

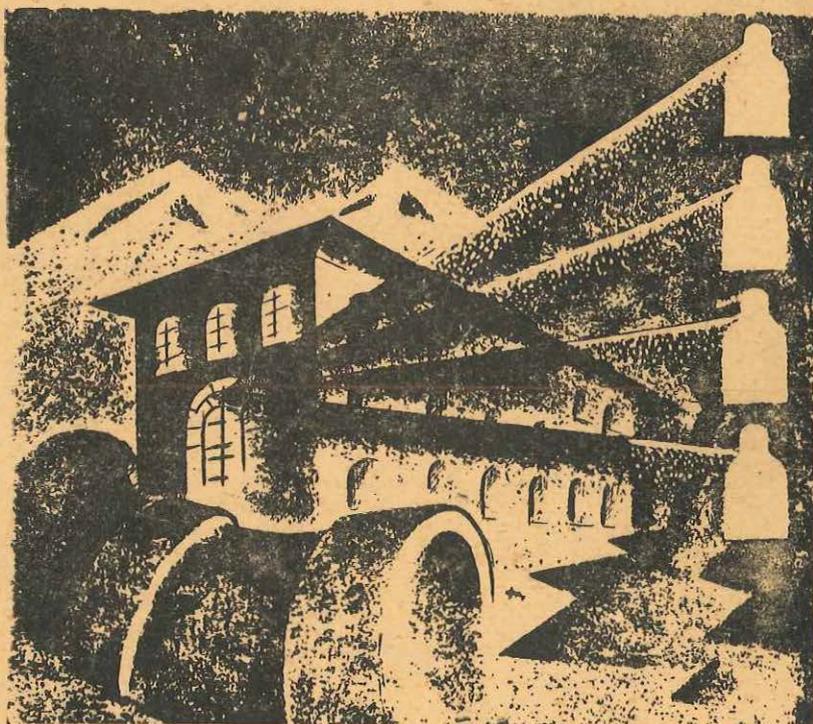
BIBLIOTHEQUE DE TRAVAIL

Collection de brochures hebdomadaires pour le travail libre des enfants

Henri GUILLARD

avec le contrôle des Commissions de l'Institut Coopératif de l'Ecole Moderne

Illustrations de Maurice MENUSAN



L'Imprimerie à l'Ecole
Cannes (A.-M.)

Mai 1947

**LA HOUILLE
BLANCHE**

50

André MATHUET

BROCHURES BIBLIOTHÈQUE DE TRAVAIL

1. Chariots et carrosses. — 2. Diligences et Malles-Postes. — 3. Derniers progrès.
- 4. Dans les Alpes. — 5. Le village Kabyle. — 6. Les anciennes mesures. —
7. Les premiers chemins de fer en France. — 8. A. Bergès et la houille blanche. —
9. Les dunes de Gascogne. — 10. La forêt.
11. La forêt landaise. — 12. Le liège. — 13. La chaux. — 14. Vendanges en Languedoc. — 15. La banane. — 16. Histoire du papier. — 17. Histoire du théâtre. —
18. Les mines d'anthracite. — 19. Histoire de l'urbanisme. — 20. Histoire du costume populaire.
21. La pierre de Tavel. — 22. Histoire de l'écriture. — 23. Histoire du livre. —
24. Histoire du pain. — 25. Les fortifications. — 26. Les abeilles. — 27. Histoire de navigation. — 28. Histoire de l'aviation. — 29. Les débuts de l'auto. — 30. Le sel.
31. L'or. — 32. La Hollande. — 33. Le Zuyderzée — 34. Histoire de l'habitation. —
35. Histoire de l'éclairage. — 36. Histoire de l'automobile. — 37. Les véhicules à moteur. — 38. Ce que nous voyons au microscope. — 39. Histoire de l'École. —
40. Histoire du chauffage.
41. Histoire des coutumes funéraires. — 42. Histoire des Postes. — 43. Armoiries, Emblèmes et Médailles. — 44. Histoire de la Route. — 45. Histoire des Châteaux Forts. — 46. L'Ostréiculture. — 47. Histoire du chemin de fer. — 48. Temples et Eglises. — 49. Le Temps. — 50. La Houille blanche.
51. La Tourbe. — 52. Jeux d'Enfants. — 53. Le Souf Constantinien. — 54. Le bois Protat. — 55. La Préhistoire (I). — 56. A l'Aube de l'Histoire. — 57. Une usine métallurgique en Lorraine. — 58. Histoire des Maîtres d'École. — 59. La vie urbaine au moyen âge. — 60. Histoire des cordonniers.
61. L'île d'Ouessant. — 62. La taupe. — 63. Histoire des boulangers. — 64. L'Histoire des armes de jet. — 65. Les coiffes de France. — 66. Ogni, enfant esquimau. —
67. La potasse. — 68. Le Commerce et l'Industrie au moyen âge. — 69. Grenoble. —
70. Le palmier dattier.
71. Le Parachute. — 72. La Brie, terre à blé. — 73. Les Battages. — 74. Gauthier de Chartres. — 75. Le Chocolat. — 76. Roquefort. — 77. Café. — 78. Enfance bourgeoise en 1789. — 79. Béloti. — 80. L'Ardoise.
81. Les Arènes romaines. — 82. La vie rurale au moyen âge. — 83. Histoire des armes blanches. — 84. Comment volent les avions. — 85. La Métallurgie. — 86. Un village breton en 1895. — 87. La Poterie. — 88. Les Animaux du Zoo. — 89. La Côte Picarde et sa Plaine Maritime. — 90. La Vie d'une Commune au temps de la Révolution de 1789.
91. Bachir, enfant nomade du Sahara. — 92. Histoire des bains (I). — 93. Noël de France. — 94. Azack. — 95. En Poitou. — 96. Goémons et Goémoniers. —
97. En Chalosse. — 98. Un estuaire breton : la Rance. — 99. C'est grand, la mer. —
100. L'École Buissonnière.
101. Les bâtisseurs 1949. — 102. Explorations souterraines. — 103. Dans les grottes. —
104. Les arbres et les arbustes de chez nous. — 105. Sur les routes du ciel. —
106. En plein vol. — 107. La vie du métro.

Pour la collection complète : remise de 5 %

BROCHURES D'ÉDUCATION NOUVELLE POPULAIRE

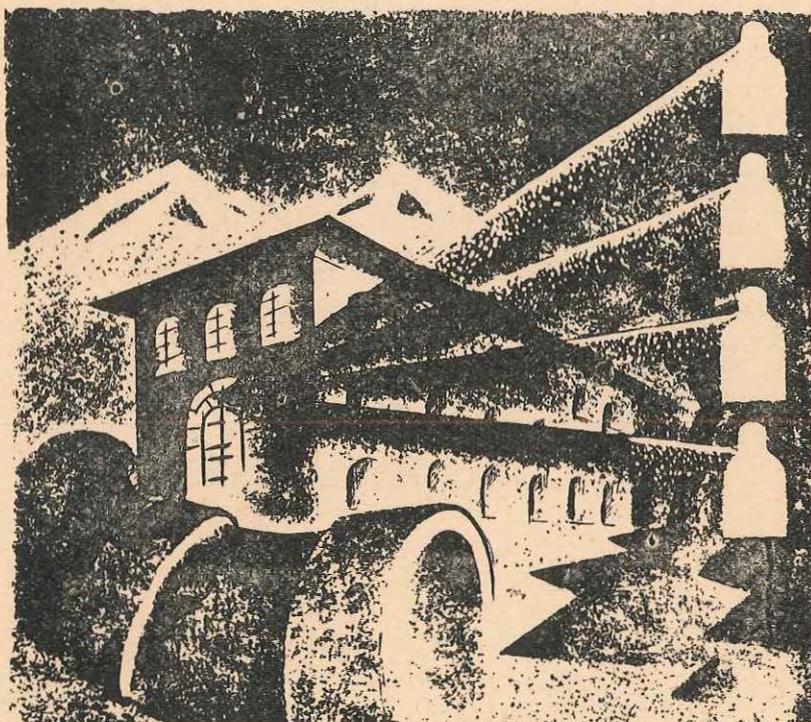
1. La technique Freinet. — 2. La grammaire française en quatre pages. — 3. Plus de leçons. — 4. Principes d'alimentation rationnelle. — 5. Fichier scolaire coopératif.
- 6. Page des Parents. — 7. Lecture globale idéale. — 8. La Grammaire par le Texte libre. — 9. Le dessin libre. — 10. La gravure du lino.
11. La classe exploration. — 12. Technique du milieu local. — 13. Phonos et disques. — 14. La reliure. — 15, 16, 17. Pour tout classer. — 18. Pour la sauvegarde des enfants. — 19. Par delà le 1^{er} degré. — 20. L'Histoire vivante.
21. Les mouvements d'Éducation Nouvelle. — 22. La Coopération à l'École Moderne. — 23. Théoriciens et Pionniers de l'Éducation Nouvelle. — 24. Le Milieu Local. — 25. Le Texte Libre. — 26. L'Éducation Decroly. — 27. Le Vivarium. —
28. La Météorologie. — 29. L'Aquarium. — 30. Méthode de Lecture.
31. Le Limographe. — 32. Les correspondances interscolaires. — 33. Bakulé. —
34. Le théâtre libre. — 35. Le Musée scolaire. — 36. L'expérience tâtonnée. —
37. Les Marionnettes. — 38. Nos Moissons. — 39. Les Fêtes scolaires — 40. Plans de travail.
41. Problèmes de l'Inspection. — 42. Brevets et chefs-d'œuvre. — 43. La Pyrogravure. — 44. Paul Robin. — 45. Technique d'illustration. — 46. Technique de l'Imprimerie à l'École — 47. Les dits de Mathieu. — 48. Caravane d'Enfants. —
49. Ecoles de Ville. — 50. Commentaires de disques.

Pour la collection complète : remise 5 %

HENRI GUILLARD

LA HOUILLE BLANCHE

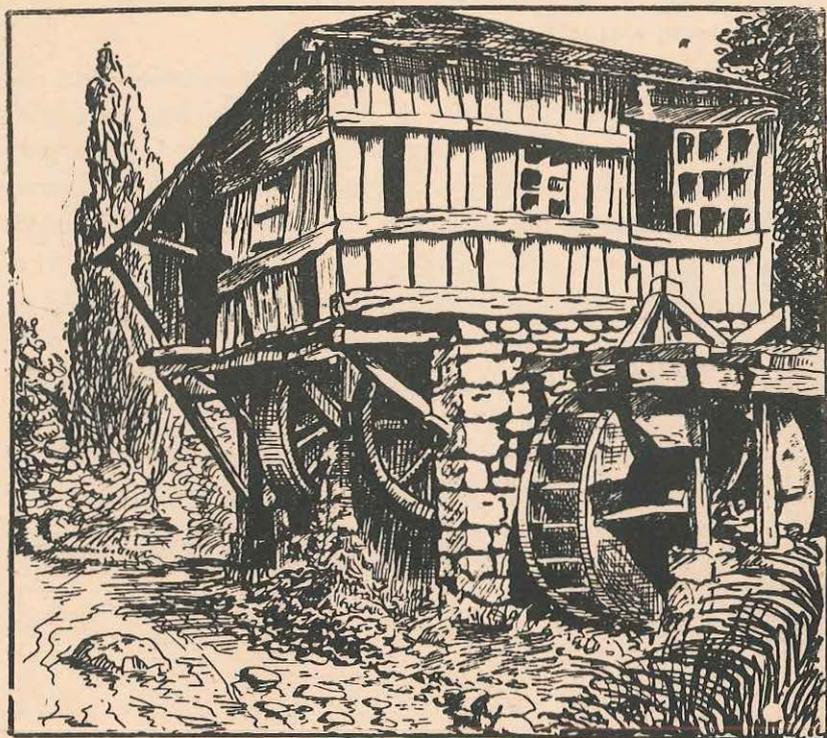
Illustrations de MAURICE MENUSAN



LA HOUILLE BLANCHE
d'après Suzanne LASCAUX

A la mémoire de mon petit Jacques.

H. G.



Moulin à eau

L'aube de la force hydraulique

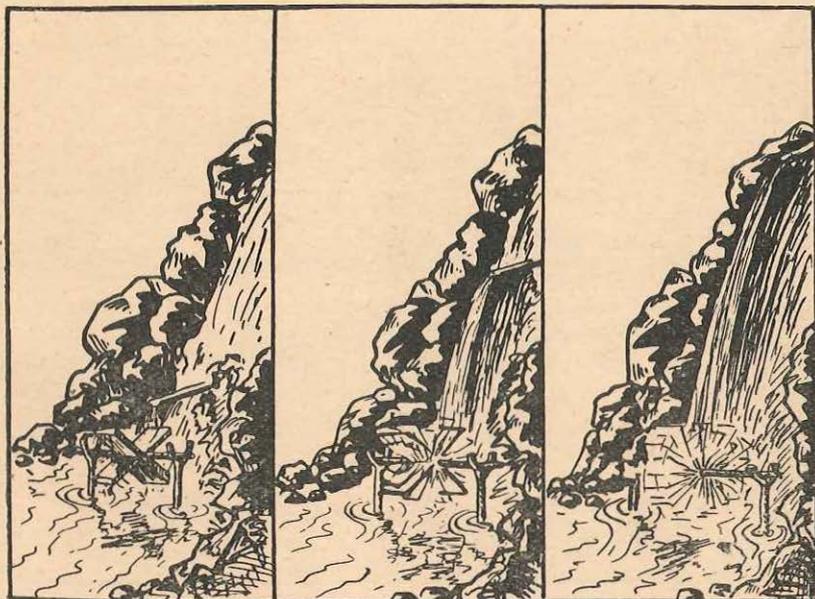
Dès la plus haute antiquité, les hommes ont songé à utiliser la force de l'eau : rivières, cascades, torrents, au moyen de roues en bois à palettes ou à augets. Les Chinois l'avaient employée, il y a des milliers d'années, pour actionner leurs « moulins à prières » : une petite roue à palettes, placée dans le courant d'un ruisseau, faisait tourner les cylindres sur lesquels les prières étaient gravées.

Les hommes ont su, de longue date, construire des écluses et faire de puissants travaux hydrauliques, dont la machine de Marly est un puissant exemple.

Il vous est certainement arrivé de placer sur le cours d'un ruisseau un petit moulinet à palettes de bois que vous vous êtes amusé à regarder tourner pendant de longs moments ; chacun de ces petits appareils, qui n'est pour vous qu'un jouet, est capable de produire une certaine **puissance** qui permet de faire tourner une petite roue, une poulie, une hélice.

Mais que ces jouets soient construits en grandes dimensions, qu'ils soient solides, résistants et on pourra y adapter de véritables machines : meules tournantes de moulins à farine, scies, ventilateurs, etc... Et vous aurez ainsi une idée de la première utilisation de la **force hydraulique**. D'ailleurs, vous avez pu voir encore sur les bords de quelque rivière, un petit atelier, simple d'aspect et dont les machines tournent grâce à une grande roue à palettes qui tourne régulièrement sous le courant de l'eau. Ainsi les hommes ont utilisé la force de l'eau pour scier le bois, forger, moudre, irriguer les champs.





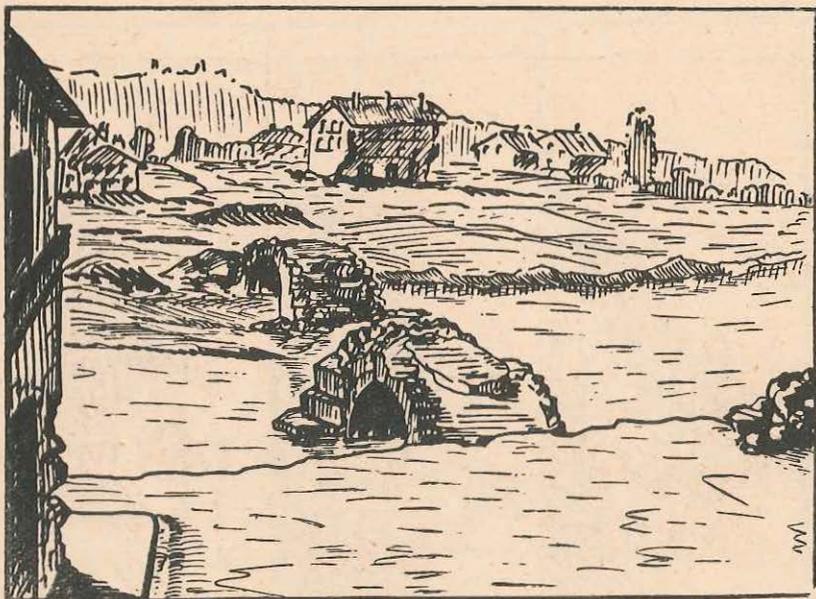
Moulinet. Chutes d'eau de différentes hauteurs.

Les chutes

Vous savez aussi qu'une petite quantité d'eau tombant d'une certaine hauteur est capable de faire tourner un moulinet.

Réalisez l'expérience ci-dessus, élevez la chute d'eau, et vous constaterez que, pour une même quantité d'eau, plus la hauteur de chute est grande, plus le moulinet tourne vite. Mais aussi vous remarquerez qu'une partie de l'eau est inutilisée : des gouttes s'égarerent et tombent à côté du moulinet. Autant de force perdue. Il faut alors diriger l'eau qui tombe, canaliser toutes les gouttes d'eau afin de ne pas en perdre une seule, et vous verrez votre jouet tourner encore plus rapidement.

En vous amusant, vous aurez alors suivi tout le chemin pénible et ardu qu'il a fallu aux ingénieurs pour utiliser complètement cette magnifique force naturelle que constitue l'eau qui dévale les pentes de nos montagnes.



Rupture d'un pont

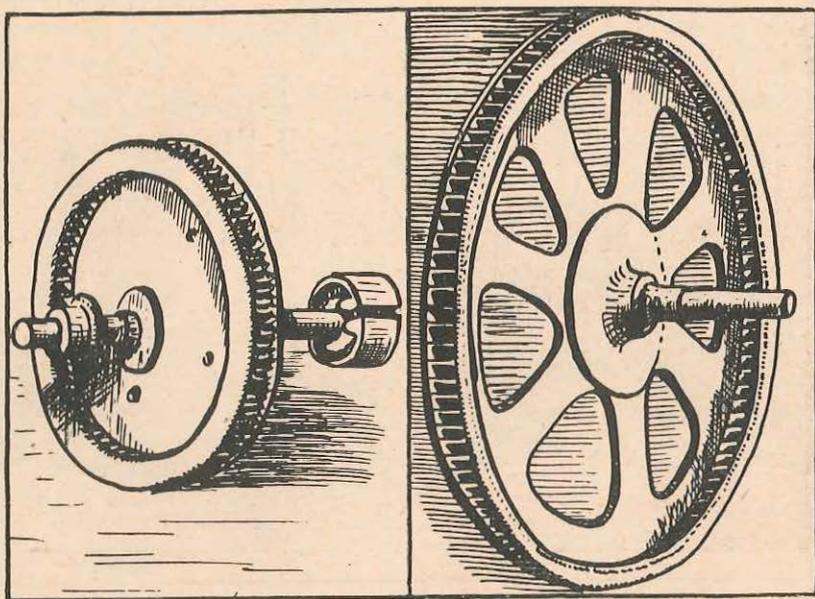
Difficiles calculs

Des hommes, des savants, ont fait avant vous ces expériences, non pour s'amuser ou se distraire, mais pour faire tourner des machines puissantes. Ils ont calculé avec précision la force de l'eau afin d'y adapter des machines convenables.

En effet, si pour une grande puissance on met une trop petite machine, il y aura de la force gaspillée inutilement, mais si on adapte une trop grosse machine, celle-ci ne tournera pas. Et puis, il faut tenir compte du poids et de la force de l'eau.

Vous savez que des rivières arrivent à rompre des digues, emporter des ponts, des maisons. Il faut donc calculer l'épaisseur que l'on doit donner aux digues, aux barrages, aux parois des tuyaux. Tout cela nécessite de la part des ingénieurs de longs et difficiles calculs.

Ceux qui, les premiers, se sont attaqués aux rivières, aux torrents, ont engagé une lutte grandiose, et vous allez voir ce que nous leur devons.



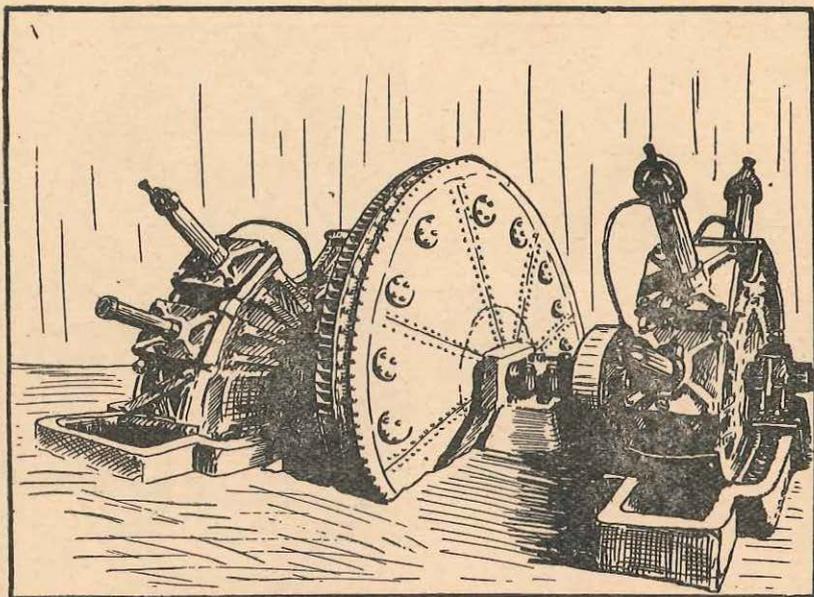
Turbines Bergès (Musée Bergès, à Lancey).

Un grand précurseur : Fourneyron

Né à Saint-Etienne le 1^{er} novembre 1802, il participe en 1821, à l'âge de 19 ans, au premier tracé du chemin de fer de Saint-Etienne-Andrezieux. Nous sommes, en effet, à cette époque, tout au début du chemin de fer.

Fourneyron est le génial inventeur de la **turbine**, qu'il met au point en 1827 ; elle fonctionne sous 1 m. 40 de chute et possède une puissance de 6 CV.

C'est lui qui installe, dans le Grand Duché de Bade, une chute de 112 mètres, probablement la première de ce genre.



Turbine et défibreur Bergès (Musée Bergès)

Le père de la houille blanche : Bergès

Né à Lorp (Ariège), le 4 septembre 1833. Fils d'un papetier, jeune ingénieur d'une activité débordante et d'un désintéressement total, Bergès, dont la puissance de travail et l'endurance ont fait un inventeur de premier ordre, a attaché son nom à de multiples travaux et à de nombreuses découvertes.

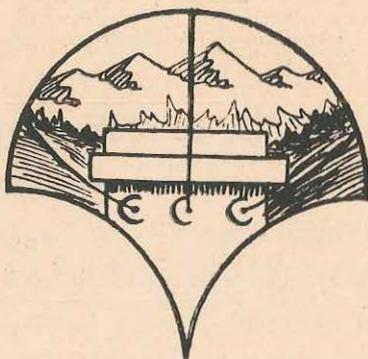
Mais c'est dans la captation des forces hydrauliques que Bergès a acquis la célébrité. En 1867, il vient installer une usine à papier

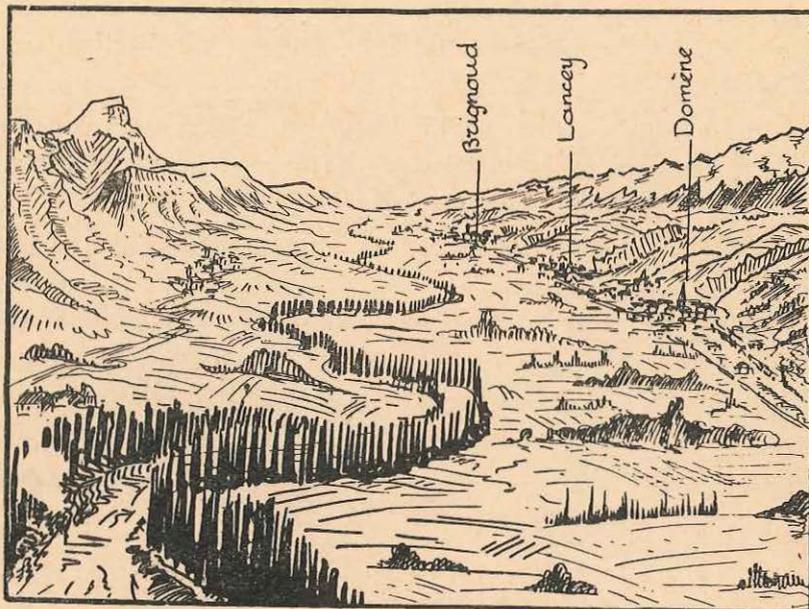
à Lancey, petite bourgade de la vallée du Grésivaudan (Isère). Il capte l'eau d'un torrent, à 200 mètres en altitude au-dessus de son usine et l'amène jusqu'aux turbines, par des canalisations en **tôle d'acier**.

C'est là qu'il rédige, en 1889, son immortel rapport dans lequel il emploie pour la première fois l'expression **houille blanche**, qui s'oppose à « houille noire » ou charbon de terre.

Cette expression, désignant tout d'abord la puissance en réserve dans les glaciers et les neiges immaculées, devient, par extension, l'énergie que l'électricité dispense autour des massifs montagneux.

Avec Bergès apparaît la génération des nouveaux hydrauliciens. Alors que les anciens captaient l'eau en faveur des travaux agricoles ou en vue de l'alimentation en eau potable des agglomérations, les nouveaux hydrauliciens utilisent la puissance de l'eau en vue de produire de l'**énergie**.



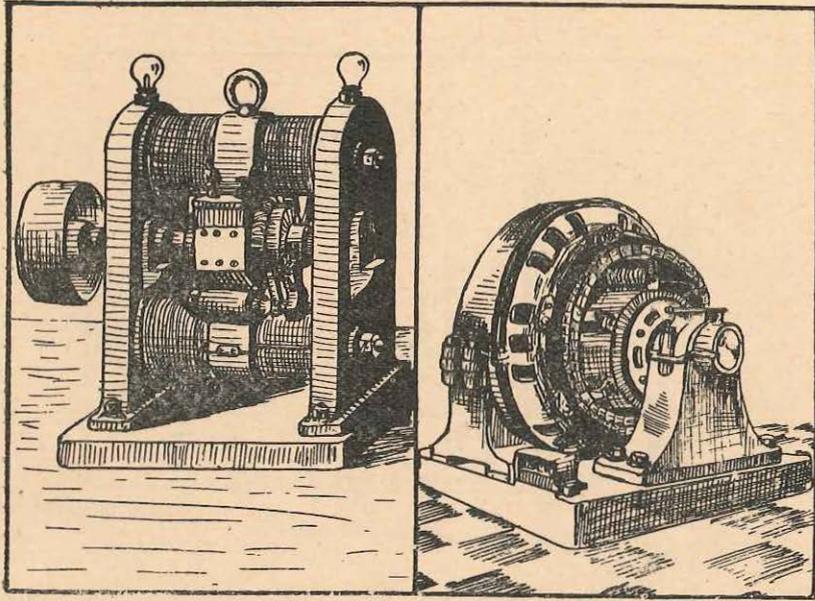


Vallée du Grésivaudan

Frédet et Matussière

Frédet, né à Cébazat (Puy-de-Dôme), en 1829. Crée la papeterie de Moulin-Vieux avant de venir s'installer, lui aussi, dans la vallée du Grésivaudan, à Brignoud, afin d'y installer une papeterie.

Matussière, né à Marcenat (Cantal), le 9 septembre 1828. Lui aussi vient s'installer dans la vallée de l'Isère, à Domène, et y diriger une fabrique de pâte mécanique.



Machine de Gramme et moteur électrique moderne

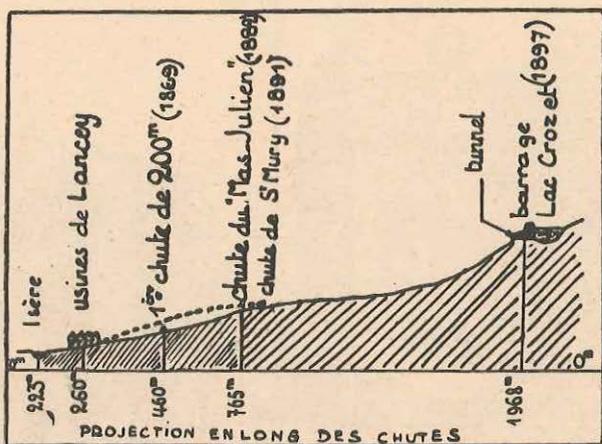
Fontaine et Desprez

Fontaine, né à Dijon, le 12 avril 1833. Associé à Gramme, le célèbre inventeur de la dynamo électrique (1870). Il est l'auteur de la **réversibilité de la machine de Gramme**, dont nous parlerons plus loin.

Desprez, né à Aillant-sur-Milleron en 1843. Pour clore une lignée d'illustres ingénieurs et savants, nous devons citer Marcel Desprez, inventeur génial et malheureux, à qui on doit le **transport de l'énergie électrique**.

En résumé, c'est entre 1890 et 1914 que se sont construites, dans les Alpes, à proximité de la source d'énergie, la plupart des usines fournies en courant électrique d'origine hydraulique.

C'est seulement après la guerre de 1914-1919, que l'on trouva le moyen de transporter le courant électrique sur de grandes distances (200, 500 et 600 km.). De nos jours, la France entière est couverte d'un réseau — chaque jour plus serré — de lignes électriques apportant, jusque dans les hameaux les plus isolés, la lumière et l'énergie nouvelles.



La captation du torrent

La captation des torrents et des cours d'eau

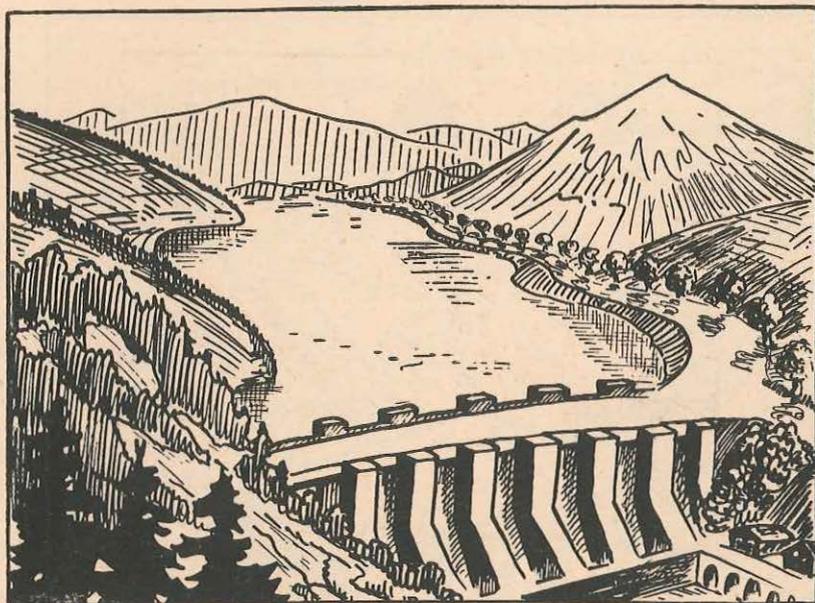
Capter un torrent n'est pas chose facile. Nous vous avons dit que cela nécessite de nombreux et difficiles calculs. Vous comprendrez alors que les dompteurs de l'eau des montagnes ont dû surmonter d'énormes difficultés. Hydrauliciens, géologues et géographes concourent dans ce gigantesque travail, car il faut tenir compte de la nature des cours d'eau captés, et surtout du débit. Aussi classe-t-on les cours d'eau en trois catégories :

Cours d'eau de montagne alimentés par la fonte des neiges et des glaciers ;

Cours d'eau de plateau alimentés surtout par les pluies ;

Cours d'eau de plaine à gros débit : Rhin, Dniepr.

Il faut, après avoir choisi le lieu favorable d'installation d'une usine ou d'une **centrale électrique**, remonter le torrent, le barrer au moyen d'un mur puissant et résistant, qu'on nomme **barrage**.



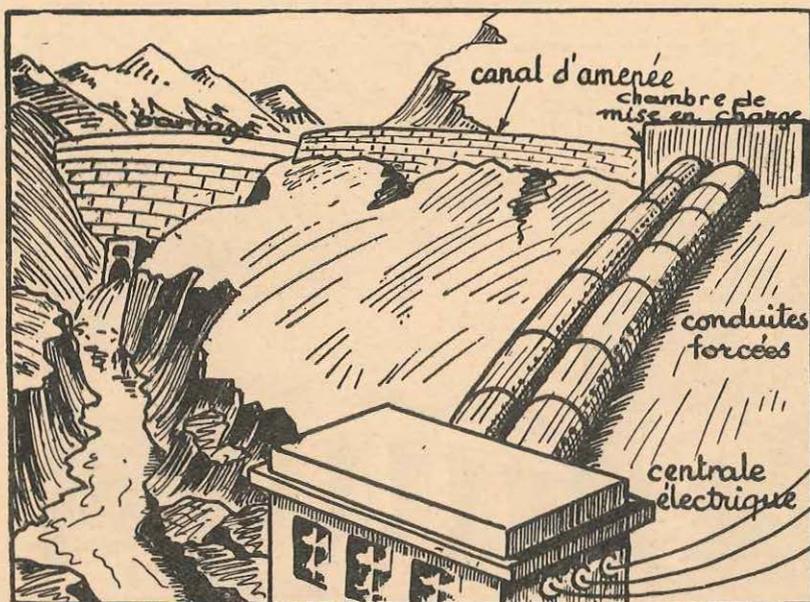
Les barrages

On construit un barrage pour constituer une réserve importante d'eau permettant le fonctionnement de l'usine tout au long de l'année.

En effet, tous les cours d'eau ont des périodes de hautes eaux (pluies, fonte des neiges et des glaciers) et des périodes de basses eaux. Certains torrents ont un régime très irrégulier avec des crues considérables et des débits insignifiants. En période de basses eaux, l'usine ne pourrait plus fonctionner et la production d'électricité serait interrompue.

Le barrage emmagasine, derrière son rempart puissant, l'eau des crues. Il se forme ainsi un vaste réservoir, véritable lac artificiel qui fournira, tout au long de l'année, l'eau nécessaire à la rotation des turbines. Le niveau de l'eau dans le réservoir varie sans cesse, monte, descend, suivant les saisons.

Tous les barrages ne sont pas semblables. Vous trouverez, dans une autre brochure, les principaux types de barrages français ainsi que des détails sur leur construction et leur utilisation.



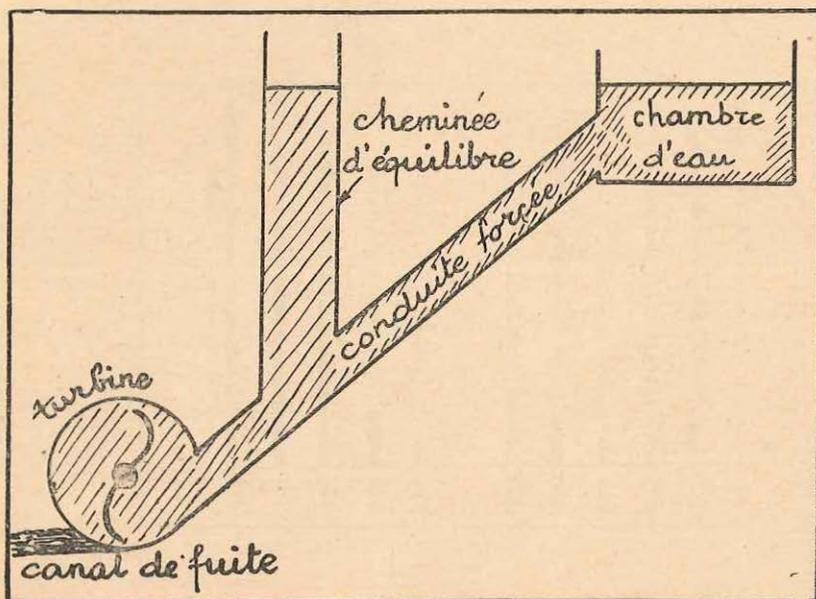
Canal d'amenée - Chambre d'eau - Conduite forcée

Les conduites forcées

Du barrage, un **canal d'amenée** qui peut être très long (Jonage : 19 km.), conduit sans pression l'eau à la **chambre d'eau**, qui sert de bassin de décantation où se déposent les alluvions.

De cette chambre d'eau ou de mise en charge, part la **conduite forcée**. Celle-ci est un énorme tuyau en tôle d'acier doux ou en ciment. (En 1921 a été établie la conduite forcée, allant du Saut-du-Moine à Pont-de-Claix (Isère) : 1.452 mètres, ayant 6 mètres de diamètre, et débitant 90 m³ d'eau à la seconde.

Représentez-vous un tuyau pareil ; comparez-le à la hauteur de votre salle de classe ; imaginez cette masse d'eau s'engouffrant dans la conduite forcée ; comparez-la au débit d'un ruisseau ou d'une rivière que vous connaissez. Peut-être avez-vous dans votre jardin un tuyau d'arrosage ; vous avez pu alors vous rendre compte de la force de l'eau qui s'exerce à l'intérieur ; ce qui explique le soin que l'on apporte à la confection du tuyau qui comprend plusieurs enveloppes solides. Aussi, faut-il à la conduite forcée, une résistance considérable puisque la pression qui s'exerce sur ses parois peut atteindre 100 kilos par cm².



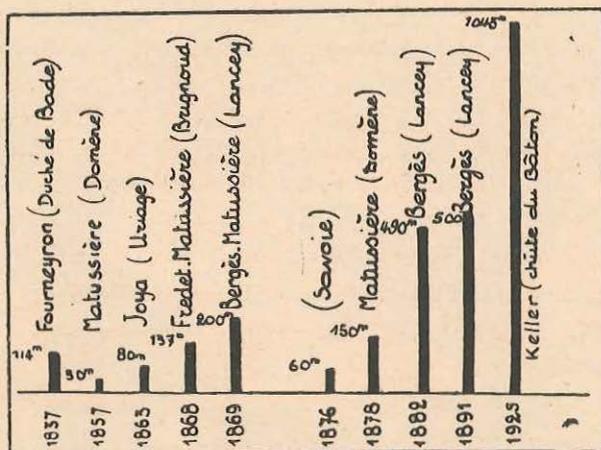
Cheminée d'équilibre

La turbine

Il faut de même prévoir les arrivées brusques de l'eau que les ingénieurs appellent **coups de bélier**, et contre lesquelles ils ménagent une installation spéciale appelée **cheminée d'équilibre**, ou tour d'eau, à large section, située près de l'usine et qui s'élève jusqu'au niveau amont. C'est dans la cheminée d'équilibre que viennent s'amortir, après quelques oscillations, les coups de bélier qui sont ainsi limités.

L'eau prisonnière arrive ensuite en force à la **turbine**, dont le nom signifie « machine qui tourne ». La turbine peut être horizontale ou verticale, suivant la nature des machines qu'elle fait mouvoir ; elle peut être aussi à « libre déviation » ou à réaction. Dans le premier cas, l'eau sort du distributeur avec toute la vitesse que peut lui donner la chute et la roue tourne dans l'atmosphère (turbine Pelton des hautes chutes) ; dans le second cas, l'eau agit à la fois par sa vitesse et sa pression. La roue mobile est sous pression (turbine Francis des moyennes et basses chutes).

Enfin, l'eau libérée rejoint son cours normal par le **canal de fuite**.



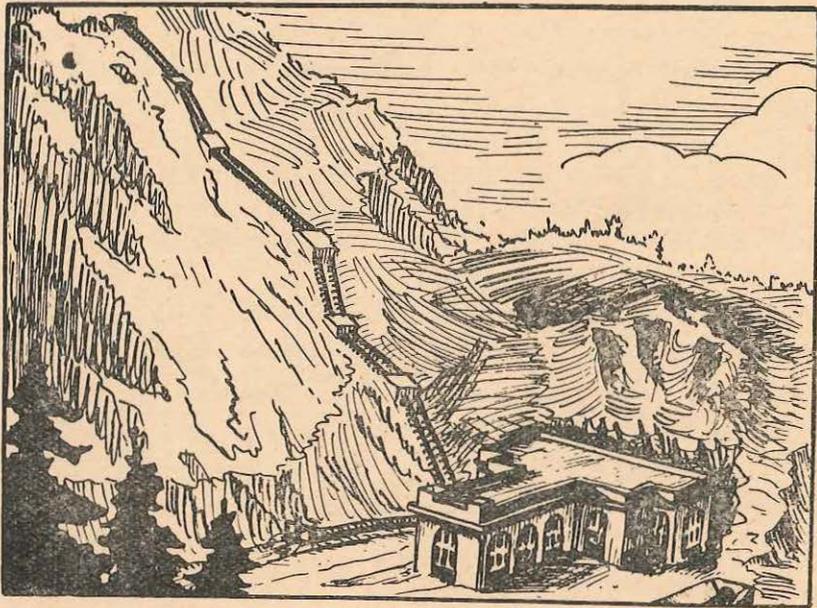
Les chutes

Les grands travaux

Combien d'essais, d'entreprises il a fallu pour arriver à dompter cette eau ! Que de travaux, que d'audace a demandé l'installation de l'usine, qui attend la force de la houille blanche ! Le tableau ci-contre en donne une idée :

1837. FOURNEYRON installe la chute de 114 mètres du Duché de Bade.
1857. MATUSSIÈRE utilise à Domène une chute de 30 m. qui doit faire fonctionner une fabrique de pâte mécanique de bois.
1863. Le constructeur JOYA crée, à Uriage, une chute de 80 m.
1868. FREDET et MATUSSIÈRE installent, pour leur papeterie de Brignoud, une chute de 137 m.
1869. BERGÈS, le père de la « houille blanche », et le Dr MARMONNIER, de Domène, édifient à Lancey une chute de 200 m. et décident de barrer la gorge du torrent afin de remédier à l'irrégularité du débit du ruisseau.
1876. La Savoie possède sa première chute de 60 m.
1878. MATUSSIÈRE construit une chute de 150 m. à Domène.
1882. BERGÈS porte la chute du « Mas Jullien » (Grésivaudan), à 490 m.
1891. BERGÈS établit à St Mury (Grésivaudan), une chute de 500 m., donnant 250 l. à la seconde.
1897. BERGÈS perce le lac Crozet (Belledonne) à 27 m. de profondeur et surélève le barrage, établissant ainsi une réserve d'eau de 1.100.000 m³.





Haute chute

Le travail et la puissance de l'eau

Pour bien comprendre comment se mesure et se calcule la force de l'eau, il est nécessaire de connaître les unités employées.

1 litre d'eau tombant d'une hauteur de 1 mètre produit en une seconde, un travail de **1 kilogrammètre** (kgm.).

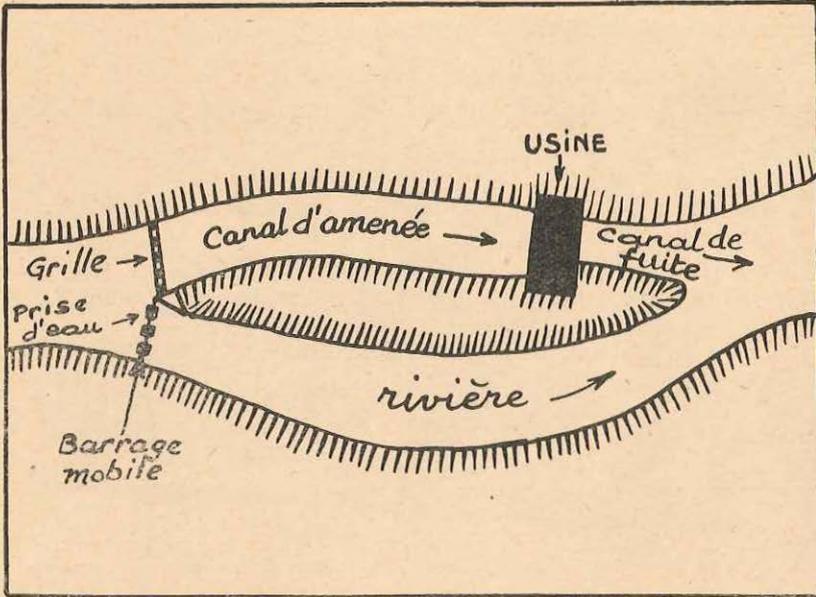
Un travail de 75 kgm. en une seconde s'appelle **cheval vapeur** (CV).

1 litre d'eau tombant d'une hauteur de 100 mètres, produit : $1 \times 100 = 100$ kgm. De même :

100 litres d'eau tombant d'une hauteur de 1 mètre produisent : $100 \times 1 = 100$ kgm.

Ce travail, accompli en une seconde, donne la mesure appelée **poncelet** ou cheval sauvage.

Donc : 1 poncelet = 100 kgm. seconde.



Basse chute

Puissance utile

D'après ce qui vient d'être dit, il résulte que :

Débit (nombre de l. d'eau) × hauteur = travail en kgm. ;

Travail en kgm. : 75 = chevaux-vapeur (C.V.).

Mais il y a toujours une perte de force (frottement, résistance, etc...), de sorte qu'il faut prendre encore les 75/100 du travail produit, afin d'obtenir la **puissance utile**.

En résumé :

$$\text{Débit (l.)} \times \text{Hauteur (h)} = \frac{\text{travail (kgm.)}}{75} = \text{C.V.} \times \frac{75}{100} = \text{P.U.}$$

Ce calcul permet d'expliquer les différentes installations suivant la rivière captée et le relief du sous-sol :

Chute d'Eget (Pyrénées) :

Débit : 4.800 l. — Hauteur : 715 m. — Puissance : 35.000 CV.

Chute de La Tulière (Dordogne) :

Débit : 185.000 l. — Hauteur : 12 m. — Puissance : 24.000 CV.

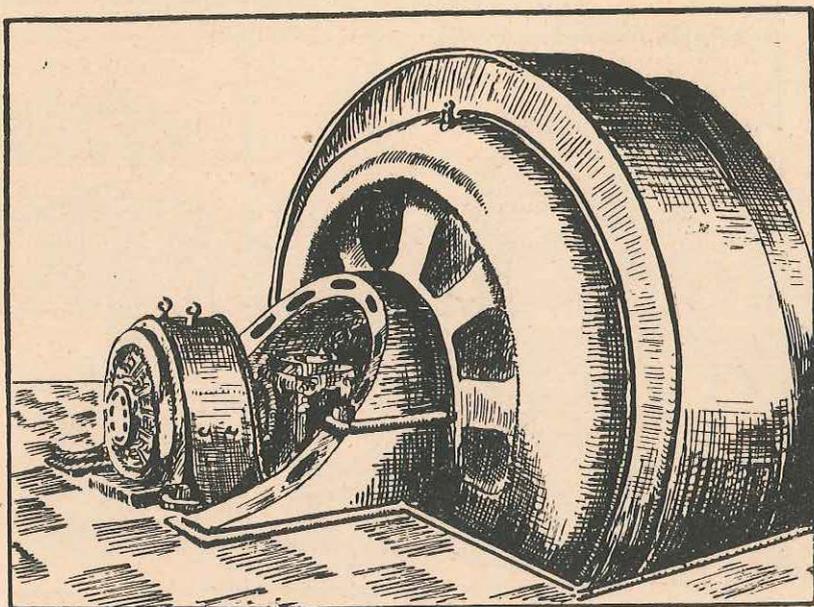
Chute de Brommat (Aveyron) :

Débit : 84.000 l. — Hauteur : 250 m. — Puissance : 240.000 CV.

Chute de Kembs (Haut-Rhin) :

Débit : 850.000 l. — Hauteur : 16 m. — Puissance : 220.000 CV.





Alternateur avec son excitatrice

Dynamos et alternateurs

L'électricité est produite de deux façons :

1° Les piles, qui donnent le courant continu ;

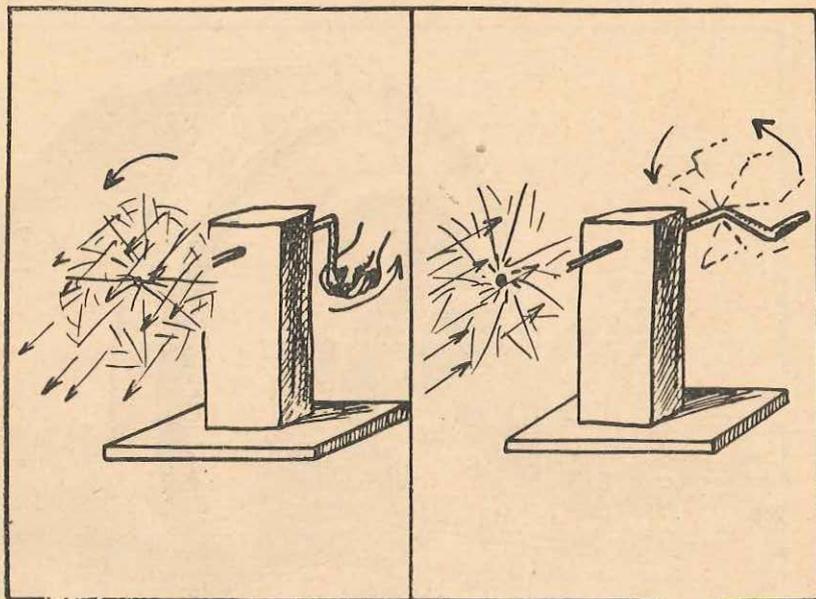
2° Les dynamos, qui donnent le courant continu ou alternatif.

Ce sont ces dernières qui produisent le courant qui nous éclaire et fait tourner les machines.

C'est à l'inventeur Gramme, que nous devons la machine **dynamo électrique**, qui permet de produire le courant continu.

Vous connaissez la petite magnéto que fait tourner la roue de votre bicyclette et qui permet de vous guider la nuit. De grosses dynamos, mues par de fortes turbines, sont capables de produire de la même façon que votre appareil éclairant, un courant puissant.

De là l'utilisation de la houille blanche pour actionner des machines électriques appelées **alternateurs**, produisant des courants alternatifs.



Moulinet-manivelle (réversibilité)

Les usines hydro-électriques

La dynamo peut être utilisée d'une manière inverse. Si vous actionnez le moulinet ci-dessus, vous produisez du vent (principe du ventilateur). Par contre, si vous soufflez sur le moulinet, ou si vous le mettez dans un courant d'air assez vif, la manivelle tourne toute seule.

De même, si on fait entrer le courant électrique dans la dynamo, celle-ci se met en mouvement.

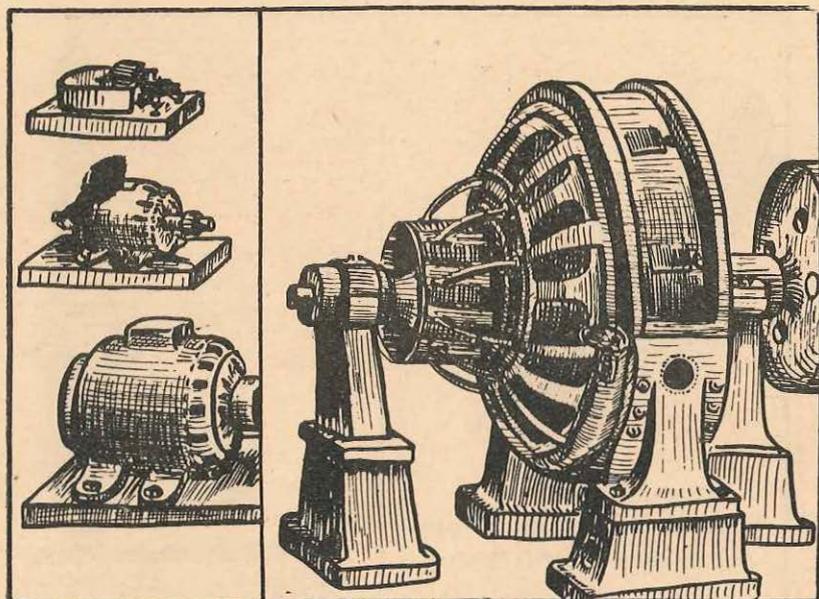
Ce phénomène a été découvert, en 1873, par Fontaine et porte le nom de **réversibilité** de la machine de Gramme.

En résumé :

- La machine de Gramme tourne et produit du courant (dynamo).
- La machine de Gramme alimentée par le courant, tourne (moteur).

Dans les usines hydro-électriques ou **centrales**, les dynamos sont mues par des turbines hydrauliques auxquelles elles sont accouplées au point de ne former qu'une seule machine.

Dans les plaines, où la houille blanche fait défaut, les dynamos sont mues par des machines à vapeur et l'ensemble porte le nom de **turbo-générateurs**.



Du jouet à l'électro-moteur

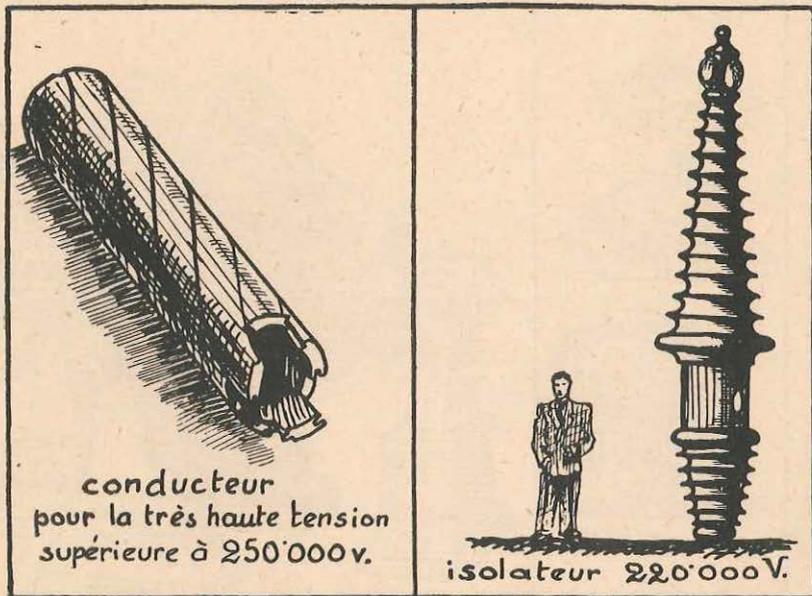
L'intensité du courant

On croit souvent que, lorsque le courant sort du générateur, il suffit de l'envoyer dans des fils ou des câbles, aux quatre coins du pays. La réalité est bien plus compliquée.

Le courant peut être faible ou fort. On dit qu'il a plus ou moins **d'intensité**.

Ainsi, une petite lampe à incandescence ou un fer à repasser utilisent une faible quantité de courant, tandis qu'un électro-moteur de plusieurs CV. consomme une grande quantité de courant.

Cette quantité ou intensité est mesurée en **ampères**.



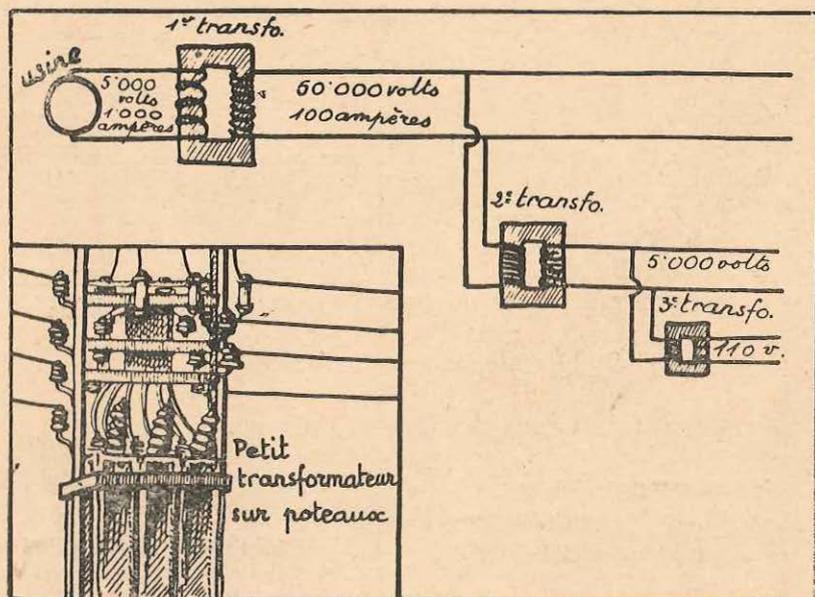
Isolateur haute tension et câble

La tension du courant

Mais une égale quantité d'eau peut produire plus ou moins de force suivant qu'elle tombe de plus ou moins haut.

Si on laisse tomber le contenu d'un seau de 10 litres depuis le deuxième étage d'une maison, on observera une plus grande force que si on laisse tomber cette même quantité d'eau de la hauteur d'une chaise.

De même, le courant est capable, à quantité égale, — nous disons : à intensité égale, — d'avoir plus ou moins de force, plus ou moins de pression ; on dit : plus de **tension**. Celle-ci se mesure en **volts**.



Transformateur

Les transformateurs

Pour canaliser une toute petite quantité d'eau, un tuyau d'arrosage suffit, mais pour qu'une grande quantité d'eau puisse passer, il faut une conduite forcée de 2 ou 3 mètres de diamètre.

De même, pour transporter le courant de forte intensité que produit la centrale électrique, il faudrait des câbles énormes, gros comme des tuyaux de poêle. Cela nécessiterait des poteaux gigantesques et une quantité de cuivre ou d'aluminium considérable.

On diminue alors l'intensité du courant au moyen d'appareils que vous connaissez bien : les **transformateurs** ; mais alors que l'intensité du courant diminue, la tension augmente. Ce simple calcul va vous faire comprendre :

Courant de 4 ampères, 110 volts = puissance 440 watts

» 10 » 44 » = » 440 »

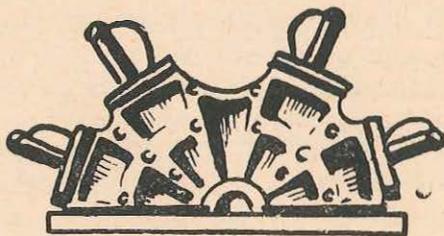
Ces deux courants de même puissance sont identiques :

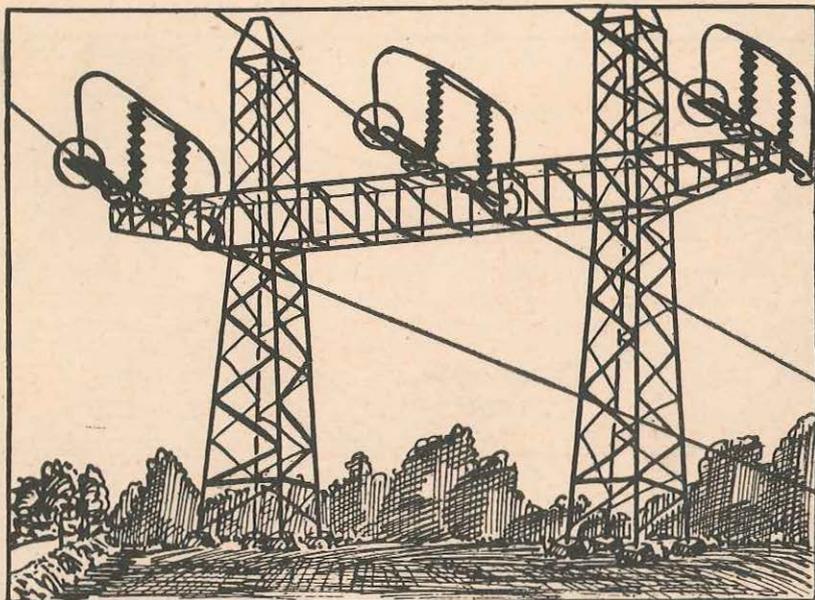
L'intensité augmente, la tension diminue ;

La tension augmente, l'intensité diminue.

Mais le courant conserve la même puissance.

Les transformateurs sont des cuves remplies d'huile minérale dans laquelle baignent des bobines de fils de cuivre. Le courant, en traversant ces enroulements de fils, se transforme : sa tension augmente et son intensité diminue, ou inversement suivant la disposition des bobines.



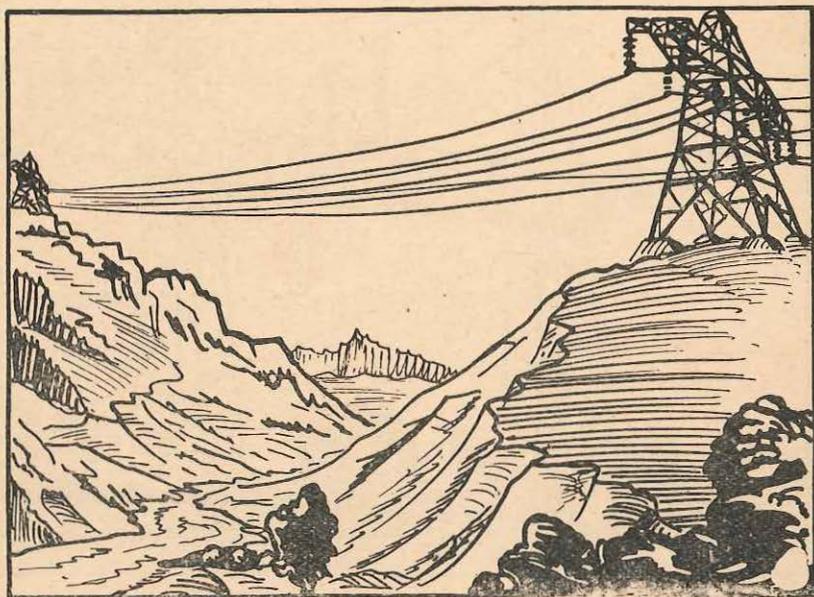


Transport de force, pylône haute tension

Le transport du courant

Partant du transformateur, le courant, de faible intensité mais de forte tension, peut être transporté dans des câbles minces. C'est le courant de **haute tension**, dont vous voyez autour de vous l'installation : poteaux alignés à perte de vue supportant de nombreux câbles.

Le courant à haute tension (plusieurs milliers ou centaines de milliers de volts) mais de faible intensité, arrive dans la ville ou le village. Mais si on le consomme tel quel, on risque en l'introduisant dans la maison, de « griller » les lampes, postes récepteurs de T.S.F., appareils ménagers qui ne supportent pas un courant supérieur à cent ou deux cents volts. Il faut alors ramener le courant à son intensité de départ en diminuant la tension au moyen d'un nouveau transformateur qui accomplit le travail inverse que le transformateur de la centrale électrique. Vous avez tous vu à l'entrée du village ou de l'usine, ces transformateurs chargés d'abaisser le « voltage » ou tension du courant.



Transport de force, une longue portée

Les étapes historiques du transport de force

Pour permettre à chaque agglomération, à chaque hameau reculé de notre pays, de profiter de l'éclairage électrique et de la force, il a fallu de nombreux travaux qui ont demandé des années d'efforts continus.

- 1881. Premier transport de courant sur une distance de 1800 m. à Paris.
- 1882. Transport de courant sur 57 km. à Munich.
- 1883. Une dynamo faisant 1140 tours à la minute, installée à Vizille (Isère), actionne une autre dynamo de 7 CV. située à Greble. (Distance : 14 km.)
- 1886. Même expérience entre Creil et Paris (56 km.) avec une dynamo de 100 CV.

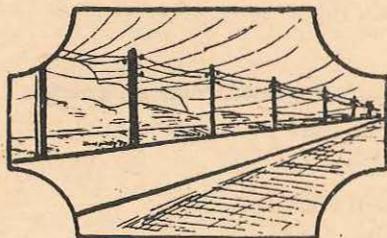
Tous ces essais ont été dûs à Desprez, l'inventeur du transport de la force par l'électricité.

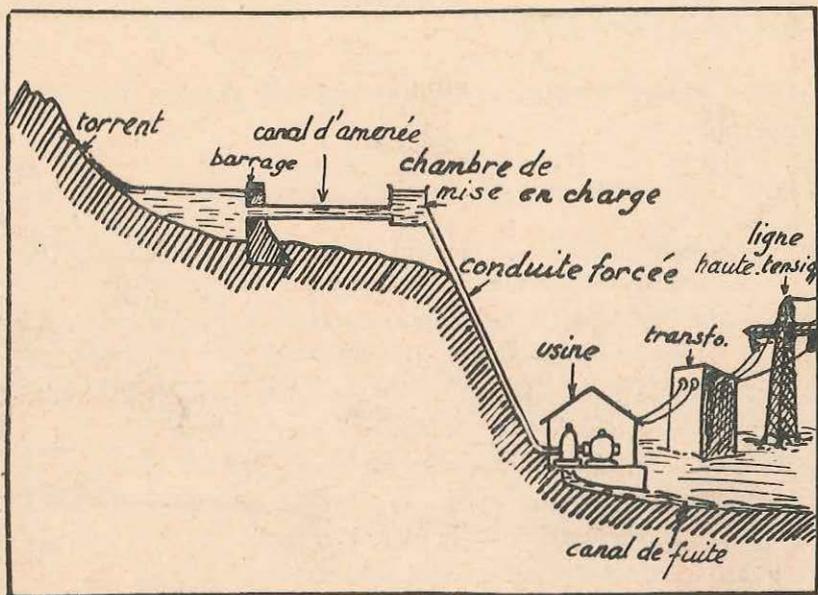
Les premiers travaux utilitaires ont été réalisés par Bergès et Dusaugéy..

Puis viennent les grandes installations suivantes :

- 1897. Premier transport d'un courant de 11.000 volts, de Lancey (Isère) à diverses localités du Grésivaudan, par BERGÈS.
- 1898. Premier transport d'un courant de 15.000 volts par câbles d'aluminium, de Engins à Voiron (Isère), par DUSAUGEY.
- 1906. Compagnie Force et Lumière, 56.000 volts, puis 100.000 volts, de Moutiers à Lyon.
- 1910. 60.000 volts, de Grenoble à St Chamond (117 km.)
- 1911. Compagnie Lorraine Electricité : 65.000 volts des vallées de la Meurthe à celles de la Moselle.
- 1922. 120.000 volts de Beaumont à St Etienne.
- 1924. 150.000 volts (chemins de fer du Midi).
- 1925. 120.000 volts : La Viclaire (Haute-Savoie) à Lyon.

De nos jours, on transporte des courants de 120, 150, 220.000 volts, capables de fournir une puissance de 100.000 CV., sur des distances de 5 à 600 km. et plus.





Synthèse de l'usine hydro-électrique

Synthèse de l'usine hydro-électrique

Des neiges éternelles au modeste village de plaine, la « transformation » de la Houille Blanche en lumière et en force peut se résumer ainsi :

L'énergie de l'eau est transformée en énergie électrique :

- 1° Torrent libre et bouillonnant.
- 2° Barrage.
- 3° Canal d'amenée.
- 4° Chambre d'eau.
- 5° Conduite forcée.

Transport :

- 7° Transformateur abaissant l'intensité du courant.
- 8° Ligne de transport à haute tension.



Synthèse

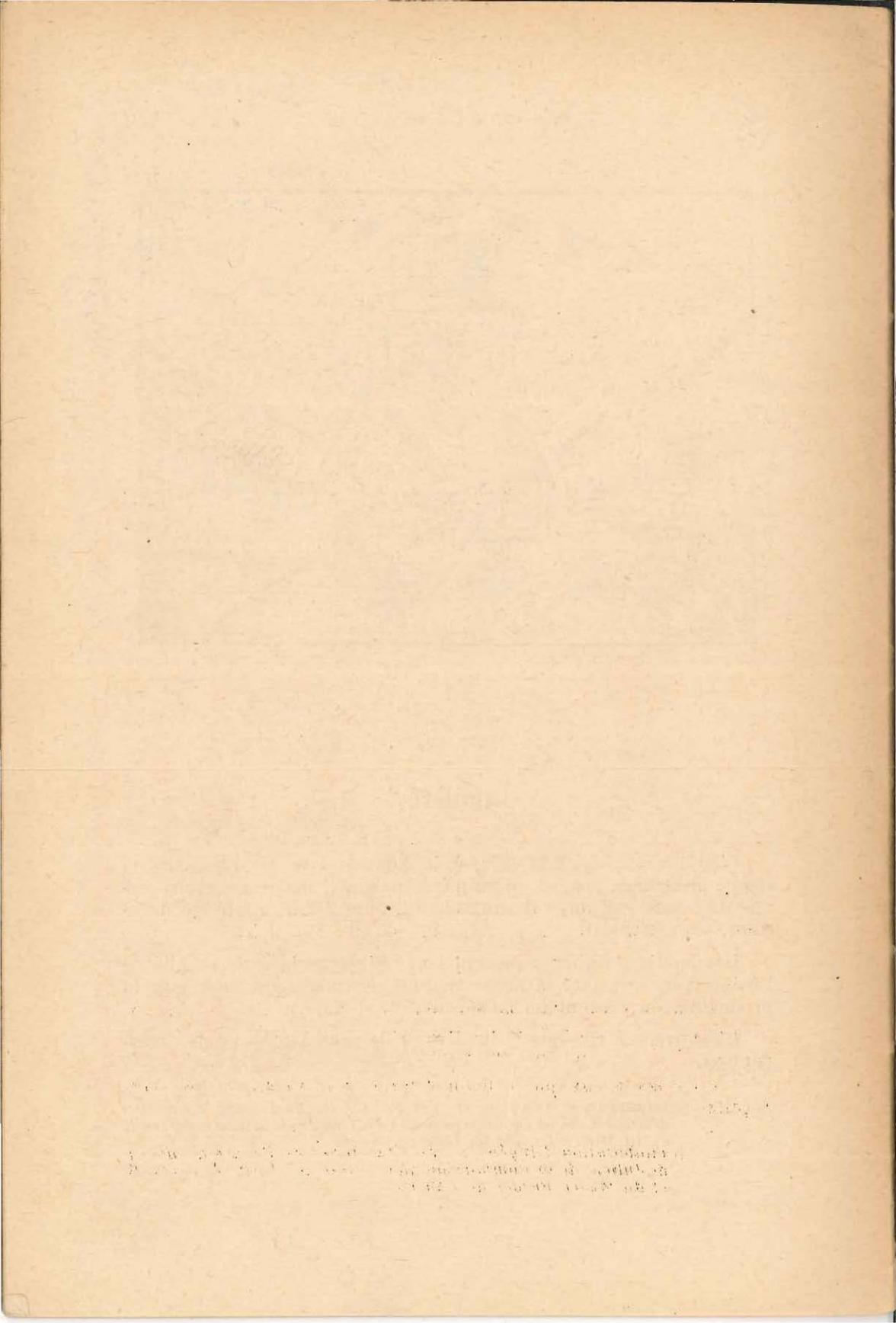
Lumière !

Quand vous veillez le soir, à la lumière vive et chaude de la **lampe électrique**, songez qu'au même moment, dans une usine perdue dans quelque gorge de torrent, des alternateurs ronflent doucement, régulièrement.

Des ouvriers vigilants passent leur nuit dans la grande salle de l'usine pour surveiller la bonne marche des machines, maintenir la production du courant au même niveau.

C'est grâce à eux que la lumière brille sans à-coups, sans interruption.

(Collaboration d'Ingénieurs des Papeteries de France à Lancey, de Julien, de la Commission de Contrôle de l'Institut coopératif et du Musée Bergès de Lancey.)



(Série de brochures entièrement écrites et illustrées par des enfants)

L'une..... 11 fr. — Collect. complète : remise 5 %



Liste complète des numéros parus

1. Histoire d'un petit garçon dans la montagne. — 2. Les deux petits rétamateurs. — 3. Récréations. (Poème d'enfant). — 4. La mine et les mineurs. — 5. Il était une fois... — 6. Histoire de bêtes. — 7. La si grande fête. — 8. Au pays de la soierie. — 9. Au coin du feu. — 10. François, le petit berger. — 11. Les charbonniers. — 12. Les aventures de quatre gars. — 13. A travers mon enfance. — 14. A la pointe de Trévignon. — 15. Contes du soir. — 16. A l'Institution moderne. — 17. Le journal du malade. — 18. La mort de Toby. — 19. Gais compagnons. — 20. La peine des enfants. — 21. Yves, le petit mousse. — 22. Emigrants. — 23. Les petits pêcheurs. — 24. Quenouilles et fuseaux. — 25. Le petit chat qui ne veut pas mourir. — 26. ...Malin et demi. — 27. Métayers. — 28. Bibi, l'oie périgourdine. — 29. La bête aux sept têtes. — 30. Au pays de l'antimoine. — 31. Maria Sabatier. — 32. Que sais-tu ? — 33. En forêt. — 34. L'oiseau qui fut trouvé mort. — 35. Diables. — 36. Le Tienne. — 37. Corbeaux. — 38. Notre Coopérative. — 39. Barbe-Rousse. — 40. Chômage. — 41. Pétole. — 42. Pierre-la-Chique. — 43. Le mariage de Niço. — 44 Histoire du chanvre. — 45. La farce du paysan. — 46. La famille Loiseau-Loiseau en 1830. — 47. La Misère (contes). — 48. Les contrebandiers. — 49. Un déménagement compliqué. — 50. Arrière, les canons ! — 51. La plaine est vaste comme une mer. — 52. Musicien de la Famine (contes). — 53. Dans la mare du Beau Rosier. — 54. La Fleur d'Argent. — 55. Au Pays des Neiges. — 56. Le Pec. — 57. L'Ecole d'Autrefois. — 58. Histoire de Blanchet. — 59. Bêtes sauvages. — 60. Les Loués. — 61. Firmin. — 62. La Naissance des Jours (contes). — 63. Anes et Mulets. — 64. Sans Asiles... — 65. Ecoute, Pépée... — 66. Grand-mère m'a dit... — 67. Halte à la douane !... — 68. Histoires de Marine. — 69. Longue queue, plume d'or. — 70. Grèves. — 71. Au bord de l'eau. — 72. Les deux Perdreaux. — 73. La petite fille perdue dans la montagne. — 74. Conte d'une petite fille qui s'était cassé la jambe. — 75. Sur le Rhône. — 76. Christophe. — 77. Pâtre en Auvergne. — 78. Les Hurdes. — 79. Nouvelles aventures de Coco. — 80. Au bord du lac. — 81. Histoire de Porsogne. — 82. Six petits enfants allaient chercher des figues... — 83. En gardant. — 84. Barbichon, le lièvre malin. — 85. Saute-Rocher, le petit chamois de la montagne. — 86. Petit réfugié d'Espagne. — 87. Nomades. — 88. Vacher du Lozère. — 89. Les Enfants de Coco. — 90. Ils jouaient... — 91. Fatma raconte. — 92. Les Montagnettes. — 93. Joie du monde. — 94. Crimes. — 95. Diouf Sambou, enfant du Sénégal. — 96. La Mer. — 97. Houillos ou la découverte de la houille. — 98. Le Ramadan. — 99. Biquette. — 100. Tim et Grain d'Orge. — 101. Ame d'enfant. — 102. Les aventures de cinq Marçassins. — 103. Lettres du Sénégal. — 104. Merlin-Merlot. — 105. Les têtards des Bérudières. — 106. L'exode. — 107. Goupil le Renard. — 108. L'occupation. — 109. Conte de la Forêt. — 110. Les bombes sur la France. — 111. La fontaine qui ne voulait pas couler. — 112. Chantons le Mai. — 113. Rosée du matin. — 114. En faisant rouler sa noix. — 115. Purs mensonges. — 116. Pike, la Perche. — 117. Déporté. — 118. La Mésange Bleutée. — 119. Le Maquis Enfantin. — 120. L'Escargot Jaune et Gris. — 121. Premier Avril. — 122. Au temps des bergers. — 123. Vercors. — 124. Marie-Fraise des Bois. — 125. Les Triolets. — 126. Bour, le petit âne lunaïque. — 127. Ah ! le beau lapin. — 128. Le pauvre Benjamin. — 129. La nuit de Noël. — 130. Marquise. — 131. La Pocera. — 132. Au temps où les fleurs volaient. — 133. Romain. — 134. Flo-Flo l'Ecureuil. — 135. Saisons. — 136. Kriska le pêcheur. — 137. Long-Museau. — 138. Roy Louys Unzième. — 139. Saïd le berger. — 140. L'imprudente petite tulipe. — 141. Pataud. — 142. Jean-Marie Pen-Coat. — 143. Sans famille. — 144. Histoire vraie de la petite fille. — 145. Le Pauvre. — 146. Berg et Thal. — 147. Les dix Cochonnets. — 148. La vengeance de Jehan. — 149. Quatre bêtes dans le bois. — 150. Le miroir d'eau. — 151. La ferme abandonnée.

ENCYCLOPEDIE SCOLAIRE
COOPERATIVE

**BIBLIOTHÈQUE
DE TRAVAIL**

Pour travailler, les adultes utilisent les Bibliothèques.

Nous voulons, nous aussi, pour le travail de nos élèves dans nos classes modernes, des fichiers abondants et une BIBLIOTHÈQUE DE TRAVAIL adaptée à nos besoins.

Mais cette Bibliothèque, seuls des Instituteurs, à même leur classe, peuvent la préparer et l'enrichir.

Achetez nos brochures Bibliothèques de Travail !

Collaborez à nos Commissions de Travail pour la réalisation de votre B. T., section de notre grande encyclopédie scolaire coopérative.