaune jusqu'au vert en passant par l'orangé, le violet et le bleu.

Pour la coutellerie fine, rasoirs et canifs, on recuit au jaune paille; pour les ressorts de montre et de pendule, du violet au bleu; pour les scies, au bleu foncé.

VIII

LES AIGUILLES

Considérez une des plus fines aiguilles du tailleur et de la couturière; examinez-en la pointe acérée, l'œil tellement petit, qu'on le voit à grand'peine; enfin le poli, le brillant. Dites-moi si le mignon outil, si parfait dans sa petitesse, ne semblerait pas exiger, pour être fabriqué, les doigts surhumains d'une fée plutôt que les lourdes mains de l'homme. Ce sont cependant de robustes ouvriers, aux doigts noueux, noircis à la forge et couverts des nobles durillons de la fatigue, qui font ce travail délicat entre tous. Et combien se mettent-ils à l'œuvre pour obtenir une aiguille, une seule? Pour la fabrication d'une aiguille, il faut le concours de cent vingt ouvriers, qui tous ont leur travail spécial. Néanmoins le prix moyen d'une aiguille est d'un centime environ.

Le métal des aiguilles est de l'acier réduit en fils par le passage à la filière. Ces fils sont assemblés plusieurs ensemble et coupés avec des cisailles en tronçons de deux fois la longueur d'une aiguille. Les tronçons sont appointés aux deux bouts, d'abord sur une meule de grès pareille à celle des rémouleurs, puis sur une meule de bois que l'on couvre d'une mince couche d'huile et d'une poussière très-dure et très-fine nommée *émeri*. Sur la première meule, la pointe se dégrossit; sur la seconde, elle acquiert sa perfection.

Les tronçons appointés aux deux extrémités sont coupés en deux parties égales, dont chacune doit faire une aiguille. L'ouvrier prend alors entre les doigts quatre ou cinq de ces aiguilles imparfaites, les étale en éventail et les applique par le gros bout sur une petite enclume; puis, d'un léger coup de marteau, il aplatit un peu la tête de chacune. C'est dans ce bout aplati que doit être ouvert plus tard le *chas* ou trou de l'aiguille.

Si vous observez avec attention une aiguille, vous reconnaîtrez que la tête n'est pas seulement aplatie, mais qu'elle est creusée, en outre, sur chaque face, d'une légère gouttière ou cannelure servant à maintenir le fil. Pour obtenir cette double gouttière, l'ouvrier place à tour de rôle chaque aiguille entre deux petites dents d'acier, qui, mues par une machine, se rapprochent et s'éloignent tour à tour l'une de l'autre, comme deux imperceptibles mâchoires. Mordue fortement par les deux dents qui se rapprochent, la tête de l'aiguille se creuse d'une cannelure sur chaque face.

Il s'agit maintenant de percer le trou, opération d'une délicatesse sans égale. Deux ouvriers y mettent la main, chacun muni d'un poinçon en acier dont la finesse est en rapport avec le trou qu'il faut percer. Le premier applique la tête de l'aiguille sur un bloc de plomb; il place la pointe de son instrument dans la cannelure d'une face, et, frappant un coup de marteau sur la tête du poinçon, il obtient ainsi, non un trou complet, mais une simple fossette. L'aiguille, aussitôt retournée, reçoit une pareille fossette sur la seconde face. L'autre ouvrier reprend les aiguilles, et, à l'aide de son poinçon, enlève le petit morceau de métal qui sépare les deux fossettes. Voilà l'œil complètement ouvert.

Aucun travail peut-être ne demande une sûreté de main, une précision de vue comme le percement du chas d'une aiguille. Celui-là certes n'a pas les doigts tremblants et le regard obtus qui peut, sans hésitation,

appliquer sa pointe d'acier sur la fine tête d'une aiguille, donner d'aplomb son coup de marteau et ouvrir l'imperceptible orifice, que les yeux du tailleur ont de la peine à trouver quand il veut enfiler son aiguille de fil.

— Il y a, dit Jules, des aiguilles si menues, que je ne comprends pas vraiment qu'on puisse venir à bout de leur ouvrir un œil d'un coup de poinçon.

— Cet incompréhensible travail, continua l'oncle, se fait surtout par des enfants d'une étonnante adresse. Il y en a d'assez habiles pour ouvrir prestement, d'un coup de poinçon, un trou dans un cheveu, et, dans ce trou, enfiler un second cheveu.

— Le trou de l'aiguille, si difficile pourtant, n'est donc qu'un jeu pour eux ?

— Un jeu, en effet, tant ils y vont avec promptitude et dextérité. Un autre genre d'habileté ne vous étonnerait pas moins de leur part. Pour faciliter le travail, toutes les aiguilles doivent se présenter dans le même sens ; mais comme, en passant d'une opération à l'autre, d'un ouvrier à l'autre, elles sont plus ou moins dérangées, il faut d'abord les remettre en ordre, toutes les pointes d'un côté, toutes les têtes de l'autre. Pour nous, il n'y aurait pas d'autre moyen que de les assembler une à une ; pour eux, ce minutieux travail est l'affaire d'un instant. Ils prennent une poignée d'aiguilles en désordre ; ils les secouent dans le creux de la main, et cela suffit : l'ordre est rétabli, les têtes sont ensemble, les pointes sont ensemble.

Jusqu'ici l'acier des aiguilles n'est pas trempé, ce qui permet de le travailler au marteau, au poinçon, sans crainte de le casser. Maintenant il faut procéder à la trempe, qui doit donner à l'acier sa dureté et sa puissance de pénétration à travers les tissus. A cet effet, les aiguilles sont rangées sur une plaque de tôle que l'on pose sur des charbons ardents. Quand elles sont suffisamment chaudes, on les fait tomber brusquement dans

un baquet d'eau froide. Alors apparaissent la dureté de l'acier et sa compagne la fragilité.

Pour être terminées, les aiguilles doivent encore acquérir le poli et le brillant. Au nombre de quinze à vingt mille, elles sont distribuées par petits paquets égaux, arrosées d'huile et d'émeri, et enfermées dans des enveloppes de grosse toile nouées aux deux bouts. Ces paquets ronds, ces rouleaux, sont mis à côté l'un de l'autre sur une grande table et recouverts d'un plateau chargé de poids. Des ouvriers ou les rouages d'une machine font aller et venir le plateau sur la table, sans discontinuer, pendant une paire de jours. Dans ce mouvement de va-et-vient, les paquets, entraînés par le plateau, roulent sur eux-mêmes, et les aiguilles, frottant l'une contre l'autre, se polissent mutuellement par l'effet de l'émeri dont elles sont poudrées.

En sortant de la machine à polir, les aiguilles sont souillées de crasse formée par l'huile et les parcelles d'acier détachées; on les nettoie dans une lessive d'eau chaude et de savon. Il ne reste qu'à les bien sécher, à mettre de côté celles que la rude opération du polissage a cassées, et enfin à plier dans du papier, par paquets de cent, celles qui n'ont rien de défectueux. Les aiguilles les plus renommées viennent de l'Angleterre; on en fabrique aussi en France, à l'Aigle, dans le département de l'Orne.

IX

PLUMES MÉTALLIQUES — LIMES

Pour tracer des caractères avec de l'encre, pour écrire, les anciens se servaient de petits roseaux conve-

nablement faillés. Cet usage s'est conservé jusqu'à nos jours en Orient; les Arabes tracent avec un roseau, qu'ils appellent *calam*, leur écriture dirigée en sens inverse de la nôtre : de droite à gauche, au lieu de gauche à droite. Les Chinois et les Japonais ont une méthode qui leur est particulière : ils écrivent avec un pinceau qu'ils trempent dans une liqueur noire obtenue en délayant, dans un godet de porcelaine, à mesure que besoin en est, un bâton de ce que nous appelons encre de Chine.

— Mais ce godet de porcelaine, fit Jules, ce bâton d'encre de Chine, ce pinceau, c'est précisément ce qu'il faut pour le lavis d'un dessin.

— Aussi ce qu'écrivent les Chinois avec leur pinceau est bien plutôt une suite de dessins qu'une suite de lettres. Leur langue écrite n'a pas d'alphabet, n'a pas de lettres se combinant entre elles pour signifier telle ou telle autre chose d'après leur arrangement. Chaque chose, chaque idée est représentée par un signe particulier formé d'un assemblage bizarre de traits entre-croisés. L'écriture chinoise a donc autant de signes, tous fort compliqués, que la parole a de mots. c'est-à-dire des mille et des mille. Pour posséder à fond pareille écriture, la vie d'un homme suffit à peine. Vous voyez alors de quel immense avantage est notre alphabet, dont les vingt-quatre lettres, apprises en quelques séances, sont aptes, malgré leur petit nombre, à signifier, par leurs combinaisons, tout ce qui vient à l'esprit. Et puis, quelle simplicité de tracé pour ces lettres, au lieu des dessins embrouillés que le Chinois fait péniblement avec son pinceau !

— Je ne voudrais, dit Émile, ni du pinceau des Chinois ni du roseau des Arabes pour faire ma page d'écriture. On ne doit pas pouvoir obtenir des traits déliés avec de pareils objets. La plume est de beaucoup préférable.

— Elle est tellement préférable, que, depuis bien des siècles, la plume a chez nous remplacé le roseau. On s'est longtemps servi et l'on se sert encore, pour l'écriture, de plumes d'oie, qui par leur grosseur conviennent très-bien aux doigts, et se prêtent aisément, par leur fermeté jointe à la souplesse, au tracé rapide des caractères. Une petite préparation est nécessaire aux plumes telles que l'oiseau les fournit. Pour les débarrasser de la matière grasse qui les imprègne et s'opposerait au facile écoulement de l'encre, on les passe dans une couche de cendres chaudes et on les râcle légèrement. Désormais elles sont bonnes pour l'écriture.

La plume naturelle, la plume d'oie, a un défaut : il faut la tailler et la retoucher de temps à autre, ce qui prend du temps et ne trouve pas toujours d'ailleurs des mains bien exercées dans le maniement du canif. Cet inconvénient disparaît avec la plume artificielle, la plume métallique, d'un usage général aujourd'hui. L'invention des plumes de métal est due aux Danois. Au commencement de ce siècle, en 1807, la première fabrique fut établie à Paris par un artiste habile, Bouvier.

Voici en quelques mots comment s'obtiennent aujourd'hui ces plumes. — Le métal employé est de l'excellent acier, le seul des métaux qui, par son bas prix et sa souplesse élastique, convienne à cette fabrication. L'acier est d'abord réduit au laminoir en lames de l'épaisseur que doit avoir la plume, puis découpé en rubans. Il s'agit maintenant de diviser ces rubans en menus morceaux ayant chacun la forme d'une plume aplatie. C'est ce que l'on fait avec le *découpoir*. Figurez-vous une tige à vis s'engageant dans un écrou ; son extrémité supérieure est armée d'une petite barre transversale portant à l'un et l'autre bout une boule métallique dont le poids sert à donner de la force et de l'élan ; son extrémité inférieure porte une arête tranchante d'acier trempé façonnée comme le contour d'une plume. Voilà l'outil à

découper. De sa main gauche, une ouvrière engage peu à peu le ruban d'acier sous le découpoir, tandis que de sa main droite elle fait mouvoir la barre transversale armée de boules. La vis descend dans son écrou, l'arête d'acier atteint le ruban et tranche net le morceau. Ce travail est si prestement fait, qu'en une minute trois cents plumes sont découpées.

Un ouvrier prend ces plumes informes, et, avec un outil semblable au découpoir, y ouvre des trous et y trace des dessins variables au gré du fabricant. D'autres mains pratiquent les fentes latérales propres à donner plus de souplesse au bec d'acier; d'autres encore fendent le bec suivant le milieu pour l'écoulement de l'encre; d'autres enfin courbent la plume en un demi-canal. Arrive maintenant le travail de retouche pour la perfection des détails. Les uns arrondissent les pointes sur une pierre à repasser, les autres adoucissent les arêtes trop vives avec des limes très-fines, ou bien polissent les plumes en les roulant en paquets avec de l'émeri. Le travail se termine par la trempe de l'acier.

— Je m'aperçois, fit Jules, que la fabrication d'une plume métallique est chose tout aussi délicate que celle d'une aiguille, et demande également le concours de nombreuses mains.

— Un travail plus minutieux encore est celui des limes. Vous avez vu, chez le serrurier, avec quelle facilité les limes entament le fer et le font tomber en une poussière appelée limaille. Ce pouvoir d'attaquer le fer, elles le doivent à l'extrême dureté de l'acier qui les compose et aux vives arêtes dont elles sont hérissées. Eh bien, ces arêtes si nombreuses, si régulièrement rangées à côté l'une de l'autre, parfois en deux séries qui se croisent, s'obtiennent une à une au moyen d'un poinçon avec lequel l'ouvrier laboure la surface de la lime avant qu'elle soit trempée. Portez votre attention sur une lime fine, et vous admirerez avec moi la patience et la sûreté

de main nécessaires pour graver sur l'acier d'innombrables sillons d'une régularité parfaite. Quand ce délicat travail est fini, la lime est soumise à une forte trempe, qui lui communique une dureté excessive, mais du même coup la rend très-fragile.

X

ÉTAIN — ÉTAMAGE — FER-BLANC

Les principales mines d'étain sont dans le comté de Cornouailles en Angleterre, en Saxe et en Bohême, enfin aux Indes, dans la presque île de Malacca et l'île de Banca. Le minerai est une matière brune ou blanchâtre, qui, chauffée avec du charbon, cède très-facilement le métal; aussi l'étain est-il connu depuis fort longtemps et bien avant le fer, dont l'extraction exige une industrie très-avancée. L'étain est d'un blanc argentin, dépourvu de sonorité et flexible. Par le battage, il peut se réduire en feuilles très-minces. On l'emploie surtout pour recouvrir d'autres métaux, le fer et le cuivre principalement, et les empêcher ainsi de se rouiller.

La rouille a d'abord l'inconvénient d'enlaidir les métaux, qui perdent leur brillant et leur poli; mais elle en a parfois un second bien plus grave. Il y a des rouilles inoffensives, qui pourraient se trouver mélangées sans danger aucun avec nos aliments: telle est la rouille de fer. Au contraire, la rouille du cuivre et celle du plomb sont des poisons atroces. Si, par malheur, ces rouilles venaient à se trouver dans nos aliments, nous pourrions en mourir, ou pour le moins nous éprouverions de bien cruelles souffrances.

On préserve les métaux de la rouille par l'étamage. Étamer un métal, c'est le recouvrir d'une mince couche d'étain. Pour bien vous rendre compte du rôle de l'étamage, ne perdez pas de vue que la rouille ne se développe qu'en présence de l'air. En outre, diverses substances la favorisent : telle est l'eau, et tels sont encore le vinaigre, la graisse, l'huile, le jus de nos fruits et de nos légumes. Presque toutes nos préparations de cuisine sont aptes, par leur contact, à faire rouiller le fer et le cuivre, les deux métaux les plus usités pour ustensiles culinaires.

Pour prévenir la formation de la rouille, que faut-il donc faire ? La réponse est évidente : il faut empêcher le contact de nos aliments et de l'air avec le métal susceptible de s'altérer. Si ce contact n'a jamais lieu nulle part, jamais la rouille n'apparaîtra, puisque les causes de sa formation ne pourront plus agir. Nous sommes ainsi conduits à recouvrir le métal altérable d'un autre qui le protège. Ce dernier doit remplir deux conditions essentielles : il faut que la rouille ne l'attaque pas lui-même, ou du moins ne l'attaque qu'avec difficulté, sinon un mal serait remplacé par un autre ; il faut enfin que les aliments ne puissent contracter avec lui des propriétés malfaisantes.

Cette double condition, bien peu de métaux la remplissent. Il y a l'or et l'argent, d'un prix trop élevé pour servir à de vulgaires usages ; il y a enfin l'étain. Ce dernier métal s'altère difficilement ; sa rouille, si elle vient à se former, est en très-petite quantité, et n'a pas d'ailleurs de propriétés vénéneuses. C'est donc avec l'étain que s'obtient l'enduit métallique au moyen duquel les ustensiles de fer et de cuivre sont préservés de la rouille.

— Il serait bien plus simple, dit Émile, de faire ces ustensiles entièrement en étain, et de laisser le cuivre et le fer.

— Un grave inconvénient s'y oppose, répliqua l'oncle ; l'étain entre facilement en fusion ; une casserole de ce métal ne résisterait pas cinq minutes à la chaleur de quelques charbons allumés. Que deviendraient les au-

ments dans un ustensile qui se fondrait sur le fourneau avec la même facilité que vos regrettés soldats de plomb, alignés par mégarde sur le poêle ?

— C'est vrai : l'étain seul ne peut faire, puisqu'il fond si vite.

— L'étain seul ne convient pas davantage à cause de son manque de solidité. Il fléchit sous un faible effort, il se déforme pour un coup reçu. Deux métaux sont à la fois nécessaires : il faut le fer ou le cuivre pour résister à la chaleur et au choc ; il faut l'étain pour empêcher la rouille.

Cependant, si l'ustensile ne doit pas aller sur le fourneau, rien n'empêche de le faire en étain seul. Quelques-unes de nos lampes sont en étain. Il n'y a pas longtemps, dans la campagne, la vaisselle de luxe était en étain ; assiettes, plats, soupières, reluisaient comme de l'argent sur les rayons de la cuisine et faisaient l'orgueil de la ménagère. Nos mesures pour le vin, l'huile, le vinaigre, sont en étain. L'emploi de ce métal, de préférence à tout autre pour les ustensiles qui doivent être en contact avec nos aliments, a pour cause sa parfaite innocuité. L'étain se conserve net et brillant ; qualité plus précieuse encore, il ne communique pas de propriétés malfaisantes aux substances en contact avec lui. C'est avec des feuilles d'étain que l'on enveloppe, pour les préserver de l'humidité et de l'air, les saucissons, le chocolat, le thé.

La rouille de fer est inoffensive, je dirai même salubre quand elle n'est pas en trop grande quantité. Aux enfants qui manquent de vigueur, on fait boire de l'eau imprégnée d'un peu de rouille de fer au moyen de quelques clous séjournant dans la carafe. Il n'y a donc pas à se préoccuper de l'altération du fer sous le rapport de la santé ; cependant on étame ce métal pour l'empêcher de se couvrir de laides taches de rouille et pour lui donner durée plus longue, aspect plus propre.

Le fer étamé se nomme *fer-blanc*. On l'obtient en plon-

geant dans un bain d'étain fondu de minces lames de fer appelées feuilles de tôle. On commence par bien nettoyer la tôle avec du sable fin, puis on la plonge dans de la graisse fondue et enfin dans un bain d'étain fondu, recouvert lui-même de graisse. Le rôle de la graisse est de mettre le fer et l'étain à l'abri de l'air, qui pourrait les rouiller et empêcher ainsi leur adhérence. Au sortir du bain métallique, la feuille est lavée, brossée et nettoyée avec du son. Les feuilles de fer étamé, légères et solides à la fois, brillantes et inaltérables sous leur enduit d'étain, servent à la fabrication d'une foule d'ustensiles réunissant les mérites du bas prix et de la propreté.

XI

CUIVRE — VERT-DE-GRIS — BRONZE

Le minerai de cuivre le plus fréquent est la *pyrite cuivreuse*, contenant à la fois du cuivre, du fer et du soufre. C'est une matière d'un superbe jaune doré, mais n'ayant rien des qualités métalliques, malgré son vif éclat, car elle se brise et se réduit en poudre sous le marteau comme le ferait une pierre ordinaire. Les principaux gisements se trouvent en Angleterre, en Russie, en Autriche, en Suède. Pares opérations assez difficiles, où la chaleur remplit le principal rôle, on parvient à brûler le soufre et à séparer le cuivre du fer. Parfois, mais bien rarement aujourd'hui, le cuivre se trouve seul, pur de tout mélange, prêt à être employé. On cite des amas considérables de ce métal sur les rives du lac Supérieur, aux États-Unis de l'Amérique du Nord.

Dans ce gisement, il s'est rencontré des masses de cuivre pur pesant de 20 000 à 50 000 kilogrammes. On parle d'un bloc mesurant 30 mètres environ de longueur, sur 7 à 9 mètres de largeur et 2 mètres d'épaisseur. Mais ce sont là des exceptions fort rares ; l'habituelle origine du cuivre est la pyrite cuivreuse.

Avec le cuivre, si remarquable par sa belle couleur rouge, se fabriquent des vases de toute forme, de tout usage, notamment des chaudrons. Le travail se fait uniquement au marteau. Au sortir du fourneau de fusion, le bloc de cuivre est mis sous le *martinet*, sorte de marteau d'un poids énorme, mis en mouvement par une roue que l'eau fait tourner. Par le choc longtemps répété de la pesante masse, le bloc de métal s'amincit peu à peu et se creuse en un bassin grossier. Le chaudronnier continue le travail. Il prend le bassin informe, et, à petits coups de marteau, il le façonne sur l'enclume et lui donne forme régulière.

— Voilà pourquoi, dit Émile, les chaudronniers tapent tout le jour avec leurs marteaux. Je m'étais souvent demandé, en passant devant leurs ateliers, pourquoi ils font tant de bruit, frappant, frappant toujours sans se lasser. Ils amincissent le cuivre dégrossi par le *martinet*; ils le façonnent en casseroles et en chaudrons.

— Les ustensiles de cuivre doivent être de notre part l'objet d'une surveillance attentive, à cause de leur rouille que sa couleur d'un vert sombre fait appeler *vert-de-gris*. Cette rouille est un poison des plus redoutables. Si l'on n'y veillait, elle serait pour nous un très-grave danger, d'autant plus qu'elle se forme avec une extrême facilité au contact de nos préparations alimentaires, au contact surtout du vinaigre et des corps gras. Avez-vous jamais remarqué la teinte verte que prennent les gouttes de suif sur les chandeliers et l'huile dans les quinquets? Cette teinte verte provient du cuivre faisant partie du laiton avec lequel sont fabriqués les quinquets

et les chandeliers ; elle est donnée par du vert-de-gris dissous dans la matière grasse. Nos aliments, dans lesquels entrent presque toujours des corps gras, huile, graisse, beurre ou lard, font apparaître la même coloration verte par un séjour prolongé sur le cuivre ; le vinaigre la provoque en quelques instants. Eh bien, cette rouille à couleur verte est, ne l'oubliez jamais, un atroce poison, dont on ne saurait trop se méfier. On s'en garantit par une sévère surveillance et une extrême propreté, qui maintiennent le cuivre toujours brillant sans la moindre apparence de tache verte. Pour plus de sûreté, il importe même de n'employer à la préparation des aliments que des ustensiles étamés. Ne pouvant se rouiller sous l'enduit d'étain qui le protège, le cuivre cesse alors d'être malfaisant, mais à la condition que l'étamage se maintienne en bon état sans jamais laisser le métal vénénéux à découvert. Dès que, par un long usage, la mince couche d'étain commence à disparaître et laisse entrevoir la couleur rouge du cuivre, il faut recourir à un nouvel étamage. Disons un mot de la manière dont se pratique cette opération.

Vous connaissez ces étameurs ambulants, à noire mine, qui, un chaudron sur l'épaule, une poignée de vieilles torchettes à la main, circulent dans les rues, et d'une voix montagnarde annoncent leur industrie. Dans un atelier en plein air, sur quelques charbons allumés, ils blanchissent les couverts rouillés, ils étament les chaudrons et les casseroles. La pièce à étamer est d'abord bien récurée avec du sable fin, puis chauffée sur les charbons. Pendant qu'elle est chaude, de l'étain fondu est frotté à sa surface avec un tampon d'étoupe. L'étain pénètre un peu dans le cuivre, fait corps avec lui et le couvre d'une mince enveloppe que le frottement ne peut enlever. Tel est le travail qui nous sauvegarde des vénénéux effets du cuivre.

Fondu avec de l'étain, le cuivre donne le *bronze*, qui varie de composition suivant les usages auxquels il est destiné. Le bronze des cloches, dont la qualité dominante doit être une grande sonorité, se compose environ de quatre parties de cuivre pour une partie d'étain. Le bronze des canons, qui doit offrir une grande résistance à l'épreuve de l'explosion, renferme plus de cuivre et moins d'étain, neuf parties du premier métal pour une du second. Le bronze des médailles, qui supporte sans se rompre, pour recevoir l'empreinte, le choc violent d'un moule en acier gravé, contient moins d'étain encore.

Avant la connaissance du fer, le bronze servait à la fabrication des armes. Mais ce point exige que je remonte un peu plus haut. Je vous apprendrai donc qu'à une époque dont l'histoire commence à discuter aujourd'hui la haute antiquité, l'homme ne possédait, pour armes offensives et pour outils de sa naissante industrie, que des cailloux, des silex grossièrement taillés en éclats. Avec un caillou tranchant emmanché au bout d'un bâton, avec sa hache



Fig. 6. — Hache en silex taillée par éclats.

de pierre, il lui fallait se procurer la nourriture, le vêtement, la hutte, et se défendre des bêtes fauves. Le vêtement était une peau jetée sur le dos; la demeure, une case faite avec des branches courbées et de la boue; la nourriture, un morceau de chair, produit de la chasse.

Les animaux domestiques étaient inconnus, la terre ne recevait aucune culture.

A la grossière hache faite d'un caillou façonné par éclats succéda, notable progrès, la hache de silex patiemment polie par le frottement sur une pierre dure. Le métal vint après, non le fer, mais le bronze, d'un travail plus facile. Alors, dans nos pays, le cuivre se trou-

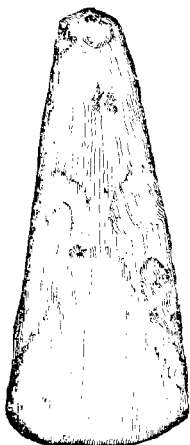


Fig. 7. — Hache en silex poli.

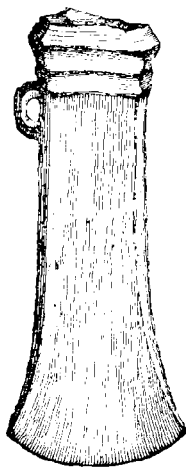


Fig. 8. — Hache de bronze.

vait sans doute à l'état pur, comme il se trouve encore de nos jours sur les rives du lac Supérieur. C'est avec ce métal, s'offrant à l'homme tout préparé, que se fabriquèrent les premiers objets métalliques à la place des outils de pierre. Comme le cuivre seul manque de dureté, on s'avisa bientôt d'y incorporer par la fusion un peu d'étain, qui s'extract lui-même très-facilement de son minerai. Des deux métaux fondus ensemble résulta le bronze, bien plus résistant que le cuivre. Alors disparurent les armes des premiers temps, couteaux de silex,

dards en os, haches de pierre, que l'on remplaça par des armes plus solides. La hache de bronze, en particulier, était une sorte de coin dont la tête carrée était creusée d'une cavité pour recevoir le bout recourbé d'un manche, auquel l'instrument se fixait en outre au moyen d'un fort lien en boyaux passé dans un anneau latéral. En dernier lieu, après de bien longs tâtonnements causés par la difficulté du travail, vint le fer, supérieur à tous les métaux comme matière de l'arme et de l'outil.

Trois grandes périodes sont ainsi à distinguer dans les voies progressives de l'industrie humaine : l'âge de la pierre ou du silex, l'âge du bronze et l'âge du fer. En ses misérables débuts, l'homme s'arme et s'outille avec un caillou, qu'il suffit de casser pour avoir une pointe aiguë, une arête tranchante. Plus tard, il porte son attention sur les métaux qui s'offrent à lui tout préparés, ou qui du moins peuvent sans difficulté aucune se retirer de leur minerai. De l'or, il fait des bracelets et des boucles d'oreilles; avec le cuivre et un peu d'étain, il obtient le bronze, qu'il façonne en larges dagues, en épées, en pointes de lance, en pesantes haches, et en une foule d'instruments avec lesquels il décuple ses forces. Grâce au bronze, l'industrie va se perfectionnant, et un jour vient où l'on sait reconnaître les métaux dans leur rouille et obtenir le fer. Désormais l'homme est en possession de son plus puissant auxiliaire.

XII

LES GAELS

— Et ces hommes, demanda Jules, qu pour arme avaient un caillou tranchant, où se trouvaient-ils ?

— Ils se trouvaient partout, mon ami ; la France, en particulier, les compte au nombre de ses primitifs habitants. Aux lieux mêmes où nous sommes s'est taillée, dans les anciens âges, la hache de pierre ; et il ne faudrait pas chercher longtemps pour déterrer quelques restes de cette industrie vieille comme les siècles.

— Et sait-on quelque chose sur la manière de vivre de ces hommes ?

— L'histoire en dit quelques mots que vous n'écoutez pas sans intérêt. Vous verrez de quelle profonde misère l'industrie toujours croissante nous a tirés.

Aux plus lointaines époques dont l'histoire ait gardé un vague souvenir, ce qui doit être un jour le beau pays de France est une contrée sauvage, couverte d'immenses forêts, où errent, vivant de chasse, quelques rares peuplades de Gaëls ou Gaulois. Ce sont des hommes de haute stature, larges d'épaules, à peau blanche, à chevelure longue et blonde, aux yeux bleus ou verts. Ils ont pour armes des haches et des couteaux de pierre, des flèches dont la pointe est une arête de poisson, un éclat tranchant de caillou. A leur bras gauche est fixé, pour la défense, un bouclier de bois étroit et long ; de leur main droite ils balancent, pour l'attaque, tantôt un pieu durci au feu, tantôt un lourd assommoir ou mas-sue. Pour franchir audacieusement les fleuves et les bras de mer, ils ont de fragiles batelets faits en osier tressé comme nos corbeilles, mais revêtus au dehors

d'un cuir de bœuf sauvage qui empêche l'eau de pénétrer.

— Mais ce sont là des armes et des bateaux de sauvages! firent les enfants étonnés.

— Sans doute; aussi les premiers Gaëls, nos ancêtres néanmoins, étaient-ils véritablement des sauvages, différant à peine de ceux de nos temps. Ils se paraient le corps de dessins bleus avec la couleur extraite d'une plante nommée pastel. Pour rendre la parure ineffaçable, ils faisaient même pénétrer la couleur dans la peau au moyen de piqûres saignantes.

Cette pratique, nommée tatouage, se retrouve de nos jours en bien des pays, chez les peuplades étrangères aux bienfaits de la civilisation. A l'autre bout de la terre, sous nos pieds, les naturels de la Nouvelle-Zélande sont des plus experts en ce genre de décorations. Avec un poinçon aigu, imprégné de diverses couleurs, ils se piquent à petits coups et tracent, point par point, de capricieux dessins, qui font de leur peau une véritable broderie vivante. Des spirales rouges et bleues tournent en sens inverse des deux côtés du front et se continuent en rosaces sur les joues. Des palmettes se déploient sur les ailes du nez; un soleil darde ses rayons tout autour du menton; deux ou trois petites étoiles à cinq pointes bleussent la lèvre inférieure. Le reste du corps est orné avec le même luxe : des animaux fantastiques occupent le milieu du dos; une tortue sort la tête et les quatre pattes de sa carapace dans le creux de la poitrine; les mains et les pieds, piqués d'un fin réseau, semblent recouverts de gants et de bas à jour. A peu près ainsi devaient se décorer les vieux Gaëls.

— Ces pauvres gens de la Nouvelle-Hollande, fit Émile, doivent se faire un mal horrible pour se défigurer ainsi.

— L'opération est des plus douloureuses, en effet, et cependant ils la supportent sans sourciller. Une seule

piqûre d'aiguille nous fait tressaillir; ces rudes corps restent impassibles quand l'artiste en tatouage les larde avec son poinçon.

— Dans quel but se font-ils tant de mal?

— Dans le but surtout de se donner une tournure plus fière, un air plus menaçant en présence de l'ennemi. En certains archipels de la Polynésie, nous trouverions des coutumes plus étranges encore. Telle peuplade se balafré le visage en s'enlevant de fines lanières de peau, de manière que les plaies cicatrisées reproduisent divers dessins en hideuses petites crêtes rouges. D'autres se passent un bâtonnet pointu dans le cartilage des narines; d'autres s'ouvrent une large boutonnière dans la lèvre inférieure pour y enchâsser un coquillage.

Les antiques Gaëls avaient-ils des usages analogues? C'est fort possible; du moins il est certain qu'ils se tatouaient avec la couleur du pastel. Certains traits de mœurs sont parfois si tenaces, qu'après une longue suite de siècles, au milieu de la civilisation la plus florissante, le tatouage n'a pas encore complètement disparu chez nous. Sur les robustes bras de nos ouvriers, on voit tous les jours, tatoués en bleu, des emblèmes de métier, des devises. C'est là, sans doute, un reste des primitifs usages.

Les Gaëls avaient les cheveux longs et soyeux comme de la filasse de lin; ils leur donnaient une teinte d'un roux ardent par de fréquents lavages dans une lessive de chaux. Tantôt ils les graissaient avec du beurre rance et les laissaient s'étaler dans toute leur longueur sur les épaules; tantôt ils les nouaient au-dessus du front en une haute touffe ou crinière pour se grandir et se donner un aspect plus terrible.

— Dans un livre de voyages, dit Jules, j'ai vu des gravures représentant les Indiens de l'Amérique du Nord avec une pareille touffe de cheveux noués au sommet de la tête. Les Gaëls avaient donc le même usage?

— Oui, mon ami. A des milliers d'années d'intervalle, dans les forêts de l'ancien monde et dans celles du nouveau, le Gaël et l'Indien adoptent la même parure de guerre : la chevelure nouée sur le front. Quand il se pare pour le combat, l'Indien fixe à sa houppe de cheveux divers ornements : l'aile d'un épervier, la griffe d'un léopard, le râtelier d'un ours. Ainsi, sans doute, se décorait le Gaël, se faisant beau pour la bataille.

La houppe de l'Indien est un audacieux défi, une horrible bravade. Quand l'ennemi est à terre, abattu d'un coup de massue, le vainqueur le saisit par sa touffe de cheveux, il lui incise la peau tout autour de la tête avec la pointe d'un couteau, puis tirant, il arrache tout d'une pièce la sanglante chevelure.

— Ah! quelle horreur!

— Cette chevelure est un trophée qu'il fera sécher à la fumée de sa hutte et qu'il portera pendu à la ceinture comme témoin de ses exploits. Sa considération dans la tribu, sa prépondérance dans les conseils sont proportionnées au nombre de chevelures enlevées à l'ennemi. Vous comprenez maintenant la farouche bravade de l'Indien avec sa touffe de cheveux toute nouée, toute prête pour l'horrible opération. Qu'on vienne y toucher, et l'on saura ce que pèse sa massue!

— J'espère bien, fit Jules, que les Gaëls n'avaient pas cette abominable coutume?

— Ils faisaient pire : ils emportaient, non la chevelure, mais la tête entière, qu'ils mettaient dessécher au soleil, clouée par les oreilles à l'entrée de leur habitation, au milieu de trophées de chasse, hures de sangliers et têtes de loups.

— Et nous descendons de ces affreux sauvages?

— Ces Gaëls tatoués, à crinière rousse, armés de haches de pierre et clouant sur leur porte le crâne de l'ennemi, sont, autant que l'histoire peut remonter le cours des âges, les premiers habitants de notre pays; nous les

comptons au nombre de nos ancêtres les plus reculés. Quelques-unes de leurs barbares coutumes se sont transmises jusqu'à nous, très-adoucies, il est vrai. Je viens de vous le montrer au sujet du tatouage; pour la seconde fois, je le constate au sujet des trophées de chasse. A l'exemple des vieux Gaëls, on cloue encore dans les campagnes, sur les grandes portes des fermes, des têtes de loups et de renards, des cadavres d'éperviers et de hiboux.

XIII

LES HABITATIONS LACUSTRES

Les mœurs de ces primitifs habitants de la France, de ces farouches Gaëls, qui, faute de connaître les métaux, aiguisaient sur le grès le tranchant d'un caillou, avaient vivement intéressé Émile et Jules, qui demandèrent d'autres détails sur la manière de vivre, sur l'habitation.

— Puisque cela vous intéresse tant, fit l'oncle, permettons-nous encore une courte digression. — Les Gaëls vivaient surtout de chasse. Dans leurs sombres forêts, humides et froides, avec leurs faibles armes de pierre et leurs bâtons pointus, ils ne craignaient point d'attaquer un terrible bœuf sauvage, l'aurochs ou urus, dont la race aujourd'hui a presque entièrement disparu du monde. Ce bœuf, de la taille d'un éléphant, avait des cornes énormes, une crinière de laine crépue sur la tête et le cou, une harbe sous la gorge, la voix grognante, le regard farouche. Sa force démesurée, sa furie indomptable, en faisaient la terreur des forêts. C'était là le gibier d'honneur. Le vaillant qui abattait un urus avait pour coupe-

dans les festins, une des monstrueuses cornes de la bête.

— Et que buvaient-ils dans cette grosse corne ? Du vin ?

— Non, mon ami : le vin n'a été connu que bien plus tard. Les jours de grand gala, ils buvaient une liqueur enivrante faite avec de l'orge. C'est là le point de départ de la bière actuelle.

— Leur habitation, leur costume, leur mobilier, comment tout cela était-il ?

— En ces temps misérables, un abri sous des rochers, une excavation naturelle, une grotte, furent les premières demeures. Mais un jour vint où ces retraites sauvages furent trouvées insuffisantes, et l'industrie humaine fit ses premiers essais dans l'art de bâtir. Se créer un abri ne suffisait pas : il fallait encore, il fallait surtout se mettre dans un état de continuelle défense. Les forêts regorgeaient d'animaux redoutables ; entre peuplades voisines, la guerre était permanente. Pour se garantir des surprises, partout où se trouvaient des lacs, on bâtit sur pilotis, au milieu des eaux.

Ce dut être une prodigieuse dépense de forces pour l'homme, encore si mal outillé, que cette construction des villages des lacs, ou villages lacustres, comme on les appelle. Avec la hache de pierre, on entaillait péniblement, tout autour de la base, l'arbre qu'il fallait abattre ; l'application du feu achevait de détacher le tronc. Des jours entiers peut-être et les efforts de plusieurs travailleurs étaient nécessaires pour obtenir une solive qu'un seul bûcheron façonnerait en quelques coups de sa hache de fer. Mais, avec leurs outils de silex, mordant à peine sur le bois, mis en pièces au premier choc mal donné, c'était pour eux travail énorme. Ils étaient à peu près dans le cas où nos charpentiers se trouveraient s'il leur fallait abattre et façonner un chêne avec la seule lame d'un mauvais couteau rouillé. Je vous laisse à penser alors la fatigue et la patience dépensées pour obtenir les milliers de so-

lives nécessaires au pilotis. Tout chef de famille fournissait apparemment la sienne, ce qui lui donnait le droit d'établir sa hutte sur l'emplacement commun. Plus tard peut-être, afin d'étendre la superficie de la bourgade à mesure que la population croissait, la fourniture d'un nouveau pieu était obligatoire pour chaque habitant parvenu à l'âge d'homme ; c'était la contribution extraordinaire, la dette sacrée qu'il fallait payer une fois en sa vie.

Les solives, appointées et durcies au feu par un bout, étaient traînées jusqu'au bord du lac, où des canots d'osier les prenaient à la remorque pour les conduire à l'emplacement choisi. Là elles étaient dressées, et enfoncées dans la vase molle jusqu'à ce que la tête se trouvât à fleur d'eau. Enfin les intervalles entre la multitude des pieux étaient comblés avec des pierres. Le tout formait un îlot d'une inébranlable solidité, ou plutôt un haut fond submergé et couvert de quelques pieds d'eau. Sur les têtes des pieux, dépassant le niveau général, des traverses étaient établies, puis des branchages, et par dessus de la terre battue. Ce sol artificiel, au-dessous duquel circulaient les eaux, recevait enfin les habitations.

C'étaient des huttes rondes ou ovalaires, formées d'une charpente de branches courbées et d'une couche de terre grasse. Une seule ouverture, très-basse, que l'on franchissait en rampant, donnait accès dans l'intérieur, semblable à nos fours de boulangerie.

L'ameublement répondait à la rusticité de la demeure. Des pots grossièrement pansus, en terre noire pétrie avec des grains de sable blanc, contenaient les provisions, orge, faine, noisettes. Ces ustensiles étaient simplement façonnés à la main, sans l'intervention du tour qui leur donne une régulière courbure. Épais, difformes, mal d'alambic, ils avaient la surface inégale et portaient les marques des doigts qui les avaient pétris. Quelques essais d'ornementation apparaissaient sur les jarres de luxe

C'était un cordon d'empreintes faites avec le bout du pouce sur la pâte encore molle, ou bien une ligne de traits anguleux gravés avec une épine. Le reste du travail n'était pas moins simple. Pour donner à notre poterie, de si peu de valeur qu'elle soit, plus de consistance et plus de dureté, nous la faisons cuire dans des fours à une forte chaleur ; nous la couvrons aussi d'un vernis pour la rendre imperméable. Les habitants des villages lacustres se bornaient à exposer leurs pièces d'argile humide aux rayons du soleil jusqu'à dessiccation, sans les passer par le feu, sans les vernir. Aussi c'était une triste vaisselle, bonne pour contenir des grains, mais qui ne pouvait guère garder l'eau et aller sur le feu.

Achevons de visiter l'intérieur de la hutte aquatique. Au sommet de la voûte est percé un trou pour le passage de la fumée du foyer, placé au centre, entre deux pierres, sur un lit de terre battue, qui empêche le plancher de branchages de prendre feu. Aux parois sont appendus le casse-tête de bois dur, les haches de silex, les dards en os, le filet en lanières d'écorce, humide encore de la pêche dans le lac et garni au bord de pierres rondes percées. Aux fourches des cornes d'un cerf sont accrochés les vêtements, partie en tissu de lin plus grossier que nos toiles à sac, partie en peaux de renard ou de loup couvertes de leur poil. Dans le recoin le plus abrité, des nattes de jonc et des fourrures matelassent le parquet pour le repos de la nuit.

Enfin devant la porte se balance le batelet d'osier. On saute immédiatement de la demeure dans l'embarcation. La bourgade, en effet, au lieu d'être assise sur un sol artificiel continu, est entrecoupée de nombreux passages où le lac est à découvert ; les rues du village sont des canaux. Pour se rendre d'un quartier à l'autre, pour visiter seulement son voisin, il faut se transporter par eau. C'est donc tout le jour, d'un groupe de huttes à l'autre, un continu mouvement de va-et-vient. Le mouvement n'est

pas moindre entre la bourgade et les bords du lac, où l'on se rend pour la pêche et la chasse, d'où l'on revient avec des bateaux appesantis de vivres.

Ainsi étaient occupés, en des temps trop reculés pour qu'il soit possible d'en fixer la date, les divers lacs de la France, les lacs surtout de la Suisse, assez vastes pour l'établissement de cités lacustres par centaines. Aujourd'hui le pêcheur qui sillonne leur nappe limpide voit, dans les profondeurs bleues, au milieu de vastes amas de pierres, des têtes de pieux carbonisés par les siècles, et de grands tessons ventrus qu'il casse de la rame sans en soupçonner la vénérable origine. C'est ce qui nous reste des antiques villages des lacs.

XIV

ZINC — FER GALVANISÉ — LAITON — ÉPINGLES

Le zinc, dont l'emploi comme métal vulgaire date seulement de ce siècle, s'extraît de deux sortes de minerais, la *calamine* et la *blende*. La calamine est une matière informe, blanchâtre ou jaunâtre, constituant de grands amas en Silésie et en Belgique, surtout aux environs d'Aix-la-Chapelle, où se trouvent les mines renommées de la Vieille-Montagne. La blende est cristallisée, jaunâtre et translucide.

Le zinc est d'un blanc bleuâtre. A l'état de feuilles, il sert pour les toitures, les gouttières, les baignoires, les arrosoirs. On en fait divers objets d'ornement, des chandeliers, des candélabres ; mais il ne peut entrer dans les ustensiles de cuisine parce qu'il s'altère facilement et donne une rouille vénéneuse.

Lorsque le fer n'est pas destiné aux usages de la cuisine, on le préserve de la rouille en le recouvrant d'une mince couche de zinc. L'opération est conduite comme pour obtenir le fer-blanc, c'est-à-dire que l'on plonge dans un bain de zinc fondu le fer préalablement nettoyé avec du sable. Le fer ainsi préparé se nomme *fer galvanisé*. Comme la rouille ne peut l'attaquer, il est d'un très-long usage. On en fait des tuyaux de poêle et de cheminée, des outils de jardinage, des objets de sellerie et de carrosserie, des clous, des treillis, des lames pour toitures, des fils pour les télégraphes et une foule d'autres objets ; mais il ne convient nullement pour être en contact avec nos boissons et nos matières alimentaires, auxquelles le zinc communiquerait des propriétés vénéneuses.

Le *laiton* ou *cuivre jaune* est un alliage de cuivre et de zinc. Sa couleur varie suivant la proportion des deux métaux ; si le cuivre prédomine, elle rivalise avec le jaune vif de l'or. Le laiton sert à la fabrication des instruments de musique. Les boutons, les épingles, la bijouterie fausse, les jouets d'enfants, et mille ustensiles, lampes, chandeliers, flambeaux, garnitures de meubles, sont fabriqués avec cet alliage. Après le fer, le laiton est le métal dont l'usage est le plus fréquent. Mais il est banni des usages de la cuisine, parce que les deux métaux qui le composent, le cuivre et le zinc, sont l'un et l'autre vénéneux.

Le *maillechort* est une composition où il entre du cuivre, du zinc et un troisième métal nommé nickel. On en fait des gobelets, des garnitures de couteaux et de pistolets. Récemment préparé, il a l'éclat de l'argent, que l'usage lui fait perdre et que rien ne peut lui redonner.

Les épingles se font avec des fils de laiton, obtenus, comme le sont tous les fils métalliques, par le passage à la filière. Un *coupeur* assemble plusieurs de ces fils en un faisceau ; puis, avec de fortes cisailles, il découpe le tout

en tronçons de deux fois la longueur d'une épingle. Il faut maintenant aiguiser ces tronçons aux deux extrémités, au moyen d'une meule d'acier dont le contour est taillé à la façon d'une lime, et qui tourne avec la prodigieuse vitesse de vingt-sept lieues à l'heure. L'ouvrier chargé de ce travail, l'*appointeur*, est assis à terre, devant sa meule, les jambes croisées à la manière des tailleurs. Il prend entre les doigts de vingt à quarante tronçons, les étale régulièrement en éventail, et les présente tous à la fois par un bout à la meule, tandis qu'il les fait tourner entre les doigts afin que l'extrémité s'use également de partout et que la pointe soit régulière. L'autre bout est aiguisé de la même façon.

Les pointes ne sont que dégrossies par ce premier travail. Le *repasseur* les retouche et les finit sur une meule plus fine. Enfin les tronçons, aiguisés aux deux bouts, sont assemblés plusieurs ensemble et partagés par le milieu d'un coup de cisailles. Chaque moitié s'appelle *hanse* ; il lui manque encore la tête pour devenir une épingle.

C'est ici la partie la plus difficile de l'opération. Sur une tige métallique très-lisse et légèrement plus grosse que les épingles, on roule un fil de laiton en spirale serrée ; en retirant après la tige, on obtient un long tire-bouchon dont les tours se touchent. Un *coupeur*, d'une habileté consommée dans ce délicat travail, qui demande à la fois tant de précision et tant de célérité, divise ce tire-bouchon par menus morceaux comprenant, chacun, tout juste deux tours. Chacun de ces morceaux est une tête.

L'ouvrier qui doit les mettre en place et les fixer a devant lui une sébile pleine de têtes. Il prend une hanse et la plonge au hasard dans la sébile par le bout appointé. Il la retire avec une tête enfilée, qu'il ramène du bout des doigts à l'extrémité non pointue. Immédiatement, il la place sur une petite enclume, creusée d'une cavité qui

reçoit la tête. Par le jeu d'une pédale que meut le pied de l'ouvrier, un marteau s'abaisse, creusé lui-même d'une cavité correspondante, frappe cinq ou six petits coups, et voilà la tête solidement fixée.

Pour être finies, les épingles doivent encore être blanchies à l'étain. A cet effet, on les met bouillir avec de l'étain dans un liquide propre à dissoudre ce métal et à le laisser déposer, en mince enduit, sur le laiton. Après l'étamage, les épingles sont lavées, desséchées sur de grosses toiles, et finalement agitées avec du son dans un sac de peau pour acquérir du brillant.

Il reste à les mettre en place, régulièrement alignées sur un papier. Une sorte de peigne à longues dents d'acier perce les papiers de leurs trous. Des ouvrières, appelées *bouteuses*, sont chargées du minutieux travail qui consiste à engager les épingles une à une dans ces trous. Une bouteuse exercée peut mettre en place de quarante à cinquante mille épingles par jour.

XV

PLOMB — MERCURE — ARGENT

Le minerai de plomb le plus répandu et le plus important est la *galène*, où il entre à la fois du plomb et du soufre. C'est une matière d'aspect métallique, d'un gris brillant, très-facile à mettre en poudre. L'Angleterre, l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie, l'Algérie, en possèdent des gisements considérables. La France en possède peu. Nos exploitations les plus importantes se trouvent en Bretagne.

Le plomb est blanc bleuâtre et très-éclatant sur une

coupure fraîche, mais il se ternit avec beaucoup de rapidité. Il est le plus mou des métaux usuels, et se prête par conséquent à des emplois spéciaux pour lesquels aucun autre métal ne le remplacerait. On peut le plier sous les doigts, le rayer avec l'ongle, le couper au couteau. Sa mollesse lui permet de laisser une trace gris bleuâtre sur le papier contre lequel on le frotte. Comme il fléchit aisément sous l'effort de la main, se plie sans gerçures et prend telle configuration que l'on veut, le plomb est très-précieux dans une foule de cas. Réduit en feuilles, il sert à recouvrir les toits, à tapisser l'intérieur des cuves et des réservoirs. Les jardiniers l'emploient en minces feuilles pour étiquettes, où un poinçon imprime facilement un numéro d'ordre; pour lier les plantes à leurs tuteurs, ils se servent de fils de plomb, moins altérables que les fils de fer et d'un usage plus expéditif, plus aisé, à cause de leur souplesse.

Avec le plomb se fabriquent les tuyaux de conduite pour le gaz de l'éclairage et pour l'eau. Dans un réservoir cylindrique peut se mouvoir de bas en haut un piston surmonté d'une tige verticale, qui, supérieurement, s'engage dans un trou de filière en acier, d'un calibre un peu plus grand. Le réservoir étant rempli de plomb fondu, on fait remonter le piston. Refoulé de bas en haut par le piston, le plomb fondu s'engage dans l'ouverture annulaire comprise entre la tige centrale et la filière d'acier, et se fige au dehors en un cylindre creux de telle longueur que l'on veut.

Pour faire le plomb de chasse, on verse du plomb fondu dans des *passoires* ou grandes cuillers percées de trous ronds que le métal franchit sous forme de gouttelettes. Cette pluie de plomb fondu tombe de haut dans un bassin d'eau où elle se fige en grains ronds. La hauteur de la chute doit être d'autant plus considérable que l'on veut obtenir des grains plus petits. Pour le plomb de chasse le plus fin, il faut une hauteur d'au moins cin-

quante mètres. On utilise pour pareil travail les vieilles tours ou les puits des mines abandonnées. On crible ensuite les grains pour les assortir en grosseur, et on les lisse en les faisant tourner dans des tonneaux que traverse un axe horizontal. Quant aux balles, elles s'obtiennent en versant du plomb fondu dans des moules.

Du plomb de chasse, agité avec de l'eau dans les bouteilles, détache fort bien, par son frottement, les impuretés qui ternissent l'intérieur du verre. A côté de ce service peut se présenter un danger, car le plomb est un métal fort vénéneux, tout autant que le cuivre. Supposons quelques grains de plomb retenus et oubliés au fond d'une bouteille. Le vin, le vinaigre et autres liquides qui séjourneront sur ce métal le feront rouiller et acquerront eux-mêmes des propriétés assez malfaisantes pour compromettre la santé. Sans que le doute en vienne, on aura, au fond d'une bouteille journellement employée, une source permanente de poison. Vous voyez avec quelle attention il faut veiller à ne laisser aucun grain de plomb dans les vases lavés. Dans aucun cas, les matières alimentaires ne doivent rester en contact avec le plomb, qui leur communiquerait bientôt des propriétés vénéneuses.

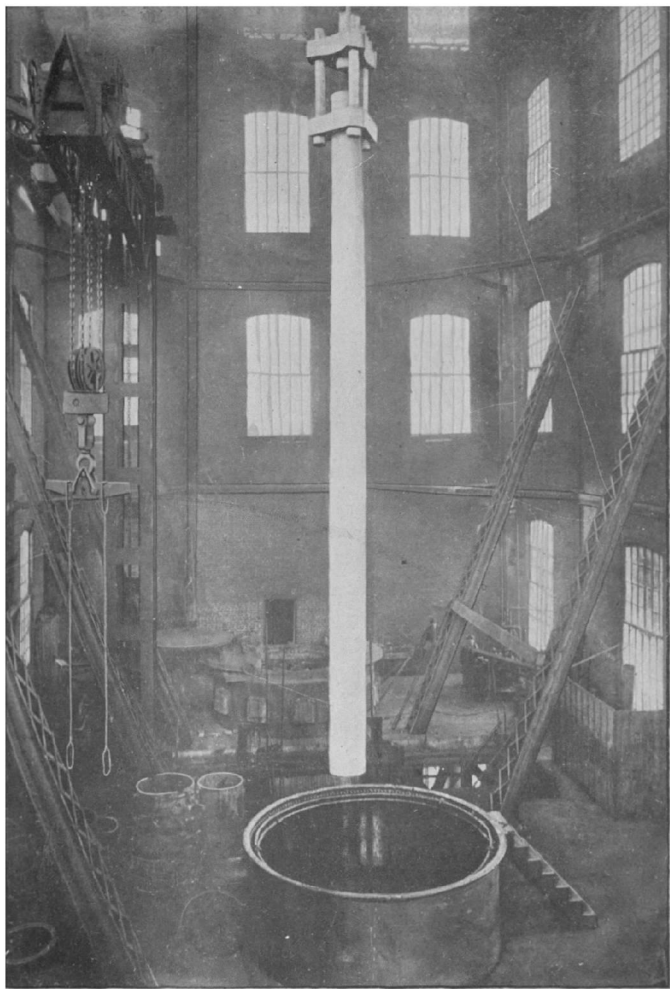
On obtient avec le plomb la couleur la plus fréquemment employée en peinture : c'est la *céruse*, qu'on nomme aussi *blanc de plomb* ou *blanc d'argent*, bien que l'argent ne soit ici pour rien. Employée seule, broyée avec de l'huile de lin, la *céruse* donne un blanc très-pur et qui *couvre* bien, c'est-à-dire voile promptement, sous une faible épaisseur, l'objet recouvert. On l'utilise aussi en mélange; les peintres n'appliquent presque pas de couleur qui n'en contienne. Malheureusement, la *céruse* est un poison des plus redoutables, et les ouvriers exposés à sa poussière, soit en la préparant dans les fabriques, soit en la broyant avec de l'huile dans les ateliers de peinture, sont en proie, s'ils manquent de prudence, à une

maladie mortelle nommée *coliques de plomb*, ou *coliques des peintres*. La même céruse pétrie avec de l'huile donne le *mastic* avec lequel les vitriers scellent les carreaux dans les cadres des fenêtres.

Comparés au fer dont la fusion exige l'épouvantable feu d'un haut-fourneau, le plomb et l'étain sont remarquables pour le peu de chaleur qui suffit à les fondre. Mais il existe un métal bien plus remarquable encore. On le nomme *mercure* ou *argent-vif*. Il coule naturellement, sans qu'il soit besoin de le chauffer, car dans nos pays la seule chaleur du temps, serait-ce en plein hiver, suffit pour le tenir liquide. Mais dans les pays où le froid est d'une violence extrême, par exemple dans le nord de la Russie, il arrive parfois que ce métal se fige et durcit comme le fait l'étain fondu en se refroidissant. Alors on le prendrait pour de l'argent ou de l'étain, dont il a la couleur. Cet état est de courte durée, car dès que le froid diminue, le mercure reprend sa liquidité. Dans nos contrées, il est toujours coulant, si rude que soit l'hiver. De sa couleur argentine et de sa liquidité, qui le fait échapper aux doigts cherchant à le saisir, provient sa dénomination d'argent-vif.

Si l'on vous proposait de plonger la main dans un métal fondu, vous vous récrieriez sur le danger d'une atroce brûlure. Voici pourtant un métal, un vrai métal, le mercure, avec lequel la chose est possible sans le moindre danger. Tout fondu qu'il est, on peut le manier sans risques, on peut y plonger la main. Loin de brûler, il fait éprouver une sensation de fraîcheur, mieux encore que ne le ferait de l'eau froide. Le principal usage du mercure est d'entrer dans l'enduit métallique tapissant le verre des miroirs.

Comme l'or et le cuivre, l'argent se trouve, mais non toujours, à l'état pur. Il forme, en général, dans la roche qui le contient, de menus filaments ramifiés figurant de délicats arbustes métalliques. L'éclat de ce métal et son



Cl. Jacques Boyer.

LA TREMPÉ : TREMPAGE D'UN BLOC D'ACIER DANS LA FONTE A RECUIRI .

inaltérabilité à l'air n'ont pu manquer d'attirer l'attention des premiers observateurs ; aussi l'argent est-il l'un des métaux les plus anciennement connus. Le minerai le plus fréquent est une matière noire et brillante qui renferme à la fois de l'argent, du plomb et du soufre. Les gisements les plus riches se trouvent au Mexique, au Pérou, au Chili. La Saxe, la Norwége, notre Bretagne, en possèdent aussi, mais bien inférieurs pour la richesse à ceux du Nouveau-Monde.

L'argent est le plus blanc des métaux. Après l'or, c'est celui qui se réduit le mieux en minces feuilles et en fils. Par le martelage, il peut être réduit en feuilles dont il faudrait 500 superposées pour faire l'épaisseur d'un millimètre. Avec un gramme d'argent, on peut obtenir un fil de 2 640 mètres de longueur. L'air et l'humidité ne le rouillent pas, qualité qui lui fait prendre rang parmi les métaux précieux et lui donne sa valeur comme matière monétaire. Mais il noircit au contact des œufs pourris et aux émanations puantes du gaz de l'éclairage et des fosses d'aisance. Les taches brunes qui se forment parfois sur l'argenterie n'ont pas d'autre cause

XVI

L'OR

L'or ne se rouille jamais. Je vous ai cité à ce sujet les monnaies des peuples les plus anciens, monnaies qui nous parviennent, après des mille ans de séjour dans la terre, aussi luisantes que si leur fabrication datait seulement de la veille. Puisqu'il est doué d'une pareille résistance à l'altération, l'or doit donc se trouver et se

trouve en effet toujours avec ses propriétés métalliques, notamment avec son éclat. Au sein des roches où il est disséminé, dans son minerai enfin, il forme des écailles, des veines, parfois de gros morceaux, qui reluisent comme les bijoux de l'orfèvre. Nos boucles d'oreille et nos bagues, précieusement conservées dans un écrin, n'ont pas plus d'éclat que les parcelles de ce métal enchâssées dans la pierre.

Tel qu'on le recueille, l'or peut servir immédiatement ; on n'a qu'à le marteler et le façonner. Aussi, parmi les métaux, est-il le premier que l'homme ait remarqué et employé. Il a de beaucoup devancé le fer ; et, faute de mieux, quelques peuples l'utilisèrent d'abord pour la fabrication des outils et des armes.

— Pour des outils et des armes ? ne put s'empêcher de demander Jules, surpris qu'un métal aussi précieux eût un aussi vulgaire emploi.

— Oui, mon ami, répondit l'oncle : l'or, que nous réservons pour les bijoux et la monnaie, l'or, symbole de la richesse, a dans quelques pays tenu la place du fer, qu'il est bien loin de valoir sous le rapport de la réelle utilité. Lorsque l'Amérique fut découverte, il y aura bientôt quatre cents ans, les Indiens étaient en possession de l'or, avec lequel ils fabriquaient divers objets d'un usage commun, des haches en particulier ; mais le fer leur était inconnu. Pour la première fois, ils le voyaient entre les mains des Européens, et ne se laissaient point d'en admirer les incomparables qualités. Leurs mauvaises hachettes d'or, entamant à grand'peine le bois, étaient à leurs yeux de valeur moindre que les solides et tranchantes cognées des étrangers. Aussi des échanges ne tardèrent pas à se faire, à la commune satisfaction des deux parties : l'Européen donnait sa hache de fer, l'Indien donnait troc pour troc sa hache d'or.

— Le plus satisfait du marché était peut-être encore l'Indien ?

— Je le crois bien. La cognée de fer obtenue, il se retirait à la hâte avec son trésor, de peur que l'Européen ne revint sur l'échange. En réalité, le marché était pour lui très-avantageux. Avec la hache de fer, il pouvait abattre des arbres pour la construction des pirogues et des habitations; il pouvait mieux se défendre des animaux féroces et attaquer le gibier à la chasse. Ce morceau de fer lui donnait des vivres assurés, une solide barque, une chaude demeure, une arme redoutable. En comparaison, la hachette d'or n'était qu'un inutile joujou.

— De pareils marchés ne se font plus aujourd'hui ? demanda Émile.

— Si le désir vous venait de prendre une cargaison de cognées et d'aller les échanger dans les îles pour des haches en or, je vous avertirais qu'à notre époque de semblables échanges ne trouveraient pas ce débouché naïf. Le fer est maintenant à peu près en usage partout, et l'or est réservé pour les objets précieux.

— Et en quels pays trouve-t-on l'or ?

— On le trouve à peu près partout, mais bien peu de gisements ont une richesse suffisante pour mériter l'exploitation. Les pays les plus riches en or sont : la Californie, l'Australie, le Mexique, le Brésil, le Pérou, la Sibérie.

— J'ai ouï dire qu'il y a peu d'années on faisait de grandes fortunes en Californie en ramassant de l'or. Si tout le monde pouvait en ramasser, j'aurais bien voulu me trouver là quelques semaines seulement.

— Vous y auriez péri probablement de misère, mon pauvre enfant, comme tant d'autres qui y ont laissé piteusement leurs os, croyant en revenir avec du bien pour leurs vieux jours.

— De misère ! dans un pays où l'or se ramasse comme ici les cailloux blancs !

— De misère, car d'abord l'or n'est pas assez abon-

dant pour se recueillir comme se ramasseraient ici des cailloux; et puis un morceau de métal, si luisant qu'il soit. n'est pas un morceau de pain à mettre sous la dent lorsque la faim vous presse. Dans ces pays de l'or, perdus au bout du monde, la nourriture, l'entretien, sont d'une cherté fabuleuse. En vous exténuant au travail, vous ramassez dans un jour pour cent francs d'or, je suppose. Ce serait une fort belle journée dans nos pays; sur les terres de l'or, ce n'est à peu près rien. Le manger pour un jour vous coûte presque autant; et s'il vous faut une blouse neuve, des chaussures, vos économies au bout du mois peuvent à peine y suffire. Croyez-en, mes amis, la parole de l'oncle : c'est un triste métier que celui de chercheur d'or.

Dans sa roche native, l'or est disséminé sous forme de paillettes, de minces lames, de filaments ramifiés à la manière d'un arbrisseau. Les fragments d'or d'un volume un peu considérable se nomment *pépites*. Leur poids est habituellement de quelques grammes, mais on en trouve, de loin en loin, qui pèsent de 10 à 50 kilogrammes. Réduites en poudre par les intempéries de l'air et entraînées en cet état par les eaux courantes, les roches aurifères ont produit des terrains sablonneux où les paillettes d'or se trouvent. C'est dans ces sables que se fait le plus souvent la recherche de l'or. Le moyen le plus simple consiste à laver la terre aurifère dans une sébile en bois. On met dans ce vase quelques poignées de sable, et on le plonge dans l'eau en lui imprimant un mouvement de rotation. A la faveur de ce mouvement et de l'eau, les matières de natures diverses se séparent; les parcelles d'or, plus lourdes, gagnent le fond de la sébile, tandis que les parties non métalliques, plus légères, tournoient encore dans le liquide. En inclinant la sébile, on fait écouler le sable, et l'or reste au fond.

Divers fleuves de la France, le Rhône, la Garonne, l'Hérault, l'Ariège, roulent dans leurs sables des parcelles

d'or, mais en trop petite quantité pour dédommager du travail de la récolte.

XVII

DORURE — MONNAIES

De tous les métaux, l'or est celui qui peut se réduire en feuilles les plus minces. Vous avez sans doute vu certains petits cahiers de papier fin et rougeâtre contenant, intercalées une à une entre leurs pages, des feuilles d'or employées pour la dorure.

Les enfants avaient vu, en effet, de pareilles feuilles d'or entre les mains d'un peintre qui s'en servait pour dorer les lettres d'une inscription. — Elles sont si minces, ajouta Jules, qu'on ne peut les toucher. Rien que le souffle de la respiration les emporte. Comment peut-on arriver, avec un dur métal, à quelque chose d'aussi délicat ?

— Je vais vous l'apprendre, reprit l'oncle. L'or est d'abord réduit, au laminoir, en rubans de 1 millimètre environ d'épaisseur. On découpe ces rubans en morceaux que l'on assemble en un paquet, pour battre le tout sur une enclume de fer jusqu'à ce qu'ils soient réduits chacun à l'épaisseur d'une feuille de papier. Les minces lames résultant de ce premier martelage sont superposées au nombre d'une soixantaine, et séparées l'une de l'autre par des carrés de peau très-fine. Le paquet est disposé dans un fourreau de fort parchemin. On recommence alors le battage, non plus sur l'enclume de fer, mais sur un bloc de marbre poli. Les feuilles, amincies ététen dues d'autant, sont divisées au couteau, de nou-

veau assemblées et martelées. Ce travail se répète à diverses reprises. Dans les derniers battages, on sépare les feuilles l'une de l'autre par une membrane excessivement fine, la baudruche, que fournit la pellicule intérieure de certaines parties des intestins du mouton et du bœuf. Un jour que Jules s'était écorché le doigt, j'ai appliqué sur la plaie, pour tenir provisoirement la place de la peau enlevée et faciliter la guérison, un lambeau d'une membrane si fine et si mince, que le jour se voit à travers. Voilà la baudruche employée par les batteurs d'or, employée aussi pour panser les petites plaies. Il ne faut pas moins que le lit délicat de cette membrane pour protéger et maintenir l'or, battu à très-petits coups sur la fin du travail.

A la suite de ces martelages exécutés avec les soins les plus minutieux, l'amincissement de l'or est tel, qu'il faut un millier de feuilles superposées pour faire l'épaisseur d'un millimètre. Il pourrait même être amené plus loin, jusqu'à dix mille, jusqu'à vingt mille feuilles par millimètre; mais dans la pratique il n'y a aucun avantage à poursuivre le battage jusqu'à ce degré de finesse. La dorure obtenue avec des feuilles aussi minces n'aurait aucune durée, et la main-d'œuvre absorberait les économies faites sur les matières premières.

— S'il en faut mille au moins pour avoir ensemble l'épaisseur d'un millimètre, je ne m'étonne plus, dit Jules, que les feuilles d'or s'envolent au moindre souffle, et qu'elle se déchirent au seul contact du bout du doigt.

— L'or se prête si bien à l'extrême division, que ces feuilles d'or dont vous admirez la finesse sont néanmoins de très-grossières plaques par rapport à ce qu'il est encore possible d'obtenir. Écoutez ceci : — Les galons d'or se font avec des fils de soie enveloppés de fils d'argent doré. Pour fabriquer ces derniers, on couvre d'une pellicule d'or une petite baguette d'argent, et l'on fait passer la baguette métallique ainsi préparée dans les

trous successifs d'une filière. Or un cylindre d'argent de trois à quatre grammes peut être doré avec un centigramme d'or, ce qui ne représente pas une écaille pareille en volume à l'aile d'une mouche. Passé à la filière et ensuite aplati au laminoir, le cylindre doré fournit un fil de 1 200 mètres de longueur sur un quart de millimètre de largeur. Eh bien, le calcul établit que la pellicule d'or recouvrant ce fil est tellement mince, qu'il en faudrait 222 000 superposées pour faire l'épaisseur d'un millimètre. En d'autres termes, la feuille d'or du doreur, la feuille qui nous semble l'extrême limite de la finesse, représente à elle seule en épaisseur 222 fois la pellicule d'or du fil doré.

Les feuilles d'or, dont je viens de décrire la fabrication, servent à la dorure des cadres pour glaces et pour tableaux, de la tranche des livres de luxe, des ornements de peinture, et enfin d'une foule d'objets qui gagnent en élégance par la superposition du riche métal. Le procédé est très-simple. La surface à dorer est d'abord enduite au pinceau d'huile de lin ou de colle; et sur cette surface visqueuse, on applique des feuilles d'or que l'on presse légèrement avec un tampon de coton. L'huile et la colle, en se desséchant, font adhérer le métal d'une manière suffisante quand l'objet n'est pas destiné à des maniements répétés.

Mais ainsi pratiquée, la dorure durerait fort peu sur des objets exposés à de continuels frottements. On a recours alors à des moyens fort remarquables, dont je ne peux vous donner qu'une bien imparfaite idée, vos connaissances ne me permettant pas d'entrer dans les développements nécessaires. L'objet que l'on veut recouvrir solidement d'un métal précieux est mis dans un liquide contenant en dissolution soit de l'or, soit de l'argent, suivant que l'on se propose de dorer ou d'argenter. L'objet et le liquide sont en communication avec un appareil nommé *pile*, d'où se dégage continuellement de l'électricité par

le fait de la corrosion de lames de zinc dans de l'eau additionnée d'acide sulfurique ou huile de vitriol. Sous l'influence de l'électricité, l'or et l'argent abandonnent la dissolution et se déposent, en mince couche très-adhérente et très-régulière, sur l'objet immergé. C'est ce que l'on nomme dorure et argenture galvaniques. Ainsi s'obtiennent les couverts argentés ou couverts *Ruolz*.

Terminons par quelques mots sur la fabrication des monnaies. Comme par eux-mêmes l'or et l'argent n'ont pas assez de dureté pour résister à des frottements continuels et conserver longtemps l'empreinte monétaire, on les durcit en leur associant une certaine quantité de cuivre déterminée par la loi. Les pièces en or sont composées de 0,9 de leur poids d'or pur et de 0,1 de cuivre. Pour les pièces d'argent, la proportion de cuivre est variable : elle est encore de 0,1 dans les pièces de 5 francs ; mais dans les pièces divisionnaires, c'est-à-dire celles de 2 francs, 1 franc, 50 centimes et 20 centimes, elle est un peu plus forte et atteint 0,165. Quant aux monnaies de bronze, elles contiennent 95 centièmes de leur poids de cuivre, 4 centièmes d'étain et 1 centième de zinc.

Pour les trois genres de pièces, la fabrication est absolument la même. Le métal monétaire est d'abord réduit au laminoir en lames d'une épaisseur convenable. Puis, à l'aide d'un instrument pareil de forme à celui qui sert à tailler dans l'acier les plumes métalliques, on découpe ces lames en rondelles appelées *flans*. Ces rondelles doivent être d'un poids précis, savoir de 25 grammes pour les pièces de 5 francs en argent, de 6^{gr}.452 pour les pièces de 20 francs en or, et ainsi des autres. On les pèse donc une à une dans de très-petites balances. Celles dont le poids est exact, et ce sont les plus nombreuses, tant l'épaisseur de la lame a été soigneusement réglée, sont mises à part ; celles dont le poids est trop fort sont soumises à une machine qui les rabote légèrement et leur enlève de fins copeaux jusqu'à ce

qu'elles soient descendues au poids voulu ; celles qui sont trop légères sont reportées à la fonderie pour être réduites de nouveau en lames. Le poids étant ainsi reconnu exact ou corrigé, les flans sont frappés au *balancier* pour recevoir l'empreinte à la fois sur les deux faces. Le balancier se compose d'un grand écrou en cuivre dans lequel joue une forte vis en fer. Cette vis se prolonge supérieurement par une tige verticale, dont l'extrémité porte, en travers, une solide barre alourdie à chaque bout par une pesante boule de métal. La forme générale de la machine est donc celle d'un T. Une douzaine d'ouvriers, six lançant avec des cordes la boule de droite, six lançant la boule de gauche, font descendre brusquement la vis dans son écrou. Dans sa descente, l'extrémité de cette vis vient frapper d'un coup violent une pièce d'acier, nommée *coin*, où se trouve gravé en creux le dessin d'une face de la pièce. Un second *coin*, avec le dessin de l'autre face, est au-dessous, appuyé sur un appui inébranlable. Entre les deux est placée la rondelle de métal, encore toute lisse. Sous le choc énorme de la vis qui descend, le flan est comprimé entre les deux coins et reçoit du coup l'empreinte de ses deux faces. On peut avec cette machine frapper 2 000 pièces de 5 francs par heure, et 6 000 pièces de 50 centimes.

Les monnaies sont frappées, sous la haute surveillance de l'État, dans des établissements nommés *hôtels des monnaies*. Chacun d'eux signe ses pièces d'une lettre particulière, placée à la partie inférieure du revers. Ainsi la lettre A indique que la monnaie a été frappée à Paris ; L indique Bayonne ; K, Bordeaux ; H, La Rochelle ; W, Lille ; I, Limoges ; D, Lyon ; M et A entrelacés, Marseille ; T, Nantes ; Q, Perpignan ; B, Rouen ; M, Toulouse.

XVIII

LE FEU

On ignore comment l'homme, en ses débuts, s'est procuré le feu. A-t-il profité de quelque incendie allumé par la foudre, a-t-il embrasé son premier tison au foyer d'un volcan ? Nul ne saurait le dire. Quel que soit ce point de départ, l'homme, dès les temps les plus reculés, est en possession du feu ; mais comme les moyens de le rallumer s'il vient à s'éteindre sont très-imparfaits, ou même manquent totalement, on veille d'abord à son entretien avec un soin extrême, on conserve d'un jour à l'autre un peu de braise.

L'extinction des foyers dans toutes les demeures serait une calamité si grande, que, pour prévenir pareil désastre, la religion prend le feu sous sa sauvegarde. Dans l'ancienne Rome, une corporation de prêtresses appelées Vestales était chargée de veiller nuit et jour sur la conservation du feu sacré. La malheureuse qui le laissait éteindre était punie d'un horrible supplice : on l'enterrait vivante !

— On l'enterrait vivante ? s'écria Émile, surpris de ce barbare supplice pour une faute aussi légère.

— Oui, mon enfant. Cette horrible punition des gardiennes du feu vous montre l'importance qu'on attachait à l'entretien d'un foyer où l'on pût au besoin rallumer les autres.

— Une de nos allumettes, dont nous avons un cent pour un misérable sou, aurait sauvé la vie de la Vestale en faute.

— Pour abolir ces sauvages rigueurs, il aurait fallu l'allumette, qui, malheureusement, n'était pas connue.

Bien des siècles se sont écoulés avant que l'on sût aisément se procurer du feu. En mon jeune temps, j'avais alors votre âge, l'entretien de quelques charbons, qui devaient servir à rallumer le feu le lendemain, était encore une préoccupation dans la campagne. Le soir, avant de se coucher, on couvrait soigneusement la braise de cendre chaude, pour l'empêcher de se consumer et la conserver ardente. Si, malgré cette précaution, l'âtre était froid le lendemain, on courait chez le voisin emprunter du feu, c'est-à-dire un peu de braise, que l'on emportait chez soi au fond d'un vieux sabot, pour que le vent ne la dispersât point.

J'ai connu de petites filles qui, faute de sabot, s'y prenaient fort ingénieusement dans cette matinale visite au foyer du voisin. Elles mettaient un peu de cendre dans le creux de la main, et sur cette cendre des charbons allumés. Ainsi approvisionnées, elles revenaient chez elles, portant le feu sur la main, comme vous porteriez vous-mêmes une pincée de dragées.

— Sans se brûler? fit Émile d'un air fort étonné.

— Sans se brûler, reprit l'oncle. La couche de cendres arrêtait la chaleur de la braise et l'empêchait de pénétrer jusqu'à la main.

— Voilà un fort ingénieux expédient, que je ne manquerai pas d'expérimenter à mon tour.

— Expérimentez et vous réussirez tout aussi bien que les petites emprunteuses de feu. Surtout, n'oubliez pas de faire la couche de cendre un peu épaisse.

Les moyens pour obtenir du feu sont, en général, basés sur la production de chaleur par le frottement. Il est d'expérience familière qu'on se réchauffe les mains en les frictionnant l'une contre l'autre. J'en appelle à vos souvenirs lorsque, en hiver, vous façonnez au milieu de la cour un homme de neige.

— Oh ! oui ; on se les frotte alors, les mains, et vivement, pour les réchauffer un peu.

— Voilà un premier exemple de la chaleur que le frottement peut donner. En voici un autre. Prenez par sa queue ce bouton de métal, à tête ronde, et frottez-le fortement sur la table; il deviendra assez chaud pour produire sur la peau une vive impression.

Jules fit ce que disait l'oncle. Il prit le bouton, le frotta sur le bois de la table et se l'appliqua aussitôt sur la main, en jetant un petit cri de surprise et même de douleur.

— Comme le bouton est chaud, mon oncle! Si j'avais frotté plus longtemps, je me serais brûlé au vif.

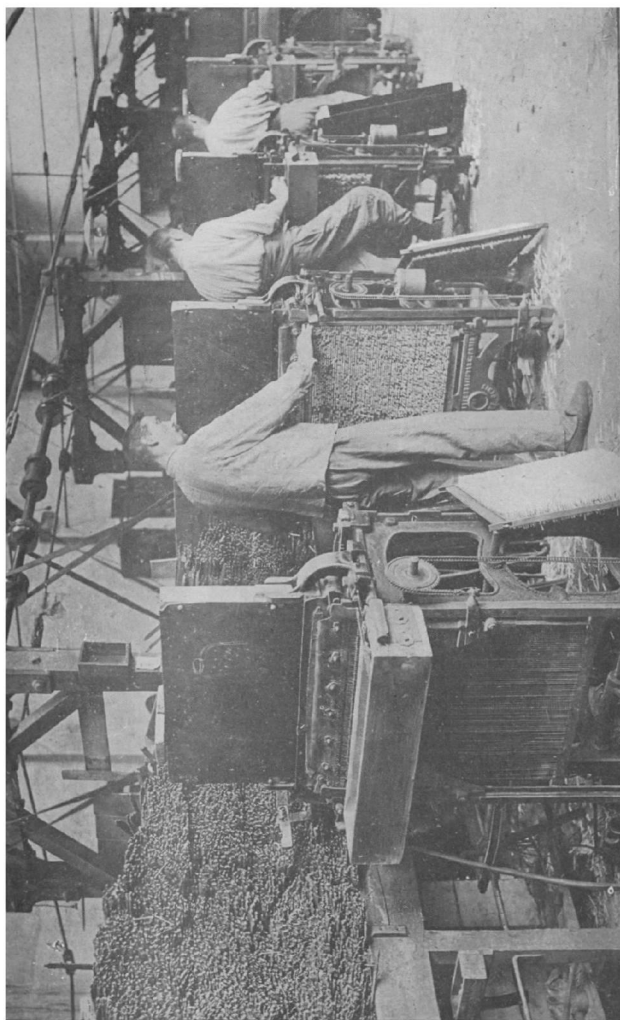
— C'est par un moyen analogue que certaines peuplades sauvages se procuraient et se procurent encore du feu. On fait tourner rapidement entre les mains une tige de bois dur, dont la pointe s'engage au fond d'une cavité creusée dans du bois tendre et très-inflammable. Si la friction est vive et habilement conduite, le bois tendre prend feu. Ce moyen, je l'avoue, ne réussirait guère entre nos mains, faute d'adresse et d'un choix convenable de matériaux.

— Pour ma part, dit Émile, si je n'avais qu'un bâton à frotter dans le creux d'une planche pour allumer du feu, je désespérerais d'y parvenir.

— Et moi, ajouta Jules, je n'essaierais même pas, tant cela me paraît difficile, bien que le bouton frotté m'ait presque brûlé.

— Ce qui serait impossible pour nous est un jeu pour les naturels de la Nouvelle-Hollande. L'opérateur s'assied à terre; il maintient entre ses pieds le morceau de bois creusé d'un petit trou, et, roulant avec rapidité entre ses mains la tige pointue, il obtient en peu d'instant un point allumé qui enflamme des feuilles sèches.

Chez nous-mêmes, dans l'atelier d'un tourneur en bois, vous pourriez voir ce procédé par la friction réussir très-bien. Pour obtenir des filets bruns sur certains objets façonnés au tour, par exemple sur vos toupies,



Cl. Jacques Boyer.

LIS ALLUMETTES : MISE EN PRESSE DES TIGLS DE BOIS.

l'ouvrier appuie fortement la pointe d'un morceau de bois sur la pièce en rotation rapide. La ligne ainsi frictionnée en quelques instants fume et se carbonise.

Je passe à d'autres moyens. Le fer et l'acier, celui-ci surtout, frottés contre une pierre très-dure, donnent des étincelles provenant des menues écailles de métal qui se détachent et s'échauffent assez pour rougir et brûler dans l'air. Ainsi la roue du remouleur, quoique arrosée continuellement d'eau, lance une gerbe d'étincelles sous l'acier qu'on aiguise ; ainsi le caillou, heurté par le sabot ferré d'un cheval, jette de soudaines et vives lueurs.

Le vulgaire briquet agit d'une façon pareille. C'est un morceau d'acier que l'on bat contre le tranchant d'un silex ou pierre à fusil. Des parcelles d'acier se détachent du briquet, rougissent par le frottement, et mettent feu à l'amadou. Celui-ci est une matière très-combustible, que l'on obtient en coupant en minces tranches et en faisant sécher un gros champignon, nommé Bolet amadouvier, qui vient contre le tronc des arbres.

XIX

LES ALLUMETTES

Comme l'amadou brûle sans flamme, le point ardent obtenu avec le briquet ne suffit pas pour allumer du feu : il faut recourir au soufre, qui possède la précieuse propriété de s'enflammer rien qu'en touchant un corps embrasé.

Le soufre vous est assez connu pour qu'il soit inutile de le décrire. On le trouve surtout au voisinage des volcans, où il forme, dans le sol, tantôt des amas purs

de tout mélange, tantôt des agglomérations avec la terre et les pierres. Le travail de l'homme se borne à épurer, par la fusion, le soufre tel qu'il est recueilli. Dans un fourneau sont rangés des pots de terre A remplis de soufre brut. Ces pots ont, à leur partie supérieure, une ouverture que l'on tient bouchée pendant l'opération; elle sert à les charger de matière et en même temps à retirer les résidus. Un conduit e fait communiquer chaque pot du fourneau avec un autre pot pareil B placé en dehors. Par la fusion, les impuretés se déposent au fond; le soufre, réduit en vapeur, suit le canal e et se répand dans

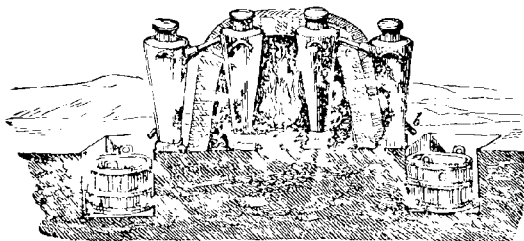


Fig. 9. — Distillation du soufre brut.

le vase extérieur, où il reprend l'état liquide pour s'écouler par le canal b dans le baquet C contenant de l'eau.

Les anciennes allumettes étaient des tiges de chanvre que l'on plongeait par un bout dans du soufre fondu. On les enflammait en approchant l'extrémité soufrée soit d'un charbon conservé rouge sous les cendres, soit de l'amadou embrasé par le briquet. Vous voyez que, pour allumer seulement une lampe, la manœuvre ne manquait pas d'être compliquée. Il fallait d'abord battre du briquet, au risque de se meurtrir les doigts par un choc mal dirigé si l'on opérait dans l'obscurité; puis, lorsque, après bien des essais, qui trop souvent épuisaient la patience, l'amadou avait enfin pris feu, il fallait en approcher l'allumette soufrée pour obtenir de la flamme.

Nos allumettes d'aujourd'hui sont bien préférables. Il suffit de les frotter sur le couvercle de la boîte, sur le mur, sur le bois, n'importe où, et c'est fait : le feu brille. Cet inestimable avantage d'obtenir sans difficulté du feu à l'instant même, nous le devons au phosphore.

En 1669, il y avait dans une ville d'Allemagne, à Hambourg, un vieux savant, appelé Brandt, dont la cervelle avait un peu tourné, et qui cherchait le moyen de convertir en or les métaux de peu de prix.

— Il voulait faire de l'or avec de la vieille ferraille? demanda Émile.

— Avec de vieux clous rouillés et des marmites au rebut, il espérait faire de l'or. Mais il ne réussit pas dans ses recherches, et il devait ne pas réussir, vu que la chose est impossible. A bout de ressources dans ses folles idées, il alla s'imaginer, voyez quelle bizarrerie ! qu'il trouverait dans l'urine l'ingrédient capable de changer tous les métaux en or. Le voilà donc à faire bouillir de l'urine, à l'évaporer et à faire cuire le dégoûtant résidu, puis avec ceci, puis avec cela, tant et tant qu'à la fin, un soir, il vit quelque chose reluire dans ses fioles.

— C'était de l'or? firent les enfants.

— Non, mais quelque chose de plus important que l'or : c'était le phosphore, qui nous donne aujourd'hui le feu. Ne vous moquez pas du vieux Brandt et de sa cuisine insensée ; en cherchant l'impossible, il a fait une des plus belles découvertes dont la science puisse se glorifier ; il nous a mis, d'une façon complète, en possession du feu. Nous lui devons l'allumette chimique, cette précieuse source de lumière et de feu, d'un emploi si facile et si prompt.

Si vous examinez une allumette chimique, vous verrez que l'extrémité inflammable contient deux substances : du soufre appliqué sur le bois et une autre matière appliquée sur le soufre. Cette dernière est du phosphore, coloré au moyen d'une poudre bleue, rouge ou brune, sui-

vant le caprice du fabricant. Le phosphore seul est un peu jaune et transparent comme de la cire. Son nom veut dire porte-lumière. En effet, quand on le frotte légèrement entre les doigts dans l'obscurité, les doigts se couvrent de lueurs blanches. On sent en même temps une odeur d'ail; c'est l'odeur du phosphore. Cette matière est excessivement inflammable : pour peu qu'on la chauffe ou qu'on la frotte sur un corps dur, elle prend feu. De là son emploi dans la fabrication des allumettes.

Les allumettes ordinaires sont de petites baguettes de bois blanc, saule, peuplier ou sapin, que l'on obtient à l'aide de plaques d'acier percées de trous à bords tranchants, au travers desquels une pression énergique force le bois à passer. Les allumettes, rangées à côté l'une de l'autre dans des cadres qui en contiennent des milliers, sont d'abord trempées par une de leurs extrémités dans du soufre fondu. A cette première couche, dont le rôle est de nourrir la flamme et de lui donner une intensité suffisante pour mettre le feu au bois, il faut superposer la couche inflammable par frottement et composée avant tout de phosphore. On répand donc sur une table de marbre une pâte demi-fluide où il entre du phosphore, de la colle, du sable très-fin et une matière colorante. Les allumettes, en place dans leurs cadres, sont posées un instant, par leur extrémité soufrée, sur la pâte inflammable, et portées ensuite dans une étuve où la couche phosphorée se dessèche. La friction, favorisée par le sable fin incorporé dans la pâte, développe assez de chaleur pour mettre feu au phosphore ; celui-ci communique son inflammation au soufre, et le soufre met le feu au bois.

Le phosphore est une substance horriblement vénéneuse. En faisant fondre un peu de phosphore dans de la graisse, on obtient un poison qui sert à détruire les souris et les rats. On enduit de cette composition quelques croûtes de pain, que l'on expose dans les lieux fré-

quentés par ces animaux. Tous ceux qui y mordent périssent promptement.

Vous comprenez alors qu'il faut beaucoup se méfier des allumettes sous le rapport de leurs propriétés vénéneuses. Leur contact avec nos aliments pourrait amener les accidents les plus graves. Le phosphore, matière si terrible, se trouve pourtant dans le corps de tous les animaux. Il y en a dans l'urine, d'où Brandt l'a retiré le premier ; il y en a dans les os surtout, dans la viande, dans le lait. Il s'en trouve aussi dans les plantes, en particulier dans les grains des céréales ; la farine et le pain en contiennent.

Mais rassurez-vous : nous ne courons aucun risque d'être empoisonnés en buvant une tasse de lait, ou en mangeant de la viande et du pain. Le phosphore ne s'y trouve pas seul, mais associé, combiné avec d'autres substances qui lui enlèvent absolument toute propriété vénéneuse. Il n'est à redouter comme poison que dans l'état où les allumettes le contiennent. Je dois vous dire enfin que le procédé suivi par Brandt pour obtenir le phosphore est depuis longtemps abandonné ; on retire aujourd'hui cette substance des os des animaux.

XX

LA COMBUSTION

Allumons une pelletée de charbon dans un fourneau. Le charbon prend feu, devient rouge et se consume en donnant de la chaleur. Bientôt il ne reste plus qu'une pincée de cendres, d'un poids insignifiant par rapport au poids primitif. Qu'est devenu le charbon ?

— Il s'est consumé, se hâta de répondre Émile.

— D'accord. Mais se consumer, serait-ce se réduire à néant? Le charbon, une fois brûlé, n'est-il plus rien, absolument rien?

— Il est devenu cendres.

— Non, car les cendres ne font qu'une bien petite partie du tout. Pour une grande pelletée de charbon, à peine obtenons-nous une poignée de cendres.

— C'est vrai. Alors le charbon est réduit à rien, il est anéanti.

Si tel est votre avis, je vous apprendrai qu'en ce monde rien ne s'anéantit. Essayez d'anéantir un grain de sable. Vous pourrez l'écraser, le mettre en poudre, mais le réduire à rien, jamais. Et les hommes les plus habiles, avec des moyens plus variés et plus puissants que les nôtres, ne l'anéantiraient pas davantage. En dépit de toutes les violences, le grain de sable existera toujours, sous une forme ou sous une autre. Néant et hasard, ces deux grands mots, que nous employons à tout propos, en réalité ne signifient rien. Tout obéit à des lois, tout persiste indestructible.

— Alors, fit Jules, le charbon consumé n'est pas anéanti?

— En aucune manière. Il n'est plus dans le fourneau, en morceaux noirs et visibles; mais il est dans l'air, en substance invisible. Pour vous aider à comprendre, je vous rappellerai le sucre. Il est blanc, il est dur, il craque sous la dent. Nous en mettons un morceau dans l'eau. Le sucre se fond, se dissémine dans le liquide et cesse aussitôt d'être blanc, d'être dur, de craquer sous la dent; il cesse même d'être visible aux regards les plus perçants.

Ce sucre invisible n'en existe pas moins. La preuve, c'est qu'il communique à l'eau une propriété nouvelle: le goût sucré. D'ailleurs, après le départ de l'eau, évaporée au soleil dans une assiette, le sucre reste et repa-

rait tel qu'il était au début. Cet exemple vous prouve qu'une substance, sans cesser d'être la même substance, peut devenir, de colorée incolore, de saisissable insaisissable, de visible invisible.

Eh bien ! ainsi fait le charbon en brûlant : il se dissout dans l'air et devient invisible. Ce qui n'est pas vraiment charbon reste dans le foyer, ne pouvant se dissoudre, et constitue les cendres ; tout ce qui est charbon disparaît, dissous dans l'air, et semble anéanti parce que nous cessons de le voir. Cette dissolution se fait avec chaleur et se nomme *combustion*.

Pour activer le feu, que fait-on ? Avec un soufflet, on dirige de l'air sur le combustible. A chaque bouffée, le feu se ravive et prend plus de développement. Les charbons, d'un rouge sombre d'abord, deviennent d'un rouge vif, puis d'un blanc ardent. L'air apporte une nouvelle vie au sein du foyer. — Pour empêcher le combustible de se consumer trop vite, que fait-on au contraire ? Nous le couvrons de cendres, nous le préservons ainsi du contact de l'air. Sous la couche de cendres, les charbons se conservent longtemps rouges, mais ne se consomment pas. Ainsi le feu ne s'entretient dans un foyer que par l'arrivée continuelle de l'air, qui dissout le charbon. Plus il arrive de l'air, plus aussi la dissolution est rapide et la chaleur produite élevée.

En dissolvant du sucre ou du sel, l'eau acquiert une saveur qu'elle n'avait pas d'abord, la saveur sucrée ou salée ; pareillement, en dissolvant du charbon, l'air acquiert des propriétés qu'il ne possédait pas avant. Cet air imprégné de charbon est une substance invisible, dépourvue d'odeur, et dont rien ne peut faire soupçonner la présence, à notre grand danger, car c'est un air mortel pour nous. Vient-on à le respirer, aussitôt l'esprit se trouble, l'engourdissement vous gagne, les forces faiblissent, et la mort arrive promptement si l'on n'est secouru. Vous avez tous entendu parler de malheureux

qui, involontairement ou, hélas! quelquefois à dessein, se sont donné la mort en allumant un réchaud de charbon dans une chambre close, ou, comme on dit, se sont asphyxiés. L'air imprégné de charbon dissous est cause de ces lamentables accidents. Respiré même en petite quantité, il provoque d'abord une violente migraine et un malaise général, puis la perte de sentiment, le vertige, des nausées et une faiblesse extrême. Pour peu que cet état se prolonge, la vie est en péril.

Vous voyez à quel danger nous expose le charbon lorsque les produits de la combustion ne s'écoulent pas au dehors par une cheminée, mais se répandent dans la pièce où l'on se trouve, surtout lorsque celle-ci est petite et bien close. Dans une pareille pièce, on ne saurait trop se méfier d'un réchaud de braise : qu'elle soit bien ardente ou à demi éteinte, couverte de cendre ou à découvert, cette braise exhale un air mortel, d'autant plus à craindre qu'on ne le voit pas, qu'on ne le sent pas, qu'on ne le soupçonne même pas. La mort peut survenir avant même que l'on se soit aperçu du péril.

Il est très-imprudent encore de fermer la clef d'un poêle d'une chambre à coucher pour y conserver la nuit une douce chaleur. Le tuyau fermé par la clef ne donnant plus issue aux produits de la combustion, ceux-ci se déversent dans la chambre, au grand péril des dormeurs qui seront surpris sans défense par l'air redoutable.

XXI

SOUFFLETS

Pour activer la combustion, il faut lancer, dans le foyer, un courant d'air qui dissout le charbon avec rapidité. C'est le rôle que remplissent les vulgaires soufflets dans nos habitations, et les machines soufflantes dans les usines de l'industrie.

Parlons d'abord du soufflet ordinaire, complément obligé de la pelle et des pincettes au coin de nos cheminées domestiques. La figure que voici vous en montre



Fig. 10. — Soufflet ordinaire.

la structure. Il se compose de deux planchettes reliées l'une à l'autre par une peau souple, de manière que le tout constitue une sorte de poche dont on augmente et dont on diminue tour à tour la capacité, en écartant les deux poignées A et B et en les rapprochant. La planchette inférieure est percée d'un trou D au dessus duquel est disposée une soupape. Figurez-vous une rondelle de cuir, fixée par un bord et libre par le bord opposé. Pous-sée du dehors au dedans du soufflet, cette rondelle se soulève et laisse le passage libre à la façon d'une porte entre-bâillée ; refoulée du dedans au dehors, elle vient s'appliquer contre le rebord du trou et ferme celui-ci. Telle est la soupape, qui permet à l'air d'entrer quand elle est poussée de bas en haut, du dehors au dedans, et

l'empêche de sortir quand elle est poussée de haut en bas, du dedans au dehors. Enfin un canal métallique C appelé *tuyère* termine l'instrument.

Si l'on écarte les deux poignées, en d'autres termes, si l'on ouvre le soufflet, la cavité de la poche augmente, et l'air extérieur s'y précipite en soulevant la soupape. Alors on rapproche les poignées. L'air comprimé entre les deux planchettes fait effort pour s'échapper et se ferme ainsi lui-même le passage D en pressant sur la soupape, qui s'applique sur le trou. Il ne reste d'autre issue que celle de la tuyère. C'est donc par là que l'air jaillit, avec d'autant plus de force que l'on rapproche plus vivement les deux poignées. C'est chose toute simple, vous le voyez, que le jeu du soufflet.

Jules, pour qui le mécanisme du soufflet n'avait plus de secrets après les explications de l'oncle, se rappela certain jeu d'enfants basé sur de semblables principes. — Nous faisons, dit-il, de petits soufflets de papier qui me paraissent fonctionner comme vous venez de le dire. Émile surtout est d'une rare habileté dans cet art, qui d'un carré de papier fait tour à tour un chapeau de gendarme, une poule ou cocotte, un soufflet, une table et bien d'autres choses. Ces soufflets n'ont pas de soupape; l'air entre et sort par un même trou servant de tuyère; il entre quand on gonfle le soufflet en écartant les deux ailes qui servent de poignée, il sort quand on le dégonfle. Il me semble alors que les soufflets de nos cheminées n'ont pas besoin d'un orifice spécial avec soupape; l'air pourrait fort bien entrer d'abord et puis sortir par la seule tuyère.

— Rien n'est plus juste, reprit l'oncle; ainsi simplifiée, la petite machine n'en soufflerait pas moins bien, se remplissant tour à tour d'air et se vidant par le seul orifice de la tuyère. Mais remarquez que cette tuyère est tenue habituellement au voisinage du feu quand le soufflet fonctionne; si elle sert de passage pour l'entrée, l'instru-

ment se remplira d'air chaud, brûlant même, qui en peu de temps aura détruit le cuir. Pour qu'il n'arrive dans le soufflet que de l'air froid, sans action nuisible, il faut donc une entrée particulière, avec soupape, et, par sa position, à l'abri des ardeurs du foyer. Malgré leur entrée spéciale pour l'air, nos soufflets domestiques ne sont pas à l'abri de l'inconvénient dont je vous parle. Quand on les ouvre, l'air pénètre à la fois par la soupape et par la tuyère ; aussi vous recommanderai-je de ne jamais plonger celle-ci dans la flamme ou dans la braise si vous ne voulez pas brûler l'intérieur de l'instrument.

Ce vice de construction, qui permet à la flamme, aux cendres brûlantes, aux charbons allumés d'entrer, est sans importance aucune pour le soufflet domestique, puisqu'il nous est toujours loisible de le tenir à distance convenable du foyer ; mais il n'en est plus de même pour le soufflet du forgeron, soufflet dont la tuyère est constamment plongée au milieu du charbon embrasé. Une autre condition indispensable est à remplir. Le soufflet ordinaire ne donne du vent que lorsque les deux tablettes se rapprochent ; le soufflet de forge, au contraire, doit donner un vent continu afin d'activer incessamment le foyer.

Pour obtenir ces deux résultats, souffle continu et non accès de l'air chaud dans l'instrument, on donne au soufflet de forge trois tablettes A, B, C (fig. 11), reliées entre elles par une peau que soutiennent des arcs flexibles. Les deux tablettes inférieures portent chacune une soupape S, S', s'ouvrant de bas en haut, se fermant de haut en bas, comme je viens de vous l'expliquer pour le soufflet ordinaire. La tablette inférieure, que manœuvre une chaîne par l'intermédiaire d'un levier, porte un poids M, qui la fait baisser quand on cesse de peser sur la chaîne. La tablette supérieure est chargée d'un autre poids M', destiné à comprimer et à chasser l'air emmagasiné en dessous. Par sa tablette moyenne, le soufflet est divisé e

deux compartiments, un inférieur, l'autre supérieur, qui est seul en rapport avec le foyer par la tuyère T.

La structure expliquée, voyons comment fonctionne la machine. On tire la chaîne ; la tablette inférieure se relève : l'air du compartiment inférieur se comprime, il presse sur la soupape S, qu'il ferme ; il ouvre, au contraire, la soupape S', et passe dans le compartiment supérieur en soulevant la tablette A et le poids M' dont elle est chargée. Mais alors le poids M' agit sur l'air, le

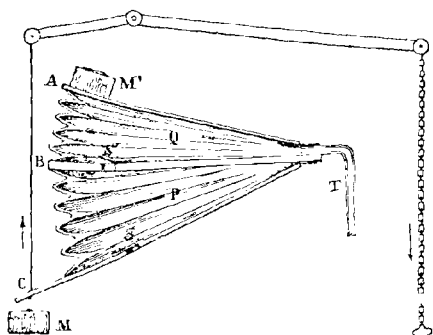


Fig. 11. — Soufflet de forge.

comprime et le chasse avec force par la tuyère. Pendant que cela se passe, le forgeron cesse de peser sur la chaîne. Le poids M entraîne la tablette inférieure, la soupape S s'ouvre par la poussée de l'air extérieur et celui-ci s'introduit dans le compartiment inférieur ; de sorte que ce compartiment s'emplit pendant que l'autre se vide en partie. En pesant de nouveau sur la chaîne, on amène donc une autre provision d'air dans le compartiment supérieur avant que la première soit épuisée ; et le vent, quoique à certains moments ralenti, est du moins continu.

Quand il s'agit de fournir de l'air à des foyers consi-

dérables et d'une grande activité, tels que ceux dont on fait usage pour retirer les métaux de leurs minerais, le soufflet de forgeron serait insuffisant, et l'on se sert de machines soufflantes pareilles à celle qui est ici représentée.

Imaginez un vaste cylindre creux à l'intérieur et fermé de part et d'autre. Ce cylindre porte le nom de *corps de pompe*. Dans sa capacité va et vient, monte et descend tour à tour un piston P que meut une tige C, mise en mouvement elle-même

soit par une roue qu'un ruisseau fait tourner, soit par une machine à vapeur. Le corps de pompe se trouve ainsi divisé en deux compartiments d'étendue variable, suivant la position du piston. Il est armé de quatre soupapes à ses extrémités, deux à droite, deux à gauche. Les deux

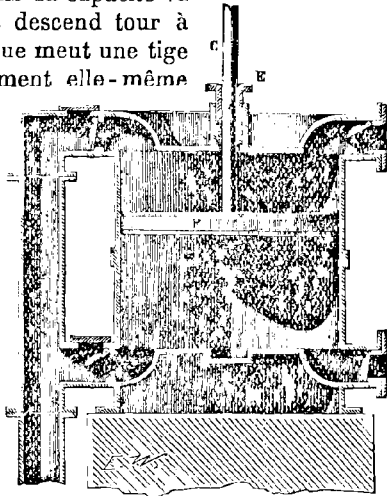


Fig. 12. — Machine soufflante.

de gauche communiquent avec le canal D qui conduit l'air dans le foyer, les deux de droite communiquent librement avec l'atmosphère. Ces soupapes s'ouvrent et se ferment tour à tour, deux par deux, suivant une même diagonale, ainsi que le représente la figure. A présent sont fermées la soupape de gauche en haut et celle de droite en bas; sont ouvertes la soupape de droite en haut et celle de gauche en bas. Dans ces conditions, le piston descend. Il chasse devant lui l'air contenu dans

le compartiment inférieur et le lance dans le canal D qui l'amène au fourneau ; en même temps, le compartiment supérieur s'emplit à mesure que sa capacité augmente, car l'air extérieur, ne trouvant pas de résistance devant lui, soulève la soupape supérieure de droite et s'élançe dans la place vide qui lui est faite.

— Mais pourquoi, demanda Jules, les deux autres soupapes se tiennent-elles fermées pendant que le piston descend ?

— L'inférieure de droite est tenue fermée par la poussée de l'air que le piston refoule au-dessous de lui. Cette même poussée fait ouvrir l'inférieure de gauche ; elle fait fermer aussi la supérieure de gauche une fois que l'air comprimé est lancé dans le canal.

Puis le piston remonte. Les soupapes précédemment fermées s'ouvrent, les soupapes précédemment ouvertes se ferment, toujours par le seul jeu de l'air, comprimé d'une part, et trouvant une place vide de l'autre. Pendant cette ascension, le compartiment supérieur lance de l'air dans le canal de conduite, tandis que le compartiment inférieur s'emplit.

C'est ainsi que, par la force d'un simple ruisseau, faisant tourner la roue qui meut la tige du piston, l'industrie obtient un souffle, véritable tempête, qui renverserait et balayerait un homme placé devant la tuyère.

XXII

TIRAGE

Dans sa plus rustique simplicité, le foyer pour le chauffage domestique se réduit à une large dalle placée au centre de l'habitation. Sur cette dalle flambent les

lisons, et la fumée s'échappe tant bien que mal par les interstices de la toiture. Pour retrouver cette méthode naïve de faire du feu, il n'est pas nécessaire de visiter des contrées que leur éloignement empêche de participer aux bénéfices de la civilisation. Dans certains districts montueux de la France, on voit encore le foyer établi sur une large pierre au centre de la salle, dont les parois et le grossier ameublement sont revêtus d'un noir et luisant vernis déposé par la fumée. Les jours d'un toit mal joint sont les seules issues pour les produits de la combustion.

L'antiquité, à ses plus belles époques, ignorait notre vulgaire cheminée. Une ville célèbre, Pompéï, située au pied du Vésuve, fut ensevelie, en l'an 79 de notre ère, sous une couche de cendres vomies par le volcan. Elle est aujourd'hui exhumée par la pioche du mineur et rendue à la lumière telle qu'elle était il y a dix-huit siècles. Aucune de ses maisons n'a rien de comparable à nos cheminées. Dans la vieille ville romaine, on se chauffait avec un large vase de métal, dans lequel on mettait des charbons ardents sur une couche de cendres. Le foyer portatif était mis au milieu de la pièce à chauffer, sans disposition aucune relativement au tirage et à l'évacuation des produits malsains engendrés par le charbon. La douceur du climat, qui n'exige pas la clôture exacte des habitations, permettait et permet encore en Italie ainsi qu'en Espagne ce mode élémentaire de chauffage, qui deviendrait très-dangereux dans nos demeures, closes avec soin pendant les froids de l'hiver.

Les premières cheminées à l'usage domestique dont l'histoire fasse mention datent du quatorzième siècle. Démesurément larges, très-dispendieuses, brûlant pour tisons des troncs d'arbres entiers, elles furent d'abord construites sans connaissance aucune du bon emploi de la chaleur. On faisait de grands feux sans parvenir à se chauffer en proportion du combustible dépensé. La cause

du tirage n'était pas même soupçonnée. Il faut arriver à la fin du dernier siècle pour trouver des idées exactes sur cette importante question.

Le mot de cheminée s'applique vulgairement aux diverses parties de la construction disposée en vue du chauffage domestique. On désigne par là tantôt le conduit qui sert au dégagement de la fumée, tantôt la partie inférieure de ce canal, partie où brûle le feu, tantôt enfin l'encadrement en pierre ou en marbre qui entoure et recouvre partiellement le foyer. Afin d'éviter tout malentendu dans mes explications, je réserverai le nom de *cheminée* pour désigner le canal conduisant au dehors les produits de la combustion, et le nom de *foyer* pour désigner l'emplacement occupé par le feu.

Avant d'aller plus loin, quelques explications sont ici nécessaires. Je rappellerai à vos souvenirs le poêle, lorsque, ramoné de frais et bien garni, il brûle avec un sourd bruissement.

— Je sais ce que vous voulez dire, fit Jules; on dit alors que le poêle ronfle.

— C'est la cause de ce ronflement que je veux vous faire connaître. Si la porte du cendrier est ouverte, au moins en partie, le poêle ronfle; si cette porte est fermée, le poêle se tait. Pourquoi cela? Apparemment parce que quelque chose se précipite avec bruit dans le foyer quand une entrée lui est ouverte. Ce quelque chose n'est pas difficile à trouver. Mettez la main à quelque distance devant la porte du cendrier, vous sentirez un vif courant d'air. C'est donc de l'air qui s'engouffre en ronflant à travers le tas de charbon allumé. Voilà ce qu'on appelle *tirage*. Un poêle qui ronfle tire bien, c'est-à-dire reçoit en abondance de l'air à travers son combustible embrasé; un poêle qui se tait tire mal : il ne reçoit de l'air qu'avec difficulté.

Recherchons maintenant la cause du tirage. Au-dessus du poêle bien chaud secouez une mèche de papier allu-

mé; vous verrez les parcelles carbonisées s'élever et tourbillonnant et monter plus ou moins haut, quelquefois jusqu'au plafond. Ces morceaux de papier brûlé, si légers qu'ils soient, ne montent pas tout seuls; il faut qu'un courant les entraîne. Ce courant est produit par l'air, qui s'échauffe au contact du poêle, devient de la sorte plus léger et s'élève, aussitôt remplacé par de l'air froid s'échauffant et montant à son tour. Bien que l'air soit invisible, son ascension est rendue manifeste aux regards par les parcelles de papier brûlé entraînées, de même que le mouvement insensible d'une eau presque dormante est accusé par le déplacement des objets qui flottent à la surface. Il est donc établi qu'en devenant plus chaud, l'air devient plus léger, et par conséquent s'élève, tandis que de l'air froid accourt occuper sa place.

Ce qui se passe dans nos foyers, sous le rapport du tirage, n'a plus rien maintenant qui puisse vous embarrasser. Si l'air était à la même température dans la cheminée, dans la salle et au dehors, il se maintiendrait indéfiniment en repos. Mais dès que le feu est allumé, les conditions changent. Alors la colonne d'air contenue dans la cheminée s'échauffe, devient plus légère et s'élève. La puissance d'ascension est d'autant plus grande que cet air est plus chaud et forme une colonne plus longue. A mesure que l'air chaud monte dans la cheminée, l'air froid, plus lourd, afflue vers le foyer, entretient la combustion, s'échauffe lui-même et continue la colonne ascendante. Il s'établit ainsi un courant continu d'air de la partie inférieure à la partie supérieure de la cheminée. En passant sur le foyer, à travers le combustible, ce courant, formé d'air toujours renouvelé, entretient le feu; une fois chaud et imprégné de charbon dissous, il continue son trajet dans la cheminée et entraîne avec lui la fumée. Voilà comment une cheminée tire. comment un poêle ronfle.

XXIII

CHEMINÉES — POÊLES — CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR

Les conditions premières d'un bon tirage sont maintenant faciles à prévoir. Puisque la puissance d'ascension de l'air chaud, cause du tirage, augmente avec la longueur de la colonne de cet air, on voit que toute cheminée, pour bien tirer, doit avoir une hauteur convenable. Dans certaines industries qui exigent des foyers d'une grande violence, les cheminées deviennent de véritables monuments pour la hauteur. L'une d'elles, établie à Manchester, en Angleterre, a 125 mètres de haut. Quatre millions de briques sont entrées dans sa construction. Pour bâtir de pareils édifices, l'ouvrier enchâsse dans les parois du canal des barres de fer qui lui servent d'échelons à mesure que le travail avance. Plus tard, ces mêmes échelons permettent d'atteindre jusqu'au haut de la cheminée et de faire, dans l'étendue du canal, les réparations nécessaires. Nos cheminées domestiques sont loin d'exiger de pareilles dimensions : il leur suffit de 5 à 8 mètres de hauteur pour avoir un bon tirage.

Une autre condition essentielle, c'est que la cheminée soit en entier occupée par de l'air chaud. Si le canal est trop large, il s'établit par le haut un courant descendant d'air froid, qui se mélange avec le courant chaud ascendant, ralentit sa vitesse et même le fait refluer dans l'appartement. Alors la cheminée fume. On remédie à cet inconvénient en rétrécissant la cheminée par le haut, ou bien en la surmontant d'un canal en tôle.

Nos cheminées sont en général trop larges. Leur cou-

struction vicieuse est nécessitée par la manière fréquemment employée pour les ramoner. Quand un pauvre enfant de la Savoie, tout barbouillé de suie, s'aidant des reins et des genoux garnis de cuir, se hisse dans le canal pour en râcler les parois, faut-il encore qu'il trouve une place suffisante. Mais si le ramonage se fait d'une manière plus convenable avec un petit fagot manœuvré au moyen d'une corde, rien n'empêche de rétrécir la cheminée autant qu'il est nécessaire.

L'orifice inférieur, celui qui s'ouvre dans l'appartement, a fort souvent aussi des dimensions trop grandes. Alors il arrive à la fois, dans le canal, de l'air chaud par la partie médiane qu'occupe le foyer, et de l'air froid par les parties latérales inoccupées. Cet air froid a nécessairement pour effet de diminuer le tirage en se mélangeant avec l'air chaud dont il abaisse la température; il peut même faire refluer la fumée dans l'appartement. Il faudrait qu'il ne pénétrât, autant que possible, que de l'air chaud dans la cheminée; il faudrait enfin que tout l'air froid appelé par le tirage traversât le foyer avant de se rendre dans le canal d'ascension.

A cet effet, dans les cheminées construites suivant de bonnes règles, l'orifice inférieur est rétréci par trois cloisons obliques, inclinées vers le foyer, de manière que la majeure partie de l'air appelé par le tirage passe à travers le combustible et l'échauffe. Ces parois obliques ont une autre utilité : elles renvoient dans l'appartement une portion de la chaleur qui n'y arriverait pas sans cette disposition. Pour augmenter leur efficacité sous ce rapport, on les recouvre d'un revêtement de faïence, ou de toute autre matière qui, par son poli, renvoie bien la chaleur.

Enfin l'extrémité supérieure de la cheminée doit être prémunie contre le vent, qui, en s'engouffrant dans le canal, ferait refluer la fumée. Dans ce but, on coiffe la cheminée d'une mitre en maçonnerie, ou bien d'un

coude de tôle qui tourne au gré du vent et dirige son orifice de manière à éviter toujours l'accès du courant d'air.

Le rôle d'une cheminée est aussi important pour le renouvellement de l'air ou ventilation que pour le chauffage; quand nous croyons n'en recevoir que de la chaleur, elle donne surtout de l'air pur à nos poumons. Dans son canal s'élève sans cesse une colonne d'air chaud entraînant au dehors les produits gazeux irrespirables, tandis que de l'air froid et pur afflue vers le

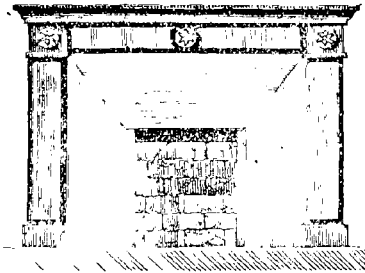


Fig. 13. — Foyer avec parois obliques pour réfléchir la chaleur.

foyer, en pénétrant dans la salle par les fissures des portes et des fenêtres, par les trous des serrures, enfin par tous les orifices qui peuvent faire communiquer l'atmosphère du dehors avec celle de l'intérieur. Ce renouvellement de l'air

donne naissance à ces courants froids qui sifflent à travers les jointures des portes, gémissent dans les serrures et vous glacent le dos et les jambes quand on se trouve devant une cheminée qui tire bien. On s'en préserve avec une cloison mobile ou paravent.

Les cheminées renouvellent très-bien l'air d'un appartement, mais elles utilisent mal la chaleur au point de vue du chauffage; elles ventilent bien, elles chauffent mal. C'est tout le contraire pour les poêles. Avec ces appareils, en contact dans toute leur étendue avec l'air de l'appartement, presque toute la chaleur est utilisée. Les poêles en fonte chauffent rapidement et avec énergie; mais aussi ils se refroidissent vite si la combustion

languit. Les fourneaux en terre cuite, vernissés ou non, chauffent plus lentement, mais leur action est plus continue, plus douce, plus égale; ils conservent longtemps leur température après que la combustion a cessé.

Les Suédois et les Russes se servent, sous leur ciel rigoureux, d'énormes fourneaux en briques, occupant tout un des murs de la salle. La fumée et les produits de la combustion, avant de s'écouler au dehors, circulent dans l'épaisseur de cette maçonnerie par de nombreux canaux. On allume le feu, le matin, quelques heures; puis, lorsque le bois est converti en braise, on ferme toutes les issues du poêle, et cela suffit pour maintenir jusqu'au soir une douce chaleur dans l'appartement, à la condition que l'air glacial du dehors ne pénètre pas. Mais, évidemment, on n'obtient cette douceur de température qu'au détriment de la pureté de l'atmosphère, qui ne peut se renouveler dans la salle bien close.

Nos poêles présentent un inconvénient analogue. Si, pour adoucir la chaleur violente que donne un poêle en fonte, on affaiblit le tirage, en fermant plus ou moins la porte du cendrier ou la clef du tuyau, l'aéragé de l'appartement ne se fait plus. Il se fait, d'ailleurs, d'une manière insuffisante, même avec un poêle dont le tirage n'est pas entravé. A cause de sa disposition bien mieux appropriée à la combustion, un poêle exige beaucoup moins d'air qu'une cheminée. Dans un poêle, tout l'air qui entre est, à peu de chose près, utilisé par le combustible; dans une cheminée, au contraire, il pénètre beaucoup d'air qui ne traverse pas le foyer, et s'écoule au dehors sans avoir pris part à la combustion. Les cheminées les mieux construites exigent au moins 60 mètres cubes d'air par kilogramme de combustible brûlé; les poêles brûlent ce même poids de combustible avec 8 à 10 mètres cubes d'air.

Outre l'inconvénient de mal ventiler, le poêle en fonte en a un autre. La violente chaleur qu'il dégage dessèche

l'air à un degré pénible pour la respiration. La soif ardente qu'on éprouve près d'un poêle trop chaud n'a pas d'autre origine que cette aridité de l'air. On remédie à ce défaut en mettant sur le poêle un vase plein d'eau, qui, en s'évaporant, restitue à l'air une humidité convenable. Enfin les poussières diverses flottant dans l'atmosphère de la salle se brûlent au contact du poêle rouge et sont une cause d'émanations désagréables. En somme, si le poêle est le meilleur des appareils de chauffage sous le rapport de la facile installation, de l'économie du combustible, de l'utilisation de la chaleur, il est un des plus défectueux au point de vue de la santé, surtout dans un appartement petit et habité par un grand nombre de personnes. Il chauffe, mais il ne renouvelle pas suffisamment l'air.

Très-fréquemment l'industrie fait emploi d'un mode de chauffage qui permet de porter à l'ébullition de grandes masses d'eau distribuées çà et là, à telle distance que l'on veut du foyer, et d'habitude contenues dans des cuves en bois, qui ne pourraient supporter l'action directe du feu. Une forte chaudière en fer, pleine d'eau et close de partout, pareille enfin à celles des machines, est établie sur un foyer que surveille un ouvrier spécial, le chauffeur. Il s'y forme une vapeur très-chaude, qu'un tuyau de cuivre conduit partout où l'on veut et distribue à de nombreuses cuves, par des canaux de ramification armés de robinets. Jetez les yeux sur la figure que voici. Trois grandes cuves en bois sont remplies d'une préparation qu'il s'agit de faire bouillir au moyen de la chaleur fournie par un foyer, qui peut être situé fort loin, dans une autre partie de l'usine. Un tuyau se voit, fixé contre le mur et fournissant des branches dont chacune plonge au fond de la cuve voisine. Ce tuyau vient de la chaudière et amène de la vapeur à haute température. On ouvre les robinets V. Aussitôt la vapeur s'élançe, se dissout dans le liquide des

cuves, lui cède sa chaleur et en peu d'instants le porte à l'ébullition. Veut-on suspendre le chauffage, on ferme les robinets; veut-on continuer à chauffer, on les ouvre. C'est ainsi que l'on a la chaleur à sa disposition, en tel

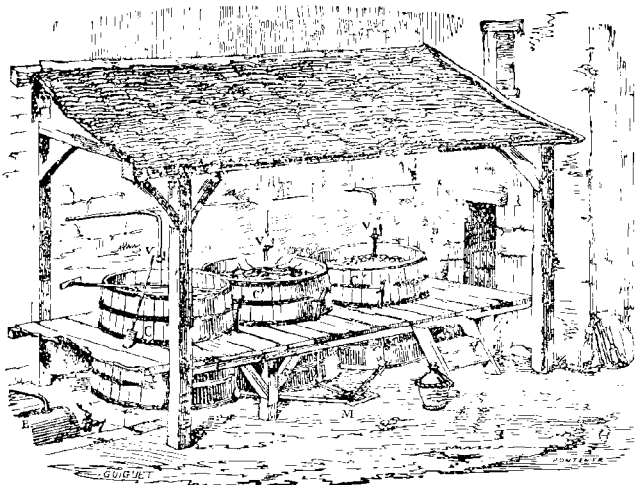


Fig. 14. — Caves chauffées par la vapeur.

point qu'on le désire, toujours prête à servir, à l'instant employée ou à l'instant arrêtée. Par l'intermédiaire de la vapeur, la chaleur se distribue au moyen de tuyaux et de robinets comme se distribue l'eau des fontaines.

XXIV

LA HOUILLE

La houille, appelée aussi charbon de terre parce qu'on la retire, à de grandes profondeurs, des entrailles mêmes du sol, provient de végétaux tout comme le charbon ordinaire. Vous expliquer en détail cette curieuse origine de la houille nous prendrait trop de temps; je peux du moins vous en donner une idée.

Supposez de grandes forêts bien touffues, où l'homme ne pénètre jamais pour y porter la destruction. Les arbres qui tombent de vétusté pourrissent au pied des autres, et forment une mince couche de matières à demi consumées par le temps. Les générations végétales se succèdent, et après des siècles et des siècles, la couche de débris a acquis une épaisseur d'un mètre et plus. Figurez-vous maintenant que des tremblements de terre bouleversent la surface du sol, soulèvent les plaines en montagnes, et affaissent les montagnes en plaines basses; figurez-vous que la mer se déplace à la suite de ces changements de niveau, et abandonne en totalité ou en partie son ancien lit pour en prendre un nouveau; imaginez-vous cette nouvelle mer couvrant les débris des forêts de sa vase, de ses sables, à la longue durcis et convertis en épaisses couches de roc; supposez enfin que, par de nouvelles commotions du sol, la mer laisse à sec son lit actuel, qui devient un continent, et vous aurez tout ce qu'il faut pour comprendre la présence du charbon dans l'intérieur de la terre.

Eh bien, une science appelée Géologie nous apprend que toutes ces choses se sont passées à des époques très-anciennes, avant que l'homme fût appelé à l'exis-

tence par le Créateur. Elle nous dit, en particulier, qu'il fut un temps où quelques langues de terre et des groupes d'îlots séparés par de vastes bras de mer occupaient l'emplacement destiné à devenir un jour, par le retrait des eaux, notre beau pays de France. Une puissante végétation, comme on n'en trouverait aujourd'hui de semblable que dans les régions les plus chaudes du monde, couvrait ces archipels de sombres forêts que n'a jamais égayées le gazouillement des oiseaux, où n'a jamais résonné le pas du quadrupède. La terre ferme encore n'avait pas d'habitants ; seule, la mer nourrissait dans ses flots une population de monstres, moitié poissons, moitié reptiles, dont les flancs, en guise d'écailles, étaient cuirassés de plaques d'émail. Aux lieux mêmes occupés maintenant par des forêts de chênes et de hêtres, venaient des arbres étranges, balançant, à l'extrémité d'une tige élancée et sans ramifications, un gracieux bouquet de feuilles énormes. Les débris de cette végétation primitive, accumulés pendant une série de siècles dont il serait impossible d'évaluer le nombre, puis ensevelis dans les entrailles de la terre par les révolutions qui ont façonné les continents, sont devenus les couches de houille exploitées aujourd'hui par le pic du mineur.

En général, la houille est une masse informe qui ne laisse pas soupçonner son origine végétale ; mais il n'est pas rare d'y trouver des tiges plus ou moins entières et parfaitement reconnaissables malgré leur conversion en charbon. Certains lits de houille sont formés d'un entassement de feuilles carbonisées, serrées l'une contre l'autre en bloc compacte et conservant encore tous les détails de leur délicate structure. Ces restes d'une végétation vieille comme le monde, merveilleuses archives qui nous racontent l'histoire des anciens âges de la terre, sont tellement conservés, qu'on peut, avec leur secours, tracer l'histoire des végétaux de ces lointaines époques avec la même certitude qu'on écrirait l'histoire des vé-

gétaux vivants. La vue des objets eux-mêmes vous convaincra de cette admirable conservation. Dans la provision de houille pour cet hiver, j'ai aperçu quelques fragments de feuilles que je me suis empressé de recueillir pour vous les montrer. Les voici, convertis en charbon et incrustés sur des plaques de pierre noire.

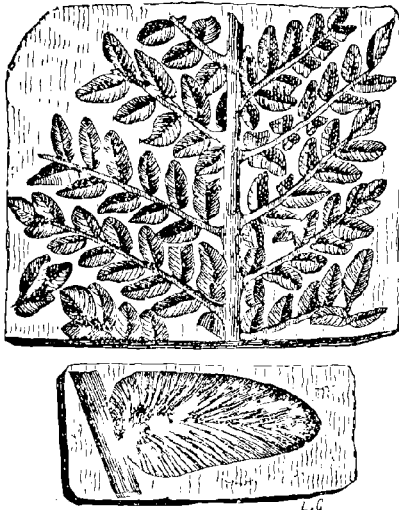


Fig. 15. — Un fragment des fougères de la houille.

Les échantillons circulèrent entre les mains des enfants qui ne se lassaient point d'admirer le délicat feuillage si élégamment étalé sur son lit de pierre.

— D'après la forme, fit Jules, il n'y a pas à s'y tromper; ce sont bien des débris de plantes; et la houille, où de semblables débris sont si fréquents, nous dites-vous, ne peut provenir

que de végétaux entassés et ensevelis sous terre. Je désirerais bien savoir à quels végétaux se rapportent les fragments que vous nous montrez.

— Des études faites sur ce curieux sujet, reprit l'oncle, il résulte qu'en aucune partie du monde actuel ne se trouvent des végétaux exactement pareils à ceux qui peuplèrent autrefois la terre, et sont maintenant ensevelis dans les assises des houillères. Les végétaux qui paraissent avoir contribué le plus à la formation de la

houille sont d'énormes fougères, dont la tige élancée se termine par un bouquet de très-grandes feuilles découpées avec une rare élégance. On les nomme fougères arborescentes à cause de leur taille comparable à celle de quelques-uns de nos arbres, par exemple à celle des peupliers. Les fougères actuelles de nos pays sont d'humbles plantes qui pour la plupart trouvent à végéter dans les fissures humides des rochers et des vieux murs. Nulle part en Europe, les fougères arborescentes n'existent plus; les régions équatoriales, principalement les îles des mers les plus chaudes, en ont seules quelques espèces, qui ne sont pourtant pas celles de l'époque de la houille. Rien donc aujourd'hui, si ce n'est quelques parties privilégiées de la zone torride, ne peut donner une idée de la

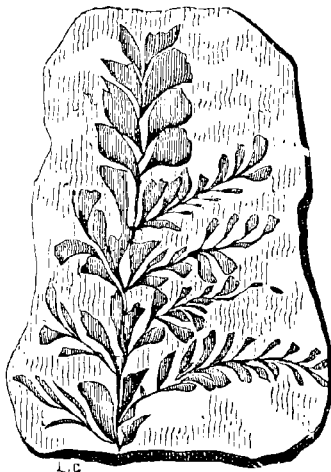


Fig. 16. — Autre fragment des fougères de la houille.

puissante végétation de ces lointaines époques, végétation qui, ensevelie par les révolutions de la terre, consumée par les siècles et convertie en charbon bitumineux, gît maintenant sous les couches de roc et forme des magasins souterrains de combustible, source capitale de prospérité pour l'industrie et de richesse pour les nations.

La houille effectivement est en quelque sorte l'âme de l'industrie moderne. C'est elle qui fait mouvoir la locomotive des chemins de fer traînant sa lourde file de wa-

gons ; c'est elle qui alimente les foyers à haute cheminée de nos usines ; c'est elle qui permet aux navires à vapeur de braver les vents et la tempête ; c'est avec elle que nous travaillons les métaux, que nous fabriquons nos instruments, nos étoffes, nos poteries, notre verrerie, et une foule innombrable d'objets des plus nécessaires. Comprenez-vous, mes enfants, comment, longtemps avant la venue de l'homme, tout se prépare sur la terre pour le recevoir et fournir les matières premières à sa future industrie, à son activité, à son intelligence ? Comprenez-vous comment l'antique végétation amasse en dépôt, dans les entrailles du sol, ces précieuses assises de charbon qui reparaissent aujourd'hui à la lumière pour donner le mouvement à nos machines, et devenir un des éléments les plus actifs de la civilisation ? Ne voyez-vous pas, en toutes ces choses, la Providence attentive aux futurs besoins de l'homme, seul, parmi toutes les créatures, doué de la noble prérogative du travail fécondé par l'intelligence ?

XXV

LA HOUILLE

(Suite)

D'après son origine, il est visible que la houille ne peut se trouver en tous les points du globe indifféremment ; le mineur n'a chance de la rencontrer que là où, dans les anciens âges, le sol était hors des eaux de la mer et nourrissait la puissante végétation dont les débris accumulés sont devenus charbon. Les plus vieilles terres,

celles que les océans ont laissées les premières à sec, généralement en possèdent; mais les autres, émergées des eaux à des époques plus récentes, lorsque depuis longtemps les forêts de fougères arborescentes n'existaient plus, n'en possèdent jamais.

On trouve de la houille dans la partie centrale de l'Europe, en Angleterre, en France, en Belgique. Il y en a peu en Espagne, en Portugal, en Italie; il n'y en a pas en Russie et en Norvège. Hors de l'Europe, les principales régions approvisionnées de houille sont les États-Unis de l'Amérique du Nord, le Japon, la Chine, la Sibérie, la Nouvelle-Hollande. Le pays le mieux partagé est l'Angleterre, qui doit à l'abondance et à l'excellente qualité de ses houilles l'énorme développement de son industrie. Au second rang, en Europe, vient la Belgique; et au troisième, la France.

Les amas de houille sont séparés les uns des autres, quelquefois distants, quelquefois rapprochés par groupes. Ils correspondent apparemment soit à des lacs, des marais où s'amassait et pourrissait la végétation, soit à des embouchures où les cours d'eau de l'époque amoncelaient dans la mer les débris charriés. On les nomme *bassins houillers*. Le nombre de bassins houillers connus aujourd'hui en France est de 62. L'étendue exploitée embrasse 4 776 kilomètres carrés et occupe de 30 à 40 000 mineurs. La quantité de combustible fournie est annuellement de 50 millions de quintaux métriques environ.

Pour nous rendre compte de la répartition des houillères à la surface de la France, écoutons ce que nous enseigne la géologie au sujet de la conformation des terres et des mers. A une époque très-reculée, de beaucoup antérieure à l'existence de l'homme, mais dont la science sait admirablement retrouver les secrets, ce qui devait être un jour l'Europe n'était encore représenté que par quelques archipels, quelques îles perdues dans

la plaine des mers. Pendant qu'au sein des boues sous-marines gisaient les emplacements futurs des deux capitales du monde, les emplacements de Londres et de Paris, pendant que les assises du sol européen s'amassaient au fond des océans, quelques îles, noyaux premiers-nés de la France, dominaient déjà les flots. Ces terres antiques, témoins des convulsions qui ont formé l'Europe actuelle et mères vénérables de la France, ces terres plus vieilles que le Jura, que les Pyrénées, que les Alpes, ce sont la Bretagne, le massif des Ardennes, le massif du Var et le plateau de l'Auvergne. Ces îles, ces langues de terre d'une mer qui n'existe plus, sont aujourd'hui réunies par les terrains que les eaux ont laissés en se retirant. Quand vivaient ici les fougères en arbre, la mer battait de ses flots leurs falaises escarpées.

La plus grande de ces îles est devenue le plateau central de la France, comprenant l'Auvergne, le Velay, le Forez et le Limousin d'aujourd'hui. Deux golfes pénétraient dans son intérieur. L'un, s'ouvrant au nord, est devenu la fertile plaine de la Limagne; l'autre, plus large et s'ouvrant au midi, a formé la région stérile des Causses. Deux promontoires la prolongeaient: l'un au nord, constituant aujourd'hui une partie de la Bourgogne; l'autre au sud, correspondant à la montagne Noire. C'est sur ce renflement primordial que prospéraient surtout, nombreuses et touffues, les antiques forêts de la houille. Suivons les contours du plateau et nous trouverons presque partout des amas de charbon provenant des végétaux que les cours d'eau de l'époque charriaient pendant leurs crues et entassaient à leurs embouchures dans la mer voisine.

Au nord, ce sont les houillères de Saône-et-Loire, dont la plus importante est celle du Creuzot; les houillères de la Nièvre, exploitées à Decize; les houillères de l'Allier, exploitées à Noyant et à Fins. A l'ouest sont les dépôts houillers de Roanne, Montbrison, Saint-Étienne, Rive-

de-Gier, dans les départements de la Loire et du Rhône. Plus bas se trouvent ceux de l'Ardèche; ceux d'Alais, dans le Gard. Au sud s'étendent les houillères de l'Hérault et de l'Aude; à l'ouest, celles du Tarn, de l'Aveyron; du Lot, de la Dordogne. Enfin, sur le plateau lui-même, d'antiques lacs comblés de houille forment les bassins du Puy-de-Dôme et du Cantal.

Les autres terres alors à découvert ont pareillement leurs amas de charbon. Du massif des Ardennes dépend le bassin houiller du Nord, dont l'exploitation principale est à Valenciennes. Ce bassin se rattache aux riches dépôts de la Belgique. Les terres primitives de la Bretagne ont donné les houillères du Finistère, de la Manche, de la Vendée; enfin le petit massif méridional a fourni les houillères du Var.

La houille forme dans le sein de la terre, entre des lits de roches plus ou moins dures, des couches d'épaisseur très-variable. Telle de ces couches mesure quelques centimètres, telle autre de 1 à 2 mètres; quelques-unes, mais fort rarement, atteignent 6 et 7 mètres. Presque jamais elles ne sont planes; elles se courbent au contraire, elles s'infléchissent en suivant les sinuosités du terrain. Leur forme habituelle est concave, de manière que les bords de l'amas peuvent arriver à la surface du sol, tandis que le centre descend à de grandes profondeurs. Souvent aussi elles sont repliées brusquement sur elles-mêmes et figurent les zigzags les plus capricieux. Enfin elles sont presque toujours superposées l'une à l'autre en nombre tantôt plus, tantôt moins considérable, et séparées par des lits de roche sans trace de charbon. On cite des mines où l'on compte une centaine de couches ainsi étagées.

Les mineurs exploitent ces couches à l'aide de galeries souterraines qu'ils creusent en faisant sauter le roc avec le pic et le pétard. Rien n'arrête leurs fouilles: le lit de charbon est suivi dans tous ses détours et percé de téné-

breux couloirs où se trouve à peine la place nécessaire pour le maniement des outils. Si la couche plonge dans les entrailles de la terre, le mineur l'y poursuit en creusant des puits effrayants d'obscurité et de profondeur; si elle s'avance sous le lit de la mer, le mineur l'y poursuit encore sans se préoccuper de l'océan qui gronde au-dessus de sa tête. C'est ce qui a lieu en quelques points de l'Angleterre où l'exploitation de la houille s'effectue au-dessous du fond de la mer, à une distance d'un millier de mètres du rivage. Dans certaines galeries, on n'est séparé de la mer que par cinq mètres d'épaisseur de roche et le mineur entend le tonnerre des flots et des galets roulés. Qui pénètre pour la première fois sous ces voûtes retentissantes, recule de terreur.

Le gîte houiller finit ainsi par être percé en tous sens d'étroites galeries qui montent et descendent, se croisent, se superposent suivant les capricieuses dispositions de la nappe de charbon. Quelques-unes de ces galeries, routes principales de l'exploitation, débouchent au dehors, soit directement par des orifices où des chariots amènent le charbon extrait, soit par des puits où le service se fait à l'aide de tonnes appendues à des câbles. Ces tonnes servent à hisser le charbon du fond de la mine. C'est par le même chemin que vont et viennent les ouvriers. Lorsqu'ils veulent descendre dans les galeries, ils s'installent dans les tonnes, une lanterne à la main. La corde se déroule et les voilà qui s'engouffrent dans l'abîme noir. La même machine les ramène au dehors quand le travail est fini.

La houille varie de qualité d'une mine à l'autre. On en distingue plusieurs classes, dont les principales sont la *houille grasse* ou *maréchale* et la *houille maigre*.

La houille grasse est d'un beau noir brillant. Elle s'enflamme avec facilité, se gonfle, se ramollit, devient pâteuse et finit par s'agglutiner en une masse qu'il faut briser pour donner passage à l'air et permettre le tirage.

Ces particularités sont très-utiles dans le travail de la forge, car en brûlant, la houille forme devant la tuyère du soufflet une arche boursoufflée, une voûte ardente où la chaleur se concentre sur le fer chauffé. Cette voûte ne s'écroule pas quand on retire la pièce pour la forger ou quand on la remet au feu ; sans avoir à remuer le combustible, le forgeron y trouve toujours un point favorable pour la chauffe de son fer.

La houille maigre est d'un noir mat. Elle donne moins de chaleur que la précédente et brûle sans que les divers fragments s'agglutinent entre eux. Elle convient peu pour le travail des métaux, mais elle est suffisante pour les usages qui ne demandent pas une température très-élevée, comme le chauffage des chaudières à vapeur, la cuisson des briques et de la chaux, l'alimentation de nos grilles et de nos poêles.

XXVI

LE GRISOU

Quel rude métier que celui des mineurs ! Si jamais vous les voyez à l'œuvre, la figure toute noircie de poussière de houille à l'exception du blanc des yeux, soyez convaincus que vous êtes en face d'hommes vaillants dont le cœur ne s'émeut pas de crainte et bat à l'aise sous l'énorme poids de la montagne. Perdus sous terre, au fond de sombres couloirs où l'étranger ne met le pied qu'avec épouvante, ils détachent les blocs de houille à coups de pic. La faible lueur d'une lampe dont chacun est muni éclaire le travail.

Mille dangers les menacent. La voûte de la galerie

peut s'ébouler et les écraser sous les décombres; la pioche peut ouvrir une issue à quelque nappe d'eau souterraine qui, surgissant tout à coup, leur barre la retraite et les noie; un câble rompu peut les précipiter dans le gouffre du puits pendant qu'ils remontent de la mine ou qu'ils y descendent. Mais le plus terrible des dangers est le *grisou*, qui fait en un instant des victimes par centaines. Je vous parlerai aujourd'hui de ce fléau des mines; et pour glaner au préalable quelques idées qui nous viendront tout à l'heure en aide, je vous convierai d'abord à l'expérience suivante.

Choisissez dans le voisinage quelque petit fossé dont l'eau soit immobile et dont le fond soit couvert d'une épaisse couche de matières végétales, herbages et feuilles, en décomposition. Remuez avec un bâton la bourbe noire provenant de ces matières pourries. Vous verrez monter de grosses bulles qui flotteront quelque temps à la surface en forme de vessies. Approchez de l'une de ces vessies, la plus grosse possible, et avant qu'elle crève toute seule, une mèche de papier allumé. Si l'expérience se fait à la tombée de la nuit ou bien dans un lieu couvert d'ombre, vous verrez la vessie gazeuse prendre feu avec une flamme très-pâle, qu'il ne serait pas possible de distinguer en plein soleil. Vous entendrez en même temps une légère explosion. Si les bulles montent nombreuses pendant que l'on promène le papier allumé à la surface de l'eau, vous aurez en petit une sorte de fusillade. Cette expérience, si facile à faire, nous renseigne sur un fait bien remarquable; elle nous apprend que les matières végétales, en pourrissant, en se décomposant, produisent une substance invisible, une espèce d'air, enfin un gaz, qui a la propriété de s'enflammer et de faire explosion encore plus aisément que la poudre. On donne à ce gaz le nom d'*hydrogène carboné*.

N'allez pas juger des effets de l'hydrogène carboné par le peu que vous montreront les vessies du fossé bour-

beux; il ne se présente alors à l'inflammation que de petites bulles gazeuses, aussi la flamme est à peine visible et l'explosion s'entend tout juste. Mais avec des volumes considérables de ce gaz, les effets s'amplifieraient jusqu'à devenir redoutables. Pour vous renseigner à cet égard, je vous citerai une paire d'exemples avant d'en venir au grisou des houillères.

En bien des pays, des amas considérables de matières végétales plus ou moins décomposées et plus ou moins vieilles, sont ensevelis sous terre à la façon de la houille. De ces matières, où la pourriture lentement se continue, il se dégage, par les fissures du sol, le même gaz inflammable que donnent les fossés à bourbe noire. Ces jets gazeux sont autant de sources naturelles de feu. Ainsi, dans le comté de l'Ontario, aux États-Unis de l'Amérique du Nord, l'hydrogène carboné s'échappe des fissures du terrain, des crevasses du roc, du fond même de l'eau. Il prend feu à l'approche d'un corps allumé, et brûle avec de longues flammes que les grosses pluies d'orage ne parviennent pas toujours à éteindre. C'est bien un spectacle des plus étranges que ces jets de feu sortant de l'eau et courant çà et là sur la nappe liquide. L'effet est plus singulier encore en hiver. Alors, autour de chaque jet gazeux, une longue cheminée de glace se forme et figure un grossier candélabre de cristal, au sommet duquel s'agite la flamme. Les gens du voisinage utilisent ces sources de feu. Le gaz est amené dans les habitations par des canaux de sapin; et là, il est brûlé dans l'âtre pour la préparation des aliments, ou dans des becs pour l'éclairage.

Les plus célèbres des sources de feu se trouvent autour de la mer Caspienne. L'une d'elles, celle de Bakou, est l'objet des superstitions d'une secte religieuse, celle des Guèbres ou adorateurs du feu. Un magnifique temple l'entoure, décoré comme il n'y en a pas un autre au monde. Il est perpétuellement enveloppé, en effet d'un

lumineux rideau de flammes provenant du gaz combustible qui se dégage de toutes les fissures de l'édifice. Le feu naturel brûle sans cesse à l'entrée et dans la cour intérieure du temple, il brûle au faite de la coupole, il s'élanche du sommet des colonnes, il jaillit en larges nappes des murs, il se fait jour par les interstices du pavé. Les terribles magnificences de ce sanctuaire flamboyant nuit et jour ont pour cause première, néanmoins, le gaz dont on aperçoit à peine la lueur en l'enflammant après avoir remué la noire pourriture d'un fossé.

Eh bien, ce gaz qui prend feu avec plus de rapidité que ne le ferait une traînée de poudre, cet hydrogène carboné des marécages de l'Ontario et des plaines salées de la Caspienne, se dégage aussi du charbon dans les houillères. En cela, rien de surprenant : la houille provient de substances végétales, et par conséquent elle doit donner, par une lente altération, les mêmes produits gazeux que fournissent les herbages pourrissant au fond d'un fossé et les amas de débris de plantes enfouis sous terre. L'hydrogène carboné se dégage donc de la houille, non plus par bulles, comme dans notre expérience, mais par volumes énormes, par centaines et par milliers de mètres cubes. Il se mélange avec l'air dans les galeries, et le tout constitue une masse gazeuse appelée *grisou* par les mineurs, susceptible de prendre feu et de détoner avec une indomptable violence. Si quelqu'un pénètre avec une lanterne dans les galeries envahies, aussitôt une détonation gronde dans les souterrains de la mine, un tourbillon de flammes balaie tous les couloirs voisins, le sol tremble, et parfois des centaines d'ouvriers péissent comme foudroyés. Les uns sont brûlés par les flammes, d'autres sont projetés et broyés contre les parois des galeries par la violence de l'explosion ; beaucoup sont ensevelis dans les éboulements à des profondeurs telles que tout secours du dehors est souvent impossible.

Autrefois, pour éviter ces navrants désastres, chaque jour, à tout de rôle, un ouvrier se dévouait au salut de ses camarades. Il entraît à plat ventre dans les galeries, en poussant devant lui une perche à l'extrémité de laquelle se trouvait une torche allumée. Si, pendant la cessation du travail, le gaz détonnant, le grisou, avait envahi la mine, l'explosion avait lieu, et trop souvent, hélas ! l'ouvrier dévoué périssait. Malgré cette épreuve et d'autres non moins dangereuses, l'on avait souvent à déplorer de plus grands malheurs. De 1812 à 1814, il y en eut de si fréquents en Angleterre, que les propriétaires des mines s'adressèrent à un célèbre savant de l'époque, Humphry Davy, pour lui demander si la science n'entrevoyait pas la possibilité de les éviter. La *lampe de sûreté*, précieuse sauvegarde des mineurs, fut le résultat des recherches de Davy.

Pour se guider et faire son travail dans des galeries où ne pénètre aucune lumière du dehors, l'ouvrier a besoin d'une lampe, et cette lampe cependant est pour lui une cause continuelle de danger à cause du gaz inflammable, qui d'un moment à l'autre peut envahir la mine. Là où il y a péril de vie si une simple étincelle jaillit, il faut de toute nécessité un appareil d'éclairage qui brûle. S'il était possible d'enfermer la lampe dans une enveloppe de verre qui ne permit aucune communication avec le dehors, la difficulté serait levée, mais c'est d'une impossibilité absolue : la mèche imbibée d'huile ne peut se passer d'air pour brûler et donner de la lumière. Il faut un accès libre à l'air pour la combustion, il faut des issues libres aux produits de cette combustion. Il faut enfin que la lampe reçoive de l'air sans entraves.

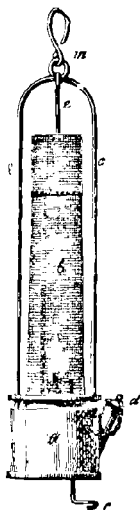


Fig. 17.
Lampe de sûreté
de Davy.

Davy imagina d'entourer la lampe des mineurs d'une toile tissée avec des fils métalliques. Pareille toile, tout en laissant à travers ses mailles une circulation libre à l'air et un passage suffisant à la lumière, possède la remarquable propriété d'arrêter la flamme, et de l'empêcher de se propager de l'intérieur de la lampe à l'extérieur. La lampe de sûreté consiste donc en une lampe ordinaire enveloppée d'un fourreau en toile métallique à fines mailles. Avec cet appareil, l'ouvrier peut impunément pénétrer dans une atmosphère de grisou; grâce à la toile métallique, l'inflammation ne se communique pas de la mèche allumée au gaz détonant.

XXVII

ANTHRACITE — TOURBE -- GRAPHITE

Les débris végétaux accumulés et décomposés par le temps ont produit, outre la houille, trois autres matières charbonneuses : l'*anthracite*, le *lignite* et la *tourbe*. L'anthracite remonte aux époques les plus reculées, antérieures même à celle de la houille; le lignite a une origine plus récente; enfin la tourbe se forme encore de nos jours dans les bas-fonds marécageux.

L'anthracite est compacte et d'un noir brillant. En France, ses gîtes les plus importants occupent les bords de la Loire entre Nantes et Angers; d'autres sont disséminés dans les départements de l'Ille-et-Vilaine, de la Mayenne et de la Sarthe. Ce combustible produit une chaleur très-intense, mais il est habituellement fort difficile à allumer et ne brûle bien qu'entassé en grande masse dans des tourneaux où règne un violent tirage.

En petite quantité, il ne peut prendre feu; et tout morceau, retiré du brasier même le plus ardent, s'éteint aussitôt. Néanmoins l'anhracite est avantageuse dans les opérations qui demandent une température très-élevée, par exemple, dans les opérations de fonderie.

Moins vieux que la houille, le lignite provient de végétaux qui ne sont pas précisément nos arbres actuels, mais ont avec eux une certaine ressemblance. On y trouve des empreintes de feuilles qui, pour la forme, rappellent à peu près les feuilles de nos saules, de nos platanes, de nos chênes; mais on n'y voit jamais les grandes fougères des temps houillers. Comme combustible, le lignite est loin de valoir la houille, dont il a tout à fait l'aspect. En brûlant, il tombe en poussière et répand une mauvaise odeur. On l'emploie surtout pour la cuisson de la chaux et des poteries communes. Les principales mines de lignite se trouvent dans les départements de l'Aisne, de l'Isère, de l'Ardèche, de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et des Basses-Alpes.

La tourbe s'est formée dans les anciens marais et continue à se former dans les marais de notre époque par l'accumulation de diverses plantes, en particulier de grandes mousses, nommées *sphaignes*, qui vivent à demi plongées dans l'eau. D'ailleurs des végétaux de toute nature, de grands arbres même, venus sur place ou charriés par les eaux, concourent à sa formation. On peut aisément reconnaître, dans les tourbières, des roseaux, des bouleaux, des frênes, des hêtres, des sapins, des mélèzes. Souvent les plantes et les arbres sont à peine décomposés; mais dans la plupart des cas ils sont réduits en une pourriture informe, et la tourbe n'est plus qu'une masse brune et compacte. Des amas de cette matière couvrent des étendues considérables dans toutes les parties basses des continents, surtout dans les régions du nord. Tantôt ils sont encore sous l'eau, tantôt ils sont à sec et cachés sous des limons envahis par la

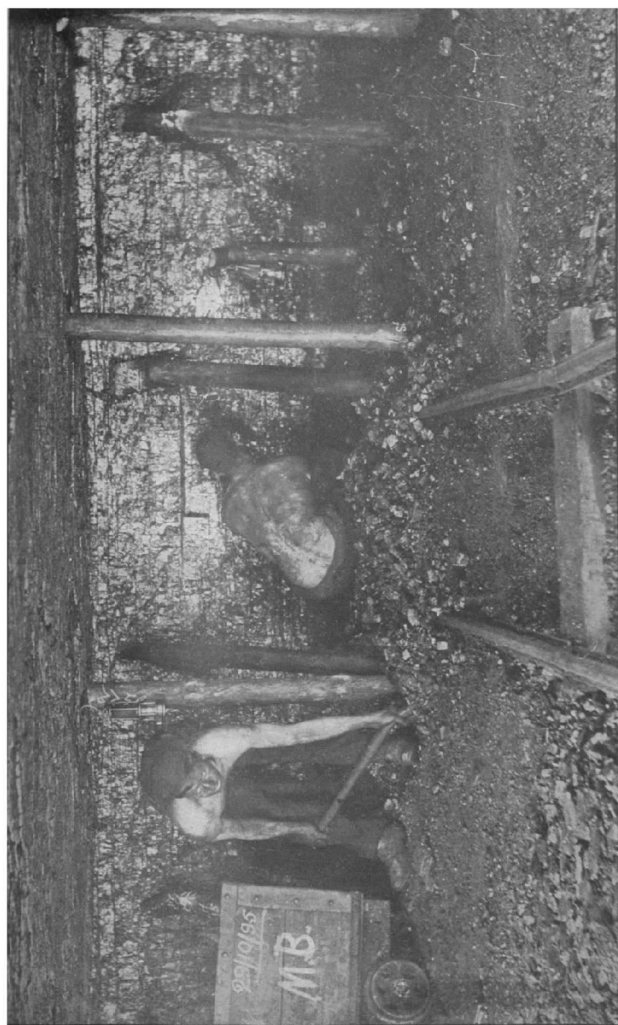
verdure. C'est ainsi que la plupart des belles prairies de la Normandie sont sur la tourbe. Les plus grandes tourbières de France occupent la vallée de la Somme, entre Amiens et Abbeville. Il s'en trouve aussi de considérables dans les environs de Beauvais et de Dieuze.

La tourbe est un combustible précieux, que l'on exploite avec activité. Comme elle donne en brûlant beaucoup de fumée et une odeur très-désagréable, on la transforme en charbon, dans de grands fours en maçonnerie, pour la rendre plus apte aux usages domestiques et industriels.

La matière d'un noir brillant qui forme la partie écrivante des crayons ordinaires est une autre variété de charbon, appelée *graphite* d'un mot grec signifiant écrire. On l'appelle aussi *plombagine* ou *mine de plomb* à cause de son aspect métallique ; mais le plomb n'entre pour rien dans sa composition. Le graphite se trouve disséminé dans les rochers, tantôt en paillettes, tantôt en masses feuilletées ou uniformes. C'est le Cumberland, en Angleterre, qui fournit le plus estimé.

Le graphite est d'un gris noirâtre, d'un brillant qui rappelle celui des métaux ; il laisse sur les doigts et sur le papier une trace noire et luisante. Cette propriété le fait utiliser pour la fabrication des crayons. A cet effet, on divise à la scie, en petites baguettes, le graphite le plus fin et le plus pur, et l'on enchâsse chacune de ces baguettes dans une rainure pratiquée suivant l'axe d'un cylindre de bois. Un filet de bois achève de remplir la rainure. Ces crayons de graphite pur sont rares et toujours fort chers. Tous les autres sont composés avec du graphite réduit en poudre et mélangé avec de l'argile très-fine, dont la proportion permet de varier le degré de dureté des crayons.

Le graphite est onctueux et glissant au toucher, propriété qui le fait employer, soit seul, soit associé à de la graisse, pour enduire les engrenages des machines et en



Cl. Jacques Boyer.

UNE MINE : PILETAGE DU CHARBON.

adoucir le frottement. Le *cambouis*, avec lequel on graisse les roues des voitures, est un mélange de graisse et de plombagine.

Son bel éclat métallique lui donne un autre genre d'utilité. On en frotte les fourneaux en fonte et les tuyaux de poêle pour leur communiquer du brillant. Il est bon alors de délayer la plombagine dans un peu de vinaigre ou de bière. On en frotte encore le fer neuf pour l'empêcher de se rouiller, et le fer vieux pour lui rendre l'éclat qu'il a perdu. Le plomb de chasse acquiert aussi son brillant en tournant, avec un peu de plombagine, dans un tonneau mobile autour d'un axe.

Enfin le graphite est infusible et incombustible, non d'une manière absolue, mais dans des limites largement suffisantes pour les applications industrielles. Aussi en fabrique-t-on des creusets réfractaires utilisés pour la fusion des métaux. Cette application du graphite nous montre, sous un aspect bien frappant, quels caractères opposés peut parfois présenter une même substance. Le creuset est en graphite, c'est-à-dire bel et bien en charbon ; il est plein d'un métal en fusion, il est entouré de charbon ardent, qui se consume en produisant de la chaleur. Au sein de la violente fournaise, où le charbon ordinaire se consume si vite, le creuset, charbon lui-même et rien de plus, rougit, mais n'éprouve aucune altération. Il sort du feu tel qu'on l'y avait mis

— Voilà, il faut en convenir, dit Jules, un étrange charbon, qui se conserve intact au milieu du feu le plus ardent !

— L'anhracite nous avait déjà préparés à cette curieuse incombustibilité d'une substance, le charbon, qui passe, à bon droit, pour le premier des combustibles. Je vous ai dit avec quelle difficulté elle s'allume, et comment, pour la brûler, il faut de grands fours activés par un violent tirage.

XXVIII

LE DIAMANT

Au mot de charbon s'éveille immédiatement l'idée de la matière noire, combustible, en laquelle se réduit le bois à demi consumé. Autour de cette idée se groupent sans effort la houille, le coke, le lignite, l'anhracite, autres matières noires employées pour le chauffage. Pour peu qu'on y réfléchisse, la suie de nos cheminées, le noir de fumée que dépose, sur l'objet qu'on lui présente, la flamme d'une bougie ou d'une lampe, sont également reconnues comme charbon. Ces matières peuvent fort bien brûler. Mais voici maintenant la plombagine ou graphite, si peu combustible, qu'on l'emploie pour faire des creusets destinés à la fusion des métaux, et qu'on en frotte les poêles en fonte pour leur donner un brillant qu'ils conservent malgré leur température portée au rouge. Le graphite est cependant du charbon, aux mêmes titres que la houille, le lignite, le coke et autres combustibles de nos fourneaux.

Reste la couleur noire. Mais la science nous parle alors du diamant, qui pour elle est encore du charbon; elle met d'un côté une vile pincée de charbon et de l'autre un diamant d'un prix énorme, d'une limpidité sans égale, d'un incomparable éclat, et, forte de preuves sans réplique, elle nous dit : C'est même chose.

— Comment! s'écria Jules; même chose, un diamant et un peu de charbon!

— Absolument même chose.

-- Mais cependant!

— Il n'y a pas de cependant. Le diamant et le charbon sont une seule et même substance. Ce n'est pas, je le reconnais, sans une profonde surprise que pour la

première fois on entend assimiler le diamant au charbon. Qu'y a-t-il de commun entre la matière noire de nos foyers et la splendide pierre précieuse ? Rien, ce qui s'appelle rien, si l'on s'en rapporte uniquement aux apparences. Tout diffère et tellement, qu'aucune comparaison n'est permise.

— Eh bien, alors ! reprit Jules, peu convaincu de la parité de nature entre le charbon et le diamant.

— Attendez un peu ; les preuves vont venir. — Si l'on brûle du noir de fumée, de la houille, du charbon de bois, du coke, du lignite, enfin une matière charbonneuse quelconque, vous savez ce qui se passe ; je vous l'ai déjà dit au sujet de la combustion. Le charbon se dissout dans l'air et se change en un gaz invisible auquel on donne le nom de *gaz carbonique* à cause du nom de *carbone* que la science donne au charbon considéré d'une manière générale. Il reste en même temps un peu de cendres, qui proviennent des matières étrangères, contenues toujours, en proportion plus ou moins considérable, dans les divers charbons usuels. Eh bien, si l'on soumet le diamant à une chaleur excessive, car cette matière, à la façon du graphite, est très-difficilement combustible ; si l'on brûle, dis-je, le diamant, la pierre précieuse se dissout dans l'air et devient du gaz carbonique, ne différant en rien de celui que donne le premier charbon venu. Seulement la combustion ne laisse pas de cendres, ce qui prouve que le diamant ne contient aucune impureté. Puisque le charbon ordinaire et le diamant, une fois brûlés, une fois dissous dans l'air, ne diffèrent plus l'un de l'autre et sont tous les deux même substance, même gaz carbonique, il est visible que, de part et d'autre, la nature est la même.

— A cela, je n'ai rien à dire, fit Jules ; le diamant est bien du charbon.

— J'ajoute, reprit l'oncle, que c'est du charbon parfaitement pur, puisque sa combustion ne laisse pas de cen-

dres. Et c'est précisément à sa grande pureté et à sa structure cristallisée que sont dus sa transparence et son splendide éclat.

— Si le diamant n'est autre chose que du charbon, dit Émile, on doit en fabriquer autant qu'on veut; le charbon ne manque pas pour cela.

— A la rigueur, par des travaux fort longs, pénibles et coûteux, on sait produire une poussière grenue qui ne ressemble pas mal à du diamant; mais jusqu'ici toutes les tentatives ont échoué pour obtenir des cristaux un peu volumineux, les seuls qui aient vraiment du prix. On sait fort bien de quoi se compose le diamant, mais on ignore la manière de le produire. Si, dans un avenir impossible à prévoir, le diamant s'obtenait artificiellement, il perdrait son prix comme objet de luxe; n'étant plus rare, il ne serait plus recherché, mais l'industrie utiliserait ses précieuses propriétés.

Le diamant se trouve dans les couches sablonneuses formées des débris arrachés aux montagnes par les intempéries et charriés par les eaux dans les vallées voisines. Les gisements les plus considérables sont au Brésil et dans l'Inde, principalement dans les contrées de Visapour, de Golconde et dans l'île de Bornéo. Sa recherche se fait par le lavage des sables qui le renferment. L'eau entraîne la majeure partie des matières terreuses et laisse un résidu de gravier, où l'on recherche minutieusement la précieuse matière, opération d'autant plus délicate que le diamant brut est fréquemment rugueux à la surface, et enveloppé d'une croûte terreuse qui empêche de le reconnaître. Les diamants sont fort rares. On estime que le Brésil, principalement la province de Minas-Gérais, en produit annuellement de 5 à 6 kilogrammes, qui sont réduits par la taille à moins de 200 grammes et coûtent cependant plus d'un million de francs d'exploitation.

Les diamants les plus estimés sont incolores.

en a de jaunes, de verts, de bleus, de roses, de noirs. Les uns et les autres se font remarquer par leur extrême dureté, qui leur permet de rayer, d'entamer toutes les matières connues sans être entamés par aucune. A cause de cette dureté excessive, qui le préserve indéfiniment de l'usure, le diamant est employé à former des pivots pour certaines pièces délicates d'horlogerie. Enfin les vitriers s'en servent pour entailler et couper le verre; leur outil se compose d'un diamant à arête courbe, assujéti avec de l'étain à l'extrémité d'un petit manche de bois.

Ce qui fait rechercher le diamant comme objet de luxe et ce qui lui donne son prix exorbitant, c'est son incomparable éclat à la lumière, après avoir été poli et taillé à facettes. Pour le polir, il faut recourir à sa propre poussière, car aucune substance n'est assez dure pour cet usage. On réduit donc en poudre les diamants de peu de valeur à cause de leur trop petit volume; cette poudre s'appelle *égrisée*. Un plateau circulaire horizontal en acier est recouvert d'égrisée délayée dans de l'huile; et pendant qu'il tourne rapidement, on y applique le diamant brut qu'il s'agit de tailler. Quand une facette est obtenue, on change la position du diamant pour en tailler une seconde, et ainsi de suite.

Le diamant est l'une des matières dont le prix est le plus élevé. Sa rareté, les frais énormes que son exploitation entraîne, les difficultés de sa taille, le déchet considérable qu'il subit pendant cette opération, en sont cause. Du reste le prix du diamant varie beaucoup suivant sa grosseur, sa limpidité et la manière dont il est taillé.

Une unité spéciale de poids est usitée en joaillerie pour le diamant : c'est le *carat*, qui équivaut à 205 milligrammes. Quand il est propre à la taille, le diamant brut se vend 48 francs le carat, et 36 francs quand il est trop défectueux pour pouvoir être taillé. Mais au-dessus d'un carat, on estime le prix par le carré du poids multi-

plié par 48. Ainsi le prix d'un diamant brut de trois carats est de $48 \times 3 \times 3$ ou 432 francs.

Après la taille, qui réduit beaucoup le poids du diamant primitif, le prix est nécessairement plus élevé et varie suivant la beauté du brillant. Le diamant *taillé en rose*, ou celui qui présente à son sommet une pyramide à facettes triangulaires et une large base plate que cache la monture, coûte de 60 francs à 125 francs le premier carat. Celui *taillé en brillant*, c'est-à-dire présentant à sa partie supérieure une face assez large entourée de facettes triangulaires et de facettes en losange, et à sa partie inférieure une sorte de pyramide tronquée garnie également de facettes, coûte de 200 à 250 francs et au delà. Pour des poids plus forts, ces prix sont multipliés par le carré du nombre de carats.

Mais si le diamant est exceptionnel par sa grosseur, sa limpidité, la beauté de sa taille, son prix échappe à toute règle, comme celui des inutiles raretés. Parmi les diamants taillés les plus volumineux, on cite le *Régent*, qui pèse 136 carats. Il appartient à la France et sa valeur est évaluée à 8 millions.

— Oh ! mon Dieu ! fit Jules ; huit millions pour une petite pierre brillante !

— Huit millions, mon ami ; huit millions, que l'oncle Paul ne mettrait pas là s'il les avait. A l'état brut, le *Régent* pesait 410 carats. Vous voyez que la taille l'a réduit presque au quart. Cette taille a exigé deux années de travail, tant le diamant est dure matière.

On signale encore, parmi les diamants hors ligne, le *Koh-i-Noor* ou *montagne de lumière* appartenant à l'Angleterre. Il pèse 103 carats et a été payé 6 millions. Le *Diamant de Russie* pesant 193 carats, a été acheté par l'impératrice Catherine au prix de 2500000 francs comptant et 100000 francs de rentes viagères.

A l'état cristallisé, les matières les plus triviales peuvent acquérir un prix excessif. Vous venez d'en voir un

exemple au sujet du diamant, la somptueuse gemme qui, pour la substance, n'est en réalité que du charbon. D'autres pierres précieuses, rivalisant parfois avec le diamant lui-même, ont une origine commune avec l'argile grossière, dont le potier fait une écuelle ou une tuile. On trouve dans certaines roches des cristaux, appelés *corindon*, composés d'argile parfaitement pure. Ils sont très-durs, au point de rayer tous les corps autres que le diamant; leur aspect est celui du verre le plus limpide. Avec quelques traces de métaux divers incorporés dans leur substance, ils changent de coloration ainsi que de nom.

Le *rubis* est la variété rouge. S'il est d'une limpidité parfaite et d'une belle teinte de feu, le rubis dépasse en valeur le diamant lui-même : l'argile l'emporte sur le charbon. Le *saphir* est la variété bleue; l'*émeraude orientale*, la variété verte; la *topaze*, la variété jaune; l'*améthyste*, la variété violette.

— Et toutes ces pierreries, coûteux ornements des bijoux les plus précieux, ne sont qu'un peu d'argile?

— Leur matière est au fond la même que celle d'un vil lesson jeté à la rue.

XXIX

CHARBON DE BOIS — NOIR ANIMAL

Toutes les matières provenant des végétaux ou des animaux renferment du charbon dans leur composition. Carboniser une substance, c'est en mettre le charbon à nu par une combustion incomplète. Ce charbon n'est pas le produit direct de l'action du feu; il préexistait dans la matière soumise à la carbonisation, mais dissimulé

par son association avec d'autres choses. La chaleur fait dégager ces autres choses sous forme de gaz enflammés, de fumées, de vapeurs; et le charbon, dépouillé de ce qui masquait sa présence, est le résultat de cette décomposition. C'est sur ce principe qu'est fondée la fabrication du charbon ordinaire ou charbon de bois.

Sur une aire battue, au milieu de forêts, les charbonniers construisent, avec quelques bûches plantées verticalement, une sorte de cheminée autour de laquelle ils

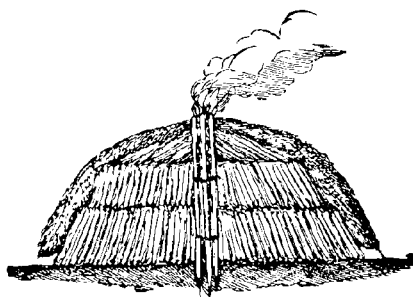


Fig. 18. — Carbonisation du bois.

rangent le bois par étages superposés. A la base du tas sont ménagées des ouvertures pour l'accès de l'air. On couvre le tout d'une couche de terre et de mottes de gazon, en ne laissant libres que la cheminée

centrale et les événements de la base. Enfin, avec des broussailles sèches, on met le feu au tas. Comme l'air n'arrive qu'avec difficulté, la combustion marche lentement et le bois ne brûle qu'à demi. Si du reste le feu se propage trop vite, les charbonniers se hâtent de boucher avec du gazon quelques-uns des soupiraux de la base, et au besoin tous. Quand ils jugent que la meule est bien ardente dans toutes ses parties, ils étouffent le feu avec de la terre et laissent la masse se refroidir. Le tas est alors démoli; à la place du bois primitif, il ne contient plus que du charbon. Les quelques morceaux dont la combustion n'a pas été assez complète se reconnaissent à leur couleur rousse et forment les *fumerons*, que nous rencontrons de temps à autre parmi le charbon.

Vous entretenir des services que nous rend le charbon de bois comme combustible de première qualité, serait chose superflue : ces services vous sont suffisamment connus ; mais ce que vous ne savez sans doute pas, c'est la propriété suivante. — Mettons dans de l'eau de mare qui commence à se corrompre et à sentir mauvais une poignée de poussière de charbon bien calciné, de charbon provenant, par exemple, de la braise de boulanger. Agitons quelques instants, puis filtrons à travers un papier ou un linge serré. L'eau passera limpide, sans mauvais goût et sans odeur ; le charbon l'aura purifiée jusqu'au point de la rendre bonne à boire, d'infecte qu'elle était au début.

Cette expérience nous apprend que le charbon de bois a la propriété d'arrêter la putréfaction et de désinfecter. Dans les villes où l'on a recours, pour l'alimentation, à l'eau des fleuves, toujours plus ou moins souillée de matières corrompues, on purifie cette eau en la filtrant sur un lit de charbon. Sur les navires destinés à de longs voyages, on conserve la provision d'eau douce dans des tonneaux carbonisés à l'intérieur ; on la préserve ainsi de la corruption des années entières s'il le faut. Lorsqu'on veut envoyer au loin des viandes, du gibier, du poisson, le moyen le plus efficace pour les empêcher de se gâter consiste à les entourer de poussière de charbon, après les avoir enveloppés de papier. Les mêmes précautions sont prises pour conserver quelque temps la viande pendant les chaleurs de l'été, alors que la mauvaise odeur se développe si vite. Enfin le charbon est employé à désinfecter les fosses d'aisances. En jetant de temps à autre dans ces fosses les débris poudreux du charbon, on fait perdre leur puanteur aux ordures et l'on obtient de la sorte, pour l'agriculture, un engrais énergique qui n'a plus l'inconvénient d'une infection repoussante.

Je recommande maintenant à votre attention l'expé-

rience que voici. — Jetez au feu un os : vous le verrez bientôt flamber et devenir tout noir. Si vous attendiez trop longtemps, ce qui est charbon se consumerait en entier, et l'os finirait par être blanc. Mais retiré avant une combustion totale, il est aussi noir que le vulgaire charbon. Mettez en poudre cet os noirci par le feu et vous aurez tout juste ce que l'industrie appelle *noir animal*.

Ce charbon des os, ce noir animal, possède au plus haut degré une propriété bien remarquable, la propriété d'absorber les matières colorantes, de se les incorporer, de les retenir à lui, et de décolorer ainsi les liquides où ces matières se trouvaient. La chose est des plus faciles à vérifier. Obtenez du noir animal comme je viens de vous le dire, et délayez une poignée de cette poudre dans un verre de vin ou de vinaigre fortement coloré ; puis filtrez la bouillie sur un linge serré, ou mieux sur un papier. Celui-ci retiendra le charbon jusqu'à la moindre parcelle ; le vin seul passera. Mais quel singulier changement se sera fait ! Le vin, d'abord fortement coloré, est devenu limpide, à peine teinté de rouge ; pour la coloration, il ressemble presque à de l'eau. Il n'a rien cependant perdu de ses autres propriétés ; son odeur vineuse, son goût sont les mêmes qu'au début ; la couleur seule a disparu, retenue par le charbon des os.

— C'est une expérience facile à faire, et que je ne manquerai pas d'entreprendre à la première occasion, dit Jules enchanté de ce qu'il venait d'apprendre. Rendre du vin ou du vinaigre pareils à de l'eau est chose qui mérite d'être vue.

— Je vous recommanderai alors, reprit l'oncle, de bien laver votre noir animal avec de l'eau pure avant de l'employer, sinon il communiquerait aux liquides décolorés l'odeur et le goût du roussi. Je vous apprendrai enfin qu'avec des ossements de toutes sortes d'animaux, recueillis un peu partout, l'industrie prépare en grand

Le noir animal, dont il se fait un emploi considérable pour décolorer et clarifier les liquides, ainsi que vous en verrez plus tard un exemple dans la fabrication du sucre.

Le noir de fumée, dont il me reste à vous dire quel-

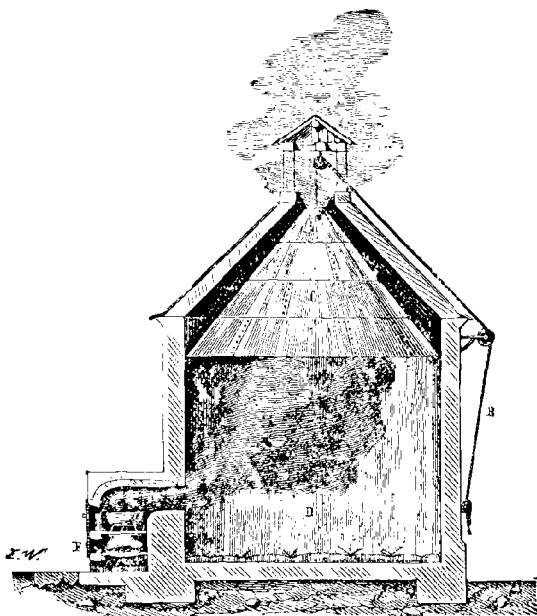


Fig. 19. — Appareil pour la fabrication du noir de fumée.

ques mots, provient de la combustion incomplète de certaines matières très-riches en charbon. Si l'on refroidit la flamme d'une bougie en lui présentant un corps froid, il se dépose sur ce corps une couche de noir de fumée. Pour obtenir cette matière en grand, on brûle dans des fours spéciaux, des bois résineux, des substances grasses, du goudron. L'appareil se compose d'un

foyer qui chauffe une chaudière contenant de la résine, du goudron ou autres matériaux convenables. Les fumées qui s'élèvent de cette chaudière sont enflammées et dirigées dans une grande chambre cylindrique, dont le plafond est un cône mobile s'ouvrant au sommet pour servir de cheminée. Une suie abondante, formée de charbon très-divisé, se dépose sur les parois de la chambre et du cône recouvertes de grossière toile ou de peaux de mouton. Cette suie est le noir de fumée.

A cause de sa couleur, d'un beau noir inaltérable, le charbon, dans l'état de noir de fumée, est fréquemment mis en usage. L'encre pour l'imprimerie est un mélange de noir de fumée et d'huile de lin. L'encre de Chine, employée au lavis, se compose de noir de fumée bien pur, pétri en tablettes avec un peu de colle forte ou de colle de poisson. Enfin les crayons noirs dont se servent les dessinateurs sont formés de noir de fumée additionné de fine argil

XXX

LE GAZ DE L'ÉCLAIRAGE

L'oncle Paul s'était procuré au bureau de tabac une pipe en terre à long tuyau. — Voici, dit-il en la montrant aux enfants, de quoi faire une belle expérience, comme vous les aimez tant. Avec cette pipe et un peu de houille, je me propose de vous montrer ce qu'il y a d'essentiel dans la fabrication du gaz de l'éclairage, de ce gaz qui brûle dans les réverbères des villes et répand une blanche clarté.

Au fond de la pipe je mets trois ou quatre grains de

sable pour empêcher le canal du tuyau de s'obstruer plus tard ; je remplis aux trois quarts le fourneau avec de menus morceaux de houille, et je ferme avec un tampon de terre grasse bien pressé. J'expose enfin la pipe au soleil ou près du feu, et j'attends que la terre grasse soit à peu près sèche.

Quand le tampon d'argile fut convenablement sec, l'oncle mit le fourneau de la pipe dans le feu et l'enveloppa de braise ardente. Le tuyau, choisi à dessein d'une longueur aussi grande que possible, sortait librement hors du foyer. Or, voici ce qui se passa. Une fois le fourneau devenu rouge dans son lit de braise, il sortit par l'orifice du tuyau une fumée roussâtre et d'odeur déplaisante qui prit à l'instant feu à l'approche d'un papier allumé, et pendant près d'un quart d'heure, sans discontinuer, brûla avec une belle flamme. En même temps, du bout de tuyau suintaient quelques gouttes d'un liquide noir et visqueux. Les enfants étaient en admiration devant cette lampe d'une nouvelle espèce, qui sans mèche, sans huile, donnait un magnifique jet de flamme.

Et si le tuyau était plus long, demanda Jules, s'il allait, par exemple, jusqu'au bout de l'appartement, à cette distance la flamme se maintiendrait-elle ?

— La flamme se maintiendrait toujours, si long que fût le tuyau, irait-il jusqu'au bout de la maison, jusqu'au bout de la rue, du village, et bien plus loin encore si bon vous semble. Au contraire, la flamme ne serait que plus belle avec un très-long canal, parce que la substance inflammable, le gaz, déposerait en route une partie de ses impuretés. Vous voyez qu'il découle du bout du tuyau une sorte de poix noire. On l'appelle *goudron*. Le gaz entraîne avec lui un peu de cette poix, et de là proviennent son odeur forte et sa couleur rousse. En se dépouillant de ce goudron et autres impuretés, il deviendrait incolore et presque sans odeur. La flamme alors gagnerait en éclat.

— Par le moyen de canaux assez longs, on peut donc, reprit Jules, porter la flamme et la lumière en tels points que l'on veut?

— Évidemment, mon ami. Au fourneau de la pipe ne contenant qu'une pincée de houille substituez d'autres fourneaux d'une grande capacité; remplacez le tuyau par un canal de fonte qui va se ramifiant sous terre d'une rue à l'autre, d'un réverbère à l'autre, et vous aurez de quoi éclairer à la fois une ville entière au moyen du gaz sorti de l'usine où se travaille la houille.

— Notre petite lampe va s'éteindre, dit Émile. La flamme, si longue au début, n'est plus qu'un point lumineux. C'est fait: elle est éteinte. Que reste-t-il maintenant dans la pipe?

— Nous allons le voir. Attendons que le fourneau se soit un peu refroidi.

La pipe retirée du feu et devenue assez froide pour être maniée, fut cassée avec précaution sous le marteau. Son contenu consistait en un petit bloc d'aspect fondu, d'éclat presque métallique, criblé d'une infinité de petits trous et moulé dans le creux du fourneau.

— Vous voyez, continua l'oncle, que la houille s'est ramollie par l'effet de la chaleur. Les menus fragments primitifs se sont soudés entre eux, et le tout, devenu presque coulant, a pris la forme du fourneau de la pipe, comme le fait une matière pâteuse pressée dans un moule. Le gaz inflammable s'est dégagé pendant cette demi-fusion, et c'est à lui que sont dûs les petits trous dont toute la masse est criblée. On nomme *coke* cette espèce de charbon poreux et brillant qui reste quand la houille ne donne plus de gaz.

— Ce gaz lui-même, qu'est-il? demanda Jules. Serait-ce le même qui se dégage naturellement des houillères et produit le grisou, si redouté des mineurs?

— La houille chauffée au rouge donne à la fois plusieurs gaz inflammables, dont fait partie, et en abon-

dance, celui-là même du grisou. Aussi, lorsque, par quelque fuite des tuyaux, le gaz de l'éclairage vient à se mélanger avec l'air d'un appartement, il se forme une atmosphère explosive qui peut causer de bien graves accidents.

Mais résumons ce que vient de nous apprendre notre modeste expérience. La houille distillée, c'est-à-dire chauffée au rouge sans contact avec l'air, donne du gaz qui

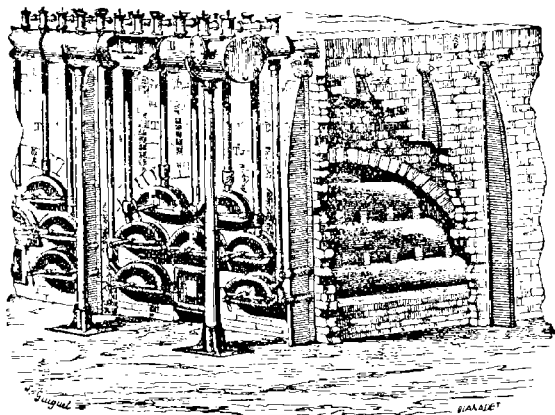


Fig. 20. — Fourneaux et cornues de l'usine à gaz.

brûle avec flamme éclairante, un liquide noir et gluant appelé goudron, et enfin un charbon très-poreux et brillant nommé *coke*, qui reste dans le vase distillatoire.

Voici maintenant de quelle manière les choses se passent dans les usines à gaz. La houille est chauffée dans de grands vaisseaux en terre ou en fonte que l'on nomme *cornues*. L'un d'eux est marqué de la lettre C dans la figure, qui représente un fourneau avec la paroi abattue pour montrer la disposition intérieure. Ces cornues ont la forme d'un demi-cylindre. Elles sont couchées, en nombre plus ou moins grand, suivant la longueur d'un

même fourneau. Elles se chargent et se déchargent sur le devant. Quand elles sont pleines de houille, on ferme leur orifice avec un plaque de fonte P que serre une vis. Chacune d'elles est surmontée d'un canal T servant au dégagement du gaz. Les divers tubes T aboutissent dans un grand cylindre B appelé *barillet*, à demi plein d'eau. C'est là que se dépose en grande partie le goudron accompagnant le gaz. Cette épuration se continue dans une

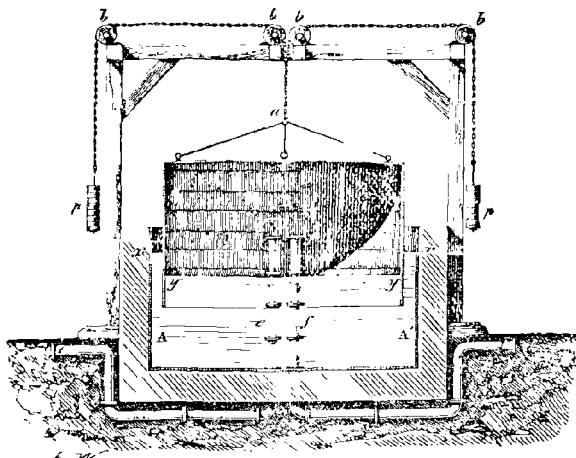
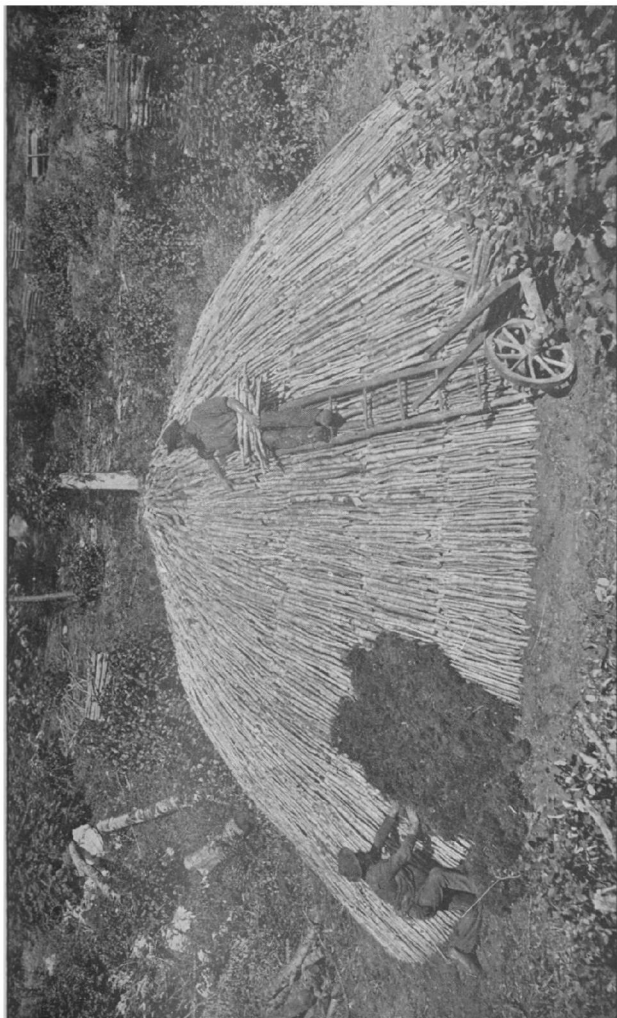


Fig. 21. — Le gazomètre.

suite de tuyaux verticaux communiquant entre eux par leurs extrémités recourbées, et enfin dans des caisses contenant de la chaux où le gaz perd sa mauvaise odeur.

Pour emmagasiner le gaz jusqu'au moment de sa dépense et lui donner une vitesse d'écoulement constante, qui assure la régularité de la flamme et l'uniformité de son pouvoir éclairant, on emploie un réservoir appelé *gazomètre*. Le gazomètre se compose d'une vaste cuve en maçonnerie, pleine d'eau, et d'une immense cloche en tôle épaisse, qui plonge inférieurement dans l'eau de la



Cl. Jacques Boyer.

CHARBON DE BOIS : POSE DE LA MOUSSE SUR LA SURFACE DE LA MEULE.

fixée en bas par une petite cheville de bois, en haut par un nœud qui s'appuie sur la petite ouverture centrale d'une rondelle échancrée. Le suif en fusion est versé dans le réservoir supérieur, d'où il s'engage dans les différents moules.

Avec le suif s'obtiennent aussi les *bougies*, bien supérieures aux vulgaires chandelles, quoique faites avec les mêmes matériaux. Elles sont d'un beau blanc, n'ont presque pas d'odeur ni rien d'huileux au toucher. Leur flamme est plus éclairante et moins fumeuse. Pour devenir ce qu'il est dans les bougies, le suif subit une énergique purification, qui le débarrasse de son odeur infecte et de sa substance huileuse. On le fait d'abord bouillir dans de l'eau avec de la chaux ; puis on ajoute de l'acide sulfurique ou huile de vitriol, qui enlève la chaux après que celle-ci a suffisamment agi. Enfin on fait subir à la matière une très-forte pression, qui exprime et sépare tout ce qui est de nature huileuse. Après ces traitements, le suif n'est plus le même. Son odeur a disparu, sa consistance est ferme, sa couleur est d'un blanc parfait. En ce nouvel état, tout différent du premier, on ne l'appelle plus suif, mais bien *stéarine*. De ce nom vient celui de *bougies stéariques* que l'on donne aux bougies, d'un si fréquent usage aujourd'hui pour l'éclairage domestique.

— On les appelle aussi *bougies de l'Étoile*, fit observer Jules ; je lis souvent ce nom sur l'étui de carton où elles sont enfermées.

— Ce nom provient de ce que la première fabrique de bougies fut établie, à Paris, dans le voisinage de la barrière de l'Étoile. Ce magnifique progrès qui devait remplacer la puante chandelle, à lumière fumeuse, par la bougie si propre et douce d'une flamme si blanche, date de 1831.

Les bougies s'obtiennent par le moulage. Les moules employés ne diffèrent pas de ceux que je viens de vous faire connaître au sujet de la fabrication des chandelles.

Au sortir des moules, les bougies sont polies et blanchies. On les polit en les frottant avec un morceau de drap, on les blanchit en les exposant quelque temps à la lumière du soleil.

Pour l'illumination de ses cérémonies, l'église emploie la cire, avec laquelle se fabriquent les cierges. La cire est due au travail des abeilles, qui construisent avec cette matière des chambrettes ou cellules destinées à contenir les provisions de miel ainsi que les jeunes vers, première

forme de l'abeille de même que la chenille est la première forme du papillon. Ces cellules, ouvertes par un bout et fermées à l'autre, sont configurées en petites colonnes à six facettes planes et disposées à côté l'une de l'autre avec une parfaite régularité. Elles sont placées horizontalement en deux couches, adossées par l'extrémité fermée. Leur ensemble porte le nom de *gâteau*. Sur l'une des faces du gâteau se trouvent toutes les entrées des cellules de la couche correspondante; sur l'autre face

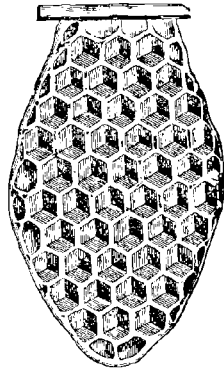


Fig. 23. — Gâteau en construction.

s'ouvrent les cellules de la seconde couche. Enfin le gâteau est suspendu verticalement dans la ruche, avec ses entrées moitié à droite et moitié à gauche. Par sa tranche supérieure, il adhère à la voûte de la ruche ou bien à des traverses que l'on a soin de placer à l'intérieur. Comme un gâteau ne suffit pas à la nombreuse population d'une ruche, qui peut comprendre de vingt à trente mille abeilles, d'autres sont construits, à mesure que les besoins l'exigent, tous bien rangés parallèlement l'un à l'autre et laissant entre eux des intervalles libres pour la circulation.

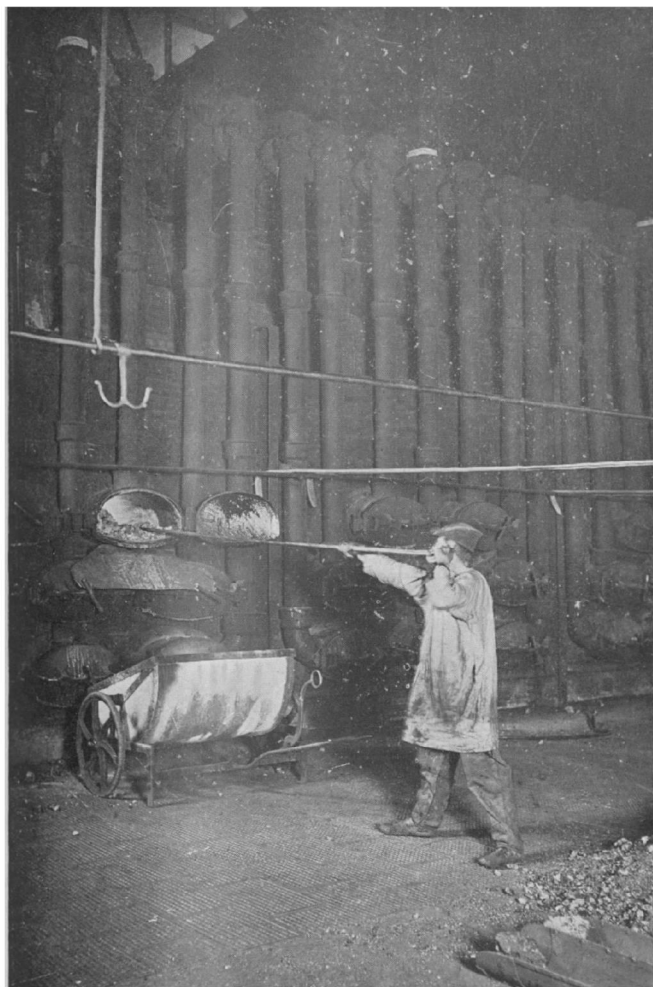
Le contenu de chaque cellule consiste tantôt en miel,

tantôt en un jeune ver, que les abeilles nourrissent à la becquée à peu près comme les oiseaux élèvent leurs petits. Quant à la paroi des cellules elles-mêmes, elle est construite avec de la cire. Cette cire, les abeilles ne la récoltent pas toute faite sur les fleurs où elles butinent; elles la fabriquent elles-mêmes, elles la suent, c'est vraiment le mot. Si vous regardez avec attention le ventre d'une abeille, vous le verrez composé de plusieurs pièces ou anneaux emboîtés l'un dans l'autre. Le ventre de tous les insectes a d'ailleurs semblable structure, comme vous pourrez très-bien le reconnaître dans le hanneton, par exemple.

— Je connais ces anneaux du ventre du hanneton, dit Émile tout fier de son observation; chacun d'eux est marqué sur le côté d'un petit triangle blanc.

— Eh bien, puisque vous connaissez ces anneaux, je vous apprendrai que la fabrique de cire de l'abeille se trouve en dessous, au milieu du ventre, dans le repli qui sépare un anneau du suivant. Là suinte peu à peu la matière cireuse, comme chez nous la sueur suinte de la peau. Cette matière s'amasse en une mince plaque, que l'insecte détache en se brossant le ventre avec les pattes. Il y a huit de ces fabriques. Quand l'une chôme, l'autre travaille; de sorte que l'insecte a toujours quelque plaque de cire à sa disposition.

L'abeille qui se sent approvisionnée se brosse les flancs et extrait une plaque de cire du repli de ses anneaux. La petite plaque entre les dents, elle fend la presse de ses camarades et se place au milieu du chantier de construction. La cire est passée et repassée entre les dents, concassée en morceaux, puis étirée en rubans; de nouveau concassée et de nouveau pétrie en un seul morceau. En même temps, elle est imprégnée d'une espèce de salive qui lui donne de la flexibilité. Quand la matière est à point préparée, l'abeille l'applique parcelle à parcelle. Pour rogner ce qui excède, les dents lui servent de ci-



Cl. Jacques Boyer.

LE GAZ DE L'ÉCLAIRAGE : DÉLUTAGE DES CORNUES A GAZ,

seaux. Les petites cornes ou antennes, comme on les appelle encore, sont dans un mouvement continu et lui servent de sonde et de compas : elles palpent la paroi de cire pour juger de son épaisseur, elles plongent dans la cavité pour s'enquérir de la profondeur. Telle est, en peu de mots, la manière dont se construisent les cellules.

Les provisions de miel qu'amasse l'abeille pour sa nourriture et celle des vermiseaux destinés à devenir d'autres abeilles, sont détournées par nous à notre avantage. Lorsque les gâteaux sont bien pleins, on les retire de la ruche en ne laissant aux abeilles que le strict nécessaire. On les ouvre en enlevant avec la lame d'un couteau les couvercles de cire qui bouchent les cellules où le miel est emmagasiné pour les besoins futurs de la ruche, et on les met renversés sur un tamis. Le contenu des cellules s'écoule et donne le miel de première qualité, appelé *miel vierge*. Quand il ne coule plus rien, on presse les gâteaux, ce qui fournit un miel moins pur. Enfin le résidu, principalement formé des parois des cellules, est chauffé dans de l'eau. La cire se fond et surnage en une couche que l'on transvase dans une terrine où elle se fige.

Telle qu'elle est livrée au fabricant de cierges, la cire est jaune. Le premier travail consiste à la blanchir. Voici comment les choses se passent. Dans une chaudière B contenant de l'eau bouillante, la cire est mise fondre. De cette chaudière, elle s'écoule dans un baquet R, où par le repos se dépose un reste d'impuretés. Un robinet *t* la conduit dans une petite auge en cuivre étamé G, percée au fond de petits trous placés sur une même ligne. Par ces trous, la cire tombe, en filets déliés, sur un cylindre à demi plongé dans l'eau que l'on fait tourner au moyen de la manivelle M. Par ce moyen, la cire se trouve réduite en minces rubans, qui durcissent en plongeant dans l'eau et se détachent aussitôt du cylindre pour s'amasser au fond de la baignoire T. C'est ce qu'on appelle *rubanner* ou *gréler* la cire.

8

Les rubans jaunes obtenus par ce travail sont exposés sur des toiles, pendant plusieurs jours, à la vive lumière du soleil et à la fraîcheur des nuits. La teinte jaune disparaît, mais seulement à la surface. Pour la faire disparaître en entier, on refond la cire, on la grêle de nouveau et on l'expose une seconde fois à l'alternative du soleil et de la rosée. Ce traitement est répété jusqu'à ce que la matière soit devenue d'un blanc parfait.

La fabrication des cierges peut avoir lieu soit par le

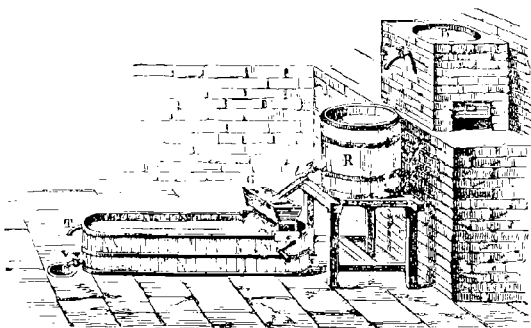


Fig. 24. — Appareil pour fondre et rubanner la cire.

moulage, soit par l'immersion de la mèche dans un bain de cire fondue, immersion que l'on renouvelle jusqu'à ce que la grosseur convenable soit atteinte. Je n'aurais qu'à vous répéter ici ce que je vous ai déjà dit au sujet des chandelles et des bougies. Une troisième méthode, dite à la cuiller, est en usage. Des mèches sont suspendues verticalement à un cerceau en fer, appelé *romaine*. Avec une grande cuiller, l'ouvrier puise de la cire fondue dans une chaudière et la fait ruisseler le long de chaque mèche. En descendant, la cire se fige en une première couche, que l'on recouvre d'une seconde, d'une troisième et d'autant qu'il est nécessaire par de nouveaux arrosesments avec de la cire fondue. Enfin, pour donner au

cierge égalité de surface et poli, on le roule rapidement sur une table et on le frotte avec un polissoir de bois dur.

Les cierges de grande dimension se font par la méthode dite *à la main*. La mèche étalée sur une table est couverte, non de cire fondue, mais de cire simplement ramollie dans de l'eau tiède et appliquée couche par couche. Le poli se donne comme précédemment.

XXXII

LE SEL

Le sel, habituel assaisonnement de notre nourriture, est très-abondant. On le trouve soit en dissolution dans les eaux de la mer, soit en bancs solides dans les profondeurs de la terre. La mer, couvrant à elle seule les trois quarts de la surface entière du globe, la mer si profonde, si vaste, renferme, dans l'immensité de ses eaux, une masse de sel énorme, puisque chaque mètre cube en contient près de trente kilogrammes. Si les océans évaporés laissaient à sec toutes leurs matières salines, ces matières suffiraient pour couvrir le monde entier d'une couche uniforme de dix mètres d'épaisseur.

— A quoi bon tout ce sel dans les mers? demanda Jules.

— Son rôle est d'assurer l'incorruptibilité des océans, malgré les pourritures qui s'y forment aux dépens des innombrables populations marines, et malgré les immondices de toute nature que les fleuves, ces grands purificateurs des continents, y déversent sans repos comme dans un égout commun. La salure des mers est variable; elle est d'autant plus forte, en général, que la

région considérée reçoit, par ses affluents, moins d'eau douce, et se trouve soumise à une évaporation plus rapide sous un soleil ardent. Un litre d'eau de la mer Caspienne contient 6 grammes environ de matériaux salins un litre de la mer Noire, 18; de l'Atlantique, 32; de la Méditerranée, 44. La mer Morte est tout à fait exceptionnelle sous le rapport de son degré de salure : on trouve dans ses eaux jusqu'à 400 grammes de substances salines par litre.

Pour recueillir le sel, on choisit, au bord de la mer, une plaine basse, où l'on creuse des bassins peu profonds, mais d'une grande étendue, appelés *marais salants*; puis on fait arriver l'eau de la mer dans ces bassins. Quand ils sont pleins, on interrompt leur communication avec la mer. Le travail des marais salants se fait surtout pendant l'été. La chaleur du soleil fait évaporer l'eau peu à peu, et le sol reste en une croûte cristalline, qu'on enlève avec des râteaux. Le sel recueilli est amoncelé en un grand tas pour le laisser égoutter et perdre ainsi l'amertume qui l'accompagne. En exposant au soleil, pendant quelques jours, une assiette pleine d'eau salée, ou d'eau de mer, on reproduirait en petit ce qui se passe dans les marais salants. L'eau s'en irait, réduite en vapeurs par le soleil, et le sel resterait seul dans l'assiette.

Le sel de la mer est inépuisable; on n'en verra jamais la fin, si abondamment qu'on l'emploie. Pour mettre le comble à cette richesse, le sol lui-même, la terre, contient dans ses profondeurs d'épaisses couches de sel, qu'on exploite à coups de pic comme on le fait de la pierre à bâtir dans une carrière. Ce sel d'origine terrestre porte le nom de *sel gemme*; il ne diffère de celui de la mer que par sa coloration, due à des matières étrangères. Il est le plus souvent jaune ou rougeâtre, quelquefois violet, bleu ou vert. Quand on le destine à l'alimentation, on le débarrasse au moyen de l'eau de ces

matières colorantes, et alors il ne se distingue en rien de celui de la mer.

Il y a des mines de sel gemme dans la Meurthe et la Haute-Saône; mais la mine la plus importante est celle des environs de Cracovie, en Pologne. On l'exploite à une profondeur de plus de 400 mètres. Sa longueur dépasse deux cents lieues, et sa plus grande largeur atteint jusqu'à quarante lieues.

Dans cette couche de sel sont pratiquées de grandes galeries, dont la voûte est parfois plus élevée que celle d'une église, et qui, se prolongeant à perte de vue et se croisant en tous sens, figurent une ville immense avec ses rues, ses carrefours, ses places publiques. Rien ne manque à cette espèce de ville souterraine : le service divin y est célébré dans de vastes chapelles taillées dans le sel; les habitations pour les ouvriers mineurs et les écuries pour les chevaux nécessaires à l'exploitation sont pareillement creusées dans le sel. La population y est nombreuse, et des centaines d'ouvriers y naissent et y meurent, quelquefois sans être jamais sortis de leurs souterrains, sans avoir jamais vu la clarté du soleil. De nombreuses lumières, constamment entretenues, illuminent la ville de sel; et leurs rayons, répercutés par les surfaces cristallines, tantôt donnent aux parois des galeries l'apparence limpide et brillante du verre, et tantôt les font resplendir des vifs reflets de l'arc-en-ciel. Quelle magique illumination dans ces églises de cristal, quand mille cierges allumés, se réfléchissant sur la voûte, en font descendre des jets de lumière de toutes les couleurs!

— Oui, fit Jules, ce doit être un beau spectacle, mais j'aimerais néanmoins de venir de temps en temps au dehors, au soleil.

— Malgré ses splendeurs, reprit l'oncle, cette demeure souterraine ne vaut pas certainement la nôtre : nous avons le grand air, cet air si pur, dont la poitrine s'emplit avec délices; nous avons la lumière du soleil, lu-

mière vivifiante qu'aucune clarté artificielle ne peut remplacer.

— C'est égal, j'aimerais de voir cette mine. Quel grain de sel que celui dans lequel on peut creuser des villes!

— En bien des localités, par exemple dans la Meurthe, le Doubs, le Jura, les Basses-Pyrénées, il existe des

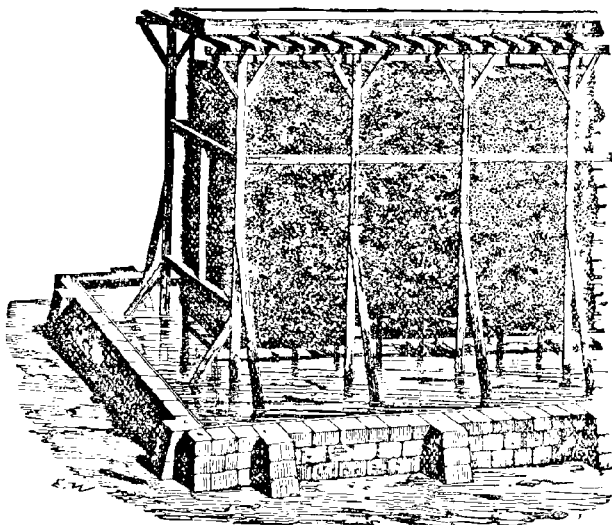


Fig. 25. — Tas de fagots pour l'évaporation des eaux salées.

sources salées dont l'origine est due probablement au voisinage de quelque couche de sel gemme. Lorsque ces sources sont assez riches en sel, on fait immédiatement évaporer l'eau dans de grandes chaudières en fer, peu profondes et très-larges. Mais si la proportion de sel est très-petite, on soumet d'abord les eaux au traitement suivant.

On dresse sous un hangar un grand tas de fagots d'é-

pinces dont la plus grande face est exposée au vent qui règne habituellement dans la contrée. L'eau salée arrive à l'aide de pompes au sommet du tas; de là elle retombe en fines gouttelettes, se répand dans le fourré de branches, se divise, se subdivise et éprouve ainsi une rapide évaporation, en étalant une grande surface au courant d'air qui traverse le tas de fagots. Quand, après plusieurs opérations de ce genre, l'eau s'est en grande partie évaporée et que le liquide est devenu assez riche en sel, on achève l'évaporation dans des chaudières chauffées sur le feu.

XXXIII

LE SUCRE

Une foule de végétaux, dans leurs fruits, leurs tiges, leurs racines, contiennent du sucre. Les melons, par exemple, les raisins, les figues, les poires, ont une saveur parfaitement sucrée. Mâchez, lorsqu'elle est encore verte, une tige de blé, de roseau, ou du premier brin de gazon venu; vous lui trouverez un goût de douceur bien marqué. Le chiendent, la plus commune des mauvaises herbes de nos cultures, a la racine fort douce. L'énorme racine de la betterave est plus douce encore : c'est un véritable atelier de confiserie, tant le sucre y abonde. Vous voyez que le sucre est chose fort répandue dans les végétaux. Peu d'entre eux cependant se prêtent à l'extraction industrielle de cette substance, parce qu'ils en contiennent en trop petite quantité. Deux plantes, incomparablement plus riches que les autres, fournissent, à elles seules, la presque totalité du sucre qui se consom-

me dans toutes les parties du monde. Ce sont la *canne à sucre* et la *betterave*.

La *canne à sucre* est un grand roseau de deux à trois mètres de hauteur, à tiges lisses, luisantes, remplies d'une moelle juteuse et sucrée. Le miel n'est pas plus doux. Elle est originaire des Indes; aujourd'hui on la cultive dans tous les pays chauds de l'Afrique et de l'Amérique. Pour obtenir le sucre, on coupe les tiges lorsqu'elles sont mûres, on les dépouille de leurs feuilles, et l'on en fait des fagots que l'on écrase, dans une espèce de moulin, entre deux cylindres tournant en sens inverse, à une petite distance l'un de l'autre. Le jus obtenu se nomme *miel de canne* : c'est vous dire quelle est sa douceur.

On le met dans de grandes chaudières, où il est chauffé jusqu'à ce qu'il se soit épaissi en sirop. Pendant la cuisson, on jette dans le liquide un peu de chaux, qui clarifie le sirop et en sépare les impuretés. La liqueur épaissie et encore bouillante est versée dans des moules en terre ayant la forme conique, c'est-à-dire la forme d'un pain de sucre. Ces moules, tournés la pointe en bas, ont à ce bout un petit orifice que l'on maintient bouché avec un tampon de paille. Une fois pleins de sirop, on les abandonne à un lent refroidissement. Peu à peu, le sirop se fige et se prend en une masse compacte. On retire alors le tampon de paille, et le peu de liquide qui ne s'est pas figé s'écoule goutte à goutte par l'orifice de la pointe, en entraînant quelques impuretés. Ce premier travail donne le sucre brut, vulgairement appelé *cassonnade*. La couleur de la *cassonnade* n'est pas encore le blanc pur, et la saveur a quelque chose de déplaisant. Pour donner au sucre brut une blancheur parfaite et le dépouiller de quelques substances qui gâtent la perfection de la saveur sucrée, on lui fait subir une épuration dans des ateliers appelés *raffineries*.

En France, le sucre se retire de la *betterave*. C'est une volumineuse racine, à chair blanche, cultivée sur d'im-

menses étendues, pour la fabrication du sucre, dans plusieurs de nos départements du Nord. Les betteraves que vous voyez habituellement dans nos champs sont à chair rouge ; elles contiennent aussi du sucre, mais moins que les premières. Comme d'autre part leur coloration rouge serait une difficulté de plus pour obtenir du sucre d'un blanc parfait, on leur préfère les betteraves à chair blanche. On lave soigneusement les racines, puis on les réduit en pulpe avec de grandes râpes que font mouvoir des machines. Enfin cette pulpe est pressée dans des sacs de laine. Le jus qui s'en écoule est traité comme celui de la canne et donne pareillement un sucre brut ou cassonade qu'il faut *raffiner* pour l'amener à sa perfection.

L'opération du raffinage est basée sur une propriété du charbon dont je vous parlais il y a quelque temps. Vous n'avez pas oublié, je l'espère, le noir animal, ce curieux charbon que l'on obtient en calcinant des os de toutes sortes d'animaux, rebuts d'abattoirs, restes des cuisines, carcasses abandonnées à la voirie.

— Vous voulez parler, demandèrent les enfants, de ce charbon qui décolore les liquides avec tant de facilité ?

— De lui-même, mes petits amis.

— Et cette horrible poussière noire intervient dans la fabrication du sucre ?

— Elle y joue un rôle de premier ordre et que nulle autre substance ne pourrait remplir.

— J'ai entendu dire à mes camarades, fit Jules, que le sucre se fait avec des os. Je m'explique maintenant d'où provient cette sottise erreur. Le sucre vient en réalité

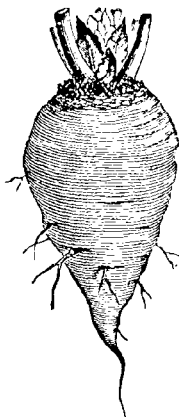


Fig. 26. — Betterave à sucre.

de la betterave ou de la canne, mais les os servent à sa fabrication, puisque c'est le noir animal qui remplit le principal rôle dans le raffinage.

— S'ils n'étaient pas d'abord brûlés dans un feu ardent, continua Émile, je ne verrais pas sans dégoût des os, recueillis un peu partout, intervenir dans la préparation du sucre. Mais la flamme les purifie, sinon je renoncerais au sucre.

— Dissipez, mon enfant, toute répugnance, reprit l'oncle. Ces os sont tellement bien calcinés, qu'il ne leur reste rien de leurs ordures premières. Voici comment on les emploie.

La cassonnade, soit de sucre, soit de betterave, est dissoute dans de l'eau chaude, et le sirop ainsi obtenu est mélangé avec une quantité convenable de noir animal, qui retient à lui toutes les substances donnant au sucre brut sa couleur jaunâtre et son goût déplaisant. Le mélange est jeté sur d'épais tissus de laine faisant office de filtre. Le charbon reste au-dessus avec toutes les impuretés, et le sirop seul passe, aussi limpide qu'eau de roche. La liqueur sucrée est alors concentrée sur le feu et finalement versée dans des moules coniques, où elle se fige et cristallise en pains de sucre d'une blancheur et d'un goût irréprochables.

L'usage du sucre dans nos pays n'est pas très-ancien; il remonte seulement à la fin du dix-septième siècle. Sous le règne de Henri IV, le sucre était encore si rare et si cher, qu'on le vendait uniquement chez les pharmaciens et à l'once, comme une drogue médicinale. Enfin le sucre de betterave, postérieur à celui de canne, a paru dans le commerce au commencement du siècle où nous sommes.

Le *sucre candi* est du sucre ordinaire en gros cristaux transparents. Pour l'obtenir, on évapore lentement dans une étuve une dissolution sucrée. Dans le vase évaporatoire, on tend de nombreux fils sur lesquels les cristaux

se forment. Le sucre candi sert à la fabrication des liqueurs fines.

Le *sucre d'orge* se prépare avec une dissolution sucrée ou sirop, que l'on évapore rapidement jusqu'à ce qu'une goutte de matière, plongée dans l'eau froide, se prenne en une masse consistante. Le sirop est alors versé sur un marbre huilé, où il se solidifie. Quand il est suffisamment froid, on le roule en petits cylindres, qui forment les *bâtons de sucre d'orge*. Ce nom de sucre d'orge vient de ce qu'on faisait entrer autrefois dans sa préparation une décoction d'orge.

Le *sucre de pommes* est du sucre d'orge additionné de gelée de pommes et d'un peu d'essence de citron.

XXXIV

LE CAFÉ

— La plante qui produit le café se nomme *Caféier*. C'est un arbuste qui, par sa tête arrondie et son branchage touffu, rappelle un petit pommier. Les feuilles sont ovales et luisantes; les fleurs, semblables à celles du jasmin, exhalent une douce odeur et sont groupées par petits bouquets au point d'attache de chaque feuille. A ces fleurs succèdent des fruits, d'abord rouges et puis noirs, ayant l'aspect de nos cerises, mais portés sur des queues très-courtes et serrés l'un contre l'autre. La chair en est fade et douceâtre; elle recouvre deux semences dures, rondes sur une face, aplaties sur l'autre et accolées entre elles par le côté plat. Ces semences sont les grains de café, dont nous faisons usage après les avoir grillés dans un moulin en tôle tournant sur le feu-

Leur couleur est entre le blanc et le vert; elle devient marron par l'effet du grillage.

Le caféier ne peut prospérer que dans les pays chauds. Il est originaire de l'Abyssinie, où il vient en abondance, surtout dans la province de Kaffa, qui paraît lui avoir donné son nom. Dans le quinzième siècle, le caféier fut introduit de l'Abyssinie en Arabie. C'est là que l'arbuste a trouvé le climat le plus favorable au développement de ses propriétés. Le café le plus en renom nous vient, en effet, des provinces méridionales de l'Arabie, et en première ligne des environs de Moka.

— Alors, fit Jules, quand on désigne un café de qualité supérieure par le nom de *moka*, on lui donne le nom de la ville qui fournit le meilleur ?

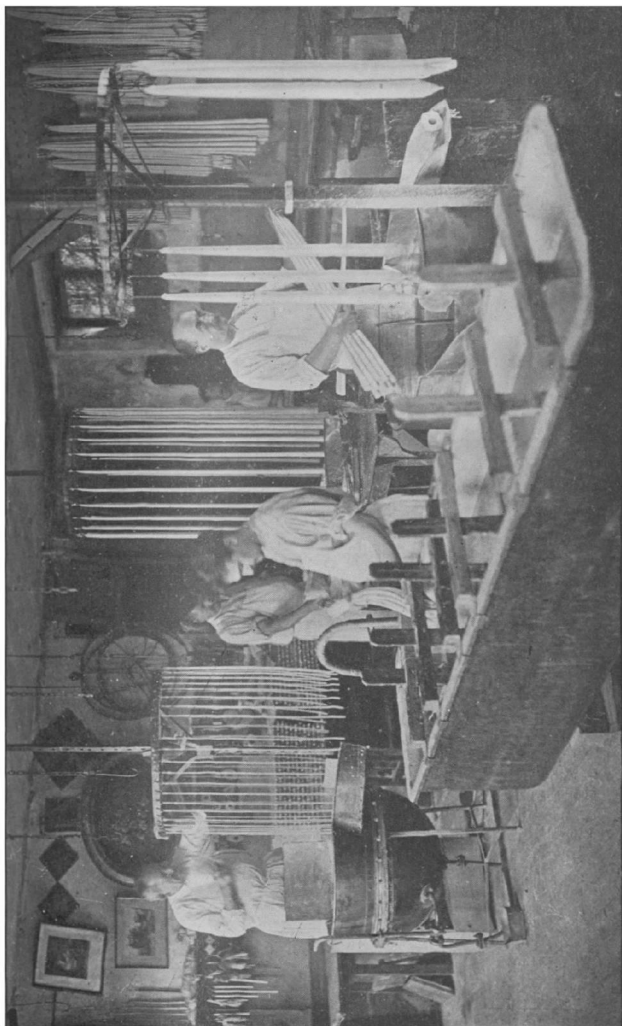
— Précisément. Cherchez sur la carte et vous trouverez Moka tout au fond de l'Arabie, à l'entrée de la mer Rouge. C'est en ce coin de terre, sous un soleil ardent, que mûrit le plus estimé des cafés.

Fig. 27 — Rameau de caféier.
— Fruit ouvert et fleur.



Les Hollandais furent les premiers des Européens à s'occuper du caféier; ils l'introduisirent dans leurs colonies de l'Inde, notamment à Batavia, d'où quelques pieds furent expédiés à Amsterdam pour être cultivés dans des serres, car le climat de la Hollande serait loin de permettre au frileux arbuste de venir en plein air.

L'un de ces pieds fut donné au Jardin des Plantes de Paris, où l'on eut soin de le multiplier sous vitrage; et d'un des plants ainsi obtenus fut confié à Déclieux, qui



Cl. Jacques Boyer.

FABRICATION DES GRANDS CHIRGES.



Cl. Jacques Boyer.

RÉCOLTE DU THÉ AU JAPON.

partit pour une de nos colonies, la Martinique, avec son petit arbuste enraciné dans un pot. Jamais peut-être la fortune d'un pays n'avait dépendu de causes plus modestes : ce frêle caféier, qu'un coup de soleil pouvait dessécher en route, devait être pour la Martinique et les autres Antilles l'origine d'incalculables richesses.

Pendant la traversée, rendue longue et pénible par des vents contraires, l'eau douce vint à manquer, et l'équipage fut parcimonieusement rationné. Déclieux, comme tous les autres, n'eut par jour que son verre d'eau, juste de quoi ne pas périr de soif. L'arbuste cependant exigeait de fréquents arrosages sous un ciel d'une extrême ardeur. Comment l'arroser lorsque la soif vous dévore et que les gouttes d'eau vous sont comptées ? Déclieux n'hésita pas à faire vivre l'arbuste avec sa ration d'eau, un jour lui cédant le plein verre, un autre jour partageant avec lui. Il préféra s'imposer la plus pénible des privations et arriver avec le caféier en bon état. Il eut cette satisfaction. Aujourd'hui, la Martinique, la Guadeloupe, Saint-Domingue et la plupart des autres Antilles sont couvertes de riches plantations de caféiers dont le point de départ est l'arbrisseau de Déclieux.

Rien dans nos pays n'est comparable à la beauté d'un champ de caféiers, chargés à la fois, presque sans interruption pendant l'année entière, de feuilles d'un vert lustré, de fleurs blanches et de fruits rouges, car, dans ces régions favorisées du soleil, la végétation n'a presque pas de repos. Sur la cime parfumée des arbustes voltigent des papillons, dont les ailes, larges comme les deux mains, étonnent le regard par la magnificence de leur coloris ; dans l'enfourchure des derniers rameaux, l'oiseau-mouche, un bijou vivant, construit son nid de coton, grand comme la moitié d'un abricot ; sur l'écorce des vieux troncs reluisent de gros scarabées plus vifs d'éclat que les métaux précieux. Au milieu d'une atmosphère embaumée, des nègres, un panier au bras,

parcourent les plantations d'un caféier à l'autre; ils détachent un à un les fruits mûrs avec précaution, pour ne pas ébranler ceux qui sont encore verts. A peine cette récolte est-elle faite que d'autres fruits rougissent, et puis d'autres encore, tandis que de nouveaux boutons se forment et que de nouvelles fleurs s'épanouissent.

Les *cerises*, — on appelle ainsi les fruits du caféier, — sont passées dans une sorte de moulin qui écrase et enlève la chair sans toucher aux semences. Celles-ci sont alors exposées au soleil. Tous les soirs, pour les garantir de la rosée, on les amoncelle en un tas que l'on recouvre de grandes feuilles; le lendemain, on les étale de nouveau. Lorsque la dessiccation est complète, on les vanne, on rejette les grains gâtés, et la récolte est prête pour l'expédition.

— Il ne reste plus qu'à griller le café, dit Émile, à le moudre, et il est prêt pour l'infusion. Sait-on qui le premier en a fait usage?

— D'après les traditions ayant cours en Orient, l'usage du café remonterait à un pieux derviche qui, désireux de prolonger ses méditations pendant la nuit, invoqua Mahomet, le priant de l'affranchir du sommeil.

— Un pieux derviche, dites-vous? J'ignore ce que c'est.

— On appelle de ce nom, dans les religions de l'Orient, les personnes qui renoncent au monde pour s'adonner à la prière et à la contemplation.

— Et Mahomet?

— Mahomet est un célèbre personnage qui, il y a douze siècles environ, fonda, en Arabie, une religion maintenant répandue dans une grande partie du monde, en Asie et en Afrique surtout. Cette religion est appelée mahométisme ou islamisme, et Mahomet est souvent désigné par la qualification de Prophète.

Je reviens au derviche qui ne voulait pas dormir pour prier et méditer plus longtemps. Il adressa ses vœux à

Mahomet, et le Prophète lui apparut en songe, l'avertissant d'aller trouver un certain berger. Celui-ci raconta au derviche que ses chèvres restaient éveillées toute la nuit, sautant et cabriolant comme des folles, après avoir brouté les fruits d'un arbrisseau qu'il lui montra. C'était un caféier couvert de ses cerises rouges. Le derviche s'empessa d'éprouver sur lui-même la singulière vertu de ces fruits. Le soir même, il en prit une forte infusion, et de toute la nuit, en effet, le sommeil ne vint interrompre ses pieux exercices.

Heureux de se procurer à volonté l'insomnie, il fit part de sa découverte à d'autres derviches, qui s'adonnèrent à leur tour au breuvage chassant le sommeil. L'exemple de ces saints personnages fut suivi par les docteurs de la loi. Mais bientôt on reconnut à l'infusion qui tenait éveillé des qualités fortifiantes; on prit du café sans intention de combattre le sommeil, et la fève découverte par les chèvres devint d'un usage général dans les pays orientaux.

N'allez pas donner à cette tradition populaire une croyance aveugle : on ignore réellement par qui et dans quelles circonstances les propriétés du café ont été d'abord reconnues. Un point seul est incontestable, et l'histoire du derviche le fait très-bien ressortir : c'est la vertu que possède le café de maintenir l'esprit en activité et de chasser le sommeil.

— Le café empêche donc réellement de dormir ? demanda Jules.

— Oui, mais toutes les personnes ne ressentent pas également cette singulière influence. Il y en a sur qui le café ne produit rien ; il y en a d'autres, à tempérament délicat et nerveux, qui ne peuvent fermer l'œil de toute la nuit s'il leur arrive de prendre du café le soir.

— Et de jour ?

— De jour, cet inconvénient n'existe plus ; il y a même avantage d'avoir l'esprit dans sa pleine activité, surtout

si l'on se livre aux travaux de l'intelligence. Mais pour la plupart, le café est un simple fortifiant, qui favorise la digestion et excite une nouvelle vigueur. Une longue habitude en fait, pour bien des personnes, une boisson de première nécessité.

Préparée avec la graine verte, telle qu'elle nous arrive des pays de production, l'infusion de café est un liquide verdâtre, sans odeur, de saveur âpre, qui agit puissamment sur les nerfs. C'est ainsi que le derviche, renseigné par les cabrioles des chèvres, dut prendre sa première tasse de café. L'ardent désir de combattre le sommeil pouvait seul l'engager à continuer, car la boisson ainsi préparée est fort loin d'être agréable. Les qualités qui nous font rechercher le café, en particulier son arôme suave, ne se développent que par le-grillage. Cette opération doit donc être conduite avec un certain soin. Trop peu grillés, les grains restent verts à l'intérieur; ils se réduisent alors difficilement en poudre au moulin et donnent une infusion jaune verdâtre dépourvue de parfum. Trop grillés, ils se réduisent en charbon à la surface; l'infusion est alors très-foncée, amère au goût et sans arôme. Le café est grillé à point quand il répand une odeur agréable et qu'il a pris une couleur marron foncé.

XXXV

THÉ — CHOCOLAT

Le thé est la feuille d'un arbrisseau cultivé en Chine et au Japon. Cet arbrisseau est toujours vert, d'une paire de mètres au plus de hauteur; son feuillage est touffu, luisant; ses fleurs sont blanches et donnent pour fruits de

petites coques assemblées trois par trois. Les feuilles sont cueillies, non par poignées, mais une à une, avec de délicates précautions; puis elles subissent une certaine préparation pour devenir thé usuel.

Ce travail se fait, en Chine, dans des établissements publics, où se trouvent de petits fourneaux, hauts d'un mètre, sur lesquels est disposée une plaque de fer. Lorsque la plaque est suffisamment chaude, les ouvriers y étalent en mince couche les feuilles nouvellement cueillies. Tandis qu'elles se crispent et pétillent au contact du fer brûlant, on les remue vivement avec les mains nues jusqu'à ce que la chaleur ne se puisse plus



Fig. 28. — Branche d'arbre à thé.

soutenir. Alors l'ouvrier enlève les feuilles avec une sorte de pelle semblable à un éventail et les jette sur une table couverte de nattes. Autour de cette table sont assis d'autres ouvriers qui prennent les feuilles chaudes par petites quantités et les roulent entre les mains, tou-

jours dans la même direction. D'autres les eventent continuellement quand elles sont roulées, pour les refroidir le plus tôt possible et leur conserver ainsi la forme de grains ronds donnée par les premiers.

Une tradition a cours chez les Chinois, assez analogue à celle des Arabes relativement au café. D'après cette tradition, un pieux et noble personnage, Darma, serait venu de l'Inde en Chine, il y a de treize à quatorze siècles, pour répandre dans ce pays la connaissance du vrai Dieu. Afin d'exciter le peuple par son propre exemple, il menait une vie austère, s'imposant les plus dures mortifications et consacrant les jours et les nuits à la prière. Exténué de fatigue en peu d'années et succombant enfin de sommeil, il lui arrivait parfois de s'endormir malgré lui au milieu de ses méditations. Pour rester éveillé et continuer sans repos ses pieux exercices, il prit l'horrible parti de se couper les paupières qu'il jeta à terre. Le ciel eut pitié de cet héroïque sacrifice : les paupières du saint homme s'enracinèrent dans le sol ainsi qu'une semence qui germe, et poussèrent, pendant la nuit, en un gracieux arbuste couvert de feuilles. C'était le premier arbre à thé. Le lendemain, passant au même endroit, le pieux mutilé abaissa ses regards sur le point où il avait jeté ses paupières. Il ne les trouva plus, mais, à leur place, il vit le divin arbuste issu de leur substance. Une secrète inspiration lui conseilla de manger quelques feuilles de l'arbrisseau miraculeux. C'est ce qu'il fit. A sa grande satisfaction, il reconnut bientôt que cette nourriture le fortifiait, chassait le sommeil et lui maintenait l'esprit en activité. Il recommanda le même aliment à ses disciples ; la réputation du thé se répandit, et depuis ce temps l'usage en est devenu universel en Chine.

Je n'ai pas besoin de vous dire que cette tradition n'est en réalité qu'une allégorie faisant ressortir la qualité dominante du thé, comme la tradition arabe nous parlant des cabrioles des chèvres et de l'insomnie du

derviche, met en relief celles du café. Un arbuste né des paupières que se coupe un saint personnage pour ne pas succomber au sommeil doit avant tout empêcher de dormir. L'arbre à thé partage, en effet, avec le caféier cette singulière propriété. L'infusion de ses feuilles agite les nerfs quand elle est prise forte et en grande quantité. Prise avec modération, c'est une agréable boisson qui excite l'estomac et favorise le travail de la digestion.

Les thés du commerce se classent, d'après la grosseur des grains, plus forte pour les premiers, moindre pour les seconds, en *thés perlés* et *thés poudre à canon*. On les divise encore, d'après leur couleur, en *thés verts* et en *thés noirs*. Les thés verts ont une saveur acerbe, un parfum pénétrant; ils excitent les nerfs et empêchent de dormir. Les thés noirs n'ont pas cette propriété aussi prononcée; ils sont moins excitants, moins forts, moins parfumés. Le thé n'est guère chez nous qu'un médicament dont on fait usage pour mettre fin à quelque trouble d'estomac; mais chez les Chinois il est l'habituelle boisson et remplace notre vin. Pour quelques nations européennes, surtout pour les Anglais, le thé est aussi une boisson quotidienne, qui apparaît sur la table plusieurs fois par jour. En Angleterre, il se consomme par an vingt-cinq millions de kilogrammes de thé.

Terminons notre causerie d'aujourd'hui par quelques mots sur le chocolat. — On cultive dans les pays les plus chauds des deux Amériques, notamment au Mexique, aux Antilles et à la Guyane, un arbre de la taille de nos cerisiers, que l'on appelle le *Cacaoyer*. Les feuilles sont amples, lisses et d'un vert brillant. A de petites fleurs roses, groupées en menus bouquets le long des rameaux, succèdent des fruits ayant la forme et la grosseur de nos concombres, et relevés, à la manière des melons, par une dizaine de côtes longitudinales. Ces fruits se nomment *cabosses*; ils deviennent d'un rouge obscur à la maturité. Leur contenu se compose d'une chair molle, blan-

che, agréablement acide, au milieu de laquelle sont plongées de trente à quarante semences, grosses comme des olives et recouvertes d'une peau coriace. Débarrassées de tout ce qui les environne, les semences prennent le nom de *cacao*. Leur amande est la matière première du chocolat.

Le cacao est d'abord grillé, à peu près comme le café, ce qui rend les amandes d'un brun foncé, de blanches qu'elles étaient d'abord. Telle est l'origine de la coloration brune du chocolat. Après le grillage, l'on brise et l'on rejette la peau dure qui revêt les amandes; et celles-ci, bien épluchées, sont broyées sur une pierre polie très-dure, à l'aide d'une autre pierre ou d'un rouleau de fer. Ces



Fig. 29. — Rameau et fruit du cacaoyer.

amandes contiennent en abondance une matière grasse ayant quelque analogie avec notre vulgaire beurre et nommée pour ce motif *beurre de cacao*. Afin de maintenir fluide cette matière grasse et de faciliter ainsi le travail de la pâte, on tient de la braise allumée sous la pierre où s'écrasent les amandes. Grâce à une douce chaleur, le beurre végétal se fond et l'on obtient une pâte brune et molle, qui se pétrit sans difficulté. On incorpore à cette pâte, avec tout le soin possible, un poids égal de sucre, puis un aromate, notamment la vanille, pour parfumer le produit; et tout se borne là. Il ne reste plus qu'à mouler en tablettes le chocolat encore mou.

Telle est la composition du chocolat de qualité supérieure. Mais dans le but de satisfaire aux exigences du bon marché, on fait souvent entrer dans la pâte des sub-

stances de moindre valeur que le cacao, par exemple de la farine de pomme de terre, de maïs, de fèves, de pois. On dit même, mais à l'honneur des fabricants je n'ose le croire, qu'il se fait des chocolats où il n'entre plus de cacao. Du sucre, de la farine de pomme de terre, de la graisse et de la brique pilée en sont les ingrédients.

XXXVI

LES ÉPICES

— On nomme *épices* les substances végétales à odeur aromatique, à saveur chaude et piquante, dont on fait usage pour relever la saveur des mets et favoriser la digestion. Les principales sont le poivre, le girofle, la cannelle, la muscade, la vanille.

Le poivre est le fruit d'un arbrisseau appelé *Poivrier*. Vous avez maintes fois vu ces petits grains ronds et noirs, à saveur si piquante, avec lesquels on assaisonne certaines préparations alimentaires, par exemple les saucissons. Voilà les fruits du poivrier, tels que l'arbuste les donne. Ces grains noirs mis en poudre deviennent le poivre, habituel compagnon du sel sur la table.

La culture du poivrier ne prospère que dans les parties les plus chaudes du monde, principalement dans les îles de la Sonde, Sumatra et Java. C'est un arbrisseau à tige déliée, flexible et sarmenteuse, qui s'enroule autour des arbres voisins. Les feuilles sont ovales, coriaces et luisantes; les fleurs sont petites, assemblées en étroite et longue grappe pendante; les fruits, de la grosseur au plus de nos groseilles, sont d'abord verts et enfin rouges à la maturité.

Le poivre se récolte lorsque les grappes commencent

à rougir. Les grains cueillis sont mis sécher au soleil sur des nattes; ils deviennent alors noirs et ridés, et prennent le nom de *poivre noir*. Comme leur âcreté réside surtout dans la couche superficielle, on dépouille quelquefois les fruits de leur écorce pour obtenir un poivre moins pi-

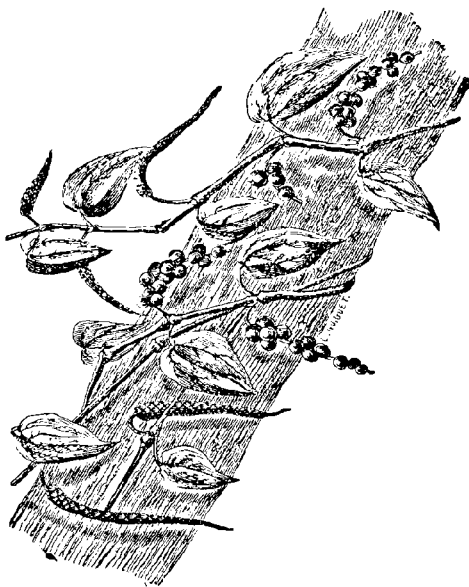


Fig. 30. — Poirrier.

quant. A cet effet, les grains fraîchement récoltés sont mis tremper dans de l'eau, qui fait gonfler et gercer les enveloppes. On les expose ensuite au soleil, et quand ils sont secs, il suffit de les frotter entre les mains, puis de les vanner, pour faire disparaître l'écorce. Cette préparation donne le *poivre blanc*, bien moins actif que le noir.

Si vous examinez avec un peu d'attention l'épice nommée *clou de girofle*, après l'avoir laissée tremper quelque

temps dans l'eau pour la gonfler et l'étaler, vous y reconnaîtrez sans peine une fleur. Les clous de girofle sont en effet les fleurs d'un arbre nommé *Giroflier*, cueillies et desséchées au soleil avant leur complet épanouissement. La partie supérieure de ces fleurs, arrondie en bouton, représente la tête d'une sorte de clou; la partie inférieure, rétrécie et longue, en représente la pointe. De cette grossière ressemblance provient le nom de clou de girofle. Le giroflier a pour patrie les îles Moluques. C'est un bel arbre, d'une dizaine de mètres de hauteur, à rameaux effilés, à feuilles ovales et luisantes, à fleurs très-odorantes, rassemblées en grappes.

La *cannelle* est l'écorce d'un arbre, le *Cannelier*, originaire de l'île de Ceylan, mais qui se cultive aujourd'hui dans nos colonies des pays chauds. Avec la pointe d'une serpette, on détache l'écorce des rameaux en lanières, qui, introduites les unes dans les autres, les plus petites dans les plus grandes, sont ensuite exposées au soleil, où elles se roulent sur elles-mêmes en se desséchant.

Les îles Moluques, pays par excellence des épices, outre le giroflier, nous ont donné le *Muscadier*, dont la culture est maintenant prospère dans nos colonies. Le muscadier est un arbre élégant, qui atteint près de dix mètres d'élévation. Par sa tête arrondie, son feuillage touffu, il rappelle l'oranger. Les feuilles sont grandes, ovales, d'un vert lustré à la face supérieure et blanchâtres à la face inférieure. Les fleurs sont petites, en forme de grelots et pendantes comme celles du muguet. Elles sont d'une odeur très-suave. Les fruits, de la grosseur d'une pêche moyenne, sont composés de trois parties. L'enveloppe externe ou *brou* est une couche charnue, qui se rompt à la maturité en deux pièces. Au-dessous est un réseau de minces lanières d'un rouge écarlate très-vif; on lui donne le nom de *macis*. Au centre enfin est la *noix muscade*, employée comme épice. C'est un corps de forme ovulaire, de la grosseur d'une forte olive, dont la chair odorante,

huileuse et très-ferme, est marbrée de veines rougeâtres.

La *Vanille* croît dans les forêts humides et pleines d'ombre, sur les plages maritimes de la Guyane et de la Colombie. C'est une plante à tiges menues et sarmenteuses, qui enlace la ramée voisine et s'élançe d'un arbre à l'autre, semblable à un mince cordage couvert de feuilles

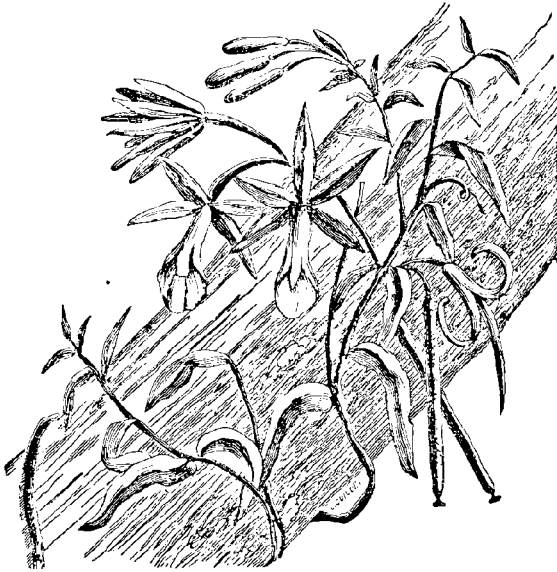


Fig. 31. — La vanille.

l'un beau vert. Les fleurs sont amples, élégantes de forme, blanches en dedans, d'un jaune verdâtre en dehors. Les fruits, nommés *vanille*, sont recherchés pour leur odeur balsamique, très-suave, et leur saveur chaude, fort agréable. Ils se composent d'une pulpe visqueuse et d'un grand nombre de très-petites semences. Ils sont allongés, cylindriques, noirs, légèrement courbés en arc et de la grosseur du doigt.

XXXVII

LE TABAC

— Le *tabac* est originaire de l'Amérique. C'est une plante d'un mètre environ de hauteur, à grandes feuilles ovales et d'odeur forte, à fleurs d'un rouge clair,



Fig. 32. — Tabac, fleur, fruit et graine.

configurées en entonnoir et découpées en étoile à cinq pointes à l'orifice. Les feuilles seules sont employées, après avoir subi certaines préparations dont je vous parlerai tantôt. Roulées en un petit paquet serré, elles deviennent

les cigares; hachées très-menu, elles constituent le tabac à fumer; réduites en poudre, elles fournissent le tabac à priser.

Lorsqu'il découvrit l'Amérique, en 1492, Christophe Colomb débarqua d'abord à l'une des Lucayes, qu'il nomma San-Salvador, c'est-à-dire Saint-Sauveur, pour remercier le ciel de l'heureux succès de ses prévisions. Bientôt après, il prit terre à Cuba, la plus grande des Antilles. Craignant de s'engager dans les bois, au milieu des sauvages, il envoya quelques éclaireurs pour reconnaître le pays. Les matelots de l'expédition trouvèrent en chemin, à leur extrême étonnement, de nombreux Indiens, hommes et femmes, tenant à la bouche une sorte de tison allumé dont ils aspiraient la fumée. Ces tisons, appelés *tabagos*, étaient formés d'une herbe roulée dans une feuille sèche. Voilà les premiers fumeurs et les premiers cigares dont l'histoire fasse mention.

Les Indiens de l'archipel des Antilles, les Caraïbes, faisaient donc, depuis des siècles peut-être, lorsque les Européens abordèrent pour la première fois dans leurs îles. Le tabac jouait un grand rôle dans leurs pratiques superstitieuses et dans leurs assemblées. Consulté sur les choses de l'avenir, le devin commençait par humer la fumée de plusieurs *tabagos*, tandis que les assistants, rangés en rond, fumaient à qui mieux mieux pour l'envelopper d'un épais nuage. La tête exaltée par l'âcreté du tabac, le devin alors rendait ses oracles, du sein de la nuée, en un langage extraordinaire où l'on croyait reconnaître la voix de la divinité. Semblable cérémonie se passait dans les assemblées où devaient se traiter les affaires publiques. Assis sur une pierre et aspirant la fumée d'un énorme *tabago*, l'orateur qui devait prendre la parole attendait, impassible, les chefs de la nation qui s'approchaient de lui à tour de rôle pour lui envoyer au visage d'abondantes bouffées de tabac et lui recommander les intérêts de la peuplade. Ces fumigations terminées, l'o-

rateur s'abandonnait à son éloquence au milieu des cris d'enthousiasme et des battements de mains de l'assemblée.

Les compagnons de Colomb apprirent à fumer des Caraïbes, y prirent goût et apportèrent cette habitude dans leur pays. On imagina plus tard de réduire en poudre l'herbe des Indiens et de s'en mettre dans le nez. L'Espagne et le Portugal comptaient déjà des fumeurs et des priseurs par milliers, lorsque le tabac fit sa première apparition en France, en 1560. L'ambassadeur français Nicot envoya, de Lisbonne, à Catherine de Médicis, des graines de la plante et une petite boîte pleine de tabac en poudre. Cette reine ayant contracté en peu de temps la passion de priser, pour lui plaire, on cultiva le tabac avec le plus grand soin, et les priseurs furent bientôt nombreux dans toutes les provinces. En l'honneur de Nicot, qui l'avait introduit en France, le tabac fut appelé *nicotiane*; mais les flatteurs de Catherine jugèrent mieux de l'appeler *herbe de la reine*. On dit que Catherine fit tout au monde pour qu'on l'appelât *herbe médicée*, de son nom de famille, les Médicis de Florence; mais elle ne put y réussir. Le grand prieur de France, de la maison de Lorraine, était, à ce que dit l'histoire, un priseur passionné, consommant par jour jusqu'à trois onces de tabac. En son honneur, on appela le tabac *herbe du grand prieur*. De tous ces noms, décernés par la flatterie, aucun n'est resté, si ce n'est *nicotiane*, employé dans la science des plantes. Le terme tabac, d'un usage vulgaire aujourd'hui, est le vieux mot caraïbe *tabago*, à peine modifié.

L'usage du tabac ne s'est pas répandu sans sérieuses luttes. L'empereur des Turcs Amurat IV porta les peines les plus sévères contre les priseurs et les fumeurs. Les délinquants recevaient cinquante coups de bâton sur la plante des pieds comme premier avertissement; s'ils recommençaient, ils avaient le nez coupé. Un roi de Perse alla plus loin : tout homme surpris une pipe à la bouche

avait la lèvre supérieure coupée, et tout nez convaincu d'avoir humé une prise de tabac tombait sous le fer du bourreau. A la suite d'un incendie allumé par la négligence d'un fumeur, l'empereur de Russie Michel Fédorowich rendit une ordonnance qui condamnait tout fumeur à soixante coups de bâton sur la plante des pieds,

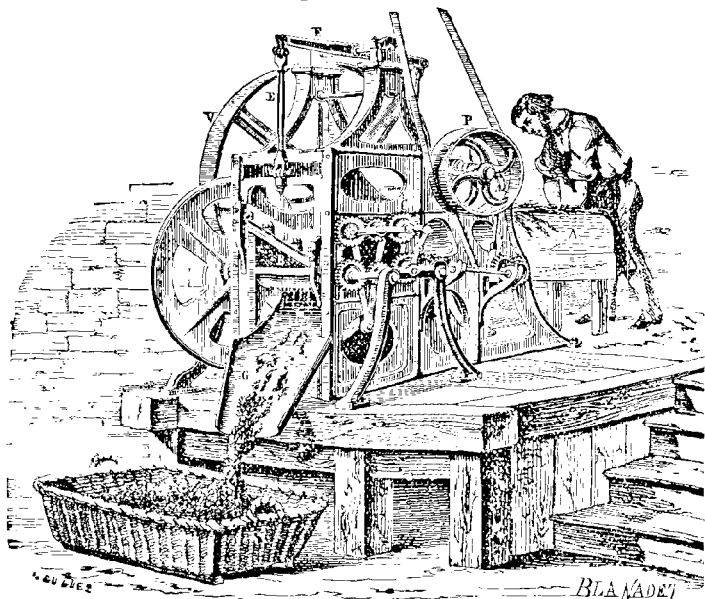


Fig. 33. — Mchoir à tabac.

et tout priseur à la perte du nez. Ces rigueurs et bien d'autres moins cruelles n'arrêterent pas les progrès du tabac, et les gouvernements, mieux avisés, se firent un revenu d'une habitude qu'ils ne pouvaient parvenir à détruire. La France, en particulier, retire annuellement près de 300 millions de la vente de ses tabacs.

La culture de cette plante se fait dans un petit nombre de nos départements, le Lot et le Pas-de-Calais par exemple, sous la surveillance des employés de la régie. La récolte est vendue par le cultivateur à l'État, qui a le monopole de la fabrication. On enfile les feuilles par paquets de 50 à 100 que l'on suspend dans des hangars bien aérés jusqu'à dessiccation. On les met alors en tas et on les abandonne à une lente fermentation après les avoir humectées d'un peu d'eau salée. C'est alors que se développent la couleur brune et les qualités recherchées dans le tabac. Lorsque la fermentation est arrivée au degré convenable, une machine mue par la vapeur hache les feuilles en minces rubans que l'on dessèche et que l'on frise à l'aide d'une douce chaleur. Le résultat est le tabac à fumer.

Un *cigare* est composé de trois parties : l'intérieure ou *tripe* est un assemblage de morceaux de feuilles disposés en long ; la *sous-cape* est un morceau de feuille plus grand qui enveloppe et maintient la tripe ; enfin la *robe* est une bande de feuille qui s'enroule en spirale autour du cigare et ferme exactement toute issue, afin que l'air aspiré pénétre seulement par l'extrémité allumée. Ce travail délicat se fait à la main, par des femmes nommées *cigarières*.

Le tabac à priser, qui doit avoir plus de piquant que les autres, subit une seconde fermentation dans de vastes chambres de bois, où il séjourne en tas pendant plusieurs mois. Pour le mettre en poudre, on le passe alors dans de grands moulins disposés à peu près comme nos vulgaires moulins à café. Le produit obtenu est mouillé d'eau salée et soumis à un nouveau degré de fermentation qui lui donne une couleur noirâtre et une odeur pénétrante.

XXXVIII

LES TROIS ÉTATS DE LA MATIÈRE

— Une pierre, un morceau de bois, une barre de fer, sont des objets plus ou moins durs, qui résistent sous les doigts, qu'on peut saisir et manier. On peut leur donner telle forme que l'on veut; et cette forme, ils la conservent. Ces propriétés font dire de la pierre, du bois, du fer et des autres substances qui leur ressemblent sous ce rapport, que ce sont des substances *solides*.

Dans le langage qui nous est familier, cette expression de solide s'emploie pour tout objet qui présente une grande résistance à la rupture, à la déformation. On dit, par exemple : Cette pièce de bois est solide, ce croc de fer est très-solide. Ce n'est pas ainsi que le mot doit être entendu dans le cas actuel. J'appelle solide toute matière qui peut se saisir et se manier, toute matière enfin conservant d'elle-même la forme qu'on lui a donnée. Ainsi la pâte fraîche d'argile, le beurre, la graisse, sont des matières sans résistance, que la main pétrit comme elle le veut. Mais on peut très-bien les saisir et les manier, on peut les façonner comme bon nous semble. Sous ce rapport, ce sont des substances solides, tout aussi bien que le marbre et le fer, si résistants.

— C'est compris, fit Jules. Est dite matière solide toute matière pouvant se manier, serait-elle aussi molle que beurre. Alors l'eau n'est pas solide, car il est impossible d'en saisir une pincée entre les doigts, comme on saisirait un peu de sable. On ne peut davantage la façonner en forme de quille, par exemple, et la faire tenir debout, à moins de la mettre dans une bouteille.

— Non, mon ami, l'eau n'est pas solide. Elle glisse dans la main qui essaie de la saisir, elle coule. Par elle-même,

elle n'a pas de forme, et il est impossible de lui en donner une de déterminée à moins de l'enfermer dans un vase. Alors elle se moule dans la cavité qui la reçoit; elle prend la forme du vase, la forme ronde si le vase est rond, la forme cubique si le vase est un cube. L'eau et les autres substances susceptibles de couler sont dites *liquides*. Le lait, l'huile, le vin, le vinaigre, la graisse fondue, les métaux en fusion, sont autant de matières liquides au même titre que l'eau.

Considérons maintenant la vapeur qui s'échappe d'un pot en ébullition, ou, si vous voulez, le panache de fumée blanche qui sort par bouffées de la cheminée d'une locomotive en marche sur un chemin de fer. Vous rappelez-vous ces magnifiques bouffées s'élançant en tourbillons semblables à l'ouate la plus moelleuse?

— Je sais ce que vous voulez dire, répondit Émile; la machine lance cette vapeur avec bruit, comme l'haleine de quelque puissante respiration.

— Eh bien, ces fumées blanches sont de la vapeur d'eau, tout comme les fumées d'un modeste pot qui bout. Cette vapeur fait mouvoir la locomotive, et, après avoir agi, s'échappe avec bruit dans l'air. Voilà encore une substance insaisissable, plus insaisissable même que l'eau, dont on peut au moins remplir le creux de la main, tandis que la vapeur s'enfuirait de partout à l'instant. La manier est impossible. De plus, elle s'épand en tous sens, elle gagne en volume, elle occupe un espace qui va croissant. Au sortir de la cheminée de la machine, la boutée de vapeur avait un certain volume, pas bien grand. Dans la machine elle-même, elle avait un volume moindre encore, et c'est précisément ce qui faisait sa force, car, pareille à un ressort d'autant plus actif qu'il est plus tendu et plus ramassé sur lui-même, la vapeur acquiert sa puissance lorsqu'elle est emprisonnée dans un espace étroit. Une fois dehors, elle prend un volume de plus en plus considérable, si bien qu'à la fin elle est disséminée

au point d'être invisible. Vous avez dû observer, en effet, que le panache blanc ne tarde pas à se fondre pour ainsi dire dans l'air et à disparaître.

Toute invisible qu'elle est alors, il est clair que cette vapeur existe toujours et qu'elle constitue une substance matérielle spéciale. L'air lui-même n'est-il pas insaisissable, invisible, et peut-on douter de sa matérialité quand il entre en mouvement tumultueux et devient le vent, qui secoue les arbres avec tant de violence et même les renverse? Il y a donc des substances douées d'une extrême subtilité, de la subtilité de l'air. Elles ne conservent pas une forme déterminée, comme le font les solides; elles n'ont pas un volume fixe comme les liquides; elles s'épanchent en tous sens et occupent, si rien ne les arrête, un espace de plus en plus grand. Ces substances se désignent par les noms de *gaz* et de *vapeur*. L'air est un gaz. Il en est de même de la substance invisible, mais d'odeur si forte, qui se dégage du soufre allumé; son nom est *gaz sulfureux*. Enfin la fumée invisible de l'eau est encore une espèce de gaz, ou bien de la vapeur, car gaz et vapeur sont au fond même chose.

— Et cette espèce d'air imprégné de charbon dissous, demanda Jules, cet air pernicieux qui donne la migraine et tue même les gens, c'est encore sans doute un gaz?

— La mortelle substance qui s'exhale du charbon allumé est en effet un gaz, tout aussi invisible, tout aussi dépourvu d'odeur que l'air lui-même. On le nomme *oxyde de carbone*.

Ainsi toutes les substances, ou, comme on dit encore, tous les corps affectent soit l'une, soit l'autre de trois manières d'être différentes, que l'on nomme les trois états de la matière, savoir : *l'état solide, l'état liquide et l'état gazeux*.

Or la même substance peut tour à tour, sans changer en rien de nature, devenir ou solide, ou liquide, ou gazeuse, suivant les circonstances. La chaleur prin-

ci-palement amène ce résultat. Avec plus de chaleur, la matière, de solide qu'elle était, devient liquide; avec plus de chaleur encore, de liquide, elle devient gazeuse. En perdant de la chaleur, c'est-à-dire en se refroidissant, elle passe successivement, au contraire, de l'état gazeux à l'état liquide, puis de l'état liquide à l'état solide. L'exemple suivant va nous renseigner à cet égard.

La glace est un corps solide; beaucoup de pierres ne sont pas plus dures. Mettons-la dans un vase sur le feu. Elle se fondra; en gagnant de la chaleur, elle deviendra une substance liquide, de l'eau. Si cette eau à son tour est chauffée davantage, elle se mettra à bouillir et s'exhalera en vapeurs, c'est-à-dire qu'elle prendra l'état gazeux. Voilà donc que l'eau, par un accroissement de chaleur, passe de l'état solide à l'état liquide, puis de l'état liquide à l'état gazeux. Eh bien, tous les corps éprouvent de pareils changements. Il est vrai qu'il faut parfois des foyers d'une violence inouïe : ainsi le fer ne devient liquide qu'au sein du prodigieux brasier d'un haut-fourneau; et pour en réduire une parcelle en gaz ou vapeur, il faut appeler à son aide ce que la science du feu sait produire de plus violent.

— Est-ce que le fer et les autres métaux peuvent devenir des vapeurs? demanda Jules.

— Oui, mon ami. Pourvu que la chaleur soit assez forte, les métaux, quels qu'ils soient, s'échappent en fumées, se dissipent en vapeurs. Si par exemple, lorsqu'il fait fondre de l'or ou de l'argent dans ses fourneaux, l'orfèvre laissait trop longtemps le métal exposé à l'action d'une chaleur violente, tout s'en irait en fumées et se dissiperait en pure perte dans l'air.

— Il y a cependant des matières qui ne se fondent pas. Dans nos foyers, si ardent que soit le feu, le charbon et le bois n'entrent pas en fusion.

— Ces exceptions proviennent de la présence de l'air, qui brûle le charbon et le bois, c'est-à-dire les dissout et

les change en des gaz invisibles. N'existant plus alors comme bois et charbon, comment se fondraient-ils? Mais à l'abri de l'air et à une chaleur très-forte, la fusion du bois est parfaitement possible. De la sciure de bois exactement close dans un canon de fusil, et exposée aux ardeurs d'un foyer violent, devient liquide et se fige plus tard en une espèce de charbon goudronneux semblable à de la houille. Ainsi, avec un degré de difficulté moindre pour les uns, plus grand pour les autres, tous les corps suivent cette commune loi : la chaleur les fond d'abord, c'est-à-dire les fait devenir liquides; puis elle les volatilise, c'est-à-dire les réduit en vapeurs.

A son tour, le froid, que fait-il? Et d'abord remarquez bien que le froid n'a pas d'existence propre, que ce n'est pas quelque chose d'opposé à la chaleur. Tous les corps, sans exception, renferment de la chaleur, qui plus, qui moins; et nous les qualifions de chauds ou de froids suivant qu'ils sont plus chauds ou moins chauds que nous. La chaleur est donc partout, et le froid n'est qu'un mot servant à désigner les degrés inférieurs de chaleur. Refroidir, ce n'est pas ajouter du froid, qui par lui-même n'est rien; c'est soustraire de la chaleur. S'il gagne en chaleur, un corps s'échauffe; s'il perd en chaleur, il se refroidit.

Eh bien, le refroidissement, c'est-à-dire la diminution de chaleur, ramène les vapeurs à l'état de substances liquides, et celles-ci enfin à l'état de substances solides. Ainsi la vapeur de la marmite bouillante, au contact du couvercle froid, perd de sa chaleur et redevient de l'eau; la vapeur de notre souffle, au contact d'un carreau de vitre, se refroidit et ruisselle en fines gouttelettes. A son tour l'eau, par une diminution suffisante de chaleur, se prend en glace, c'est-à-dire redevient solide. Ainsi se comportent les autres substances : une diminution de chaleur les ramène de l'état gazeux à l'état liquide, puis de l'état liquide à l'état solide.

XXXIX

ALAMBIC

— Par un accroissement de chaleur, les matières liquides deviennent vapeurs; à leur tour, ces vapeurs, étant refroidies, redeviennent liquides. Supposons maintenant mélangées deux substances inégalement faciles à vaporiser. Si l'on chauffe avec ménagement, la plus facile à se réduire en vapeurs s'en ira la première; et si ces vapeurs, au lieu de se répandre en liberté dans l'air, s'engagent dans un vase froid, elles y redeviendront substance liquide. On aura, de la sorte, opéré la séparation des deux matières, dont l'une, moins vaporisable, reste dans le vase servant à chauffer le mélange, et dont l'autre, plus vaporisable, est recueillie à part. On donne à cette opération le nom de *distillation*. On l'applique dans bien des cas, notamment pour obtenir à part la substance active du vin.

Lorsqu'on met chauffer du vin, d'abord des vapeurs se dégagent, susceptibles de prendre feu et de brûler avec une flamme bleuâtre. Il suffit d'avoir vu préparer une fois du vin chaud pour se rappeler cette curieuse flamme qui s'échappe du vase en ébullition et voltige sur le liquide en languettes bleues.

— J'ai très-bien vu cette flamme, dit Émile, un soir qu'on me préparait du vin chaud pour me guérir d'un gros rhume. Je ne me lassais pas d'admirer ce feu singulier qui sort d'un pot bouillant. D'abord je crus que cela ne brûlait pas réellement; mais en approchant la main, j'eus bien vite reconnu mon erreur. La flamme du foyer n'est pas plus chaude.

— Ces vapeurs inflammables se dégagent du vin

chauffé proviennent de l'alcool, liquide qui donne au vin ses propriétés et pour ce motif porte le nom vulgaire d'*esprit-de-vin*. Le premier coup de feu fait partir l'esprit, plus facilement vaporisable; c'est alors qu'apparaissent les flammes si l'on approche une mèche de papier allumé. Plus tard, tout l'alcool s'étant dégagé, le vin cesse de brûler, quoique bouillant toujours.

Il y a par conséquent dans le vin deux liquides divers :

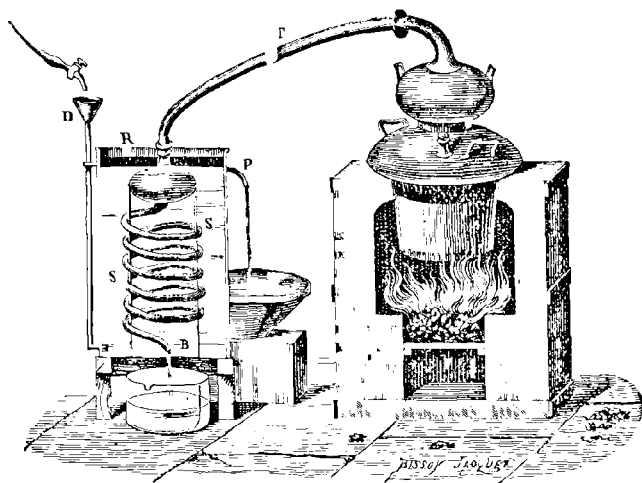
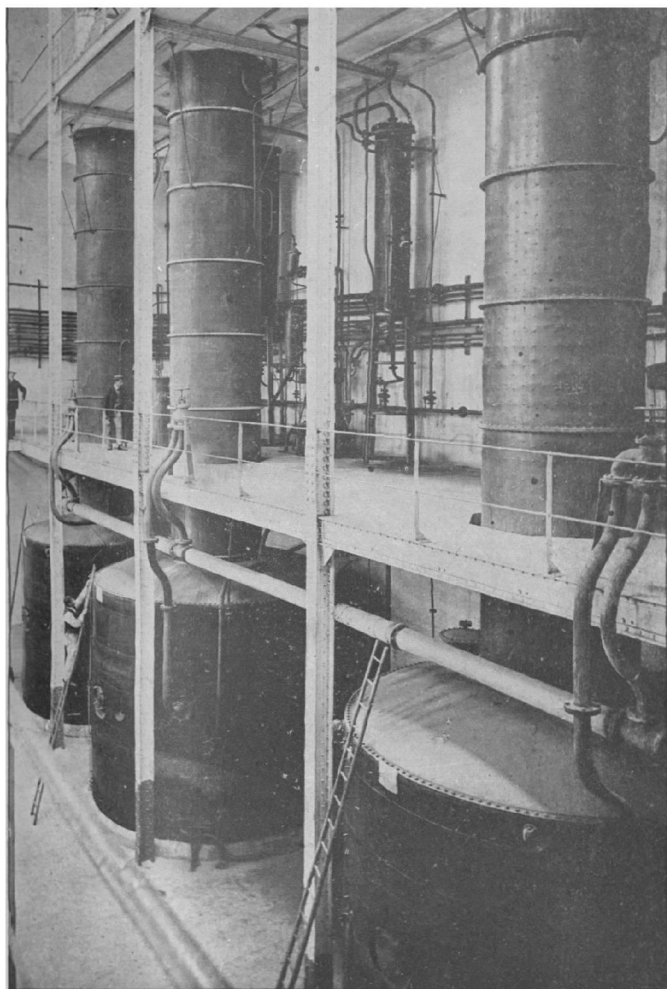


Fig. 34. — Alambic.

l'un plus facile à vaporiser, l'alcool; l'autre plus lent à se vaporiser, l'eau. Ce n'est pas à dire que le vin ait été additionné d'eau; l'eau dont il s'agit n'est pas frauduleuse, elle appartient naturellement au vin, elle provient de la grappe aux mêmes titres que l'esprit. Ainsi le vin est une association naturelle d'alcool en petite quantité et d'eau en grande quantité. Je ne parle pas de quelques autres substances, peu abondantes, en particulier de la



M. Jacques Boyer.
SALLE DE RECTIFICATION DANS UNE DISTILLERIE D'ALCOOL.

matière colorée. Il est inutile de s'en préoccuper pour ce que nous avons en vue.

Cela dit, proposons-nous de recueillir les vapeurs inflammables dégagées du vin par la chaleur; proposons-nous de séparer l'alcool de l'eau qui l'accompagne. Cette séparation se fait grâce à l'inégale facilité de vaporisation de l'alcool et de l'eau. L'appareil employé se nomme *alambic*. On met le vin dans une chaudière en cuivre C, appelée *cucurbite* et chauffée par le foyer F. Le feu est conduit avec précaution, pour faire partir l'alcool sans vaporiser une trop grande quantité d'eau. Les vapeurs d'alcool montent dans une espèce de dôme A surmontant la chaudière et qu'on nomme *chapiteau*. De là, par un canal T, elles se rendent dans un tuyau en métal S, roulé en spirale et nommé *serpentin* à cause de ses replis imitant ceux du serpent. Le serpentin est plongé dans de l'eau froide contenue dans un vase R qu'on appelle *réfrigérant*. En circulant dans le serpentin, la vapeur se refroidit et revient ainsi à l'état liquide, ou, comme on dit encore, se condense. L'alcool provenant de cette condensation s'écoule en un mince filet par l'orifice B du serpentin et est reçu dans un vase à part.

Il est visible que l'eau du réfrigérant doit peu à peu s'échauffer aux dépens de la vapeur circulant dans le serpentin. Elle est alors impropre à la condensation : elle ne peut plus refroidir la vapeur. Il faut la renouveler. Ce renouvellement se fait d'une manière continue. Un filet d'eau froide arrive sans relâche dans l'entonnoir D, qui l'amène par un canal au fond du réfrigérant. Quant à l'eau chaude, elle gagne le haut du réfrigérant parce qu'elle est plus légère que l'eau froide et s'écoule par l'orifice P. Il y a ainsi arrivée continuelle d'eau froide par le fond du réfrigérant, et départ de l'eau chaude par le haut. Quand l'opération est terminée, il reste dans la chaudière un liquide rougeâtre, nommé *vinasse*, formé d'eau et des matières colorantes du vin. Ce résidu, dé-

pouillé de tout l'alcool qui donnait au vin sa valeur, n'est plus bon à rien ; on le jette à la rue.

Ce n'est pas seulement au vin que s'applique la distillation ; bien d'autres liquides subissent ce traitement. Pour certains travaux délicats, l'industrie, par exemple, est dans la nécessité de distiller l'eau afin de la débarrasser des matières étrangères qu'elle tient en dissolution. Si limpide, si bonne à boire qu'elle soit, l'eau naturelle n'est jamais rigoureusement pure. Qu'elle vienne d'un puits, d'une source, d'un fleuve, d'un lac, l'eau est en contact avec la terre, et par conséquent elle doit contenir un peu des substances solubles contenues dans le sol. Une eau qui coulerait sur un lit de sel ne serait-elle pas salée ? une eau qui coulerait sur un lit de sucre ne serait-elle pas sucrée ? De même, l'eau qui lave la terre est chargée des matières solubles fort nombreuses que la terre contient. Qui n'a remarqué le dépôt terreux que les meilleures eaux laissent à la longue sur les flancs des carafes, des cruches et surtout dans les conduits des fontaines ? Ce dépôt, qu'est-il, si ce n'est un encroûtement peu à peu formé par les matières étrangères en dissolution dans l'eau ?

Toute eau qui touche le sol est donc impure dans l'acception la plus rigoureuse du mot. L'eau de pluie, même celle qui serait recueillie en plein air sans avoir lavé les toits, est encore impure, car elle renferme les poussières flottant dans l'air, poussières qu'elle a balayées dans sa chute. Inutile de mentionner les eaux troubles d'orage, charriant des boues, les eaux de la mer, contenant une telle quantité de sel, qu'il serait impossible d'en boire une gorgée. Eh bien, toutes ces eaux naturelles, par cela seul qu'elles renferment un peu de matières étrangères, sont impropres à certains travaux de l'industrie, par exemple aux opérations de la teinture. Beaucoup de ces eaux sont potables, elles sont excellentes pour nos usages domestiques ; elles ont une transparence

irréprochable, l'œil le plus clairvoyant n'y découvre rien d'étranger, et cependant, pour l'industriel, parfois elles ne valent rien. Il faut alors les distiller, absolument comme l'on distille le vin. Ce qui est eau se dégage en vapeurs, qui se liquéfient en parcourant le serpentin; ce qui est matière étrangère reste dans la chaudière et y forme, à la fin de l'opération, une bouillie terreuse, amas des impuretés contenues dans l'eau employée. Le résultat de l'opération est de l'eau *distillée*, parfaitement limpide et incolore.

Rien de désagréable comme une gorgée d'eau de mer. D'ailleurs il est impossible de laver avec cette eau, qui ne peut dissoudre le savon et laisserait le linge tout imprégné de sel; il est également impossible de l'employer à la cuisson de la nourriture. La distillation tire parti de cette eau, par elle-même impropre à nos usages. Les grands navires de l'État sont pourvus d'appareils distillatoires, où l'eau de mer se dépouille de son sel en se dégageant en vapeurs que le serpentin condense, tandis que les matières salines, non vaporisables, restent dans la chaudière. L'eau distillée obtenue de la sorte ne diffère en rien de celle que l'on obtiendrait avec de l'eau ordinaire. Elle est excellente pour la cuisine et pour le savonnage; mais elle n'est pas encore bonne à boire parce qu'elle ne renferme pas en dissolution le peu d'air nécessaire à toute eau potable. On parvient à lui donner la qualité qui lui manque en l'agitant au contact de l'air.

XL

EAU POTABLE

— L'eau dont nous faisons à tout instant emploi n'est presque jamais pure. Si limpide qu'elle soit, elle contient toujours en dissolution des matières étrangères, comme le prouve la mince couche terreuse qui s'amasse petit à petit à l'intérieur des carafes et ternit la transparence du verre. Cette couche salissante est très-difficile à enlever; elle semble faire corps avec le vase qu'elle tapisse. Parfois il faut l'attaquer avec du fort vinaigre pour la faire disparaître et rendre à la carafe sa transparence première. Cette croûte est si résistante parce qu'elle est de la pierre, de la véritable pierre, pareille en nature à celle que taille le maçon. Ainsi l'eau la plus claire, où le regard ne distingue rien, absolument rien, contient néanmoins de la pierre dissoute, de même que l'eau sucrée contient du sucre impossible à voir.

— Alors, fit Jules, en buvant un verre d'eau, nous buvons du même coup un tout petit peu de pierre de taille? Qui se serait douté de pareil breuvage!

— C'est fort heureux, mon ami, que nous buvions ainsi un peu de pierre de taille, comme vous le dites. Notre corps, pour se fortifier et grandir, exige pas mal de matériaux pierreux, destinés à la formation des os, qui sont à notre égard ce qu'une solide charpente est par rapport à un édifice. Ces matériaux, d'absolue nécessité, nous ne les créons pas nous-mêmes; nous les empruntons à notre nourriture, à notre boisson. L'eau, pour sa part, en fournit une bonne partie. Si elle ne contenait pas de la pierre dissoute, les os, en majeure partie composés de pierre, ne pourraient convenable-

ment se former, et nous resterions chétifs et malingres.

Pour être potable, c'est-à-dire pour pouvoir servir d'habituelle boisson, l'eau doit donc contenir en dissolution une petite quantité de matériaux pierreux; d'après ce que je viens de vous dire, vous en voyez suffisamment le motif. Mais lorsqu'elle en renferme trop, elle est de digestion difficile et pèse à l'estomac. La proportion convenable est de un à deux grammes par litre, ce qui représente à peu près une pincée de matière pierreuse.

Avec des quantités beaucoup plus fortes, l'eau devient ce qu'on appelle *lourde*, parce qu'elle pèse à l'estomac quand on la boit. Certaines eaux sont tellement riches en substance pierreuse dissoute, qu'elles encroûtent rapidement tout ce qu'elles touchent. Vous avez pu voir des fontaines, des sources qui tapissent de pierre les herbages, les mousses au travers desquelles elles coulent, et font du tout une sorte de roche légère appelée tuf. Quelques-unes de ces sources ont un certain renom, par exemple celle de Saint-Allyre, à Clermont-Ferrand. Les eaux fournies par cette célèbre fontaine sont reçues sur des tas de branchages, qui les divisent en gouttelettes. La fine pluie qui en résulte tombe sur les objets que l'on veut revêtir d'une couche de pierre, nids d'oiseaux, corbeilles de fruits, bouquets de feuillage et de fleurs. Un enduit pierreuse est bientôt déposé par cette rosée minéralisante, et le nid, la corbeille de fruits, le bouquet, deviennent pierre, ou plus exactement sont revêtus d'une couche de pierre. On dirait qu'un habile ciseau a sculpté ces objets dans un morceau de marbre. Inutile de vous dire qu'une eau pareille ne peut se boire.

— Je le crois bien, fit Émile; on s'exposerait à se tapisser l'estomac d'un enduit de pierre, ce qui ne serait pas de digestion facile

- Jamais les eaux dont nous faisons usage n'ont sem-

blable abondance de matériaux pierreux, mais fréquemment elles en contiennent assez pour entraver quelques-unes de nos opérations, le savonnage en particulier. Vous avez dû observer que l'eau dans laquelle on savonne le linge blanchit toujours plus ou moins. Cela tient-il à la nature même du savon ? En aucune manière, car dans de l'eau distillée, ou tout simplement dans de l'eau de pluie, le savon se dissout sans troubler à peine la transparence du liquide, sans produire la blancheur laiteuse. Si l'eau blanchit avec du savon, elle le doit uniquement aux matières pierreuses dissoutes. Quand une eau blanchit beaucoup et donne d'abondants grumeaux de savon, c'est signe certain d'une trop grande proportion de matières minérales. Le lavage se fait alors avec difficulté, le savon se dissout mal et se dissipe en flocons sans agir sur les impuretés du linge. Cette eau ne peut davantage servir à certains usages de la cuisine, notamment à faire cuire les légumes, pois, lentilles, haricots et pois chiches, ces derniers surtout. La matière pierreuse de l'eau s'incorpore aux légumes, et désormais, vainement bouilliraient-ils toute la journée, le haricot, le pois chiche et les autres ne parviendront pas à se ramollir. Enfin une eau pareille est impropre à la boisson : par ses matières minérales trop abondantes, elle fatigue l'estomac.

Une autre condition indispensable que doit remplir une eau pour être bonne à boire, c'est de contenir une petite quantité d'air dissous. Si vous chauffez de l'eau, vous verrez, aux premières atteintes de la chaleur, de petites bulles gazeuses monter, comme des perles brillantes, à travers le liquide. Ces bulles sont composées d'air qui, d'abord en dissolution dans l'eau, est chassé par l'effet de la chaleur. Il y a donc dans l'eau de l'air dissous, et c'est précisément lui que respirent les animaux aquatiques, les poissons en particulier

— Est-ce que les poissons respirent ? demanda Émile.

— Oui, mon petit ami : les poissons respirent et con-

tinuellement, tout comme nous. Examinez un poisson dans l'eau : vous le verrez ouvrir et fermer la bouche sans discontinuer, comme pour avaler. Qu'avale-t-il ainsi? De l'eau et rien de plus; de l'eau pure qui traverse la bouche et ressort immédiatement par les ouïes, dont le couvercle se relève un peu et se referme tour à tour. Dans ce court trajet, l'eau lave les organes respiratoires du poisson, c'est-à-dire les branchies, composées de plusieurs rangées de filaments délicats assemblés à côté l'un de l'autre comme les dents d'un peigne; elle lave, dis-je, les branchies, et leur cède la petite quantité d'air qu'elle contient dissous. C'est ainsi que le poisson respire et vit. Mais si l'air fait défaut dans l'eau, l'animal ne tarde pas à périr asphyxié. Vous pouvez en faire aisément l'expérience. Chauffez de l'eau jusqu'à la faire bouillir, vous chasserez ainsi tout l'air qu'elle contenait en dissolution. Quand cette eau sera redevenue froide, plongez-y un petit poisson vivant. En quelques instants, l'animal sera mort; le manque d'air l'aura tué.

Eh bien, cet air dissous dans l'eau est nécessaire à nous aussi, non pour la respiration, bien entendu, mais pour les exigences de l'estomac. Toute eau qui n'en contient pas nous rebute et provoque des nausées. Voilà pourquoi l'eau récemment distillée n'est pas bonne à boire, quoique d'une pureté parfaite. Pour la rendre propre à la boisson, il suffirait de lui faire dissoudre de l'air en l'agitant longtemps. La meilleure eau est donc celle de source, celle qui court, parce que son continuel mouvement lui permet de s'imprégner d'air autant que possible. L'eau stagnante, au contraire, l'eau qui dort et croupit dans quelque fosse sans renouveler ses contacts avec l'air de l'atmosphère, est de qualité inférieure et fréquemment malsaine, surtout quand s'y amassent des pourritures végétales.

XLI

L'ALCOOL

Le vin, je vous l'ai dit, est un mélange naturel d'alcool et d'eau. La séparation des deux liquides par la distillation ne se fait pas sans difficulté, parce que l'un et l'autre se réduisent en vapeurs et à des températures qui diffèrent peu. Si l'on ne chauffe pas assez, tout l'alcool n'est pas recueilli ; si l'on chauffe trop, beaucoup d'eau se vaporise et affaiblit d'autant le produit obtenu. Voilà pourquoi la marche de la distillation doit être conduite avec bien des ménagements. Malgré tout le soin que l'on peut mettre à régler le feu et à le modérer, un peu d'eau toujours se réduit en vapeurs, et l'on obtient forcément, non de l'alcool pur, mais de l'alcool plus ou moins affaibli par de l'eau. Par des procédés détournés qui prêtent leur concours à la distillation, on peut cependant obtenir de l'alcool absolument exempt d'eau et nommé pour ce motif *alcool absolu*.

C'est un liquide sans couleur, transparent, très-inflammable, très-fluide, très-mobile, d'une odeur fortement vineuse qui bientôt porte à la tête, d'une saveur brûlante, insupportable. Pour qui en boirait, ce serait un affreux poison, tant est grande sa violence.

— C'est lui cependant, fit Jules, qui donne au vin ses qualités fortifiantes ?

— C'est bien lui, en effet, qui donne au vin ses qualités ; mais il y est associé avec une grande quantité d'eau. Dans nos vins ordinaires, la proportion d'alcool pur varie de 9 à 14 litres pour 100 litres de liquide. Ainsi délayé dans l'eau naturelle du vin, ainsi affaibli, l'alcool est substance propre à réparer les forces ; mais seul, c'est une mortelle drogue.

Mais revenons à l'alcool tel qu'il est habituellement, c'est-à-dire associé à de l'eau. Suivant son degré de force, on le nomme *trois-six*, *esprit-de-vin*, *eau-de-vie*. Le *trois-six* ou *esprit-de-vin* est fréquemment utilisé en industrie, par exemple dans la fabrication des vernis avec lesquels les ébénistes donnent du brillant et du poli aux meubles de luxe. C'est un liquide très-inflammable, qu'il faut bien se garder de manier, de transvaser au voisinage du feu, ou même d'une simple lampe allumée, si l'on ne veut s'exposer à d'horribles brûlures. L'eau-de-vie, moins forte que l'esprit-de-vin, sert de base à toutes nos liqueurs de table. Elle y est associée à du sucre et à diverses substances végétales, fleurs, fruits, écorces, feuilles, qui lui donnent leur parfum et leur saveur.

Ce curieux nom d'eau-de-vie lui vient de ce qu'elle peut ranimer les forces de la vie quand on en fait un usage très-modéré, et quand l'estomac défaillant réclame un stimulant énergique. Mais à cause des épouvantables désordres qu'amène son abus, je l'appellerais volontiers, quant à moi, *l'eau-de-mort*. Est-il vice plus hideux, mes amis, que la passion des boissons alcooliques, que l'ivrognerie, puisqu'il faut l'appeler par son nom dégoûtant ! La misère, la maladie, la ruine, le déshonneur, souvent le crime, tout entre à la fois dans une famille où l'on abuse de l'eau infernale. Qui s'adonne à l'horrible boisson délabre rapidement sa santé ; il perd de jour en jour son intelligence, il étouffe sa pensée, il éteint sa raison ; bientôt il n'a plus la moindre conscience de la dignité humaine, et le voilà finalement ravalé au-dessous de la brute. Ah ! si c'était en son pouvoir, comme l'oncle Paul briserait volontiers les engins distillatoires qui versent le poison à tant de misérables ! Mais que pouvons-nous les uns et les autres, mes pauvres enfants, contre pareil vice ? Que pouvons-nous, si ce n'est secourir de tous nos vœux et de tous nos faibles efforts l'accomplissement de ce que réclament à la fois et l'hygiène

et la morale et la religion ? Un jour viendra, j'en ai la confiance, un jour viendra où la conscience générale révoltée affranchira le monde de cette turpitude.

L'abus cependant ne doit pas nous faire oublier les services rendus, tout secondaires qu'ils sont. L'eau-de-vie sert à la fabrication des diverses liqueurs de table ; c'est avec l'eau-de-vie que la mère de famille prépare son eau de noix ou de coings et autres cordiaux qu'elle laisse vieillir en un coin de la cave, dans un flacon poudreux, pour les servir les jours de grand régal. Alors, tandis que la généreuse liqueur circule dans de petits verres et anime les visages d'une franche gaieté, elle, heureuse du bonheur des autres, mouille à peine ses lèvres du produit de son art, qui lui vaut, à la ronde, les félicitations des convives. L'eau-de-vie s'obtient par la distillation du vin. La plus estimée se prépare dans une ville de la Charente, à Cognac ; aussi lui donne-t-on le nom d'eau-de-vie de Cognac. Ce nom s'abrége même et l'on dit simplement *cognac*.

De tout temps et chez tous les peuples, même les plus arriérés, mille moyens ont été mis en œuvre pour obtenir un liquide qui fit oublier un moment les misères humaines, pour préparer enfin une liqueur alcoolique. Je vous apprendrai bientôt que toute matière sucrée donne naissance à de l'alcool, par une transformation des plus remarquables nommée fermentation. De là une foule d'origines diverses pour les liqueurs alcooliques usitées chez tel ou tel peuple.

Le *rhum* des îles de l'Amérique, de la Jamaïque surtout, se prépare avec le jus fermenté des cannes à sucre. Le *kirsch* de l'Allemagne s'obtient avec des cerises sauvages, nommées merises, dont le noyau est amer. C'est ce noyau, écrasé avec le fruit, qui donne au kirsch son arôme particulier. Le *genièvre* des pays septentrionaux de l'Europe se fait avec les baies aromatiques du genièvre. Le *wisky* de l'Écosse et de l'Irlande a pour ma-

tières premières l'orge, le seigle, les pommes de terre et les prunelles des buissons. Le *marasquin* de Dalmatie provient des pêches et des prunes. Les Chinois préparent de l'eau-de-vie avec du riz, et les Mexicains avec la sève d'une plante grasse nommée agave, dont les énormes feuilles se terminent par un dard pointu. L'Égypte obtient son *rak* par la fermentation de la sève du palmier; les Kalmouks, dont la principale richesse consiste en troupeaux de chevaux, font une liqueur enivrante avec le lait de leurs cavales. Mais de toutes ces boissons, aucune ne peut être comparée au vin, que nous fournit la fermentation du jus des raisins.

XLII

L'ALCOOMÈTRE

— L'alcool est plus léger que l'eau. Cette plus grande légèreté, je la prouve de la manière suivante. — Dans une tasse presque en entier pleine d'eau, je verse avec beaucoup de précaution, pour ne pas agiter l'eau et mélanger les deux liquides, je verse, dis-je, un peu d'alcool, esprit-de-vin ou eau-de-vie. L'alcool reste à la surface, il surnage parce qu'il est plus léger. Si j'en approche une mèche de papier allumé, il s'enflamme, et nous avons le curieux spectacle d'un feu qui brûle à la surface de l'eau. La flamme bleue s'éteindra d'elle-même quand tout l'alcool sera brûlé et qu'il ne restera plus que de l'eau. -

Je passe à une autre expérience qu'il vous sera loisible de répéter autant que vous le voudrez. Le vin, vous ne l'avez pas oublié, est un mélange naturel d'eau et d'alcool; il est alors plus léger que l'eau pure et par consé-

quent peut se maintenir, sans mélange, à la surface de cette dernière. Il est vrai que lorsque nous mettons un peu de vin dans un verre d'eau, les deux liquides se mélangent aussitôt; cela provient de ce que nous opérons sans aucun ménagement qui puisse éviter l'agitation produite par le choc du liquide qui tombe. Versons le vin goutte à goutte, sans agitation, et le mélange ne se fera plus : le vin se maintiendra à la surface, l'eau restera au fond.

Pour réussir, il faut faire couler le vin lentement, goutte par goutte, sur la paroi même du verre, ce qui amortit le choc au moment de l'arrivée à la surface de l'eau. On peut encore, et le moyen est plus efficace, mettre flotter sur l'eau une croûte de pain; c'est sur cette croûte, espèce de radeau destiné à supporter lui-même l'effet du choc, que l'on fait arriver le vin en filet très-menu, ou même une goutte après l'autre. De là le vin glisse dans tous les sens et se répand à la surface de l'eau, où il forme une couche très-nettement séparée du reste.

A la théorie, l'oncle joignit la pratique, et bientôt, aux regards émerveillés du jeune auditoire, un verre fut rempli d'eau claire dans sa partie inférieure, de vin rouge dans sa partie supérieure, sans mélange aucun entre les deux liquides. Tandis qu'Émile considérait avec un vif intérêt la séparation si nette de l'eau et du vin, un faux mouvement de Jules ébranla la table : cela suffit pour détruire le délicat équilibre et amener rapidement le mélange.

L'oncle reprit : — De ces deux expériences, nous avons à retirer autre profit que celui d'un puéril passe-temps; elles nous conduisent à l'*alcoomètre*, précieux instrument qui fait connaître la richesse des liquides en alcool. Les esprits-de-vin et les eaux-de-vie sont toujours des mélanges d'alcool et d'eau, dans des proportions fort variables. Or il est évident que, dans de tels mélanges, c'est l'al-

cool seul qui a de la valeur, et nullement l'eau, dont on est libre après d'augmenter la quantité autant que l'on voudra, sans qu'il en coûte rien. Il importe donc, pour les affaires du commerce et pour le travail du liquoriste, de savoir au juste ce qu'un esprit-de-vin, ce qu'une eau-de-vie contient en alcool pur d'une part, en eau d'autre part; en un mot, il importe de savoir la richesse alcoolique de ces liquides.

Eh bien, qui me la dira, cette richesse alcoolique ? qui aura le goût et le flair assez fins pour éprouver le liquide et reconnaître exactement ce qu'il renferme d'alcool, ce qu'il renferme d'eau ? Personne au monde, mes amis, ne serait capable de telle appréciation avec le secours seul de la vue et du goût. Essayez vous-mêmes, si bon vous semble, avec l'eau-de-vie de ce flacon, où j'ai puisé pour vous montrer la combustion de l'alcool sur l'eau.

— Que puis-je vous dire, mon oncle ? fit Jules ; cela sent fortement l'eau-de-vie, et je n'en sais pas plus.

— Ce que nul ne pourrait débrouiller, ce petit instrument de verre, l'*alcoomètre*, me le dit à l'instant. Je le plonge dans le liquide du flacon. Il flotte d'aplomb et s'enfonce jusqu'en un point de la tige où je lis le nombre 40. Cela me suffit : je sais maintenant que sur cent litres de cette eau-de-vie, 40 litres sont de l'alcool pur et les 60 autres de l'eau.

— Tiens ! fit Jules, comme c'est facile ! Et d'où vient à cette petite tige de verre ce pouvoir de divination ?

— De la manière dont elle est construite et graduée. Examinons l'instrument en détail. — Il se compose, vous le voyez, d'une tige creuse en verre, renflée inférieurement et terminée en outre par une petite ampoule pleine de menus grains de plomb ou bien de mercure. Ce poids, placé tout au bout, a pour effet de tenir bien d'aplomb l'instrument quand il flotte en partie plongé. On le règle de telle façon que l'*alcoomètre* s'enfonce jusque vers l'extrémité supérieure de la tige lorsqu'on le plonge dans de

l'alcool parfaitement pur, c'est-à-dire dans de l'alcool absolu. En ce point, on marque 100.

On fait ensuite un mélange de 99 parties en volume d'alcool absolu et d'une partie en volume d'eau; en d'autres termes, dans 99 pleins verres d'alcool pur, on verse 1 verre d'eau. Puisque l'eau est plus lourde que l'alcool, le mélange ainsi obtenu est un peu plus lourd que l'alcool pur. Par conséquent, si l'on y plonge l'alcoomètre, la tige s'enfoncera un peu moins. La raison en est qu'un objet qui flotte s'enfonce plus dans un liquide léger, et moins dans un liquide lourd. Au point où s'arrête la partie enfoncée de la tige, on marque 99.

Un second mélange est fait contenant 98 parties en volume d'alcool pur et deux parties en volume d'eau. Ce mélange est plus lourd que le précédent, puisque sa proportion d'eau est plus grande; l'alcoomètre s'y enfonce donc moins, et au point où finit la partie plongée on marque 98.



Fig. 35.
Alcoomètre.

On continue de la sorte, en diminuant chaque fois d'une partie la quantité d'alcool pur et en augmentant d'une partie la quantité d'eau. Dans ces mélanges, de plus en plus lourds à cause de la proportion croissante d'eau, l'instrument s'enfonce de moins en moins; ce qui fournit les divisions 97, 96, 95, etc., toujours en descendant. Finalement, le liquide n'est plus composé que d'eau pure. Alors l'alcoomètre s'enfonce le moins possible, un peu en dessus de son renflement. Ce point est marqué 0.

Cette graduation comprise, on se rend compte, sans nulle peine, des indications de l'instrument.

— C'est bien moins difficile que je ne l'imagineais. St Jules. Plus le liquide est abondant en alcool, plus ce liquide est léger, et l'alcoomètre s'y enfonce davantage.

Plus il est abondant en eau, plus il est lourd, et l'alcoomètre s'y enfonce moins.

— Si la tige, continua Émile, s'enfonce jusqu'à la division 100, l'alcool est pur, sans une goutte d'eau ; si elle s'enfonce seulement jusqu'à la division 0, le liquide est de l'eau seule, sans une goutte d'alcool.

— Voilà tout le mystère, reprit l'oncle. Vous voyez que l'instrument nous indique en centièmes du volume la quantité d'alcool absolu contenu dans un liquide alcoolique. Si, par exemple, il marque 60 degrés, s'il plonge en d'autres termes jusqu'à la division 60, cela signifie que le liquide se compose de 60 parties en volume d'alcool absolu et de 40 parties en volume d'eau ; cela signifie enfin que 100 litres de ce liquide contiennent 60 litres d'alcool pur et 40 litres d'eau. Il suffit donc de plonger l'instrument dans un liquide alcoolique, et de lire sur sa tige jusqu'à quel point il plonge, pour connaître la richesse en alcool. Une eau-de-vie faible marque 35 degrés environ ; elle en marque 50 si elle est ordinaire, et 55 si elle est forte. Au-dessus viennent les esprits-de-vin, dont les plus forts atteignent le degré 95 environ.

XLIII

LE VIN

Le vin se fait avec le jus des raisins. Ce jus, tel qu'on l'extrait de la grappe pressée, n'a nullement l'odeur et le saveur vineuses, car il ne renferme pas encore de l'alcool ; mais il possède un goût agréablement sucré, qui donne aux raisins leurs qualités de fruit de table. Cette saveur douce, les raisins la doivent à une espèce de sucre.

Examinez avec attention les raisins secs que l'on vend dans les magasins d'épicerie : vous reconnaîtrez à leur surface de petits grains blancs qui craquent sous la dent et sont de saveur très-douce. Ces grains sont de petits amas de sucre qui a transpiré au dehors pendant la dessiccation de la grappe. Il y a donc du sucre dans les raisins.

Eh bien, ce sucre est précisément la matière aux dépens de laquelle prend naissance l'alcool. Ce qui est sucre dans le jus récent des raisins est alcool dans le même jus fermenté et devenu vin. Examinons sommairement de quelle manière les choses se passent.

La vendange est d'abord soumise au *foulage* par des hommes qui la piétinent dans de grands cuiviers ; puis le mélange de jus et de pulpe est abandonné à son propre travail. Bientôt cette purée liquide s'échauffe toute seule et se met à bouillonner en dégageant de grosses bulles gazeuses, comme si elle recevait la chaleur de quelque foyer. Le travail qui se passe alors se nomme *fermentation* ; il s'effectue dans la substance même du sucre qui, petit à petit, se décompose, se partage pour ainsi dire en deux choses très-différentes entre elles et très-différentes aussi du sucre d'où elles proviennent. De ces deux choses, l'une est l'alcool ; l'autre est une espèce de gaz invisible comme l'air. L'alcool reste dans le liquide, qui perd ainsi peu à peu sa saveur douce primitive et prend à la place le goût vineux. Le gaz, au contraire, monte en agitant la masse d'un mouvement tumultueux pareil à celui de l'eau qui bout, et se dissipe dans l'atmosphère.

Ce gaz se nomme *gaz carbonique*. Il est proche voisin de l'oxyde de carbone, qui se dégage de la braise et donne la migraine, quand il ne fait pas pire. Comme lui, il contient du charbon en dissolution, mais en quantité moindre ; aussi est-il moins dangereux à respirer. C'est toutefois un gaz mortel, qui tuerait rapidement s'il était respiré en abondance. Il n'a pas de couleur, il n'a pas

d'odeur, il ne donne pas mal de tête; cela n'empêche pas qu'il étouffe prestement les gens en quelques bouffées. C'est vous dire combien il serait dangereux de pénétrer dans une cuve en pleine fermentation, ou même dans un cellier qui n'aurait pas des ouvertures suffisantes pour laisser écouler au dehors le gaz malfaisant.

On ne doit le faire qu'en portant devant soi une bougie allumée attachée à un long bâton. Tant que la bougie brûle comme à l'ordinaire, on peut avancer sans crainte : le gaz carbonique n'est pas là. Mais si la flamme pâlit, s'amoindrit, puis s'éteint, il faut rétrograder sur-le-champ, car l'extinction de la bougie est la preuve de la présence du gaz carbonique, et ce serait s'exposer à une mort imminente que d'aller plus loin.

— Alors, fit Jules, la bougie s'éteint toute seule quand elle est enveloppée de gaz carbonique ?

— Elle s'éteint dans le gaz carbonique aussi promptement que dans l'eau. Du reste, pareille chose se passe dans tout gaz qui n'est pas respirable. Partout où la bougie cesse de brûler, la vie est en péril à cause de la présence d'un gaz impropre à la respiration.

Mais revenons au vin. Par la fermentation, vous disais-je, le sucre qui donne sa saveur douce au *moût*, c'est-à-dire au jus exprimé de la grappe, change de nature et se divise en deux parts : l'alcool, qui reste dans le liquide transformé de la sorte en vin ; et le gaz carbonique, qui se dissipe au dehors. Lorsque ce travail est achevé, on soutire le vin pour le séparer du *marc*, formé des peaux et des pépins. Le liquide est alors composé d'une grande quantité d'eau provenant des raisins eux-mêmes, d'une petite proportion d'alcool provenant du sucre détruit, enfin d'une matière colorante fournie par la peau des raisins noirs.

Le vin blanc se fait avec des raisins blancs, dont la peau est dépourvue de matière colorante; mais on peut très-bien le faire aussi avec des raisins noirs, si colorés

qu'ils soient. Tout le secret consiste en ceci : les raisins écrasés sont d'abord pressés avant d'être soumis à la fermentation. On sépare ainsi le jus des peaux. Ces peaux enlevées, le vin sera blanc, même avec des raisins noirs. La raison en est toute simple. La matière colorante des raisins, cause de la couleur des vins rouges, est contenue uniquement dans les peaux ; de plus, elle n'est pas soluble dans l'eau, mais elle se dissout aisément dans l'alcool. C'est donc quand la fermentation est déjà avancée dans le liquide que celui-ci se colore en dissolvant la matière colorante au moyen de l'alcool formé. Mais si les peaux sont enlevées avant que le jus fermente et contienne de l'alcool, le vin reste blanc, puisqu'il n'y a plus de matière colorante à dissoudre.

— C'est compris, dit Jules. Le moût ou jus des raisins noirs fermenté avec les peaux donne du vin rouge ; fermenté sans ces peaux, il donne du vin blanc.

— Et les vins mousseux ? demanda Émile. Il y en a qui font sauter le bouchon des bouteilles et se couvrent d'écume quand on les verse dans un verre.

— Pour être mousseux, répondit l'oncle, le vin doit être mis en bouteille avant que la fermentation soit achevée. Le gaz carbonique, continuant à se former et ne trouvant pas d'issue à cause du solide bouchon qui lui ferme le passage, se dissout dans le liquide et s'y accumule, mais en faisant toujours effort pour s'échapper. C'est lui qui fait sauter les bouchons avec explosion quand on coupe la ficelle qui les maintenait solidement en place ; c'est lui qui entraîne le liquide en flots mousseux hors de la bouteille débouchée ; c'est lui enfin qui recouvre le vin versé dans un verre d'une couche d'écume, où bruit un léger pétilllement causé par les bulles gazeuses crevant à l'air.

Le vin mousseux a quelque chose de piquant, mais d'agréable au goût, causé par la présence du gaz carbonique. Nous buvons, dissous dans le vin mousseux, le

même gaz qui nous tuerait s'il était respiré avec quelque abondance. Le gaz carbonique n'est à craindre que pour la respiration. S'il entre dans nos boissons, il leur communique une légère saveur aigrelette, inoffensive et même salubre, car elle favorise la digestion. Il y a du gaz carbonique dissous dans presque toutes les eaux que nous buvons; c'est même à la faveur de ce gaz que se maintient dissoute dans l'eau la petite quantité de substance pierreuse dont le rôle est de contribuer à la formation des os. C'est enfin au gaz carbonique que la limonade gazeuse, le cidre, la bière, l'eau de seltz, doivent leur saveur piquante et leur propriété de mousser.

XLIV

LA BIÈRE

— Dans les pays où la température n'est pas assez élevée pour permettre à la vigne de mûrir ses fruits, on remplace le vin par d'autres boissons alcooliques, dont la plus importante est la bière. C'est avec l'orge qu'on la fabrique. Les grains de l'orge, cependant, tels qu'on les récolte, ne contiennent pas du sucre, matière que la fermentation doit changer en alcool; mais s'ils sont dépourvus de substance sucrée, ils renferment abondamment de quoi en faire. Et voici comment.

Mettez du blé dans une soucoupe et tenez-le humide. En peu de jours il germera. C'est ce que l'on fait ici aux approches des fêtes de la Noël. Du froment, des lentilles ou d'autres grains sont placés dans une soucoupe avec un peu d'eau; bientôt ces semences germent et donnent de jolis bouquets de verdure, gracieux ornement

de la cheminée lorsque la bise balaie au dehors les tourbillons de neige. Eh bien, j'en appelle à vos souvenirs relatifs aux germinations dans des soucoupes pour fêter la Noël. Lorsque la petite pointe verte des jeunes pousses commence à se montrer, avez-vous remarqué ce que deviennent les grains ?

— Ils se ramollissent, répondit Jules; ils s'écrasent sous les doigts en laissant écouler une espèce de lait d'une saveur très-douce.

— Ah! vous avez goûté cette espèce de lait végétal! Très-bien : cela nous permettra d'aller un peu plus vite. Et comment l'avez-vous trouvé?

— Mais c'est doux comme sucre, ou peu s'en faut.

— Je vous apprendrai que ce laitage si doux provient de la matière farineuse du grain, qui petit à petit, par une admirable transformation, devient sucre dans le but de nourrir, je dirais presque d'allaiter la petite plante incapable encore de s'alimenter elle-même.

— Ce qui est farine dans le grain non germé devient sucre quand la petite plante pousse ?

— Précisément. Une partie de la matière farineuse se change en sucre, une autre partie reste telle quelle, et le tout, avec l'eau dont le grain se gonfle, prend les apparences d'un lait.

Vous voyez donc qu'il suffit de faire germer de l'orge pour obtenir du sucre pareil à celui des raisins, et comme lui apte à devenir alcool par la fermentation. La fabrication de la bière est basée sur le double changement d'abord de la matière farineuse en sucre lorsque le grain germe, puis du sucre en alcool lorsque le liquide fermente.

Quatre opérations concourent à la fabrication de la bière le *maltage* ou germination de l'orge, le *brassage*, le *houblonnage* et la *fermentation*. On fait germer l'orge en la tenant un peu humide à une douce température. A cet effet, après l'avoir humectée, on l'amoncele en tas

d'un demi-mètre d'épaisseur. Dès que la germination commence à se manifester par l'apparition d'un petit point blanc à la surface du grain, on étale le tas de manière à diminuer peu à peu l'épaisseur de la couche. Le printemps est la saison la plus favorable au maltage, parce que c'est aux mois de mars et d'avril que la germination se fait naturellement; aussi la meilleure bière est-elle appelée *bière de mars*. On arrête ce travail quand la petite racine de la jeune plante commence à se montrer. Le grain germé est alors desséché dans une étuve, et finalement réduit au moulin en une poudre grossière appelée *malt*.

Le malt est mis dans des cuves avec de l'eau chaude qui se charge de la matière sucrée et acquiert une saveur douce. Le liquide ainsi obtenu se nomme *moût*. Il porte, vous voyez, le même nom que le jus exprimé des raisins, jus auquel il ressemble par son goût sucré. On soutire le moût pour le séparer du malt épuisé, et là se termine la seconde partie de la fabrication ou le *brassage*.

Au sortir des cuves, le moût est transporté dans des chaudières pour y subir le *houblonnage*. Le houblon est une plante grimpante expressément cultivée dans le Nord, sur de grandes étendues, en vue de la bière. On utilise ses *cônes*, formés de minces écailles jaunâtres et imprégnés d'une matière résineuse qui donne à la bière un peu d'amertume et un arôme particulier. Pour effectuer le houblonnage, on fait bouillir le moût avec des cônes de houblon dans des chaudières closes.

Le moût refroidi est additionné de *levûre*, c'est-à-dire d'une espèce d'écume qui s'amasse à la surface au moment où le liquide fermente, et que l'on conserve d'une opération à l'autre. Cette écume a la propriété de provoquer et d'activer la fermentation. Sous l'influence de la levûre, le moût se met donc à bouillonner absolument comme le fait le vin qui fermente; son sucre se décom-

pose et devient de l'alcool et du gaz carbonique. Quand tout le sucre est décomposé, la fermentation s'arrête et la bière est terminée.

La bière est bien moins riche en alcool que le vin. Tandis que nos vins ordinaires contiennent en moyenne de 10 à 12 litres d'alcool pour 100 litres de liquide, la



Fig. 36. — Le houblon.

bière n'en contient que de 1 à 3 litres. Mais on prépare, en Angleterre surtout, des bières fortes dont la proportion d'alcool s'élève jusqu'à 8 litres. En France, où le vin, bien préférable sous tous les rapports, est assez abondant et à la portée de toutes les bourses, la bière est exclue des repas; dans les pays du nord, au contraire, elle est l'habituelle boisson et fait partie du service de la table.

Le *cidre*, la mousseuse et piquante boisson de la Bretagne et de la Normandie, s'obtient avec des pommes que l'on écrase sous une meule verticale de bois tournant dans une auge de pierre. La pulpe fortement pressée fournit un jus que l'on abandonne à la fermentation. Ici encore le sucre, cause de la saveur douce des pommes arrivées à maturité, se change partie en alcool et partie en gaz carbonique. S'il est mis dans des bouteilles solidement bouchées avant que la fermentation soit terminée, le cidre s'enrichit en gaz carbonique, qui le rend très-mousseux et lui donne une agréable saveur piquante. Enfin avec les poires se fait le *poiré*, inférieur au cidre pour la qualité et d'un usage moins répandu.

XLV

LE VINAIGRE

— Vous venez d'apprendre, non sans quelque surprise, que le sucre devient alcool ; voici maintenant de quoi vous étonner peut-être encore davantage. L'alcool à son tour se change en vinaigre ; et comme le sucre est l'origine de l'alcool, c'est le sucre en définitive qui devient vinaigre. L'opposé produit l'opposé, le doux donne naissance à l'aigre.

Tout liquide alcoolique est apte à faire du vinaigre ; néanmoins, c'est le vin qui donne le meilleur et le plus estimé. Le mot vinaigre nous rappelle, en toutes lettres, le vin devenu aigre.

— Tiens ! comme c'est Lien ça ! fit Jules. Je n'y avais pas encore fait attention. *Vin aigre* ; et en groupant les deux mots ensemble : *vinaigre*. Pas une lettre de plus, pas une lettre de moins.

— Dans le vin, continua l'oncle, c'est l'alcool, uniquement l'alcool qui s'aigrit. C'est vous dire qu'on n'obtient du bon vinaigre qu'avec du bon vin. Plus le vin est généreux, c'est-à-dire riche en alcool, plus le vinaigre lui-même est fort. C'est là un point sur lequel assez souvent on fait erreur. On s'imagine que du vin faible, une misérable piquette, des lavages de bouteilles et de tonneaux, pourront, en vieillissant assez, acquérir une aigreur suffisante. Erreur profonde. Ces liquides pauvres ne sauraient donner ce dont ils n'ont pas les matériaux ; et quand le peu d'alcool qu'ils contiennent se sera changé en vinaigre, tout est fini, bien fini : si longtemps que l'on attende, l'aigrissement ne fera plus de progrès. Le précepte est formel : pour avoir du bon vinaigre, employez du bon vin, riche en alcool.

Abandonnons sur quelque étagère une bouteille de vin entamée et non bouchée ; et en peu de jours, pendant les chaleurs de l'été, le vin tournera à l'aigre. A la condition expresse qu'il soit en contact avec l'air, le vin s'aigrit donc tout seul, surtout lorsqu'une douce température favorise le travail de décomposition de son alcool.

Cela vous explique d'abord les soins à prendre pour conserver le vin destiné à la boisson et l'empêcher de s'aigrit. S'il est en bouteilles, en dames-jeannes, il faut que ces bouteilles, ces dames-jeannes soient exactement closes avec de bons bouchons de liège. Si la clôture est imparfaite, si les bouchons sont mauvais, l'air pénètre et le vin court risque de s'aigrit. Comme le liège est toujours plus ou moins perméable à l'air, on couvre de cire d'Espagne le sommet du bouchon, quand il s'agit de vins destinés à une longue conservation ; en un mot, on cache les bouteilles. Sans cette précaution, l'air pourrait arriver peu à peu, et quand on déboucherait la bouteille, au lieu d'excellent vin vieux, on trouverait du vinaigre. Vous le voyez : pour conserver le vin, il faut, avant tout, empêcher l'air d'arriver jusqu'à lui. Une dame-jeanne

entamée, un tonneau que l'on ouvre journallement pour y puiser et que l'on rebouche sans précautions, ne tardent pas à s'aigrir, principalement en été. Si la consommation doit durer longtemps, leur contenu doit être mis dans des bouteilles soigneusement bouchées. Le vin n'est ainsi en rapport avec l'air qu'une bouteille après l'autre, à mesure qu'on le consomme, et de la sorte ne peut plus s'aigrir pourvu que les bouchons soient convenables.

On est encore dans l'usage de brûler des mèches soufrées dans les tonneaux où doit se conserver le vin. Le bois de la futaille s'imprègne du gaz sulfureux produit par la combustion du soufre, et ce gaz a la propriété d'empêcher, par sa présence, l'aigrissement du vin. Concluons que, pour ne pas tourner à l'aigre, le vin doit le moins possible être abandonné au contact de l'air.

Si nous voulons au contraire le changer en vinaigre, nous le laisserons en rapport avec l'air, dans des vases non bouchés ou imparfaitement bouchés. Petit à petit, par l'action de l'air longtemps continuée, son alcool s'aigrira. C'est ce qui arrive pour les fonds de bouteille oubliés dans quelque recoin. Une fois que par l'achat ou par l'aigrissement accidentel survenu dans une partie de son vin, on est en possession de la quantité de vinaigre nécessaire aux besoins d'une année environ, rien n'est plus facile que de se maintenir indéfiniment approvisionné. Dans un tonnelet d'une douzaine de litres ou dans une dame-jeanne, on met sa provision de vinaigre. A mesure que l'on puise à ce réservoir, on remplace le liquide enlevé par une égale quantité de vin, et on laisse le vase ouvert, ou mieux on le bouche simplement avec un linge, qui arrête les poussières mais laisse l'air pénétrer en liberté. En présence du vinaigre et de l'air, le vin ajouté ne tarde pas à se convertir lui-même en vinaigre, de sorte que la provision est toujours au complet.

C'est par un procédé analogue que se fabrique en grand

le vinaigre renommé d'Orléans. Dans un cellier à douce température, on dispose sur trois rangées un certain nombre de futailles ordinaires, dont les deux fonds portent vers leur sommet un large trou pour la circulation de l'air. Chaque futaille est remplie jusqu'au tiers avec du vinaigre auquel on ajoute 10 litres de vin. Huit jours après, on ajoute encore 10 litres, et l'on continue ainsi, de huit jours en huit jours, jusqu'à ce que la quantité de vin ajoutée soit de 40 litres.

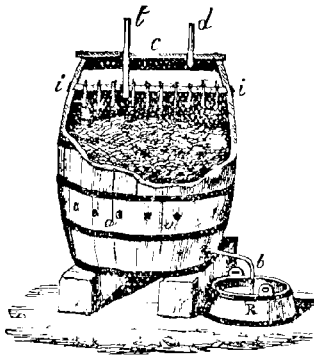


Fig. 37. — Appareil pour la fabrication du vinaigre.

Huit jours après la dernière addition, on retire de chaque futaille 40 litres de vinaigre; puis on recommence de la même manière.

Puisque dans le vin c'est l'alcool qui s'aigrit, l'alcool seul doit pouvoir servir à la fabrication du vinaigre. Voici la marche suivie en Allemagne pour obtenir en trois ou quatre jours de grandes quantités de vinaigre. Un tonneau

(fig. 37) posé debout a son fond supérieur remplacé par un couvercle qui ferme exactement, et porte deux tubes dont l'un sert à introduire le liquide et l'autre à laisser écouler l'air. Au-dessous de ce couvercle est disposée une cloison percée d'un grand nombre de petits trous dans chacun desquels passe un brin de ficelle. C'est le long de ces cordons que s'écoule goutte à goutte le liquide alcoolique versé dans le compartiment compris entre la cloison et le couvercle. Ce liquide se compose de 1 partie d'alcool, de 5 parties d'eau et d'une petite quantité de vieux vinaigre. L'intérieur du tonneau est rempli de copeaux de bois de hêtre, et le bas de la

futaille est percé, sur tout son contour, d'une série de trous par où l'air entre et va circuler parmi les copeaux. Tandis que l'air monte à travers le tas et s'échappe par le tube du couvercle, le liquide alcoolique descend et ruisselle de partout en très-mince couche. De cette rencontre si bien ménagée entre l'alcool et l'air résulte du vinaigre, qu'un canal conduit dans un baquet. Après trois passages du même liquide à travers les copeaux, le vinaigre est fait.

Le vinaigre est un précieux assaisonnement de la cuisine. Par sa saveur fraîche et piquante, par son agréable arôme, il relève les mets, qui seuls seraient trop fades. Son emploi n'est pas seulement affaire de goût, mais bien encore d'hygiène, car, en quantité très-modérée, il stimule le travail de l'estomac et rend la digestion des aliments plus facile. Enfin certaines branches de l'industrie font une abondante consommation de vinaigre. C'est avec ce liquide, en particulier, que se fixent sur les tissus de coton les mordants destinés à s'incorporer la matière tinctoriale de la garance et à donner avec elle les rouges, les noirs, les violets, les bruns de nos indiennes. Comme il serait trop coûteux d'obtenir avec du vin ou de l'alcool l'énorme quantité de vinaigre nécessaire aux indienneseries et autres fabriques, on a recours à un moyen des plus remarquables, qui ne manquera pas d'exciter votre intérêt. On fait du vinaigre avec du bois tout simplement. Oui, mes amis : avec les bûches du foyer, avec cette vieille table, avec les planches de ces étagères, avec les bras de ma chaise, avec le premier bois venu enfin, il est possible de faire du vinaigre, et tellement fort, que jamais salade n'a reçu pareil assaisonnement. En deux mots, voici comment les choses se passent.

On chauffe fortement du bois dans un fourneau (fig. 38) bien fermé, où l'air ne puisse pénétrer. Dans ces conditions, le bois ne peut brûler, pas plus que ne brûle la huile quand on la distille pour obtenir le gaz de l'éclair-

rage. Le bois se décompose donc sans brûler. De l'excellent charbon reste dans le fourneau, et il s'échappe des gaz inflammables et des vapeurs de diverse nature. Celles-ci se condensent, se liquéfient, en circulant dans un conduit recourbé ou serpentin, et finalement s'amassent en un liquide au fond d'un baquet. Eh bien, ce liquide contient en abondance un vinaigre très-fort, de même nature absolument que celui de l'alcool et du vin aigris. On

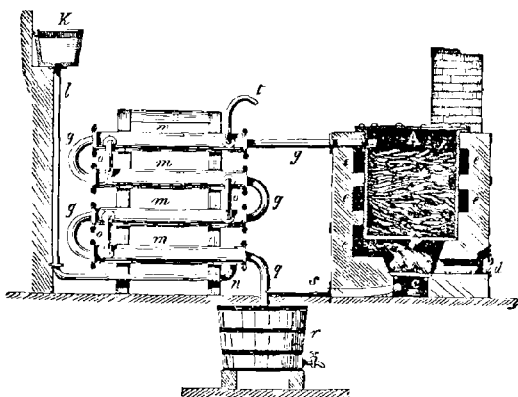


Fig. 38. — Appareil pour la fabrication du vinaigre de bois

l'appelle *vinaigre de bois* ou bien encore *acide pyrologneux*. Le vinaigre de bois n'est d'aucun usage dans l'alimentation à cause de sa force extrême et de son odeur goudronneuse ; on le réserve pour les besoins de l'industrie. Rien n'empêcherait d'ailleurs, si l'on voulait se passer la fantaisie d'une salade assaisonnée avec le vinaigre extrait de quelques rondins de chêne ou d'un fagot de broussailles, d'enlever au vinaigre de bois sa détestable odeur de goudron, et d'affaiblir avec de l'eau sa force insupportable.

XLVI

PARMENTIER

— Après le blé, aucune plante, dans nos pays, n'a plus d'importance que la pomme de terre pour l'alimentation. L'usage ne s'en est introduit chez nous que vers la fin du dernier siècle. C'est une bien curieuse histoire que celle de la pomme de terre en ses débuts dans nos campagnes. Pourquoi ne vous la raconterais-je pas? Vous y verrez ce qu'il faut parfois de nobles efforts et de persévérance pour faire adopter, par la routine aveugle, l'idée la plus simple, la plus naturelle, la plus riche d'avenir.

La pomme de terre est originaire de l'Amérique du Sud; elle nous est venue des hauts plateaux de la Colombie, du Chili et du Pérou. Sa première apparition en Europe date de 1565. A cette époque, on fit quelques essais de culture avec des tubercules apportés de Santa-Fé-de-Bogota. Un siècle et demi plus tard, la pomme de terre prospérait dans les îles Britanniques. Son introduction en France fut plus tardive. Le premier plat de pommes de terre, alors rareté de haut prix, fut servi sur la table du roi Louis XIII, en 1616.

Le mets royal est aujourd'hui à la discrétion des plus pauvres; mais ce n'a pas été sans peine, vous allez voir. Longtemps le tubercule américain resta, dans notre pays, simple objet de curiosité, auquel on attribuait des propriétés malfaisantes et dont l'agriculture ne voulait pas. Enfin, dans les dernières années du siècle passé, un homme de bien dissipa les préjugés et popularisa la culture de la précieuse plante alimentaire. Parmentier est son nom. Retenez ce nom vénéré, mes amis : celui qui

le porta a chassé la famine en complétant par la pomme de terre le blé insuffisant.

Parmentier communiqua ses idées à Louis XVI. La pomme de terre, disait-il, est du pain tout fait, qui ne demande ni le meunier ni le boulanger. Telle qu'on l'extrait du sol, elle devient, sous la cendre chaude ou dans l'eau bouillante, un aliment farineux qui rivalise avec celui du froment. Les terrains maigres, impropres à d'autres cultures, lui suffisent. Avec elle ne sont plus à craindre ces terribles disettes dont la France souffrait alors précisément.

Louis XVI partagea ces idées avec ardeur, mais le difficile était de les faire partager aux autres. Pour intéresser la mode à la culture du tubercule dédaigné, Louis XVI parut un jour, dans une fête publique, avec un gros bouquet de fleurs de pomme de terre à la main. La curiosité s'éveilla devant ces belles fleurs blanches, nuancées de violet et rehaussées par le vert sombre du feuillage. On en parla à la cour et à la ville; les fleuristes en firent des imitations pour leurs bouquets artificiels; les jardins d'ornement les admirèrent dans leurs plates-bandes; et pour faire la cour au roi, les seigneurs envoyèrent des tubercules à leurs fermiers avec ordre de les cultiver.

— Voilà la pomme de terre en bonne voie, fit Jules; elle ne peut manquer de se répandre, ainsi protégée par le roi et sa noblesse.

— Nous sommes bien loin de compte, mon petit ami. L'ordre ne vaut pas la persuasion : les tubercules royalement patronnés furent jetés au fumier. Tout au plus quelque fermier, craignant des reproches, les laissait-il tristement végéter, oubliés dans un coin.

-- Et alors?

— Alors il eût fallu convaincre, non le grand seigneur, ne se souciant de la pomme de terre qu'en vue de plaire au roi, mais bien le paysan lui-même, directe-

ment intéressé en cette affaire. Il eût fallu dissiper ses répugnances, qui lui faisaient rejeter la pomme de terre même pour la nourriture du bétail ; il eût fallu lui apprendre, par sa propre expérience, que le tubercule mal famé, loin d'être un poison, est une nourriture ex-

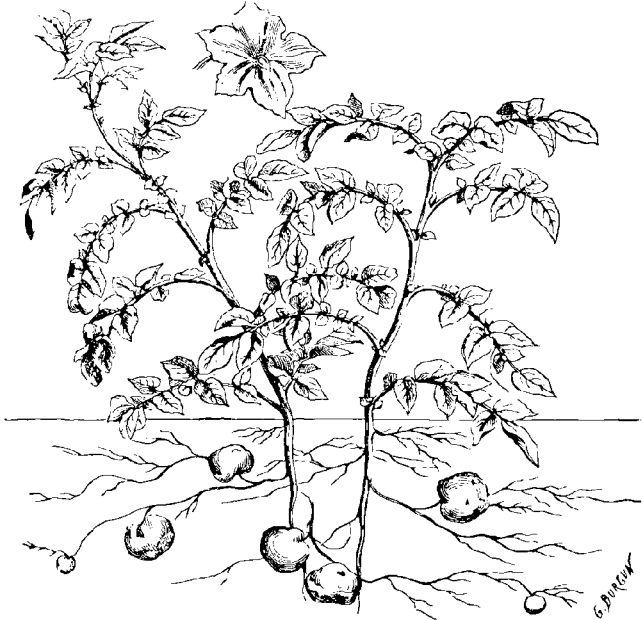


Fig. 39. — La pomme de terre.

cellente. C'est ce que Parmentier comprit très-bien, et sans tarder il se mit à l'œuvre.

— Cette fois, il doit réussir.

— Pas du premier coup et non sans peine. Aux environs de Paris, il acheta ou prit à ferme de grandes étendues de terrain qu'il fit planter de pommes de terre. La

première année, la récolte fut vendue à très-bas prix. Quelques personnes en achetèrent.

— Nous y voici.

— Pas encore. Le bien ne se fait pas avec autant de facilité. La seconde année, les pommes de terre furent données pour rien. Personne n'en voulut.

— Et Parmentier resta avec sa récolte méprisée?

— L'excellent homme ne put placer en bonnes mains un seul panier de ses pommes de terre. On riait malicieusement dans la campagne de son obstination à cultiver une vilaine racine dont aucun paysan n'aurait voulu pour nourrir ses porcs. Parmentier ne se découragea pas. Une idée singulière lui vint : ce fut de tenter, par l'attrait du fruit défendu, ce que ne pouvaient pas obtenir ses écrits, ses conseils, ses exemples, ses offres.

Un vaste terrain est planté de pommes de terre; et quand le moment de la maturité est venu, on l'entoure de palissades, comme pour protéger une récolte de la plus grande valeur. Parmentier fait en outre publier à son de trompe, dans les villages voisins, défense expresse de toucher aux pommes de terre, avec menace de toutes les sévérités de la loi. Pendant le jour, des gardes exercent autour du champ une sévère surveillance, et malheur à ceux qui tenteraient de franchir les clôtures.

— Il me semble, dit Émile, qu'avec toutes ces défenses, ces surveillances, ces palissades, Parmentier doit, plus que jamais, garder, à lui seul, toutes ses pommes de terre.

— Tel n'était pas son projet, tant s'en faut. Les surveillants font bonne garde pendant le jour, mais ils ont ordre de rester chez eux pendant la nuit, et de laisser faire, sans inquiéter qui que ce soit cherchant à pénétrer dans les cultures. — « Qu'est-ce donc que cette plante surveillée avec des soins si jaloux? se demandaient les paysans alléchés par la défense; ce doit être bien précieux. Essayons d'en avoir à la nuit noire. »

Quelques hardis maraudeurs franchissent les clôtures, déterrent à la hâte une douzaine de tubercules et s'en vont, regardant bien s'ils ne sont pas poursuivis. Aucun garde ne se montre. La nouvelle se répand vite que le champ n'est pas surveillé la nuit. Alors un vrai pillage commence : le tubercule tant méprisé s'emporte à pleins sacs. En peu de jours, l'enclos n'avait plus une seule pomme de terre. On vint annoncer à Parmentier la dévastation de son champ.

L'excellent homme pleurait de joie; le volé bénissait ses voleurs. Au moyen de son innocente ruse, il venait de doter son pays d'une ressource alimentaire inestimable, car une fois entre les mains des cultivateurs, la pomme de terre fut estimée ce qu'elle vaut et rapidement répandue.

XLVII

LA FÉCULE

— La pomme de terre doit ses qualités nutritives à une matière farineuse, nommée *fécule*, composée d'innombrables très-petits grains et contenue dans des cavités excessivement menues dont la chair du tubercule est toute composée. Ces cavités s'appellent *cellules*. Ce sont de très-petits sacs formés d'une fine membrane et clos de partout. Bourrées chacune de grains de fécule et serrées l'une contre l'autre, elles composent la substance charnue de la pomme de terre.

— Ces cavités, ces cellules, comme vous les appelez, demanda Jules, doivent être bien petites, car j'ai beau regarder, je ne vois rien de pareil en coupant une pomme de terre.

— Il faut des verres grossissants pour les voir. Leur finesse est telle que, dans un morceau de pomme de terre gros comme une tête d'épingle, il y a place pour des douzaines et des douzaines de cellules. La figure que voici vous montre, mais beaucoup plus grande que nature, une cellule de pomme de terre avec son contenu de grains de féculé.

— Comme les grains de féculé, fit Émile, sont joliment arrangés dans leur petite niche! On dirait des œufs dans leur nid. Et vous dites qu'il y en a tant et tant. de ces menus sacs à féculé?

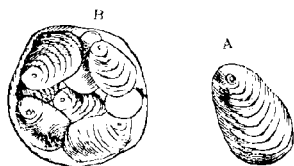


Fig. 40. — B, cellule de pomme de terre avec ses grains de féculé; A, un grain de féculé isolé. (La figure est très-grossie.)

— Dans une pomme de terre de grosseur médiocre, on les compterait par millions et millions.

— Ce doit être bien curieux à voir qu'un peu de chair de pomme de terre quand on a des verres qui grossissent assez?

— C'est un spectacle des plus curieux, en effet, que cette multitude infinie de grains de féculé, tous pareils de forme, tous d'un blanc de neige, amassés par dix, par douze, par vingt et au delà dans la délicate boîte de chaque cellule.

Proposons-nous une expérience à notre portée, proposons-nous de retirer la féculé de la pomme de terre. Il suffit de déchirer les cellules pour mettre les grains en liberté, puis de faire le triage. Ce triage sur des choses invisibles doit vous paraître bien difficile, impossible même; c'est pourtant fort simple. Regardez-moi faire.

Avec la râpe de cuisine, je réduis en pulpe une pomme de terre. Par ce moyen, je déchire les cellules, je les ouvre. Maintenant je dispose la pulpe sur un linge au-dessus d'un grand verre, et je l'arrose avec un filet d'eau, tout en remuant. Les grains sortis des cellules sont en-

traînés par l'eau à travers les mailles du tissu ; les débris des cellules, trop grossiers, restent sur le linge.

J'obtiens ainsi un plein verre d'eau trouble. Regardez au grand jour. Dans cette eau, une foule de points d'un bleu satiné descendent et s'amassent au fond. Dans quelques instants, le dépôt est opéré. Je jette l'eau surnageante ; il me reste une matière poudreuse, d'un magnifique blanc, et qui, pressée entre les doigts, a le craquement d'un sable fin. C'est la fécule de la pomme de terre.

Cette substance est une poudre d'une extrême finesse. Il faudrait de cent cinquante à deux cents de ses grains pour égaler en volume une moyenne tête d'épingle. Néanmoins ces grains si menus sont fort compliqués, car chacun se compose d'un grand nombre de feuillets emboîtés l'un dans l'autre. La figure que je vous montrais tantôt suffit pour vous donner une idée de ces feuillets superposés composant un seul grain. Or, si l'on met bouillir de la fécule avec de l'eau, les divers feuillets des grains s'ouvrent, se séparent, et le tout devient une gelée muqueuse d'un volume beaucoup plus considérable que celui de la fécule employée.

Pour confirmer son dire, l'oncle Paul chauffa dans un peu d'eau la fécule retirée de la pomme de terre, et bientôt la matière poudreuse fut réduite en une gelée ou colle.

— Cette gelée, fit observer Jules, ressemble tout à fait à la colle que j'obtiens avec de l'amidon. La fécule est la même, telle qu'elle s'est amassée au fond du verre, avec toutes les apparences de l'amidon délayé dans l'eau froide pour le repassage du linge.

— Cette étroite ressemblance, répondit l'oncle, provient de ce que la fécule et l'amidon sont au fond même chose. Les deux substances sont l'une et l'autre de la fécule, seulement l'amidon se retire des céréales, en particulier du froment, tandis que la fécule proprement dite

se retire soit de la pomme de terre, soit de divers grains et de diverses racines.

Comme la fécule de pomme de terre, l'amidon a la structure par feuillets superposés, mais ses grains sont beaucoup plus petits : dix mille suffiraient à peine pour

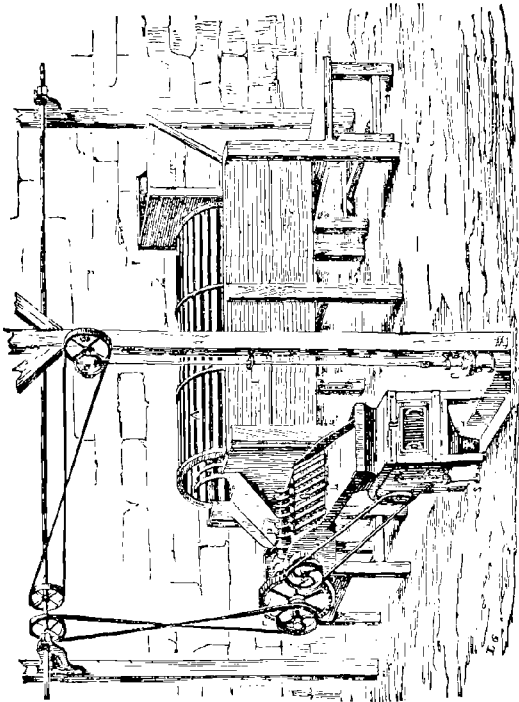
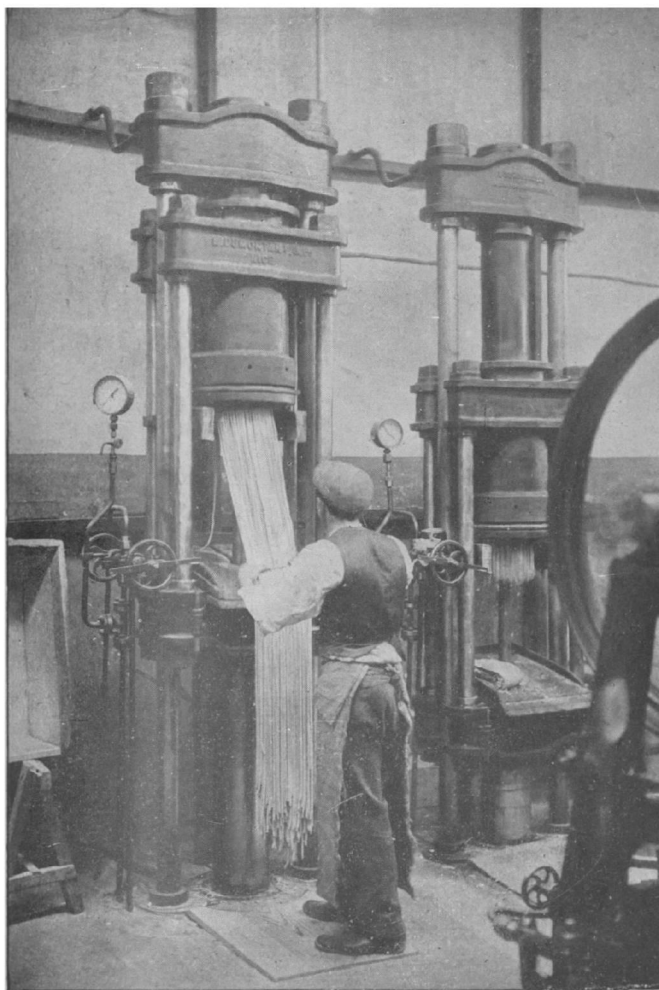


Fig. 41. — Machine pour laver et râper les pommes de terre.

représenter la grosseur d'une tête d'épingle. Il y en a ce plus petits encore. Ceux du maïs devraient être au nombre de soixante-quatre mille pour faire une tête d'épingle, ou plus exactement pour remplir la cavité d'un cube qui aurait un millimètre de côté; ceux de la betterave de-



Cl. Jui mes Boyer.

LA MACHINE A MACARONI.

vraient être au nombre de dix millions. Vous voyez que, malgré leur excessive finesse, imperceptible au regard, les grains de fécula de la pomme de terre en comparaison sont des géants.

C'est principalement par le degré de petitesse de leurs grains que les féculs de diverse origine se distinguent les uns des autres. Quant à la substance, elle est la même pour toutes, ainsi que la structure. En présence de l'eau chaude, les grains se gonflent, crèvent, étalent leurs feuillettes, et la fécula, qu'elle provienne de ceci ou de cela, se change en une gelée gommeuse.

Je termine par quelques mots sur les moyens que l'industrie emploie pour obtenir en grand la fécula de pomme de terre. Ces moyens sont, avec un outillage convenable, la répétition de ce que vous a montré l'expérience de tantôt; c'est-à-dire que les pommes de terre, réduites en pulpe par des râpes, sont lavées sur des tamis qui retiennent les débris des cellules et laissent passer les grains de fécula.

Voici d'abord (fig. 41) la machine qui râpe les pommes de terre, après les avoir bien débarrassées de leurs souillures. Les pommes de terre, telles qu'elles viennent des champs, sont introduites dans un grand cylindre à claire-voie A, à demi plongé dans l'eau. Dans ce cylindre tourne un grand tire-bouchon à larges ailes qui fait froter les tubercules les uns sur les autres et les achemine peu à peu au dehors. Au moyen de ces frictions et de ces ballottements dans l'eau, la terre des tubercules se détache et ceux-ci sortent du cylindre parfaitement nettoyés. Ils tombent alors sous des griffes recourbées qui les saisissent et les jettent sur la pente L. Cette pente les conduit à une râpe cylindrique, tournant avec une vitesse de 800 tours par minute et renfermée dans un boîtier R.

Vient après l'action des tamis qui doivent séparer les grains de fécula. La pulpe est reçue dans deux tamis cylindriques en toile métallique, tournant dans une auge en

fonte où circule constamment de l'eau (fig. 42). Dans l'intérieur de ces tamis se meurent en sens inverse de fines brosses qui nettoient les mailles et les empêchent de

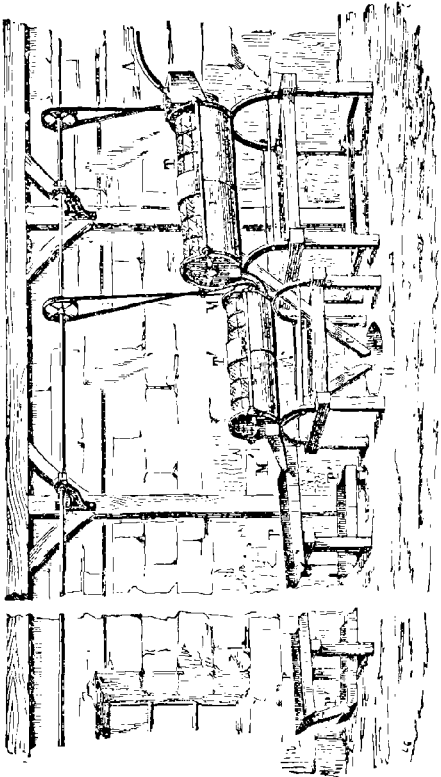


Fig. 42. — Machine pour retirer la féculle de la pulpe de pommes de terre.

s'obstruer. Les grains de féculle sont ainsi entraînés dans l'eau des auges, tandis que le résidu grossier reste sur la toile métallique et s'écoule au dehors en suivant la pente.

La fécule est mise égoutter sur des filtres de toile, puis desséchée pendant quelques jours à l'air libre et finalement dans une étuve.

XLVIII

SUCRE DE FÉCULE

— Je vous ai dit, au sujet de la fabrication de la bière, comment la matière farineuse de l'orge et des autres semences devient sucre pour nourrir la jeune plante au moment où la graine germe. Eh bien, toute fécule, qu'elle provienne de telle plante ou de telle autre, de telle semence ou de telle racine, peut éprouver un changement semblable; elle est apte à devenir du sucre soit par le travail de la végétation, soit par certains artifices de l'homme.

Le plus simple de ces artifices est l'emploi de la chaleur, qui intervient toujours dans la préparation des aliments farineux. En voici des exemples. — Une pomme de terre crue est immangeable. Bouillie avec de l'eau ou cuite sous la cendre, elle est excellente. Que s'est-il donc passé? La chaleur a converti en sucre une partie de la fécule, et le tubercule est devenu une pâte farineuse sucrée. — J'en dirai autant de la châtaigne. Crue, elle ne vaut pas grand'chose, quoique à la rigueur elle puisse se manger; cuite, elle mérite tous nos éloges: je m'en rapporte pleinement à votre appréciation. Encore une transformation de la fécule en sucre par la chaleur. — Le haricot, le pois, durs comme des balles à l'état sec et de saveur qui n'a rien d'agréable, sont franchement sucrés une fois que l'eau bouillante a travaillé leur fécule. Nos divers aliments farineux se comportent de même.

L'industrie met en œuvre un moyen plus puissant que la chaleur seule pour convertir la fécule en sucre. On la fait bouillir avec de l'eau, et pendant l'ébullition on ajoute un peu d'acide sulfurique ou huile de vitriol. Sous l'influence de ce liquide énergique, la fécule devient d'abord empois, puis se change en un sirop de sucre. Il va sans dire que, une fois formé, ce sirop est débarrassé de l'huile de vitriol qui a servi à le faire.

Le sucre ainsi obtenu est une substance molle, visqueuse et douce à peu près comme le miel; on lui donne les noms de *sucre de fécule* et de *glucose*. Les confiseurs en font grand emploi. Quand vous croquez une dragée, et j'ai la persuasion que vous l'estimez à sa valeur, savez-vous ce que vous mangez? Une pâte de fécule et de sucre de fécule. Je ne parle pas de l'amande centrale, étrangère à la question.

— Un cornet de dragées, fit Jules, nous vient des matériaux que donnent la pomme de terre et l'huile de vitriol?

— L'exquise dragée a débuté par cette brutale cuisine de l'industrie. Bien des gourmandises du pâtissier, du confiseur, du liquoriste, que vous croyez sucrées avec le sucre ordinaire, le sucre en beaux pains blancs, doivent réellement leur saveur douce à du sirop de fécule, bien moins cher. Vous voyez que la pomme de terre fournit autre chose que de modestes fritures pour nos tables.

Je n'ai pas tout dit. Le sucre de fécule est exactement le même que celui des raisins mûrs. Avec de la farine de pomme de terre, de l'eau et quelques gouttes d'huile de vitriol, l'industriel obtient, dans ses énormes chaudières, la même substance sucrée que la grappe élabore dans ses grains aux rayons du soleil. Or le sucre des raisins devient alcool par la fermentation. Le sucre de fécule doit éprouver une transformation semblable. Et en effet, dans les pays du nord, où le froid ne permet pas la culture de la vigne, on prépare des liquides alcooliques avec

de la fécule préalablement changée en sucre. A cause de leur origine, ces liquides se nomment *eau-de-vie de pomme de terre*. Toutes les semences et toutes les racines riches en fécule peuvent servir à pareille fabrication.

— Je vois, dit Jules, que pour se griser l'homme est singulièrement ingénieux. Vous nous avez parlé des Kalmouks qui préparent une boisson enivrante avec le lait de leurs cavales; en voici maintenant d'autres qui vont chercher l'abrutissant liquide jusque dans l'innocente farine de la pomme de terre.

XLIX

FARINE — GLUTEN — AMIDON

— La *mouture*, sous les meules du moulin, réduit en fine poudre les grains des céréales; le *blutage*, dans des tamis tournants, sépare l'écorce ou le *son* de la partie farineuse. Le résultat est la farine, dont la plus importante est celle du froment. Je vous convie aujourd'hui à une expérience sur cette matière nutritive, précieuse entre toutes.

Jules, prenez cette poignée de farine et réduisez-la en pâte avec de l'eau. La pâte faite, vous allez la pétrir dans vos doigts au-dessus de ce plat, tandis que je l'arroserai continuellement avec l'eau de cette carafe. Maintenez bien la pâte et pétrissez toujours, tournez et retournez, pendant que je verse l'eau petit à petit.

Remarquez bien l'eau qui passe sur la pâte et la lave : elle tombe dans le plat blanche comme du lait, preuve qu'elle entraîne quelque chose de la farine. Ce quelque chose s'amassera par le repos au fond du plat. Attendons un peu que le dépôt se fasse.

Et en effet, l'eau du plat, laissée en repos, redevint peu à peu limpide, et l'on vit au fond une mince couche blanche. Avec beaucoup de précaution, l'eau surnageante fut rejetée.

— Qui reconnaît cette matière blanche? demanda l'oncle.

— Cela ressemble, répondit Jules, au dépôt de fécule que nous a donné la pulpe de pomme de terre lavée sur un linge; cela ressemble encore à de l'amidon délayé dans de l'eau pour le repassage.

— Vous avez bien vu. La matière blanche qu'a laissé déposer l'eau de lavage de la pâte, est la fécule du froment ou bien de l'amidon, pareil à celui dont se servent les repasseuses, pareil enfin à celui que vous employez quelquefois pour faire de la colle. La méthode en usage dans l'industrie pour obtenir l'amidon ne diffère pas de la nôtre. On lave la pâte obtenue avec des farines de qualité inférieure ou gâtées par accident. L'eau entraîne l'amidon, qui se dépose au fond des cuves; le reste de la farine forme une masse gluante que retiennent les appareils de lavage. La poudre recueillie est desséchée en larges galettes, qui se divisent d'elles-mêmes par petits fragments tels que vous les connaissez. Chauffé avec de l'eau, l'amidon se transforme en une colle transparente nommée *empois*. L'empesage, qui donne au linge un peu de consistance, est basé sur cette transformation sous l'influence du fer chaud.

Mais revenons à notre expérience. Jules, reprenez la pâte et continuez à la pétrir, à la presser en tous sens avec les doigts, sous le filet d'eau que je verse. Vous le voyez : l'eau de lavage est de moins en moins blanche; un moment arrive enfin où elle tombe dans le plat telle que je la répands sur la pâte. Jules a beau pétrir et moi j'ai beau arroser, l'eau ne prend plus rien et passe incolore.

Ce qui reste alors entre les doigts de Jules est une

matière molle, gluante, qui s'étire à peu près comme de la gomme élastique. Sa couleur est d'un blanc grisâtre, son odeur a quelque chose de fort. Desséchée au soleil, elle deviendrait dure et transparente comme de la corne; abandonnée à l'humide, elle se corromprait avec d'infectes puanteurs. On lui donne le nom de *gluten* pour rappeler son état glutineux, sa viscosité. En somme, la farine contient deux principales substances, l'amidon et le gluten, le premier en abondance, le second en proportion moindre.

Or, cette matière d'aspect si peu engageant, toute molle, toute visqueuse, qui englué les doigts, ce gluten enfin, savez-vous ce que c'est? N'allez pas vous récrier : ce que j'avance est de la plus exacte vérité. Par sa nature, le gluten diffère à peine de la chair. C'est une espèce de chair végétale, qui, par une légère retouche de la digestion, peut devenir notre propre chair. Aussi le gluten est-il, par excellence, la cause des hautes propriétés nutritives du pain. Plus une farine en contient, plus elle est nourrissante. Une farine qui n'en contient que peu ou point n'est pas bonne à donner un pain convenable, d'abord parce qu'elle nourrit trop peu, et en second lieu pour des motifs dont l'explication viendra plus tard.

Pour classer les farines d'après leur valeur nutritive, il faut donc reconnaître ce qu'elles renferment en gluten. Voici quelques nombres obtenus au moyen de lavages pareils à celui que je viens de faire devant vous. Sur 100 kilogrammes de farine de froment de bonne qualité, il y a 20 kilogrammes et plus de gluten. Il n'y en a que 12 environ pour les farines de seigle, d'orge et d'avoine; il n'y en a que 7 pour la farine de riz. Le reste est composé principalement d'amidon pour toutes les farines. Par sa richesse en gluten, le froment est ainsi à la tête des céréales, et telle est la cause de son incomparable supériorité pour le pain.

Il y a enfin dans la farine une petite quantité de sucre, de ce glucose que l'industrie prépare en attaquant la fécule par l'eau bouillante et l'huile de vitriol. Ce sucre est le même qui doit se former plus tard, en si grande abondance, aux dépens de la matière farineuse, pendant la germination du grain; il est alors tout naturel qu'il s'en trouve déjà quelques traces dans le blé qui n'a pas encore germé. La présence de ce sucre n'est pas difficile à reconnaître : il suffit de mettre sur la langue une pincée de farine; on lui trouve une légère saveur douce. Concluons pour aujourd'hui que la farine contient du gluten, de l'amidon et du glucose.

L

PANIFICATION — PÂTES ALIMENTAIRES

— Si l'on se bornait à pétrir la farine avec de l'eau et à mettre au four la pâte telle quelle, on n'obtiendrait qu'une galette serrée, compacte, une sorte de colle durcie qui rebuterait l'estomac par sa digestion laborieuse. Il faut au pain, pour être facilement digéré, ces trous innombrables dont il est criblé à la manière d'une éponge, ces yeux enfin qui fragmentent la mie en parcelles et rendent plus aisé le travail d'extrême division accompli dans l'estomac.

• L'usage quelque temps prolongé d'un pain obtenu avec de l'eau et de la farine seules, sans autre préparation, est si pénible, que, pour célébrer l'une de leurs fêtes, les Israélites se l'imposent comme moyen de pénitence. Lorsqu'ils sortirent de l'Égypte, sous la conduite de Moïse, ils n'eurent pas le temps, dans leur départ précé-

pité, de préparer leur pain à la manière ordinaire, et ils se bornèrent à faire cuire sous la cendre des galettes nommées *azymes*, c'est-à-dire pain sans levain. En commémoration de cet événement, les Israélites de nos jours se nourrissent d'azymes dans le temps de leur pâque. Ce sont de minces galettes, à pâte serrée, dont quelques bouchées ne sont pas désagréables, mais dont l'usage prolongé est fort loin de satisfaire l'estomac.

C'est par une fermentation pareille à celle du moût de raisin que la farine devient le pain, le véritable pain, cet aliment précieux entre tous, dont l'usage ne lasse jamais. Il y a, vous le savez, dans la farine, outre les deux substances fondamentales, l'amidon et le gluten, une certaine quantité de sucre ou glucose. Eh bien, ce glucose est précisément la matière qui fermente dans la pâte, comme elle fermente dans le jus des raisins et dans le liquide que les brasseurs obtiennent avec l'orge germée; il se décompose en alcool et gaz carbonique, ainsi que cela se passe dans la fabrication de la bière et du vin.

— La préparation du pain et la fabrication du vin et de la bière, demanda Jules, ont alors un point de ressemblance dans le travail qui s'accomplit?

— C'est plus que ressemblance, continua l'oncle; il y a de part et d'autre parité complète dans la manière dont le sucre se décompose en gaz carbonique et en alcool; il y a parité enfin pour la fermentation. La pâte du pain fermente, comme fermentent le moût qui doit devenir du vin et l'orge germée qui doit donner la bière.

Reste à savoir comment est provoquée cette fermentation. Rien n'est plus simple: il suffit d'imiter le fabricant de bière, quand il ajoute au liquide sucré de l'orge germée un peu de levûre ou d'écume de la précédente opération. Pareillement, on mélange à la pâte fraîche un peu de vieille pâte mise en réserve lors du pétrissage antérieur et appelée *levain*. Entre les deux expressions de levain et de levûre, vous reconnaissez une étroite res-

semblance. C'est qu'en effet les deux matières ont des propriétés pareilles : toutes les deux font fermenter le sucre, toutes les deux le décomposent en gaz carbonique et en alcool. Levain vient du verbe lever, parce que, à la faveur du levain mélangé avec elle, la pâte se soulève, gonflée par le gaz carbonique produit.

Le levain est une pâte fermentée provenant du pétrissage qui précède. Il est tiède au toucher à cause du travail de décomposition qui se continue dans sa substance. De même s'échauffe tout seul le moût de raisin qui fermente. Le levain est en outre bombé et très-élastique à cause du gaz emprisonné dans sa masse gluante; il a une odeur pénétrante et vineuse à cause de l'alcool formé aux dépens du sucre. Telle est la matière qu'il faut, en petite quantité, soigneusement mélanger avec la pâte par un pétrissage prolongé. Dans le but de relever le goût, on ajoute aussi du sel, qui ne remplit d'ailleurs aucun autre rôle.

Le pétrissage fini, que se passe-t-il? Le voici. — A la faveur du levain, bien également réparti dans toute la masse, le sucre de la pâte se décompose. Le gaz carbonique produit reste emprisonné, car le gluten se gonfle sous l'expansion du gaz, s'étend en minces membranes et forme une foule de cavités sans issue. De la sorte, la pâte lève, se gonfle et devient criblée de trous comme une éponge. La cuisson au four augmente encore l'ampleur des yeux, car le gaz, se trouvant retenu par des parois de gluten capables de se distendre à la manière de la gomme élastique, rend plus spacieuses les cavités primitives en augmentant lui-même de volume par l'effet de la chaleur.

A sa qualité de matière très-nutritive, le gluten en joint donc une autre : en retenant le gaz carbonique dans une multitude de cavités de toute grandeur, il rend le pain très-poreux, léger, et par conséquent de digestion facile. Ceci nous explique pourquoi les farines moins

riches en gluten, comme celle de seigle, ne donnent qu'un pain compact, lourd aux estomacs faibles: et pourquoi les farines n'en contenant que peu ou point, comme le seraient celles de riz, de châtaignes, de pommes de terre, sont totalement impropres à être converties en pain.

Outre le meilleur des pains, nous devons au froment le macaroni, le vermicelle et autres préparations analogues que l'on désigne généralement par le nom de *pâtes alimentaires* ou *pâtes d'Italie*. Ce dernier nom nous apprend que l'usage de ces préparations nous vient de l'Italie, où de nos jours se fabriquent encore les plus estimées.

Le vermicelle doit le nom qu'il porte à sa ressemblance avec de longs paquets de vermisseaux. Le macaroni est façonné en longs tuyaux creux. Puis il y a des pâtes de toutes sortes de formes pour les potages. Il y a des étoiles, des ronds, des ovales, des cœurs.

— J'en ai même vu, dit Émile, qui représentaient les diverses lettres; et, la première fois, j'ai été fort étonné de trouver dans une cuillerée de potage les divers signes de l'alphabet. Ce doit être bien long à faire que cette multitude de parcelles de pâte, toutes si joliment façonnées?

— Pas le moins du monde. En un rien de temps, à l'aide d'une machine, on obtient, en telle abondance que l'on veut, les formes dont vous admirez l'élégance. Parlons un peu de cette fabrication.

La matière la plus nutritive du blé est, vous le savez maintenant, le gluten, dont les qualités alimentaires peuvent se comparer à celles de la viande elle-même. Aussi, pour fabriquer les pâtes d'Italie, emploie-t-on les blés les plus riches en gluten. Ce sont ceux des contrées chaudes, notamment de la Sicile, de l'Afrique et de l'Asie. On pétrit leur farine avec très-peu d'eau, de manière à obtenir une pâte ferme, dont on relève le goût et la coloration par un peu de sel et de safran. Cette pâte est

mise dans une caisse en métal dont le fond est percé d'une multitude de trous, tantôt ronds, tantôt annulaires, tantôt étoilés ou configurés en cœur, en fleur, en lettre d'alphabet, etc., suivant la forme que l'on désire obtenir. Une presse chasse la pâte à travers ces ouvertures et lui en fait prendre la forme. Si le fond est simplement percé de petits trous, il sort de la caisse de longs filaments ronds qui sont du vermicelle. Si le fond est percé d'ouvertures en forme d'anneau, on a pour résultat de gros tubes de macaroni. Si les ouvertures sont de simples fentes, on obtient de minces lanières, des rubans que l'on nomme *lazagnes*.

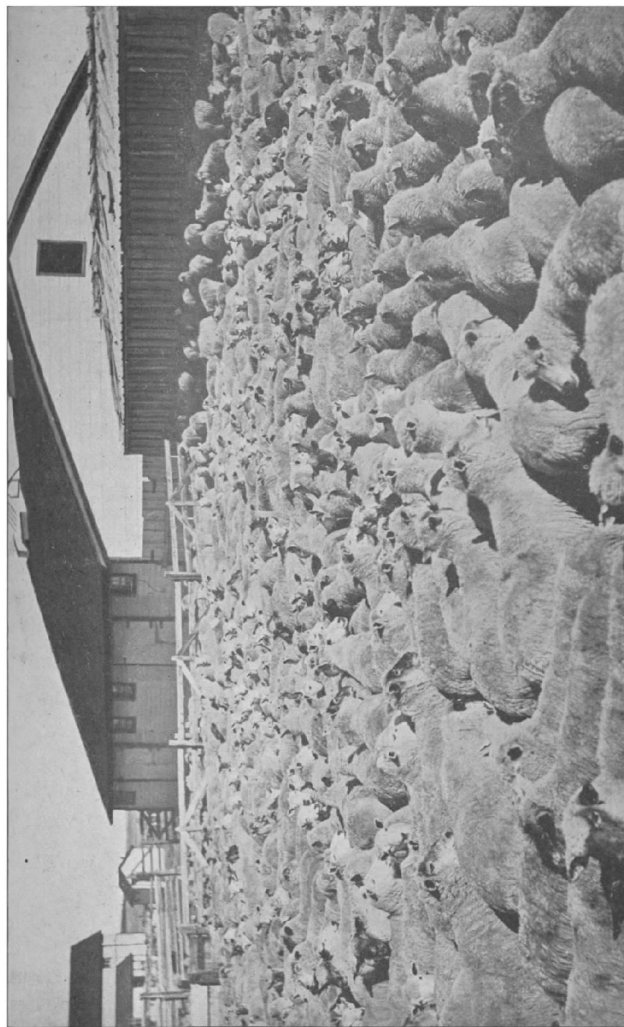
— Avec des ouvertures taillées en forme d'étoile, j'avois fort bien, dit Jules, que la pâte poussée à travers deviendra de longs cordons cannelés de rainures; mais ce ne sera pas encore des étoiles.

— Pour obtenir ces étoiles et autres produits de ce genre, on installe un peu de côté, sous la caisse, une large lame tranchante, de forme circulaire, qui se meut avec rapidité et vient, à intervalles très-rapprochés, trancher net les cordons de pâte, à mesure qu'ils sortent de leurs moules. Chacun des tronçons est une étoile, un cœur, un ovale, un croissant, une fleur, une lettre, suivant la forme des orifices où se moulent les cordons.

LI

COTON — LIN — CHANVRE

Les matières avec lesquelles se fabriquent les tissus, soit pour nous vêtir, soit pour meubler nos demeures, sont fournies les unes par les végétaux, telles sont le co-



Cl. Jacques Boyer.

LA LAINE : MOUTONS DANS UN RANCH AU MANITOBA (CANADA).

ton, le lin et le chanvre; les autres par les animaux, telles sont la laine et la soie.

Le coton, la plus importante des matières textiles végétales, provient d'une plante des pays chauds appelée *cotonnier*. C'est une herbe d'un à deux mètres d'élévation, ou même un arbrisseau, dont les grandes fleurs jaunes ont la forme de celles de nos mauves. A ces fleurs succèdent des fruits ou coques, de la grosseur d'un œuf, que remplit une bourre soyeuse, tantôt blanche, tantôt d'une faible nuance jaune, suivant l'espèce de cotonnier. Au milieu de cette bourre se trouvent les graines.

Les coques de la précieuse plante s'entr'ouvrent à la maturité, et laissent épancher leur bourre en un moelleux



Fig. 43. — Coque du cotonnier.

flocon que l'on recueille à la main, coque par coque. La bourre, bien desséchée au soleil sur des claies, est battue avec des fléaux, ou mieux, soumise à l'action de certaines machines. On la débarrasse de la sorte des graines et des débris du fruit. Sans autre préparation, le coton nous arrive en grands ballots pour être converti en tissus dans nos usines. Les pays les plus importants pour la production du coton sont les États-Unis de l'Amérique du Nord, le Brésil, dans l'Amérique du Sud, l'Inde, en Asie, et l'Égypte, en Afrique.

L'écorce intérieure du chanvre et du lin est composée de longs filaments, très-fins, souples et tenaces, que l'on emploie, comme le coton, à la fabrication des tissus. Le

lin est une plante fluette, à petites fleurs d'un bleu tendre, qui se sème et se récolte tous les ans. Sa culture est très-développée dans le nord de la France, en Belgique, en Hollande. C'est la première plante que l'homme ait utilisée pour faire des tissus.



Fig. 44. — Lin, fleur et fruit.

Le *chanvre* est cultivé dans toute l'Europe depuis bien des siècles. C'est une plante annuelle, d'une odeur forte, nauséabonde, à petites fleurs vertes sans éclat, et dont la tige, de la grosseur d'une plume, s'élève à deux mètres environ. On le cultive, comme le lin, à la fois pour son écorce et pour sa graine, appelée chènevis.

— Le chènevis, s'informa Émile, n'est-ce pas la graine que nous donnons au chardonneret, cette graine qui

craque sous le bec quand l'oiseau en casse la coque pour extraire la petite amande ?

— Oui ; le chènevis est le régal des petits oiseaux.

— Et la graine de lin ?

— C'est une petite semence lisse et luisante d'où l'on



Fig. 45. — Le chanvre.

extrait, par la pression, une huile employée dans l'éclairage et la peinture. Son principal emploi est dans la peinture, à cause de sa propriété de se dessécher à la longue et de former ainsi une sorte de vernis qui retient fortement les matières employées comme couleurs. La couche de peinture que l'on passe sur les boiseries des portes et des fenêtres, par exemple, s'obtient avec de

l'huile de lin dans laquelle on délaie des poudres minérales blanches, vertes ou d'une autre couleur, au gré du peintre. Écrasées sous des meules, les mêmes semences donnent la farine de graine de lin, utilisée pour les cataplasmes, dont l'onctuosité calme un peu la douleur.

Lorsque le chanvre et le lin sont parvenus à la maturité, on en fait la récolte, et l'on sépare les graines en



Fig. 46. — Peigne pour séparer les graines des tiges du lin.

peignant entre de fortes dents en fer les sommités fructifiées des plantes. Le peigne est établi au milieu d'un banc sur lequel s'assoient deux ouvriers pour passer, à tour de rôle, entre les dents de fer, leur poignée de lin ou de chanvre.

On procède ensuite à une opération appelée *rouissage*, qui a pour but de rendre facilement séparables du bois les filaments de l'écorce ou les *fibres*, comme on les appelle. Les fibres, en effet, sont collées à la tige et agglutinées entre elles par une matière gommeuse très-résistante, qui les empêche de s'isoler tant qu'elle n'est pas détruite par la pourriture. On pratique quelquefois le rouissage en

étendant les plantes sur le pré pendant une quarantaine de jours et en les retournant de temps en temps, jusqu'à ce que la *filasse* se détache de la partie ligneuse ou *chène-votte*. Mais le moyen le plus expéditif consiste à tenir plongés dans l'eau d'une mare le lin et le chanvre liés en bottes. Il s'établit bientôt une pourriture qui dégage des puanteurs malsaines; l'écorce se corrompt, et les

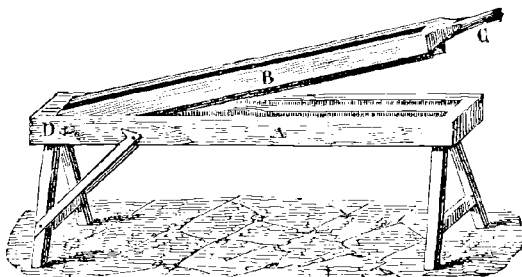


Fig. 47. — Broye.

fibres, douées d'une résistance exceptionnelle, sont mises en liberté.

On fait alors sécher les bottes; puis on les écrase entre les mâchoires d'un instrument appelé *broye*, pour casser les tiges en menus morceaux et les séparer de la filasse. Enfin, pour purger la filasse de tout débris ligneux et la diviser en filaments plus fins, on la passe entre les pointes en fer d'une sorte de grand peigne, pareil à celui qui sert à la séparation des graines. Ce peigne se nomme *véran*.

LII

LA SOIE

Une chenille d'un blanc cendré, de la grosseur du petit doigt, est élevée en grand pour son cocon, d'où nous retirons la soie. Dans des chambres bien propres sont disposées des claies de roseaux, sur lesquelles on met de la feuille de mûrier et les jeunes chenilles ou vers provenant d'œufs éclos en domesticité. Le mûrier est un grand arbre cultivé exprès pour nourrir les chenilles; il

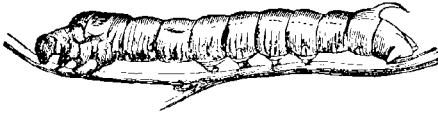


Fig. 48. — Ver à soie.

n'a de valeur que par ses feuilles, seule nourriture des vers à soie. On consacre à sa culture de grandes étendues, tant le travail du ver est chose précieuse.

Les chenilles mangent la ration de feuilles, renouvelée fréquemment sur les claies, et changent à diverses reprises de peau à mesure qu'elles se font grandes. Leur appétit est tel, que le cliquetis des mâchoires, broutant à petites bouchées, ressemble au bruit d'une fine averse tombant, par un temps calme, sur le feuillage des arbres. Il est vrai que la chambrée contient des milliers et des milliers de vers.

En quatre à cinq semaines, la chenille acquiert tout son développement. On dispose alors sur les claies de la ramée de bruyère, où montent les vers à mesure que leur moment est venu de filer le cocon. Ils s'établissent un à un entre quelques menus rameaux, et fixent çà et

là une multitude de fils très-fins, de façon à former une espèce de réseau qui les maintient suspendus et doit leur servir d'échafaudage pour le grand travail du cocon.

Le fil de soie leur sort de la lèvre inférieure, par un troc appelé *filière*. Dans le corps de la chenille, la matière à soie est un liquide très-épais, visqueux, semblable à de la gomme; elle est contenue dans deux petits sacs très-longs et étroits, entortillés sur eux-mêmes. En s'écoulant par l'orifice de la filière, ce liquide s'étire en un fil, qui se colle aux fils précédents et durcit aussitôt.

La matière à soie n'est pas contenue toute faite dans la feuille de mûrier que mange le ver, pas plus que le lait n'est contenu tel quel dans l'herbe que broute la vache;

la chenille la produit avec les matériaux fournis par l'alimentation, comme la vache produit le lait avec la substance du fourrage. Sans l'aide de la chenille, l'homme ne pourrait jamais retirer des feuilles du mûrier la matière de ses tissus les plus précieux. Nos admirables étoffes de soie prennent réellement naissance dans le ver, qui les bave en un fil.

Une fois établie sur son lacis servant d'échafaudage, la chenille travaille au cocon. Sa tête est dans un mouvement continu. Elle avance, elle recule, elle monte, elle descend, elle va de droite et de gauche tout en laissant

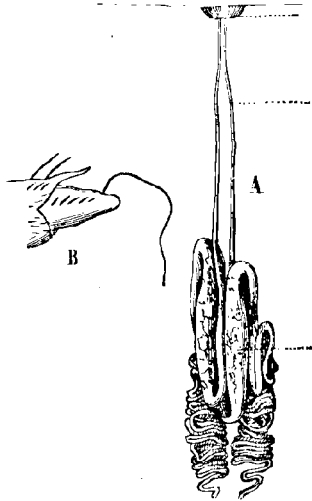


Fig. 49. — A, organes producteurs de la soie; B, filière.

échapper de la lèvre un menu fil, qui se fixe à distance autour de l'animal, se colle aux brins déjà placés, et finit par former une enveloppe continue de la grosseur d'un œuf de pigeon. L'édifice de soie est d'abord assez transparent pour permettre de voir travailler la chenille; mais, en augmentant d'épaisseur, il dérobe bientôt aux regards ce qui se passe dedans. Ce qui suit se devine sans peine. La chenille, pendant trois à quatre jours, épaissit la paroi du cocon jusqu'à ce qu'elle ait épuisé sa provision de liquide à soie. La voilà enfin retirée du monde, isolée, tranquille, recueillie pour le changement de forme qui va bientôt se faire.

Quand elle est enclose dans son cocon, la chenille se flétrit et se ride comme pour mourir. D'abord la peau se fend sur le dos; puis, par des trémoussements répétés qui tiraillent d'ici, qui tiraillent de là, le ver s'écorche douloureusement. Avec la peau tout vient : dure calotte du crâne, mâchoires, yeux, pattes, estomac et le reste. C'est un arrachement général. La guenille du vieux corps est enfin repoussée dans un coin du cocon.

Que trouve-t-on alors dans la cellule de soie? Une autre chenille, un papillon? — Ni l'un ni l'autre. On trouve un corps en forme d'amande, arrondi par un bout, pointu à l'autre, de l'aspect du cuir et nommé *chrysalide*. C'est un état intermédiaire entre la primitive



Fig. 50. — Chrysalide du ver à soie.

chenille et le papillon qui doit en résulter. On y voit certains reliefs qui déjà trahissent les formes de l'insecte futur. Au gros bout, on distingue les cornes et les ailes étroitement appliquées en écharpe.

La chrysalide est l'insecte en voie de formation, le papillon étroitement emmaillotté dans des langes, sous lesquels s'achève l'incompréhensible travail qui doit changer de fond en comble la structure première.

En une vingtaine de jours, si la température est propice, la chrysalide du ver à soie s'ouvre ainsi qu'un fruit mûr, et de sa coque fendue se dégage le papillon, tout chiffonné, tout humide, pouvant à peine se soutenir sur ses tremblantes jambes. Les forces un peu venues par le repos, l'insecte troue le cocon et sort au grand jour. Le papillon du ver à soie n'a rien de gracieux. Il est blan-

châtre, ventru, lourd; il ne vole pas, comme les autres, de fleur en fleur, car il ne prend aucune nourriture. Aussitôt sorti du cocon, il se met à pondre ses œufs, vulgairement appelés *graines*; puis il meurt.

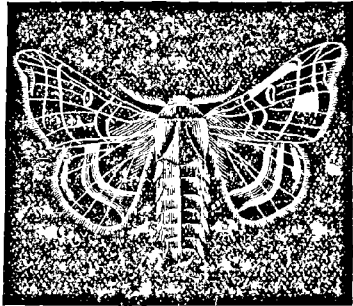


Fig. 51. — Papillon du ver à soie.

Le fil d'un cocon ne s'enroule pas circulairement comme celui

d'une pelote; il se distribue en une suite de zigzags, d'avant en arrière et de droite à gauche. Malgré ses changements brusques de direction et malgré sa longueur, mesurant de 300 à 350 mètres, ce fil n'est jamais interrompu. La chenille le produit d'un jet continu, sans suspendre un instant le travail de la filière, tant que le cocon n'est pas achevé. Son poids est en moyenne de 1 décigramme et demi; il suffirait donc de 15 à 20 kilogrammes de ce fil pour fournir une longueur de 10,000 lieues, ce qui est le tour de la Terre.

Le fil du cocon est un tube excessivement fin, aplati, irrégulier à la surface et composé de trois couches distinctes. La couche centrale est de la soie pure. Au-dessus est un vernis inattaquable par l'eau chaude, mais qui disparaît dans une faible lessive. Enfin à la superficie est un enduit gommeux qui agglutine fortement

entre eux les zigzags du fil et en forme une solide paroi.

Dès que le travail des chenilles est fini, on recueille les cocons sur la ramée de bruyère. Quelques-uns, les plus sains, sont mis à part et abandonnés à leur naturelle évolution. Leurs papillons donnent les œufs ou graines d'où proviendra, l'année suivante, la nouvelle chambrée de vers. Sans retard, les autres sont exposés dans une étuve à l'action de la vapeur brûlante. On tue ainsi la chrysalide, dont les tendres chairs lentement prenaient forme. Si l'on négligeait cette précaution, le papillon percerait le cocon, qui, ne pouvant plus se dévider à cause de son fil rompu, perdrait toute sa valeur.

Le dévidage se fait dans des ateliers nommés *filatures*. On met les cocons dans une bassine d'eau bouillante pour dissoudre la gomme agglutinant les divers tours. Une ouvrière, armée d'un petit balai de bruyère, les agite dans l'eau pour trouver et saisir le bout du fil, qu'elle met sur un dévidoir en mouvement. Entraîné par la machine, le filament de soie se développe, tandis que le cocon sautille dans l'eau chaude comme un peloton de laine dont on tirerait le fil. Au centre du cocon épuisé, il reste la chrysalide infecte, tuée par le feu.

Comme un seul fil ne serait pas assez fort pour la fabrication des tissus, on dévide à la fois plusieurs cocons, de 3 à 15 et même au delà, suivant la solidité des étoffes auxquelles la soie est destinée. Ce faisceau de plusieurs brins est employé plus tard comme un seul fil par les machines de tissage.

Telle qu'elle sort des bassines de dévidage, la soie brute du cocon a perdu sa couche gommeuse, dissoute par l'eau bouillante; mais elle est encore revêtue de son vernis naturel, qui lui donne sa raideur, son élasticité, sa couleur, d'un jaune doré dans certaines qualités. En cet état, on la nomme soie *écru*e. Elle est tantôt jaune, tantôt blanche, suivant la couleur du cocon d'où elle provient. Pour devenir apte à recevoir la teinture, qui

en rehaussera l'éclat et le prix, la soie doit d'abord être dépouillée de ce vernis, au moyen d'un léger lessivage au savon à chaud. Elle perd ainsi le quart environ de son poids et devient d'un beau blanc, quelle que soit sa couleur primitive. Après ce traitement d'épuration, elle prend le nom de soie *décreusée* ou de soie *cuite*.

Le ver à soie et l'arbre qui le nourrit, le mûrier, sont originaires de la Chine, où l'on savait déjà tisser la soie il y a quatre à cinq mille ans. Aujourd'hui que la précieuse chenille dépérit dans nos pays, c'est à la Chine et à son voisin le Japon que l'on s'adresse pour obtenir des graines saines. L'industrie de la soie fut importée d'Asie en Europe en 555, par deux moines qui vinrent à Constantinople avec des œufs de ver à soie cachés dans une canne creuse, car il était sévèrement défendu de faire connaître à l'étranger une industrie source d'immenses richesses.

LIII

LA LAINE

Nous vivons de la vie de nos animaux domestiques. Le bœuf nous donne ses forces, sa chair, son cuir; la vache, en outre, nous donne son lait. Le cheval, l'âne, le mulet, travaillent pour nous; une fois morts à la peine, ils nous laissent leur peau, dont nous faisons nos chaussures. La poule nous donne ses œufs; le chien met à notre service son intelligence et son courage. Mais s'il est une bête du bon Dieu sur la terre, c'est la brebis, la douce créature qui nous fournit sa toison pour nos vêtements, sa peau pour nos fourrures, sa chair et son lait pour notre aliment. Sa dépouille est la laine.

Avec la laine se font les matelas et se fabriquent les draps, les flanelles, les serges, enfin les diverses étoffes les plus aptes à nous défendre du froid. Elle est par excellence la matière première du vêtement; le coton, malgré son importance, ne vient qu'en seconde ligne; et la soie, si précieuse qu'elle soit, lui est très-inférieure sous le rapport des services rendus. Nous nous habillons avant tout avec la dépouille de l'innocent mouton; nous nous garantissons du froid avec sa toison.

Telle qu'elle est sur le mouton, la laine est souillée par la sueur de l'animal et la poussière, formant ensemble un enduit de crasse nommée *suint*. Un énergique lavage est nécessaire pour enlever ces impuretés. Le moyen le plus convenable consiste à laver le mouton lui-même avant de le tondre. Le troupeau est conduit au bord d'une eau courante, qui ne soit pas trop froide afin de ne pas compromettre la santé du frileux animal; et là chaque mouton est saisi, à tour de rôle, par des hommes qui le plongent dans l'eau, et de leurs mains frottent et pressent la toison jusqu'à ce que tout le suint ait disparu et que l'eau sorte bien claire des touffes de laine. C'est ce qu'on appelle le lavage à dos, parce que la toison est nettoyée sur le corps de l'animal.

D'autres fois le mouton est tondus sans être d'abord lavé, tel qu'il sort de la bergerie, avec toutes ses souillures de poussière et de sueur. La laine ainsi obtenue est nommée *laine en suint*, tandis qu'on appelle *laine désuintée* celle qu'on a lavée. La laine en suint est trop malpropre pour être employée telle quelle, même à la confection des matelas; on la nettoie dans l'eau courante d'une rivière, et alors elle est pareille à celle que donne le mouton lavé.

Pour tondre les moutons, on les lie par les quatre membres afin de les rendre immobiles pendant l'opération et de leur éviter ainsi des blessures; on les dispose à hauteur d'homme sur une table, et avec de grands ci-

seaux à larges lames, on détache la laine aussi près que possible de la peau, tout en ayant bien soin de ne pas entailler la pauvre bête. Comme les brins de laine sont naturellement crépus et enchevêtrés entre eux, la toison se détache tout d'une pièce.

La couleur du mouton est le blanc, le brun et le noir. La laine blanche peut recevoir, par la teinture, toutes les nuances possibles, depuis les plus claires jusqu'aux plus foncées; tandis que la laine noire ou brune ne peut recevoir que des couleurs obscures. La laine blanche est donc toujours préférable à l'autre; mais si belle qu'elle soit après les lavages qui la débarrassent du suint, elle est encore bien loin de posséder le degré de blancheur convenable quand elle doit rester sans teinture. On la blanchit par un moyen très-curieux que je vais vous faire connaître.

Vous avez tous sans doute remarqué que, lorsque du soufre brûle, avec une belle flamme d'un bleu violet, il s'en dégage quelque chose de piquant, qui vous monte au nez, vous prend à la gorge et vous fait aussitôt tousser.

— C'est l'odeur de l'allumette, si mauvaise à respirer, fit Jules.

— L'odeur qui bien des fois m'a fait tousser lorsque je n'y prenais pas garde, ajouta Émile.

— C'est elle-même. En brûlant, le soufre devient quelque chose d'invisible, qui se répand dans l'air et trahit sa présence par une détestable odeur des plus piquantes. Invisible, impalpable comme l'air lui-même, ce quelque chose, cause de l'odeur du soufre brûlé, ne forme pas moins une substance réelle, dont l'existence ne peut être méconnue quand on tousse si fort après l'avoir respirée. On lui donne le nom de gaz sulfureux. Retenez bien ce nom nouveau pour vous; la chose en vaut la peine ainsi que vous allez le voir.

Quels services attendre de ce déplaisant gaz, qui vous

fait tousser pire que coqueluche? C'est néanmoins à lui qu'il faut recourir pour donner à la laine la blancheur de la neige. Une petite expérience va vous montrer son efficacité. Allez dans la prairie voisine cueillir un bouquet de violettes.

Alléchés par l'expérience promise, les deux enfants se hâtèrent si bien, que le bouquet de violettes fut cueilli en moins de rien. L'oncle mit alors un peu de soufre sur une brique, l'alluma et exposa à sa vapeur le bouquet qu'il avait d'abord légèrement mouillé avec de l'eau. En peu d'instant, les fleurs atteintes par le gaz sulfureux qui se dégageait de la flamme avaient perdu leur couleur et étaient devenues toutes blanches. Le passage du violet au blanc se faisait à vue d'œil.

— Ah! par exemple! s'écria Émile au comble de l'étonnement. Voilà qui est curieux! Comme les violettes blanchissent à mesure que vous les passez au-dessus de la flamme, dans ce que vous appelez le gaz sulfureux! Il y en a de blanches à moitié et bleues à moitié; mais le peu de bleu disparaît. C'est fini. Le bouquet est tout blanc et les fleurs n'ont presque rien perdu de leur fraîcheur.

— Essayons maintenant, dit l'oncle, avec une des roses rouges qui sont là dans un pot à fleurs sur la cheminée.

La rose fut exposée au-dessus du soufre allumé et sa coloration rouge disparut pareillement et fut remplacée par du blanc, à la surprise croissante d'Émile, ébahi devant cette merveilleuse décoloration.

— Vous voilà, reprit Paul, suffisamment renseignés. Ce que je viens de vous montrer avec des violettes et des roses, vous l'obtiendriez avec une foule d'autres fleurs, surtout les bleues et les rouges. Toutes deviendraient blanches par leur exposition dans le gaz sulfureux. Vous saurez donc que la vapeur du soufre brûlé, que le gaz sulfureux, a la propriété de détruire certaines couleurs et par conséquent de blanchir.

Veut-on blanchir la laine, veut-on lui enlever la faible coloration naturelle qui la ternit? On fait absolument comme vous venez de le voir pour les violettes et les roses : dans une chambre exactement fermée de partout, on suspend la laine non filée encore, et l'on allume au milieu de la chambre quelques bonnes poignées de soufre contenu dans une terrine. L'appartement s'emplit de gaz sulfureux et la laine devient d'une blancheur éclatante.

— La laine naturellement brune ou noire blanchirait-elle dans ces chambres à soufre? demanda Jules.

— Non : sa couleur est trop solide pour céder à l'action du gaz sulfureux. Les laines blanches sont seules exposées dans les chambres à soufre, où elles acquièrent leur perfection de blancheur. On blanchit de la même manière la paille des chapeaux, les peaux des gants, la soie.

LIV

LE TISSAGE

Examinez une étoffe quelconque, en laine, soie, coton, lin, indifféremment ; vous verrez qu'elle se compose de deux rangées de fils, qui se croisent en passant tour à tour l'un au-dessus de l'autre. L'une de ces rangées se nomme la *chaîne*, l'autre s'appelle la *trame*. De leur entre-croisement résulte le tissu.

Le travail qui assemble les fils en tissu se fait au moyen du *métier à tisser*, dont la figure ci-après peut vous donner une idée suffisante dans ce qu'il y a de plus élémentaire. — Une solide charpente en bois porte en avant

et en arrière un cylindre que l'on fait tourner au moyen d'une manivelle, à mesure qu'il en est besoin. Le cylindre d'avant, celui dont la manivelle est à portée de l'ouvrière en place pour le travail, reçoit peu à peu l'étoffe tissée; l'autre, fixé au bout opposé du métier, est garni de fils enroulés avec ordre à côté l'un de l'autre. Ces fils doivent former la chaîne du tissu; ils sont tendus en une nappe très-régulière entre les deux cylindres, suivant

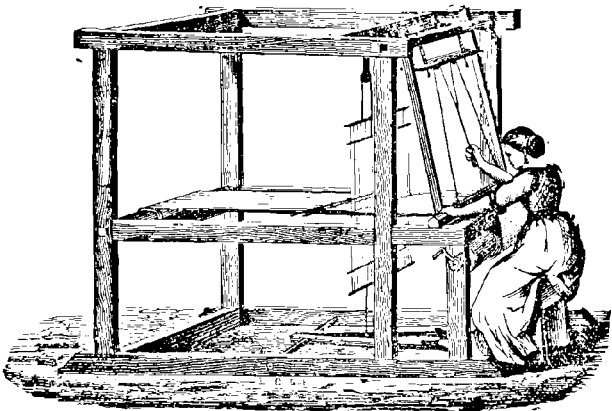


Fig. 52. — Métier pour le tissage.

toute la longueur du métier. Ils sont en outre repartis en deux séries, dont l'une comprend les fils de rang impair, 1, 3, 5, 7, etc., et l'autre les fils de rang pair, 2, 4, 6, 8, etc.

Deux *lisses* reçoivent les deux séries de fils et les maintiennent distinctes, sans mélange possible. On appelle *lisse* un ensemble de très-fines tringles métalliques ou tout simplement de fils tendus verticalement entre deux baguettes.

— Les lisses, demanda Emile, sont ces deux sortes de grils que la figure montre au milieu du métier?

— Précisément, fit Poncle. A chaque fil, à chaque

tringle d'une lisse est passé, dans une boucle ou *maille*, un des fils composant la chaîne. Il y a donc, pour l'ensemble des deux lisses, autant de tringles verticales qu'il y a de fils dans la chaîne. Remarquez maintenant qu'au moyen de deux *pédales* ou leviers placés sous les pieds de l'ouvrière, les deux lisses peuvent alternativement monter un peu et redescendre. Dans ce mouvement de va-et-vient, elles entraînent, à tour de rôle en haut et en bas, l'une les fils pairs et l'autre les fils impairs de la chaîne.

Tandis que la nappe de la chaîne est ainsi légèrement entr'ouverte en deux moitiés égales, tous les fils pairs d'un côté, tous les fils impairs de l'autre, l'ouvrière lance la *navette* dans l'intervalle séparant les deux séries. La navette est un morceau de buis, bien poli pour glisser avec facilité, effilé au deux bouts et creusé au milieu d'une cavité qui reçoit une bobine de fil fixée sur un axe très-mobile. Ce fil se dévide par l'élan de la navette et se place entre les deux rangées de la chaîne. Puis le jeu des pédales change l'ordre de distribution de la chaîne : les fils qui se trouvaient en dessus viennent en dessous, ceux de dessous viennent au-dessus ; et la navette, lancée en sens inverse, laisse un nouveau fil placé en travers. Ce fil que fournit la navette, en passant tour à tour de droite à gauche et de gauche à droite entre les deux rangées de la chaîne, forme ce qu'on appelle la trame du tissu.

— Je comprends, fit Jules. Les pédales, pressées par les pieds de l'ouvrière, font mouvoir, monter et descendre, les fils pairs et les fils impairs de la chaîne ; tandis que les mains, chassant la navette de droite à gauche, puis de gauche à droite alternativement, entrelacent avec la chaîne le fil de la trame.

— C'est bien là, mon ami, le double mouvement de l'ouvrière, pressant de chaque pied tour à tour sur les pédales, et se renvoyant la navette d'une main à l'autre.

— Dans la figure, continua l'enfant, l'ouvrière n'est pas occupée au travail de la navette. Que fait-elle en ce moment, une main sur un cordon, l'autre sur le bord d'une espèce de cadre suspendu au métier ?

— Ce cadre est le *peigne*, que l'ouvrière éloigne ou rapproche à son gré de la partie tissée. Quand la navette passe, le peigne est à l'écart, pour laisser la place libre. Mais il faut de temps en temps, quelquefois après chaque passage de la navette, bien rapprocher les uns des autres les fils de la trame, les presser et les serrer également. C'est le travail du peigne, qui se compose, à sa partie inférieure, d'un fin grillage non visible dans la figure. Dans chacun des intervalles de ce grillage passe un fil de la chaîne. Pour bien assembler et serrer la trame, l'ouvrière balance le peigne et frappe contre la partie tissée deux ou trois petits coups. Les fils, refoulés par la pression, se rapprochent au point que l'on désire, et rendent le tissu plus serré.

Telle est en somme, mes enfants, la manière la plus simple dont s'obtiennent nos tissus à deux rangées de fils entre-croisés, draps, toiles, taffetas, calicots et tant d'autres. Ces tissus ont même aspect sur les deux faces, et il ne peut en être autrement, les deux moitiés des fils allant et revenant sans cesse, d'une façon pareille, pour reproduire en dessous ce qu'ils viennent de produire en dessus. Il ne serait donc pas possible de donner aux tissus d'autres arrangements si l'on se bornait toujours à diviser les fils de la chaîne en deux moitiés égales réparties sur deux lisses. Pour varier le travail et obtenir certains dessins, au moins sur une face qui sera l'*endroit* du tissu, tandis que l'autre sera l'*envers*, on distribue les fils en trois, quatre, cinq, six, sept parties égales ou inégales, guidées chacune par une lisse particulière. On produit ainsi des croisements en carrés, en losanges, en zigzags, enfin une foule de combinaisons d'autant plus variées que le nombre de lisses est plus considérable.

Mais alors le travail est d'une difficulté croissante à mesure que les entrelacements deviennent plus compliqués.

Le tissage ne se borne pas à nous donner des étoffes à dessins élémentaires, carrés ou zigzags pouvant résulter du croisement variable des fils guidés par des lisses plus ou moins nombreuses ; c'est encore un art élevé, capable de produire, avec le secours seul de la navette, des ornements comme n'en traceraient pas de plus beaux, sur le papier, le crayon et le pinceau d'un artiste. En associant à la soie des fils d'or et d'argent, l'ouvrier obtient des tissus dont l'exquise élégance n'a d'égale que la richesse ; s'il entrelace, conduit par autant de navettes, des fils de diverses couleurs, il reproduit, avec une admirable perfection, tel modèle qu'on lui propose, bouquet de fleurs, corbeille de fruits, figure humaine. Or pour permettre de rivaliser ainsi avec le dessinateur et le peintre même, le métier à tisser, vous vous le figurez bien, cesse d'être la modeste machine dont je viens de vous donner une idée.

C'est à un enfant de Lyon, la ville renommée entre toutes pour les riches tissus, c'est à Jacquart qu'est dû, tel qu'on l'emploie aujourd'hui, le métier d'où sortent ces difficiles ouvrages. Fils d'un ouvrier sans fortune, Jacquart ne dut qu'à ses efforts les connaissances du jeune âge, le travail de l'atelier ne lui permettant pas de les acquérir à l'école. Il fut lui-même son maître pour la lecture, l'écriture et le calcul. Cet ardent désir de s'instruire annonçait une intelligence faite pour de grandes choses, et en effet, sur le commencement de ce siècle, il n'était bruit, dans le monde industriel, que des étonnantes inventions du constructeur lyonnais. Avec le métier tel que Jacquart l'avait imaginé, la navette ne connaissait plus de difficultés.

Informé du fait, le ministre Carnot ordonne d'amener sur-le-champ l'inventeur à Paris. Une chaise de poste accourt à Lyon en toute hâte, enlève Jacquart sans lui

donner le temps de dire adieu à sa famille et repart aussitôt. Une commission de hauts personnages attendait le Lyonnais pour vérifier sa découverte.

A son air gauche, intimidé, le ministre le prend pour quelque rustre précédant l'arrivée du célèbre inventeur.

— Va chercher ton maître, lui dit-il avec la brusquerie qui lui était habituelle ; va chercher ton maître pour qu'il nous fasse voir ce qu'il sait faire.

Jacquart, reprenant l'assurance devant ce ton impérieux, décline avec dignité son nom et ses qualités.

— C'est donc toi, reprend le ministre, qui, parmi tant d'autres choses, as la prétention de faire ce que Dieu lui-même ne pourrait exécuter, un nœud avec un fil tendu ?

L'inventeur ne répond pas, mais il monte sa machine, et séance tenante donne la preuve de sa découverte.

Une modeste pension de 3000 francs lui est faite pour se livrer à la construction de pareils métiers. L'Angleterre lui offre des sommes considérables pour l'attirer dans ses manufactures ; Jacquart refuse, et, satisfait d'une mesquine pension là où d'autres auraient acquis fortune immense, garde, pour son pays, la merveilleuse création de son génie.

LV

LE DRAP

Je viens de vous montrer ce qu'il y a de général dans l'opération du tissage ; je me propose maintenant d'entrer dans quelques détails relatifs aux tissus les plus im-

portants. Et d'abord parlons du drap, la chaude et solide étoffe de nos habituels vêtements.

Le drap est un tissu de fils de laine. Tels qu'ils viennent de la filature, ces fils sont irréguliers à la surface, hérissés d'un duvet provenant des brins de laine un peu soulevés au bout et recroquevillés par leur propre élasticité. En cet état, ils s'opposeraient au facile glissement de la navette, qui doit aller et revenir avec rapidité; le travail serait ainsi laborieux et le tissu manquerait de régularité. Il faut donc en rendre la surface lisse, aussi unie que possible; il faut abattre le duvet et le maintenir couché suivant la longueur des fils. C'est ce que l'on fait au moyen d'un *apprêt* ou *parement* dont on enduit les fils, tant de la trame que de la chaîne. Dans cet apprêt, il entre de la colle, qui abat le duvet, et de l'huile, qui rend les surfaces glissantes.

Immédiatement après le tissage, le drap est donc chose fort malpropre, souillé qu'il est de colle et d'huile puante. Sans attendre que la pourriture gagne ces saletés, il faut au plus tôt nettoyer le tissu. Le travail se fait au *foulon*. On nomme foulon deux grandes massues en bois qui, mises en mouvement au moyen d'une roue tournant dans un ruisseau, tour à tour sont soulevées, puis retombent de tout leur poids au fond d'une auge qu'arrose un continuel filet d'eau claire. Le drap est mis dans l'auge, où les deux massues le battent l'une après l'autre pendant des jours entiers.

Mais cet énergique battage ne suffit pas : la colle s'en irait, mais non l'huile, plus tenace et sur laquelle l'eau n'a pas de prise. On fait donc intervenir une sorte de terre grasse, fine et blanche, qui a la propriété d'absorber l'huile. On l'appelle *terre à foulon*. Battu avec cette terre, pendant de longues heures, sous les lourdes massues du foulon, le drap perd l'huile qui l'imprègne. De l'eau de savon et enfin de l'eau pure achèvent le nettoyage.

L'action du foulon ne se borne pas à rendre le drap propre : elle resserre aussi le tissu, tellement que la pièce diminue en largeur de moitié et presque autant en longueur. Je vous rappellerai à ce sujet une opération indispensable dans la confection de nos habillements. Avant de tailler un vêtement dans certaines étoffes, on a soin de mouiller celles-ci afin de leur faire éprouver tout le retrait dont elles sont susceptibles. Si l'on ne prenait cette précaution, au premier lavage le vêtement se rétrécirait tant, qu'on ne pourrait le mettre.

— C'est ce qui m'est arrivé, dit Jules, pour mon dernier pantalon de toile. Après avoir été lavé, il s'est trouvé si court, qu'il me venait à mi-jambe.

— Une corde également se raccourcit quand elle est mouillée, ajouta Emile. Je me souviens qu'après une pluie, les cordes tendues d'un mur à l'autre de la basse-cour pour le séchage du linge s'étaient tellement raccourcies, qu'elles avaient arraché les clous servant à les fixer.

— Votre observation, reprit l'oncle, me rappelle une courte anecdote. Quand elle se raccourcit par le fait de l'humidité, une corde développe une puissance considérable, qui non-seulement peut arracher des clous, mais soulever d'immenses fardeaux. Vous allez en juger.

On raconte que le pape Sixte-Quint, faisant dresser sur une place de Rome un obélisque apporté à grands frais de l'Égypte, avait ordonné, sous peine de mort, le plus profond silence pendant l'opération, tant le poids énorme à mouvoir donnait de l'inquiétude aux ingénieurs chargés de ce travail. Je vous apprendrai, avant d'aller plus loin, que les obélisques sont de hautes colonnes, élancées, à quatre faces, gravées d'une multitude de figures, et couronnées au sommet par une petite pyramide. Ils sont d'une seule pièce, en une pierre très-dure et à grains fins nommée granit. Leur hauteur, non compris le piédestal qui les supporte, peut atteindre une cin-

quantaine de mètres, et leur poids représente de 10,000 à 15,000 quintaux. Jugez donc si la lourde masse présentait des difficultés à être hissée debout sur son piédestal !

Pour manœuvrer avec ensemble la foule de cordages, de poulies, de leviers destinés à soulever l'immense pièce, il fallait un silence complet afin qu'aucun mot ne vint détourner l'attention des ouvriers. La place était comble de curieux, assistant à ce puissant effort de la mécanique. Le silence était parfait : chacun avait présente à l'esprit la terrible défense du pape. Cependant l'obélisque, à demi redressé, pesait de tout son poids sur les cordages et cessait d'avancer. Rien n'y faisait. Les ingénieurs, à bout de moyens, se voyaient déjà contraints d'abandonner leur œuvre, quand soudain, du milieu de la foule, une voix s'éleva, au péril de la vie. — Mouillez les cordes, disait-elle ; mouillez donc les cordes ! — On mouilla les cordes, et l'obélisque se trouva debout sur son piédestal. La tension des cordages imbibés d'eau venait d'accomplir, à elle seule, ce qu'une armée d'ouvriers n'avait pu faire.

— Et celui qui avait troublé le silence pour donner un aussi bon avis, que devint-il ? demandèrent les enfants.

— Le pape lui pardonna volontiers, vous vous en doutez bien. Mais revenons au drap.

Il vous est maintenant facile de comprendre ce qui se passe dans un tissu mouillé. Ce tissu est formé de fils croisés dont chacun, en s'imbibant d'eau, se comporte comme une corde, c'est-à-dire se raccourcit. De là résulte une contexture plus serrée. En séchant, le tissu ne revient pas à son état primitif, de même qu'une corde reprend, une fois sèche, sa première longueur ; il reste serré, et cela provient de ce que les fils, maintenus l'un par l'autre à cause de leur entre-croisement, n'ont pas la liberté de glisser. Ainsi, par l'action du foulon, où il est à la fois battu et mouillé, le drap, qui était d'abord

un tissu assez lâche à travers les mailles duquel le jour se voyait, devient une solide étoffe, dont la chaîne et la trame sont étroitement assemblées.

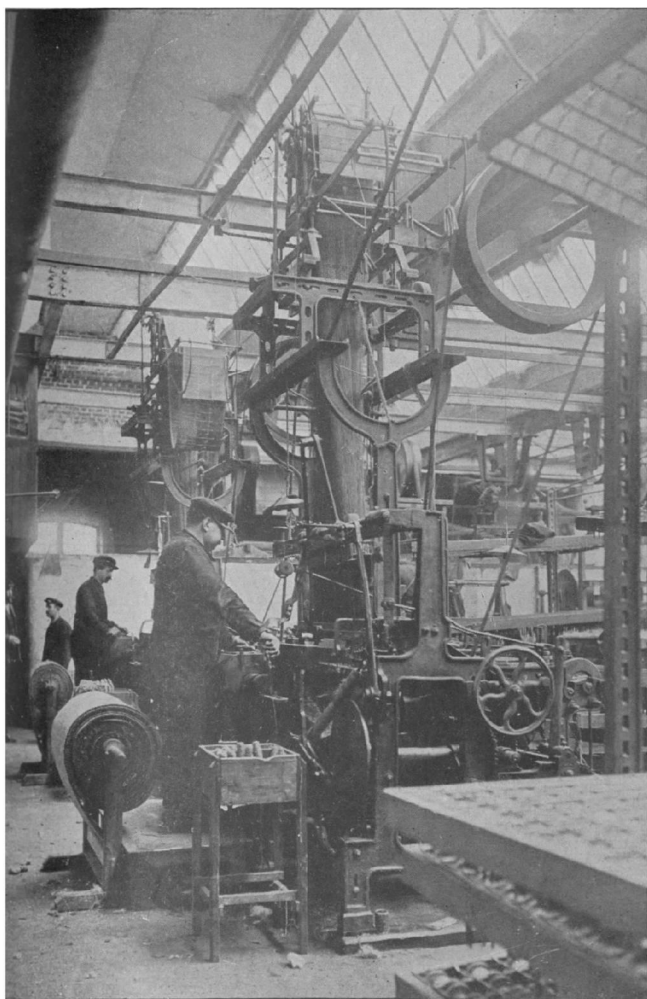
Les deux faces d'une pièce de drap ne sont pas pareilles : l'une, appelée l'*envers*, laisse voir la corde, c'est-



Fig. 53. — Le chardon à carder.

à-dire les fils croisés dont se compose le tissu; l'autre, appelée l'*endroit*, est recouverte d'un fin duvet, bien régulièrement couché dans le même sens. Ce duvet s'obtient au moyen d'une sorte de rude brosse formée des têtes épineuses que fournit une plante nommée *cardère* ou *chardon à carder*.

La cardère vit de un à deux ans. Sa tige, qui atteint la hauteur d'homme, est armée de fortes épines crochues, et porte, de distance en distance, de larges feuilles qui s'assemblent deux par deux en formant un godet plus ou moins profond où s'accumule l'eau de la pluie. Elle se subdivise en six ou sept rameaux, terminés chacun par une grosse tête allongée, composée de dures écailles dont la fine pointe se recourbe en bas en manière de crochet acéré. La cardère est cultivée expressément pour ses têtes, dont il se fait une grande consommation dans le travail du drap. Difficilement on remplacerait sa brosse naturelle par quelque outil analogue fabriqué de nos mains, car rien ne pourrait présenter au même degré la raideur et la souplesse à la fois nécessaires.



MÉTIER JACQUARD.

Cl. Jacques Boyer.

On assemble à côté l'une de l'autre cinq ou six de ces têtes ; le tout forme une brosse que l'on promène sur le drap, toujours dans le même sens. Les mille crochets du chardon, aussi fins que l'aiguille la plus déliée, mais élastiques et souples, vont saisir dans les fils du tissu les brins de la laine, et les ramènent à la surface, appliqués l'un sur l'autre, dans le même sens. Le résultat de ce travail est le duvet du drap, duvet qui, du côté de l'endroit, recouvre et cache la corde de l'étoffe.



Fig. 54. — Une tête du chardon à carder.

Mais ce duvet est encore imparfait : les brins sont inégaux ; il y en a de longs, de courts, au hasard, comme les ont retirés des fils les crocs de la brosse à chardons. Pour égaliser le tout, on procède au *tondage*, c'est-à-dire qu'avec de grands ciseaux à larges lames on rase le drap en ne laissant au duvet que la longueur voulue. La fabrication est alors terminée dans ce qu'il y a d'essentiel. Sedan, Louviers, Elbeuf, sont, en France, les principales villes où se manufacture le drap.

LVI

LA TOILE

On tisse avec le chanvre les toiles grossières pour essuie-mains et sacs, ainsi que les toiles fines pour draps de lit, nappes et serviettes. On obtient avec le lin des toiles plus fines encore et servant aux mêmes usages. Quelquefois le même tissu contient à la fois du chanvre et du lin. Ainsi les toiles dites *cretonnes*, fabriquées à

Lisieux et aux environs, ont la chaîne en fils de chanvre et la trame en fils de lin. D'autres fois encore, c'est le coton que l'on associe au chanvre. Ainsi certains *couils*, dont on fait des enveloppes pour traversins et des vêtements d'été pour hommes, ont la trame en fils de coton et le reste en chanvre. Les trois genres de fibres végétales, chanvre, lin et coton, peuvent donc entrer deux à deux dans le même tissu, ce qui donne des produits plus variés et mieux appropriés à l'infinité d'usages auxquels on les destine.

Les tissus uniquement composés de chanvre et de lin, soit séparés, soit réunis, se nomment *tissus de fil*. Certaines qualités les distinguent des tissus de coton. Ils produisent sur la peau délicate une impression fraîche et calmante, tandis que les seconds, au moyen de leur duvet doué d'une certaine âpreté, provoquent une sorte de chatouillement qui peut devenir désagréable. C'est ainsi qu'un mouchoir de coton endolorit les narines rendues très-sensibles par un rhume prolongé; un mouchoir de fil n'a pas le même inconvénient. Ainsi encore, pour panser une plaie, on fait usage de tissus de lin ou de chanvre, et de charpie obtenue avec de vieux chiffons des mêmes tissus; le coton, si fin, si moelleux qu'il soit, ne ferait qu'irriter davantage la blessure par son âpre contact avec les chairs vives.

Enfin le lin et le chanvre, devenus chemises, entretiennent la peau dans un état de fraîcheur qui n'est pas sans agrément au milieu des chaleurs de l'été, mais qui peut aussi, dans quelques cas, devenir un inconvénient grave. Que la transpiration s'arrête, que le corps, mal défendu par sa fraîche enveloppe de chanvre ou de lin, vienne à se refroidir brusquement, et nous sommes en sérieux péril. Le coton, au contraire, excite légèrement la peau, la maintient chaude et s'oppose mieux à une transpiration arrêtée. Sous ce rapport, il est préférable au chanvre et au lin.

Une fois obtenu par le long et patient travail de la quenouille, ou par le travail plus rapide de la machine, le fil de chanvre ou de lin est remis au tisserand, qui l'enduit d'un apprêt de colle pour faciliter le jeu de la navette, le tend sur son métier en lignes parallèles, et le tisse ainsi que je vous l'ai déjà expliqué. Un bon lavage purifie la toile de l'apprêt nécessaire au travail, et des souillures contractées pendant le tissage; mais cela ne suffit pas pour donner cette belle toile blanche qui doit fournir le linge. Le chanvre et le lin sont, en effet, naturellement colorés d'une légère teinte rousse, si tenace, qu'elle ne disparaît que par des lessives répétées; aussi la toile est-elle d'autant plus blanche et plus souple qu'elle a plus longtemps servi.

Pour donner à la toile un premier degré de blancheur on l'étale sur l'herbe rase d'une prairie, où, pendant des semaines entières, elle reste exposée à la lumière du jour et à l'humidité de la nuit. L'action prolongée de l'air, du soleil, de la sécheresse et de l'humidité alternatives, finit par affaiblir la coloration rousse, que les futurs lavages achèveront de détruire peu à peu.

Ce blanchiment par l'exposition sur le pré est très-lent. D'autre part, lorsqu'il faut opérer continuellement et sur de grandes quantités de tissus il est fort coûteux parce qu'il rend improductives des étendues considérables de terrain. Dans les fabriques de tissus, en chanvre, en lin, et surtout en coton, on a donc recours à des moyens à la fois plus énergiques et plus expéditifs. Vous n'avez pas oublié avec quelle facilité et quelle économie on blanchit la laine, la soie, la peau des gants, la paille, en brûlant quelques poignées de soufre qui devient gaz sulfureux. Il suffit, vous le savez, d'exposer quelques heures à l'action de ce gaz la laine et la soie humides pour leur donner l'éclatante blancheur de la neige.

— Je n'ai pas oublié du tout, dit Émile, ce gaz sulfureux qui, en un rien de temps, fait devenir blanches les

violettes et les roses. Serait-ce encore lui qu'on emploie pour blanchir le chanvre, le lin et le coton ?

— Le moyen employé n'est pas tout à fait le même, quoiqu'il ressemble fort à celui qui sert pour la laine. Le gaz sulfureux serait ici sans action, tant est difficile à détruire la teinte naturelle qui couvre le chanvre, le lin et le coton. Il faut quelque chose de plus fort, de plus brutal.

— Il n'est déjà pas mal fort et brutal, ce gaz sulfureux, qui nous pique le nez comme une pincée d'aiguilles et nous fait tousser jusqu'aux larmes.

— Ce n'est rien encore par rapport à la drogue qui sert à blanchir les tissus de coton, de chanvre et de lin. Cette drogue est aussi un gaz, c'est-à-dire une substance impalpable comme l'air; mais un gaz visible, car il possède une légère couleur verdâtre. On l'appelle *chlore*. Si l'on en respire une bouffée, aussitôt une toux violente vous saisit, comme jamais vous n'en gagnerez si froid que soit l'hiver. La gorge se resserre douloureusement, la poitrine est suffoquée, et l'on périrait dans d'atroces tortures si l'on continuait à respirer à trois ou quatre reprises la redoutable vapeur. C'est vous dire quelles précautions sont prises dans les fabriques pour ne pas s'exposer aux terribles effets du chlore.

— Et avec quoi l'obtient-on, ce gaz qui étrangle les gens pour peu qu'on le respire ?

— On l'obtient, vous ne vous en douteriez guère, avec le sel de cuisine, avec ce même sel qui assaisonne nos aliments.

— Comment ! Mais le sel n'a rien de commun avec les détestables violences du chlore !

— C'est vrai, mais le chlore n'y est pas seul. Dans le sel, ce gaz est associé avec d'autres substances, qui le rendent inoffensif, salubre même. Une fois dégagé de l'association, il est meurtrier et fait rage. J'irais trop loin si je voulais vous expliquer comment on parvient à retirer le chlore du sel de cuisine. Je me bornerai à vous

dire qu'on mélange le sel avec une poudre noire nommée *peroxyde de manganèse*, et qu'on arrose le tout avec un liquide d'une violence extrême appelé *acide sulfurique* ou vulgairement *huile de vitriol*. Des bouffées de chlore se dégagent à l'instant. Comme ce gaz est d'un emploi considérable dans l'industrie, notamment dans la fabrication du papier, il y a des usines expressément occupées de sa préparation. Pour le rendre transportable et d'un usage commode, on l'emmagasine en quelque sorte dans de la chaux, qui en absorbe abondamment. La matière ainsi obtenue est une poudre blanche comme la chaux elle-même, et douée d'une odeur forte très-pénétrante. On l'appelle *chlorure de chaux*. Cette matière étant un vrai magasin de chlore, c'est elle qu'on emploie d'habitude quand il faut faire intervenir le gaz décolorant.

Je regrette de ne pouvoir vous montrer l'étonnante puissance du chlore pour détruire les couleurs; mais rien n'empêche de vous en dire un mot. Supposons une page d'écriture, non seulement couverte des caractères tracés par la plume, mais encore aussi barbouillée d'encre que vous voudrez. On la plonge, un peu humide, dans le gaz chlore. Écriture et tâches d'encre, tout disparaît à l'instant, et la feuille de papier redevient aussi blanche que si elle n'avait jamais servi. — Supposez encore qu'on fasse arriver du chlore dans un flacon d'encre. Le liquide noir rapidement pâlit et n'est bientôt plus que de l'eau claire.

Après cela, vous devez comprendre qu'il suffit d'exposer quelques instants à l'action du chlore les tissus que l'on veut blanchir, pour les obtenir plus nets que par une longue exposition sur le pré.

— Si le noir foncé de l'encre, dit Émile, est si vite détruit, la faible nuance rousse des tissus ne doit pas résister longtemps à l'action du chlore.

— On devrait également, ajouta Jules, blanchir au chlore la laine et la soie; ce serait plus tôt fait.

— On s'en garderait bien, fit l'oncle. Ce gaz les corrode et les réduit bientôt en une purée sans consistance.

— Le coton, le lin et le chanvre résistent cependant, répliqua le neveu.

— Oui, mais leur résistance à l'action des drogues n'a pas sa pareille au monde, ce qui leur donne un genre de mérite bien précieux. Considérez à combien d'usages sert le linge et quels traitements énergiques il subit. Lessivages avec la cendre corrosive, contact avec l'âcreté du savon, coups de battoir, exposition au soleil, à l'air, à la pluie. Quelle est donc cette matière qui résiste aux brutalités de la lessive, du savon, du soleil et de l'air; qui demeure intacte même au sein de la pourriture; qui brave les drogues violentes des fabriques et sort de ces épreuves toujours plus souple et plus blanche? Cette matière, presque indestructible, c'est le chanvre, le lin et le coton, avec lesquels rien autre ne peut rivaliser.

LVII

TISSUS DE COTON

Les tissus de coton sont ceux dont l'usage est le plus répandu, non-seulement dans nos pays, mais dans le monde entier. Les uns, destinés au linge, conservent leur blancheur rehaussée par les épurations de l'industrie; tels sont la *percale* et le *calicot*. Les autres, utilisés surtout pour vêtements, sont embellis de dessins colorés; telle est l'*indienne*. Je vous parlerai de préférence de cette dernière, qui n'est après tout que de la percale ou du calicot paré des ornements de la teinture. La percale est un tissu

blanc, ferme et serré, d'un emploi fréquent pour chemises, rideaux, linge de table et draps de lit. Le vulgaire calicot est moins fin, moins consistant et à meilleur marché. Il sert d'ailleurs aux mêmes usages. En passant par les mains du teinturier, ces tissus deviennent l'indienne.

Le coton a sur le lin et le chanvre une supériorité bien précieuse : c'est la propriété de s'incorporer facilement les matières colorantes, de les retenir avec force et de faire valoir toute la richesse de leur éclat. Qui ne connaît ces admirables tissus où sont mariées avec art les couleurs les plus variées et les plus vives ; où sont reproduites, avec une étonnante perfection, les fleurs de nos parterres ? Telle de ces toiles est parée de bouquets comme n'en fourniraient point nos jardins. Le coton seul se prête à ce luxe de couleur ; le chanvre et le lin y sont absolument impropres. Les tissus de coton embellis de dessins colorés se nomment indiennes parce qu'on les retirait d'abord de l'Inde, où leur fabrication est depuis très-longtemps connue. Aujourd'hui les fabriques de Rouen, de Mulhouse et de l'Angleterre en approvisionnent le monde. Il ne sera pas sans intérêt pour vous de connaître quelques-uns des moyens employés par l'indienneur dans son délicat travail. Comment ont été obtenus ces beaux dessins, si vifs, si nets ? Voilà ce que je me propose de vous apprendre sommairement.

Le tissu est d'abord blanchi avec un soin minutieux, pour qu'il n'altère pas, avec sa propre nuance, l'éclat des couleurs qu'on doit y fixer. Des lavages énergiques et le rude décolorant dont nous venons de parler, le chlore, rendent le coton d'une parfaite blancheur.

Arrive maintenant une opération qui vous frapperait de surprise s'il vous était donné d'y assister : c'est l'opération du *flambage*. Il faut vous dire d'abord que tout fil de coton, si perfectionnées que soient les machines à filer, est hérissé d'un court duvet provenant des extrémités des fibres végétales relevées par leur propre élasti-

cité. Au moment du tissage, ce duvet est abattu au moyen d'un apprêt de colle afin de laisser toute liberté au jeu de la navette ; mais actuellement, cet apprêt, qui gênerait beaucoup, empêcherait même la fixation des couleurs, a disparu jusqu'à la dernière trace, et le duvet se redresse en toute liberté.

Eh bien, sur pareil tissu, tout hérissé de menus filaments, les dessins colorés s'appliqueraient mal ; il y aurait des inégalités de teinte, des contours mal arrêtés, des bavures enfin. Il faut que la surface soit aussi nette, aussi unie que celle d'une feuille de papier. Il ne serait guère possible d'obtenir, avec des ciseaux analogues à ceux qui servent à tondre les draps, la surface rase qu'exigent les délicates opérations futures. On a recours alors à l'action du feu. Le tissu passe, avec une rapidité convenable, devant un large jet de flamme ardente, qui brûle, jusqu'à la base, tous les brins de duvet sans endommager en rien le tissu lui-même. Rien n'est plus extraordinaire pour des yeux novices que de voir une pièce de percale, serait-ce la plus fine, traverser, sans prendre feu, le menaçant rideau de flammes.

— Et qui ne serait étonné ? dit le plus jeune des enfants ; il me semble que le délicat tissu devrait aussitôt s'enflammer.

— Il vous semble, mais il n'en est rien, si la pièce passe avec assez de rapidité et ne donne pas à la chaleur le temps de se propager au delà du duvet. Arrêtons-nous un moment sur cette particularité, qui nous instruira d'une propriété fort remarquable du coton.

Plongez dans la flamme d'une lampe le bout d'un fil de coton, vous verrez la partie plongée brûler à l'instant ; mais le feu ne se propagera pas plus loin et s'éteindra juste au point où le fil cesse d'être enveloppé par la flamme même de la lampe. Avec un fil de chanvre ou de lin, le résultat serait un peu différent : ce fil continuerait à brûler seul plus ou moins au delà de cette

finite. Cette expérience nous prouve que le coton d'une part, le lin et le chanvre de l'autre, ne se comportent pas de la même manière par rapport à la chaleur. Le coton se laisse difficilement pénétrer par la chaleur, puisque le feu ne se propage pas dans le fil au delà du dernier point que la flamme enveloppe; le lin et le chanvre, au contraire, permettent à la chaleur de les pénétrer, puisque le fil continue à brûler au delà de la flamme.

Nous voilà maintenant sur la voie d'une explication non dépourvue d'importance. Je vous ai dit que le coton, employé comme linge de corps, nous tient chauds, tandis que le lin et le chanvre nous font éprouver une légère sensation de fraîcheur, et nous exposent parfois à de graves dangers en laissant se produire un refroidissement brusque, pendant la transpiration. Ces résultats inverses ont pour cause l'inégale facilité avec laquelle la chaleur traverse les deux genres de tissus. Le coton nous tient au chaud parce qu'il arrête la chaleur naturelle du corps et ne lui permet pas de se dissiper; le chanvre et le lin nous garantissent moins bien du refroidissement parce qu'ils se laissent traverser par cette même chaleur, qui se déperd ainsi au dehors. Vous voyez ainsi que, sous le rapport de la santé, le linge de coton est bien préférable à la toile.

Mais revenons au flambage, singulière opération dont le peu que je viens de vous dire vous explique le résultat. Si le tissu passe avec une rapidité convenablement réglée, la flamme l'enveloppe sur les deux faces, traverse même les mailles et brûle tout le duvet sans endommager les fils mêmes, parce que la chaleur, d'une propagation difficile dans le coton, n'a pas le temps de pénétrer plus avant.

Pour achever de satisfaire votre curiosité, mise en éveil par ce flambage, je vais vous montrer une expérience qui n'a pas précisément de rapport avec l'opé-

ration des indienneurs, mais se rattache à la propriété de la chaleur de se porter sur certaines matières plus aisément que sur d'autres. Que diriez-vous si j'avais qu'on peut mettre des charbons très-ardents sur le tissu le plus délicat sans le brûler en rien ?

— Quant à moi, répondit Jules, je dirai que pour le croire il faut le voir.

— On va vous le faire voir, monsieur l'incrédule. Prenez un lambeau de calicot ou de tout autre tissu aussi fin que vous le voudrez, serait-ce de la mousseline comparable à une toile d'araignée ; et enveloppez-en très-étroitement l'une des boules en cuivre jaune qui ornent le dessus du poêle. Nouez fort au-dessous avec un cordon pour que le tissu soit bien appliqué, bien tendu sur le métal. Prenez maintenant avec les pincettes un charbon allumé et appliquez-le sur la mousseline qui coiffe cette espèce de tête de poupée.

Jules fit de point en point ce que disait l'oncle : le charbon fut mis, tout rouge, en contact avec la mousseline, et, à l'extrême surprise des deux enfants, le délicat tissu resta parfaitement intact.

— Faites mieux, reprit l'oncle : armez-vous du soufflet et activez le feu du charbon tant que vous le voudrez, tout en le laissant sur le tissu.

Émile souffla, le charbon redoubla d'ardeur et la mousseline n'éprouva rien, comme si elle eût été incom bustible.

— C'est inconcevable, ce que je vois là ! ne put s'empêcher de s'écrier Jules. Pourquoi ce tissu, si fin pourtant, supporte-t-il le contact d'un charbon embrasé sans brûler le moins du monde ?

— Ce qui le préserve du feu, répondit l'oncle, c'est le métal qui est dessous. Le métal, substance qui se laisse très-facilement pénétrer par la chaleur, prend à lui toute l'ardeur du charbon, et n'en laisse pas au tissu de coton, bien plus difficile à chauffer. Mais si le tissu

était seul, il brûlerait au premier contact du charbon, dont la chaleur ne trouverait pas à se porter ailleurs.

Dans la journée, Émile tenant le charbon, Jules soufflant, les deux frères respirèrent à eux seuls la curieuse expérience, chaque fois plus émerveillés que jamais de cette étrange incombustibilité.

LVIII

TEINTURE

Ainsi travaillé, le tissu de coton est prêt pour recevoir les couleurs. Cette opération repose sur des moyens si variés et sur des connaissances tellement au-dessus de votre portée, que je ne serais pas compris si je voulais entrer dans des détails un peu développés.

— Je me figurais, au contraire, fit Jules, que c'était chose toute simple, et que l'on déposait les couleurs avec un pinceau sur le tissu, comme je le ferais moi-même, fort mal j'en conviens, sur une feuille de papier.

— Détrompez-vous, mon ami : le pinceau n'a rien à faire avec les cotonnades peintes, non plus qu'avec les autres tissus embellis de couleurs. Obtenus avec le pinceau, les dessins n'auraient aucune solidité et s'en iraient au premier lavage. Pour résister à l'eau, au savonnage même, les couleurs doivent pénétrer intimement le tissu, et faire corps avec lui. Examinons comment s'obtient ce résultat, et prenons pour exemple la teinte noire.

Cette teinte s'obtient de diverses manières, en particulier avec l'encre, la même qui nous sert pour l'écriture. Eh bien, si nous plongeons un lambeau de tissu blanc dans ce liquide, nous le retirerons noir, mais la couleur

sera sans résistance aucune. Il suffira d'agiter le tissu dans de l'eau pour faire disparaître la majeure partie de l'encre, et le peu qui restera ne donnera qu'une teinte pâle, bientôt enlevée par des savonnages. Pour donner un noir solide et foncé, l'encre, au moment où elle imprègne le tissu, ne doit pas être déjà toute faite; il faut qu'elle se forme dans le tissu lui-même; il faut que les ingrédients dont elle se compose se rencontrent et deviennent encre dans l'épaisseur des fils. Dans ces conditions, le noir, formé sur place et pénétrant la moindre fibre de coton, acquiert toute la solidité et toute l'intensité désirables.

Avant d'aller plus loin, voyons de quels ingrédients l'encre se compose. On trouve sur les chênes certains corps globuleux, de la grosseur d'une bille et de l'apparence d'un fruit. Ce ne sont réellement pas des fruits; ils n'ont rien de commun avec les glands, véritables fruits du chêne. Ce sont des excroissances provoquées par la piqûre d'un tout petit insecte nommé *cynips*. L'insecte pique la feuille ou le rameau tendre avec une fine tarière dont il a le bout du ventre armé; et dans la délicate entaille il introduit un œuf. Autour de cet œuf, la sève de l'arbre s'amasse et finit par former une petite boule, qui prend peu à peu la consistance du bois. L'insecte éclos de l'œuf se développe et grandit au milieu de la boule, dont la substance lui sert d'aliment. Quand il est devenu assez fort, il perce la paroi de son logement d'un petit trou rond, par lequel il s'échappe. Aussi verrez-vous percées la plupart de ces boules quand elles tombent à terre sur la fin de l'automne. Ces excroissances rondes se nomment *noix de galle*. Les meilleures proviennent d'un chêne qui croît en Orient. Voilà l'un des ingrédients de l'encre, l'une des matières employées pour la teinture en noir.

L'autre matière s'appelle *couperose verte*. Dans la boutique du droguiste, vous avez pu voir une substance



Cl. Jacques Boyer.

LA PORCELAINÉ : TOURNAGE DES ASSIETTES ET DES PLATS.

ayant un peu l'aspect de morceaux de verre épais, à couleur vert tendre avec des taches de rouille. C'est la couperose verte. On l'obtient en faisant dissoudre du fer dans un liquide excessivement corrosif nommé *huile de vitriol* ou *acide sulfurique*.

— Le même, demanda Emile, qui retire le chlore du sel de cuisine ?

— Le même. Ce terrible liquide, si dangereux entre des mains inexpérimentées, dissout le fer et d'autres métaux avec la même facilité que l'eau dissout le sucre. La dissolution se prend au cristallin au bout de quelque temps et donne pour résultat la couperose verte. Celle-ci n'a rien des énergies redoutables de l'huile de vitriol qui a servi à la former; on peut la manier sans danger aucun, mais sa saveur est d'une âpreté détestable, dont le goût de l'encre peut vous donner une idée. Cette substance se dissout dans l'eau très-facilement.

Voilà tout ce qu'il faut pour de l'encre. Faisons bouillir dans de l'eau une poignée de noix de galle concassées, nous obtiendrons un liquide teinté légèrement de jaunâtre. D'autre part, dissolvons de la couperose dans de l'eau, celle-ci deviendra d'un vert très-pâle, un peu jaune. Qu'attendre du mélange des deux liquides, l'un vert et l'autre jaunâtre ? Rien, ce semble de bien remarquable. Cependant à l'instant même où les deux liquides sont mélangés, une teinte très-noire apparaît, la teinte même de l'encre.

— L'encre se fait subitement ? demanda Jules, surpris de ce que disait l'oncle.

— Subitement, à l'instant même où se rencontrent les deux liquides, qui contiennent l'un de la noix de galle et l'autre de la couperose.

Si l'on désirait obtenir de l'encre pour écrire, il faudrait néanmoins s'y prendre un peu différemment afin d'éviter une trop grande quantité d'eau qui affaiblirait la teinte. Dans le liquide où l'on aurait mis bouillir de la

noix de galle, on ajouterait simplement la couperose, avec un peu de gomme pour donner du brillant. J'ai pris le détour du mélange des deux liquides pour vous montrer, d'une façon plus claire, comment la rencontre de deux substances peu ou point colorées peut donner naissance à une couleur sans rapport aucun avec les teintes primitives. De deux liquides, l'un un peu jaune, l'autre un peu vert, vous venez de voir résulter à l'instant de l'encre. Retenez bien ce fait, qui vous expliquera des résultats de teinture, bien extraordinaires pour qui ne serait pas averti ; mettez-vous en mémoire que des substances, parfois sans couleur aucune, peuvent, en s'associant, devenir des couleurs magnifiques.

Maintenant que nous savons d'où provient l'encre, reprenons la teinture en noir. — Nous mettons tremper un morceau de percale dans l'eau où les noix de galle ont bouilli. Retirons le tissu quand il est bien imbibé et laissons-le sécher. De quelle teinte sera-t-il alors ?

— Il sera de la teinte de l'eau de noix de galle, c'est-à-dire d'un jaune faible et sale, répondit Jules.

— Fort bien. Mais si le tissu, ainsi imprégné de noix de galle, est plongé dans une dissolution de couperose, qu'arrivera-t-il ?

— Ce n'est pas difficile à deviner. La couperose trouvant de la noix de galle sur le tissu, à la surface, à l'intérieur, partout, formera aussitôt de l'encre, qui teindra la percale en noir.

— De plus, ajouta Émile, la teinture pénétrera le tissu également de partout, puisque ce tissu est imprégné de noix de galle jusque dans ses moindres filaments.

— Vous voyez que par ce moyen, reprit Paul, la couleur noire se forme sur place, au sein même des fils de coton. De la sorte la teinture est solide et convenablement formée.

LIX

IMPRESSION

Pour une foule d'autres couleurs, le rouge, le violet, le jaune, le lilas, indifféremment, on agit d'une façon pareille. On imprègne d'abord le tissu d'une substance qui doit développer la couleur, la faire naître par le concours d'une autre et la fixer solidement. Cette substance préparatoire, qui doit s'associer, dans une seconde opération, avec la matière tinctoriale, pour développer et fixer la couleur, se nomme *mordant*. Elle varie de nature suivant la teinte que l'on veut obtenir, de manière qu'en changeant de mordant on peut produire diverses teintes avec une seule et même matière colorante.

Si l'on imprègne en entier de mordant un tissu, et qu'on le plonge après dans un bain de teinture, l'étoffe se colore d'une manière informe. C'est ce que je vous ai montré au sujet du morceau de percale, qui, plongé d'abord dans la noix de galle, puis dans la couperose, devient uniformément noir. Il me reste à vous expliquer comment s'obtiennent les dessins à plusieurs couleurs, sur un fond blanc.

Ce travail se fait par l'impression. Figurez-vous une planchette en bois sur laquelle est gravé en relief le dessin qu'il s'agit de reproduire. D'habiles ouvriers graveurs, versés dans toutes les ressources du dessin ornemental, préparent ces planchettes, parfois vrais chefs-d'œuvre d'art. Voilà l'outil de l'imprimeur d'indiennes.

Pour simplifier, supposons que l'ouvrier se propose des dessins noirs sur un fond blanc. Il a devant lui, sur une large table, la pièce de percale, qui se déroule à mesure

qu'il en est besoin; de sa main droite, il tient la planchette d'impression. Il trempe légèrement le dessin en relief dans une fine bouillie faite avec de la noix de galle, et il applique alors la planchette sur le tissu. Les points touchés s'imprègnent seuls de cette préparation, le reste de la percale ne reçoit rien. Il continue ainsi, chaque fois trempant la face gravée de la planchette dans la préparation de noix de galle, jusqu'à ce que toute la pièce ait subi le même travail.

Cela fait, il suffit de plonger le tissu dans une dissolution de couperose pour que le dessin apparaisse en noir, car de l'encre se forme partout où le moule de bois a déposé de la noix de galle, tandis que la percale reste blanche partout ailleurs.

— C'est vraiment plus simple que je ne le croyais, dit Jules, bien plus simple surtout qu'avec un pinceau comme je me l'imaginai d'abord. Pour les autres couleurs, on fait sans doute comme pour le noir?

— Évidemment. On imprime d'abord sur le tissu, avec la planchette gravée, un mordant approprié à la couleur qu'il faut obtenir; puis on plonge l'étoffe dans le bain de teinture. Tout ce qui a reçu du mordant se colore, tout ce qui n'en a pas reçu reste blanc, ou du moins ne prend qu'une teinte très-légère et sans résistance, qui s'enlève par un simple lavage.

L'opération se simplifie encore davantage. La matière colorante et le mordant qui doit faire naître la couleur et la fixer, n'agissent habituellement l'un sur l'autre que sous l'influence de la chaleur. A froid, ils ne produisent rien. Alors voici comment on fait. Les deux matières, mordant et substance colorante, sont réduites ensemble en une bouillie fine dans laquelle on trempe la face gravée de la planchette pour l'appliquer ensuite sur le tissu. La préparation ainsi déposée ne donne qu'une couleur, une seule, déterminée par la nature du mordant et de la matière colorante. Si le dessin doit être multicolore, il

faut autant de planchettes qu'il y a de teintes différentes; chacune d'elles ne représente que la partie du dessin ayant la teinte qu'elle est destinée à mettre en place. La pièce de percale passe ainsi par les mains de l'imprimeur une fois pour le rouge, une fois pour le noir, une fois pour le violet, autant de fois enfin qu'elle doit recevoir de teintes, si peu différentes qu'elles soient l'une de l'autre.

— Ce doit être, dit Émile, un travail bien délicat que d'assembler avec précision les divers coups de planchette, pour obtenir, avec le tout, un dessin dont les couleurs se rejoignent bien sans se mélanger entre elles.

— L'habileté des indienneurs se joue de cette difficulté.

Le dessin est aussi net que pourrait l'obtenir un peintre avec ses pinceaux.

Bref, quand toutes les teintes ont été appliquées, le tissu est exposé, dans une chambre close, à l'action de la vapeur brûlante. La chaleur et l'humidité aidant, chaque matière colorante s'associe à son mordant, qui l'incorpore au tissu; et des teintes admirables de vivacité naissent, comme par enchantement, là où les planchettes gravées n'avaient déposé qu'une bouillie de très-pauvre apparence.

LX

LA GARANCE

La plus précieuse des matières tinctoriales, la garance, est la racine d'une plante de même nom, dont la culture en France se fait surtout dans le département de Vaucluse. Cette racine est de la grosseur d'une forte plume

et d'une couleur jaune rougeâtre. Les manipulations qu'on lui fait subir sont les suivantes.

La racine, desséchée à l'étuve, est réduite en poudre sous des meules verticales. Sans autre préparation, cette



Fig. 55. — La Garance.

poudre peut être employée à la teinture ; mais d'habitude on la soumet à divers traitements qui ont pour but d'éliminer autant que possible les matières étrangères à la substance colorante, pour concentrer celle-ci sous le

plus petit volume et obtenir un produit plus pur, salissant moins les parties du tissu qui doivent rester blanches.

L'épuration la plus simple consiste à laver avec de l'eau, sur des filtres en tissu de laine, la poudre de garance telle qu'elle vient des meules. On enlève ainsi diverses matières solubles, notamment une espèce de sucre qui communique aux eaux de lavage une saveur douceâtre. Ces eaux, soumises à la fermentation et distillées après, fournissent de l'alcool, identique avec celui du vin, mais imprégné d'une odeur désagréable dont on le débarrasse par de nouvelles distillations.

Quant à la matière colorante de la garance, comme elle est très-peu soluble dans l'eau, elle n'éprouve pas de déperdition sensible par ce lavage, qui du reste est modéré. Le traitement peut se borner là. La matière fortement pressée et desséchée dans des étuves porte le nom de *fleur de garance*. Par ce traitement très-simple, la garance brute, tout en conservant son pouvoir tinctorial, est réduite à la moitié environ de son poids.

Un second traitement amène la garance à un degré de concentration plus avancée. La matière lavée à l'eau est jetée, encore humide, dans des cuves en bois, et additionnée d'eau et d'acide sulfurique, ce même acide, d'une action si énergique, que nous avons déjà vu intervenir dans la fabrication du chlore et de la couperose.

— Ce dangereux liquide, fit Jules, cette huile de vitriol, comme vous l'appellez encore, est donc d'un emploi fréquent en industrie? Voilà déjà trois fois qu'il reparaît, rien que pour l'industrie des tissus.

— L'acide sulfurique, à cause de ses violentes énergies, est l'un des agents les plus précieux des manipulations industrielles; bien peu de produits sortent d'une fabrique sans avoir exigé son intervention, soit directement, soit indirectement. Mais revenons à la garance mise dans une cuve en bois avec de l'eau et de l'acide sulfurique. Un

jet de vapeur, issu d'une chaudière expressément chauffée dans ce but, porte le mélange à l'ébullition et l'y maintient pendant quelques heures. La substance colorante, douée d'une résistance exceptionnelle, n'éprouve aucune altération par ce contact avec l'acide; mais diverses matières qui l'accompagnent deviennent ainsi solubles dans l'eau, et peuvent être éliminées par un lavage ultérieur. Après une cuite suffisante, la matière, déversée sur des filtres en tissu de laine, est lavée avec de l'eau jusqu'à disparition totale de l'acide. On presse le résidu, on le dessèche à l'étuve, on le fait passer sous des meules, et l'on obtient ainsi une poudre brune, qui représente en poids environ le tiers de la garance brute. Ce produit porte le nom de *garancine*. Sous un poids trois fois moindre, la garancine renferme la substance colorante de la garance, non souillée par les matières qui l'accompagnaient d'abord.

Seules, les trois matières tinctoriales dont je viens de vous expliquer la préparation, garance, fleur de garance et garancine, ne donnent absolument aucune teinte sur une étoffe quelle qu'elle soit, en laine, en soie, en coton, n'importe. Vainement on ferait bouillir des journées entières une pièce de percale avec l'une ou l'autre de ces poudres, le tissu resterait toujours blanc. Pour que la couleur se forme et apparaisse sur l'étoffe, il manque quelque chose d'essentiel.

— Il manque sans doute, se hâta de dire Émile, ce que vous avez appelé le mordant, cette substance qui s'associe avec la matière tinctoriale pour produire la couleur et la fixer sur le tissu, de même que la couperose produit le noir de l'encre avec la noix de galle.

— C'est bien cela : il manque le mordant, qui, pour la garance, est tantôt de la rouille de fer et tantôt une matière blanche, pareille à de l'empois et nommée *alumine*, que l'on retire des argiles très-pures. S'il est préalablement imprégné d'une forte proportion d'alumine, le tissu

prend une teinte rouge foncé dans l'eau bouillante additionnée de l'une ou l'autre des trois poudres de garance que je vous ai fait connaître. Si l'alumine est en faible quantité, la teinte obtenue est simplement rose. On peut ainsi, en variant la proportion du mordant d'alumine, donner au tissu toutes les nuances depuis le rouge le plus nourri jusqu'au rose le plus tendre.

Avec la rouille de fer pour mordant se développent d'autres couleurs, sans rapport aucun avec les précédentes. Beaucoup de rouille donne du noir; peu de rouille donne du violet, toujours bien entendu avec la garance. Enfin si le mordant est un mélange d'alumine et de rouille, la couleur produite est un brun marron, intermédiaire entre le rouge et le noir, et dont la nuance varie suivant la proportion du mélange.

Vous voyez, ce qui ne peut manquer de vous étonner, qu'avec une seule matière tinctoriale, la garance, il est possible d'obtenir une série de teintes qui vont du rouge sombre au rose clair, du noir intense au violet, et comprennent en outre les marrons ou mélanges de rouge et de noir.

Supposons que l'indienneur ait déposé divers mordants sur le tissu avec sa planchette d'impression, et qu'il les ait artistement groupés pour obtenir des bouquets de fleurs. Ce travail fait, le tissu apparaît uniquement souillé de taches malpropres : la rouille se montre avec son jaune sale; l'alumine, incolore, ternit un peu le coton. Mais la pièce est plongée dans un bain bouillant où nage la poudre brune de la garancine au milieu de l'eau presque sans couleur. Bientôt chaque mordant attire à lui la matière colorante contenue dans la poudre brune, se l'incorpore et forme avec elle, suivant sa nature, telle ou telle autre couleur. Les rouges, les roses, les noirs, les violets, les marrons, tout se montre à la fois aux regards émerveillés, qui, la première fois, croiraient assister à la naissance de bouquets enchantés.

— Quant à moi, dit Jules, si vous ne nous aviez expliqué cette curieuse opération, j'aurais été grandement étonné de voir se former tous seuls, dans le désordre d'une cuve bouillante, les magnifiques bouquets des indiennes.

— D'autant plus, ajouta Émile, que la matière d'où proviennent toutes ces couleurs est une poussière brune, et que le bain de teinture est lui-même presque incolore.

— Dans cette seule cuve, reprit l'aîné, ne contenant que de l'eau et de la garance, se forment donc à la fois les rouges, les roses, les violets pour les fleurs, les marrons pour l'écorce des rameaux, les noirs pour les ombres. Il ne manque aux bouquets que le vert des feuilles.

— La garance ne donne pas du vert, continua l'oncle; il faut une autre substance et une autre opération pour obtenir cette teinte. Malgré cela, qui ne reconnaîtrait combien est précieuse la garance, pouvant donner, à elle seule, de nombreuses nuances, toutes remarquables, non-seulement pas leur beauté, mais encore par leur solidité sans égale? Aucune autre matière tinctoriale ne présente de tels avantages.

LXI

MATIÈRES TINCTORIALES

— Et les autres couleurs, le jaune, le vert, le bleu, comment les obtient-on? demandèrent les enfants.

— Le bleu le plus solide est encore le produit d'une plante, qu'on nomme Indigotier. Nos pays sont trop froids pour la culture de ce végétal; on le récolte dans les plaines humides et chaudes de l'Inde. Ce sont les

feuilles que l'on emploie. Elles sont d'abord vertes, mais il suffit de les mettre pourrir dans de l'eau contenant un peu de chaux, pour qu'il se forme, à leurs dépens, une superbe matière bleue appelée indigo.

— J'ai dans ma boîte de couleurs, dit Jules, une tablette avec le nom indigo, et une autre avec le nom bleu de Prusse. Toutes les deux donnent du bleu, mais un peu différent de nuance. Serait-ce la même chose ?

— Non, répondit l'oncle : la tablette qui porte le nom d'indigo est faite avec la matière colorante que nous donne l'indigotier; celle où est inscrit le nom de bleu de Prusse a une origine bien différente, dont il ne sera pas inutile de vous dire un mot, ne serait-ce que pour vous montrer par quels procédés singuliers naissent parfois des couleurs superbes. Dans une marmite en fer chauffée au rouge, on calcine des matières animales, lambeaux de chair, sang desséché, bourre, corne, morceaux de cuir; on ajoute de la potasse, substance qui se trouve dans les cendres et leur donne la propriété de nettoyer le linge mis à la lessive. De ce mélange fortement chauffé résulte une matière qui, associée plus tard à la couperose, produit le bleu de Prusse. Vous voyez, mon ami, que dans votre tablette de bleu de Prusse il entre pas mal de choses que vous étiez loin de soupçonner. Pour faire cette belle couleur, la corne, la chair, le sang, le cuir, le poil fournissent une part; les cendres du foyer en fournissent une autre; et le fer fournit la troisième. Rien de tout cela n'est bleu par lui-même, et le tout cependant est d'un bleu superbe.

— Voilà certes une couleur dont la composition n'est pas facile à deviner. Y en a-t-il beaucoup d'autres ayant aussi pour point de départ des substances non colorantes elles-mêmes ?

— Il y en a une infinité, mon ami, comme vous pourrez vous en convaincre un jour quand vos études seront plus avancées. Je vous en ai déjà cité un autre exemple.

celui de la noix de la galle et de la couperose, qui, n'ayant rien de noir ni l'une ni l'autre, donnent cependant, par leur simple mélange, le noir intense de l'encre.

Un fort beau jaune, remarquable d'éclat et de solidité, se prépare avec une plante de nos régions, la Gaude, dont les fleurs ont une étroite ressemblance avec celles du Réséda, à odeur si suave. Du mélange de ce jaune avec le bleu résulte le vert, que vous me demandiez tantôt pour les feuilles des bouquets des indiennes.

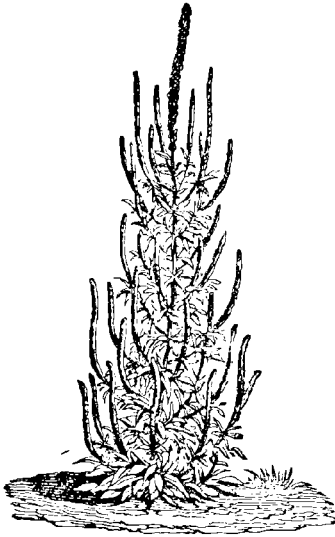


Fig. 56. — La Gaude.

— Et la gomme gutte de ma boîte à couleurs, est-ce la Gaude qui la fournit?

— Pas du tout. La gomme-gutte, si remarquable par son jaune brillant, provient du suc d'un arbre qui croît en Asie, dans l'île de Ceylan et dans la presqu'île de Cambodge. Elle découle des incisions

faites à l'écorce comme découlent la gomme de nos cerisiers et la résine de nos pins.

Le Safran, cultivé dans quelques-uns de nos départements, en particulier aux environs d'Angoulême et de Nemours, n'a qu'une bien faible importance tinctoriale ; néanmoins il fournit une magnifique couleur jaune orangée utilisée par les pharmaciens, les parfumeurs, les confiseurs, les distillateurs. On en fait usage aussi pour

quelques préparations de cuisine. La matière colorante du safran est contenue uniquement dans trois menus fils qui se trouvent tout au centre de la fleur et qu'on nomme stigmates. Les fleurs sont recueillies le matin, une à une, à mesure qu'elles s'épanouissent; on leur enlève les



Fig. 37. — Le Safran.

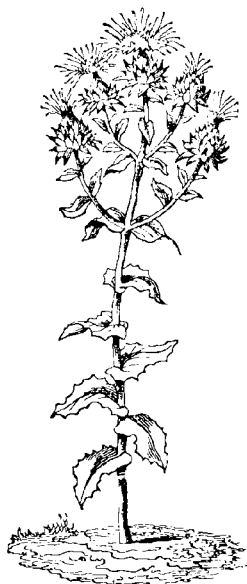


Fig. 38. — Le Carthame.

trois stigmates que l'on met sécher au soleil, et la récolte se borne là. Je vous laisse à penser ce qu'il faut d'étendue de terrain et de fleurs pour obtenir seulement quelques poignées de la précieuse matière colorante.

Les fleurs du *Carthame*, espèce de chardon, renferment une matière colorante rouge qui donne à la soie une teinte rose de la plus grande fraîcheur, mais très-altérable. Le carthame se cultive en France.

L'Orcanette est employée à colorer en rouge les matières grasses, par exemple les pommades des parfumeurs. C'est la racine d'une plante rappelant l'aspect de notre vulgaire bourrache, et qui vient sans culture dans les terrains arides de la Provence et du Languedoc.

Un petit insecte, assez laid de forme, fournit à la teinture sa plus belle couleur rouge. On le nomme *Cochenille*.

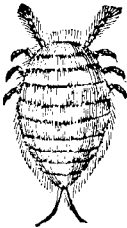


Fig. 59. — La Cochenille.

Il vit immobile à la même place, comme le font les pucerons de nos rosiers, sur une plante grasse dont les rameaux sont aplatis en forme de palettes et parsemés de houpes de piquants. Cette plante est connue sous les noms de *Nopal*, *Cactier raquette*, *Figuiér de Barbarie*. Le Mexique produit la majeure partie de la cochenille. On récolte l'insecte sur les nopals, on le tue par une courte immersion dans l'eau bouillante et on le fait sécher au soleil. La cochenille a alors l'aspect d'une petite graine ridée. Il faut environ 140000 insectes pour faire le poids d'un kilogramme. Il suffit de faire bouillir la cochenille avec de l'eau pour obtenir un liquide rouge qui, par le repos, laisse déposer la belle matière colorante connue sous le nom de *carmin*. La tablette de carmin de votre boîte à couleurs a été préparée de cette manière. La laine et la soie se teignent en écarlate avec la cochenille.

Je terminerai par quelques mots sur les matières colorantes les plus brillantes, les plus fraîches de toutes, mais aussi les plus fugaces et les plus altérables malheureusement. Rappelez-vous les splendides teintes que l'on donne aujourd'hui à la laine et à la soie, aux rubans surtout. L'arc-en-ciel seul peut rivaliser de richesse avec elles. Or, savez-vous le point de départ de ces admirables couleurs, si pures, si vives, qui charment le regard? Elles proviennent d'une affreuse matière noire, toute puante, toute visqueuse, qu'on appelle goudron.

Vous vous rappelez que le gaz servant à l'éclairage s'obtient en chauffant au rouge du charbon de terre dans de grands vases de fer où l'air ne pénètre pas. La chaleur fait à la fois dégager du gaz pour l'éclairage et du goudron, que l'on recueille à part; et il reste une espèce de charbon, léger, brillant et tout criblé de trous, que l'on nomme *coke*. Occupons-nous du goudron seul, qui, malgré sa dégoûtante apparence, est une des plus merveilleuses matières au service de l'industrie. En le travaillant de telle manière, puis de telle autre et de telle autre encore, on en retire des substances très-diverses, les unes brillantes et nacrées comme des écailles de poisson, les autres blanches comme une belle farine, les autres enfin semblables à des huiles limpides, tantôt à odeur forte et déplaisante, tantôt à odeur aromatique. L'un de ces liquides huileux se nomme *benzine* et s'emploie pour enlever les taches de graisse sur les étoffes fines.

Quand le triage du goudron est fait, l'industrie est en possession de matériaux qu'un travail ultérieur transforme en couleurs de toute sorte. La benzine, par exemple, devient un rouge admirable appelé *fuschine*, ou bien un bleu d'azur qui ne déparerait pas l'aile du plus somptueux papillon; un autre, appelé *anthracène*, d'abord poudre farineuse, reproduit exactement les couleurs mêmes de la garance; un troisième donne le jaune et l'orangé; un quatrième lutte pour l'intensité du noir avec l'aile même du corbeau; un cinquième ferait pâlir le violet, le lilas, le pourpre du coloris des fleurs. Mais un vice capital est commun à la plupart de ces splendides teintes, retirées du charbon par notre art. Presque toutes ne peuvent supporter sans détérioration le moindre savonnage; la lumière seule même les altère rapidement.

Les couleurs vraiment bon teint, celles qui durent autant que l'étoffe et peuvent sans pâlir supporter l'action prolongée de la lumière, sont avant tout les couleurs de

garance, les bruns et les noirs à la noix de galle, les bleus de l'indigo, les jaunes de la gaude.

LXII .

LE FEUTRE

Portez votre attention sur l'espèce d'étoffe dont se compose un chapeau. Malgré sa ressemblance avec du drap, cette étoffe n'est pas formée de fils entre-croisés; on n'y voit ni trame ni chaîne, mais un simple amas de poils enchevêtrés les uns dans les autres. Cela s'appelle un *feutre*, tandis que le drap est un *tissu*.

Lorsqu'ils sont pressés ensemble et remués en divers sens, les poils de certains animaux s'enlacent au hasard, et adhèrent les uns aux autres au moyen de fines aspérités dont leur surface est hérissée. Un exemple bien connu nous en est fourni par la laine des matelas. Sous la pression et les mouvements du corps, les brins de laine finissent par se prendre en galettes compactes, qu'il faut de temps en temps carder ou battre sur des claies, afin de rendre au matelas son épaisseur et sa souplesse premières. Supposez ces galettes de laine façonnées par notre art en lames plus minces, plus serrées, et vous aurez le feutre. Les poils qui s'enlacent et adhèrent avec le plus de force, enfin ceux qui se prêtent le mieux au *feutrage* sont ceux de castor, de lièvre, de lapin.

— Voilà pourquoi, fit Émile, j'entends crier, par les rues, aux chiffonniers : Peaux de lièvre, peaux de lapin ! Ils achètent les peaux de lapin, dont les poils serviront à fabriquer le feutre.

— Avec ces peaux de lièvre et ces peaux de lapin

s'obtiendront, en effet, des feutres, et finalement des chapeaux. Voyons en quelques mots comment les choses se passent pour arriver de la peau de la bête au chapeau. — On commence par disposer les poils à mieux se feutrer au moyen d'une préparation connue sous le nom de *secretage*. Ce nom paraît venir de *secret*, parce que les chapeliers, dit-on, faisaient autrefois un secret de leur recette. Le moyen employé n'a plus rien de caché. On fait dissoudre dans de l'eau-forte un peu de mercure ou argent-vif, et, avec le liquide obtenu, on imbibe très-légerement les poils. On place alors les peaux les unes sur les autres, poil contre poil, et on les expose à la douce chaleur d'une étuve jusqu'à parfaite dessiccation. Tel est le *secretage*.

Après cette préparation, les poils sont tondus ras de la peau avec des ciseaux ou tout simplement arrachés. Vient alors le travail de l'*arçon*, l'un des plus singuliers qu'il soit possible de voir. Figurez-vous un grand arc en bois, de trois mètres environ de longueur, suspendu au plafond et pouvant tourner sur lui-même. Il est sous-tendu par une corde en boyau pareille à celles du violon. Au-dessous est une claie en osier sur laquelle sont étalées quelques poignées de poils de lapin. L'ouvrier introduit la corde de l'*arçon* au milieu du tas de poils et la fait résonner, en la pinçant avec un outil, nommé *coche*, que terminent deux boutons en forme de champignon. En même temps qu'il entretient les vibrations de la corde par le choc répété de son outil, de sa main gauche il dirige l'arc et le fait tourner à droite, à gauche, en tous sens, pour mettre en branle la couche entière de poils. Le résultat de cette singulière manœuvre ne tarde pas à se manifester. Heurtés de toute part, soulevés en tourbillons par la corde vibrante, les poils sautillent, vont et reviennent, s'emmêlent, s'enlacent et se prennent en un commencement de feutre.

— Quelle étrange manière de faire une étoffe, dit

Jules; vous voilà bien loin du travail de la navette qui entre-croise son fil avec ceux de la chaîne sur le métier à tisser. Des poils dansent sur une claie au son d'une corde qui vibre dans la mêlée; ils s'accrochent les uns aux autres, au hasard, et l'étoffe se trouve faite.

— Vous allez trop vite, mon petit ami : l'étoffe est loin d'être encore faite. Le travail de l'arçon ne donne qu'un commencement de feutre, délicat assemblage qu'un rien dissiperait. L'ouvrier sépare de la couche de poils enchevêtrés un triangle d'étendue suffisante pour faire un chapeau; il l'humecte, le roule dans une toile et le presse sur une table bien unie. De ce travail résulte une sorte de poche en forme d'entonnoir, que l'on soumet après aux manipulations du *foulage*.

Une grande cuve en cuivre contient de l'eau bouillante additionnée de lie de vin. Sur son contour sont disposées des planches inclinées, plongeant vers le liquide. C'est sur ces planches que les feutres sont travaillés. Les ouvriers *fouleurs* trempent de temps en temps les poches de poils dans le bain, il les pressent des mains, les étirent, les roulent sur la planche et les déroulent encore, les tournent et les retournent avec un bâton appelé *roulet*. Par l'action de la chaleur et des substances que contient la lie de vin, les poils se crispent et s'accrochent étroitement les uns aux autres. C'est alors que le feutre acquiert la résistance d'une solide étoffe. Mais la solidité n'est pas tout : il faut aussi la forme. Pendant que les poils ont encore entre eux assez de mobilité, le *fouleur*, en poussant de sa main, élargit et régularise la cavité de la poche; en tirillant peu à peu sur les bords, il obtient les ailes. Le résultat final est un grossier chapeau qu'il faut encore teindre en noir, perfectionner de forme et lustrer en le repassant au fer chaud sur un moule.

Les chapeaux de feutre sont les plus solides, les plus économiques, mais ils n'ont pas la finesse, l'élégance de ceux que l'on fabrique avec de la soie. Ces derniers se

composent d'une carcasse en carton sur laquelle on colle une étoffe de soie à très-longes poils, appelée *peluche*.

Les chapeaux de paille, légères coiffures pour l'été, s'obtiennent avec les chaumes du froment, du seigle, du riz. La paille est d'abord blanchie à l'acide sulfureux, assouplie par un mouillage et fendue en brins d'une largeur convenable. Des femmes tressent ces brins en rubans, que le chapelier assemble en une spirale dont les tours répétés forment le chapeau. Une couture à points cachés maintient le tout en place.

L'oncle ayant fini ce qu'il avait à raconter sur les chapeaux, Émile revint sur la fabrication des feutres.

— Avec le lièvre et le lapin, animaux que je connais fort bien, dit-il, vous nous avez parlé du castor, comme fournissant un poil propre au feutrage. Le castor, je ne l'ai jamais vu. Comment est-il ? où le trouve-t-on ?

— De tous les poils, répondit l'oncle, celui de castor est le plus estimé pour le feutrage, à tel point que, dans le langage vulgaire, on désigne parfois un chapeau de feutre par le nom de castor. Mais aujourd'hui que cet animal est devenu très-rare, on n'emploie guère que les poils de lièvre et de lapin, en y associant de la laine pour les feutres grossiers. Autrefois, il y a bien des siècles, le castor vivait en nombreuses sociétés aux bord de tous nos fleuves ; il bâtissait sur pilotis, avec du bois et de la terre glaise, de gracieuses petites cabanes qui, figuraient à la surface des eaux, un village de nains. De nos jours le castor est sur le point de disparaître de nos pays, s'il n'a déjà pour toujours disparu. Tout au plus, sur les rives du Rhône, s'en trouve-t-il quelque'un de temps en temps, mais misérable, isolé, sans aucun reste de son antique industrie.

— Cette industrie, voudriez-vous nous la raconter ?

Très-volontiers, mes petits amis.

LXIII

LE CASTOR

Vous n'écouteriez pas sans intérêt l'histoire de ces curieux bâtisseurs, dont on peut encore aujourd'hui observer les mœurs et suivre les travaux autour des grands lacs de l'Amérique du Nord.

Le castor est à peu près de la taille de nos chiens bas-



Fig. 60. — Le Castor.

sets. Il a le pelage roux, la tête un peu allongée, l'oreille courte et ronde, le corps trapu et traînant presque à terre. Les pattes de devant ont les doigts séparés l'un de l'autre et sont conformées en

petites mains d'une étonnante dextérité. Celles de derrière rappellent les pattes de l'oie et du canard : entre leurs doigts s'étale une membrane qui fait des extrémités postérieures des palettes, des rames éminemment aptes à la natation. La queue sert de gouvernail. Elle est aplatie, très-large et couverte, non de poils, mais de grandes écailles, qui lui donnent quelque ressemblance avec le dos d'une carpe. De ce robuste battoir, le castor fouette l'eau pour plonger ou remonter à la surface, tourner dans un sens ou dans l'autre et manœuvrer enfin dans le courant avec l'adresse du plus habile nageur.

Il faut aux castors, pour leurs constructions, des eaux calmes et dont le niveau ne soit pas sujet à varier. Si l'emplacement choisi est une rivière, leur premier travail est une digue, qui barre le courant et le transforme en une nappe tranquille dont la hauteur se maintient la même en temps de sécheresse comme en temps de pluie.

Pour maîtresse pièce du barrage, un arbre est choisi sur la rive, aussi gros que le corps d'un homme, assez long pour aller en travers d'un bord à l'autre de la rivière, dont la largeur est parfois de vingt à trente mètres. Nos grandes poutres de charpente n'ont pas de plus fortes dimensions.

— Et les castors, eux si petits, manœuvrent de telles pièces? demanda Émile fort étonné de la disproportion de l'ouvrage avec l'ouvrier.

— Ils les mettent en place, continua Paul, avec une habileté qui ferait honneur à un charpentier. Vous allez voir. Les plus experts, les vieux, riches d'expérience, jugent du regard si l'arbre remplit les conditions voulues de longueur et de grosseur; ils reconnaissent le terrain pour s'informer si rien ne viendra mettre obstacle à la gigantesque entreprise. Leur avis est favorable : on peut se livrer au travail. Aussitôt, de leurs scies bien aiguisées, les castors entaillent l'arbre à la base; j'entends par scies les quatre dents de devant, tranchantes et dures comme du fin acier. Ils rongent miette par miette avec une telle ardeur, qu'en peu de temps l'arbre chancelle, non au hasard, mais toujours du côté de l'eau. Par une savante combinaison, en effet, au lieu de ronger le tronc tout autour, ils pratiquent l'entaille uniquement du côté de la rivière, de sorte que l'arbre, cédant sur le point entamé, tombe en travers du courant, le pied sur un bord et la cime sur l'autre. L'adresse aidant, ce que tous leurs efforts réunis n'auraient pu faire s'accomplit ainsi tout seul.

— Voilà certes d'adroites bêtes, fit Émile; je n'aurais pas trouvé mieux en y réfléchissant bien. Et puis?

— Quand l'arbre, à grand fracas, abat sa tête sur l'autre rive, les castors, par des frémissements de queue, se félicitent du succès de l'opération; quelques instants sont donnés à la commune joie, et le travail reprend. Une escouade d'ouvriers traverse la rivière, qui à la nage, qui sur le pont de l'arbre, et accourt dépouiller la cime de ses branches, afin que la solive repose solidement à plat. En même temps, d'autres parcourent le voisinage de la rivière, mais toujours en remontant le courant; ils scient des arbres de la grosseur de la jambe; ils les dépècent en tronçons d'une longueur calculée sur la profondeur de l'eau, les aiguisent par un bout et les traînent avec les dents jusqu'au bord de la rivière. Là, pour éviter un plus long trajet par terre, si pénible avec pareille charge, chacun se jette à la nage, met à flot son pieu et le laisse entraîner par le courant. Le castor suit et dirige la pièce flottante.

Parvenus au chantier de la digue, les uns dressent les pieux et les maintiennent d'aplomb, le gros bout appliqué contre la pièce transversale, tandis que d'autres plongent pour creuser au fond de l'eau, avec les pattes de devant, un trou dans lequel ils enfoncent l'extrémité pointue. Le plongeur remet la terre dans la cavité, la piétine, la tasse avec soin; et le pieu se trouve solidement fixé, la tête à fleur d'eau contre l'appui de l'arbre.

Pendant que les charpentiers dressent la palissade, des vanniers renforcent l'ouvrage avec des branches flexibles de saule entrelacées parmi les pieux. Plusieurs barrières sont ainsi construites, l'une devant l'autre, dans toute la largeur du courant. A mesure que le travail avance, l'intervalle entre les diverses rangées de pieux est comblé avec des matériaux de maçonnerie. Les castors vont chercher de la terre grasse, qu'ils pétrissent avec les pieds, qu'ils battent de leur large

queue en guise de truelle, pour lui donner consistance ; ils en apportent des pelottes, soit avec la gueule, soit avec les pattes de devant, et finissent par en remplir tous les vides de leur pilotis. Au moyen de cette chaussée, épaisse d'un mètre au sommet, beaucoup plus large à la base pour mieux résister à la pression de l'eau, les castors sont en possession d'un petit lac tranquille, dont le trop-plein se déverse par quelques rigoles ménagées au-dessus du barrage.

Après ce travail d'intérêt général auquel tous ont prêté leur concours, chacun songe à se bâtir en particulier sa demeure. Dans l'eau, mais au bord du lac, un pilotis est dressé avec des pieux et de la terre, pour servir de support à l'édifice. Sur cette base s'élève une élégante cabane ronde avec toit en coupole. Elle est maçonnée avec du sable, des pierres, du bois, de la glaise ; elle est crépie, tant au dehors qu'au dedans, d'une couche lisse d'argile. Sa hauteur et sa largeur dépassent un mètre ; ses murs, épais d'un à deux pans, sont d'une solidité qui défie la violence des vents et les efforts de tout ennemi qui voudrait forcer le refuge. L'intérieur est divisé en deux étages, communiquant entre eux par un trou percé dans la cloison qui les sépare. L'étage inférieur a sa porte d'entrée au milieu du plancher, sous l'eau ; et comme la cabane n'a pas d'autre orifice communiquant au dehors, le castor est obligé de plonger, ce qui pour lui est un jeu, toutes les fois qu'il sort ou qu'il rentre.

— A la place du castor, dit Émile, je ferais une fenêtre à la chambre d'en haut, pour prendre l'air et voir le lac.

— Une fenêtre avec balcon donnant sur l'eau serait certes fort agréable, mais l'ennemi pourrait entrer par là. Le castor, qui veut avant tout vivre en paix chez lui, fait de sa demeure un château-fort impénétrable, sans autre ouverture que celle du fond, au sein même de l'eau, où lui seul, habile nageur, peut avoir accès.

Les chambres de la cabane sont très-proprement tenues, avec tapis de verdure, de rameaux de buis et de feuilles de sapin. Sur cette couchette repose la famille, qui se compose d'une dizaine d'individus, les vieux et les jeunes pêle-mêle. Parfois plusieurs familles se réunissent et mènent une vie commune dans un logement plus spacieux.

Enfin près des habitations est construit sous l'eau l'entrepôt général des vivres, où sont amassées en septembre les provisions d'hiver, écorces fraîches et rameaux tendres. Chaque famille y possède son magasin particulier, où elle puise sans toucher aux réserves des autres.

LXIV

LE TANNIN

Le cuir, employé à une foule d'usages et surtout à la fabrication de nos chaussures, s'obtient avec la peau de divers animaux. Le bœuf nous donne le *cuir fort*, épais et consistant, réservé pour les semelles; la vache, le cheval, le veau, fournissent le *cuir mou*, que sa souplesse fait employer pour dessus de chaussures, tiges de bottes, ouvrages de sellerie et de carrosserie; le mouton, la chèvre, l'agneau, le chevreau, donnent les peaux fines pour gants et maroquins; enfin le porc, l'âne, le bouc, fournissent des membranes pour cribles et tambours.

Mais sans préparation, la dépouille des animaux ne pourrait nous servir: laissée à l'humide, elle se corrompait avec d'infecieux puanteurs; tenue au sec, elle deviendrait toute raide et cassante. Considérez, au contraire, les qualités que doit réunir le cuir, les conditions auxquelles doit satisfaire la moindre chaussure. Il lui faut

une consistance ferme pour résister à de continuel frottements et préserver les pieds de douloureux contacts, une souplesse qui lui permette de se plier aux mouvements de la marche sans les gêner, une structure compacte qui défende de l'humidité des neiges et des boues, enfin une parfaite incorruptibilité. Ces propriétés, la peau les acquiert par le *tannage*. *Tanner* une peau, c'est donc la rendre incorruptible, et accroître sa souplesse, sa résistance, son imperméabilité; c'est, en un mot, la convertir en cuir.

Avant de vous parler du travail des tanneries, je dois vous faire connaître la substance qui joue le principal rôle dans la préparation des peaux. — Certains fruits, non parvenus à maturité suffisante, ont une saveur âpre qui resserre la gorge et rend la salivation difficile. Rappelez-vous les sorbes, telles qu'elles viennent de l'arbre, encore jaunes et rouges.

— Je sais ce que vous voulez dire, fit Jules. Les sorbes sont bien alors le plus détestable manger. Elles resserrent la gorge au point qu'on a de la peine à avaler. Mais laissées quelque temps sur la paille, elles perdent cette affreuse saveur, deviennent brunes, se ramollissent et finalement sont excellentes.

— Une âpreté semblable se retrouve en d'autres matières végétales.

— Par exemple dans l'enveloppe verte ou brou des noix, se hâta de dire Émile, dont les souvenirs au sujet des noix fraîches étaient tout récents, ainsi que le prouvaient ses doigts brunis par l'épluchage de quelques-uns de ces fruits. En voilà une saveur abominable, qui semble devoir vous étrangler!

— Au brou des noix, j'ajoute les tiges d'artichaut, continua Jules, désireux de ne pas rester en retard sur son frère.

— Et moi, fit l'oncle, j'y ajoute les cardons, l'écorce du chêne, du saule, du châtaignier, de l'orme, et une foule d'autres matières végétales qu'il serait trop long

d'énumérer, tant il y en a. Toutes ces matières ont une saveur analogue à celle des sorbes non mûres; saveur appelée astringente parcequ'elle resserre la gorge.

En outre, au contact du fer, le suc de ces matières développe un liquide noir qui ressemble à de l'encre, et qui n'est en effet que de l'encre. Vous avez eu l'un et l'autre mille fois l'occasion de constater que les noix fraîches, les cardons, les artichauts, l'écorce d'un rameau de chêne, noircissent plus ou moins dans la partie entamée avec la lame d'un couteau. Eh bien, toutes ces choses végétales qui deviennent noires au contact du fer et possèdent la saveur astringente, doivent ces deux propriétés à une substance particulière appelée *tannin*.

— Alors, demanda Jules, il doit y avoir du tannin dans les noix de galle employées en teinture, puisque ces noix de galle produisent du noir ou de l'encre avec la couperose, qui elle-même renferme du fer!

— Votre observation est très-juste. Les noix de galle contiennent du tannin encore plus que le brou des noix, l'écorce du chêne, les artichauts, les cardons. C'est de leur tannin, combiné au fer de la couperose, que se compose l'encre employée à l'écriture, de même que le liquide noir, apparaissant sur la lame d'un couteau quand on pèle une noix fraîche, résulte du fer de la lame et du suc astringent du fruit. Les noix de galle, surtout quand elles sont encore tendres, doivent alors posséder et possèdent effectivement au plus haut degré, l'âpre saveur qui caractérise le tannin. Lorsque l'occasion s'en présentera, cueillez-en une sur les feuilles du chêne, et vous verrez que, pour l'âpreté, elle l'emporte encore sur la sorbe non mûre.

Je résume les détails de notre conversation. Beaucoup de végétaux contiennent dans leurs fruits, leur écorce, leurs racines, leurs feuilles, leurs excroissances provoquées par des piqûres d'insecte, une substance reconnaissable à son goût très-âpre et à sa propriété de produire

de l'encre avec le concours du fer. On lui donne le nom de *tannin*. Elle est surtout abondante dans la noix de galle et dans l'écorce du chêne.

Comme l'indique son nom, le tannin est la substance qui agit dans tannage, c'est-à-dire dans la conversion des peaux en cuir. La matière employée de préférence est l'écorce de chêne, que l'on réduit en poudre grossière sous une meule. Cette poudre porte le nom de *tan*, d'où proviennent les dénominations dérivées *tanneur*, *tannage*, *tannerie*, *tanner*, *tannin*.

LXV

LE CUIR

Parmi les peaux que doit travailler le tanneur, il y en a qui proviennent de pays lointains, principalement de l'Amérique méridionale, où errent en liberté, dans d'immenses plaines de verdure, d'innombrables troupeaux de bœufs et de chevaux sauvages. Pour conserver ces peaux jusqu'à leur entrée dans les tanneries de l'Europe, les Américains sont dans l'usage de les saler et de les sécher au soleil. Le premier soin du tanneur qui les reçoit dans son atelier consiste à les ramollir et à les dessaler en les tenant plongées quelque temps dans l'eau. Les peaux *fraîches*, c'est-à-dire celles qui proviennent d'animaux récemment abattus dans le pays même, subissent aussi une immersion de quelques jours dans l'eau, qui enlève le sang dont elles sont imprégnées. Ces préparatifs faits, les unes et les autres sont soumises à quatre opérations consécutives qui sont le *pelanage*, l'*épilage*, le *gonflement*, et enfin le *tannage*.

Le *pelanage* consiste à faire passer successivement les peaux dans quatre à cinq cuves, appelées *pelains*, contenant de l'eau et de la chaux délayée. On commence par la cuve la moins riche en chaux et l'on finit par la plus riche. Cette opération, qui dure près d'un mois, a pour but de disposer les poils et les lambeaux de chair à se détacher aisément de la peau.

Par l'*épilage* ou *débourrage*, on se propose d'enlever les poils des peaux qui ont subi l'action de la chaux. A cet effet, on place ces dernières sur un chevalet incliné et à dos courbe, et on les racle avec un couteau émoussé, dit *couteau rond*. Quand toute la bourre est enlevée, on les met tremper dans de l'eau, puis on les replace sur le chevalet, pour leur enlever, au moyen d'un couteau tranchant à lame circulaire, les lambeaux de chair et les bords. Ensuite, avec une pierre de grès bien unie, on fait disparaître les aspérités qui recouvrent la peau du côté des poils. Finalement on passe de nouveau le couteau circulaire des deux côtés de la peau, jusqu'à ce que celle-ci soit bien blanche et que l'eau en sorte limpide.

L'opération du *gonflement* consiste à tenir les peaux immergées, pendant une quinzaine de jours, dans un liquide aigri appelé *jusée*. Ce liquide n'est autre chose que de l'eau ayant longtemps séjourné sur du vieux tan, qui a déjà servi, ne contient presque plus de tannin, et porte alors le nom de *tannée*.

Ainsi préparées, les peaux sont enfin soumises au *tannage*. Cette opération, la plus importante de toutes, se pratique dans des fosses en maçonnerie. On place d'abord au fond de la fosse une épaisse couche de vieux tan, que l'on recouvre d'une couche de tan frais moins épaisse. On dispose ensuite les peaux les unes sur les autres, en les séparant par des couches de tan, et l'on charge le tout de planches et de pierres. La fosse finalement reçoit de l'eau en quantité suffisante pour bien pénétrer toute la masse. Au bout de quelques mois, le tan est renouvelé

et les peaux sont disposées en sens inverse, celles du fond au-dessus, celles du dessus au fond, afin que le tannin agisse sur toutes d'une manière égale. Ce qui se passe pendant ce long travail n'exige pas d'amples explications : l'eau dissout le tannin de l'écorce de chêne et peu à peu en pénètre les peaux, qui de la sorte deviennent cuir. En six à huit mois, le tannage est complet pour les cuirs mous ; mais il faut de dix-huit mois à deux ans de séjour dans la fosse pour les cuirs les plus forts.

Après le tannage, diverses opérations sont encore nécessaires. Les cuirs épais, destinés aux semelles des chaussures, doivent prendre une structure serrée et devenir plus compactes qu'ils ne le sont au sortir des fosses. Dans ce but, on les martelle sur des blocs de pierre, opération que le cordonnier répète encore quand il bat la semelle sur un caillou rond placé entre ses genoux. Pour abréger le travail, le martelage est remplacé par le laminage, c'est-à-dire que le cuir passe entre deux rouleaux rapprochés, tournant en sens inverse l'un de l'autre. D'autres cuirs doivent prendre une belle couleur noire. A cet effet on les plonge dans une dissolution de couperose ou dans un autre liquide riche en fer. Comme le cuir est déjà tout imprégné de tannin, de l'encre se forme et le teint en noir. Si le cuir doit être doué d'une grande souplesse, ou l'imbibé légèrement d'huile, de suif ou d'une autre matière grasse.

Le *maroquin* est un cuir mince, à surface granuleuse, employé à une foule d'usages, notamment à la reliure des livres. Il est teint tantôt en rouge, tantôt en noir, en jaune, en vert, en bleu. Il tire son nom du Maroc, d'où nous est venu l'art de le préparer. Le maroquin se fait avec des peaux de chèvre, que l'on tanne d'une manière particulière. Les peaux sont cousues deux à deux en manière de sac que l'on remplit d'eau et d'une poudre très-riche en tannin appelée *sumac*. Cette poudre s'obtient avec les feuilles et les rameaux d'un arbuste portant le

même nom. La teinte rouge est donnée par la cochenille, la teinte bleue par l'indigo, la teinte noire par le sumac lui-même et le concours du fer. Pour en rendre la surface granuleuse, on comprime le cuir sous un cylindre taillé de fines rainures.

On appelle *cuir de Russie*, un cuir remarquable par sa souplesse, son inaltérabilité à l'air humide et surtout son odeur pénétrante qui le préserve de l'attaque des insectes. Cette odeur est due à une substance particulière dont il est imprégné après le tannage, que que l'on obtient en distillant de l'écorce de bouleau.

Les peaux minces de mouton, de chevreau, d'agneau, destinées à des ouvrages délicats, en particulier à la ganterie, ne sont pas soumises au tannage. On les rend incorruptibles avec de l'alun et du sel ordinaire. La préparation de ces peaux constitue l'art du *mégissier*.

Le *parchemin* qui, avant l'invention du papier, servait à l'écriture, se prépare avec des peaux de mouton ou de chèvre que l'on épile avec la chaux et que l'on use à la pierre ponce pour leur donner finesse et poli. On obtient de même avec des peaux d'âne ou de loup des membranes sonores pour tambours; avec des peaux de veau ou de bouc de forts parchemins pour cribles; avec des peaux de porc des parchemins pour reliures.

LXVI

POTERIE

Les voyageurs nous racontent la singulière façon dont s'y prennent, pour préparer leur manger, certaines peuplades qui ne connaissent pas la précieuse ressource

d'un pot. Ils nous disent, par exemple, que les Esquimaux du Groënland font bouillir leurs viandes dans un petit sac de peau.

— Mais cette marmite de peau doit se brûler sur le feu, dit Émile interrompant aussitôt l'oncle.

— Ils se gardent bien de la placer sur le feu. Des cailloux sont mis rougir dans le foyer. A mesure qu'ils sont rouges, on les plonge dans le petit sac, contenant de l'eau et les aliments qu'il faut faire cuire. Quand ils ont cédé leur chaleur, on les retire pour les faire rougir encore et les replonger dans l'eau, qui finit par entrer en ébullition.

Le résultat d'une telle cuisine est un mélange de suie, de boue, de cendres et de chair demi-crue; mais, avec leur robuste appétit, les Esquimaux n'y regardent pas de si près. D'ailleurs s'ils traitent un hôte de distinction, ils commencent par lécher avec la langue toute la crasse des morceaux qu'ils lui destinent. Quiconque n'accepterait pas l'offre, après cette haute politesse du nettoyage, serait regardé comme une personne incivile, mal élevée.

— Pouah! les sales! s'écria Émile. Je ne me ferai jamais inviter par eux.

— Sans adopter leur dégoûtant usage d'appropriier avec la langue le morceau destiné à un convive que l'on veut honorer, voilà pourtant où nous en serions réduits sans le secours d'un modeste pot, auquel nous accordons si peu d'attention malgré les continuels services qu'il nous rend. Pour obtenir seulement un peu d'eau chaude il nous faudrait recourir à des cailloux rougis au feu et plongés après dans une sèbile de bois ou dans un sac de peau.

— Apprenez-nous donc comment se font les pots, oncle Paul, les petits pots d'un sou qui nous préservent du misérable expédient des Esquimaux.

— Depuis la plus modeste écuelle jusqu'aux somp-

tueuses porcelaines ornées de riches peintures, toute poterie s'obtient avec de la terre grasse ou argile, que l'on trouve presque partout mais avec des qualités bien variables. Il y a des argiles jaunes ou rouges, il y en a de cendrées ou de noirâtres, il y en a de parfaitement blanches. Celles-ci sont pures de tout mélange, les autres contiennent diverses matières étrangères, le plus fréquemment de la rouille de fer, qui les colore en jaune ou en rouge. Toutes se pétrissent aisément avec l'eau et forment une pâte onctueuse, ce qui leur a valu le nom de terre grasse. Les argiles les plus grossières servent à faire des briques, des tuyaux de conduite pour les eaux, des pots pour la culture des fleurs; les argiles impures mais à pâte fine sont utilisées pour la fabrication de la terraille vulgaire; enfin les argiles très-pures, d'un beau blanc, donnent la porcelaine. Ces dernières sont très-rares, les autres abondent à peu près partout.

Pour donner rapidement et sans peine une forme régulière à la pâte d'argile, le potier se sert du *tour*. Comme le représente la figure que je vous montre, sous la table de travail est une roue de bois que l'ouvrier fait tourner en la poussant du pied. L'axe de cette roue porte supérieurement un petit plateau au centre duquel se met la motte d'argile qu'il s'agit de façonner. Le potier plonge le pouce dans l'argile informe, qui tourne avec son support; cela suffit pour produire une cavité régulière à cause de la régularité même du mouvement. A mesure que le pouce approfondit le creux, les autres doigts sont appliqués à l'extérieur pour maintenir l'argile, lui faire prendre telle forme que l'on veut et lui donner partout une égale épaisseur. En quelques instants, la pièce se façonne; on voit la pelotte de terre grasse rapidement s'excaver et se dresser en une paroi qui s'amincit et se configure au gré de l'ouvrier. L'application de la paume de la main, légèrement humide, achève de polir la surface. Enfin, avec des outils, la pièce est ornée de

mouleurs; il suffit, par exemple, d'en approcher une pointe de fer pendant qu'elle tourne, pour y tracer un filet creux.

Lorsque le travail du tour est fini, les pièces, tout humides, sont laissées à l'air jusqu'à dessiccation. On les plonge alors dans une bouillie très-claire formée d'eau

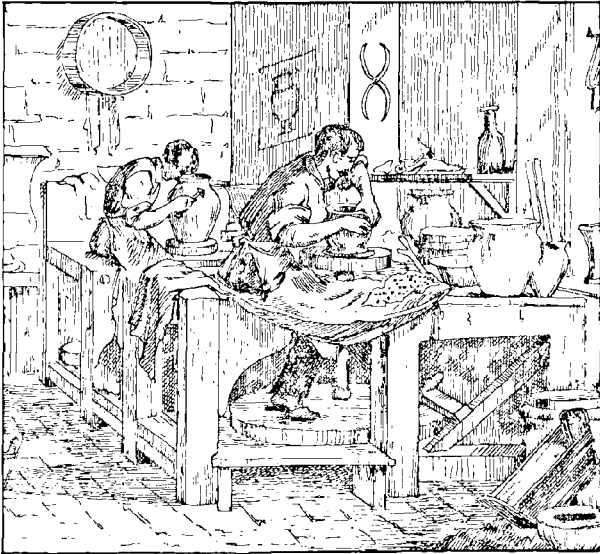


Fig. 61. — Tour du potier.

et d'une fine poussière d'un minéral de plomb nommé *alquifoux* ou *galène*. Par l'action du feu, cette poussière doit se fondre, s'incorporer avec la surface de l'argile et donner une espèce de terre, un vernis vitreux sans lequel la poterie resterait perméable aux liquides et laisserait peu à peu suinter le contenu. Le minéral de plomb donne un vernis jaune, de la couleur du miel; la majeure

partie des poteries communes est ainsi vernissée. Mais avec d'autres minerais, on obtient telle couleur que l'on désire; ainsi le cuivre donne du vert; le manganèse, du violet; le cobalt, du bleu.

Enfin les pièces, couvertes de la poussière colorante et desséchées au soleil, sont soumises à une forte chaleur dans un fourneau. L'argile se cuit et devient matière dure; en même temps la poussière métallique, dont la surface est imprégnée, entre en fusion, se combine avec la substance même de l'argile, développe la couleur et s'étale en un enduit brillant. C'est ainsi que s'obtient la poterie la plus commune, celle dont la cuisine fait constamment usage à cause de sa propriété de supporter le feu sans casser.

La *faïence fine*, dite *terre de pipe*, est faite avec une argile de belle qualité, blanche et presque pure. Les pipes ordinaires sont fabriquées avec la même terre, comme l'indique le nom de terre de pipe donnée à cette sorte de faïence. A l'argile, on associe une certaine proportion de cailloux blancs, broyés en poudre très-fine. Le vernis est d'un blanc de lait, pareil à celui des cadrans de montre et de pendule.

La *faïence commune* s'obtient avec une argile impure, rougeâtre après la cuisson et non blanche comme la précédente. On masque cette teinte grossière par une épaisse couche d'un vernis blanc et opaque, dans lequel il entre de l'étain.

Les objets qui doivent supporter sans se fondre une chaleur très-élevée, comme les *creusets* où se fait la fusion des métaux et les briques avec lesquelles se construisent les fourneaux des fondeurs, se préparent avec des argiles spéciales dites *réfractaires* qu'on trouve en bien peu d'endroits.

LXVII

LA PORCELAINÉ

La plus belle des poteries, la porcelaine, est connue en Chine et au Japon depuis plus de quarante siècles. Elle y est si commune, que parfois on la fait entrer dans la construction des édifices, ainsi que la vulgaire brique chez nous. A Péking, l'une des principales villes de la Chine, se voit une tour célèbre bâtie avec cette magnifique matière. C'est un monument isolé, octogone de forme, haut d'une soixantaine de mètres et composé de neuf étages, chacun avec galerie. Les diverses pièces de la maçonnerie sont si bien assemblées, que la tour entière semble faite d'un seul bloc de porcelaine.

Dans le quinzième siècle, les Portugais importèrent cette poterie en Europe. Longtemps on admira les belles tasses des Chinois, mais sans parvenir à se rendre compte de leur nature. Les idées les plus étranges avaient cours. La porcelaine, disait-on, s'obtenait avec des coquilles d'œuf et des coquilles marines qu'il fallait tenir sous terre pendant cent ans afin de les réduire en pâte par une longue pourriture. Un travail préparatoire, qui dépassait en durée la plus longue vie humaine, n'était pas fait pour encourager des recherches; nul ne s'avisait donc d'imiter la poterie chinoise, lorsqu'un heureux hasard vint mettre sur la voie de la vérité et faire oublier le ridicule procédé des coquilles pourries pendant cent ans.

Au commencement du dernier siècle, un maître de forges de la Saxe, voyageant à cheval, s'embourba dans une terre blanche, fine et tenace, d'où la monture eut beaucoup de peine à se tirer. Frappé de sa belle couleur blanche, le maître de forge recueillit de cette argile avec

l'idée de la faire servir comme poudre à perruque. A cette époque, la mode était, chez les grands personnages, de se charger la tête d'une immense perruque frisée, que l'on poudrait de blanc pour se donner un air plus vénérable. Une farine de choix était l'habituelle poudre. La terre où le cheval avait failli rester parut au maître de forges pouvoir remplacer la farine, dont elle dépassait l'éclatante blancheur. L'essai réussit à merveille, et bientôt la poussière minérale remplaça dans la toilette

la farine de froment. Un jour, un savant de la Saxe, Bottger, ignorant l'innovation survenue dans les perruques, demanda à son valet de chambre pourquoi, depuis quelque temps, sa coiffure était plus lourde qu'à l'ordinaire. — Elle est plus lourde, répondit le valet de chambre, parce que les perruques se poudrent aujourd'hui avec une terre blanche que voici. — Bottger examina la poudre qu'on lui présentait. Il y reconnut une argile très-fine et très-pure, dont le blanc mat lui rappela aussitôt celui de la porcelaine. Un soupçon lui vint : Serait-ce là, se demanda-t-il, la terre des Chinois, cette fameuse terre que l'on prétend provenir de coquillages pourris ? — Des essais furent entrepris et ils réussirent à souhait : la nouvelle poudre à perruque était vraiment la matière des poteries chinoises. Ce fut là l'origine de la fameuse porcelaine de Saxe, la première fabriquée en Europe.

— Alors, dit Jules, la recette des coquilles pourries pendant cent ans n'avait rien de vrai ?

— C'était un conte absurde, propagé sans doute par les Chinois pour dérouter les recherches des étrangers.

Soixante ans plus tard, la femme d'un pauvre médecin de campagne remarqua, dans un ravin des environs de Saint-Yrieix, près de Limoges, dans la Haute-Vienne, une terre onctueuse qu'elle présuma bonne au nettoyage des étoffes. Vous n'avez pas perdu de vue, je l'espère, que certaines terres grasses sont aptes à enlever les taches d'huile et servent pour ce motif au travail du foulon.

La bonne femme ne vit dans cette terre onctueuse qu'une matière propre à cet usage. Elle en recueillit et la fit voir à son mari. Celui-ci, soupçonnant dans la blanche argile une toute autre importance, s'empressa de la montrer à des personnes expérimentées. Ses soupçons étaient fondés. Bientôt se fabriquèrent à Sèvres, avec l'argile de Saint-Yrieix, des pièces de porcelaine rivalisant avec ce que la Chine et la Saxe produisaient de plus beau. Cette découverte anéantit le monopole de la Saxe et assura à la France une fabrication qui est aujourd'hui une de nos plus belles industries.

La terre à porcelaine n'est donc, vous le voyez, qu'une argile très-pure et très-blanche. On lui donne le nom de *Kaolin*. On en connaît de vastes couches en Chine, en Saxe, en Russie, en Angleterre. La France en possède à Saint-Yrieix (Haute-Vienne), aux Pieux près Cherbourg, à Louhossoa (Basses-Pyrénées).

La pâte de kaolin est façonnée de diverses manières : tantôt on la travaille au tour ainsi que je vous l'ai expliqué pour la poterie commune, tantôt on la coule en claire bouillie dans des moules, tantôt encore on la comprime entre des formes dont elle prend l'empreinte. Les objets de porcelaine sont très-humides lorsqu'ils sortent des mains de l'ouvrier. On les laisse sécher pendant quelques jours; puis on les enferme, un à un, dans des étuis de brique réfractaire nommés *cazettes*, pour les mettre à l'abri de la fumée et des cendres qui souilleraient leur brillant et leur blancheur, et on les expose enfin à la chaleur modérée d'un fourneau.

La température à laquelle les pièces sont exposées est assez forte pour expulser complètement l'humidité, mais non pour cuire la porcelaine. Les pièces sont ainsi amenées à l'état que l'on appelle *dégourdi*; elles sont poreuses, perméables à l'eau et happent à la langue. On procède alors à la *mise en couverte*, c'est-à-dire que l'on applique à la surface de la porcelaine un enduit fusible, qui

forme vernis et se nomme *couverte* ou *émail*. A cet effet, on réduit en poussière impalpable un minéral nommé *pétunzé* par les Chinois, et *pegmatite* par les minéralogistes. Cette poussière est délayée avec beaucoup d'eau dans de grands baquets et forme une bouillie claire qu'on appelle *barbotine*. L'ouvrier plonge rapidement, avec adresse



Fig. 62. — Atelier de trempage.

et précaution, dans la bouillie du baquet, les pièces à vernir; celles-ci sortent du bain couvertes d'une mince couche liquide tenant en suspension la pegmatite divisée. L'eau est absorbée rapidement par la porcelaine encore toute poreuse, et la surface reste enduite de la fine poussière dont la fusion donnera le vernis. Pour la seconde fois, les pièces sont alors enfermées dans leurs cazettes et soumises enfin à une violente chaleur qui les cuit définitivement.

LXVIII

DÉCORATION DES POTERIES

Très-fréquemment les poteries, les faïences et les porcelaines surtout, sont embellies de dessins colorés dont je vais aujourd'hui vous dire quelques mots. Les couleurs employées en ce genre de décoration doivent être d'une solidité à toute épreuve; elles doivent en particulier résister à la violence du feu. C'est vous dire qu'elles n'ont rien de commun avec les couleurs dont on fait usage pour les dessins des tissus. La garance, la cochenille, l'indigo et les autres matières tinctoriales ne peuvent être ici d'aucune utilité, puisque ces matières seraient détruites et converties en charbon par la chaleur du fourneau pendant la cuisson des pièces; d'ailleurs, appliquées sur une poterie, elles n'auraient aucune consistance et seraient emportées par un simple lavage. On fait donc usage de substances sur lesquelles le feu, l'eau, le frottement, ne peuvent rien. Ce sont en général des composés métalliques, par exemple les rouilles des divers métaux. Dans les fourneaux de cuite, ces matières entrent en fusion, se combinent avec l'argile de la poterie et forment avec elle un vernis coloré, de la nature du verre. Habituellement, la coloration ainsi obtenue diffère beaucoup de celle que possède par elle-même la substance mise en œuvre. Telle poudre noirâtre, incorporée par le feu à la matière de l'argile, peut devenir du rouge, du jaune, du bleu, du vert, suivant le métal d'où elle provient. Je vous ai déjà parlé du vernis jaune de la vulgaire terraille; vous savez qu'il s'obtient avec un minerai de plomb nommé alquifoux. Ce minerai donne une poudre noire qui, fondue et combinée avec l'argile, à la surface

des poteries, se change pourtant en un vernis vitreux dont le jaune rappelle celui du miel. Les autres couleurs s'obtiennent par des moyens semblables. Les bleus proviennent d'un métal appelé cobalt ; les verts sont donnés par le cuivre ; les roses, par l'or ; les jaunes, par l'argent ; les violets, par le manganèse. Quelquefois le métal est appliqué sans combinaison avec d'autres matières ; il garde alors son éclat et sa couleur. Ainsi s'obtiennent les dorures sur porcelaine.

Mais en voilà assez sur ce point difficile ; arrivons à la manière dont se font les dessins sur poterie. Vous avez tous présentes à l'esprit ces assiettes de faïence dont le fond est orné d'un paysage, d'une scène de bataille, ou de tout autre sujet comme en pourrait tracer sur le papier le crayon d'un dessinateur. Le travail est ici fort simple. Une planchette gravée, pareille à celles dont on fait usage pour l'impression, est légèrement trempée dans une bouillie minérale, variable suivant la teinte que l'on se propose d'obtenir ; elle est alors appliquée sur une feuille de papier, où elle laisse son empreinte. Tandis que le dessin ainsi obtenu est tout frais, on presse le papier sur le fond de l'assiette, qui, n'étant pas encore cuite et vernie, s'imbibe de la bouillie colorante. On soulève avec précaution le papier, et le dessin reste sur l'assiette. Finalement on trempe la pièce dans le liquide qui doit donner le vernis, et l'on fait cuire.

La peinture sur porcelaine est un travail bien plus délicat, confié à des mains habiles dans le maniement du pinceau ; aussi, pour l'éclat des couleurs et la perfection du dessin, rivalise-t-elle avec ce que le peintre produirait de mieux sur la toile. Les poudres colorantes sont broyées avec de l'essence et appliquées au pinceau avec les mêmes soins que réclame le travail d'un tableau. La difficulté est d'autant plus grande que les matières déposées n'ont pas leur coloration finale, cette coloration que développera plus tard la violence du feu. L'artiste

doit par conséquent juger d'avance des teintes qui se manifesteront par la cuisson et donner à chaque chose sa couleur naturelle avec une peinture qui n'a pas encore cette couleur.

Le travail du pinceau fini, les pièces de porcelaine sont introduites dans des fourneaux de terre nommés

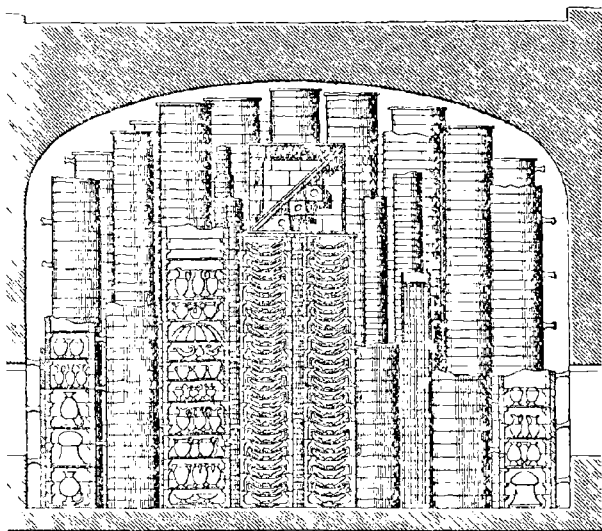


Fig. 63. — Four pour la décoration de la porcelaine.

moufles, que chauffe de tout côté un feu ardent, mais où ne pénètre pas la flamme, dont le contact souillerait des peintures aussi délicates. C'est alors que, par la fusion des poudres colorantes et leur combinaison avec la substance de la porcelaine, les couleurs prennent naissance, apparaissent dans tout leur éclat et s'incorporent solidement à la surface des pièces.

Au seizième siècle, la décoration des poteries a été

portée à une étonnante perfection par une célébrité de la France, par Bernard Palissy, le plus bel exemple de ce que peut, malgré toutes les misères de la vie, une volonté inébranlable au service d'une idée. Une merveilleuse coupe de terre, venue de l'étranger, lui étant par hasard tombée entre les mains, Palissy conçut le projet d'imiter, de surpasser même ce chef-d'œuvre de peinture sur argile. Ses ressources étaient des plus modestes; il vivait, avec sa famille, de quelques travaux d'arpentage. L'arpenteur se fit potier. Le voilà donc à pétrir de la terre glaise et à la couvrir de préparations pour obtenir les vives couleurs qui l'avaient tant frappé dans la coupe étrangère. Un four était nécessaire pour de tels essais, mais l'argent manquait, surtout depuis que les recherches du potier faisaient négliger les occupations productives de l'arpenteur. Palissy se rendait bien humblement chez quelques verriers du voisinage et obtenait d'eux, non sans peine, de soumettre à la chaleur de leurs fourneaux les combinaisons chaque jour imaginées et chaque jour reconnues défectueuses. Tout nouvel essai faisait espérer le succès pour le lendemain, mais le résultat du lendemain ne valait pas mieux que celui de la veille et les produits attendus reculaient toujours dans l'avenir. De déception en déception, vingt années s'écoulèrent ainsi sans affaiblir l'indomptable espoir du potier. Cependant la poignante misère, la faim parfois, étaient à la maison. — C'est un sorcier, disaient les uns; c'est un faux-monnayeur, disaient les autres. — C'est un fou, murmurait sa femme; il ferait mieux de jeter à la rue toutes ses argiles et de reprendre ses instruments d'arpenteur, qui au moins nous faisaient vivre. — Palissy laissait dire, toujours assidu, avec ses tessons, aux fourneaux des verriers.

Mais quelque argent est venu à la suite d'un important travail d'arpentage. Palissy s'empresse de bâtir un four dans sa maison, un four à lui, où il pourra, à toute

heure, multiplier ses essais, les surveiller de jour et de nuit, sans recourir aux verriers qui depuis longtemps le voient de mauvais œil. Pour avoir un aide, le potier misérable s'associe un ouvrier plus misérable encore. L'association fut de courte durée. Comme la construction du four avait épuisé les fonds, au premier règlement du salaire, Palissy n'avait plus un sou. En paiement, il offre ses habits à l'associé. L'ouvrier accepte, choisit le meilleur, lui laisse les guenilles et s'en va. Le voilà seul pour surveiller jour et nuit, sans discontinuer, une fournée qui cette fois-ci doit être la bonne, une secrète inspiration le lui dit.

Oh! malheur! Quand le four est chaud et que les choses paraissent marcher à souhait, le combustible vient à manquer. Le dernier fagot est dévoré par la flamme, et le travail n'est pas à la moitié de son cours. Emprunter du bois est impossible, nul ne lui en prêterait; en acheter est plus impossible encore. Un maigre jardinet, planté de quelques choux, est à côté du four. Il en arrache à la hâte les échaldas, les pieux et tout ce qui peut fournir un aliment provisoire à la flamme. Pendant que le feu consume ces quelques brassées de bois, tables, chaises, portes, fenêtres, sont brisées à coups de marteau et jetées dans le four. Après viennent les meubles, les lits, lancés planche par planche dans le dévorant brasier. Pour entretenir la chaleur, les soliveaux de la toiture allaient être enlevés, dût la maison crouler, quand Palissy, la paupière humide de douces larmes, vit ruisseler sur ses argiles cuites les éclatantes couleurs qu'il attendait depuis vingt ans. L'opiniâtre potier fut bientôt un homme célèbre dont les chefs-d'œuvre faisaient l'ornement des maisons princières. En passant entre ses mains, des mottes d'argile sont devenues objets d'art que les musées se disputent aujourd'hui à des sommes fabuleuses.

LXIX

POTASSE — SOUDE

Avec les cendres se fabrique le verre, avec les cendres se fabrique le savon. Qu'y a-t-il donc dans ce résidu du bois dans nos foyers? Une modeste expérience va nous l'apprendre.

Nous mettons quelques poignées de cendres bouillir avec de l'eau dans un pot. Après une courte ébullition, nous laissons le contenu du pot se refroidir en repos. Les cendres tombent au fond et le liquide qui surnage devient clair. Eh bien, nous trouverons à ce liquide une odeur particulière, en tout semblable à celle qui se dégage du cuvier quand on coule la lessive; nous lui trouverons, en outre, une saveur âcre, presque brûlante. Cette odeur de lessive, cette saveur âcre, l'eau ne les avait pas au début; elles proviennent des cendres, qui ont cédé à l'eau certaine substance.

Il y a par conséquent dans les cendres au moins deux matières de nature différente. La plus abondante ne peut se fondre dans l'eau et s'amasse au fond en une couche terreuse; l'autre, ne formant qu'une très-faible partie du tout, se dissout au contraire aisément dans l'eau et lui communique ses propriétés, en particulier l'odeur et l'âcreté.

Voulons-nous obtenir à part cette dernière? C'est chose des plus faciles. Il suffit de mettre le liquide clair dans un vase sur le feu, et de chauffer jusqu'à ce que toute l'eau soit partie. Il restera, en très-petite quantité, une matière blanchâtre ayant un peu l'aspect du sel pilé. Malgré les apparences, ce n'est pas du tout du sel de cuisine, tant s'en faut : on le reconnaît bien vite à la sa-

veur, qui est insupportable. Mise sur la langue, cette poudre blanchâtre cause à l'instant une impression piquante et douloureuse, comme le ferait une brûlure. Le point touché serait même brûlé au vif, aussi bien que par le contact d'une pointe de fer chauffée au rouge, si la matière subissait certaines préparations dont je n'ai pas à vous parler ici. La peau des mains, quoique bien moins sensible, est endolorie par le contact prolongé de cette brutale substance, qui la ronge et la fendille de crevasses saignantes.

— Les mains des lessiveuses, fit Jules, sont toutes gercées. J'ai vu de ces pauvres femmes dont les doigts étaient écorchés. Les cendres de la lessive causent apparemment ces blessures, au moyen de la substance dont vous nous parlez?

— Précisément. Cette matière corrosive des cendres, qui brûle le bout de la langue quand on la goûte et ronge la peau des doigts quand on la manie, se nomme *potasse*.

L'industrie fait une grande consommation de potasse, que l'on retire, pour la majeure partie, des cendres des végétaux terrestres. A cet effet, dans les pays très-boisés, comme le sont certaines régions de la Russie et de l'Amérique du Nord, on abat des forêts entières et l'on brûle le bois sur place, en plein air, dans le seul but de recueillir les cendres.

— Ces feux énormes, où se consume le produit d'une forêt, sont allumés rien que pour donner des cendres?

— Rien que pour donner des cendres, d'où sera retirée la potasse. Je me hâte d'ajouter que cette prodigalité n'est possible que dans les pays où les forêts sont abondantes et la population très-peu nombreuse. Le bois alors n'a pas de valeur, puisque le transport en des lieux où l'on pourrait mieux l'utiliser coûterait trop cher. Mais dans nos pays, où les forêts sont loin de pouvoir suffire aux besoins du chauffage, on se garderait bien de gaspiller ainsi le bois. Dans les montagnes boisées des Vosges,

par exemple, on se borne, pour avoir des cendres, à brûler sur place la menue ramée, de peu de valeur, et les feuilles mortes.

La préparation de la potasse se conduit comme je vous l'ai indiqué tantôt dans notre expérience élémentaire. Les cendres sont mises bouillir avec de l'eau. Le liquide clair est tiré à part et évaporé sur le feu jusqu'à la dernière goutte. La croûte qui reste est de la potasse, que l'on achève de purifier par des moyens sans intérêt pour nous.

Les cendres des plantes qui viennent aux bords de la mer et dans les eaux de la mer elles-mêmes contiennent, au lieu de potasse, une autre substance possédant à peu près les mêmes propriétés et appelée *soude*.

— Il vient donc des plantes dans la mer? demandèrent les enfants.

— Certainement, mes amis, et des plus curieuses. Nos prairies ne sont pas plus herbues que le fond de la mer. Seulement les plantes marines diffèrent beaucoup des plantes terrestres. Jamais elles n'ont de fleurs, jamais rien de comparable aux feuilles, jamais de racines. Elles se fixent au sol par un empâtement de leur base, sans y puiser de quoi vivre. C'est l'eau qui les nourrit et non le sol. Il y en a qui ressemblent à des lanières visqueuses, à des rubans plissés, à de longues crinières; il y en a qui forment de petits buissons touffus, de molles houppes, des panaches onduleux; il y en a de découpées en lambeaux, de roulées en spirale, de façonnées en gros fils glaireux. Celles-ci sont d'un vert olive, d'un rose tendre; celles-là sont d'un jaune de miel, d'un rouge vif. Ces plantes bizarres se nomment *algues*.

Longtemps, pour obtenir la soude, on s'est borné à recueillir les herbages marins jetés sur la rive par les flots et à faucher les diverses espèces de plantes croissant sur le littoral. Quand la récolte était sèche, on la brûlait en plein air dans une fosse, pour avoir les cendres,

Mais comme ce moyen était lent et ne fournissait pas assez de soude pour suffire aux besoins de l'industrie, qui en fait une consommation énorme, des hommes d'un grand savoir se sont ingénies à trouver des méthodes plus fécondes et plus expéditives. Aujourd'hui on prépare la soude avec le sel ordinaire, dont la mer fournit des quantités inépuisables. Des usines immenses, avec une nombreuse population d'ouvriers, s'occupent exclusivement de ce travail.

— C'est donc chose bien importante que la soude? demanda Jules.

— Des plus importantes parmi toutes celles que l'industrie met en œuvre. Une foule de choses de la plus grande utilité et d'un usage général exigent, pour être fabriquées, le concours de la soude. Le beau papier blanc sur lequel vous écrivez, les magnifiques dessins colorés des tissus de coton et de soie, le verre des bouteilles et des vitres, le savon, précieuse source de propreté, toutes ces choses et une foule d'autres réclament le concours de la soude ou de la potasse, que j'appellerais volontiers sa sœur, tant elle lui ressemble.

Les propriétés des deux matières, soude et potasse, sont, en effet, à peu de chose près les mêmes. Toutes les deux ont une belle couleur blanche quand elles sont bien pures; vous les prendriez, à première vue, pour des morceaux de marbre blanc. Toutes les deux se fondent très-facilement dans l'eau, à laquelle elles communiquent l'odeur et la saveur de la lessive. Toutes les deux ont un goût effroyable; une parcelle, moindre qu'une tête d'épingle, mise sur la langue, brûlerait comme un fer rouge et emporterait le morceau. Toutes les deux rongent la peau, la laine, la soie; toutes les deux enfin dissolvent les matières grasses, propriété sur laquelle est basé le savon, ainsi que cela sera expliqué en son temps.

LXX

LE SAVON

On met des cendres dans l'eau bouillante qui doit servir à nettoyer la vaisselle grasse, on en met aussi dans la lessive qui doit enlever les souillures crasseuses du linge. C'est par leur potasse que les cendres agissent dans l'un et l'autre cas.

La potasse et la soude, en effet, ont la propriété de dissoudre les substances grasses quelles qu'elles soient, huile, saindoux, suif, graisse, et de les rendre ainsi aptes à être entraînées par l'eau. S'il fallait enlever avec de l'eau seule une tache d'huile souillant un linge, toute notre patience, tous nos soins échoueraient; la tache serait après ce qu'elle était avant, l'eau n'ayant aucune prise sur elle. Mais si nous faisons fondre d'abord dans l'eau une pincée de potasse, et que nous nous servions pour le lavage du liquide ainsi préparé, la tache s'en ira désormais sans difficulté aucune.

Or, des souillures du linge, les plus fréquentes sont précisément celles de nature grasseuse. Le contact prolongé du corps imprègne nos vêtements de crasse; les petits accidents de table souillent d'huile et de graisse les nappes et les serviettes; le service de la cuisine pénètre les torchons de toutes sortes de corps gras. Pour faire disparaître ces impuretés, sur lesquelles l'eau seule ne peut rien, on a recours à la potasse, que nous trouvons dans les cendres mêmes du foyer. Le rôle des cendres dans la lessive est donc indispensable. A la faveur de leur substance active, l'eau chaude enlève les souillures grasseuses et diverses autres taches qu'un simple lavage n'emporterait pas toujours.

D'autres fois, et plus fréquemment, on fait agir à froid soit la potasse, soit la soude, sans recourir aux cendres et à la pénible opération de la lessive. Mais l'emploi direct de ces brutales substances est impraticable. Que deviendraient les mains des laveuses frottant leur linge avec des drogues qui brûlent la peau pire que le feu ! En peu d'instant, elles ne seraient qu'une affreuse plaie. Ce n'est pas tout encore : le linge lui-même, si résistant qu'il soit, finirait par être détruit au contact prolongé de ces matières trop énergiques. La potasse et la soude ne peuvent donc, en aucune manière, être employées directement au lavage. Que faire alors ? On lève la difficulté en leur associant une autre substance qui leur enlève leurs redoutables énergies sans trop affaiblir leur propriété dissolvante. Eh bien ; pour tempérer la force trop brutale de la potasse et de la soude, pour adoucir en quelque sorte les deux terribles drogues et les rendre maniables, on les incorpore dans une matière grasse, tantôt l'huile, tantôt le suif. De cette association résulte le *savon*.

— Il y a de l'huile ou du suif dans le savon ? demanda Émile.

Oui, mon ami, et beaucoup. Le reste est formé d'un peu de potasse ou de soude. Ces dernières donnent au savon le pouvoir de nettoyer ; l'huile et le suif garantissent les mains et le linge d'un contact qui, sans intermédiaire, serait fort dangereux.

— Cependant, à part le toucher onctueux, rien n'indique, dans le savon, la présence du suif et encore moins de l'huile. L'huile est coulante et le savon ne l'est pas.

— L'huile n'est coulante qu'autant qu'elle est seule. Une fois associée avec de la potasse ou de la soude, elle cesse d'être liquide et devient un bloc de la consistance du fromage. Si singulier que cela puisse vous paraître, il n'en est pas moins vrai que le savon est composé soit de soude, soit de potasse, et d'une matière grasse, huile

ou suif indifféremment. Le savon employé à nos vulgaires usages est fait avec de la soude et de l'huile de qualité inférieure, où bien du suif de bœuf et de mouton.

Voici en gros comment se passe la fabrication. Dans de grandes cuves pleines d'eau en ébullition, on verse la quantité voulue de soude, puis la matière grasse, et l'on remue constamment pour bien mélanger le tout. Peu à peu la soude s'incorpore à la matière grasse, le savon se forme et vient surnager en une couche coulante, que l'on enlève pour la verser dans des moules, où elle se fige en épaisses plaques de forme carrée. Ces plaques sont après divisées en pains de dimensions convenables.

On distingue deux espèces de savons ordinaires : le *savon blanc* et le *savon marbré*. Le premier est d'une couleur blanche uniforme, le second est veiné de quelques lignes bleuâtres. Le savon blanc convient pour le linge fin ; le savon marbré est plus énergique et sert au blanchissage des tissus forts. Ce dernier est d'autre part d'un usage plus économique. Le savon, quel qu'il soit, contient toujours, en effet, une proportion plus ou moins considérable d'humidité provenant de l'eau au sein de laquelle il s'est formé. Or le savon blanc contient presque la moitié de son poids d'humidité, tandis que le savon marbré n'en contient pas tout à fait le tiers. Étant plus riche en matières vraiment actives, le savon marbré est, par cela même, d'un usage moins coûteux.

Les *savons de toilette* sont préparés avec des matériaux de choix. On les aromatise soit avec des poudres odorantes, soit avec des essences. L'un d'eux est remarquable par sa transparence. On l'obtient en fondant à chaud du savon de suif raclé et bien sec dans de l'alcool. La dissolution est versée dans des moules, où elle se fige en une masse translucide.

La *poudre de savon* pour la barbe est un mélange de belle farine de blé et de savon blanc desséché et pulvérisé. On la parfume avec quelques gouttes d'essence.

On appelle *savon de résine* une espèce de savon dans la composition duquel il entre de la résine au lieu de suif ou d'huile. Ce savon a la couleur de la cire jaune ; ses pains sont transparents sur les bords. Il produit beaucoup de mousse en se dissolvant dans l'eau, est très-actif et convient pour le linge grossier.

LXXI

LE VERRE

La matière des cailloux, les uns d'un blanc laiteux, les autres transparents comme le verre, se nomme *silice*. Cette matière est très-dure, et donne des étincelles quand elle est battue avec un briquet. Réduite en grains plus ou moins menus par le frottement dans les cours d'eau, elle constitue le sable. Il y a des sables blancs, formés de silice pure ; il y en a de jaunâtres, de rougeâtres et d'autres teintes, provenant de silice mélangée avec diverses matières étrangères, en particulier avec la rouille de fer, cause de la coloration rouge ou jaune.

Fondu, à une forte chaleur, avec de la potasse ou de la soude, le sable produit le verre. Généralement cette combinaison fondamentale est accompagnée, mais en petite quantité, de quelques autres substances. Ainsi le verre fin pour gobeletterie se compose de silice, de potasse et de chaux. Le verre à vitres contient les mêmes matières, sauf la potasse qui est remplacée par la soude. Ce qu'on nomme cristal est un verre d'une grande limpidité dans la composition duquel il entre de la silice, de la potasse et du plomb. Le verre à bouteilles, le plus

grossier de tous, s'obtient avec un mélange de silice, de soude, de potasse, de chaux, d'argile et de quelque peu de rouille de fer, qui le colore en vert obscur. Vous voyez en somme que la silice, la potasse et la soude sont les matériaux essentiels du verre ; les autres substances ne jouent qu'un rôle accessoire dans sa composition.

Je vous parlerai d'abord du verre à vitres, dont le travail est des plus curieux. — Dans un fourneau où règne

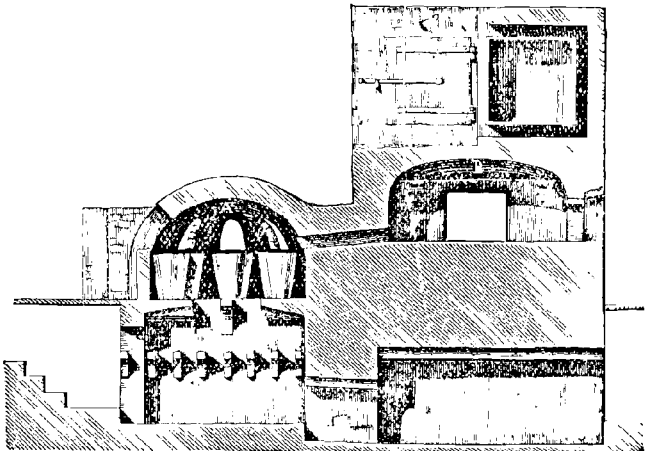


Fig. 64. — Four de verrier.

une chaleur ardente se trouvent, disposés en cercles, de grands pots en terre réfractaire ou *creusets*, pleins d'un mélange de sable blanc, de soude et de chaux. Quand ces matières sont bien fondues ensemble, le verre est formé, tout rouge de feu et coulant comme de l'eau. Chaque creuset est desservi par un ouvrier et son aide, placés sur une estrade, en face d'une ouverture par où se puise le verre en fusion dans le creuset. Cet ouvrier se nomme *souffleur*. Son outil est la *canne* ou tube de fer muni à une

extrémité d'une enveloppe de bois, qui permet de manier, sans se brûler, le tube de métal.

L'aide chauffe, à l'ouverture du fourneau, l'autre extrémité de la canne, puis la plonge dans le creuset. Il recueille ainsi une certaine quantité de verre pâteux, qu'il façonne et qu'il arrondit en le tournant et le retournant sur un bloc de bois humide. Cela fait, il réchauffe le verre à l'ouverture du four, le ramollit et passe la canne au souffleur. Celui-ci souffle dans la canne, et la masse de verre s'enfle et se ballonne absolument comme le fait, dans vos jeux, l'eau de savon que vous soufflez au bout d'une paille.

— Je sais obtenir, dit Émile, de bien beaux globes d'eau de savon, en soufflant avec une paille. L'ouvrier fait de même pour le verre ?

— Exactement de même. Il souffle avec sa canne dans la masse de verre, qui, flexible et molle tant qu'elle est rouge, se gonfle en une ampoule. Puis la canne est relevée, et l'ouvrier souffle au-dessus de sa tête. L'ampoule s'affaisse par son propre poids et gagne en largeur. Le souffleur abaisse de nouveau la canne, il la balance de droite à gauche et de gauche à droite, à la manière d'un battant de cloche ; à plusieurs reprises, il souffle plus fortement. Par l'action de son poids qui l'allonge, et du souffle qui la distend, la masse de verre finit ainsi par prendre la forme cylindrique. La figure 66 vous met sous les yeux les formes successives que revêt le verre soufflé.

Le cylindre final se termine par une calotte ronde, qu'il faut faire disparaître. A cet effet, la pièce est présentée à l'orifice du four pour en amollir le bout, puis percée au sommet de la calotte avec une pointe de fer. Par le balancement de la canne, l'ouverture s'élargit et



Fig. 65.
— Canne
du
verrier.

la calotte disparaît. Le cylindre, durci maintenant quoique toujours très-chaud, est alors placé sur un chevalet de bois creusé en gouttières. L'ouvrier touche la pièce avec un fer froid aux points où elle adhère à la canne. Par ce simple contact, une cassure se déclare sur la ligne brusquement refroidie, et le cylindre est séparé de l'outil.

Remarquez, mes amis, l'adroite manière dont s'y prend l'ouvrier pour dégager de la canne le cylindre de verre, sans le casser. Il ne fait que toucher avec un fer froid le verre très-chaud, et cela suffit pour produire une rupture nette tout le long de la ligne chauffée. Le verre possède cette curieuse propriété de ne pouvoir supporter, sans se rompre, un changement soudain de température. Brusquement refroidi, il casse; brusquement chauffé, il casse encore. Lorsque le froid ou la chaleur n'agit que sur une ligne déterminée, c'est suivant cette ligne que se fait la rupture. Voilà comment l'ouvrier sépare de la canne le cylindre de verre sans aucune difficulté.

Cette opération faite, il reste à enlever la calotte qui termine encore un bout du cylindre. Dans ce but, l'ouvrier entoure la calotte d'un filet de verre coulant et très-chaud; puis il touche avec un fer froid la ligne ainsi réchauffée. A l'instant, une rupture circulaire détache la calotte. Il reste ainsi sur le chevalet un manchon de verre, ouvert aux deux bouts. Pour fendre ce manchon, l'ouvrier promène d'un bout à l'autre de sa longueur une pointe de fer rougie; puis il touche la ligne chaude avec le doigt mouillé. Un craquement suit et le manchon se fend. Le manchon est alors porté dans un fourneau où, après s'être ramolli par la chaleur au point convenable, il est déplié et étendu avec une règle de fer sur une plaque de fonte. Le résultat final est une grande lame de verre que le vitrier découpera plus tard, avec une pointe de diamant, en carreaux de telle grandeur qu'il voudra.

— Et les bouteilles, demanda Jules, comment se font-elles? Est-ce encore en soufflant?

— Pour les bouteilles, le verre est à la fois soufflé et moulé. La canne, chargée par l'aide d'une quantité convenable de verre pâteux, est passée au souffleur qui donne à la masse vitreuse la forme d'un œuf terminé par un cœl. La pièce est alors ramollie dans un four, puis

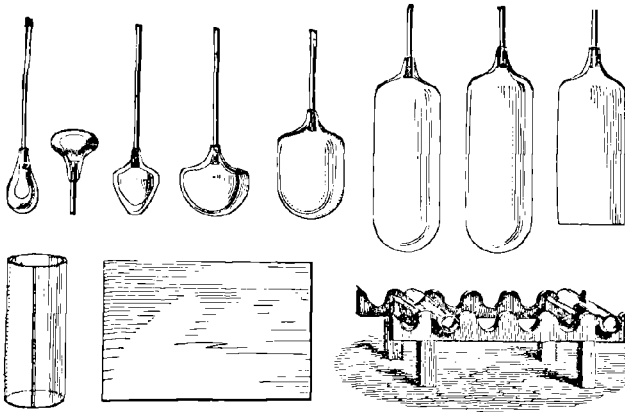


Fig. 66. — Formes successives que prend le verre soufflé pour devenir carreau de verre.

introduite dans un moule de fer. En soufflant avec force, l'ouvrier gonfle le verre et lui fait occuper exactement la capacité du moule. Après ce travail, le fond de la bouteille est encore plat. Par la pression avec l'angle d'une lame de tôle, ce fond est refoulé à l'intérieur et devient un mamelon en pain de sucre. Un filet de verre fondu appliqué sur le col de la pièce donne le collet de la bouteille. Le cachet que portent certaines bouteilles, le cachet par exemple où est inscrit le mot litre, s'obtient avec un petit rond de verre pâteux appliqué sur la pause et imprimé avec un moule de fer gravé.

Immédiatement après leur fabrication, tous les objets en verre sont exposés dans de longues galeries ou étuves chauffées par le voisinage des fourneaux. Ils y sont graduellement déplacés des parties plus chaudes vers les parties moins chaudes, de manière que leur refroidissement s'effectue avec beaucoup de lenteur. Cette opération se nomme *recuit*. S'il était abandonné à l'air libre, à un refroidissement non ménagé, le verre manquerait de solidité et pourrait éprouver plus tard des ruptures soudaines sans cause apparente. Ainsi il arrive parfois que nos verres de lampe et nos verres à boire craquent tout à coup et se fendent tout seuls, sans avoir reçu le moindre choc. Ces accidents proviennent de ce que le refroidissement n'a pas été conduit, dans la fabrique, avec assez de lenteur. enfin de ce que le recuit n'a pas été bien fait. Nous pouvons jusqu'à un certain point remédier à ce vice de fabrication et diminuer les chances de casse en mettant les verres dans de l'eau, que l'on porte petit à petit à l'ébullition pour la laisser ensuite refroidir lentement.

Vous pourriez voir dans les verreries une curieuse expérience au sujet des singulières propriétés du verre brusquement refroidi. On laisse tomber dans de l'eau froide une goutte de verre fondu, filant, au bout de la canne, pareille à une larme de feu. A l'instant la goutte durcit et garde sa forme de larme, c'est-à-dire qu'elle est renflée en poire à un bout et effilée en queue très-mince à l'autre. On peut frapper, même fortement, cette larme de verre sur sa partie renflée, sans parvenir à la casser. Mais vient-on à briser, de l'ongle, le bout effilé, aussi mince qu'un cheveu, aussitôt la masse entière se réduit bruyamment en poudre.

Les tubes de verre, dont quelques-uns, par exemple ceux des thermomètres, ont un canal à peine visible, s'obtiennent de la manière suivante. Un ouvrier souffle un peu de verre au bout de sa canne et lui donne la forme d'une poire. Un second ouvrier applique sur le fond de

cette poire, toute rouge de feu, l'extrémité de sa canne légèrement empâtée de verre; et les deux, marchant à reculons, s'éloignent rapidement l'un de l'autre. La poire de verre, ainsi étirée, se change en un long tube, terminé de part et d'autre par un renflement. On obtient de la sorte des tubes d'une quarantaine de mètres de longueur, que l'on découpe après en portions d'un mètre.

Par un procédé analogue s'obtient le *fil de verre*, l'un des plus étranges produits de l'industrie. Le verre, soufflé en poire, au lieu de s'étirer sous l'effort d'ouvriers qui s'éloignent à reculons, s'allonge entraîné par une roue qui fait de quatre à cinq cents tours par minute et sur laquelle le verre s'enroule, réduit en fil d'autant plus fin que la rotation est plus rapide. Ce fil est creux à l'intérieur. Il est si fin, que l'habituelle fragilité de la matière est remplacée par une souplesse peu différente de celle de la soie. Il peut être roulé en pelotes aussi aisément que le fil ordinaire, et bouclé comme les cheveux au moyen d'un fer chaud. Il y a mieux : ce fil de verre peut se tisser, et se convertir en étoffes qui, pour l'éclat, n'ont pas leurs pareilles. On en fabrique des aigrettes, des tissus pour tenture de haut apparat, de splendides ornements d'église.

LXXII

GLACES

En renvoyant la lumière des objets placés devant elle, une surface polie donne l'image de ces objets. Sur cette propriété sont fondés les miroirs et les glaces. Les miroirs des temps antiques étaient des plaques de métal polies avec

beaucoup de soin; les plus communs étaient en bronze; d'autres, réservés aux grandes fortunes, étaient en argent ou en or. Ces plaques de métal, lourdes, coûteuses et d'ailleurs de peu d'étendue, sont aujourd'hui remplacées par des lames de verre dont l'ampleur atteint jusqu'à plusieurs mètres carrés. Mais comme par lui-même le verre, malgré tout son poli, ne donnerait pas une image nette, il faut toujours recourir à des métaux, ceux de tous les corps qui renvoient, qui réfléchissent le mieux la lumière. Un miroir se compose donc d'une lame de verre et d'une très-mince feuille métallique accolées l'une à l'autre. Le verre sert d'appui, de support protecteur à la délicate couche de métal; et celle-ci, toujours brillante, toujours polie sous son abri, donne seule l'image.

Examinons d'abord comment se fabrique la lame de verre. On peut l'obtenir par le soufflage, exactement comme cela se pratique au sujet des carreaux de vitre. C'est en effet de la sorte que pendant longtemps les glaces ont été fabriquées. Mais pour avoir des lames dont les dimensions sont de quelques mètres et dont l'épaisseur mesure parfois presque un travers de doigt, ce moyen n'est plus praticable. Nul souffleur ne pourrait mouvoir au bout de sa canne des masses aussi volumineuses et aussi lourdes, ni les gonfler en cylindre creux avec le souffle de ses poumons. Pour de telles glaces, on a recours au *coulage*.

Avec une longue tenaille, montée sur roues, les ouvriers enlèvent vivement du four le grand pot ou creuset contenant le verre en fusion. Une sorte de potence tournante saisit le creuset et le maintient suspendu en l'air. Au-dessous est aussitôt amenée une table de fonte ou de bronze, établie sur un bâti de charpente et roulant sur trois roues. Sur ses bords sont disposées deux règles parallèles en métal, dont la hauteur déterminera l'épaisseur que l'on veut donner à la glace. Les choses ainsi préparées, le creuset suspendu reçoit un mouvement de bascule qui

fait épancher son contenu en une nappe de feu éblouissante. Le verre fondu coule sur la table de bronze, où à l'instant on l'étale, avec toute la régularité possible, par la pression d'un rouleau de métal glissant sur les deux règles latérales. Sans tarder, la couche de verre, rouge encore et flexible, est introduite dans une sorte de four, appelé *carcaïsse*, où, pendant trois à quatre jours, elle doit se refroidir très-lentement, pour ne pas se fendre seule plus tard, ainsi que je vous l'ai dit au sujet de la verrerie ordinaire.

Vient après le long travail du polissage, qui doit donner aux surfaces la régularité et le brillant poli. La glace est scellée au plâtre sur une grande dalle de pierre; on la poudre de temps en temps de sable fin et on l'arrose sans cesse d'un petit filet d'eau, tandis qu'on fait mouvoir au-dessus un lourd frottoir de bois doublé de lames de fer. Dégrossies par ce premier traitement, les glaces sont ensuite frottées l'une contre l'autre, d'abord avec du sable très-fin, puis avec de l'*éméri*, qui est une poussière fort dure. La glace inférieure est solidement fixée avec du plâtre sur une table; la glace supérieure est mobile, et va, revient, tourne sur elle-même, mue par quatre ouvrières qui la poussent chacune par un angle. Le résultat de toutes ces frictions, avec des poussières qui peu à peu rongent le verre, est une surface régulièrement plane, mais encore dépourvue du brillant poli que réclame un miroir. Ce poli s'obtient en frottant le verre, pendant de longues heures, avec des feutres et une poussière rouge qu'on nomme *colcothar* ou *rouge d'Angleterre*. Le colcothar n'est autre chose que de la rouille de fer très-pure.

Voilà le verre prêt. Il reste à l'étamer, c'est-à-dire à le recouvrir d'une pellicule métallique brillante, qui donnera l'image en réfléchissant la lumière. Pour étamer une glace, on commence par étendre sur une table parfaitement horizontale une mince feuille d'étain de la

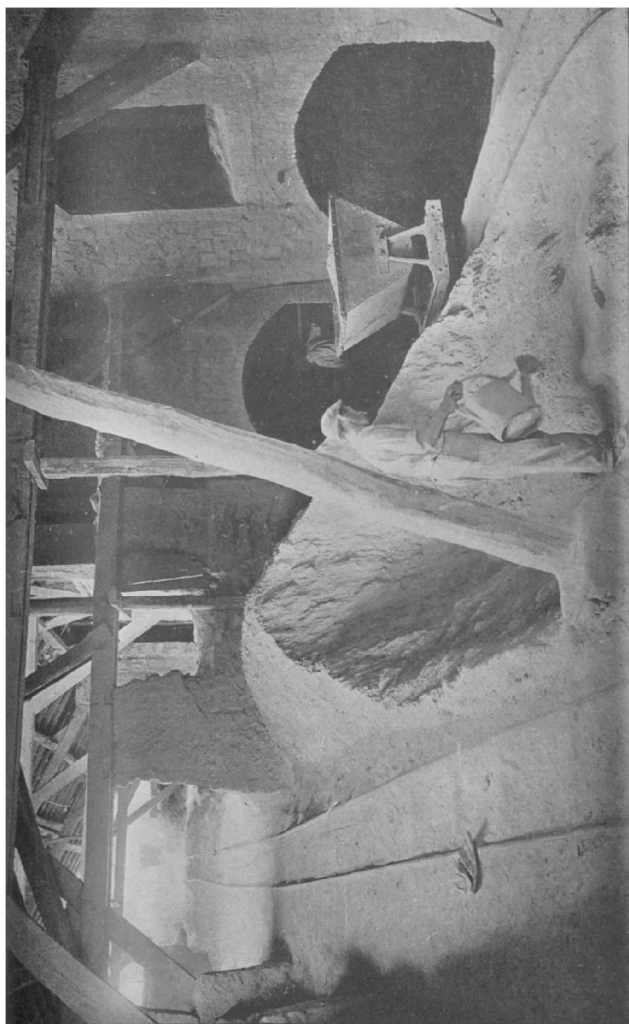
même dimension que la glace à étamer. Puis on imbibe cette feuille de mercure ou argent vif, qu'on promène sur sa surface, par petites quantités, à l'aide d'une patte de lièvre. Après cette imbibition, on verse encore sur la feuille d'étain assez de mercure pour faire une couche de quelques millimètres d'épaisseur. Quand ces préparatifs sont terminés, on fait glisser la glace sur la feuille métallique, de manière à chasser l'excès du métal liquide. Lorsque les deux surfaces coïncident parfaitement dans toute leur étendue, on les abandonne à elles-mêmes, sous une certaine pression, pendant quelques jours. La composition métallique adhère alors parfaitement au verre. Cette composition se nomme *tain des glaces*; elle contient en moyenne quatre parties d'étain pour une partie de mercure.

— Quand on frotte un sou, dit Jules, avec le tain retiré d'un fragment de miroir cassé, le sou devient blanc et ressemble à de l'argent.

— Cette couleur d'argent provient du mercure, qui très-facilement s'incorpore à la plupart des métaux, au cuivre en particulier, à l'étain, ainsi que le prouve la méthode employée pour étamer les glaces.

— Du cuivre blanchi avec du mercure ne pourrait-il être confondu avec de l'argent, dont il a tout à fait l'aspect?

— La chaleur sur-le-champ décide la question. Chauffé, l'argent reste blanc, tandis que le cuivre blanchi revient à sa couleur rouge, le mercure étant chassé par la chaleur en fumée invisible.



Cl. Jacques Boyer.

LA CHAUX : EXTINCTION DE LA CHAUX VIVE ET PARTIE INFÉRIURE D'UN FOUR A CHAUX.

LXXIII

CHAUX ET MORTIER

Pour faire le mortier, avec lequel sont fixées entre elles les pierres d'une construction, les maçons emploient la chaux. Dans une sorte de bassin bordé de sable se mettent des pierres d'aspect calciné, et sur ces pierres on verse de l'eau. En peu d'instants, le tas s'échauffe, devient brûlant, craque, se fendille et tombe en poussière en absorbant de l'eau, qui disparaît peu à peu, bue par la matière ou vaporisée par la chaleur. De l'eau est encore ajoutée pour réduire le tout en pâte; enfin la pâte, blanche comme lait, est intimement mélangée avec du sable. Le résultat est le mortier. Voilà ce qu'Émile et Jules bien des fois avaient vu, toujours fort surpris de ce que la chaux, quand on la mouille, devient brûlante et réduit l'eau en jets sifflants de vapeur.

— La chaux, leur dit l'oncle, s'obtient avec une pierre très-abondamment répandue, appelée *calcaire*, ou d'une manière plus savante *carbonate de chaux*. Le travail est des plus simples. Il consiste à chauffer la pierre dans des fours construits en plein air, à proximité des lieux qui fournissent le combustible et le calcaire, afin d'éviter des frais de transport pour une matière qui doit rester à bas prix. Le four à chaux est élevé d'environ trois mètres; pour résister à la violence du feu, il est bâti à l'intérieur avec des briques réfractaires. Une ouverture située au bas sert à retirer la chaux quand elle est suffisamment cuite. Pour charger ce four, on construit, au-dessus du foyer où doit brûler le combustible, une espèce de voûte grossière avec de grosses pierres calcaires; et sur cette voûte on entasse d'autres pierres de moindre di-

mension jusqu'à ce que la cavité soit pleine. On brûle des fagots, des broussailles, de la tourbe, de la houille. La cuisson achevée, on suspend le travail et l'on retire la chaux en démolissant la voûte qui supporte le tout. Le tas s'affaisse et se présente à l'ouverture inférieure par où se fait l'extraction.

Un procédé, encore suivi dans quelques localités, et le

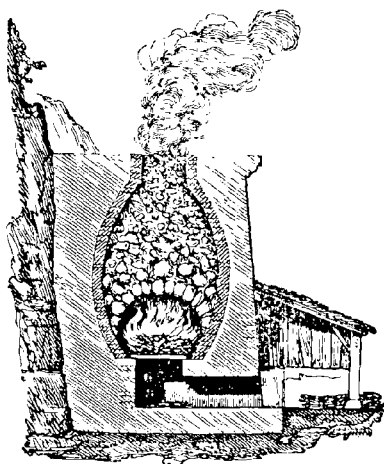


Fig. 67. — Four à chaux.

plus anciennement employé, consiste à disposer dans le four, par couches alternatives, le combustible et la pierre calcaire. Le tout repose sur un lit de fagots qui sert à allumer. Lorsque le feu s'est propagé dans toute la masse, on couvre l'orifice supérieur de mottes de gazon pour que la cuisson soit plus lente et plus régulière.

— C'est on ne peut plus simple, dit Jules, que la fabrication de la chaux. Je voudrais savoir à présent quel effet produit la chaleur du four sur le calcaire. Comment se fait-il qu'une pierre devienne chaux en passant par le feu?

— La pierre calcaire, reprit l'oncle, contient deux choses différentes : la chaux d'abord, et puis une substance invisible, impalpable comme l'air lui-même, un gaz enfin, nommé gaz carbonique. Le nom de carbonate de chaux, que l'on donne au calcaire, rappelle précisément cette composition. Telle qu'on l'extrait du sol, la

Pierre contient les deux substances étroitement associées entre elles, faisant corps ensemble et ne possédant plus réunies les propriétés qu'elles ont une fois séparées. La chaleur détruit cette association : la chaux reste dans le four, et le gaz carbonique se dissipe dans l'atmosphère avec la fumée du combustible. Après ce départ du gaz, la chaux, dont les propriétés ne sont plus masquées par la présence d'une autre matière, apparaît telle qu'il la faut au maçon pour le mortier.

— Ainsi, dit Jules, l'action du feu consiste à décomposer la pierre calcaire et à chasser le gaz carbonique qui en fait partie ?

— Ce qui se passe dans le four n'est pas autre chose que la séparation de la chaux et du gaz. Occupons-nous maintenant du mortier. Lorsqu'elle est arrosée d'eau, la chaux s'échauffe beaucoup, se fendille, se gonfle et tombe en une fine poussière pareille à de la farine. La chaleur dégagée provient de la violence avec laquelle se combinent les deux matières. Avant d'avoir absorbé de l'eau, la chaux est dite *chaux vive* ; après cette absorption, qui l'a réduite en poudre, elle est dite *chaux éteinte*. Enfin la chaux éteinte est mise en pâte avec de l'eau, puis mélangée et pétrie avec du sable. C'est là le mortier, que l'on met entre les différentes assises de pierre, pour les lier entre elles et donner plus de solidité aux constructions.

Une observation que je vous conseille de faire, si vous ne l'avez déjà faite, vous expliquera le rôle du mortier. Examinez l'eau qui, depuis quelques jours, couvre une couche de chaux éteinte par les maçons. Vous verrez nager à sa surface une mince pellicule transparente semblable à de la glace. Eh bien, cette petite croûte solide n'est autre chose que de la pierre pareille à celle d'où l'on a retiré la chaux : c'est en un mot du calcaire ou du carbonate de chaux. Pour faire semblable pierre, il faut deux choses, je viens de vous le dire : de la chaux

et du gaz carbonique. La chaux est fournie par l'eau, qui ne peut manquer d'en contenir puisqu'elle couvre un lit épais de cette matière; quant au gaz carbonique, il est fourni par l'air, où il s'en trouve en effet toujours, mais en faible quantité. La chaux a donc la propriété de s'incorporer lentement le peu de gaz carbonique qui se trouve dans l'air et de redevenir ainsi pierre calcaire comme elle l'était avant. Semblable chose se passe dans le mortier. La chaux reprend à l'atmosphère le gaz qu'elle avait perdu par la chaleur du four, et redevient petit à petit de la pierre. Le sable mélangé a pour but de diviser la chaux, qui s'imbibe ainsi plus aisément de l'air nécessaire à sa conversion en calcaire. Quand le mortier est bien revenu à l'état de calcaire, les assises d'une construction sont si fortement liées l'une à l'autre, que les pierres se cassent quelquefois plutôt que de céder.

On appelle *chaux grasse* celle qui, mise en contact avec l'eau, s'échauffe beaucoup, augmente considérablement de volume et forme une pâte forte et liante; on appelle *chaux maigre* celle qui ne s'échauffe guère, se fendille avec lenteur et n'augmente presque pas de volume. La première provient de calcaires à peu près purs; elle peut être mélangée avec beaucoup de sable et donne ainsi un mortier abondant. La seconde est formée par des calcaires contenant diverses matières étrangères; elle comporte peu de sable et produit moins de mortier que l'autre. Toutes les deux ont les propriétés de durcir à l'air en s'incorporant du gaz carbonique, qui les convertit en pierre calcaire.

Il existe une troisième variété de chaux, nommée chaux *hydraulique*, qui possède la précieuse faculté de durcir sous l'eau. Elle est fournie par un calcaire contenant une certaine proportion d'argile. Le mortier hydraulique sert pour les maçonneries des ponts, des canaux, des citernes, des fondations, des caves, enfin pour

to tes les constructions faites sous l'eau ou dans un sol humide.

Le *béton* est un mélange de chaux hydraulique et de pierres concassées. On le coule en assises pour servir de base aux constructions dans un terrain imbibé d'eau; pour supporter, par exemple, les piles d'un pont. On en fait aussi de grands blocs rectangulaires, énormes pierres artificielles employées pour les digues.

Le *ciment* est une variété de chaux hydraulique qui, au contact de l'eau, acquiert une grande dureté dans l'intervalle de quelques heures. Ce ciment est *gâché*, c'est-à-dire pétri par petites portions, et employé immédiatement à la manière du plâtre. Il provient d'un calcaire contenant près de la moitié de son poids d'argile. On peut d'ailleurs obtenir des ciments artificiels en calcinant un mélange de calcaire ordinaire et d'argile.

On associe fréquemment aux chaux aériennes ou hydrauliques des argiles cuites, telles que briques, poteries, tuiles réduites en poudre. A ces argiles cuites on substitue avec avantage les *pouzzolanes*, argiles pulvérisées rejetées par les volcans, et dont le nom vient de la ville de Pouzzoles, située au pied du Vésuve. Les Romains faisaient un grand usage de la pouzzolane dans leurs monuments, dont la solidité brave encore l'action destructive des siècles.

LXXIV

LE PLATRE

Moins important que la chaux, le plâtre est néanmoins d'un grand emploi dans les travaux de construc-

tion, en particulier pour les plafonds, les devants de cheminée avec moulures, le scellement des briques. C'est une poudre blanche que l'on met en pâte avec de l'eau, que l'on *gâche* par petites quantités à mesure qu'il en est besoin.

— J'ai vu faire ce travail, dit Émile; l'ouvrier prend dans un sac quelques poignées de cette poudre qu'il délaie avec un peu d'eau dans son baquet, à l'aide de la truelle. Il rassemble la pâte, la met sur la main et l'emploie tout aussitôt, pour en préparer après une nouvelle provision. Pourquoi ne pétrit-on pas tout le plâtre à la fois, à l'avance, ainsi qu'on le fait pour le mortier de chaux?

— On ne gâche pas le plâtre à l'avance par la raison que sa pâte durcit très-promptement, devient pierre et ne peut plus alors s'employer. Pour l'avoir dans l'état de mollesse convenable, il faut donc le préparer à l'instant même de son emploi.

— Et avec quoi fait-on cette poudre, qui se change en pierre quand elle est pétrie avec de l'eau?

— Le plâtre se fait avec une pierre nommée *gypse*, qui, toujours la même quant à la nature, varie beaucoup d'aspect suivant son état de pureté. C'est tantôt une roche informe, blanchâtre, plus ou moins grenue; tantôt une masse finement fibreuse à reflets soyeux; tantôt encore une matière transparente comme le verre et se divisant en très-minces feuilletés, où se voient, par places, les superbes couleurs de l'arc-en-ciel. Frappés de leur beauté, les ouvriers occupés dans les carrières à l'extraction du gypse ont donné à ces lames brillantes le nom de *pierre à Jésus*. Pour rappeler leur éclat et leur peu de prix, ils les appellent encore *miroir des ânes*. L'antiquité faisait usage, en guise de carreaux de vitre, de ces beaux feuilletés de gypse transparent.

Le gypse impur, en roche informe, sert pour le plâtre ordinaire; le gypse pur, en lames vitreuses ou en masses

d'aspect soyeux, sert pour le plâtre fin, destiné au moulage. La pierre à plâtre est fort commune dans divers de nos départements, où elle forme des collines, des montagnes entières; par exemple, dans les départements de la Seine, des Bouches-du-Rhône, de Vaucluse. Pour devenir le plâtre usuel, cette pierre doit être médiocrement chauffée. Dans ce but, on construit, au moyen de blocs de gypse, une suite de petites voûtes sur lesquelles on entasse des fragments de volume moindre. On cuit en brûlant des fagots et des broussailles sous ces voûtes.

— Ce que la chaleur fait partir pendant cette cuisson, demanda Jules, est-ce encore du gaz carbonique, comme dans la fabrication de la chaux?

— Non, mon ami : le gypse ne contient nullement du gaz carbonique; il est formé de chaux, pareille à celle des calcaires, mais associée à de l'acide sulfurique, que la chaleur est impuissante à chasser. Il contient en outre de l'eau, qui forme le cinquième du poids total de la pierre. Cette eau, et rien de plus, est précisément ce qui s'en va par la chaleur. Une fois l'eau partie, le gypse est devenu plâtre. Mais celui-ci a une grande tendance à reprendre l'humidité dont le four l'a dépouillé, et à redevenir ainsi la pierre primitive. C'est sur cette propriété qu'est basé l'emploi du plâtre. Gâchée dans le baquet, la matière poudreuse s'incorpore rapidement l'eau qu'on lui restitue, et le tout durcit en un bloc ayant la solidité du gypse qui n'a pas encore passé par le four. La chaux devient pierre en se pénétrant de gaz carbonique qui la ramène à l'état de calcaire; le plâtre devient pierre en absorbant de l'eau qui le ramène à l'état de gypse. La transformation est lente pour les chaux, très-rapide pour le plâtre.

Une fois cuit, le plâtre est broyé sous des meules verticales, puis tamisé. La poudre doit être conservée dans un local bien sec, car elle attire très-facilement l'humidité et n'est plus bonne alors à durcir, à faire

prise, comme on dit, quand on la gâche avec de l'eau. Vous comprenez très-bien, en effet, qu'après s'être plus ou moins pénétré d'humidité, le plâtre ne doit pas avoir la même tendance à s'incorporer l'eau nécessaire pour le changer en bloc solide; la matière étant déjà un peu imbibée ne saurait s'imbiber avec la même force quand vient le moment de l'employer. Tout plâtre humide, et à plus forte raison mouillé, est désormais hors d'usage.

Avec du plâtre fin s'obtiennent, par moulage, des statues, des bustes, des médaillons et divers autres objets d'ornements. Ce plâtre se prépare avec le gypse le plus pur, avec ces belles lames transparentes dont je vous parlais tantôt. On le cuit dans des fours semblables à ceux des boulangers, hors du contact avec le combustible, pour ne pas souiller sa blancheur. La poudre, semblable à une belle farine, est délayée dans de l'eau et réduite en bouillie claire, que l'on verse dans des moules, en la faisant couler d'ici et de là, par une inclinaison convenable, le long des parois. Quand le plâtre a fait prise, on défait le moule, composé de plusieurs pièces assemblées, et l'on en retire l'objet moulé, creux à l'intérieur.

Le *stuc* est une composition qui imite le marbre. On l'obtient en gâchant le plâtre avec une dissolution de colle-forte. Pour imiter les veines colorées des marbres, on introduit dans la pâte encore molle des poudres de coloration diverse. Lorsque le stuc est sec, on le polit en le frottant avec une pierre à aiguiser, puis avec un feutre imbibé d'huile. Cette composition ne résiste pas aux intempéries du dehors; mais, au sec, dans l'intérieur des appartements, elle constitue une sorte de marbre artificiel, assez dur, d'un beau poli et de teintes variées.

On prépare le *plâtre aluné* en faisant cuire du gypse de belle qualité que l'on plonge, après la cuisson, dans de l'eau tenant en dissolution de l'alun. Imprégnés de cette

dissolution, les morceaux sont cuits une seconde fois et enfin réduits en poudre. Le plâtre aluné fait prise avec l'eau plus lentement que le plâtre ordinaire; il donne un stuc qui résiste mieux que le précédent aux intempéries, et qui possède à la fois la dureté et la demi-transparence du marbre.

Une variété de gypse, fine et compacte, constitue ce que l'on nomme l'*albâtre gypseux*. On travaille cette pierre et on la polit pour en faire des objets d'ornement d'un très-bel aspect, des socles de pendule, des vases et autres choses analogues. La Toscane surtout se livre à ce genre de fabrication.

On connaît un autre genre d'*albâtre*, plus dur et plus estimé que le précédent. C'est une pierre dont la composition est la même que celle du calcaire. On recherche surtout les variétés d'un blanc légèrement jaunâtre, demi-transparentes, avec des veines d'un aspect laiteux. C'est là l'*albâtre antique*, dont les anciens faisaient des statues, des colonnes, des tables et surtout des vases à conserver les parfums. Les variétés avec des rubans de diverses teintes se nomment *albâtre veiné*. On les emploie pour les objets de luxe monumental.

LXXV

EMPLOI DE LA CHAUX ET DU PLÂTRE EN AGRICULTURE

Un sol, pour être fertile, doit contenir, outre les engrais, du calcaire, de l'argile et du sable ou silice, à peu près en proportions égales. Or il peut se faire que naturellement

le sol ne renferme pas en suffisante quantité, ou ne renferme pas du tout l'une ou l'autre de ces trois substances minérales. Il faut alors corriger la nature du terrain, en lui donnant ce qui lui manque. C'est ce qu'on appelle *amender* un sol. Ainsi un terrain trop sablonneux doit recevoir du calcaire ou de l'argile, et presque toujours l'un et l'autre; une terre trop forte, trop argileuse, doit recevoir, au contraire, du sable et surtout du calcaire. On donne le nom d'amendements aux matières minérales qu'on introduit dans le sol pour en corriger la nature, c'est-à-dire pour y établir une proportion convenable des trois principes nécessaires, calcaire, sable, argile. L'un des amendements les plus précieux est la chaux, qui convient surtout aux terrains argileux et tourbeux où se montrent des joncs, des mousses, des fougères.

L'opération du *chaulage* consiste à déposer la chaux dans les champs, par petits tas séparés, que l'on mélange, quand on le peut, avec du gazon, de la boue des cours, des fossés et des mares, et que l'on recouvre de terre. En trois ou quatre semaines, la chaux se trouve éteinte et réduite en poussière. La masse de chaque tas est remuée, mélangée avec soin, puis épandue sur le sol.

L'action de la chaux dans une terre arable est multiple. D'abord elle décompose promptement les matières animales et végétales du sol et les met dans un état favorable à l'alimentation des plantes. Cette propriété explique les admirables résultats qu'elle donne dans les sols défrichés, où les siècles ont accumulé une grande quantité de débris végétaux. Une fois en terre, la chaux ne tarde pas à redevenir ce qu'elle était avant de passer par le four. Elle se pénètre de gaz carbonique et se change en une fine poudre de calcaire. Dans ce nouvel état, elle continue à jouer un rôle efficace en donnant le principe calcaire à un sol trop argileux; en empêchant l'argile d'être aussi liante, aussi impénétrable à l'air et à l'eau.

Les merveilleux effets de cet amendement font qu'en

bien des contrées la chaux est fabriquée par des procédés rapides et puissants, en vue des besoins seuls de l'agriculture. Ainsi, dans la Mayenne, où l'emploi de la chaux a converti des landes argileuses incultes en riches pâturages et en terres à blé d'une exceptionnelle fécondité, on fabrique la chaux dans des fours énormes, d'une douzaine de mètres de hauteur et appuyés par

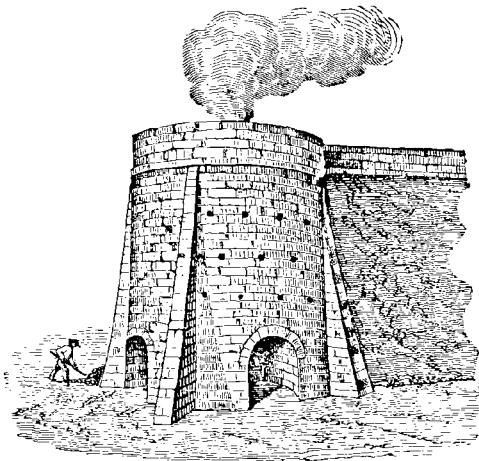


Fig. 68. — Four à chaux de la Mayenne.

trois contre-forts sur l'escarpement qui fournit la pierre calcaire et parfois aussi le combustible.

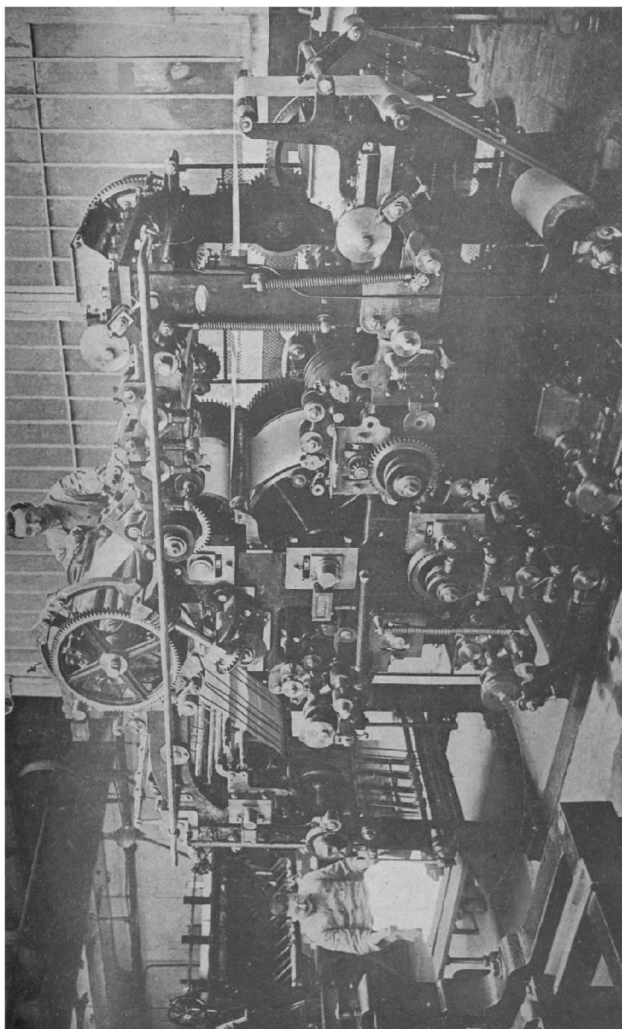
Bien moins important que la chaux en agriculture, le plâtre produit toutefois d'excellents effets sur le trèfle, le sainfoin et la luzerne. On l'emploie en saupoudrant légèrement les plantes lorsqu'elles sont encore humides de la rosée du matin. Il agit aussi d'une manière favorable sur le colza, le lin, le sarrasin, le tabac, mais il ne produit à peu près rien sur les céréales.

On raconte, au sujet de l'action fertilisante du plâtre

sur les luzernières, la curieuse démonstration que voici : Franklin, l'une des plus belles gloires des États-Unis de l'Amérique du Nord, connaissant les puissants effets du plâtre, voulut propager l'emploi agricole de cette matière parmi ses concitoyens ; mais ceux-ci, fidèles aux vieilles routines, ne l'écoutaient pas. Pour les convaincre, Franklin sema du plâtre dans une luzernière, au bord de la route la plus fréquentée de Philadelphie, et répandit la matière sur les plantes de façon à tracer des lettres et des mots. La luzerne poussa partout, mais beaucoup plus haute, plus verte, plus touffue sur les points plâtrés, de sorte que les passants lisaient dans le champ de luzerne ces mots formés de lettres gigantesques : *Ceci a été plâtré*. L'ingénieur expédient eut un plein succès, et le plâtre ne tarda pas à être adopté en agriculture.

— Les plus incrédules, fit Jules, ne pouvaient manquer d'être convaincus en voyant ces grandes lettres verdoyantes dominer le reste de la luzerne. Franklin n'a-t-il pas fait d'autres choses remarquables ? Ce nom me revient maintenant ; je l'ai vu plusieurs fois dans les livres.

— Par sa science, Franklin fut l'un des hommes les plus remarquables de son siècle. Entre autres choses, nous lui devons l'invention des *paratonnerres*, cette haute tige de fer pointue que l'on dresse au sommet des édifices pour les défendre de la foudre. C'est lui qui le premier eut la superbe audace de provoquer la foudre au sein des nuages orageux, de la conduire suivant ses désirs et de l'amener à ses pieds pour en étudier la nature. Un jour d'orage, en 1752, il se rendit dans la campagne de Philadelphie, en compagnie de son jeune fils qui portait un cerf-volant formé d'un mouchoir de soie noué par les quatre coins à des baguettes de verre. Une pointe de métal terminait l'appareil. Un long cordon de chanvre, prolongé inférieurement par un cordon de



Cl. Jacques Boyer.
L'IMPRIMERIE : MACHINE MARINONI POUR L'IMPRESSION ET LE NUMÉROTAGE DES MANDATS.

soie, fut attaché au cerf-volant, qui s'éleva vers un nuage orageux. Rien au début ne vint confirmer les prévisions du savant Américain, qui désespérait déjà de la réussite, quand une pluie survint et avec elle la substance de la foudre mieux conduite par la corde mouillée. Sans se préoccuper du danger qu'il courait, et transporté de joie d'avoir amené à sa portée la cause du tonnerre, Franklin, approchant le doigt de la corde, fit jaillir de petits traits de feu, alluma de l'eau-de-vie à ces étincelles descendues du ciel et ne mit fin à sa redoutable expérience qu'après avoir bien reconnu en quoi consistait la foudre. C'est ainsi qu'il étudia le tonnerre de près, en découvrit la nature, et parvint finalement à en préserver les édifices au moyen d'une tige de fer pointue.

Les débuts de cet homme remarquable sont de nature à vous intéresser. Benjamin Franklin naquit à Boston, dans l'Amérique du Nord, en 1706. Il était le plus jeune de dix-sept enfants. Aussi trouva-t-il dans la maison de son père, pauvre fabricant de chandelles et de savon, tout juste les ressources nécessaires pour apprendre à lire, à écrire et à compter. A dix ans, il est retiré de l'école et occupé à de menus services dans la maison. Il coupe des mèches de chandelles et remplit les moules de suif; il sert les acheteurs à la boutique paternelle et fait les commissions. Son travail lui vaut quelques sous dont il ne sait pas encore faire un judicieux emploi.

« Un jour, raconte-t-il lui-même, me voyant riche d'une poignée de monnaie de cuivre, je courais acheter des joujoux, quand vient à passer près de moi un petit garçon de mon âge, avec un sifflet dans les mains. Enchanté du son du sifflet, je proposai au camarade d'échanger toute ma monnaie pour son instrument. Bien volontiers il y consentit. Tout heureux de mon marché, que je croyais superbe, je retourne à la maison où je ne discontinue pas de siffler, à ma très-grande joie, mais aussi au très-grand déplaisir des oreilles de la famille. Je dis

l'échange magnifique que je venais de faire. Mes frères et mes sœurs se moquèrent de moi, disant que, pour l'argent donné, j'aurais eu, chez le marchand, de pareils sifflets par douzaines. Il me vint seulement alors en idée quelles belles choses j'aurais achetées avec ma monnaie, et je me mis à pleurer de dépit. Le regret de mon échange me causait maintenant plus de peine que le sifflet d'abord ne m'avait donné de plaisir. — Ce petit événement me fit une impression qui ne s'est jamais effacée et m'a servi en plus d'une circonstance. Depuis, lorsque je suis tenté par quelque chose d'inutile, je me dis à moi-même : *Ne donne pas trop pour le sifflet; et j'épargne ainsi mon argent.* »

Quelques années de plus firent du naïf acheteur de sifflets un acheteur passionné de livres. Tourmenté du besoin de la lecture, le petit Franklin mettait toutes ses économies en livres, qu'il achetait volume par volume, pour les revendre, une fois lus, et s'en procurer d'autres. Après avoir essayé d'en faire un coutelier, son père, qui ne savait trop quel métier lui donner, songea à le mettre en apprentissage dans une imprimerie. L'enfant fut ravi de la proposition : là du moins il trouverait des livres autant qu'il en voudrait. Son frère Jacques, imprimeur à Boston, le prit pour apprenti.

Des livres lui sont prêtés, un à un, chaque soir. Il passe ses nuits à les lire, car le lendemain le travail de l'atelier lui laisse à peine quelques moments de liberté. Ces moments, si courts qu'ils soient, ne sont pas perdus. Pendant que son frère et les ouvriers vont prendre leur repas, il reste à l'imprimerie, dîne à la hâte d'un morceau de pain, de quelques fruits et d'un verre d'eau, et reprend jusqu'à leur retour ses lectures. C'est ainsi qu'il fit son instruction, sans ordre, au hasard, suivant les ouvrages qui lui tombaient entre les mains.

Quand il se crut l'intelligence suffisamment meublée d'idées et d'expressions, l'apprenti typographe s'essaya

dans l'art d'écrire. Un matin, veillant bien à ce que personne ne le vît, il glissa une composition de sa plume sous la porte de l'imprimerie. Son frère aperçut le papier, lut l'article et le trouva digne du journal qu'il publiait. Le morceau parut imprimé et valut des éloges à son auteur inconnu. Entendant ces éloges, le jeune Franklin contint sa joie pour ne pas se trahir et composa en cachette un second article qui eut l'heureux sort du premier. Après quelques essais semblables, il s'avoua comme l'auteur des écrits que, de temps à autre, à l'ouverture matinale de l'atelier, on trouvait sous la porte de l'imprimerie. Enchanté d'un tel collaborateur, son frère se l'associa comme rédacteur du journal. Franklin avait alors seize ans.

LXXVI

LE PAPIER

L'écriture confie notre pensée à la feuille de papier, si fine et si blanche; mais que de grossières inventions avant d'en arriver à la précieuse feuille ! Il y a des milliers d'années, les Assyriens de Babylone et de Ninive écrivaient, avec une pointe de fer, sur une brique d'argile encore molle. La brique était ensuite durcie au feu pour donner consistance à l'écriture. Voulait-on envoyer de ses nouvelles à un ami, la lettre consistait en une brique à peu près pareille de poids et de forme à celles que nous employons dans nos constructions.

— Avec de tels moellons dans leur boîte, dit Jules, les facteurs d'aujourd'hui seraient bientôt accablés sous le poids de la correspondance.

— Voulait-on, au moyen d'un livre, transmettre aux âges futurs les faits mémorables de l'époque, on assemblait sur les rayons d'une bibliothèque un nombre suffisant de ces briques écrites; chacune d'elle était une page du livre. Avec tel de nos volumes ainsi constituée, il y aurait assez de matériaux pour bâtir une maison. D'après cela, jugez combien pauvre devait être, en ces temps éloignés, une bibliothèque formée de feuillets aussi encombrants. Quelques restes nous sont parvenus de ces antiques livres de brique; la science les déterre aux emplacements où furent Ninive et Babylone, et parvient même à déchiffrer leurs caractères inconnus.

Bien plus tard, en ces mêmes régions de l'Orient, un autre moyen fut employé, non moins étrange. Un roseau taillé était la plume, une liqueur noire formée de suie délayée dans de l'eau était l'encre; la page était un os longtemps blanchi aux rayons du soleil, l'os large et plat de l'épaule du mouton. La liasse des écrits traitant du même sujet, le livre enfin, se composait de semblables ossements noués au même cordon.

En Europe, là où la civilisation était la plus florissante, en Grèce et à Rome, on faisait usage de tablettes de bois enduites d'une mince couche de cire sur laquelle on traçait l'écriture avec un poinçon ou stylet, aigu d'un côté, aplati en large tête de l'autre. Le bout pointu servait à graver l'écriture dans la cire, le bout plat servait à effacer et à polir de nouveau la surface molle.

Ce sont les Égyptiens qui ont imaginé ce qui se rapproche le plus de notre papier. Il croît abondamment dans le Nil une sorte de roseau nommé *papyrus*, dont l'écorce se divise en longues lanières minces et blanches. On imbibaient ces lanières de l'eau trouble du Nil, qui servait de colle; on les assemblait à côté l'une de l'autre, et par-dessus on disposait, mais en travers, une couche semblable. Le tout pressé, puis battu au marteau, formait une feuille propre à l'écriture. La plume était encore le roseau

taillé, et l'encre la liqueur noire obtenue avec de la suie. Du nom de papyrus est venu le nom de papier. Les feuilles de papyrus n'étaient pas coupées en petits rectangles comme le sont nos feuilles de papier; elles formaient une bande unique, d'une longueur proportionnée à l'étendue de l'écrit. Un livre en papyrus se composait donc d'une seule feuille. Pour la commodité du maniement, celle-ci était roulée autour d'un petit cylindre de bois, auquel elle était fixée par son extrémité. Quand nous lisons un livre, nous tournons un à un les feuillets, écrits de deux côtés; les anciens faisaient autrement: ils déroulaient peu à peu la longue bande de papyrus écrite sur une seule face.

En même temps que le papyrus, l'antiquité employait le *parchemin*, dont le plus estimé se préparait en Asie, à Pergame. Du nom de cette ville vient le nom de *pergamena* par lequel on désignait ce que nous appelons aujourd'hui parchemin. Dans ce dernier mot, tout dénaturé qu'il est, se retrouvent encore des traces de l'antique dénomination. Le parchemin s'obtient avec des peaux de mouton et de chèvre, dont on enlève la toison en les passant dans une bouillie de chaux; on les étend ensuite sur les cendres pour les décharner, et on les frotte avec une pierre ponce pour les adoucir.

On attribue l'invention du papier aux Chinois. Au ix^e siècle, les Arabes introduisirent sa fabrication dans l'Orient, mais son usage ne devint général en Europe qu'au xiii^e siècle. C'est sous Philippe de Valois, vers 1340, que les premières papeteries s'établirent en France.

Le papier, celui qui fournit les belles feuilles blanches de vos cahiers d'écriture, comme celui d'où proviennent les feuillets du livre le plus précieux, s'obtient avec de misérables chiffons. Des haillons abjects sont recueillis: il y en a de ramassés parmi les immondices de la rue, il y en a de maculés d'impuretés sans nom. Un triage est fait; ceux-ci pour le papier fin, ceux-là pour le papier

grossier. On les lessive alors, et rudement; ils en ont besoin. On procède après à *l'effilochage*, qui a pour but de détruire l'arrangement du tissu et de séparer les filaments les uns des autres. Cette division s'effectue au moyen d'un cylindre armé de lames qui tourne dans une auge contenant les chiffons plongés dans de l'eau. Ainsi déchirés, mâchés, les chiffons finissent par se réduire en une sorte de purée, à laquelle on donne une blancheur parfaite au moyen d'une drogue, nommée chlorure de chaux, qui a la propriété de détruire les couleurs. On procède alors à *l'encollage*, dont l'objet est de rendre le papier imperméable à l'encre et apte à recevoir l'écriture. Sans ce traitement, le papier s'imbiberait sous la plume, et les caractères mal déterminés, diffus, seraient illisibles. L'encollage de la pâte se fait avec de la résine, de l'alun et de la fécule.

Voilà la matière première préparée à point. C'est elle qui, par l'entre-croisement en tous sens des menus fils dont elle se compose, doit se prendre en une mince lame qui sera le papier. Une machine, trop compliquée pour se prêter à une description, est chargée de ce travail. La pâte ruisselle en un filet continu sur une toile métallique qui retient les parties grossières et laisse passer les plus fines. Une seconde toile métallique, en mouvement sur des rouleaux, reçoit ce qui tombe de la première, retient la pâte et laisse écouler l'eau, dont la séparation est favorisée par un léger va-et-vient oscillatoire. La purée de chiffons s'étale aussi en une mince couche uniforme. Entraînée par la toile métallique qui la porte, cette couche, cette feuille toute molle encore, vient passer devant une étoffe de laine, sur laquelle elle se colle, et qui la conduit sur un cylindre creux, chauffé à l'intérieur par de la vapeur. Sur ce cylindre, le papier se dessèche et prend de la consistance; de là il s'enroule sur un second cylindre en une bande d'une longueur indéfinie. Il suffit de quelques instants pour que la pâte, toute

fluide dans l'auge de départ, soit convertie en papier prêt à servir. Il ne reste plus qu'à couper en feuilles de la grandeur voulue la bande indéfinie enroulée sur le dernier cylindre. Le papier ainsi préparé se nomme *papier à la mécanique*.

On appelle *papier à la main* ou *à la forme* celui qu'on obtient en introduisant la pâte de chiffons, avant tout encollage, dans un tamis de toile métallique, auquel l'ouvrier donne un léger mouvement d'oscillation. Par ce mouvement, l'eau s'égoutte, la pâte s'étale et se prend en une mince lame, dont la forme rectangulaire est la même que celle du tamis. Les feuilles, ainsi obtenues une à une, sont mises en presse entre des pièces de drap, séchées à l'étuve et enfin collées par une immersion dans un bain contenant de la colle-forte et de l'alun. On les presse une dernière fois pour bien faire pénétrer la colle, et finalement on les assemble en *mains* de vingt-quatre feuilles, et en *rames* de vingt mains.

Le papier à la main, n'étant encollé qu'à la surface, devient perméable quand on le gratte et ne peut plus recevoir l'écriture. On remédie à cet inconvénient en frottant la partie écorchée avec de la poudre de *sandaraque*, qui est une espèce de résine. Le papier à la mécanique, au contraire, ne perd point, quand on le gratte, son imperméabilité, parce que la colle y est également distribuée dans toute l'épaisseur.

Vu par transparence, le papier à la main présente des lignes translucides, appelées *vergeures*, qui sont les empreintes des fils métalliques constituant le tamis où la pâte est étalée. On voit également au centre de la feuille des lettres ou des figures qui sont la marque des fabricants. Le papier à la mécanique n'a pas ces traits translucides parce que la pâte est reçue sur une toile uniforme à mailles serrées.

La majeure partie du papier est aujourd'hui fabriqué à la mécanique; néanmoins le papier à la main est plus

solide et présente de meilleures garanties de durée; il sert pour les actes, les registres, les timbres, les dessins, les lavis. Le papier à la mécanique est beau, lisse, blanc; mais il n'a ni la consistance ni la durée de l'autre. Il est employé pour les écritures ordinaires, surtout pour l'impression. Dans ce dernier cas, il n'est pas collé.

Les chiffons de chanvre et de lin fournissent le meilleur papier; ceux de coton, employés seuls, ne donnent qu'un papier de qualité inférieure à cause de son peu de consistance. On en obtient d'excellent en associant les deux genres de chiffons. On emploie concurremment, pour les papiers grossiers, la paille, le foin, les bois tendres, les roseaux, les feuilles de pin, enfin les diverses matières végétales qui peuvent fournir une pâte filamenteuse. Lorsque ces matières sont destinées à entrer dans la composition du papier ordinaire, elles subissent d'abord un blanchiment énergique par la lessive et le chlorure de chaux.

Pour le papier à envelopper, le vulgaire papier gris, on fait emploi des mêmes matières, mais sans autre travail qu'une extrême division; aussi, dans la couleur jaune du papier avec lequel l'épicerie plie aujourd'hui ses denrées, reconnaît-on la teinte même de la paille employée à la fabrication.

Le carton se fait avec de vieux papiers qu'on humecte, qu'on fait pourrir et qu'on broie sous des meules tournant dans une auge pleine d'eau. La pâte est mise en feu dans des formes, puis pressée et séchée. Les cartons fins sont couverts sur chaque face de feuilles de papier blanc.

LXXVII

L'IMPRIMERIE

Avant l'invention de l'imprimerie, art merveilleux qui permet de reproduire, très-rapidement, et en aussi grand nombre que l'on veut, les travaux de l'esprit, on était réduit à des copies faites à la main. Les livres manuscrits exigeaient des années de travail : aussi étaient-ils fort rares et d'un prix très-élevé. Il fallait de grandes fortunes pour acquérir une bibliothèque de quelques volumes. Le livre en lecture était fixé au pupitre par une chaîne afin de mettre le précieux trésor à l'abri des mains indiscretes qui auraient pu le détourner. On le prêtait par devant notaire, comme nous le ferions aujourd'hui du meilleur de notre fortune. De notre temps, le livre pénètre partout, répandant à profusion, jusque dans les derniers rangs, le pain sacré de l'intelligence. Ce progrès, le plus grand qu'ait accompli l'humanité, nous le devons à l'imprimerie, inventée par Gutenberg, il y a quatre siècles. Avec le livre imprimé sont désormais devenus impossibles les temps d'ignorance que l'homme a misérablement traversés ; nos trésors intellectuels, force de l'avenir, sont mieux que gravés sur la pierre ou sur le métal : ils sont inscrits sur la feuille de papier, indestructible à cause de son nombre.

Examinons rapidement en quoi consiste le travail de l'imprimerie. Figurez-vous de fines et courtes tiges de métal, toutes d'égales hauteur, dont chacune porte sculptée en relief à l'une des extrémités une lettre de l'alphabet. Telle de ces baguettes est façonnée en *a* par un bout, telle autre en *b*, telle autre en *c*, en *d*, etc. Il y en a d'autres qui portent un simple point, une virgule, un

point-virgule; il y a enfin autant de genres distincts de ces petits morceaux de métal que notre langue possède de lettres et de signes orthographiques. En outre, chaque lettre et chaque signe sont répétés un grand nombre de fois. Remarquons enfin que tous ces caractères sont sculptés à rebours; vous en verrez bientôt le motif.

Un ouvrier, appelé *compositeur*, a devant lui un *casier*, dont chaque compartiment est occupé par une seule lettre de l'alphabet, ou par un seul signe orthographique. Les *a* sont dans tel compartiment, les *b* dans un second, les *c* dans un troisième, et ainsi de suite. Les lettres d'ailleurs ne sont pas rangées dans le casier par ordre alphabétique : pour abrégér le travail, on dispose dans les cases voisines de la main les lettres qui reviennent le plus fréquemment, comme les *e*, les *r*, les *i*, les *a*; et l'on relègue dans les cases éloignées les lettres d'un emploi moins fréquent, comme les *x*, les *y* et les *z*.

Le compositeur a sous les yeux une page du *manuscrit* ou travail de l'auteur, et à la main gauche une petite règle de fer à rebords appelée *composteur*. A mesure qu'il lit, sa main droite, guidée par une longue habitude, va prendre dans sa case la lettre voulue et la place dans le composteur, debout et bien à la file des autres. Il sépare les mots par l'interposition d'une baguette de métal semblable à celle des lettres, mais dont le bout reste en dedans et ne porte rien de sculpté. La première ligne finie, le compositeur place d'abord sur elle une *interligne*, c'est-à-dire une lame de métal d'une épaisseur égale à la distance qui doit séparer les lignes les unes des autres; puis il commence une nouvelle rangée de lettres. Enfin, lorsque le composteur est plein, l'ouvrier en dépose avec précaution le contenu sur une planchette à rebords, qui empêche le délicat assemblage de s'ébouler; et il continue ainsi jusqu'à la fin du manuscrit.

Un second ouvrier, le *metteur en pages*, prend dans le

travail du compositeur le nombre de lignes nécessaires pour faire une page ; puis il assemble par ordre convenable, dans un cadre de fer, les pages ou *paquets* qui doivent servir à l'impression d'une même feuille de papier. On a alors ce qu'on nomme une planche d'imprimerie. Cette planche se compose d'une foule de menues baguettes métalliques, simplement placées côte à côte. Il y en a autant que de lettres, de signes orthographiques, d'intervalles séparant les mots, d'espaces séparant les lignes. L'arrangement de ces nombreuses pièces est un chef-d'œuvre de patience et de dextérité, mais chef-d'œuvre qu'un faux mouvement peut bouleverser. On le consolide avec des coins dans son cadre de fer, de manière que le tout semble fait d'un seul bloc de métal. La planche est alors prête pour l'impression.

Un rouleau imprégné d'une encre épaisse, faite avec de l'huile et du noir de fumée, est passé sur la planche. Les lettres et les signes orthographiques, les seules choses qui apparaissent en saillie, se couvrent d'encre ; le reste n'en prend pas, parce qu'il est en creux. Une feuille de papier est appliquée sur la planche encrée ; on la recouvre d'un coussinet pour la protéger, puis on la presse fortement à l'aide d'une machine nommée *presse à bras* que manœuvre un ouvrier. L'encre des caractères se dépose sur le papier, et la feuille se trouve imprimée sur l'une de ses faces. Pour l'imprimer sur l'autre, on recommence l'opération avec une seconde planche. Les lettres de métal sont, vous ai-je dit, sculptées à rebours, comme apparaîtraient les lettres d'un livre que l'on regarderait dans une glace. L'empreinte d'encre, laissée par elles sur le papier, les reproduit avec une position inverse, et par conséquent dans le sens droit.

Pour abrégér de beaucoup le travail, au lieu de la presse à bras mise en action par un ouvrier, on emploie aujourd'hui, dans les grandes imprimeries, les presses mécaniques mues par la vapeur. La machine elle-

même saisit la feuille et la fait passer entre deux planches d'impression qu'un rouleau, guidé par des rouages, encre chaque fois sans le secours de l'homme. En un instant, la feuille de papier sort de la machine, imprimée à la fois des deux côtés. Une autre succède aussitôt, puis une autre, une centième, une millième, indéfiniment. Tout cela se fait tout seul et si vite, qu'on obtient, en peu de temps, une haute pile de feuilles imprimées, dont chacune demanderait une journée entière pour être écrite à la main. Quand le travail est fini, les lettres des planches d'impression sont remises une à une dans leurs cases respectives, pour servir de nouveau à d'autres compositions.

D'autres fois, il convient de conserver longtemps les planches d'impression afin de les faire servir plus tard, à telle époque que l'on voudra, pour obtenir une nouvelle série d'imprimés, ou pour faire, comme on dit, un nouveau *tirage*. Mais alors une grave difficulté se présente : les caractères, immobilisés dans leur cadre, ne peuvent servir à d'autres travaux ; et l'imprimeur se verrait entraîné dans des dépenses trop considérables, s'il lui fallait renouveler son matériel. La difficulté est levée par le *clichage*. On verse sur la planche, légèrement huilée, une mince et fine couche de plâtre en bouillie, que l'on fait bien pénétrer dans tous les creux en la frappant à petits coups de brosse. Sur cette couche, on en verse une seconde, d'une épaisseur suffisante pour consolider la première. Quand le plâtre est durci et sec, on l'enlève en une plaque, où se trouvent, exactement reproduits en creux, tous les caractères de la planche d'impression. Dans ce moule en plâtre, on verse fondu le même métal qui sert à la fabrication des caractères d'imprimerie, c'est-à-dire un composé formé de plomb et d'antimoine. L'antimoine ne vous est pas connu. Je vous apprendrai que c'est un métal de l'aspect de l'étain, mais si fragile, qu'on peut le broyer dans un mortier à peu

près avec la même facilité que se broie le sel de cuisine. On en ajoute un peu au plomb pour donner à celui-ci plus de consistance et l'empêcher de s'écraser sous la pression du rouleau et de la presse. Bref, du moule de plâtre, on retire une planche formée d'un seul bloc et pouvant servir à l'impression tout comme le ferait la planche composée de caractères mobiles. Celle-ci peut désormais être défaire et céder ses caractères, qui rentrent dans le casier.

Au lieu de plâtre, on emploie encore, pour le clichage, une feuille de papier humide que l'on fait entrer, à petits coup de brosse, dans les interstices des lettres. A cette feuille en succèdent d'autres jusqu'à ce que le tout ait acquis l'épaisseur et la solidité d'un carton. Le moule ainsi obtenu sert ensuite comme le moule en plâtre.

L'homme de génie à qui est due l'invention de l'imprimerie avec des caractères mobiles et en métal, Gutenberg, naquit à Mayence vers l'an 1400. On ne sait rien de ses premières années. Obligé de s'expatrier à cause de troubles politiques, il vint chercher un asile à Strasbourg, où il exerça plusieurs années la profession de lapidaire. Tout en s'occupant du polissage des pierres précieuses et de la taille des diamants, il conçut l'idée de ce qu'il appelait à juste titre un secret merveilleux et tenant du prodige. L'invention entrevue lui apparut dans l'immensité de son importance et il résolut d'y consacrer toutes ses veilles et toute sa fortune. Revenu dans sa patrie, à Mayence, il entreprend, pour son début dans le nouvel art, une œuvre énorme, l'impression de la Bible, qui eut bientôt absorbé tout son avoir. Pour mener à fin l'entreprise, il s'associe le banquier Fust, qui fournit les fonds nécessaires. En 1455, la Bible parut.

Gutenberg, vous le croyez sans doute, fut comblé d'honneurs et de richesses par l'Europe reconnaissante.

Ah! mes enfants, que nous sommes loin de la marche habituelle des choses en ce monde! De son admirable

invention, Gutenberg ne retira qu'une ruine complète, la perte de son atelier et la mise à néant de vingt années d'efforts et de sacrifices. La vente de la Bible ne rapportant pas d'assez beaux bénéfices, le banquier Fust fit saisir le matériel de l'imprimerie pour rentrer dans ses avances. Puis il s'associa un ouvrier habile, Schœffer, et ces deux hommes, une fois Gutenberg mort, firent tous leurs efforts pour s'attribuer le mérite de la découverte. Dépouillé de tout, ruiné, Gutenberg pourtant ne se laissa pas abattre. Il parvint à monter une autre imprimerie, mais il eut bien de la peine à soutenir la concurrence de ses rivaux favorisés de la fortune.

La première imprimerie que la France ait possédée fut établie à Paris, en 1469, par Ulric Gering, Martin Krantz et Michel Friburger, qu'avaient fait venir d'Allemagne le recteur de l'Université et le prieur de Sorbonne. L'art importé par ces étrangers parut chose abominable et œuvre de sorcellerie; on parlait déjà de brûler en place publique les trois mécréants, qui ne pouvaient tenir que de l'Esprit malin lui-même le pouvoir de transcrire aussi vite ce qui aurait absorbé plusieurs années d'un copiste. Il fallut la haute protection du roi Louis XI pour qu'on laissât les imprimeurs en paix.

LXXVIII

LA POUDRE

— Les matériaux qui entrent dans la composition de la poudre sont au nombre de trois : le salpêtre, le soufre et le charbon. Le mot salpêtre signifie sel des pierres.

La raison de ce nom, la voici. On trouve fréquemment sur les murs humides des caves, des écuries, des bergeries, des houppes d'une matière blanche qui ressemble à un délicat duvet soyeux. C'est là le salpêtre, le sel des pierres, dont les murailles humides se tapissent en s'imprégnant de certaines émanations contenues dans l'air.

Recueillez un peu de cette matière, à la première occasion, en raclant avec une plume quelque mursalpêtré; vous lui reconnaîtrez les propriétés suivantes. Le salpêtre est blanc comme le sel de cuisine, et se fond comme lui très-facilement dans l'eau. Mais il n'a nullement le goût salé; sa saveur est fraîche et n'a rien de désagréable. Sa propriété fondamentale est relative à la combustion. Prenez un charbon allumé et sur la partie embrasée versez une pincée de salpêtre. Vous verrez la matière se liquéfier en bouillonnant et le charbon brûler à son contact avec une ardeur extraordinaire, et un éclat qui rappelle en petit celui d'une pièce d'artifice. Sa combustion est si vive, que nos foyers n'ont rien de pareil à lui comparer. De cette expérience, nous conclurons que le salpêtre a la propriété d'entretenir et d'activer énergiquement la combustion.

— Mais, fit Jules, n'est-ce pas l'air qui entretient et active la combustion? Vous nous avez dit qu'en brûlant le charbon se dissout dans l'air, et que c'est là la cause de son embrasement. Le salpêtre remplacerait-il l'air dans l'expérience dont vous nous parlez?

— Rien ne peut remplacer l'air. Si le charbon brûle avec tant d'éclat en présence du salpêtre, c'est que celui-ci se décompose et lui fournit de l'air en abondance, mais un air très-pur, très-apte à la combustion, comme n'en lance pas le tuyau d'un soufflet. Vous pouvez considérer le salpêtre comme une sorte de magasin d'air, amassé en grande quantité sous un petit volume et retenu captif par sa combinaison avec d'autres substances, en particulier avec la potasse.

— La même potasse qu'il y a dans les cendres?

— La même. Il y a de la potasse dans le salpêtre; elle forme la croûte blanche qui reste sur le charbon quand la vive combustion a cessé. Le salpêtre, dis-je, est comparable à un réservoir d'air très-pur, retenu captif par l'association avec d'autres matières. La chaleur détruit cette association; l'air, devenu libre, s'échappe de la matière qu'il fait bouillonner et se porte sur le charbon dont il active l'ardeur. Telle est la cause de la vive déflagration produite par le salpêtre.

Pour avoir du salpêtre, longtemps on s'est borné à recueillir celui qui se forme dans les caves, les étables, les plâtras de démolition, le sol des écuries. Les matériaux salpêtrés étaient lavés avec de l'eau dans de grands cuiviers, et le liquide clair provenant de ces lavages, étant évaporé, donnait le salpêtre pour résidu. Mais aujourd'hui on le fait venir des Indes, de l'Égypte, et surtout du Pérou, où tantôt il forme dans la terre des bancs de plusieurs mètres d'épaisseur, et tantôt il couvre le sol d'une mince couche semblable à de la neige.

Le second ingrédient de la poudre est le soufre. Je vous ai déjà dit, au sujet des allumettes, comment le soufre se trouve dans le roc, dans la terre, surtout au voisinage des volcans, et comment on le sépare des impuretés qui l'accompagnent par une distillation dans de longs pots en argile cuite.

Le charbon destiné à la poudre demande des soins spéciaux, car tous les bois ne conviennent pas également. Le fusain, le peuplier, le châtaignier, les tiges de chanvre ou chènevottes, sont les bois préférés pour la poudre de guerre; le peuplier, le tremble, le tilleul et le saule conviennent à la poudre de mine.

Le mélange intime des trois matières, salpêtre, soufre et charbon, constitue la poudre. La proportion est, sur 100 parties de poudre de guerre, de 75 parties en salpêtre, 12,5 en soufre et 12,5 en charbon. Cette proportion

change un peu dans la poudre de chasse et dans celle de mine. La trituration et le mélange des trois substances se font au moyen de mortiers creusés dans des pièces de bois de chêne et de lourds pilons en bronze mis en mouvement par un mécanisme. Ces derniers sont soulevés à la hauteur de 4 décimètres, puis retombent de tout leur poids à raison d'une soixantaine de fois par minute. Vingt-quatre mortiers pareils disposés sur deux rangées forment ce qu'on nomme une *batterie* dans un *moulin à poudre*.

On met d'abord dans les mortiers de l'eau et le charbon, que l'on fait battre pendant une demi-heure; on ajoute alors le salpêtre et le soufre et l'on continue le battage sans discontinuer pendant vingt-quatre heures. De temps en temps, de petites quantités d'eau sont ajoutées, à mesure que la pâte se dessèche. Pour la poudre de chasse, les pilons sont généralement remplacés par deux meules en fonte de 4000 à 5000 kilogrammes, tournant debout dans une auge qui contient le mélange.

Vient ensuite la mise en grains. On commence par dessécher suffisamment la pâte pour qu'elle puisse se briser. Elle est alors divisée sur un crible par l'action d'un disque de bois dur ou *tourteau*. Un mouvement de va-et-vient communiqué au crible fait tourner le tourteau autour de la circonférence du crible même. Par son poids et ses chocs, le disque de bois brise et comprime la pâte, qui passe à travers les trous du crible. La poudre divisée est reçue dans le *grenoir*, second crible qui donne

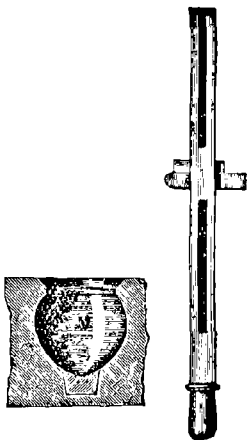


Fig. 69. — Mortier et pilon pour la fabrication de la poudre.

aux grains la grosseur voulue. Un troisième crible, l'*égailsoir*, retient les grains trop gros ; enfin un tamis sépare la poussière. Pour être terminée, il ne reste plus à la poudre de guerre que d'être soumise au *séchage*, qui se fait soit à l'air libre, sur des toiles exposées au soleil, soit dans des étuves.

Avant d'être séchée, la poudre de chasse subit seule l'opération du *lissage*, qui a pour objet de donner aux grains une surface polie et brillante. Le *lissoir* est un tonneau garni à l'intérieur de quelques côtes peu saillantes. On y introduit la poudre. Par la rotation du tonneau et les chutes répétées que provoquent les côtes intérieures, les grains de poudre roulent sur eux-mêmes, usent leurs aspérités et acquièrent une surface polie.

L'expérience du salpêtre jeté sur un charbon allumé nous rend compte de la soudaine inflammation de la poudre et des effets de cette inflammation. Il y a dans la poudre deux matières éminemment combustibles, le soufre et le charbon ; il y a de plus une troisième matière, le salpêtre, qui en se décomposant fournit en abondance un air très-apte à la combustion. Lors donc que le feu est mis à de la poudre, le salpêtre se décompose et l'air qui s'en dégage brûle le soufre et le charbon, qui sont ainsi convertis soudain en gaz. La masse gazeuse formée est énorme : libre de s'étendre comme le comporte sa nature, elle occuperait un espace 1500 fois plus grand que celui de la poudre d'où elle provient. Aussi, renfermée dans une étendue beaucoup trop étroite pour elle, cette masse gazeuse fait effort pour se dégager et chasse violemment devant elle le boulet, la balle, le plomb, enfin les divers obstacles qui s'opposent à son expansion, de même qu'un ressort fortement ramassé sur lui-même repousse et lance ce qui le gêne.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

I.	--- Les métaux	4
II.	--- Le fer	6
III.	--- Haut-fourneau	10
IV.	--- Laminoir. — Filière	14
V.	--- Fil de fer. — Clous	19
VI.	--- L'acier	23
VII.	--- La trempe	26
VIII.	--- Les aiguilles	30
IX.	--- Plumes métalliques. — Limes	33
X.	--- Étain. — Étamage. — Fer-blanc	37
XI.	--- Cuivre. — Vert-de-gris. — Bronze	40
XII.	--- Les Gaels	46
XIII.	--- Les habitations lacustres	50
XIV.	--- Zinc. — Fer galvanisé. — Laiton. — Épingles	54
XV.	--- Plomb. — Mercure. — Argent	57
XVI.	--- L'or	61
XVII.	--- Dorure. — Monnaies	65
XVIII.	--- Le feu	70
XIX.	--- Les allumettes	73
XX.	--- La combustion	77
XXI.	--- Soufflets	81
XXII.	--- Tirage	86
XXIII.	--- Cheminées. — Poêles. — Chauffage par la vapeur	90
XXIV.	--- La houille	96
XXV.	--- La houille (suite)	100
XXVI.	--- Le grisou	105
XXVII.	--- Anthracite. — Tourbe. — Graphite	110

XXVIII.	— Le diamant	114
XXIX.	— Charbon de bois. — Noir animal	119
XXX.	— Le gaz de l'éclairage	124
XXXI.	— Chandelles. — Bougies. — Cierges	129
XXXII.	— Le sel	135
XXXIII.	— Le sucre	139
XXXIV.	— Le café	143
XXXV.	— Thé. — Chocolat	148
XXXVI.	— Les épices	153
XXXVII.	— Le tabac	157
XXXVIII.	— Les trois états de la matière	162
XXXIX.	— Alambic	167
XL.	— Eau potable	172
XLI.	— L'alcool	176
XLII.	— L'alcoomètre	179
XLIII.	— Le vin	183
XLIV.	— La bière	187
XLV.	— Le vinaigre	191
XLVI.	— Parmentier	197
XLVII.	— La fécule	201
XLVIII.	— Sucre de fécule	207
XLIX.	— Farine. — Gluten. — Amidon	209
L.	— Panification. — Pâtes alimentaires	212
LI.	— Coton. — Lin. — Chanvre	216
LII.	— La soie	222
LIII.	— La laine	227
LIV.	— Le tissage	231
LV.	— Le drap	236
LVI.	— La toile	241
LVII.	— Tissus de coton	246
LVIII.	— Teinture	251
LIX.	— Impression	255
LX.	— La garance	257
LXI.	— Matières tinctoriales	262
LXII.	— Le feutre	268
LXIII.	— Le castor	272
LXIV.	— Le tannin	276
LXV.	— Le cuir	279
LXVI.	— Poterie	282
LXVII.	— Porcelaine	287
LXVIII.	— Décoration des poteries	291
LXIX.	— Potasse. — Soude	296

TABLE DES MATIÈRES

345

LXX.	— Le savon.	300
LXXI.	— Le verre.	303
LXXII.	— Glaces.	309
LXXIII.	— Chaux et mortier.	313
LXXIV.	— Le plâtre.	317
LXXV.	— Emploi de la chaux et du plâtre en agriculture.	321
LXXVI.	— Le papier	327
LXXVII.	— L'imprimerie	333
LXXVIII.	— La poudre.	338