

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre	Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Nombre de volumes	166
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?BSP1
Adresse	Paris : Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, 1802-1943
Collation	166 vol. ; 26 cm
Cote	Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale BSEIN
Sujet(s)	Progrès scientifique et technique Innovations -- France -- 19e siècle Innovations -- France -- 1900-1945
Note	Voir la note d'introduction au Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Collection numérisée : 1802-1943 (conservée au siège de la Société d'Encouragement)
LISTE DES VOLUMES	
	1802. An XI [1802]. 1e année
	1803. An XI-XII [1803]. 2e année
	1804. Messidor An XII [1804]- Prairial An XIII [1805]. 3e année. N. 1-12
	1805-1806. Messidor an XIII [1805]-Juin 1806. 4e année. N. 13-24
	1806-1807. Juin 1806-juin 1807. 5e année. N. 25-36
	1807. Juillet-décembre 1807. 6e année. N. 37-42
	1808. 7e année. N. 43-54
	1809. 8e année. N. 55-66
	1810. 9e année. N. 67-78
	1811. 10e année. N. 79-90
	1812. 11e année. N. 91-102
	1813. 12e année. N. 103-114
	1814. 13e année. N. 115-126
	1815. 14e année. N. 127-138
	1816. 15e année. N. 139-150
	1817. 16e année. N. 151-162
	1818. 17e année. N. 163-174
	1819. 18e année. N. 175-186
	1820. 19e année. N. 187-198
	1821. 20e année. N. 199-210
	1822. 21e année. N. 211-222
	1823. 22e année. N. 223-234
	1824. 23e année. N. 235-246
	1825. 24e année. N. 247-258
	1826. 25e année. N. 259-270
	1827. 26e année. N. 271-282
	1828. 27e année. N. 283-294
	1829. 28e année. N. 295-306

	1830. 29e année. N. 307-318
	1831. 30e année. N. 319-330
	1832. 31e année. N. 331-342
	1833. 32e année. N. 343-354
	1834. 33e année. N. 355-366
	1835. 34e année. N. 367-378
	1836. 35e année. N. 379-390
	1837. 36e année. N. 391-402
	1838. 37e année. N. 403-414
	1839. 38e année. N. 415-426
	1840. 39e année. N. 427-438
	1841. 40e année. N. 439-450
	1842. 41e année. N. 451-462
	1843. 42e année. N. 463-474
	1844. 43e année. N. 475-486
	1845. 44e année. N. 487-498
	1846. 45e année. N. 499-510
	1847. 46e année. N. 511-522
	1848. 47e année. N. 523-534
	1849. 48e année. N. 535-546
	1850. 49e année. N. 547-558
	1851. 50e année. N. 559-578
	1852. 51e année. N. 579-582
	1853. 52e année. N. 583-594
	1854. 53e année. 2e série. tome 1
	1855. 54e année. 2e série. tome 2
	1856. 55e année. 2e série. tome 3
	1857. 56e année. 2e série. tome 4
	1858. 57e année. 2e série. tome 5
	1859. 58e année. 2e série. tome 6
	1860. 59e année. 2e série. tome 7
	1861. 60e année. 2e série. tome 8
	1862. 61e année. 2e série. tome 9
	1863. 62e année. 2e série. tome 10
	1864. 63e année. 2e série. tome 11
	1865. 64e année. 2e série. tome 12
	1866. 65e année. 2e série. tome 13
	1867. 66e année. 2e série. tome 14
	1868. 67e année. 2e série. tome 15
	1869. 68e année. 2e série. tome 16
	1870. 69e année. 2e série. tome 17
	1871. 70e année. 2e série. tome 18
	1872. 71e année. 2e série. tome 19
	1873. 72e année. 2e série. tome 20
	1874. 73e année. 3e série. tome 1
	1875. 74e année. 3e série. tome 2
	1876. 75e année. 3e série. tome 3
	1877. 76e année. 3e série. tome 4
	1878. 77e année. 3e série. tome 5
	1879. 78e année. 3e série. tome 6

	1880. 79e année. 3e série. tome 7
	1881. 80e année. 3e série. tome 8
	1882. 81e année. 3e série. tome 9
	1883. 82e année. 3e série. tome 10
	1884. 83e année. 3e série. tome 11
	1885. 84e année. 3e série. tome 12
	1886. 85e année. 4e série. tome 1
	1887. 86e année. 4e série. tome 2
	1888. 87e année. 4e série. tome 3
	1889. 88e année. 4e série. tome 4
	1890. 89e année. 4e série. tome 5
	1891. 90e année. 4e série. tome 6
	1892. 91e année. 4e série. tome 7
	1893. 92e année. 4e série. tome 8
	1894. 93e année. 4e série. tome 9
	1895. 94e année. 4e série. tome 10
	1896. 95e année. 5e série. tome 1
	1897. 96e année. 5e série. tome 2
	1898. 97e année. 5e série. tome 3
	1899. 98e année. 5e série. tome 4
	1900. 99e année. 5e série. tome 5. 1er semestre
	1900. 5e série. tome 6. 2e semestre
	1901. 1er semestre
	1901. 2e semestre
	1902. 1er semestre
	1902. 2e semestre
	1903. 1er semestre
	1903. 2e semestre
	1904. 1er et 2e semestre
	1905. 1er et 2e semestre
	1906. 1er et 2e semestre
	1907. 1er et 2e semestre
	1908. 1er et 2e semestre
	1909. 1er semestre
	1909. 2e semestre
	1910. 1er semestre
	1910. 2e semestre
	1911. 1er semestre
	1911. 2e semestre
	1912. 1er semestre
	1912. 2e semestre
	1913. 1er semestre
	1913. 2e semestre
	1914. 1er semestre
	1914. 2e semestre
	1915. 1er semestre
	1915. 2e semestre
	1916. 1er semestre
	1916. 2e semestre
	1917. 1er semestre

	1917. 2e semestre
	1918. 1er semestre
	1918. 2e semestre
	1919. 1er semestre
	1919. 2e semestre
	1920. 1er et 2e semestre
	1921. 1er et 2e semestre
	1922. 1er et 2e semestre
	1923. 1er et 2e semestre
	1924. 1er et 2e semestre
	1925. 1er et 2e semestre
	1926. 1er et 2e semestre
	1927. 1er et 2e semestre
	1928. 1er et 2e semestre
	1929. 1er et 2e semestre
	1930. 1er et 2e semestre
	1931. 1er et 2e semestre
	1932. 1er et 2e semestre
	1933. 1er et 2e semestre
	1934. 1er et 2e semestre
	1935. 1er et 2e semestre
	1936. 1er et 2e semestre
	1937. 1er et 2e semestre
	1938. 1er et 2e semestre
	1939 (janvier-décembre)
	1940-1941 (janvier.1940-juin.1940 ; juillet.1940-juin. 1941 ; juillet.1941-décembre.1941)
	1942 (janvier-décembre)
	1943 (janvier-décembre)
	Table cumulative (juillet 1802-1818). Relié avec Notice sur les travaux de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. Suivi de : Extrait du procès-verbal de la séance ordinaire du mercredi 9 septembre 1818
	Table cumulative 1801-1837 (tomes 1 à 36)
	Table cumulative 1838-1851 (tomes 37 à 49)
	Table cumulative 1852-1854 (tomes 50 à 52)
	Table cumulative 1854-1863 (tomes 53 à 62)
	Table cumulative 1864-1873 (tomes 63 à 72)
	Table cumulative 1874-1883 (tomes 73 à 82)
	Table cumulative 1884-1893 (tomes 83 à 92)
	Table cumulative 1894-1900 (tomes 93 à 100)
	Table cumulative 1901-1910 (tomes 101 à 115)

NOTICE DU VOLUME	
Titre	Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Volume	1942 (janvier-décembre)
Adresse	[Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1942]
Collation	1 vol. (96 p.) : ill. ; 26 cm

Nombre de vues	94
Cote	BSPI 155
Sujet(s)	Progrès scientifique et technique Innovations -- France -- 1900-1945
Thématique(s)	Machines & instrumentation scientifique
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	30/11/2009
Date de génération du PDF	26/11/2021
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.155

Fondée le 2 novembre 1801, la S.E.I.N. s'est donné pour but, dans la droite ligne des Lumières, de favoriser le progrès de l'économie nationale par l'encouragement à l'innovation technique et la promotion des "arts utiles" déjà appelée par l'*Encyclopédie*. Lors de sa création, elle a rassemblé un aréopage de hauts administrateurs et personnalités politiques, savants et professeurs, banquiers et négociants, industriels et grands manufacturiers. Elle est ensuite restée durablement marquée par cet aspect élitiste de ses origines, qui correspondait au vœu du Premier Consul de réconcilier les élites d'avant et d'après 1789. Elle a eu pour présidents successifs trois chimistes de premier plan, J.-A. Chaptal (ministre de l'Intérieur sous le Consulat), L.-J. Thenard (grand notable sous la Monarchie de Juillet) et J.-B. Dumas (ministre du Commerce sous la IIe République). A partir de 1884, les présidents seront issus des grands corps techniques de l'Etat et élus pour une durée limitée à trois années.

Très rapidement, la Société d'Encouragement a entrepris de publier un *Bulletin* comme support important de son activité et de sa sociabilité. Il est paru sans interruption de 1802 à 1943. Ce *Bulletin* a eu pour finalité première et essentielle de rendre compte, mois par mois, des travaux de son Conseil composé à l'origine de cinq Comités spécialisés (Arts mécaniques, Arts chimiques, Arts agricoles, Arts économiques, Commerce). Ces Comités remplissent une mission d'expertise des inventions et découvertes qui leur sont soumises, et d'encouragement à l'innovation par le biais de prix, concours et récompenses. Le *Bulletin* est très vite devenu bien davantage qu'un organe interne de la Société, comportant, en plus des rapports des Comités, des listes de brevets français et étrangers, des notices d'actualité, des comptes rendus bibliographiques et, à partir de la fin du XIXe siècle, des articles de fond.

De la sorte, le *Bulletin* s'est affirmé comme un instrument majeur d'information technique et industrielle. Son rayonnement est suffisamment attesté par le nombre de ses articles reproduits *in extenso*, résumés ou traduits dans nombre de périodiques français et étrangers. Fort de près de 500 pages dès le milieu du XIXe siècle, il s'est enrichi très fortement au début du XXe pour avoisiner les 2 000 ! Dès le début, le *Bulletin* a été accompagné de planches gravées sur cuivre, en hors-texte, qui témoignent de l'avènement du nouveau graphisme technique développé autour du Conservatoire des arts et métiers où il est formalisé par Leblanc (fils). A partir de 1855, des gravures sur bois sont également insérées dans le corps du texte. La photographie est régulièrement utilisée pour les illustrations au milieu des années 1890. Avec certains volumes, sont parfois reliées diverses brochures (annonces de prix et concours, liste des membres...).

La S.E.I.N. s'est attachée à rendre l'information accessible en publiant des Tables analytiques – indépendamment des tables annuelles présentes dans chaque volume. Dans un premier temps, ces tables indexent tout à la fois les matières et les noms cités dans les titres des articles (ces noms étant aussi bien ceux des inventeurs expertisés ou récompensés que ceux des rapporteurs ou auteurs d'articles de fond). Par la suite, après 1900, matières et noms seront présentées séparément. Les planches ont fait l'objet de tables spécifiques – tant annuelles que récapitulatives – depuis l'origine jusqu'à leur disparition en 1900. Les *Bulletins* correspondent formellement à six séries, ce qui détermine leur référencement. Néanmoins, il est plus souvent fait usage de leur numéro d'ordre absolu (la numérotation commençant en 1802) ou de l'année de parution (en notant le semestre pour les années 1900 à 1903 et 1909 à 1919). On dispose alors de dix tables (publiées entre 1820 et 1912), couvrant la période 1802?1910.

- 1ère Série, 1802-1853 (tome 1 à 52) : tables publiées en 1820 (années 1802 à 1818), en 1838 (années 1802 à 1837), en 1851 (années 1838 à 1850) et en 1854 (années 1851 à 1853). A noter que les deux premières années ont été rééditées en 1819 avec modifications ; l'édition ici numérisée, qui est la seconde, apparaît seule dans la table de 1838.
- 2ème Série, 1854-1873 : tables publiées en 1865 (années 1854 à 1863) et en 1874 (années 1864 à 1873).
- 3ème Série, 1874-1885 ; 4ème Série, 1886?1895 ; 5ème Série, 1896?1900 : tables publiées en 1889 (années 1874 à 1883), en 1895 (années 1884 à 1893) et 1902 (années 1894 à 1900).

- Dernière série, 1901-1943 : une seule table publiée en 1912 (années 1901 à 1910). Au delà de 1910, il est nécessaire de se reporter aux tables publiées annuellement.

Pour en savoir plus

- R. Tresse, « le Conservatoire des arts et métiers et la Société d'encouragement pour l'industrie nationale », *Revue d'histoire des sciences*, t. 5, 1952, p. 246-264.
- P. Redondi, « Nation et Entreprise : la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1801-1818 », *History and Technology*, 5, 1988, p.193-222.
- S. Chassagne, « Une institution originale de la France post-révolutionnaire et impériale : la Société d'encouragement pour l'industrie nationale », *Histoire, économie et sociétés*, 3e trimestre 1989, p.147-165.
- D. Blouin, « La Société d'encouragement : lieux et étapes. I.- Les premières implantations, les premières ambitions, les premières manifestations, 1801-1812 », *L'Industrie nationale*, 1er semestre 1996, p. 11-22.
- M. Letté, « Henry Le Chatelier et les réformes de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale , 1884-1900 », *Sciences et techniques en perspective*, 2e série, t. 1, 1997, p. 347-404.
- S. Benoit et D. Blouin, « Des espaces au service d'un projet: les hôtels de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale et leurs fonctions au XIXe siècle, 1801-1914 », p. 175-191 dans A. Despy-Meyer éd., *Institutions and Societies for Teaching, Research and Popularisation*, Turnhout, Brepols, 2000.
- S. Benoit, G.Emptoz et D. Woronoff (dir.), *Encourager l'innovation en France et en Europe. Autour du bicentenaire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, Paris, CTHS, 2006.

[Voir le catalogue et accéder aux volumes numérisés](#)

Fonds documentaires de la SEIN gérés par la Commission d'Histoire

Les fonds patrimoniaux (bibliothèque et archives) de la S.E.I.N. sont conservés et consultables au siège de la Société d'Encouragement : 4, place Saint-Germain-des-Prés, 75006 PARIS. Ces fonds comportent des livres et des brochures ainsi que des collections de périodiques français et étrangers, relevant pour l'essentiel du XIXe siècle et du premier tiers du XXe. Il n'existe pas actuellement d'inventaire détaillé des ouvrages. Le récolement est en cours.

Pour toute recherche, les membres de la Commission d'Histoire sont à la disposition des lecteurs pour les guider parmi les fonds. Une permanence est organisée, pour l'accueil des chercheurs, tous les vendredis de 10h à 18h. Il est aussi possible, dans certains cas et notamment dans le cas de personnes venant de province ou de l'étranger, d'obtenir des rendez-vous particuliers (le lundi par exemple).

- [Site internet de la S.E.I.N.](#) :

LA GAZEIFICATION DU BOIS ET DU CHARBON DE BOIS⁽¹⁾

par M. Georges DUPONT,

Professeur à la Sorbonne et à l'École Centrale des Arts et Manufactures.

Introduction. — La France importait, avant la tourmente actuelle, environ 5 millions de tonnes de combustibles liquides ayant une valeur de 5 milliards de francs environ. Elle importait d'autre part 25 millions de tonnes de charbon, ayant également une valeur de 5 milliards de francs. Il est inutile d'insister sur les effets de l'arrêt de ces importations et sur l'intérêt avec lequel tous les Français suivent ce qui se fait en vue de trouver des combustibles et carburants de remplacement.

Il est désirable, d'ailleurs, que les solutions que l'on pourra trouver puissent, en partie au moins, survivre à l'état de choses actuel, car notre pays ne pourra pas demain envisager de reprendre des importations s'élevant à un chiffre aussi élevé, qui ne seraient pas compensées par des exportations.

La source évidemment la plus sûre de combustibles et de carburants de remplacement est le bois de nos forêts. Ces dernières *peuvent* fournir (si on ne laisse plus perdre, comme par le passé, sur le sol de nos forêts, une notable partie de leur production) environ 13 500 000 tonnes de bois de feu. Sur ce total, 4 500 000 tonnes sont déjà utilisées pour les besoins domestiques. Il resterait donc disponible environ 9 millions de tonnes. Si l'on considère la valeur calorifique de ces 9 millions de tonnes, celles-ci pourraient, au maximum, remplacer 3 224 000 tonnes de pétrole. Mais nous verrons que la façon dont cette utilisation est faite influe énormément sur cette valeur de remplacement.

Nous allons donc envisager d'abord *comment* le bois ou le charbon de bois peuvent être utilisés comme carburants.

Ils le peuvent de deux façons :

1° Sous forme de carburants liquides : alcool, cétones, etc.

2° Sous forme de gaz combustibles.

C'est cette deuxième façon, la plus immédiatement réalisable sur une large échelle, que je veux étudier devant vous aujourd'hui.

Je puiserai pour cela largement dans un petit fascicule, intitulé : « Le bois carburant » qui vient de paraître sous ma signature à la librairie Gauthier-Villars et auquel je renvoie ceux de mes auditeurs qui voudraient étudier plus à fond la question.

Rappelons d'abord quelques définitions :

Le *pouvoir calorifique d'un gaz* est le nombre de calories que peut fournir la combustion de 1 m³ de ce gaz. Mais cette caractéristique n'est pas la plus importante en ce qui concerne l'emploi dudit gaz au moteur.

Dans le cylindre, le gaz carburant, comme d'ailleurs l'était la vapeur d'essence, sera mélangé à de l'air dans des proportions se rapprochant autant que possible de celles du mélange tonnant théorique. Ce mélange est comprimé par le retour du piston et allumé par l'étincelle. C'est la détente de ce gaz chaud, fourni par

(1) Conférence faite par l'auteur le 10 mai 1941. Planches extraites de « Le Bois carburant », Gauthier-Villars éditeur, avec l'autorisation de MM. Gauthier-Villars et de la Société des Carburants forestiers.

l'explosion, qui refoule le piston et produit le travail. Ce travail, et par suite la puissance du moteur, dépendent donc des caractéristiques suivantes :

1° Le *pouvoir calorifique du mélange* tonnant utilisé, et celui-ci est beaucoup moins variable que celui des gaz combustibles eux-mêmes.

2° La « *force* » de ce *mélange tonnant*, force qui peut être caractérisée, comme pour un explosif, par l'accroissement de pression produit dans le cylindre par l'explosion.

3° A ces caractéristiques, M. Max Serruys, dans une étude remarquable, publiée très récemment, en ajoute deux autres qui sont particulièrement expressives : d'une part le *travail maximum développé au moteur* par la combustion

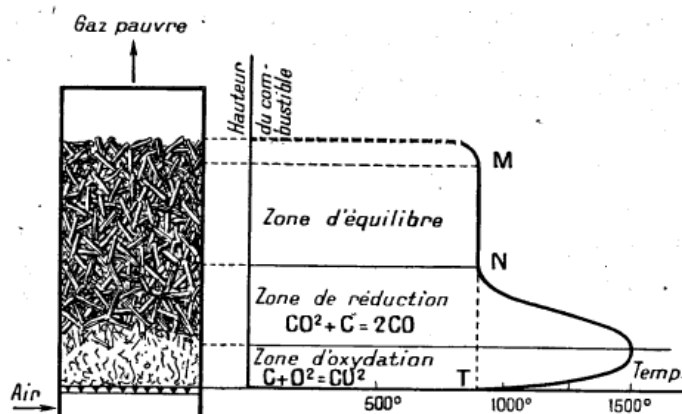


Fig. 1. — Distribution de la température dans le gazogène à gaz pauvre.

d'un litre de mélange tonnant, d'autre part la *consommation spécifique*, en mètre cube par cheval-heure, du moteur avec le combustible considéré.

De ces données dépendent étroitement le *rendement* pratique du moteur et sa consommation.

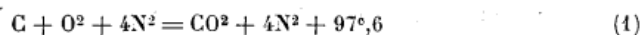
Étude théorique de la gazéification. — La transformation du combustible solide, bois ou charbon, se fera par l'action ménagée de l'air dans un gazogène. Nous allons étudier successivement les cas où l'on gazéifie :

- 1° du carbone pur;
- 2° du charbon de bois;
- 3° du bois;

nous verrons en effet que les conditions à réaliser sont assez différentes dans les trois cas.

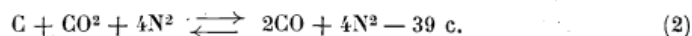
1° *Gazéification du carbone pur.* — En principe, ici, le gazogène comportera une colonne de charbon à la base de laquelle (sous une grille) on envoie de l'air, (fig. 1). La gazéification se fait en deux temps.

1° Dans une première phase le charbon brûle à l'air suivant la réaction



Réaction très exothermique; il lui correspond un vif échauffement du charbon qui atteint rapidement une température voisine de 1 200 à 1 400°. Cette réaction se localise au-dessus de la grille; on voit nettement, sur la courbe de la figure 1, la zone dans laquelle se passe cette réaction : *c'est la zone d'oxydation*.

2° Dans une deuxième phase, le gaz carbonique formé réagit sur le charbon pour donner de l'oxyde de carbone suivant la réaction :



Cette réaction est lente, réversible et endothermique, il lui correspond donc un abaissement très net et progressif de la température dans la région du gazogène où elle se produit (fig. 1) : *c'est la zone de réduction*.

Au-delà (zone d'équilibre), la température de la colonne de charbon reste sensiblement constante.

— En somme donc, le passage de l'air sur le charbon dans le gazogène conduira à un gaz (gaz pauvre) ayant théoriquement la composition suivante :

Oxyde de carbone.	33 p. 100.
Azote.	66 p. 100.

mais cette composition théorique ne sera obtenue que sous deux conditions essentielles :

1° La température au sommet de la zone de réduction devra être supérieure à 900° car la réaction 2 est une réaction d'équilibre et est d'autant moins complète que la température est moins élevée. Le gaz, qui aura sensiblement la composition théorique au-dessus de 900°, contiendra des proportions d'acide carbonique d'autant plus élevées que la température s'écartera davantage de cette valeur 900°; à 700° il y aurait autant de gaz carbonique que d'oxyde de carbone et à 400° la réaction 2 n'aurait plus lieu.

2° La colonne de charbon doit être assez élevée pour que la réduction ait le temps d'être complète. C'est-à-dire que, dans la courbe des températures, relevée comme il est indiqué dans la figure 1, la zone d'équilibre MN doit être nettement visible.

Le gaz pauvre ainsi obtenu présente les caractéristiques pratiques suivantes :

Pouvoir calorifique	4 090 c.
Pouvoir calorifique du mélange tonnant	542 c.
Force du mélange tonnant	6,31
	(contre 8,6 à l'essence)
Travail maximum au litre de cylindrée pour la compression 6 : 64 kgm,5	
	(contre 134 à l'essence)
Consommation spécifique	1 m ³ 378 au ch.-h.

Ces chiffres montrent de suite le défaut principal d'un tel gaz qui entraîne une réduction du travail du moteur (et par suite de la puissance) à $\frac{64,5}{134} = 0,48$ de ce qu'il était avec l'essence. On peut d'ailleurs améliorer cette puissance en accroissant la compression : en élevant celle-ci de 6 à 10, M. Serruys calcule que le travail maximum s'élève à 78,1 kgm. La puissance est devenue 0,58 de celle obtenue avec l'essence.

2° *Gazéification du charbon de bois.* — Le charbon de bois contient, non seulement du carbone, mais aussi de l'oxygène et de l'hydrogène. Par chauffage à

1 000° il perd de l'eau, des gaz, des goudrons. Dans le gazogène à flamme droite précédemment décrit, ces produits, entraînés à la partie supérieure par les gaz formés, viendraient souiller ceux-ci. Pour l'éviter on utilise des gazogènes à flamme renversée dont la figure 2 donne un schéma.

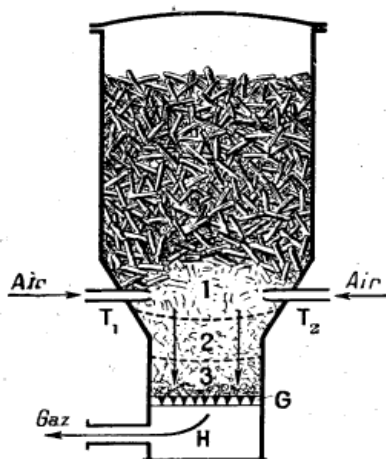
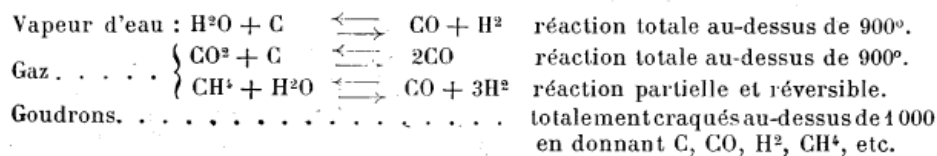


Fig. 2. — Gazogène à flamme renversée.

L'air arrive ici par des tuyères T_1 et T_2 disposées à quelques dizaines de centimètres au-dessus des grilles : la combustion se produit en 1 (zone d'oxydation) puis les gaz, aspirés vers le bas, subissent la réduction en 2. La zone d'équilibre enfin, se trouve sur les grilles, en 3.

Dans ce dispositif, le charbon, introduit au sommet du gazogène, s'échauffe progressivement. Les gaz, l'eau et le goudron formés sont aspirés vers le bas. Ils doivent donc traverser les zones d'oxydation et de réduction et y subir, sur le charbon, l'action des hautes

températures. Sous cette influence, voici ce que deviennent les produits de distillation du charbon.



Ces produits de transformation viennent donc enrichir le gaz pauvre par un apport notable de gaz combustible (CO , H^2 , CH^4).

Avec le gazogène à flamme renversée on pourra, avantageusement donc, utiliser un charbon de bois incomplètement distillé et même introduire de la vapeur d'eau dans l'air de gazéification.

3° *Gazéification du bois.* — Ici, obligatoirement, on devra utiliser un gazogène à flamme renversée. Le bois, convenablement découpé, est introduit au sommet de la cuve; il distille progressivement en s'abaissant dans celle-ci et se rapprochant de la zone d'oxydation : les deux tiers du poids du bois sont ici libérés sous forme de gaz, d'eau et de goudron. En traversant les zones d'oxydation et de réduction, ces produits seront détruits comme il vient d'être dit, en donnant des gaz combustibles riches (CH^4 , CO , H^2) qui améliorent la qualité du gaz. Mais ce résultat ne sera convenablement atteint que si la température de la zone de l'équilibre reste supérieure à 800-900°. C'est là, il faut le dire de suite, que réside la difficulté, car les réactions de la vapeur d'eau et du gaz carbonique sur le carbone sont des réactions très endothermiques, qui tendent à abaisser fortement la température du foyer.

Cet abaissement de température sera d'autant plus fort que le bois sera plus humide. Il sera moindre avec du bois bien sec et surtout avec du bois torréfié à diverses températures.

Si l'on veut obtenir un résultat satisfaisant, on devra *s'efforcer ici d'éviter toute perte de calories*, d'une part en isolant le foyer le mieux possible; d'autre part en récupérant les calories emportées par le gaz.

Nous avons pu, et on trouvera l'étude complète dans le petit fascicule précédemment signalé, déterminer la composition des gaz fournis au gazogène dans des conditions déterminées par du bois aux divers degrés de dessiccation, de torréfaction ou de distillation. Pour un gazogène supposé parfaitement isolé mais

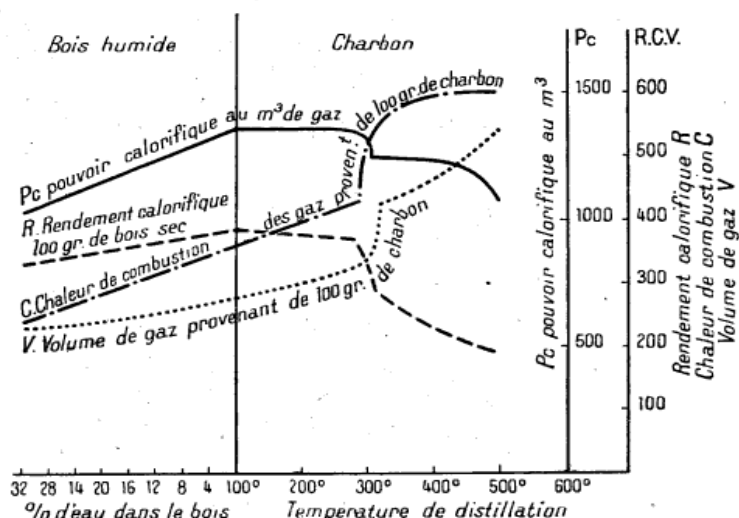


Fig. 3.

sans récupération, ces résultats sont indiqués dans le tableau I et résumés dans les courbes de la figure 3.

Pour celle-ci sont portées en abscisses, à gauche, le pourcentage d'eau dans le bois humide; à droite la température de torréfaction ou de distillation du bois quand celui-ci a subi ce traitement; en ordonnées on a porté les diverses caractéristiques du gaz obtenu. Les faits dominants sont les suivants :

a) Le pouvoir calorifique du gaz est sensiblement constant et maximum pour le bois torréfié entre 100 et 290°; il est moindre pour le bois humide et moindre aussi, très nettement, pour le charbon de bois (distillé au-dessus de 300°). Le pouvoir calorifique du mélange tonnant suit une courbe sensiblement parallèle.

b) Le rendement calorifique au moteur du bois initial, est également maximum pour le bois torréfié; il est beaucoup moindre pour le charbon de bois.

c) Le seul avantage visible ici du charbon de bois réside dans le fait que, à poids égal, il constituera une réserve de calories plus élevée sur le véhicule, mais cet avantage est illusoire car à volume égal le bois anhydre représente une réserve très supérieure au charbon.

Les résultats précédents seront encore améliorés en faveur du bois si on récu-

père les calories emportées par les gaz en les utilisant pour échauffer l'air d'injection. Cette économie sévère de calories est, nous y reviendrons, la condition essentielle de bonne marche du gazogène à bois.

Avantages et inconvénients du bois et du charbon de bois pour l'emploi du gazogène. — Les chiffres qui précèdent sont donc très en faveur de l'emploi du bois et non du charbon de bois dans les gazogènes. En outre, au passif de ce dernier on doit ajouter :

1° Qu'il est sale et encombrant : l'équivalence de 1 litre d'essence occupe 7 l. à 9 l. avec le charbon de bois. On peut, il est vrai, réduire considérablement ces défauts en agglomérant le charbon de bois : pour cela on le broie, on l'agglomère sous pression avec une partie du goudron fourni par la distillation et on redistille vers 800-1 000° les comprimés ainsi obtenus. On obtient ainsi des agglomérés remarquablement réactifs, solides et propres, qui n'occupent plus que 3 ou 4 fois le volume de l'essence équivalente. C'est une solution très satisfaisante, mais malheureusement coûteuse en raison de la double distillation.

2° La carbonisation du bois pour l'emploi au gazogène correspond à un gaspillage élevé de calories :

100 kg de bois anhydre donneront au moteur, après gazéification, 386 000 c.

Par carbonisation en vase clos à 400°, sans tenir compte, encore, du combustible nécessaire pour cette opération, ces 100 kg ne donneront plus que 33 kg de charbon ; soit, au moteur, 188 000 c.

Enfin si, comme cela se pratique le plus généralement aujourd'hui, le charbon est fabriqué en meule ou, pis encore, dans des meules métalliques souvent conduites par des mains inexpertes, les 100 kg de bois ne fourniront au maximum que 20 kg de charbon donnant au moteur 114 000 c.

C'est donc un gaspillage de plus des deux tiers des calories du bois qu'entraîne la pratique actuelle de la carbonisation en meule et ceci, nous l'avons montré, pour fournir un gaz donnant au moteur une puissance moindre.

La solution de l'avenir, c'est ma conviction profonde, est donc le gazogène à bois séché ou torréfié.

Le bois est propre et tout aggloméré, il correspond à un volume égal à 4 ou 5 fois celui de l'essence équivalente.

Il donne un gaz de plus grand pouvoir calorifique. Par exemple le bois anhydre conduira à un gaz ayant la composition et les caractéristiques suivantes :

CO.	29,8 p. 100
CO ²	5,8 p. 100
H ²	24,8 p. 100
N ²	39,6 p. 100
Pouvoir calorifique du gaz	1 540 c.
Pouvoir calorifique du mélange tonnant.	651 c.
Force explosive du mélange tonnant.	6,64

La puissance du moteur se trouve relevée de plus de 5 p. 100 par rapport à ce qu'elle était avec le gaz de charbon.

Mais alors, direz-vous, *quelle est la raison de la pratique actuelle? Pourquoi a-t-on multiplié les gazogènes à charbon de bois et si peu les gazogènes à bois?*

C'est que la gazéification du bois est plus difficile à réaliser que celle du char-

TABLEAU I.

TEMPÉRATURE DE DISTILLATION	Rendement à partir de 100 g de bois sec	COMPOSITION EN VOLUME DU GAZ SEC (provenant de 100 g de charbon)				Volume total des gaz secs	Chaleur de combustion B litres	Pouvoir calorifique du gaz sec au m ³ Pe	Chaleur de combustion du gaz ou venant de 100 g de bois sec C	UTILISATION AU MOTEUR DU GAZ PROVENANT DE 100 g DE CHARBON		
		CO	CO ₂	H ²	N ²					Air nécessaire pour la combustion	Volume de gaz tonnant	Calories au m ³ de cylindre
	g	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres	litres
Bois à 36 p. 100 d'humidité.	436	44,0	24,0	48,0	80,0	493	249	4290	339	223	416,0	600
Bois à 48 p. 100 —	448	54,4	20,5	58,5	88,2	224,3	345	4470	374	284,5	502,8	628
Bois séché à 100°	400	74,2	44,3	64,7	98,2	248,4	386	4510	386	339,4	588,4	659
Bois distillé à 275°	81,7	400,0	8,0	57,0	433,8	298,8	453	4540	370	392,8	694,6	656
— à 290°	79,4	404,0	8,0	62,5	437,8	309,3	469	4545	372	408	718,4	655
— à 310°	53,9	434	0	60,0	486	377	554	4470	300	477	854	648
— à 320°	48,7	434	0	57,3	496	387	556	4440	272	477	874	642
— à 400°	38,4	442	0	55,0	225	422	570	4350	217	492	914	623
— à 545°	34,0	465	0	42,5	295	502	640	4213	189	519	4020	597
— à 545°	27,5	469	0	35,2	305	509	607	4200	168	541	4020	594

bon en raison de l'endothermicité des réactions qui ont lieu, dans le foyer, entre le charbon et l'eau ou les autres produits de distillation du bois. L'étude thermique montre qu'une bonne gazéification du bois n'est possible que dans les conditions suivantes.

1° Eviter toutes pertes de calories du foyer. En isolant thermiquement celui-ci le mieux possible.

2° Récupérer aussi strictement que possible toutes les calories emportées par les gaz et les utiliser pour échauffer l'air d'injection.

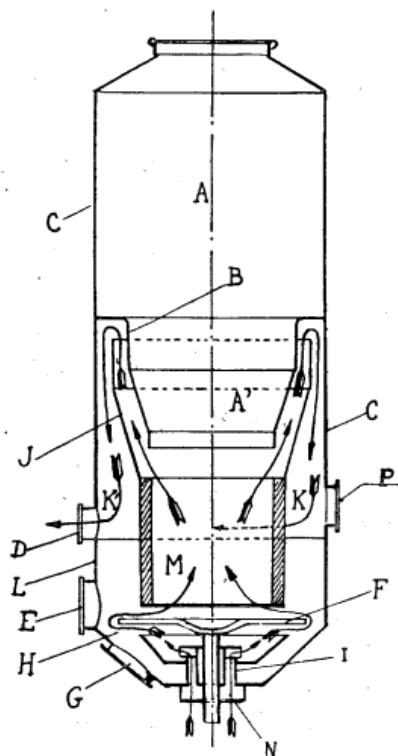


Fig. 4. — Gazogène Malbay.

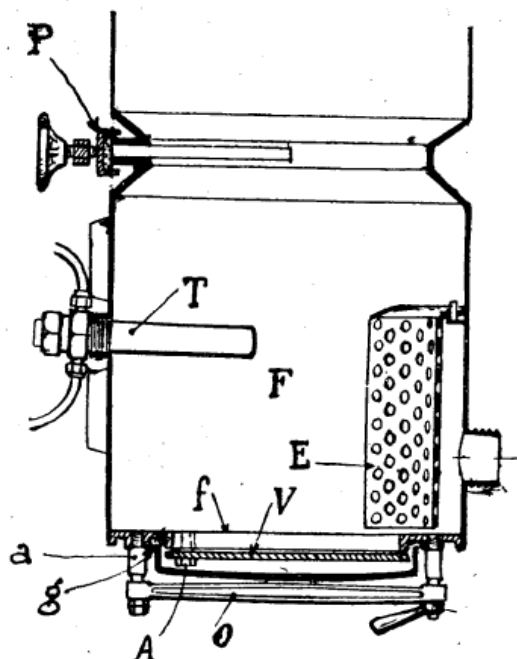


Fig. 5. — Gazogène Gohin-Poulenc.

Le gazogène G. P. est à tuyère à refroidissement par eau. — T. Tuyère. — F. Foyer. — E. Grille. — P. Cloison amovible.

3° Utiliser du bois aussi sec que possible ou mieux du bois torréfié.

Jusqu'à présent le gazogène à bois a été beaucoup moins étudié que le gazogène à charbon et l'on doit dire que, dans les types existants, les conditions 1 et 2 sont très mal réalisées.

Quant à la troisième condition, on peut envisager de torréfier le bois dans des installations mobiles en forêt : fours tournants ou continus utilisant comme combustible des déchets sans valeur pour porter vers 200° le bois préalablement découpé et qui se trouverait ainsi valorisé sur place. Mais on peut aussi envisager

la torréfaction du bois découpé, sur le véhicule lui-même, en utilisant, pour cela, la chaleur perdue des gaz d'échappement.

Quoi qu'il en soit, les gazogènes à bois actuels donnent des gaz pauvres chargés de vapeur d'eau et de goudrons. L'épuration d'un tel gaz est, nous le verrons, plus délicate que celle du gaz de charbon. C'est la raison principale du retard,

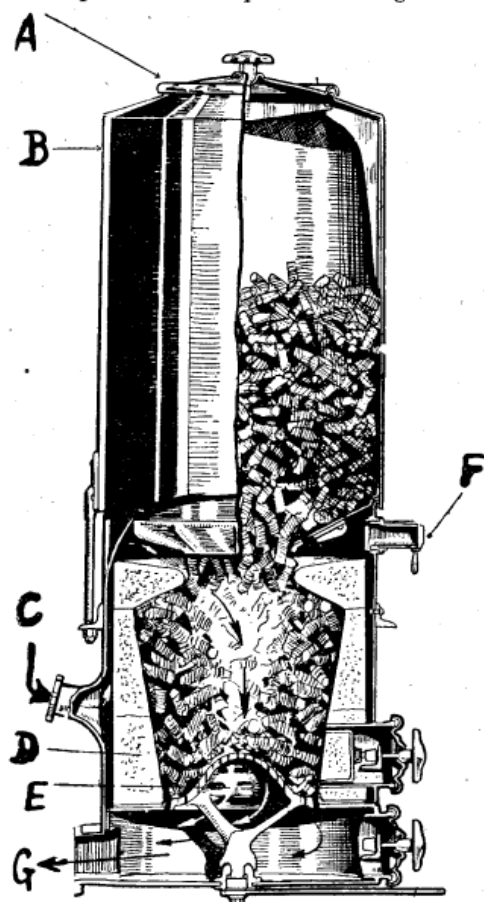


Fig. 6. — Gazogène Panhard.

A. Porte de remplissage. — B. Trémie.
— C. Entrée d'air. — D. Réfractaire. —
E. Grille. — F. Trou d'allumage. —
G. Sortie des gaz.

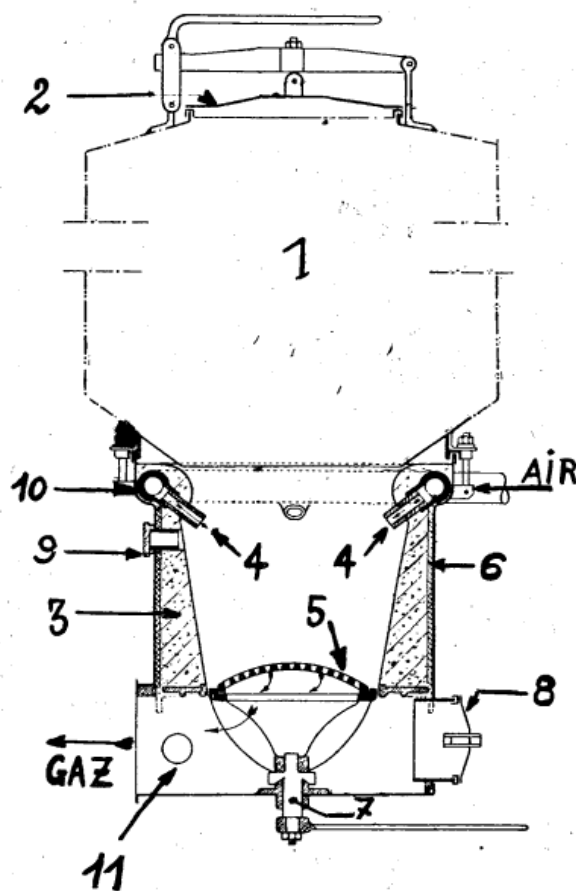


Fig. 7. — Gazogène Géka.

déplorable à mon avis, apporté dans le développement des gazogènes à bois. Je suis certain que si les constructeurs veulent bien s'attacher à l'étude méthodique d'un tel gazogène, ils arriveront très rapidement à une solution tout à fait satisfaisante.

Les gazogènes. — Pour illustrer ce qui précède, nous donnerons les schémas de quelques types de gazogènes.

a) *Gazogènes à charbon. Gazogène Malbay* (fig. 4). — Ce gazogène est, partiellement du moins, à flamme droite; l'air arrive à la partie inférieure, sous une grille; mais les gaz s'échappent latéralement de la colonne de charbon au sommet de la zone de réduction où la température est encore élevée.

Gazogène Gohin-Poulenc (fig. 5). — Ce gazogène comporte une tuyère T refroidie par de l'eau, ce qui évite sa détérioration; les gaz s'échappent par une grille verticale E; cette disposition réduit l'encombrement de la grille par les cendres.

Le gazogène *Panhard* (fig. 6) et le gazogène *Geka* (fig. 7) assez semblables comme dispositif, possèdent un foyer entouré de réfractaires. Mieux que les

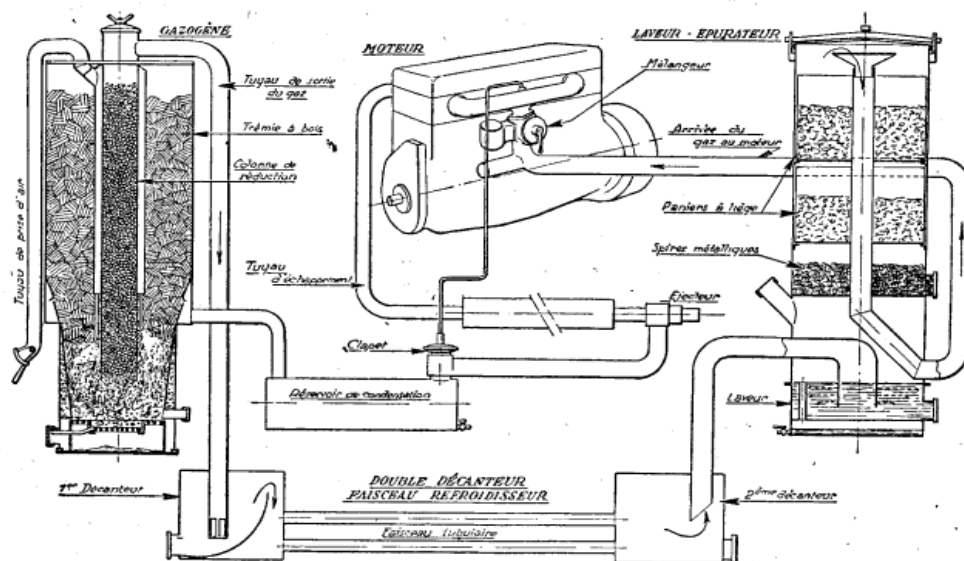


Fig. 8. — Gazogène Brandt.

A. Trémie. — F. Grille. — I. Distributeur d'air. — N. Entrée d'air. — M. Foyer. — J. Chambre à gaz. — K. Chambre de décantation. — D. Départ des gaz.

précédents, ils permettront l'emploi de charbons mal distillés ou humides et de charbon roux.

b) *Gazogènes à bois.* — Le gazogène *Brandt* (fig. 8) donne une solution intéressante de l'emploi du bois; c'est un gazogène mixte (à bois et à charbon). Ce dernier est disposé dans une cornue centrale; il reçoit les produits de la gazéification et, grâce à un appoint convenable d'air, il permet d'avoir une zone de réduction aussi chaude qu'il est nécessaire. En somme, ici, l'apport de charbon supplémentaire permet de corriger, partiellement du moins, les défauts du gazogène à bois. C'est une solution ingénieuse, qui malheureusement exige l'emploi de deux carburants.

Des exemples de gazogènes à bois sont donnés par le gazogène *Berliet* et le gazogène *Renaud* (fig. 9). Dans ces gazogènes la récupération thermique, dont

nous avons montré la nécessité absolue, est partiellement réalisée mais insuffisamment à notre avis; il y a certainement de grands progrès à faire dans ce sens.

Refroidissement et épuration des gaz. — Les gaz sortent du gazogène vers 500 à 600°. Ils sont chargés, d'une part de particules solides (cendres et poussières de charbon), d'autre part (pour le bois) de vapeurs condensables.

Je ne puis ici donner que le principe des appareils de refroidissement et d'épuration. Le refroidissement se fera sur le véhicule, par passage des gaz dans des caisses munies d'ailettes radiantes, soumises à l'action du vent produit par la marche.

Quant à l'épuration, elle est conduite différemment dans le cas des gaz de charbon et dans le celui des gaz de bois.

Les gaz de charbon sont très chargés de poussières, mais secs : la combustion

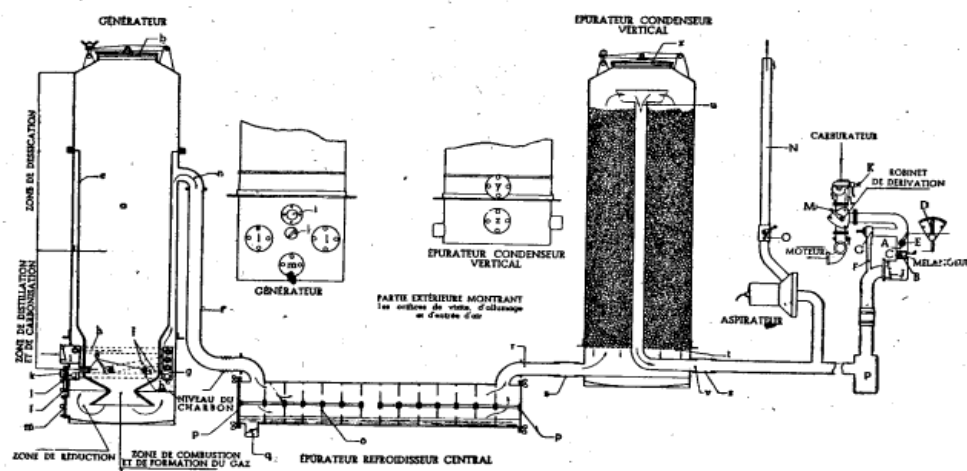


Fig. 9. — Gazogène Renault.

de 100 kg de charbon donne environ 4 kg de poussières dont la moitié seront entraînées au-delà du cendrier. On les retiendra partiellement dans les refroidisseurs; le reste devra être complètement arrêté dans l'épurateur. Celui-ci sera simplement formé par des bonnettes de toile de coton soutenues par des tubes perforés.

Dans le cas des gaz de bois, la proportion de cendres est beaucoup moindre; 100 kg de bois donneront 1 kg de cendres, dont 150 gr seulement iront au-delà du cendrier. Mais on ne peut utiliser ici, pour arrêter ces cendres, un filtre en tissu en raison des condensations qui se produisent et viennent rapidement colmater de tels filtres. On doit employer des filtres à chocs, formés de matières épurantes, particulièrement de liège. Sur la figure 9 on voit un exemple d'un tel dispositif d'épuration.

C'est cette difficulté d'épuration des gaz de bois, rappelons-le, qui a été pour une grande part la raison de l'insuffisance du développement des gazogènes à bois.

Des dispositifs plus simples sont, je sais, à l'étude; souhaitons qu'ils apportent

très rapidement des solutions plus satisfaisantes. C'est, à mon avis, de la recherche des perfectionnements à apporter tant aux gazogènes à bois qu'au système d'épuration que dépend l'emploi futur du gazogène, l'emploi direct du bois étant, incontestablement, la solution réellement économique et définitive de l'utilisation de ce combustible pour la marche des moteurs.

Pour éclairer cette opinion, je veux seulement tirer du beau travail de M. Max Serruys les chiffres suivants :

1 kg de bois à 20 p. 100 d'humidité donne, avec les gazogènes actuels, 2,2 m³ de gaz à 1 200 c. Le travail pratiquement fourni au moteur sera de 1,8 ch-h.

Par carbonisation ce kilogramme de bois fournira de 200 à 250 gr de charbon donnant en moyenne 0,943 m³ de gaz à 1 200 c. Le travail pratiquement fourni au moteur ne sera plus que de 0,772 ch-h.

Si on utilise le bois pour fabriquer de l'alcool éthylique, en admettant le rendement de 0,240 l (Proc. Schöller) et en admettant, d'autre part, ce qui n'est pas certain, que la lignine obtenue suffise à tous les besoins en calories et en force motrice de l'usine productrice, on obtiendra finalement au moteur, pour 1 kg de bois, initialement traité 0,650 ch-h.

Si enfin nous envisageons l'emploi du bois pour fabriquer les carburants liquides du type pétrole (Proc. Fischer-Tropsch) ou de l'alcool méthylique, on peut calculer que, en utilisant uniquement le bois comme matière première, 1 kg fournira environ 0,130 l d'essence Fischer donnant 0,480 ch-h ou bien 0,300 l d'alcool méthylique donnant au moteur 0,500 ch-h environ.

Les solutions consistant à transformer le bois en combustible liquide sont donc nettement beaucoup moins économiques que l'emploi du bois au gazogène en ne considérant que la seule dépense de matière première. En raison de leur commodité, il est certain que l'emploi des combustibles liquides continuera cependant à avoir la faveur des automobilistes possédant des voitures légères, mais l'emploi du gazogène à bois restera, même après le retour à la vie normale, la solution de beaucoup la plus économique et sans doute obligatoire pour les poids lourds; elle restera économique même vis-à-vis des carburants liquides naturels.

Autres usages des gaz de bois ou de charbon.

Dans ce qui précède nous avons parlé uniquement de l'emploi des gaz pauvres de bois ou de charbon de bois comme carburant; or on peut envisager l'utilisation de ce gaz ainsi que celle du gaz à l'eau de bois pour d'autres usages.

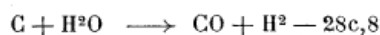
Pour le chauffage domestique ou industriel, au lieu d'employer directement le bois comme combustible, ce qui entraîne un chauffage irrégulier et, en général un rendement calorifique très mauvais, on peut envisager l'emploi de gaz fourni par un gazogène à bois. De tels dispositifs sont déjà utilisés; par exemple, pour le chauffage central, je signalerai la chaudière Turpin. Comme le gazogène est ici un générateur de gaz chaud, il est inutile de développer la zone de réduction. L'arrivée de l'air se fait donc ici sous la grille et les gaz chauds sont prélevés immédiatement au-dessus dans la zone d'oxydation. Les produits de distillation du bois sont prélevés au sommet et amenés sous les grilles avec l'air pour être brûlés. Le poids de bois à brûler dans cette chaudière est environ 1,7 fois celui de l'antracite nécessaire dans un calorifère de même puissance et le volume, c'est là le défaut, doit être 3 à 4 fois supérieur.

On a proposé également l'emploi du bois pour la fabrication de *gaz de ville* et on doit rappeler à ce sujet que la première usine à gaz montée par Philippe Lebon en 1798 utilisait, comme matière première, le bois. Un tel gaz est normalement trop riche en oxyde de carbone pour correspondre aux exigences des cahiers des charges imposés au gaz d'éclairage. Mais on peut, surtout aujourd'hui, où ces exigences sont fort relâchées, envisager son emploi en mélange avec du gaz de houille.

Nos usines à gaz manquent souvent aujourd'hui de charbon. Si elles ont du bois à leur disposition, elles pourront distiller celui-ci dans un certain nombre de leurs cornues; ceci sera facile dans les usines qui possèdent encore des batteries de petites cornues. Le gaz fourni, mélangé à celui de houille, abaissera un peu le pouvoir calorifique de celui-ci mais donnera un combustible gazeux fort acceptable et l'usine obtiendra d'autre part, dans ses cornues, un charbon de bois d'excellente qualité, utilisable au gazogène et dont la vente paiera largement le bois utilisé.

Mais des usages industriels plus importants sont à envisager, intéressants non seulement pour l'époque actuelle mais même en période normale : c'est l'emploi du bois pour la fabrication du gaz à l'eau destiné aux synthèses industrielles. Le gaz à l'eau est obtenu généralement à partir du coke. Or le coke est normalement, en France, plus cher que le carbone du bois et en outre il a l'énorme désavantage d'être riche en soufre, ce qui oblige à de longues et coûteuses purifications avant l'utilisation de ces gaz pour les grandes synthèses catalytiques : préparation de l'alcool méthylique, préparation de l'essence Fischer-Tropsch, etc. La substitution du bois au coke paraît ici particulièrement intéressante pour notre pays. — Voyons comment se présente la question au point de vue pratique.

Préparation du gaz à l'eau de bois. — Rappelons qu'à partir du coke le gaz à l'eau est obtenu par l'action de la vapeur sur le charbon au-dessus de 900° :



Cette réaction étant fortement endothermique ne peut se poursuivre sans apport extérieur de calories. Dans la pratique, on le sait, on envoie alternativement dans le gazogène d'abord de l'air, qui donne du gaz pauvre, en élevant fortement la température du charbon, puis de la vapeur d'eau. On recueille séparément les gaz fournis dans les deux phases. Le gaz pauvre est généralement utilisé pour le chauffage, le gaz à l'eau pour les synthèses.

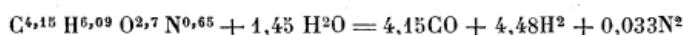
Dans le cas du bois on pourra utiliser en principe un gazogène à flamme renversée; tous les produits de distillation du bois viendront, nous l'avons vu, se gazéifier sur le charbon, dans le foyer, *si la température de celui-ci est maintenue à 900°*. Mais il ne peut être question ici de marcher alternativement pour gaz pauvre et pour gaz à l'eau puisque le bilan thermique de la marche pour gaz pauvre est déjà déficitaire, nous l'avons vu. Pour apporter la chaleur nécessaire à la réaction, on pourra utiliser deux méthodes :

La première consiste à injecter, par les tuyères du gazogène, une quantité convenable d'oxygène. Cet oxygène brûle une partie du charbon et fournit ainsi les calories nécessaires à la réaction. Cette combustion entraîne, finalement, un accroissement de la proportion d'oxyde de carbone dans le gaz à l'eau obtenu, mais celui-ci est pauvre en azote si l'oxygène utilisé est assez pur.

Cette méthode a été utilisée par l'ingénieur de Lacotte. (Brevet n° prov. 3837, 21 nov. 1939) dans un appareil construit par lui.

L'emploi de ce dispositif paraît tout indiqué là où l'on possède de l'oxygène (certaines fabriques d'ammoniaque ou de cyanamide); ailleurs il a le défaut de nécessiter l'installation coûteuse d'un appareil de distillation d'air liquide. Dans cette méthode, d'autre part, la chaleur nécessaire est fournie par la combustion d'une partie du bois qui donne finalement du gaz carbonique à éliminer.

Dans la deuxième méthode de préparation du gaz à l'eau de bois, les calories seront demandées à un foyer extérieur brûlant un combustible quelconque, le bois étant intégralement utilisé, comme combustible noble, pour la gazéification. Celle-ci sera partiellement produite, nous l'avons dit, par le passage, vers 900°, des produits de distillation du bois sur le charbon, mais un complément de vapeur d'eau sera nécessaire pour le gazéifier complètement. Pour du bois de hêtre anhydre, par exemple, l'équation empirique de gazéification sera la suivante :



c'est-à-dire que 100 kg de bois supposé anhydre nécessiteront, pour une gazéification totale, 26,100 kg de vapeur d'eau qui pourront d'ailleurs provenir en partie de l'humidité du bois.

Ces 100 kg de bois donneront ici 194 m³ de gaz de composition :

CO	47,8
H ²	51,8
N ²	0,4
Pouvoir calorifique.	2 802 c.

La quantité de chaleur qu'il faudra fournir pour obtenir ce résultat sera d'environ 200 000 cal et nécessitera la combustion, dans le foyer ordinaire, de 30 à 40 kg de charbon.

Un type primitif d'un tel appareil est donné par le four à gaz de bois construit par Riché vers 1900. Ce four était constitué de tubes d'aciers verticaux de 25 cm de diamètre et 2,75 m de hauteur placés dans un four maçonné chauffé par un foyer extérieur. Le bois était introduit au haut des tubes, et les gaz aspirés par le bas. Riché n'introduisait pas de vapeur d'eau complémentaire et se contentait de recueillir et de vendre l'excédent de charbon. Le gaz obtenu ici était assez riche en gaz carbonique et en méthane; sa composition était la suivante :

CO ²	18 p. 100
CO	22 p. 100
CH ⁴	15 p. 100
H ²	45 p. 100
Pouvoir calorifique.	3 123 cal.

1 kg de bois fournissait 7 à 800 l de gaz et un résidu de 180 à 200 g de charbon.

Dans un dispositif actuellement étudié au C. N. R. S. (Centre National de la Recherche Scientifique) les gaz de distillation du bois et la vapeur d'appoint sont portés à 1000° avant d'être envoyés sur le charbon lui-même chauffé. On doit ici arriver à la gazéification intégrale telle que nous l'avons indiquée ci-dessus.

L'emploi du gaz à l'eau de bois présente, nous l'avons vu, de sérieux avantages sur le gaz à l'eau de coke pour les synthèses par catalyse; on doit cependant signaler ici une difficulté, surtout sensible avec les gazogènes à oxygène, c'est l'énorme volume de bois nécessaire pour la marche d'une usine de moyenne importance.

Dans une usine Fischer-Tropsch utilisant uniquement du bois, il faudrait 7 à 8 kg de bois anhydre ou 10 kg de bois sec pour obtenir 1 kg d'essence. Une petite unité de 10 000 t par an consommerait donc environ 100 000 t de bois sec qu'il sera parfois difficile de trouver dans le voisinage de l'usine.

L'emploi d'un combustible auxiliaire, comme il est indiqué dans la deuxième méthode, réduirait cette consommation de bois à 30 à 40 000 t.

CONCLUSION.

Dans ce qui précède j'ai rapidement étudié la gazéification du bois et du charbon de bois. Convaincu que la solution économique est le bois et non le charbon, j'ai pu paraître injuste envers celui-ci. Si aujourd'hui des camions marchent et nous ravitaillent tant bien que mal, nous le devons en effet surtout au gazogène à charbon. C'était la solution immédiatement applicable parce qu'elle avait déjà fait ses preuves. Nos forêts constituent des réserves de calories et d'énergie auxquelles nous avons pu immédiatement faire appel.

Je ne voudrais donc pas être taxé d'ingratitude envers ceux qui se sont attachés à réaliser cette solution qui a été, pour notre pays, si précieuse.

Mais j'ai essayé d'envisager l'avenir; j'ai dit quelle était l'importance de la production normale de nos forêts. Nous devons penser que le pays devra faire appel de plus en plus à ses ressources forestières non seulement pour faire marcher ses véhicules et réduire ses importations d'essence, mais encore pour la fabrication du papier (car nous importons annuellement pour plus d'un milliard de francs de pâte ou de bois de papeterie), pour la fabrication de l'alcool par hydrolyse et pour quelques-unes de ces grandes synthèses que j'ai signalées dans la deuxième partie de mon exposé.

Pour satisfaire à tous ces besoins, la production de la forêt française sera insuffisante. Il faut donc, dès aujourd'hui, rechercher au maximum l'économie du précieux combustible dans ses divers usages, et il faut d'autre part, prévoir le développement et l'exploitation plus méthodique de la forêt française. Mais c'est là un autre très gros problème dont la solution est entre les mains de notre admirable corps forestier. Je sais que nous pouvons lui faire confiance.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ COMITÉ DU COMMERCE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 6 NOVEMBRE 1941)

Réflexions sur l'organisation professionnelle en France

par M. F. BLONDEL,

Membre du Conseil.

L'organisation professionnelle a été instituée en France par la loi du 16 août 1940. La forme de cette loi est, croyons-nous, unique dans les annales législatives françaises. Sauf sur un seul point (qui, comme on le verra plus loin, n'est probablement pas le meilleur), elle ne se réfère à aucun autre texte antérieur; elle est elle-même un Code : le Code de l'organisation professionnelle. En outre, elle n'entre pas dans des détails de procédure; elle est extrêmement brève et se contente de fixer des principes; on pourrait souhaiter que cet exemple soit imité dans de nombreux cas.

Mais, comme toujours en pareille circonstance, lorsque la loi écrite ne fixe pas les détails d'application, ceux-ci s'établissent selon une tradition progressive. Il est peut-être intéressant de se rendre compte, après un an d'existence, du sens pris par cette tradition et des corrections que l'on pourrait suggérer.

Les Comités d'organisation, créés en vertu de la loi du 16 août 1940, sont les organes d'application de cette loi. Leur rôle général peut être défini comme celui d'orienter la profession dont ils ont la charge au mieux à la fois des intérêts privés de cette profession et de l'intérêt général du pays. On peut dire que les Comités sont le point de rencontre de l'intérêt privé et de l'intérêt général — bien que cela ne soit pas énoncé dans la loi.

Il serait injuste de croire que les industriels ne se sont jamais préoccupés individuellement de l'intérêt général; mais, au niveau de l'entreprise, il y a souvent conflit entre l'intérêt privé et l'intérêt commun (c'est une naïveté de croire que l'intérêt général est la somme des intérêts particuliers); si bien que c'est imposer un véritable héroïsme à l'industriel que de lui demander de toujours sacrifier son propre intérêt dans ce conflit.

Au contraire, théoriquement — et l'on verra plus loin la réserve que comporte ce mot — le Comité est désintéressé; l'attention qu'il porte à sa profession n'est pas pour lui un intérêt personnel : il peut donc, dans tous les cas, subordonner l'intérêt particulier à l'intérêt général.

C'est sous le bénéfice de cette observation d'ensemble que l'on doit prendre tout ce qui va suivre.

La loi du 16 août 1940 énumère les tâches du Comité. On peut les grouper de la manière suivante :

- 1° A bitrèver entre les membres de la profession;
- 2° animer la profession;
- 3° être l'intermédiaire obligatoire, dans de nombreux cas, entre la profession et l'Administration;

4° défendre la profession contre :

a) les autres professions;

b) l'Administration.

Nous allons rapidement examiner ces différents points et, à leur sujet, voir les solutions pratiques adoptées.

Il importe, au préalable, de s'entendre sur le mot « profession » (qu'avec sagesse la loi ne définit pas). Nous le comprenons ici sous le sens de « ensemble des entreprises qui font exactement la même chose ». En fait, les Comités comprennent généralement plusieurs professions, si l'on donne à ce mot le sens précédent; et ils ont ordinairement été conduits à se subdiviser en « groupes », chacun de ces groupes correspondant à une profession, au sens qui précède; il serait utile que, dans un avenir proche, on ait un premier inventaire des « professions ».

L'une des caractéristiques les plus originales de la nouvelle loi est l'arbitrage obligatoire du Comité entre les membres de la profession, pour tous les conflits professionnels. Le mot « arbitrage » n'est pas prononcé dans la loi, mais il est implicitement contenu dans la mission de régularisation de la concurrence.

Sous un régime d'économie libre, c'est en effet la concurrence sous toutes ses formes — prix, qualité, avantages offerts aux clients, etc... — qui, en dernière analyse, règle les conflits qui peuvent naître entre les membres de la profession. Il n'est pas dans l'esprit nouveau de faire disparaître la concurrence, en tant qu'elle est une émulation, mais de la limiter aux seuls cas bienfaisants, pour l'annuler lorsque ses effets sont préjudiciables à l'intérêt général (notamment sur le plan social). La libre concurrence est alors remplacée par la décision du Comité qui, en définitive, arbitre entre ses membres.

Nous ne parlerons pas, pour le moment, des sanctions dont le Comité dispose pour faire respecter ses décisions; nous y reviendrons plus loin; disons tout de suite que celles qui sont prévues par la loi sont inopérantes. Il est curieux de noter qu'on n'a pas pensé à considérer les décisions du Comité (au moins dans le domaine actuellement envisagé dans cette partie de notre exposé) comme de véritables arbitrages, avec la sanction normale des arbitrages, c'est-à-dire le recours judiciaire à la diligence de la partie lésée par celui qui ne respecte pas l'arbitrage.

Notre attention se portera, pour le moment, sur un autre point : les pouvoirs ainsi donnés au Comité sont considérables — au moins théoriquement — et naturellement on a pu craindre des abus. Cette crainte pouvait paraître d'autant plus normale que si, dans quelques cas (assez rares), on a pu mettre à la tête des Comités des personnalités indépendantes, dans la plupart des autres cas, le Comité est dirigé par des industriels eux-mêmes, dont les intérêts personnels sont en cause.

Les auteurs de la loi se sont naturellement préoccupés de prévenir les abus possibles et, dans cette intention, ils ont institué, auprès de chaque Comité, un Commissaire du Gouvernement. Ce Commissaire est, en général, le Directeur de l'administration qui a la charge des professions relevant du Comité; quelquefois le Directeur se fait remplacer par un de ses Chefs de Service. On comprend que l'existence d'un tel Commissaire auprès du Président du Comité puisse soulever des difficultés sur lesquelles, jusqu'à présent, aucune lumière spéciale n'a été donnée.

L'esprit de la loi du 16 août est particulièrement net; le rôle du Commissaire doit être un rôle de contrôle et son droit se limite à un droit de veto, lorsqu'il lui apparaît que les décisions du Comité ne sont pas conformes à l'intérêt général; mais il va de soi que, dans l'application, tout dépend de la manière dont le Commissaire du

Gouvernement comprend son rôle. Il peut être tenté de dépasser cette simple action de veto, pour prendre lui-même des décisions. Cette tendance peut d'ailleurs lui être plus ou moins suggérée par le fait que des industriels s'adressent à lui directement, espérant ainsi avoir des décisions plus immédiates.

Il serait particulièrement utile que, au moins sous forme d'instructions, le rôle des Commissaires du Gouvernement soit défini d'une manière un peu plus précise que dans le texte de la loi actuelle.

Si l'on doit voir apparaître des Administrations prenant elles-mêmes les initiatives et les décisions, on doublera chacun des Comités d'organisation d'un Service administratif faisant exactement les mêmes tâches et, puisque la décision définitive est entre les mains de ce Service administratif, on réalisera une organisation étatique.

Il n'est pas ici question de faire le procès de l'étatisme; on peut simplement remarquer que, certainement, il n'a pas été voulu par les auteurs de la loi du 16 août, qui ont, au contraire, cherché à obtenir une organisation professionnelle indépendante de l'Administration et disposant, par ce fait même, des possibilités de décisions rapides.

De toute manière, quel que soit le procédé adopté, on voit naître une sorte de duumvirat entre le Comité et le Commissaire du Gouvernement. Malheureusement la complication ne s'arrête pas à ce duumvirat et nous allons voir progressivement que, dans beaucoup de cas, les décisions exigent l'intervention d'un grand nombre de personnes.

Nous abordons ainsi le problème de la Répartition. Il faut bien reconnaître que, sous l'empire de circonstances variées et, notamment l'obligation d'aller rapidement, les idées sur les relations entre la Répartition et les Comités d'organisation ont singulièrement varié. Au début, la loi du 16 août 1940 prévoyait que la répartition serait faite par les Comités; puis lorsque la Répartition a été créée en septembre 1940, on a confié tout le travail au Service de la Répartition; à l'heure actuelle, il semble qu'on évolue progressivement, dans beaucoup de cas, vers le schéma suivant: la Répartition répartit entre les Comités d'organisation et ceux-ci répartissent entre leurs membres.

A notre avis, cette dernière formule est beaucoup plus raisonnable. Le Service de la Répartition, tel qu'il a été constitué, touche tous les industriels: il constitue donc une administration parallèle et aussi lourde que celle des Comités qu'il double; bien que les tâches soient, en principe, délimitées, il ne peut pas ne pas y avoir d'interférence entre les deux actions et il est à parier que ces deux actions ne sont pas toujours parallèles.

Le cas est tout à fait typique en ce qui concerne ce que l'on pourrait appeler le Répartiteur principal de chaque Comité d'organisation, c'est-à-dire celui qui répartit la substance essentielle que produisent ou transforment les membres du Comité. Les décisions du Répartiteur sont alors vitales pour les membres et l'on peut bien dire qu'avec le Président du Comité et le Commissaire du Gouvernement, le Répartiteur principal constitue le Triumvirat qui gouverne la profession.

Nous verrons plus loin que d'autres personnes ou services interviennent encore pour limiter l'action du Président. On peut se demander si cette direction tricéphale est la formule la plus heureuse et si l'unité de commandement n'est pas préférable pour obtenir des décisions rapides et homogènes. Il faut un responsable, mais il n'en faut qu'un seul: qu'on mette auprès de lui des conseillers, cela paraît tout naturel,

mais au moment de la décision, une seule volonté doit intervenir. C'est la formule qui avait été adoptée pendant la guerre avec la loi du 11 juillet 1938 : pour chaque substance existait une direction responsable, qui avait la charge de *tout* ce qui se rapportait à cette substance. Nous pensons que cette formule comportait un défaut essentiel qui était d'être entièrement étatique; mais elle avait au moins l'avantage de l'unité de décision. C'est probablement sur ce point qu'une revision des errements actuels serait souhaitable.

Ayant ainsi arbitré entre les membres du Comité, celui-ci ne doit pas s'en tenir à ce rôle de juge; il doit être également l'animateur de la profession, de manière à obtenir des possibilités de l'économie française le maximum compatible avec les moyens mis à la disposition de la profession et conformément à l'intérêt général.

Sur ce point, il faut bien dire que le Comité est désarmé; et cette remarque nous conduit à étudier la question des sanctions dont dispose le Comité.

La seule sanction opérante du Comité, vis-à-vis des entreprises qui refusent de suivre ses instructions, est la réduction du contingent accordé en matières premières; il est à noter qu'aucun texte ne permet réellement d'utiliser la répartition comme une sanction et que, d'ailleurs, la répartition est théoriquement entre les mains du Répartiteur et non du Comité; néanmoins, pratiquement — et les entreprises l'ont bien compris — le Comité a une action essentielle en ce domaine et peut efficacement faire pression par ce procédé.

Mais cette sanction n'est efficace qu'envers ceux qui ont le désir de travailler; comment peut-on agir contre ceux qui ne veulent rien faire? Autrement dit, comment peut-on agir contre ceux qui ne suivent pas les instructions du Comité lorsque celui-ci cherche à animer la profession? Pratiquement, le Comité ne peut rien faire.

La loi du 16 août a prévu deux sortes de sanctions : la première consiste en l'exclusion temporaire ou définitive de la profession : la seconde en une amende. Nous ne pensons pas qu'on ait usé de la première; quant à la seconde, son application a été assez rare; il ne semble pas que tout cela soit bien efficace dans le cas envisagé.

La réquisition a bien été envisagée; mais la procédure a été prévue également — et c'est la forme de réquisition militaire : c'est à cette regrettable référence à d'autres textes que nous faisons allusion au début de cette note. La réquisition du type militaire s'applique très mal dans le cas actuel; en fait, il s'agit de ceci : une entreprise ne travaille pas ou travaille à un rythme très faible; le Comité est persuadé que l'on devrait faire mieux; il commence par le demander au propriétaire de l'entreprise; si celui-ci refuse, ou met de la mauvaise volonté, on devrait pouvoir non pas le déposséder, ce qui est sans intérêt, mais charger un autre d'exploiter son entreprise à sa place, à titre de locataire ou d'amodiatiaire; il ne s'agit pas de toucher à la propriété, mais à l'usage de la propriété. On comprend que, devant l'importance du moyen mis à la disposition des Comités, ceux-ci et l'Administration aient hésité à l'utiliser; tandis qu'un simple transfert de gestion aurait été plus aisé. Il y a là une modification importante à introduire dans la loi.

Pour animer la profession, lui faire rendre plus que son niveau actuel, il faut toujours résoudre des problèmes financiers; beaucoup d'industriels seraient disposés à produire plus ou mieux; mais, dans beaucoup de cas, des raisons financières les en empêchent. Le Ministère de la Production Industrielle a eu une très heureuse solution de ce problème par la Lettre d'agrément et l'on doit en féliciter le ou les inventeurs; on doit aussi féliciter la Caisse des marchés d'avoir accepté de jouer un rôle essentiel dans ces opérations; cette innovation, très originale, est une des bonnes

trouvailles du nouveau régime. La loi plus récente, sur l'aide aux entreprises nouvelles, est moins heureuse : la procédure est trop lourde et nous ne croyons pas qu'elle ait eu beaucoup d'application. Dans un domaine plus restreint — celui des mines — il convient de signaler que, dès mai 1939, un décret-loi a permis, avec une formule également très souple, de subventionner les affaires intéressant l'économie nationale.

On doit, en revanche, déplorer la politique actuellement suivie pour l'homologation des hausses de prix. On comprend fort bien que le Ministre des Finances, responsable de la monnaie, s'ingénie à ne pas entrer dans le cycle infernal bien connu par de multiples expériences. Mais c'est une pure illusion de croire que l'on trouvera une solution à ce problème en essayant de n'accorder que le plus juste prix après un examen de dossiers volumineux, examen qui dure souvent de six à huit mois. Il faut arriver à stabiliser les prix, c'est évident ; or, à l'heure actuelle, ils sont anarchiques. Des exemples extérieurs ont montré qu'une seule méthode est susceptible d'obtenir ce résultat : subventionner les matières premières en bloquant leurs prix de vente et en accordant, par voie de subvention, aux producteurs de matières premières, la différence entre le prix de vente bloqué et le prix de revient normal. Après un certain temps, les autres prix, salaires, services, se stabiliseront également et le risque d'augmentation indéfinie sera écarté. Sans doute cette solution n'est-elle pas orthodoxe et entraîne-t-elle une inflation de la part du Trésor ; mais les risques de l'inflation sont bien faibles dans un pays complètement isolé de l'extérieur et où il n'y a plus de stocks à vendre — on oublie, quand on parle des dangers de l'inflation, que nous ne sommes plus en régime libéral, quant à la monnaie. Ce risque léger est insignifiant à côté de la catastrophe qui se prépare si on laisse les prix courir les uns après les autres. Et, quant à croire que l'on pourra bloquer les prix de vente alors que les prix de revient montent, c'est simplement fermer les yeux à une réalité évidente, dont on voit poindre déjà les symptômes : progressivement les entreprises en perte vont s'arrêter — en commençant naturellement par les plus petites de telle sorte que l'on fait ainsi la politique des « trusts » que l'on se proposait au contraire d'écartier.

Il y a là une modification profonde à apporter au régime économique actuel ; sinon l'économie française court à sa ruine, même dans les secteurs qui pourraient encore vivre plus ou moins bien actuellement.

En tous cas, il est illusoire de penser que l'on pourra animer l'économie avec des prix de vente toujours en retard de six mois — quelquefois d'un an — sur les prix de revient.

La tendance, à l'heure actuelle, est de considérer de plus en plus comme unité économique, non pas l'entreprise, mais la profession — étant bien entendu que ce mot est pris dans le sens que nous lui donnions au début : l'ensemble des entreprises qui font exactement la même chose, qui sont des concurrentes directes les unes envers les autres. Ce n'est pas le lieu de montrer en détail les dangers qui peuvent s'attacher à une telle conception si elle était par trop généralisée ; disons seulement que l'activité vraie et efficace suppose deux conditions de la part de celui qui dirige : d'une part, un intérêt personnel — d'un ordre quelconque — à l'action entreprise ; d'autre part, la possibilité de connaître personnellement tous les détails de cette activité ; la deuxième condition est absolument essentielle ; dès que l'on dépasse une certaine grandeur, la direction devient une administration avec toutes les lenteurs et tous les inconvénients que celle-ci présente. C'est pourquoi il est utile que ce qu'on

pourrait appeler l'unité économique ne soit pas trop vaste; et si la profession, prise dans son ensemble, est trop importante pour être dirigée par un seul homme, il est indispensable qu'elle reste fragmentée en entreprises relativement très indépendantes de la direction générale de la profession.

Il n'en reste pas moins que, notamment vis-à-vis de l'Administration, le Comité d'organisation devient, dans beaucoup de cas, l'intermédiaire obligé. Que ce soit pour les hausses de prix, les subventions, les lettres d'agrément, les transports, les approvisionnements, les licences d'importation et d'exportation et bien d'autres cas, les entreprises ne correspondent plus directement avec l'Administration; elles s'adressent à leur Comité d'organisation : un échelon de plus, un rouage de plus, une lenteur de plus. On ne voit pas d'ailleurs comment on pourrait éviter ces inconvénients, sous peine d'enlever au Comité son action régulatrice : ou plutôt on ne voit qu'un remède et qui rejoint une observation essentielle déjà indiquée plus haut : accroître les pouvoirs de décision du Comité. La règle générale suivante devrait être admise que seules devraient être discutées par l'autorité compétente les décisions du Comité qui se rapportent à l'ensemble de la profession, mais non celles qui constituent une répartition à l'intérieur de la profession. Par exemple, pour les transports, un contingent global devrait être accordé à chaque Comité, à charge pour celui-ci d'en faire ensuite la distribution qui lui semblerait la meilleure entre les membres de la profession. On ne peut pas à la fois, d'une part, tendre à ignorer théoriquement les entreprises individuelles en déclarant ne vouloir connaître que la profession et, d'autre part, intervenir dans l'intérieur même de la profession par-dessus le Comité. C'est là une position contradictoire; et jusqu'à nouvel ordre, les positions contradictoires sont génératrices en désordre. C'est comme si, dans l'armée, le colonel voulait commander individuellement les hommes de son régiment, sans laisser à cet égard toute initiative aux capitaines que le colonel doit seul connaître. Il y a là une réforme profonde à introduire dans l'esprit de l'Administration.

Cette réforme est d'autant plus nécessaire que la situation actuelle exagère les difficultés signalées plus haut. On a dit qu'en fait la profession n'était pas gouvernée par le Comité, mais bien par un Triumvirat comprenant le Président du Comité, son Commissaire du Gouvernement et le Répartiteur. Il faudrait ajouter que pour la majorité des questions c'est un aéropage de cinq, huit ou dix personnes — parfois plus — qu'il faudrait réunir si l'on voulait mettre en présence tous ceux qui ont leur opinion à donner et un fragment de responsabilité à prendre : on est très loin, extrêmement loin de la notion de responsable unique qui était la théorie et très souvent la pratique pendant la guerre. Il est urgent qu'on fasse des efforts pour y revenir en tenant compte des nouvelles tendances.

On comprend d'ailleurs que cette réforme soit difficile car, si on a bien fait un effort extrêmement important et, dans beaucoup de points, très utile et original pour reconstruire l'économie sur de nouvelles bases, on n'a en aucune façon réformé l'Administration; ce sont les mêmes cadres, les mêmes organisations, très souvent les mêmes hommes qu'avant 1939; il serait extraordinaire que l'Administration évolue par sa propre volonté. On arrive donc à cette conclusion qui nous paraît fondamentale : si l'on veut que la réforme économique donne ses pleins résultats, il faut réformer parallèlement l'Administration. Dire de quelle manière, cela dépasse et notre compétence et nos moyens. Mais on peut cependant en indiquer quelques grandes lignes, faciles d'ailleurs à tracer, beaucoup plus difficiles à réaliser : accroître la responsabilité et l'initiative à tous les échelons, payer beaucoup mieux les fonc-

tionnaires, rétablir des possibilités de gestion des administrations sur des bases actives, considérer chaque service un peu important comme une entreprise indépendante dont le chef est le maître réel, avec un budget propre, une action totale sur ses subordonnés : en un mot, abandonner la forme trop rigide que nous avons héritée de l'Administration napoléonienne, pour avoir un édifice plus souple et plus vivant. Mais c'est peut-être là un véritable rêve. Il paraît cependant utile de signaler au Gouvernement que le succès de ses réformes économiques et sociales dépend, en large partie, des réalisations qu'il pourra faire au sein des organismes qui sont directement sous ses ordres.

Enfin, le Comité d'organisation apparaît comme le défenseur de la profession vis-à-vis à la fois des autres professions et de l'Administration. En ce qui concerne l'Administration, la défense rejoint le point de vue qui vient d'être exposé et sur lequel on ne reviendra pas; il est peut-être utile, en revanche, d'attirer l'attention sur le rôle particulier de la défense vis-à-vis des autres professions.

Il faut bien remarquer que, dans l'édifice construit par la loi du 16 août, existe une sérieuse lacune. On a bien confié, à chaque Comité, le soin de régulariser la concurrence entre les membres du Comité; mais qui doit régulariser la concurrence entre Comités? On a bien pensé à faire du Comité l'arbitre de la profession, mais qui est l'arbitre des Comités entre eux? Or, cette concurrence existe sur de nombreux points. On peut dire que chaque Comité est à la fois producteur et consommateur de divers produits ou services. En tant que producteur, il tend à vendre au plus haut prix aux autres Comités : l'arbitrage est fait, en principe, par la réglementation des prix. En tant que consommateur, le Comité est concurrent de tous les autres Comités consommateurs des mêmes produits ou services. Théoriquement l'arbitrage se fait par la Répartition; mais celle-ci est malheureusement un édifice assez peu homogène; car la Répartition, au sens actuel du mot, ne porte que sur un certain nombre de produits : les services (transports, par exemple) lui échappent; même pour les produits, la Répartition actuelle ne couvre pas tout (les produits agricoles sont indépendants de la Répartition industrielle). De toute manière on voit que l'arbitrage entre les Comités, suivant la question en cause, dépend de services administratifs très différents. Mais qui coordonne ces services?

Dans l'organisation actuelle, cette coordination — qui, en définitive, se confond avec la direction générale de l'économie française — revient au Ministre de l'Économie nationale; mais la pratique quotidienne démontre abondamment que le Ministre est trop loin des Comités, trop loin de la Répartition; la fusion du Ministère de l'Économie nationale avec celui des Finances ne lui laisse pas le rôle de maître de la vie économique; celle-ci reste, dans les faits, sinon dans la théorie, plus ou moins subordonnée aux Finances qui ne devraient en être que les serviteurs. En un mot, la structure administrative et même gouvernementale, peut-on dire, n'est pas en harmonie avec le but que l'on veut atteindre.

Il ne faut pas se dissimuler qu'une telle construction est très difficile à mettre en place, si l'on ne veut pas alourdir la machine. Construire des super-comités, qui auraient dans leur obédience un certain nombre de Comités plus ou moins apparentés? On a émis cette idée et la notion de famille professionnelle a été lancée. Mais plus on augmente les rouages, plus on étend la hiérarchie entre l'entreprise et la direction générale de l'économie et plus on ralentit la marche de cette dernière.

Il nous semble — et nous revenons ainsi à une idée exprimée bien des fois au cours de cette étude sous des formes différentes, — que la solution doit être cherchée

dans une voie toujours la même : donner à chacun le maximum possible d'indépendance, mais la lui donner réellement, en rendant au mot « responsable » son sens véritable; supprimer le plus possible les contrôles *a priori* pour les remplacer par des contrôles *a posteriori* et des sondages; organiser un système d'arbitrage des conflits possibles, plutôt qu'une direction autoritaire qui impose des solutions théoriques tendant à éviter d'avance les conflits.

Le régime libéral avait des inconvénients très graves que personne — ou presque — ne conteste; ses inconvénients, à la réflexion, provenaient tous de ce que les conflits dus à la concurrence — au sens le plus général du mot — ne se réglaient que par la loi du plus fort, sans aucune considération du bien général. Il ne paraît pas nécessaire, ni même avantageux de faire disparaître la concurrence; il faut simplement remplacer la prédominance de la force par des arbitrages raisonnés. La formule adoptée par la loi du 16 août permet de résoudre ce problème à condition d'apporter quelques retouches, non pas à la loi elle-même, mais à l'application qu'on a tendance à en faire. On peut souhaiter que l'esprit français qui a été, dans le passé, si ingénieux pour trouver des solutions souples aux problèmes humains, ne se laisse pas engourdir par l'appât des solutions rigides, trop faciles sur le papier, mais néfastes dans la vie réelle.

EXPOSITION DES RESSOURCES ET RÉALISATIONS NOUVELLES

de la qualité française dans l'Art et l'Industrie.

Séance de clôture. — Récompenses.

L'exposition et le cycle de conférences qui l'accompagnait se terminèrent par une importante séance de clôture, le samedi 29 novembre.

A cette occasion, M. Eugène FREYSSINET, ancien Ingénieur des Ponts et Chaussées, titulaire de la Grande Médaille de la Société, fit une conférence intitulée : *Une révolution dans l'art de bâtir : les constructions précontraintes*, qui fut le remarquable commentaire de la présentation de la Grande salle (1).

(1) Le texte complet en a paru dans *Travaux* (Éditions Science et Industrie, 6, avenue Pierre I^{er} de Serbie, 16*), n° de novembre 1941, p. 335-359, 36 figures.

Signalons que, parmi les autres conférences organisées à l'occasion de l'Exposition, celle de M. Léon GUILLER sur les *Produits métallurgiques de remplacement* paraîtra dans le prochain numéro du *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*;

celle de M. Pol ABRAHAM sur les *Aires planes portantes en maçonnerie* a paru dans l'*Architecture française* (155, rue de Sèvres, 15*) n° de novembre 1941, p. 37-44, 40 figures;

celle de M. Marcel LÉPINGLE sur la *Chimie et l'habitation* dans *Chimie et Industrie* (28, rue St-Dominique, 7*), n° de février 1942, p. 164-174;

celle de M. Ernest LHOSTE sur la *Normalisation et l'art*, dans les *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France* (19, rue Blanche, 9*), octobre-décembre 1941, p. 541-557, 8 figures;

celle de M. SARAZIN sur la *Contribution de la Soudure à l'Esthétique dans la construction moderne*, dans les *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, octobre-décembre 1941, p. 570-589, 28 fig.;

celle de M. LANGUEPIN sur l'*Utilisation rationnelle de la matière et de la main-d'œuvre dans la construction des bâtis soudés*, dans les *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, octobre-décembre 1941, p. 538-569, 16 figures.

En raison de la haute tenue des œuvres présentées et pour consacrer le succès d'un effort remarquable, entrepris dans des conditions matérielles difficiles, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a décidé, sur la proposition de son Comité des Constructions et des Beaux-Arts, de décerner aux exposants les récompenses ci-après :

Médailles d'or :

P. ABRAHAM; J. ADNET; A. F. N. O. R.; Mme L. ALBIN-GUILLOT; ALEXANDRINE; Sté générale des Constructions électriques et mécaniques ALSTHOM; G. BARDET; J. BARY; J. BELTRAND; M. BERDON; Soieries BIANCHINI-FÉRIER; Le Bois tissé; R. BONFILS; P. BOUCHET; Mme H. BRAYER; Etablissements BRIFAULT; E. BRUNET; Mme A. CHABERT-DUPONT; M. CHÉRET; F. COLCOMBET; COQUEMER; G. CRETTE; E. CROIZET; A. DALLIOUX; DAUM et Cie; Fonderies DEBERNY et PEIGNOT; L. DEBRETAGNE; Sté DEVILLE et Cie; La Fibre DIAMOND; DRAEGER Frères; Soieries F. DUCHARNE; J. DUSAUSOY; Ecole des Arts appliqués à l'Industrie; Ecole BOULLE; Ecole ESTIENNE; Ecole municipale de Dessin et d'Art appliqué à l'Industrie; R. ELUARD; Sté FAURE Père et Fils; Sté FERODO; LA FEUILLE BLANCHE; Anciens Etablissements LES FILS DE FERNAND FLOQUET; Sté générale de FONDERIE; FUZ; Maison GEORGES et COSTA; Etablissements GIROUD Frères; Ancienne Maison GODIN; P. HAASEN; J. HAUMONT; Sté française l'Incandescence par le Gaz (système Auer); Institut géographique national; A. JACQUEMIN; L. JALLOT; Laboratoire d'Art appliqué du Conservatoire national des Arts et Métiers; Mme J. LANVIN; A. LAPRADE; P. LAVALLEY; M. LEBRUN; L. LELONG; Tissages LESUR; R. LEVAULT; M. LODS; J. LUCE; C. MAGNE; Etablissements MALICET et BLIN; Sté des Chaussures MANON; Fonderies Arthur MARTIN; M. I. O. M.; P. MONTOUCHET; Les Mosaïques NOËL; Editions de la N. R. F.; M. OLD; Sté générale d'OPTIQUE; Sté continentale PARKER; PLASSE-LECAISNE; Gant PERRIN; PUIFORCAT; Sté anon. des Hauts fourneaux et Fonderies de PONT-A-MOUSSE; PROT; RANDEYNES et Fils; Mlle S. RATEAU; Sté des Usines chimiques RHÔNE-POULENC; RODIER; Usines de ROSIÈRES; Sté an. des Manufactures de Glaces et Produits chimiques de SAINT-GOBAIN, CHAUNY, CIREY; Etablissements SANGUET; J. SCHMIT et Cie; M. SCHMIT; Anciens Etablissements SIÉGEL et STOCKMANN; G. SERRÉ; DA SILVA BRUNHS; La Soudure autogène française; Manufacture française de TAPIS et COUVERTURES; J. TAUPIN; J. THIROT; G. TOUZET; L. VAUTRIN; A. VENTRE; L. VUITTON.

Médailles d'argent :

L. CARRON; P. CHAUDIÈRE; ERHEL; Ateliers d'Impression et de Cartonnages d'Art, J. LARDIN; R. MAHIAS; A. MESSENGER; S. RUNACHER.

Prix en espèces :

LACROIX; PERNET; S. N. C. F. : 1 000 fr. Mme SIMARD : 500 fr. HAGET : 200 fr. POULAIN; CHAUVEAU; JARRY; LEJEUNE; PINTON : 100 fr.

LES PRODUITS MÉTALLURGIQUES DE REMPLACEMENT ⁽¹⁾

par M. L. GUILLET, *membre du Conseil.*

Quelques remarques préliminaires sont indispensables :

1° Qui dit produit de remplacement ne veut pas dire forcément produit équivalent sous tous les rapports ;

2° Les produits de remplacement ne sont pas des produits de composition constante ; ils peuvent varier suivant le temps, par suite d'épuisement de certains composés ;

3° Les produits de remplacement ne suppriment nullement la nécessité des économies ;

4° Qui dit produits de remplacement ne dit nullement produits abondants.

Ces remarques faites, nous passerons successivement en revue :

Les aciers spéciaux de remplacement.

Les fontes spéciales de remplacement.

Les produits susceptibles de remplacer les alliages de cuivre.

Les produits susceptibles de remplacer l'étain.

Les métaux plaqués.

Quelques statistiques de production. — Il est nécessaire de montrer en quelques chiffres, les plus récents que nous possédions, la répartition des productions métallurgiques. Voici un premier tableau ⁽²⁾ ayant trait aux principaux métaux, y compris les deux grands produits ferreux, la fonte et l'acier ; nous avons été obligés de donner les chiffres relatifs à l'année 1937, excepté pour le zinc (1938), les statistiques postérieures demandant rectification (en milliers de tonnes).

Les aciers spéciaux de remplacement. — Les principaux corps qui entrent dans la fabrication des aciers spéciaux sont :

Le nickel, de provenance de Nouvelle-Calédonie, du Canada et de l'Angleterre (en seconde main) ; le chrome, de Nouvelle-Calédonie, Turquie, Rhodésie ; le tungstène ; le molybdène ; le manganèse ; le silicium, dont la matière première, la silice est abondante partout ; le vanadium ; le titane.

Examinons avant tout les aciers de construction mécanique : presque tous contenaient du nickel en une proportion variant de 1, plutôt 2, à 6 p. 100. L'intérêt du nickel est bien connu : il augmente les propriétés mécaniques, sans nuire à la résilience, il augmente la pénétration de trempe, il abaisse les points de transformation, il donne de la sécurité à de nombreuses opérations, notamment à la cémentation et aux traitements thermiques. Aucun élément ne peut se substituer au nickel. Le chrome notamment apportera bien de la pénétration de trempe, mais il donnera de la fragilité et élèvera les points de transformation. Le molybdène aura des effets analogues.

Ne pouvant se passer entièrement de nickel, on l'a abaissé à 1 p. 100 environ et l'on a été ainsi conduit à quelques types principaux dans lesquels on

(1) Conférence faite par l'auteur le 15 novembre 1941.

(2) Voir page suivante.

	FRANCE	REICH	GRANDE-BRETAGNE	U. S. S. S.	U. S. A.	BELGIQUE	ITALIE	LUXEMBOURG	JAPON	CANADA	RHODÉSIE	CHILI	ESPAGNE	VOUGSLAVIE	PAYS-BAS	MEXIQUE	NOUVELLE-GALÉDONIE	ANGLAISES	CHINE	BOLIVIE	SIAM	MALAISIE	PRODUCTION MONDIALE
Fente.	7914	46 348	8 629	14 439	37 721	3 804	853	2 512	2 807	997	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	403 503
Acier.	7920	20 323	43 192	47 777	51 378	3 862	2 087	2 540	5 844	1 424	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	434 729
Cuivre.	—	65	7	90	810	—	—	—	—	240	475	385	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 200
Plomb.	37	460	42	55	426	—	—	—	—	186	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4 700
Zinc (1938).	64,2	492	56	70	414	240	34,4	—	49,5	169,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 584
Nickel.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	415
Etain.	—	—	—	—	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23	—	—	—	—	—	—	—	210

compense le nickel par des additions de chrome et de molybdène. Les voici :

Acier de cémentation du nickel :

C = 0,40; Ni = 1,2; Mo = 0,10; Cr au maximum 0,2 p. 100.

Aciers de cémentation chrome-nickel trempant à l'huile :

C = 0,40-0,140; Ni = 1; Cr = 1,4; Mo ≤ 0,15; Mn < 0,5 (R = 85 à 120, sans revenu).

C = 0,100-0,150; Ni = 1; Cr = 1,7; Mo ≤ 0,15; Mn < 0,5 (R = 120-140, sans revenu).

Acier auto-trempant :

C = 0,35; Ni = 1,5; Cr = 2,5 à 3 p. 100; Mo = 0,3 p. 100.

Trempé à 850° à l'air, revenu à 250° :

R = 165-185; E = 120; A p. 100 = 4; ρ = 5.

D'autres nuances d'acier de construction sont de fabrication courante, qui l'étaient d'ailleurs avant la guerre, et nous n'avons pas à y insister ici; contentons-nous de les rappeler :

Acier mangano-siliceux (C = 0,35-0,45; Si = 1,7-2; Mn = 0,5-1,4)

Acier de construction demi-dur trempant à l'huile :

C = 0,35 environ; Cr = 3; Mo = 0,3-0,5.

Traitement : trempé à l'huile à 900°, revenu à 650° :

R = 95-110; E = 80; A p. 100 = 11 min.; ρ = 14 (Epruvette Mesnager)

C = 0,35; Ni = 0,6; Mn = 1,2; Cr = 1,4; Mo = 0,4 p. 100.

Trempé à l'huile à 850°, revenu à 650° :

R = 85-100; E = 75; A p. 100 = 13; ρ = 16.

Aciers au chrome et au chrome-manganèse (de cémentation ou de traitement direct, le chrome allant de 0,6 à 1,2 et le manganèse de 0,5 à 1,0).

Aciers au chrome-molybdène et au chrome vanadium, les uns de cémenta-

tion, les autres pour trempé et revenu directs; le chrome pouvant atteindre 1,2 et exceptionnellement 3, le molybdène ne dépassant pas 0,5 p. 100 et le vanadium, 0,3 p. 100.

Aciers inoxydables. — Normalement les aciers inoxydables résistent aux corrosions à froid se divisent en deux grandes classes :

1° Les alliages ferritiques au chrome : carbone : 0,10 environ; Cr = 14-18 p. 100 avec parfois 2 p. 100 de molybdène qui augmentent la résistance à certaines corrosions;

2° Les alliages austénitiques dont le type principal est le 18/8 :

C = 0,120; Ni = 8; Cr = 18

offrant une résistance plus grande à la plupart des corrosions que les aciers ferritiques.

Cet acier a d'ailleurs été très perfectionné. Aux États-Unis, on a augmenté la teneur en nickel, en la portant jusqu'à 14 p. 100.

Puis on a voulu se mettre à l'abri de corrosions constatées après soudure, ces corrosions provenant d'une précipitation de carbure de chrome sous l'influence de la température, précipitation qui appauvrit l'alliage en chrome et le rend altérable. On a alors ajouté différents corps qui se précipitent à l'état de carbure en lieu et place du chrome (titanium, niobium) ou bien on a abaissé la teneur en carbone au-dessous de 0,06 p. 100, ce que l'on fait par le procédé Ugine-Perrin.

Enfin, on a fait des aciers spécialement résistants à certains milieux chlorés ou sulfonitriques : par exemple :

Cr = 18; Ni = 9; Mo = 2,5.

Le tableau suivant donne une idée des emplois de ces aciers (1) :

I. — *Alliage ferritique fer-chrome.*

Laiterie, Fromagerie : Moules à fromage. (Acide lactique, toutes températures.)

(1) Nous devons ce tableau à M. PIVETEAU, de la Société des Acières d'Ugine.

Hôpitaux, Cliniques : Aménagement de salles d'opérations, autoclaves, aménagement de cuisines.

Fabrication de couverts.

II. — Alliage austénitique fer-nickel-chrome soudable.

Brasserie, Distillerie : Cuves de mélange, de malaxage, réservoirs, tuyauteries, tanks de stockage, accessoires divers.

Laiterie, Fromagerie : Camions et wagons citernes de transport, cuiseurs, réfrigérateurs, pasteuriseurs, tuyauteries, tous accessoires en contact direct avec le lait, tables de fromagerie.

Industries Alimentaires : Installations de cuiseurs, fabrication de conserves, pasteuriseurs, concentrateurs à jus de viande, conserves de viandes, installations de cuisson sous pression, appareils à découper, à hacher, etc.

Industrie textile, Teinturerie : Cuves de teinturerie, tous appareils et accessoires en contact direct avec les produits de teinture. (Acide sulfurique, nitrite de soude, chlore.)

Raffinerie de pétrole : Installations de cracking, d'hydrogénation, réservoirs, tuyauteries et appareils divers.

Industrie chimique : Acide nitrique : brûleurs, tours de concentration, tours d'oxydation, réservoirs, tuyauteries, accessoires divers.

Industrie vinicole : Appareil à sulfateur, tanks de transport, appareils de filtrage, fabrication de l'acide acétique, et tous accessoires nécessaires à sa fabrication.

Photo, Cinéma, Radio : Bacs, cadres de séchage, cuves de lavage, pièces d'appareils de T. S. F.

Aéronautique : Appareils antiflamme, collecteurs, coques et flotteurs d'hydravions, réfrigérateurs d'huile, entretoises d'ailes de coques, tubulures d'échappement de gaz.

Constructions Navales : Aménagement de cuisines, réservoirs d'eau et de vin, conduits de ventilation, etc.

III. — Alliage austénitique dérivé du précédent avec Mo.

Engrais : Malaxeurs, mélangeurs, tuyauteries (phosphates, nitrates, potasse).

Cellulose et soie artificielle : Tous appareils nécessaires à la fabrication de la cellulose et de ses emplois. (Acide sulfurique. Nitrate de soude. Acide chlorhydrique.)

Poudres : Fabrication de coton poudre, laveurs, sécheurs, tuyauteries, etc. (Sulfo-nitriques à haute température.)

Distillation du bois : Tous appareils en contact avec l'acide acétique provenant de la distillation. (Acide acétique haute température.)

Voyons maintenant les produits de remplacement :

On n'a pas touché à la nuance ferritique qui ne renferme que du chrome.

Quant à la catégorie austénitique, on a voulu lui maintenir la structure caractéristique en substituant le manganèse au nickel, ainsi que nous l'avons montré il y a près de quarante ans. Et l'on a alors un acier renfermant 18 p. 100 de

chrome et environ 8 p. 100 de manganèse et, pour se donner un peu plus de sécurité, on ajoute parfois 1,5 p. 100 de nickel, cela indépendamment des additions qui stabilisent le métal pour la soudure.

Des mémoires allemands ont indiqué l'acier renfermant seulement 5 à 8 p. 100 de chrome et 9 à 12 p. 100 de manganèse ⁽¹⁾.

Des essais très récents indiquent que l'azote rend aussi l'austenite plus stable et peut remplacer une partie du nickel.

La question sera traitée de façon très approfondie par M. Marcel Ballay, dans une conférence à la Maison de la Chimie. Nous y prenons quelques renseignements précis.

Tofante et Schottky ont publié dans le Bulletin de Krupp (juillet 1940) des résultats fort intéressants ayant trait à des aciers renfermant 23 p. 100 de chrome; 0,06 de carbone, et diverses teneurs de nickel et d'azote. Évidemment, il n'est pas à craindre que le blocus nous prive de cette matière première. L'azote est introduit dans le bain d'acier au moyen d'un ferro-chrome azoturé.

NUMÉRO DE L'ALLIAGE	COMPOSITION DE L'ACIER :			DURETÉ APRÈS TREMPE :	
	Cr	Ni	N	à l'eau à 950°	à l'eau à 1 100°
1	23	0	0	165	230
2	23	1	0	175	230
3	23	1	0,26	229	247
4	23	3	0,27	256	233
5	23	5	0,26	270	235

Voici, tout d'abord, quelques chiffres de dureté :

Les alliages n° 1 et n° 2 sont entièrement ferritiques; l'alliage n° 3 est partiellement austénitique et l'alliage n° 5 est presque entièrement austénitique.

D'après les auteurs allemands, les plus intéressants de ces aciers sont du type :

C — 0,06; Cr = 23; Ni = 4-5; N = 0,25 — 0,30 p. 100.

Leurs propriétés seraient voisines de celles de l'acier 18/8 et leur résistance chimique serait du même ordre de grandeur. La soudure électrique se fait aisément; mais on peut craindre que la soudure au chalumeau n'enlève une partie — si ce n'est la totalité — de l'azote.

Aciers pour résistances de chauffage. — Ici encore, nous nous trouvons en présence de deux familles d'aciers :

les alliages ferritiques, tels que le Kanthal, contenant du chrome, de l'aluminium et du cobalt (Cr = 20; Al = 2 à 5; Co = 2 à 5 p. 100, le fer formant la différence).

les alliages austénitiques nickel-chrome, renfermant 10 ou 20 p. 100 Cr et 10 à 80 p. 100 de nickel.

1. Alfred KRISCH, Z. V. D. I., t. 85, p. 701, 16-8-1941.

Ces derniers sont les plus utilisés.

Rien à dire, du point de vue qui nous préoccupe, sur les alliages ferritiques, si ce n'est qu'ils s'altèrent beaucoup plus rapidement que les seconds, et cela dès 700°, qu'ils réagissent sur les produits réfractaires siliceux et que leur déformation visqueuse est bien plus forte. On ne peut se passer des résistances en acier nickel-chrome, mais on peut diminuer très souvent les teneurs en nickel. C'est ainsi qu'avec 35 p. 100 de nickel et 15 p. 100 de chrome, on pourra atteindre 900° et que l'alliage normal 80 × 20 ne sera employé que pour des températures supérieures à 1 050°. Toutefois les alliages à teneur plus faible en nickel ont un coefficient de température un peu plus élevé.

Il faut bien remarquer qu'actuellement on trouve, dans le commerce, des résistances qui n'ont aucune valeur, notamment l'acier 18 × 8.

Aciers à coupe rapide. — On sait que l'acier à coupe rapide type à pour composition :

$$C = 0,6; W = 18; Cr = 4; Va = 1.$$

On a cherché ici l'économie de tungstène et, pour cela, son remplacement par le molybdène, ce corps agissant sensiblement comme 2 p. 100 de tungstène, ainsi que nous l'avons montré en 1908.

Voici les nuances actuellement fabriquées :

$\frac{W}{10}$	$\frac{Mo}{1,5}$	$\frac{Va}{1,5}$	$\frac{6}{2}$	$\frac{4,5}{8}$	$\frac{1,5}{1}$
----------------	------------------	------------------	---------------	-----------------	-----------------

C'est la deuxième de ces nuances qui domine et qui seule sera fabriquée à partir du 1^{er} janvier prochain. Toutefois, la présence du molybdène réclame quelques précautions ainsi que M. Cournot vient de l'indiquer à la Société des Ingénieurs Civils de France. L'oxydation superficielle est bien plus prononcée, d'où la nécessité d'une couverte de borax, du moins lorsque la teneur en molybdène atteint 6 p. 100.

Quant au remplacement des aciers à coupe rapide renfermant du cobalt (5 et 10 p. 100), la question n'est pas actuellement au point. L'addition du cobalt n'a pas l'effet voulu, lorsque la teneur en tungstène n'est pas de 10 p. 100. Il semble que l'on sera conduit à laisser subsister la nuance à 12 p. 100 de tungstène avec 5 et 10 p. 100 de cobalt et même, pour certains usinages particulièrement difficiles, l'acier à 18 p. 100 de tungstène et 10 p. 100 de cobalt.

Mais il est un autre point de vue capital qui est l'économie même de l'acier à coupe rapide et c'est pour cela que, il y a quelques semaines à peine (10 octobre 1941), la question a été portée à la tribune de la Société des Ingénieurs Civils de France qui a entendu une communication de M. Jacquet sur l'emploi des outils à mise rapportée et une autre de M. Leroy sur les procédés de soudure dans la fabrication d'outillage : plaquette brasée ou soudée à l'extrémité d'un support en acier ordinaire ou en acier manganosiliceux ou apport d'une faible quantité d'acier à coupe rapide à l'extrémité d'un corps en acier ordinaire par fusion au chalumeau ou à l'arc. Ce dernier procédé, qui est particulièrement indiqué pour les outils de formes complexes, a reçu le nom de *crinitage*; il conduit au maximum d'économie.

Les fontes spéciales. — Ici le problème se pose très différemment; il ne s'agit plus de diminuer les teneurs d'éléments rares ou de substituer des corps à d'autres difficiles à obtenir; mais bien de substituer à des produits courants — fontes blanches ou fontes grises ordinaires, des fontes spéciales, partant plus coûteuses et plus rares, mais dont la durée de service est bien plus grande. Je citerai quelques exemples :

Pour les broches de broyeurs à charbon, une fonte blanche ayant pour composition :

$C=3,2 \text{ à } 3,5$; $Ni=3$; $Cr=2$; $Si=1$; $Mn=1$ p. 100

s'use cinq fois moins vite qu'une fonte blanche ordinaire.

Un plateau de calibrage de billes de roulement a été préparé en une fonte martensitique revenue pour une dureté de 340-360 (chiffre de Brinell); elle a pour composition :

$C=2,8-3,0$; $Mn=1,5$; $Si=1,5$; $Ni=4,0$; $Cr=0,8$ p. 100.

La pièce s'use 10 fois moins vite qu'une fonte perlitique de bonne composition ($\Delta=180-220$).

Les exemples pourraient être multipliés, même dans le domaine de fontes spéciales se substituant à la fonte malléable (d'où économie de combustible).

Enfin, il faut particulièrement souligner les procédés de rechargement au chalumeau avec des fontes blanches spéciales de pièces de machines. Exemples : arbres de pompes, pièces de broyeur. On obtient aisément une grande résistance à l'usure.

Ces considérations seraient incomplètes si nous n'ajoutions pas qu'en de nombreux cas, les fontes spéciales peuvent se substituer à des alliages plus coûteux et plus rares. D'ailleurs de faibles additions d'éléments ($Ni=1-3$; $Cr=0,3-0,8$) permettent de transformer complètement une fonte et à en faire des produits susceptibles de prendre la trempe.

Enfin, certaines fontes spéciales présentent des résistances chimiques extrêmement élevées pouvant augmenter la durée de service dans une proportion invraisemblable (parfois 100 fois), fontes au chrome, fontes au nickel, cuivre et chrome.

Produits de remplacement des alliages de cuivre. — Deux catégories d'alliages sont susceptibles de remplacer dans une certaine limite les laitons et les bronzes. Quant aux autres alliages, d'ailleurs utilisés sur une moindre échelle et cependant nécessaires pour résoudre certains problèmes nous voulons dire le bronze d'aluminium et les cupro-nickels, ils ne trouveront point de remplaçant et attendront des temps meilleurs pour reprendre sur le marché métallurgique la place qu'ils y occupaient.

Les laitons et les bronzes peuvent, dans une partie de leurs emplois, être remplacés par les alliages d'aluminium ou par les alliages de zinc.

Aluminium et ses alliages. — Un important problème est celui des barres dites de décolletage et destinées à être travaillées sur tours automatiques ou semi-automatiques. La solution ordinaire se trouvait ou bien pour les aciers dans des produits

un peu spéciaux et renfermant du soufre ou mieux, depuis peu de temps, dans les aciers au plomb (0,2-0,3 p. 100 Pb) ou bien pour les alliages de cuivre dans le laiton dit de décolletage dont la composition caractéristique est la suivante :

$\text{Cu} = 58-59, \quad \text{Pb} = 1,5 \text{ à } 2 \text{ p. } 100,$ le zinc formant la différence.

Pour que le rendement du tour soit élevé, quelle que soit l'opération considérée, tournage, perçage, filetage, il est nécessaire d'avoir des copeaux de grande finesse ; cela nécessite la présence d'un corps qui forme une phase anormale, brisant les cristaux. Le plomb joue ce rôle ; il garde sa personnalité dans l'alliage.

L'alliage léger indiqué pour le décolletage est le duralumin, mais pour le rendre apte au travail, on a dû lui incorporer un peu de plomb (2 p. 100) et cette opération n'est pas aussi aisée que l'on pourrait se l'imaginer par suite de la différence de densité du plomb et de l'alliage et la différence du point de fusion. Nous croyons pouvoir affirmer que le problème est résolu. Mais une autre question se pose et celle-là n'est pas aisée à résoudre. Il s'agit de récupérer et refondre les tournures. On peut admettre que dans une opération de décolletage, sur un poids de 100 kilos de métal mis sur le tour, il y en a 40 à 60 p. 100 qui tombent sous forme de tournures. Non seulement celles-ci seront difficiles à refondre, mais on n'aura pas le droit de les mélanger avec les produits provenant des autres alliages par suite du plomb contenu. La question est délicate.

L'on sait combien les câbles conducteurs d'aluminium et d'alumélec se sont vulgarisés, se substituant au cuivre pur, comportant souvent pour l'aluminium une âme d'acier. Peut-être est-il juste de rappeler que c'est dans cette même salle, en 1921 qu'eut lieu la première grande manifestation sur les métaux et alliages légers et qu'il y fut longuement question, grâce à M. Dusaughey, de l'emploi de l'aluminium en électricité. Il est peut-être nécessaire de rappeler que l'alumélec, créé par la Compagnie d'Alais, Froges et Camargue, est un alliage d'aluminium renfermant 0,6 p. 100 de magnésium et 0,6 p. 100 de silicium. Un tel alliage subit un traitement thermique et l'on a des propriétés mécaniques supérieures à celle de l'aluminium : sur fils, on a $R = 33 \text{ kg/mm}^2$; $E = 28 \text{ kg/mm}^2$; $A \text{ p. } 100 = 3$; mais la résistivité — obéissant à une loi générale — est augmentée (3,25 microhms/cm³ au lieu de 2,7 pour l'aluminium).

En ce qui concerne l'appareillage électrique, il est parfois nécessaire — notamment pour les pièces soumises au frottement — de recouvrir l'aluminium de cuivre qui assure d'ailleurs un meilleur contact. Un procédé fort simple a été mis au point par M. Ballay à notre laboratoire du Conservatoire National des Arts et Métiers ; il consiste dans une préparation de la surface par immersion dans une solution chaude de perchlore de fer, un léger nickelage et enfin un cuivrage, ces deux opérations étant faites par électrolyse.

Signalons encore des applications dans lesquelles l'aluminium et ses alliages peuvent se substituer au cuivre et à ses dérivés : dans l'industrie électrique, le bobinage de moteurs et de génératrices, la construction des transformateurs, et cela en dehors de ses emplois dans les lignes aériennes et sous forme de câbles armés, les barres de connexion, et sous forme de pièces coulées dans les rotors de

moteurs à cage d'écureuils; dans le machinisme agricole, les pulvérisateurs pour produits anticryptogamiques; dans le matériel médical, les autoclaves notamment, voire les toitures. Dans toutes ces applications, il s'agit de remplacer le cuivre.

Voyons maintenant pour le laiton. Nous avons indiqué plus haut les alliages de décolletage; ajoutons la robinetterie, la cuivrierie de bâtiment, d'ameublement et de chemins de fer, la visserie, la pointerie, les crochets d'ardoises, de nombreux articles dits de Paris et des objets d'art.

Pour le bronze, il faut signaler tout particulièrement les alliages de frottement. Nous les avons utilisés dès 1908, aux usines de Dion et Bouton, sous forme d'alliages de cuivre à 13 p. 100 Cu. Toutefois il faut noter qu'ils exigent un excellent graissage et que leur coefficient de dilatation est élevé. D'ailleurs leur constitution se rapproche de celui des antifrictions : un corps dur — Al^2Cu — enchâssé dans un substratum plus doux — eutectique sol. sol. riche en $Al-Al^2Cu$.

Remplaçant du bronze pour les joints des canalisations il est ainsi utilisé sous forme de feuilles d'une façon courante en Allemagne pour les joints des canalisations d'eau, de gaz, et aussi pour les fusibles.

Il est bon enfin de signaler que l'aluminium donne des miroirs intéressants par oxydation anodique (procédé Brytal), ou des miroirs obtenus par condensation de l'aluminium sur du verre. M. Dunoyer a montré l'intérêt de la question pour les miroirs de télescope, et le pouvoir réflecteur reste constant dans le temps. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Tome CCII, page 474, 1936). On peut même faire déposer l'aluminium sur l'acier.

Disons quelques mots ici sur le procédé Brytal; il comprend deux traitements successifs : la préparation d'une surface à haute réflectivité, et d'autre part l'application d'une couche protectrice assurant la permanence du pouvoir réfléchissant sans l'abaisser. Les deux traitements sont des traitements électrolytiques dont les détails ne nous sont point connus; on sait seulement que la pièce en aluminium étant en anode se recouvre d'une couche légère d'oxyde, transparente et très brillante, et que la seconde opération permet de renforcer cette couche en lui conservant sa transparence et sa brillance.

Alliages de zinc. — La question n'est certes point nouvelle. Mais, dans la nécessité de l'heure, elle a pris un développement considérable, le zinc étant un métal relativement abondant en Europe et que l'on prépare aussi bien par les vieux procédés thermiques que par les procédés électrolytiques; ceux-ci conduisent au zinc extra-pur, c'est-à-dire renfermant moins de 0,01 p. 100 d'impuretés. Notons avant tout que le zinc est un métal assez bizarre; il cristallise dans le système hexagonal; sa densité est de 7,1; il fond à 419°; son point d'ébullition est à 905°. Il donne à la traction sur produit laminé : $R = 17$; $A p. 100 = 36$. Mais André Le Chatelier a montré que ces chiffres variaient énormément avec la vitesse de traction, que R pouvait varier de 28 (essai en 30 secondes) à 11,5 kg/mm² (essai en 60 secondes) et que les allongements de rupture pouvaient varier de 1 à 175 p. 100 lorsque la vitesse de l'essai diminue. Ceci devra être rapproché de certains faits que nous signalerons.

Disons immédiatement que les seuls alliages riches en zinc qui sont actuelle-

ment utilisés sont ceux contenant de l'aluminium ou du cuivre ou ces deux métaux et que leur proportion ne dépasse pas au total 12 p. 100. Ajoutons encore que les qualités de ces alliages dépendent essentiellement de la pureté du zinc.

Si l'on considère les diagrammes binaires aluminium-zinc et cuivre-zinc (du côté riche en zinc) on note que l'aluminium est très peu soluble dans le zinc, cette solubilité variant un peu avec la température (1,02 p. 100 à 280°; 0,05 p. 100 à 20°) et que le cuivre l'est très faiblement aussi (2,68 p. 100 à 425°; 0,2 p. 100 à 20°). Cette variation de la solubilité avec la température indique la possibilité d'un vieillissement de l'alliage que l'on connaît bien et qui entraîne des variations dans les dimensions des pièces. Quant au diagramme ternaire : Zn — Cu — Al, il est également connu avec précision; il accuse l'existence d'un eutectique ternaire, ayant pour composition :

$$\text{Zn} = 89,1 \text{ p. 100; Cu} = 3,85 \text{ p. 100; Al} = 7,05 \text{ p. 100.}$$

et fondant à 377° et de solutions solides de concentrations variables avec la température. D'où encore ici des phénomènes de vieillissement.

Il vient d'être créé en France un Comité d'Orientation et de Contrôle d'Emplois des alliages de zinc, qui est présidé par notre collègue M. Portevin. Ce centre a arrêté la composition des différents alliages et leurs emplois. Nous ne pensons pas nécessaire de résumer les longues études qui ont été faites aux États-Unis et en Allemagne, quelle que soit leur importance. Le Comité français a retenu sept alliages dont voici les noms, les compositions et les principales applications, ainsi que leurs principales caractéristiques (Tableaux I et II, pages 35-36).

Quelques observations capitales sont nécessaires :

1° Les alliages Zamak doivent être préparés avec du zinc extra-pur, tandis que pour les autres alliages le zinc à 99,5 p. 100 Zn est suffisant:

2° La plupart de ces alliages renferment de très petites quantités de magnésium; il est reconnu que cet élément — même en si faible pourcentage — supprime ou retarde le vieillissement, donc les déformations qui se produisent en fonction du temps. Ceci ne semble être vrai que si la teneur en plomb est inférieure à 0,02 p. 100.

3° Il ne faut pas croire que les alliages de zinc peuvent, les uns ou les autres, se substituer aux différents laitons. C'est ainsi qu'ils sont bien moins résistants aux efforts répétés et à la fatigue.

4° Il ne faut pas songer à les utiliser à température supérieure à 150°, ils deviennent mous.

5° Ces alliages sont des plus fragiles; ils donnent sur éprouvette Mesnager 0,8 à 2 kg m/cm².

6° Ils sont sensibles aux basses températures, alors que les laitons ne le sont pas.

7° Leur résistance à la corrosion par l'air, l'humidité, l'eau, ne dépassant pas 60°, le gaz d'éclairage, les alcools, les carburants, est bonne. Mais la vapeur d'eau et même l'eau très chaude, les acides, les solutions alcalines les attaquent rapidement.

8° Voici un dernier point sur lequel il paraît intéressant d'insister : il s'agit

TABEAU I.
Alliages de zinc homologués en octobre 1941.

DÉSIGNATION	COMPOSITION				QUALITÉ DE Zn EMPLOYÉE A LA FABRICATION DE L'ALLIAGE	APPLICATIONS PRINCIPALES
	Al	Cu	Mg	Divers		
Zamak 2.	4	2,5-3	0,02 à 0,05	—	99,993	Moulage en sable, en coquille et sous pression. Coussinets.
Zamak 5.	4	0,5-1	0,02 à 0,05	—	99,993	Moulage en sable, en coquille et sous pression. Coussinets. Décolletage. Matricage. Étirage. Laminage.
Zamak Beta.	10	0,6-1	0,02 à 0,05	—	99,993	Coussinets. Décolletage. Matricage. Profilés.
Zamak Lambda.	0,8	0,4	0 à 0,02	—	99,993	Moulage. Tréfilage. Fils électriques.
AZ1	—	1	—	Mn 0 à 0,05	99,95	Tubes. Laminage. Emboutissage. Repoussage.
AZ2	0 à 0,1	2	0 à 0,03	—	99,95	Moulage. Tubes. Laminage.
AZ3	0 à 0,2	3 à 5	—	Bi 0,1 à 0,3 Mn 0,1 à 0,3 Pb 0,5 à 0,8 Th 0 à 0,1	99,95	Décolletage.
Sont désignés Zamak les alliages contenant environ 1 p. 100 ou plus d'Aluminium, élaboré à partir d'un Zinc 99,993 p. 100.						

TABLEAU II.

DÉSIGNATION DE L'ALLIAGE	ÉTAT	PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES			
		Résistance à la traction.	Allongement sur 50 mm.	Dureté Brinell Kg/mm ² .	Densité.
Zamak 2.	Moulé par gravité. Moulé sous pression.	23-27 28-33	0,5-1,5 2-6	80-110 80-110	6,9
Zamak 5.	Moulé en sable. Moulé en coquille. Moulé sous pression. Filé à la pression et étiré de 10 %.	18-24 22-25 24-29 37-42	0,5-1,5 1-2,5 1-4 8-12	70-90 80-100 80-100 90-100	6,8
Zamak Beta.	Filé à la presse et étiré de 10 %.	40-45	8-12	90-110	6,2
Zamak Lambda.	Moulé en sable. Moulé en coquille. Filé à la presse et étiré de 50 %. Laminé.	11-13 14-20 20-24 20-30	0,8-1,2 1-3 60-80 30-60	80-85 85-90 40-50 45-55	7,1
AZ 1.	Laminé.	25-33	28-30	—	7,2
AZ 2.	Laminé. Filé à la presse.	29-35 30-33	40-60 12-28	— 70-75	7,2
AZ 3.	Filé à la presse et étiré.	30-36	10-20	75-90	7,2

de l'écouissage des alliages de zinc. Ceux-ci ne se comportent pas du tout comme les autres produits métallurgiques; on sait que, de façon générale, une réduction de section faite à la température ordinaire, ou plus exactement au-dessous d'une certaine température variable avec le produit métallurgique, apporte une augmentation de la charge de rupture, de la limite élastique, de la dureté et une diminution des allongements, de la striction et de la résilience. Pour les alliages de zinc, on note, lorsque croît la réduction de section, c'est-à-dire le degré d'écouissage :

1° une augmentation de la charge de rupture, qui présente bientôt un maximum et tend à décroître;

2° une augmentation des allongements parfois tout à fait extraordinaire. On les trouve surtout sur les fils étirés rapidement et les rubans obtenus sur trains à bandes.

Voici (fig. 1, 2 et 3) :

1° les résultats obtenus par laminage à froid sur deux alliages de zinc dont l'épaisseur est passée de 5 mm. à 1 mm.;

2° les résultats obtenus par étirage de deux alliages de zinc ;

ces deux catégories d'essais ont été effectués par la Société de la Vieille Montagne;

3° les résultats obtenus par Schmid sur un alliage à 10 p. 100 d'aluminium et 2 p. 100 de cuivre (Z. Metallkunde Bd 31-1939, p. 125).

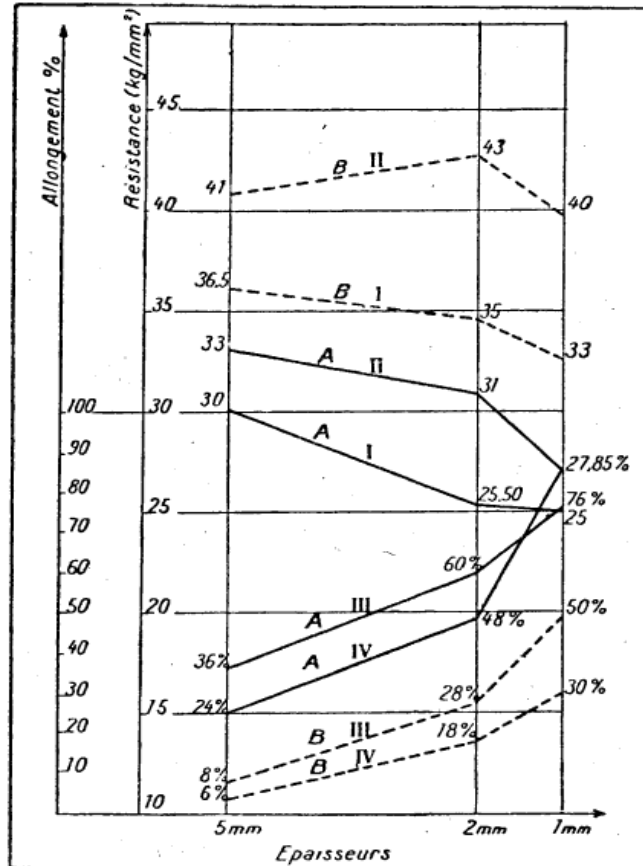


Fig. 1. — Essais de laminage à froid d'alliages de zinc de 5 mm. à 1 mm.

A, alliage contenant 0,1 p. 100 Al., 2 p. 100 Cu, reste zinc à 99,99 p. 100 Zn. — B, alliage contenant 0,1 p. 100 Al, 2 p. 100 Cu, 0,003 Mg, reste zinc à 99,99 Zn. I, résistance en long. — II, résistance en travers. — III, allongement en long. — IV, allongement en travers. Vitesse de traction 1 cm/minute. Allongement mesuré entre repères distants de 50 mm.

Il faut enfin souligner l'emploi des alliages de zinc comme coussinets. Les alliages du type Zamak possèdent quelques qualités requises pour le frottement et on a envisagé leur emploi dans différents cas; il s'agit surtout des alliages Zamak 3, Zamak 2 et Zamak, qu'ils soient coulés en sable, qu'ils

soient coulés en coquille, coulés sous pression ou même usinés dans des barres pleines ou creuses filées à la presse. Ces alliages n'ont pas tout à fait la constitution requise pour les antifrictions. Cependant lorsqu'ils sont moyennement chargés et parfaitement graissés, ils donnent des résultats intéressants pour des vitesses de 4 à 5 m./s et une pression qui ne dépasse pas 50 kgs/cm². On les a utilisés jusqu'ici notamment dans des voitures de tramways belges et hollandais, même parfois pour les coussinets de laminoirs, de trains finisseurs et de coussinets de moteurs électriques, de broches, de filatures, etc.

Les produits susceptibles de remplacer l'étain. — L'aluminium peut remplacer l'étain; dans l'industrie de la conserve, il remplace

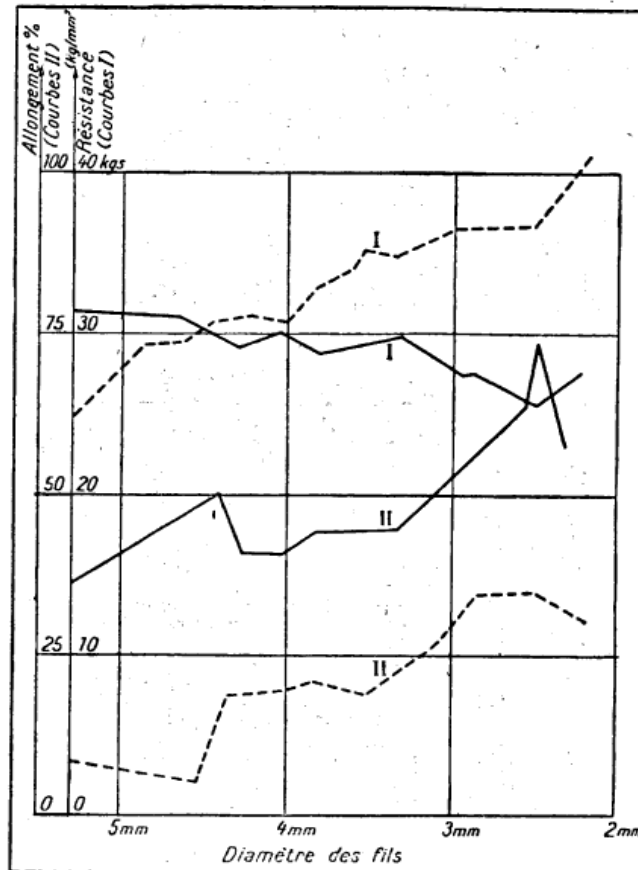


Fig. 2. — Essais d'étirage. ———— : Alliage contenant 0,1 p. 100 Al, 2 p. 100 Cu, 0,5 p. 100 Mg, reste zinc à 99,99 p. 100 Zn. ———— : Alliage contenant 0,05 p. 100 Al, 1 p. 100 Cu, 0,005 p. 100 Mg, reste zinc à 99,99 p. 100 Zn.

daus certains cas le fer-blanc; il est d'usage courant comme bidons à lait et matériel pour laiteries, fromageries, crémeries et dans la fabrication des boîtes métalliques diverses, notamment pour les produits d'entretien. On sait l'emploi courant de l'aluminium pour les capsules de bouchage.

D'autre part, on prépare des boîtes en acier doux qui sont traitées par voie chimique (procédé de bondérissage qui figure, d'ailleurs, dans l'exposition).

Enfin, dans les antifrictions, dont certains sont très riches en étain, on a cherché — en dehors des alliages déjà signalés — à faire des produits très riches en plomb, et renfermant surtout de l'antimoine ou bien les alliages relativement récents : plomb-calcium.

Les produits plaqués.

— Il est enfin une catégorie de produits qui doit retenir spécialement notre attention; elle correspond admirablement à l'idée d'économie qui règne si justement dans nos industries; ce sont les produits plaqués, c'est-à-dire les produits qui sont formés de deux ou trois produits, dont l'un constituant l'âme est commun, tout en répondant à certaines qualités et les autres formant couverture d'un côté et parfois sur l'ensemble jouit des propriétés voulues, notamment de propriétés chimiques intéressantes. Certes la question n'est point nouvelle : fil de cuivre avec âme d'acier extra-doux (bi-métal ordinaire), tôle à âme d'acier doux recouvert des deux côtés d'une mince couche de laiton, objets de cuisine en acier et nickel jusqu'à des aiguilles hypodermiques.

L'emploi de plaqués réduit d'environ 90 p. 100 la consommation des métaux rares. En Allemagne on prépare des tôles ayant des largeurs de 4 mètres et des longueurs de 10 mètres avec une épaisseur de 3 millimètres.

Les plaqués en acier inoxydable sont courants.

A remarquer que le découpage d'un plaqué donne une tranche de faible résistance chimique; il faudra la protéger ou la masquer. De même l'assemblage par soudure ou rivetage demandera des précautions (Voir conférence de M. Ballay, Centre de la lutte contre la corrosion, 1941).

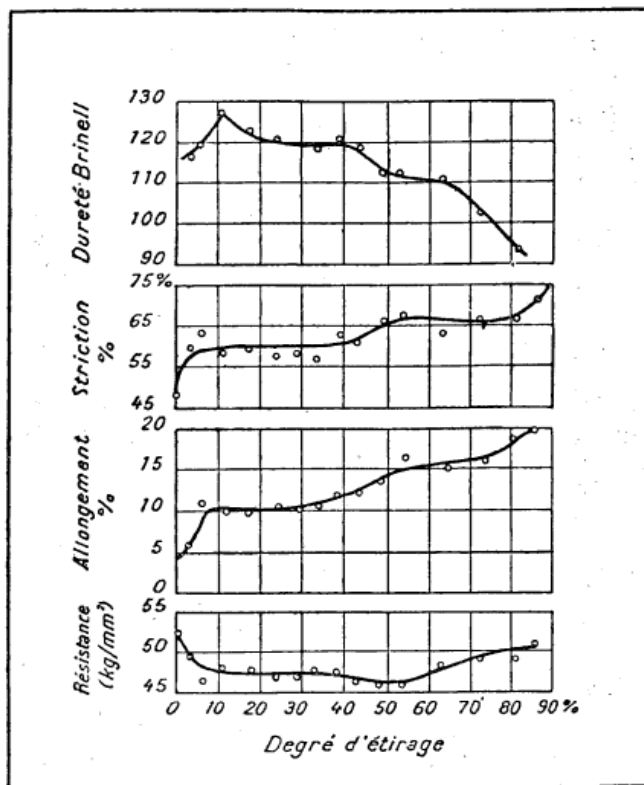


Fig. 3. — Influence du degré d'étirage sur les propriétés mécaniques d'un alliage contenant 10 p. 100 Al, 2 p. 100 Cu d'après Schmid.

Le placage peut s'obtenir par un traitement mécanique, notamment le laminage, ou par des traitements chimiques, tels que les dépôts électrolytiques.

De toute façon, il est nécessaire d'être assuré d'une couche protectrice suffisante, et je terminerai en appelant l'attention sur l'effort considérable qui est fait pour le contrôle de cette couche protectrice : épaisseur, adhérence et continuité du revêtement doivent faire l'objet d'une surveillance toute spéciale si l'on veut éviter des déboires. Des règles sont déjà établies pour le nickelage, le chromage; elles sont en étude en ce qui concerne les autres dépôts.

Une dernière remarque : nous n'avons parlé ici que des produits de remplacement métallurgique. Il est une autre question non moins intéressante : celle de la substitution aux métaux et aux alliages dans certaines de leurs applications, de produits tout autres. Je citerai comme exemple : les matières plastiques utilisées comme coussinets de laminoirs. Mais ceci sort de ma compétence.

Vous pardonnerez à un optimiste invétéré, ce qui ne veut pas dire un optimiste béat, à un optimiste qui vit au milieu d'une partie de l'élite de la jeunesse française et qui, tout récemment, a trouvé près du Chef de l'État français une leçon d'admirable confiance, de conclure qu'un blocus a toujours eu quelques avantages. Du point de vue métallurgique, il nous oblige à creuser bien des questions qui trouveront place au lendemain du traité de paix, lorsque la France reprendra dans le monde industriel la place qui lui revient.

UN FILM SUR LA PIERRE FRANÇAISE

par M. J. FRESSINET, *Membre du Conseil.*

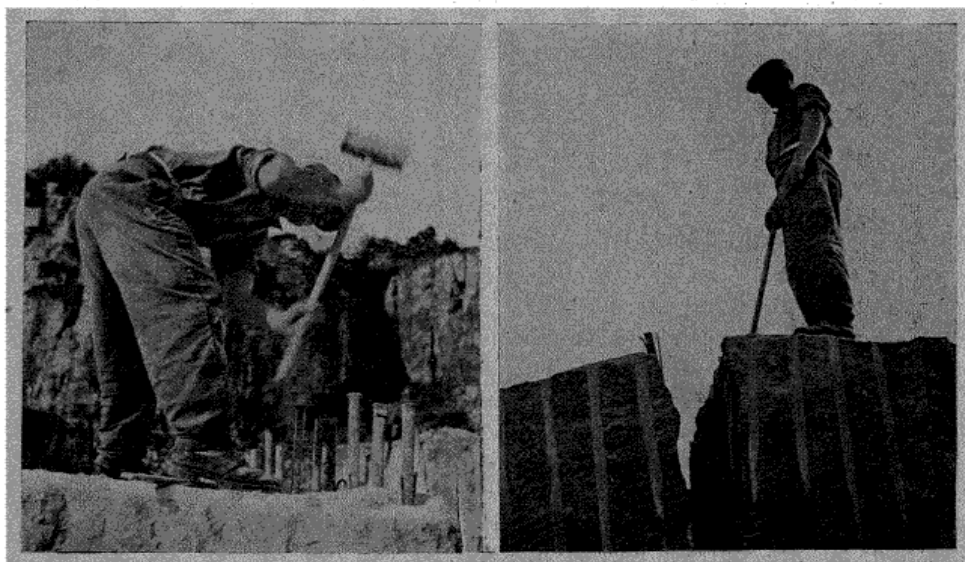


Fig. 1.

Un film inédit sur la Pierre Française a été projeté pour la première fois, il y a quelques semaines, dans une salle des Champs-Élysées.

Ce film présente un réel intérêt tant du point de vue propagande que du point de vue éducation et vulgarisation technologique.

Son édition avait été étudiée avant le début de la guerre actuelle, d'après un scénario de M. Léandre Vaillat. Le projet, ayant été repris en 1941, fut agréé par la Vice-Présidence du Conseil ainsi que par les autorités d'occupation et l'État participa à son financement; il a été réalisé par les Artisans d'art du Cinéma sous la direction de M. Pierre Lafond.

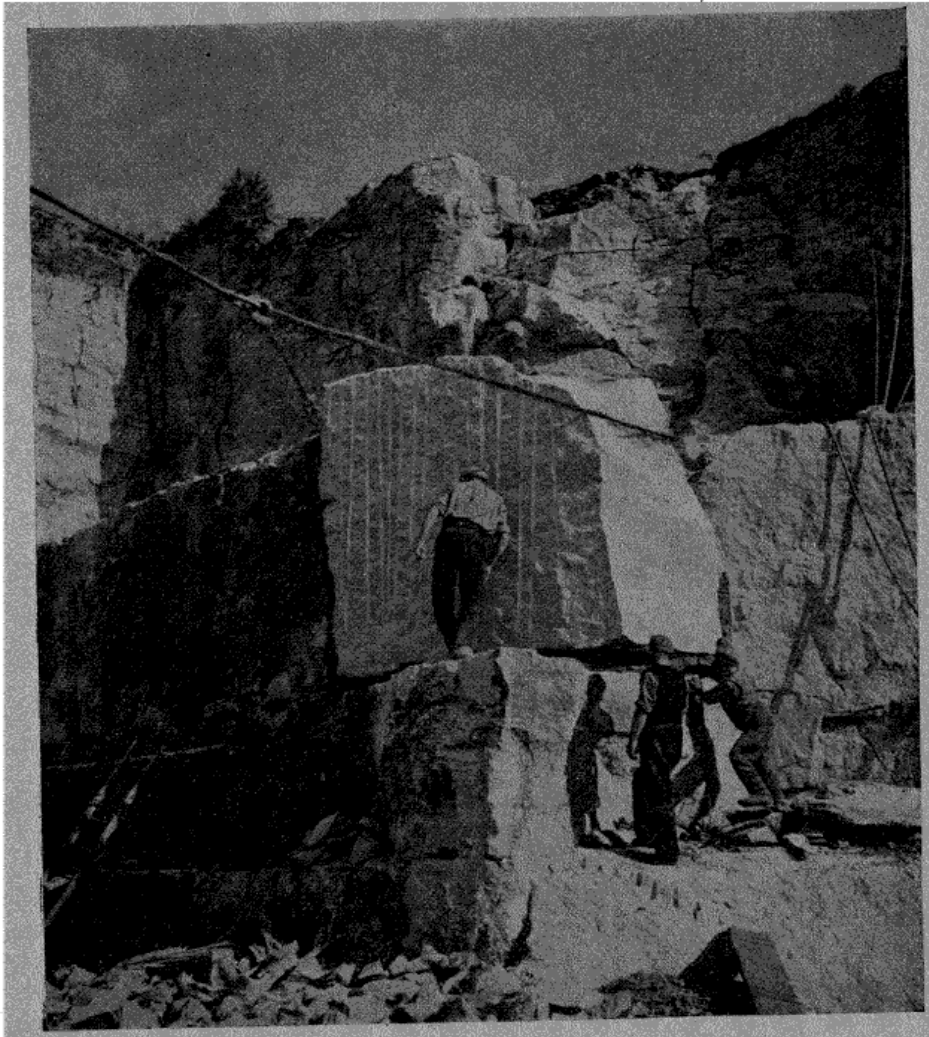


Fig. 2.

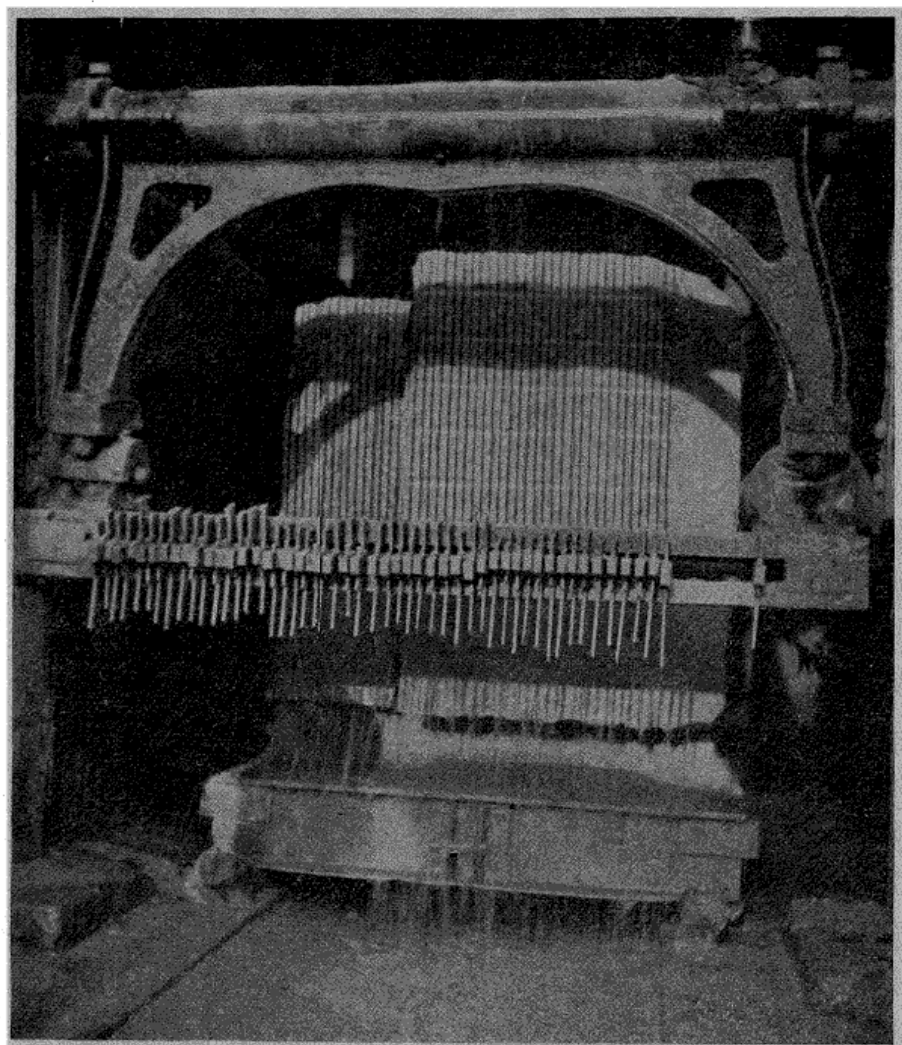


Fig. 3.

Il est regrettable que le projet initial n'ait pu être entièrement exécuté car il comprenait un champ d'étude beaucoup plus vaste sur les différentes pierres, les granits et les marbres de notre pays. Les difficultés actuelles ont limité le film présenté, à l'extraction de la pierre tendre et de la pierre dure, mais il est souhaitable qu'une entente entre les industries intéressées par ce matériau permette de compléter ultérieurement cette bande et de réaliser entièrement le projet primitif.

La première partie du film nous montre sous des angles pittoresques quelques monuments construits à différentes époques, en pierre de France. Ceci, afin de rappeler au public la beauté de ce matériau lorsqu'il est bien employé,

son association étroite avec le paysage environnant, sa résistance aux intempéries et surtout les ressources qu'il offre à l'architecture ainsi qu'à la sculpture.

La documentation archéologique de cette première partie a été contrôlée par M. Paul Deschamps et quelques-uns de ses collaborateurs.

La seconde partie a été tournée dans les carrières des anciens établissements Civet, Pommier et Cie, à St-Maximin, à St-Vaast et à Comblanchien, sous le contrôle technique de M. Mourrichon. Elle montre l'exploitation de ces carrières et les différentes techniques d'extraction sont rendues très compréhensibles au public.

Ces images animées sur la Pierre Française mettent en valeur, en un temps opportun, ce beau matériau qui, concurrencé en un temps par la brique et le béton, semble devoir reconquérir aujourd'hui la place qui lui est due. A l'heure où l'on étudie les problèmes relatifs à la reconstruction des régions dévastées, la pénurie des matériaux précipités remet la pierre à l'ordre du jour.

Aussi, malgré que ce film n'ait pu avoir toute l'ampleur désirable pour le traitement d'un tel sujet, il fait le plus grand honneur à la production cinématographique, à M. Paul Lafond ainsi qu'à son collaborateur M. J. E. Monniot auquel on doit de très belles photographies.

(Fig. 1, 2, 3 : vues extraites du film.)

COMITÉ DU COMMERCE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 5 DÉCEMBRE 1941)

L'organisation de l'Europe d'après guerre et le rôle futur de la France d'outre-mer.

par M. DU VIVIER DE STREEL

Membre du Conseil.

Je ne pense pas que beaucoup de Français s'imaginent qu'au lendemain de la paix notre Continent pourra revivre son existence antérieure et ne devra pas subir des transformations profondes non seulement au point de vue politique mais encore et surtout sur le plan économique et social. Le Monde évolue; c'est une condition du progrès, et les guerres brusquent d'ordinaire cette évolution par suite des bouleversements exceptionnels qu'elles provoquent au sein des nations. Lorsque l'incendie se propage sur toute la surface du globe, comme c'est le cas en ce moment, ses effets prennent des proportions gigantesques. Elle peut détruire en quelques mois les institutions les plus respectées et anéantir les constructions fondées sur les plus antiques traditions. Après la présente guerre, que restera-t-il de l'ancienne Europe?

A vrai dire il n'était pas possible que la situation de notre continent restât immuable; les vainqueurs de la Grande Guerre ont eu le grand tort de ne pas le prévoir dès 1920 et de supposer qu'après la chute du premier Empire et les changements politiques qui se sont produits en Europe de 1815 à 1900, leur continent cristalliserait ses formations fragiles pour l'éternité. Ils devaient penser que la situation privilégiée que

l'Angleterre devait, à la fin du XIX^e siècle, à ses heureuses initiatives, à sa nombreuse flotte, à l'essor du machinisme, à ses conquêtes coloniales, à la puissance financière qui, pour elle, en était la conséquence, situation qui obligeait tous les États continentaux à payer tribut à ses armateurs, à ses charbonniers, à ses usines textiles, à ses assureurs, à ses commerçants et à ses banquiers provoquerait des réactions violentes de la part des assujettis le jour où ceux-ci se croiraient en état de réclamer leur émancipation. Ce jour est venu; il ne paraît pas possible, quelle que soit l'issue de la guerre, que l'on revienne désormais en arrière.

Sans doute peut-on regretter que l'affranchissement nécessaire s'effectue dans le sang, et ne soit pas seulement le résultat de négociations amiables et de concessions mutuelles. Peut-on affirmer cependant que le chancre du communisme n'aurait pas fait à une Europe soi-disant pacifique un mal plus cruel que la guerre parce que ses effets se seraient plus longtemps et plus irrémédiablement fait sentir? Toutes les hypothèses sont permises à cet égard. Je n'ai pas l'intention de les discuter ici. Je voudrais seulement examiner, en partant d'un postulat sur lequel il me paraît difficile qu'il y ait matière à discussion, — de la nécessité d'une réorganisation prochaine de l'Europe, — les principes sur lesquels cette réorganisation peut s'appuyer, les conditions de son succès et le rôle que la France peut jouer dans l'effort à accomplir.

La tâche est difficile et délicate en raison des inconnues que contient encore le problème à résoudre et de la réserve qui m'est imposée par les circonstances présentes. Je serai donc obligé de laisser de côté un certain nombre de questions dont l'importance est pourtant grande et de rester dans les généralités. Même circonscrit, le champ de mes observations restera encore très vaste. Je m'excuse si, pour cette raison, je dois esquisser, sans les approfondir, certaines données du problème posé et ne m'appesantir que sur l'un de ses aspects plus spécifiquement national.

I. — Je crois qu'après la Grande Guerre, les belligérants, sous l'impulsion du Président Wilson, ont commis une grave erreur en instituant une Société des Nations universelle, au lieu de se contenter d'une Société Européenne. S'ils s'étaient alors préoccupés seulement d'organiser l'Europe ils auraient pu, sans doute, faire œuvre féconde. Cette erreur ne doit pas être renouvelée. L'Europe d'abord; de l'Univers on s'occupera plus tard.

II. — Organiser l'Europe, c'est lui donner un régime politique stable: Je n'ai pas compétence pour faire des suggestions à cet égard. Mais c'est aussi créer une économie européenne qui assure la prospérité de toutes les populations de notre continent. Cette économie, vu son immense champ d'action, devra, au détriment peut être des intérêts individuels, être dirigée et autarcique. Je n'ai pas besoin d'insister sur les difficultés que présentera l'institution d'une telle économie dans des pays de mentalité, de mœurs et de traditions différentes et parfois divergentes. Le particularisme de chaque État provoquera sans nul doute des résistances très vives à toute création d'organes directeurs, à toute subordination à une discipline unique. L'action d'une volonté impérieuse ne suffira pas pour assurer le succès de l'effort nécessaire: on devra recourir aussi à une propagande incessante, à une diplomatie souple et persuasive, à la collaboration fidèle de bons psychologues, apôtres conscients et subtils de l'union européenne. Je pense que le concours intelligent des Français sera à cet égard fort apprécié.

III. — L'organisation de l'Europe ne peut conduire celle-ci à la prospérité que si

elle s'affranchit de toute dépendance pour ses approvisionnements en matières premières vis-à-vis des autres continents, je veux dire vis-à-vis de l'Asie et de l'Amérique.

Financièrement, on peut considérer que l'Europe pourra faire face à ses besoins grâce à l'application des méthodes de financement qui ont fait, durant ces dernières années, des progrès si remarquables, à la condition que la balance des comptes de la collectivité continentale ne soit pas déficitaire, et que celle-ci ne soit pas obligée de payer un solde en espèces ou devises à des créanciers d'Amérique ou d'Asie. Cela ne veut pas dire que l'Europe doit cesser tous achats dans ces pays, mais seulement qu'elle doit limiter ces achats au montant des ventes qu'elle pourra réaliser à destination de l'étranger.

Cet équilibre pourra-t-il être obtenu ?

D'après les statistiques de la Société des Nations, les États de l'Europe continentale (Russie et Grande-Bretagne non comprises) achetaient au dehors plus qu'ils ne vendaient. Leur déficit en francs 1937 n'atteignait d'ailleurs que 35 milliards. Le Ministre de l'Économie du Reich affirme qu'après la guerre l'équilibre sera établi grâce à la production de nombreux succédanés qui permettront de se passer des matières dont l'achat au dehors grevait le plus lourdement la balance européenne (pétrole, laine et coton), grâce aussi aux progrès que fera l'industrie russe sous l'impulsion allemande. Je pense qu'en effet ces deux sources d'activité peuvent permettre de résorber le déficit *actuellement* constaté. Mais si, comme tout permet de le supposer, l'Europe doit, après la guerre, intensifier considérablement sa production pour enrichir ses habitants si durement éprouvés par leurs pertes présentes, les achats de l'Europe à l'extérieur, même après déduction de la valeur des matières remplacées par des succédanés, devront être plus importants. Pour être assurée d'une balance stable, l'Europe devra, à mon avis, demander le concours des colonies d'Afrique rentrant dans son obédience, c'est-à-dire soumises à sa tutelle monétaire. L'Afrique devra être le satellite actif de l'Europe et lui fournir toutes les matières qui lui font défaut ou qu'elle produit dans des conditions moins favorables : oléagineux, fibres diverses, fruits exotiques, phosphates, or, manganèse, etc. Cela est d'ailleurs désirable en raison de la présence en Afrique de populations nombreuses, dont l'accroissement doit être considérable dans l'avenir et qui, si elles acquièrent par le travail un pouvoir d'achat substantiel, apporteront aux usines européennes une clientèle capable d'assurer leur extension continue et leur prospérité durable. J'estime que, sans la collaboration africaine, l'Europe ne pourra tenir tête à l'Asie ou aux Amériques, dont le potentiel, la superficie, les effectifs opposeraient à notre petit continent une puissance dominante à laquelle il serait incapable de résister.

IV. — La nécessité d'une union eurafricaine n'étant pas niable, à mon avis, il faut reconnaître que la possibilité de réaliser cette union dépendra de la collaboration plus ou moins active qu'apporteront les États Européens installés en Afrique. La France, l'Italie, la Belgique, le Portugal ont créé des colonies ou protectorats solidement constitués. Ils ont pris un ascendant incontestable sur les populations autochtones et peuvent, avec l'aide qui leur sera ultérieurement apportée, développer très largement la production de territoires riches en ressources de toute nature ; la prospérité qu'ils créeront profitera à l'industrie européenne autant qu'à eux-mêmes : elle permettra d'établir un courant d'échanges puissant également profitable à l'Europe et à l'Afrique. Pour que soit réalisée dans les meilleures conditions et dans les délais les plus courts la mise en valeur de l'Afrique, il faudra cependant éviter certaines erreurs et prendre certaines dispositions que des Puissances coloniales accoutumées à la colo-

nisation sont seules aptes à choisir et à appliquer. On conquiert un pays par la force. Mais, si l'on veut y maintenir sa souveraineté, s'assurer sa fidélité, obtenir sa contribution réelle, la force ne suffit plus. Si cette vérité est démontrée par l'Histoire quand il s'agit des peuples habitant notre vieux continent, qui depuis vingt siècles ont vécu côte à côte, elle est plus saisissante encore lorsqu'on est en présence de races aussi différentes des nôtres que celles qui sont installées en Afrique : race noire des Tropiques et de l'Équateur, sémites et arabes du nord africain, malais de Madagascar et de l'Afrique Orientale. Pour inclure ces races d'une façon parfaite et durable dans la communauté eurafricaine, les mettre en une place qui satisfasse leurs désirs sans favoriser des empiétements excessifs, il faudra deux siècles d'efforts; il faudra élaborer une politique indigène dont les Puissances coloniales installées en Afrique ont bien esquissé jusqu'ici les principaux contours, mais qui devra être perfectionnée de jour en jour, en tenant compte de l'évolution graduelle des populations : tâche infiniment délicate qui exige beaucoup d'intelligence et de patience, à laquelle on ne peut cependant se dérober si l'on estime, comme moi, qu'il est impossible de laisser l'Europe livrée à ses seules ressources en face des monstres asiatique ou américain.

J'aurais voulu énumérer ici les autres conditions du succès de la réorganisation nécessaire de l'Europe. On comprendra que je ne me sente pas assez libre pour le faire, et que je craigne d'exprimer à cet égard une opinion qui pourrait n'être pas conforme par ignorance ou par méconnaissance de la doctrine des hommes qui ont la charge de diriger la politique de notre pays. Faut-il admettre que cette réorganisation comporte une division des activités très stricte : la France devant être exclusivement agricole et artisanale ?

Faut-il penser que l'organisation corporative, qui doit être envisagée comme un but à atteindre, doit être réalisée dans le délai le plus court pour modeler exactement notre régime social sur celui d'autres États européens ? Faut-il penser que l'organisation de l'Europe commande l'existence d'institutions strictement identiques chez tous les États européens y participant ? Une similitude absolue doit-elle être considérée comme une condition de succès inéluctable, ou peut-on admettre au contraire qu'on tienne compte du tempérament, des traditions, et des aspirations de chaque État, pour établir un régime qui reste harmonieux sans être vexatoire et despotique ? Je préfère ne pas insister sur ces divers points, pour aborder de suite la partie principale de cette étude : le rôle que la France peut jouer dans la réorganisation projetée. Pour les motifs invoqués plus haut, je n'envisagerai le problème que sur le plan colonial.

* *

La France d'Outre-mer a un rôle considérable à jouer au lendemain de la paix.

Si l'on se reporte au tableau des excédents d'importations de l'Europe Continentale, sans y comprendre la Russie, qui d'ailleurs équilibrait à peu près sa balance-commerciale avant guerre, on constate qu'en 1937 ces excédents portaient sur les matières suivantes : laines fines ou lavées à concurrence de 10 milliards 270 millions; coton (8 781 millions); cuivre (3 960 millions); maïs (3 722 millions); céréales (3 689 millions); café (3 604 millions); caoutchouc (2 992 millions); charbon (2 202 millions); arachides (2 103 millions); peau (2 011 millions), coprah (1 273 millions); riz (1 240 millions); cacao (1 106 millions); thé (1 031 millions); essences (918 millions); phosphates (622 millions); manganèse (377 millions); soie (362 millions).

Comme on le voit, les matières textiles représentent, à elles seules, plus de la moitié du déficit européen (19 milliards sur 32). C'est donc de ce côté que doit se

porter avant tout l'attention. On ne peut, malheureusement, avoir la prétention d'augmenter le cheptel et la production du coton africains dans la mesure nécessaire et en une courte période de temps. C'est pour cette raison sans doute que certains États, en tête desquels figure l'Allemagne, se sont efforcés de développer la production des succédanés (laines et cotons artificiels) qui peuvent être produits en partant de la cellulose ou de la caséine. Cette dernière matière est fournie par le lait, mais aussi par une plante merveilleuse pour ses multiples usages industriels : le soja. De grandes plantations de soja ont été faites en Europe, comme en Amérique, pour échapper à la dépendance du continent asiatique (Mandchourie) qui en était jusqu'à une date récente le principal, sinon l'unique fournisseur. Mais il n'est pas démontré que le soja soit une culture « payante » pour un producteur européen. En Indochine, où la main-d'œuvre coûte sensiblement moins cher qu'en Europe, on a déjà constaté que l'extension de cette culture était difficile parce que l'annamite avait plus de profit à planter du maïs que du soja. Il semble donc qu'il sera plus facile de développer cette production dans les pays noirs où le loyer de la terre et les salaires sont beaucoup moins élevés que sur notre continent.

Pour la fabrication de la cellulose on disposera en Europe de forêts encore abondantes; mais les besoins de bois seront si formidables après guerre qu'on verra vite s'amenuiser les disponibilités de l'Europe si on multiplie à l'excès les emplois du bois et si l'on ne fait pas appel aux immenses ressources du Continent noir. Notre domaine africain est particulièrement favorisé à cet égard. La Côte d'Ivoire, le Gabon, le Moyen Congo ont une superficie forestière considérable. Méthodiquement aménagées, leurs réserves peuvent faire face aux besoins de l'Europe pendant plusieurs siècles.

Il semble d'ailleurs que les succédanés ne doivent pas être entièrement substitués aux produits naturels. L'expérience faite durant ces dernières années montre que, pour conserver aux tissus leurs qualités essentielles, notamment aux tissus de laine, il importe de mélanger pour leur fabrication les produits artificiels et les produits naturels dans une proportion évaluée à 50 p. 100. L'Afrique doit et peut se mettre en mesure de fournir le coton et la laine naturels qui permettront d'atteindre cette proportion dans les fabrications destinées à la consommation européenne. Dans cette contribution africaine la France d'Outre-mer peut prendre la première place; elle s'est préparée à ce rôle depuis quelques années : en dix ans, en effet, la production de coton fibre de l'A. E. F. est passée de 200 tonnes à 15 000 tonnes et continue à progresser. Les grands travaux d'irrigation entrepris par l'Office du Niger permettront aussi, d'après son éminent directeur, M. Belime, de réaliser en 30 ans une production de 90 000 tonnes de coton.

Le développement du cheptel ovin fait, d'autre part, l'objet d'un effort intelligent et persévérant de la part de l'Administration et de l'Union Ovine tant en Afrique du Nord qu'en A. O. F.; il ne peut manquer de produire des résultats satisfaisants. S'il présente un intérêt certain pour la production de la laine il n'est pas moins important en raison des besoins de peaux de l'Europe. Nous avons dit que ses besoins dépassaient une valeur de 2 milliards. C'est cependant un chiffre qui ne pourra pas être atteint avant longtemps par les exportateurs africains. On ne peut, en effet, escompter qu'un accroissement lent du cheptel ovin, étant donné qu'il dépend surtout de la bonne volonté du paysan indigène dont l'éducation est lente et la passivité difficile à vaincre. Cependant il n'est pas interdit de penser que celle-ci s'atténuera graduellement sous l'influence continue de l'Administration et des colons, et grâce à une propagande qui demande à être perfectionnée et intensifiée.

Pour le cuivre, le concours que la France peut apporter à l'Europe sera, malheureusement, déficient. Ses gisements d'Afrique équatoriale ont été épuisés en quelques années et l'on n'a trouvé jusqu'ici, aucune mine intéressante sur son vaste domaine. Mais les riches gisements du Congo Belge peuvent faire face aux besoins de l'Europe. Le déficit, de ce chef, peut donc être comblé.

Pour le maïs et les céréales, il semble facile de remédier à l'insuffisance signalée. Si l'Europe ne parvient pas à augmenter sa production grâce à la réorganisation de l'Ukraine et aux progrès des États Balkaniques, l'Afrique y pourvoira.

Les besoins de café, de cacao et de thé de l'Europe sont considérables. On doit supposer qu'ils croîtront encore beaucoup après la guerre. On ne peut demander à l'Afrique de les satisfaire entièrement sans priver l'industrie de notre continent des débouchés qu'il trouvait en Amérique du Sud ou en Extrême Orient, grâce aux possibilités de règlement en nature que l'exportation de ces produits offrait à ces régions lointaines. Si le Brésil n'exportait plus de café en Europe il est vraisemblable qu'il restreindrait ses achats à ce continent. Mais ce qui est infiniment souhaitable c'est que des Pays comme la France n'achètent plus à ce vaste Empire dix fois plus qu'ils ne lui vendent.

Compte tenu de l'intérêt que présentent les achats extérieurs destinés à faciliter les ventes, on peut considérer que l'Europe arrivera à s'approvisionner en café, cacao et thé en Afrique et en Asie grâce aux colonies d'États européens. La France d'Outre-mer apportera à cet égard une contribution précieuse notamment pour le cacao dont elle produit 40 000 tonnes de plus qu'elle ne consomme.

La production de caoutchouc de notre Indochine dépasse déjà nos besoins métropolitains : un excédent qui augmente chaque année reste disponible pour l'Europe; de plus, à l'instigation du Groupement Agricole du Comité d'Organisation Colonial, le Gouvernement se préoccupe de favoriser la culture du caoutchouc en Afrique française. Un Institut du Caoutchouc africain a été créé pour mettre au point cette question de la façon la plus scientifique et la plus méthodique. En attendant la contribution de la production africaine, les usines de caoutchouc synthétique d'Europe, largement développées en raison de la guerre actuelle, permettront à notre continent de ne plus payer tribut à la Malaisie, même si le concours des Indes Néerlandaises lui faisait défaut.

Pour le charbon, l'Europe ne nous paraît plus exposée à un déficit grâce à la production russe qui sera vraisemblablement accrue; le Bassin méditerranéen pourra être, en tout cas, approvisionné par les gisements algériens de Kenadza et Colomb Bechar où des découvertes récentes autorisent de grands espoirs, sans parler de l'extension de la production d'anthracite dans les mines marocaines de Djerada.

La plus large contribution de la France d'Outre-mer sera fournie, à notre avis, par ses importations d'oléagineux. La zone tropicale est particulièrement favorable pour la production des graines oléagineuses : arachides, palmiers à huile, coprah, carité, ricin; or nos colonies africaines s'étendent précisément dans cette zone. Elles approvisionnent déjà la France à concurrence de 75 p. 100 de ses besoins; mais elles peuvent et doivent faire sur ce terrain un effort supplémentaire, pour remplir leur devoir de solidarité à l'égard des autres États européens. Dans cette intention un Institut du Palmier à huile va être créé pour introduire dans nos possessions les méthodes qui ont permis aux Indes Néerlandaises de tripler la production de l'elaïs, originaire d'Afrique, et des encouragements vont être donnés à sa culture, laissée presque exclusivement jusqu'ici entre les mains des indigènes. D'une façon générale

d'ailleurs, la politique agricole de l'A. O. F., basée uniquement sur le paysannat noir, devra être profondément modifiée. La préoccupation des Gouverneurs a été, jusqu'à ce jour, dans cette partie de notre Empire, d'éviter ce qu'ils appelaient « le prolétariat indigène » en décourageant toutes les entreprises de grande colonisation qui ont assuré la prospérité des colonies d'Extrême-Orient. Cette politique du moindre effort a empêché l'évolution économique de nos territoires d'Afrique noire sans améliorer d'ailleurs les conditions d'existence des indigènes. Nous avons reconnu, aujourd'hui, l'erreur commise, en constatant la médiocrité des résultats obtenus. Le Comité Central des Groupements Professionnels Coloniaux a appelé l'attention du Gouvernement sur cette grave question et l'on peut espérer qu'il sera tenu compte des vœux qu'il a exprimés à cet égard.

Il ne s'agit pas, bien entendu, de supprimer le paysannat noir, mais seulement de laisser se développer, parallèlement à ce paysannat, une colonisation européenne indispensable si l'on a le souci d'assurer la production des matières nécessaires à l'Europe et l'industrialisation de vastes territoires, d'autant plus intéressants qu'ils sont assez voisins des États consommateurs.

L'Afrique du Nord pourra, sans difficulté, faire face aux besoins de phosphates des États de notre Continent et leur envoyer aussi du manganèse marocain si les ressources de l'Europe ne suffisaient pas à ses usines.

Reste enfin l'approvisionnement en carburant : en cette matière il est difficile de prévoir aujourd'hui les besoins de demain. Qui aurait imaginé il y a deux ans que les Puissances pourraient disposer des énormes quantités de carburant qu'elles ont consommées depuis l'ouverture des hostilités ? Que n'obtiendra-t-on pas des gisements d'Europe au lendemain de la Paix ? Sans faire de pronostics à cet égard il est permis de dire que, néanmoins, tout appoint reçu d'Afrique sera dans l'avenir bien venu. Il est donc désirable que l'on demande à l'Afrique une contribution aussi large que possible.

Jusqu'ici les recherches de pétrole effectuées sur le Continent Africain n'ont pas donné de résultats très encourageants. Mais, faute de pétrole, on peut recourir, dans ce cas aussi, à des produits de remplacement : alcool extrait du bois et de diverses plantes, huiles pour moteur Diesel ou hydrocarbures fournies par certaines plantes oléagineuses. Peut-être le prix de revient de ces carburants sera-t-il plus élevé que celui du pétrole mais, si l'on évite l'obligation de les acheter à l'étranger en exportant de l'or ou des devises, on peut avoir avantage à leur accorder la préférence, fut-ce en les payant plus cher. D'ailleurs, quand le carburant de remplacement sera utilisé dans des régions éloignées de la mer et à proximité du lieu de fabrication, il coûtera moins que le pétrole importé et transporté ensuite à grands frais.

Si l'Europe peut se passer de carburants coloniaux, les territoires d'Afrique auront besoin d'en consommer plus qu'autrefois en raison de l'augmentation de production qu'on leur demande. Leur activité accrue exigera une consommation de carburant importante. Il est souhaitable qu'il n'en résulte pas pour eux une sortie d'or onéreuse.

Cette revue rapide montre la précieuse contribution que notre Empire d'Outre-mer peut apporter à l'approvisionnement de l'Europe, à l'équilibre de sa balance commerciale, à la prospérité de ses usines industrielles, au bien-être de ses populations. D'autres États coloniaux joueront aussi leur rôle dans cet effort nécessaire ; toutes les bonnes volontés devront être utilisées ; l'expérience acquise sur un terrain dont on ne peut apprécier les difficultés qu'après les avoir affrontées sera l'un des éléments essentiels du succès. La France, ébranlée dans sa confiance en ses destinées

par les épreuves qu'elle vient de subir, a conservé cependant sa foi dans sa vocation coloniale. Le rôle généreux et humanitaire que comporte la tâche colonisatrice convient au tempérament de sa race et à son imagination de missionnaire. Notre Continent doit mettre à profit ses impulsions sentimentales et ses vertus d'apôtre, en même temps que son ingéniosité et sa puissance d'attraction.

E. DU VIVIER DE STREEL.

INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)

Données scientifiques sur l'ensoleillement des habitations.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION.

De tout temps, les bâtisseurs de cités ont eu la préoccupation de l'orientation des constructions : préoccupations rituelles et le plus souvent esthétiques. L'idée d'hygiène en était absente : cette absence s'expliqua longtemps par l'importance des espaces vides, places, cours, jardins, compensant l'étroitesse des rues et par la faible hauteur moyenne des maisons.

La diminution des espaces libres et le développement en hauteur des constructions, dus au renchérissement du prix du sol, ont mis au premier plan le souci de l'hygiène dans l'aménagement des cités modernes.

Si la recherche de l'aération et de l'ensoleillement a conduit à des réglementations précises sur les formes et les dimensions des gabarits, les dimensions des ouvertures et des prospects, on s'en est tenu cependant à des données expérimentales tout approximatives et imprécises sur les conditions physiques de l'ensoleillement.

On s'est contenté de solutions étudiées de cas en cas, manquant d'exactitude et sans système.

Les données scientifiques présentement établies ont pour but de préparer un système reposant sur des bases exactes et fournissant la meilleure solution pour tous les cas.

C'est sur la suggestion de l'ingénieur Rudolf Pfaffinger, de Vienne, dont les investigations ont porté depuis longtemps sur ce sujet que l'IRCAT, par l'intermédiaire de M. Esclangon, Directeur de l'Observatoire de Paris, membre de l'Académie des Sciences, a demandé au Bureau des Longitudes de Paris d'établir, pour chacune des villes de l'Europe choisies à des latitudes sensiblement équidistantes, l'azimut et la hauteur du soleil à sept heures différentes de la journée, pour huit jours de l'année se succédant à quarante-cinq ou quarante-six jours d'intervalle.

Il faut espérer que malgré les difficultés inhérentes aux circonstances actuelles, les résultats pratiques des travaux de l'ingénieur Pfaffinger pourront être publiés prochainement et présentés à l'Exposition que l'IRCAT projette de consacrer aux manifestations du Génie technique des grands peuples.

En attendant de pouvoir, grâce à cette publicité, rendre service à tous les urbanistes européens, l'IRCAT publie ci-après le tableau dressé par le Bureau des Longitudes, afin de permettre aux bâtisseurs de disposer, dès maintenant, de données exactes pour la conception et le développement de leurs projets, dans chaque cas particulier.

Hauteurs et Azimuts de Soleil

établis par le Bureau des Longitudes, Palais de l'Institut de France, 3, rue Mazarine, Paris.

$$\text{Formules} \left\{ \begin{array}{l} \sin h = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos AH \\ \cotg A = \sin \varphi \cotg AH - \frac{\lg \delta \cos \varphi}{\sin AH} \end{array} \right.$$

I

STOCKHOLM

DATE	Heure civ. loc.	Heure de l'Eur. cent.	HAUTEUR	AZIMUT
6 février	6 ^h	5 ^h 47 ^m 46 ^s 03	— 15° 21'	— 84° 46'
	8	7 47 46 03	— 0 53	— 59 29
	10	9 47 46 03	+ 10 6	— 32 41
	12	11 47 46 03	+ 14 52	— 3 31
	14	13 47 46 03	+ 11 55	+ 26 0
	16	15 47 46 03	+ 2 13	+ 53 25
	18	17 47 46 03	— 11 39	+ 78 53
21 mars	6		— 0 58	— 91 36
	8		+ 13 55	— 65 18
	10		23 42	— 35 52
	12	Id.	30 43	— 2 9
	14		26 49	+ 31 55
	16		15 44	61 57
	18		+ 1 5	+ 88 31
7 mai	6		+ 14 41	— 97 55
	8		29 49	— 71 24
	10		42 20	— 39 6
	12	Id.	47 21	+ 1 14
	14		41 48	41 15
	16		+ 29 3	73 7
	18		+ 13 56	+ 99 29
21 juin	6		+ 19 50	— 102 46
	8		35 0	— 76 46
	10		48 14	— 44 8
	12	Id.	54 6	— 0 35
	14		48 40	+ 43 11
	16		35 22	76 4
	18		+ 20 12	102 9
7 août	6		+ 13 31	— 99 52
	8		28 38	— 73 33
	10		41 29	— 41 51
	12	Id.	47 11	— 2 1
	14		42 22	+ 38 22
	16		29 57	70 47
	18		+ 14 51	+ 97 23
21 septembre . . .	6		+ 1 41	— 89 4
	8		16 22	— 62 29
	10		27 32	— 32 21
	12	Id.	31 31	+ 1 58
	14		26 31	35 58
	16		+ 14 42	65 32
	18		— 0 12	+ 91 51
6 novembre	6		— 12 2	— 78 22
	8		+ 2 19	— 52 54
	10		11 55	— 25 27
	12	Id.	14 44	+ 4 4
	14		+ 9 50	33 10
	16		— 1 14	59 54
	18		— 15 44	+ 85 0
21 décembre	6		— 19 44	— 77 3
	8		— 5 58	— 52 37
	10		+ 4 42	— 26 53
	12	Id.	7 13	+ 0 29
	14		+ 3 20	+ 27 49
	16		— 6 25	53 28
	18		— 20 16	+ 77 56

Stockholm { L = 4° 12' 13" 97 E
 φ = 59° 20' 32" 7.

DATE	HEURE CIVILE LOCALE	HEURE DE L'EUROPE CENTRALE	HAUTEUR	AZIMUT
6 février	6 ^h	6 ^h 6 ^m 32 ^s 60	— 14° 37'	— 82° 57'
	8	8 6 32 60	+ 2 35	— 59 35
	10	10 6 32 60	15 49	— 33 33
	12	12 6 32 60	21 40	— 3 40
	14	14 6 32 60	18 2	+ 26 49
	16	16 6 32 60	+ 6 16	53 48
	18	18 6 32 60	— 10 15	+ 77 36
21 mars	6		— 1 9	— 91 28
	8		+ 16 41	— 67 1
	10		31 10	— 38 5
	12	Id.	37 32	— 2 0
	14		32 33	+ 34 2
	16		18 51	63 51
	18		+ 1 16	+ 88 39
7 mai	6		+ 13 39	— 99 38
	8		31 46	— 75 18
	10		47 28	— 43 36
	12	Id.	54 10	+ 1 26
	14		46 45	45 51
	16		30 49	76 55
	18		+ 12 43	+ 101 4
21 juin	6		+ 18 12	— 105 3
	8		36 17	— 81 35
	10		52 53	— 50 13
	12	Id.	60 55	— 0 42
	14		53 13	+ 49 15
	16		36 44	80 57
	18		+ 18 38	+ 104 30
7 août	6		+ 12 15	— 101 24
	8		30 21	— 77 17
	10		46 22	— 46 26
	12	Id.	54 0	— 2 20
	14		47 33	+ 42 48
	16		31 38	+ 74 41
	18		+ 13 52	+ 99 6
21 septembre	6		+ 1 46	— 89 16
	8		19 24	— 64 27
	10		33 13	— 34 33
	12	Id.	38 19	+ 2 9
	14		31 57	38 15
	16		+ 17 26	67 20
	18		— 0 26	+ 91 49
6 novembre	6		— 10 2	— 77 6
	8		+ 6 25	— 53 19
	10		18 3	— 26 15
	12	Id.	21 31	+ 4 13
	14		15 30	34 0
	16		+ 2 11	59 57
	18		— 15 3	+ 83 19
21 décembre	6		— 18 4	— 74 49
	8		— 1 50	— 52 14
	10	Id.	+ 9 48	— 27 16
	12		14 2	+ 0 30
	14		+ 9 30	28 1
	16		— 2 21	53 3
	18		— 18 42	+ 75 35

III

PARIS

DATES	HEURE CIVILE LOCALE	HEURE DE L'EUROPE OCCIDENTALE	HAUTEUR	AZIMUT
6 février	6 ^h	5 ^h 30 ^m 39 ^s 09	— 14° 7'	— 82° 1'
	8	7 50 39 09	+ 4 27	— 59 47
	10	9 50 39 09	18 53	— 34 12
	12	11 50 39 09	25 22	— 3 46
	14	13 50 39 09	21 19	+ 27 25
	16	15 50 39 09	+ 8 26	54 13
	18	17 50 39 09	— 9 26	+ 76 59
21 mars	6		— 1 14	— 91 24
	8		+ 18 6	— 68 5
	10		34 3	— 39 34
	12	Id.	41 14	— 2 28
	14		35 35	+ 35 28
	16		20 27	65 3
	18		+ 1 21	+ 88 45
7 mai	6		+ 13 1	— 100 30
	8		32 39	— 77 34
	10		50 5	— 46 36
	12	Id.	57 52	+ 1 35
	14		49 16	48 52
	16		31 35	79 6
	18		+ 11 59	101 52
21 juin	6		+ 17 12	— 106 11
	8		36 44	— 84 18
	10		55 8	— 54 14
	12	Id.	64 36	— 0 48
	14		55 32	+ 53 15
	16		37 13	83 42
	18		+ 17 40	+ 105 40
7 août	6		+ 11 30	— 102 9
	8		31 6	— 79 25
	10		48 50	— 49 25
	12	Id.	57 41	— 2 34
	14		50 11	+ 45 44
	16		32 52	76 57
	18		+ 13 15	+ 99 58
21 septembre	6		+ 1 48	— 89 22
	8		20 57	— 65 40
	10		36 13	— 36 1
	12	Id.	41 59	+ 2 16
	14		34 48	39 46
	16		+ 18 48	68 26
	18		— 0 33	+ 91 47
6 novembre	6		— 9 12	— 76 29
	8		+ 8 36	— 53 42
	10		21 25	— 26 48
	12	Id.	25 11	+ 4 20
	14		18 33	34 38
	16		+ 4 7	60 7
	18		— 14 35	82 19
21 décembre	6		— 17 5	— 73 41
	8		+ 0 25	— 52 12
	10		13 5	— 27 36
	12	Id.	17 43	+ 0 30
	14		+ 12 45	28 32
	16		— 0 7	53 0
	18		— 17 44	+ 74 25

DATE	HEURE CIVILE LOCALE	HEURE DE L'EUROPE CENTRALE	HAUTEUR	AZIMUT
6 février	6 ^h	5 ^h 54 ^m 38 ^s 65	— 14° 3'	— 81° 52'
	8	7 54 38 65	+ 4 45	— 59 49
	10	9 54 38 65	19 22	— 34 18
	12	11 54 38 65	25 57	— 3 47
	14	13 54 38 65	21 51	+ 27 31
	16	15 54 38 65	+ 8 47	54 17
	18	17 54 38 65	— 9 18	+ 76 52
21 mars	6		— 1 16	— 91 23
	8		+ 18 19	— 68 16
	10		34 30	— 39 50
	12	Id.	41 49	— 2 29
	14		36 4	+ 35 43
	16		20 41	65 14
	18		+ 1 21	+ 88 43
7 mai.	6		+ 12 54	— 100 38
	8		32 46	— 77 56
	10		50 29	— 47 7
	12	Id.	58 27	+ 1 37
	14		49 29	49 24
	16		31 41	79 28
	18		+ 11 51	+ 101 59
21 juin.	6		+ 17 2	— 106 21
	8		+ 36 48	— 84 44
	10		53 29	— 54 57
	12	Id.	65 12	— 0 49
	14		55 53	+ 53 58
	16		37 17	84 9
	18		+ 17 31	+ 105 51
7 août	6		+ 11 22	— 102 2
	8		31 13	— 79 48
	10		49 14	— 49 58
	12	Id.	58 17	— 2 37
	14		50 37	+ 46 16
	16		33 1	77 21
	18		+ 13 8	100 7
21 septembre.	6		+ 1 49	— 89 24
	8		21 12	— 65 54
	10		36 43	— 36 18
	12	Id.	42 36	+ 2 17
	14		35 17	40 3
	16		+ 19 2	68 38
	18		— 0 34	+ 91 47
6 novembre	6		9 3	— 76 22
	8		+ 8 58	— 53 47
	10		21 53	— 26 57
	12	Id.	26 43	+ 4 22
	14		19 3	34 46
	16		+ 4 20	60 10
	18		— 14 30	+ 82 10
21 décembre	6		16 54	— 73 31
	8		+ 0 48	— 52 13
	10		13 37	— 27 40
	12	Id.	18 19	+ 0 30
	14		+ 13 17	28 36
	16		+ 0 15	53 3
	18		— 17 35	+ 74 14

Vienne { $L = 46^{\circ} 52' 35''$ E
 $\varphi = 48^{\circ} 13' 55''$ N.

V

MILAN

DATE	HEURE CIVILE LOCALE	HEURE DE L'EUROPE CENTRALE	HAUTEUR	AZ MUT
6 Février	6 ^h	6 ^h 23 ^m 14 ^s 11	— 13° 38'	— 81° 12'
	8	8 23 14 11	+ 6 8	— 60 3
	10	10 23 14 11	21 40	— 34 54
	12	12 23 14 11	28 43	— 3 53
	14	14 23 14 11	24 18	+ 28 5
	16	16 23 14 11	+ 10 24	54 40
	18	18 23 14 11	— 8 40	+ 76 27
21 Mars	6		— 1 19	— 91 19
	8		+ 19 20	— 69 9
	10		36 36	— 41 7
	12	Id.	44 35	— 2 36
	14		38 18	+ 36 58
	16		21 50	66 14
	18		+ 1 25	+ 88 49
7 Mai	6		+ 12 23	— 101 16
	8		33 18	— 79 42
	10		52 20	— 49 43
	12	Id.	61 14	+ 1 45
	14		51 25	52 0
	16		32 9	81 10
	18		+ 11 16	102 32
21 Juin	6		+ 16 14	— 107 9
	8		37 0	— 86 49
	10		57 1	— 58 24
	12	Id.	67 59	— 0 53
	14		57 27	+ 57 27
	16		37 31	86 15
	18		+ 16 44	+ 106 40
7 Août	6		+ 10 46	— 102 48
	8		31 39	— 81 27
	10		50 58	— 52 32
	12	Id.	61 3	— 2 50
	14		52 29	+ 48 50
	16		33 34	79 7
	18		+ 12 38	+ 100 44
21 Septembre . . .	6		+ 1 51	— 89 29
	8		22 19	— 66 54
	10		38 56	— 37 35
	12	Id.	45 22	+ 2 24
	14		37 22	41 22
	16		+ 20 1	69 33
	18		— 0 39	+ 91 45
6 Novembre	6		— 8 24	— 75 59
	8		+ 10 35	— 54 10
	10		24 21	— 27 29
	12	Id.	28 34	+ 4 28
	14		21 19	35 21
	16		+ 5 42	60 22
	18		— 14 6	+ 81 28
21 Décembre	6		— 16 6	— 72 44
	8		+ 2 29	— 52 16
	10		16 4	— 28 1
	12	Id.	21 0	+ 0 31
	14		15 43	28 56
	16		+ 1 54	53 2
	18		— 16 48	+ 73 24

Milan { $L = 0^h 36^m 43^s 89^E$
 $\varphi = 45^{\circ} 27' 59'' 2 N.$

VI

ROME

DATE	HEURE CIVILE LOCALE	HEURE DE L'EUROPE CENTRALE	HAUTEUR	AZIMUT
6 février	6 ^h	6 ^h 10 ^m 3 ^s 66	— 13° 4'	— 80° 21'
	8	8 10 3 66	+ 7 55	— 60 26
	10	10 10 3 66	24 34	— 35 47
	12	12 10 3 66	32 17	— 4 2
	14	14 10 3 66	27 26	+ 28 54
	16	16 10 3 66	+ 12 27	55 16
	18	18 10 3 66	— 7 49	+ 75 57
21 mars	6		— 1 24	— 91 14
	8		+ 20 34	— 70 22
	10		39 16	— 42 59
	12	Id.	48 9	— 2 47
	14		41 7	+ 38 47
	16		23 14	67 35
	18		+ 1 40	88 45
7 mai	6		+ 11 39	— 101 59
	8		33 53	— 82 3
	10		54 33	— 53 29
	12	Id.	64 48	+ 1 59
	14		53 31	55 45
	16		32 38	83 25
	18		+ 10 28	+ 103 12
21 juin	6		+ 15 9	— 108 6
	8		37 7	— 89 31
	10		58 45	— 63 23
	12	Id.	71 33	— 1 5
	14		59 14	+ 62 28
	16		37 40	89 1
	18		+ 15 41	107 39
7 août	6		+ 9 58	— 103 26
	8		32 7	— 83 40
	10		53 3	— 56 16
	12	Id.	64 37	— 3 12
	14		54 45	+ 52 36
	16		34 11	81 29
	18		+ 11 55	101 30
21 septembre	6		+ 1 53	— 90 24
	8		23 40	— 68 19
	10		41 44	— 39 28
	12	Id.	48 56	+ 2 34
	14		40 1	43 18
	16		+ 21 14	70 49
	18		— 0 45	+ 91 42
6 novembre	6		— 7 31	— 75 30
	8		+ 12 40	— 54 46
	10		27 30	— 28 18
	12	Id.	32 10	+ 4 38
	14		24 13	36 13
	16		+ 7 27	60 44
	18		— 13 33	+ 80 36
21 décembre	6		— 15 1	— 71 47
	8		+ 14 40	— 52 27
	10		19 13	— 28 33
	12	Id.	24 40	+ 0 31
	14		18 50	29 29
	16		+ 4 3	53 11
	18		— 15 45	+ 72 24

Rome { $L = 0^h 49^m 56^s 34^E$
 $\varphi = 41^{\circ} 53' 33'' 2 N.$

DES CARBURANTS DE REMPLACEMENT DU POINT DE VUE ÉNERGÉTIQUE

*Conférence faite à l'Association des Techniciens du Pétrole,
dans l'Hôtel de la Société d'Encouragement, le 17 mai 1941.*

par RIMBAUT,

Ingénieur en Chef de la Société Générale des Huiles de Pétrole.

PRÉAMBULE.

Les carburants pour moteurs automobiles, lorsque l'approvisionnement n'était soumis à aucune restriction, devaient, pour répondre aux desiderata du consommateur :

- ne pas présenter de difficultés spéciales par temps froid ou par temps chaud (caractéristiques de distillation, de gommage, etc.),
- être d'une stabilité suffisante avant la combustion (faible évaporation) et d'une neutralité convenable avant ou après combustion, et cela, tant au point de vue mécanique que biologique,
- permettre au moteur de donner le maximum de puissance,
- être liquides et stockés dans des récipients « sans pression ».

Le régime libéral permettait l'utilisation d'hydrocarbures provenant des pétroles bruts importés et qui satisfaisaient largement, quoique avec des prix relativement bas, aux desiderata ci-dessus. Cette question de prix passait donc au second plan, mais, actuellement, il faut recourir exclusivement aux richesses nationales et les exigences des usagers s'en trouvent ramenées à un niveau beaucoup plus sobre. Il semble qu'ils seraient tous satisfaits actuellement si l'on disposait de carburants capables de faire tourner les moteurs existants sans trop de perte de puissance et sans qu'on doive apporter aux véhicules des additions ou modifications importantes.

Les questions primordiales résident donc, et dans le choix des matières de départ, et dans le mode de fabrication, ces questions étant étudiées dans le but de donner, *à bref délai et de manière continue*, les plus grosses masses de carburants.

Encore faut-il que les cycles envisagés puissent être réalisés dans des usines existantes et facilement transformables ou dans des usines neuves n'exigeant qu'un concours restreint de ceux des nombreux matériaux dont la liste s'allonge, et dont les disponibilités se réduisent progressivement.

Enfin, il faut que l'amenée des matières premières aux Usines de préparation et des carburants, jusqu'au consommateur, n'exige qu'un minimum de transports, de moyens de transformation à bord et d'emballages spéciaux, tous éléments dont le pays s'appauvrit chaque jour.

La seule étude d'ensemble qui soit vraiment indispensable, en ce moment, devrait faire le point des richesses organiques existantes (réserves d'hydrocarbures que constituent bois, charbon, tourbe, lignite, schiste bitumineux) ou facilement reproduites (cultures annuelles). Cette étude devrait définir, pour chacune de ces matières premières et chacun des procédés possibles de mise en

œuvre, les besoins en matériaux pour l'installation et la durée nécessaire à la mise en route; elle devrait, enfin, fixer les consommations de matières premières et d'énergies complémentaires pour fabriquer le carburant nécessaire au transport tonne-kilomètre, ou, ce qui est plus simple, pour l'obtention d'un cheval-heure à l'arbre d'un moteur automobile de puissance moyenne.

Le public attend anxieusement cette étude avec les textes législatifs qui, en forme de conclusion, fixeront les obligations de chacun en un programme de réalisations aussi indiscutables qu'immédiates.

Le présent texte n'apporte ni cette documentation, ni ces conclusions; elles sont du domaine exclusif des Organismes officiels, seuls assez nombreux et dotés d'assez de moyens d'investigation. Qu'il soit au moins permis de souhaiter que la tâche y est entreprise et sera bientôt conduite à bonne fin.

On a pu entendre il y a quelque temps, à la Maison de la Chimie, M. Bihoreau exposer, de façon magistrale, des vues générales sur les ressources du pays en carburants de remplacement ou en matières premières pouvant y mener. M. Serruys y a fait un cours original et plein d'enseignements sur la comparaison des carburants en fonction des conditions d'utilisation. Ici même, et pour ne parler que des exposés généraux, M. de Boulard a suscité votre intérêt en une causerie particulièrement opportune. Il y a quelques semaines, M. Scheer vous a fait faire un tour d'horizon rempli de documents les plus récents et agrémentés de vues personnelles qui ont retenu votre attention.

Mais, pour bien comprendre ces vastes problèmes où s'éparpillent, par l'exigence des transformations successives, les ressources d'énergie nationales, il faut disposer de rudiments que nous n'avons pas trouvés explicitement définis jusqu'à présent. J'en ai condensé quelques-uns en 7 paragraphes, plaçant les conclusions dans un 8^e et reléguant en appendice quelques documents complémentaires.

§ I. — DESTRUCTIONS SUCCESSIVES DE L'ÉNERGIE POTENTIELLE DES MATIÈRES PREMIÈRES.

L'énergie potentielle d'un combustible quelconque ou de tout corps pouvant jouer le même rôle est constituée par les calories que dégage l'oxydation, par l'oxygène de l'air atmosphérique, des atomes constitutifs tels que l'hydrogène et le carbone.

La transformation industrielle en carburant, entraîne une première dégradation de l'énergie potentielle de la matière. Si on désigne par (CC) celle contenue dans l'unité de poids de carburant et par K le poids du carburant extrait de l'unité de poids de la matière première dont l'énergie potentielle serait désignée par M, la transformation chimique ou physique sera caractérisée par un rendement :

$$t = K (CC) : (M) \quad (1)$$

Mais tout traitement conduit à la consommation d'énergies d'appoint (chauffage, produits chimiques, etc.) dont, du point de vue énergétique, on peut concevoir la mesure par un certain poids *réel* ou *fictif*, a, supplémentaire de la matière première.

$$\text{Le rapport } p = 1 : (1 + a) \quad (2)$$

pourra être alors appelé coefficient parasite de fabrication; et on sera conduit à caractériser l'ensemble de la préparation par un rendement de fabrication :

$$f = t \cdot p = [K(CC) : [(1 + a)M]] \quad (3)$$

le rapport entre la quantité d'énergie retrouvée finalement dans le carburant et celle contenue, au départ, dans toute la matière première correspondante réellement ou fictivement consommée.

Si on étudie ensuite l'utilisation du carburant sur un véhicule, on doit d'abord envisager le rendement du moteur, m , c'est-à-dire le rapport entre son travail utile et l'énergie potentielle du carburant correspondant consommé. Ce rendement dépend de toute une série d'éléments en cascade qui peuvent se grouper en un facteur thermo-dynamique μ (rapport entre les CVH à la tête du piston et ceux amenés par les calories du carburant) et un facteur mécanique η (rapport entre les CVH à la tête du piston et ceux que l'on peut utiliser à l'arbre du moteur). Par définition,

$$m = \eta \lambda. \quad (4)$$

Si le carburant mis à bord d'un véhicule ne peut être utilisé tel quel dans le moteur — et c'est le cas pour les combustibles qui doivent être transformés au préalable par vaporisation ou gazéification dans des appareils spéciaux tels que carburateurs, gazogènes, etc. — la transformation préalable ainsi exigée aura son rendement propre, g .

On pourra donc dire que le rendement d'utilisation du carburant, à bord du véhicule, sera :

$$u = g \cdot m, \quad (5)$$

g étant égal à 1, pour le cas des carburants gazeux et liquides courants.

Finalement, l'énergie potentielle, M , contenue dans l'unité de poids de matière première, se trouve, après être passée au crible des différents facteurs énumérés ci-dessus, ramenée à un travail utilisable, ϵ , à l'arbre moteur. Et le rendement énergétique global, R , produit du rendement de la préparation, p , par celui de l'utilisation, u , s'exprime finalement par :

$$R = \epsilon : M = fu. \quad (6)$$

Le premier facteur f dépend exclusivement des éléments matière première — carburant.

Le deuxième facteur u dépend exclusivement, au contraire, du couple d'éléments carburant-moteur.

Pour étudier ces divers facteurs, il faut d'abord définir les énergies dont chacun d'eux constitue le rapport.

§ II. — ÉNERGIE POTENTIELLE DES MATIÈRES PREMIÈRES ET DES CARBURANTS.

L'énergie potentielle de tout combustible — comme de toute matière qui, par sa richesse en carbone et hydrogène, peut jouer ce rôle — est actuellement définie par ce qu'on appelle le Pouvoir Calorifique, c'est-à-dire par le nombre de calories dégagées par la réaction exothermique de combustion à volume constant, eau condensée. Si on ramène les calories ainsi dégagées au poids moléculaire, PM, du combustible, on obtient la « chaleur de combustion » ou d'« oxydation moléculaire » (om); si l'évaluation est faite au kg de matière, on

obtient le « Pouvoir calorifique supérieur » (Ps). On passe du Ps au Pi, Pouvoir calorifique inférieur, et de la chaleur de combustion moléculaire (om) au Pouvoir calorifique inférieur moléculaire pi, en retranchant, des valeurs supérieures, la chaleur d'évaporation de la vapeur d'eau (40,5 calories-kg par molécule-gramme d'eau, à environ 50° C.).

Lorsqu'il s'agit de combustible utilisé comme carburant, l'échappement se faisant avec des gaz encore assez chauds, l'eau y est à l'état de vapeur. On peut donc également — au moins lorsqu'on envisage les moteurs à explosion — rechercher l'énergie potentielle en procédant du Pouvoir calorifique inférieur, Pi ou pi, relatifs respectivement au kg ou à la molécule-gramme de combustible mais corrigés comme il est dit ci-après.

A. — Chaleur de vaporisation λ .

On peut admettre que, au moment d'entrer dans le cycle réel de travail du moteur ⁽¹⁾, les Carburants liquides sont vaporisés grâce à l'apport des calories prises soit au carburateur, soit dans les cylindres, soit entre ces deux éléments. Ceci revient, en fait, à ne considérer que des carburants gazeux ou à l'état de vapeurs.

L'examen du Tableau III permettra de constater que l'importance relative de λ vis-à-vis de pi ne dépasse 2 p. 100 que pour les trois alcools primaires les plus légers et pour lesquels cette importance relative tombe de 6 p. 100 dans le cas du méthanol à 2,2 p. 100 pour le propanol.

B. — Coefficient d'expansion moléculaire de combustion, n .

Une molécule de carburant doit être noyée dans n_2 molécules de mélange avec l'air pour être à la composition détonante. Après la combustion, il y a n_3 molécules. Le rapport $n_3 : n_2$ s'appelle coefficient d'expansion moléculaire de combustion et peut être désigné par

$$n = n_3 : n_2 \quad (7)$$

On trouve dans le tableau III que n est toujours égal ou supérieur à l'unité, sauf pour l'Acétylène, l'oxyde de carbone et l'hydrogène. On pourrait d'ailleurs vérifier que le chiffre de 1,069 est la caractéristique asymptotique de tous les carburants hydrocarbonés lourds dans lesquels le groupement (CH_2) serait l'élément fortement prépondérant.

On peut démontrer que l'on peut recueillir d'un carburant donné un travail $\mathcal{C}'$:

$$\mathcal{C}' = (I + E) \mathcal{C}, \quad (8)$$

$\mathcal{C}$ étant le travail dans le cas où il n'y a pas d'expansion et cette expansion se caractérisant par le coefficient $(I + E)$, toutes choses étant égales d'ailleurs.

Le terme E s'annule pour $n = I$ et on peut démontrer que, en se limitant à la partie $(n - I)$ de E qui ne dépend que du Carburant, on fait une erreur par défaut de l'ordre de $1/4$ à $1/3$.

Il semble superflu de vouloir faire mieux. En effet, il faudrait alors introduire le terme complémentaire, E_2 , de $(I + E)$, terme qui est fonction de la température d'admission et du degré de compression volumétrique. Ce terme

(1) Voir, notamment, conférence de M. SERRUYS, faite en janvier à la Maison de la Chimie.

serait donc fonction d'éléments extérieurs au combustible et l'on ne voit pas bien, en supposant d'ailleurs que l'on puisse se mettre d'accord sur les conditions de son établissement, comment on répartirait son action entre le carburant, d'une part, et le moteur, de l'autre.

On en arrive donc à admettre qu'un carburant, dont les calories disponibles sont mesurées, par molécule, par $(p_i + \lambda)$, ainsi qu'il a été dit précédemment, et dont le coefficient d'expansion moléculaire est n , produit une quantité de travail rigoureusement identique à celui d'un carburant n'ayant pas d'expansion ($n = 1$) mais ayant un nombre de calories disponibles $n(p_i + \lambda)$. Il est donc normal, dès qu'un combustible est utilisé comme carburant, de lui donner comme caractéristique d'énergie potentielle, la « chaleur de carburation » qui, par définition, serait, pour une molécule :

$$cc = n(p_i + \lambda). \quad (9)$$

Dans cette formule, on substituera à $(p_i + \lambda)$, les valeurs $(p_i + \lambda)'$ données également dans le tableau III; les valeurs $(p_i + \lambda)'$ rectifient les $(p_i + \lambda)$ pour tenir compte de l'obligation de satisfaire à une progression arithmétique pour les corps d'une même famille.

C. — Chaleur de carburation.

Le tableau III permet de se rendre compte que les effets de l'expansion moléculaire sont souvent sensiblement plus importants que ceux de l'évaporation.

Le rapprochement des chiffres des colonnes 9 et 20 du tableau III permet de se rendre compte de l'effet relatif des corrections apportées à la valeur du pouvoir calorifique inférieur classique P_i , pour obtenir la Chaleur de Carburation CC .

Les divergences vont jusqu'à 15 p. 100 (Hydrogène) et sont dues, le plus souvent, comme il vient d'être dit, à l'expansion moléculaire de combustion.

L'importance des différences entre P_i et CC et les explications qui ont éclairé la définition de la « Chaleur de Carburation » conduisent à présenter l'emploi de ce critère comme moyen sensiblement amélioré, vis-à-vis du simple Pouvoir calorifique inférieur, pour définir l'énergie potentielle des carburants.

§ III. — Du rendement de fabrication des Carburants.

On a indiqué précédemment que ce rendement, f , était le produit du rendement de la transformation de la matière, t , par un coefficient parasite, p .

A. — Rendement de transformation (t).

La connaissance des réactions de chimie ou de physique industrielle devrait suffire, dans la plupart des cas, pour fixer le rendement de la transformation proprement dite. Il faudrait évidemment tenir compte, dans l'évaluation du bilan, d'une part, de la fraction des énergies originelles que l'équation d'équilibre de la réaction empêche d'utiliser et, d'autre part, des énergies résultant de la transformation, qui ne sont pas représentées par des carburants proprement dits et qui peuvent ou ne peuvent pas être récupérées.

Le tableau IV, naturellement incomplet donne, pour quelques transformations connues, des éléments approchés concernant ce rendement du traitement.

..

B. — *Coefficient parasitaire (p).*

Le coefficient parasitaire demanderait, d'abord, à être bien défini, attendu que si l'on désire lui faire couvrir l'ensemble des énergies mises en œuvre, autres que celles des matières premières qui subissent la transformation, d'innombrables éléments peuvent être mis en jeu.

Il y aura le chauffage et la force motrice ainsi que les énergies représentées par les réactifs et dont la masse peut ne pas être négligeable (certains genres d'hydrolyse où la consommation d'acide représente un facteur énergétique que l'on ne peut négliger).

Il y aurait également lieu de tenir note de la consommation non négligeable des produits sidérurgiques ou tous autres, de la Main-d'œuvre qui représente de l'énergie à entretenir et cela, non seulement pour le problème de la fabrication, mais également pour celui de l'obtention des matières premières.

On s'est limité ici — et très grossièrement encore — aux énergies correspondant à la force motrice et au chauffage pour la fabrication proprement dite. On ne devra donc interpréter les chiffres ainsi obtenus qu'en ayant à la pensée les simplifications qui sont à leur origine.

C. — *Rendement de fabrication.*

Le tableau V ci-joint donne la valeur de quelques coefficients parasites, p ; il rappelle les valeurs du coefficient de traitement, t , du tableau IV et donne ensuite le produit des deux, c'est-à-dire le rendement de fabrication, f . On a mis, en fin du tableau, quelques renseignements concernant l'électricité fabriquée en Centrale Thermique.

Les valeurs de f semblent permettre de classer les Carburants en trois groupes ayant des chiffres moyens de $1/3$ et de $2/3$.

Les rendements satisfaisants, c'est-à-dire dépassant $2/3$, ne sont représentés que par le gaz de ville et les bois ou anthracites pour emploi direct au gazogène.

Dans les Carburants moyens se classent le Charbon de bois, aggloméré, ou non, et — avec un intérêt fonction de son origine — l'alcool éthylique de fermentation.

Enfin, le groupe des mauvais rendements (f inférieur à $1/3$) comprend beaucoup de Carburants avec des chiffres particulièrement mauvais de 11 p. 100 pour l'Hydrogène et de 20,3 p. 100 pour l'Acétylène. Si l'électricité était obtenue par la houille blanche, ces chiffres perdraient leur signification. Il n'en subsisterait pas moins que l'électricité que l'on pourrait ainsi avoir, sans destruction de combustible, pourrait être plus utilement dirigée vers les moteurs de traction, d'un rendement de l'ordre de 80 p. 100 que vers la fabrication de l'Acétylène qui, même avec un rendement fictif, f , de transformation parfaite de l'électricité en acétylène de 100 p. 100 ne pourrait être utilisé au moteur à mieux de 30 à 31 p. 100 et n'aurait donc qu'un rendement global d'environ 30 p. 100 au maximum.

Il n'a pas été question, dans ces rendements, des Carburants succédanés des Alcools et des Acétylènes, parce que, quels que soient les procédés employés pour les réaliser, on ne pourra leur trouver qu'un rendement final, f , qui sera le produit du rendement f du Carburant initial par le nombre plus ou moins inférieur à l'unité qui sera la caractéristique du complément de fabrication nécessaire pour

l'obtention de ces succédanés. Les dérivés de l'Acétylène resteront donc dans la classe des mauvais rendements et les éthers dérivés de l'Alcool éthylique iront, dans certains cas, se ranger parmi ces mauvais rendements.

Quelles que soient les corrections qu'un examen détaillé pourrait imposer à ces chiffres, ils conserveront cette caractéristique de se développer avec une très grande variété, le rapport des extrêmes n'étant pas loin de 8 ou de 5, suivant que l'on fait, ou non, participer l'Hydrogène à la comparaison.

Et ceci indique qu'il y a raison majeure à subordonner à un tel examen, au besoin plus particulièrement approfondi encore, toute décision de principe concernant le choix des Carburants de Remplacement à fabriquer.

§ IV. — DU RENDEMENT DE L'UTILISATION.

A. — *Appareils spéciaux à bord des Véhicules.*

S'il s'agit de l'électricité, on peut admettre que le rendement, dans l'ensemble des accumulateurs et moteur, est de l'ordre de $g = 80$ p. 100.

S'il s'agit de combustibles solides passant par un Gazogène, l'expérience dont on dispose actuellement semble autoriser la prise en considération d'un rendement compris entre $g = 0,70$ et $0,75$, la perte correspondante provenant des Calories perdues en rayonnement du Gazogène en chaleur sensible des gaz à la sortie du générateur et, enfin, en imbrûlés qu'impose le fonctionnement discontinu des appareils.

Pour ne pas compliquer les calculs, on a admis que l'Acétylène provenant de bouteilles où ce gaz est dissous dans l'Acétone et où, par suite, le rendement à bord peut être considéré comme égal à l'unité.

Quant aux Carburants liquides, on pourra supposer que les Calories éventuellement nécessaires à la vaporisation — même s'il s'agit de l'Ammoniac comprimé — sont prises à des Calories perdues (circulation d'eau, échappement), sans contre-partie. On admettra donc, pour ces liquides, un rendement de mise à bord de 1, valeur évidente pour le cas des combustibles gazeux.

B. — *Rendement du moteur.*

Le deuxième facteur du rendement d'utilisation (m), est une valeur expérimentale, fonction du moteur, du Carburant et des conditions atmosphériques.

De tous les essais dont les résultats ont été publiés jusqu'à ce jour, il résulte que — pour autant qu'on n'envisage que les taux de compression volumétriques p de 6 à 8 existant couramment ou facilement réalisables sur les moteurs existants — le rendement optimum des moteurs d'automobiles est compris entre 0,24 et 0,31. Cela correspond à l'obtention du CVH, c'est-à-dire de 633 calories, pour 2 300 calories à plus ou moins 300 calories près.

L'évaluation des calories ainsi consommées se fait en multipliant le poids du Carburant brûlé par le nombre de calories potentielles spécifiques. Cette valeur spécifique varie suivant les auteurs. En général, on se contente du Pouvoir calorifique inférieur. Il a été antérieurement proposé d'y ajouter la chaleur de vaporisation. J'ai utilisé — et je vous en ai esquissé la justification — non cette somme, mais son produit par le nombre qui mesure l'expansion moléculaire de combustion.

On n'entrera pas ici dans le détail des divers éléments qui influent sur ce rendement global du moteur et qui, d'après ce qu'il vient d'être dit, n'oscille que dans des limites relativement serrées.

Mais, malgré l'étroitesse de ces limites (2 000 à 2 600 calories, soit près de 30 p. 100 d'écart entre les deux extrêmes), il serait intéressant d'y fixer la position aussi exacte que possible de chacun des Carburants, on est ainsi amené à l'idée de disséquer le rendement du moteur, μ , en différents facteurs indépendants et d'en faire l'analyse individuelle aussi rapidement et exactement que possible.

Le premier facteur devrait être le rendement thermodynamique μ du Carburant supposé utilisé dans un moteur à explosion fonctionnant suivant le cycle théorique Beau de Rochas. Le second facteur, η , aurait alors la charge de concentrer les imperfections thermo-dynamiques et les pertes d'ordre mécanique.

Malheureusement, l'analyse séparée de chacun de ces deux facteurs ne permet pas d'atteindre le bénéfice escompté.

En effet, le facteur η , sensible tant aux dispositions organiques du moteur qu'aux qualités spécifiques du Carburant, nécessite une auscultation trop approfondie pour qu'on puisse dans un délai relativement court, en déduire quelque diagnostic utile.

Et si l'on étudie le coefficient μ qui, pour un taux de compression donné et qu'on peut admettre fixe, semblerait devoir être sensible aux qualités propres du Carburant, on arrive à cette constatation, à première vue invraisemblable, que les calculs ne parviennent à lui donner que des variations de l'ordre de ± 2 p. 100 — si on excepte l'oxyde de carbone — autour de la valeur moyenne de $\mu = 0,40$. Cela provient de ce que, si, dans la formule classique :

$$\mu = [1 - 1 : \rho^{\gamma-1}] \quad (10)$$

donnant le rendement du cycle Beau de Rochas, on calcule le coefficient γ , (rapport des chaleurs spécifiques à volume et à pression constants) pour les gaz de combustion, on trouve un nombre pratiquement constant et égal à 1,287, valeur pour laquelle, précisément, le rendement $\mu = 0,40$. Le tableau III permet de vérifier cette fixité de γ' autour de la valeur 1,287, limite asymptotique pour les familles des Carburants étudiés. Le tableau I montre parallèlement qu'à de faibles écarts de γ correspondent des variations également faibles de μ . J'ai démontré ailleurs que l'erreur entraînée par la considération exclusive des gaz brûlés dans la formule (10) alors que la phase de compression se fait sur un mélange air et carburant est pratiquement négligeable.

Et on arrive ainsi, devant cette quasi invariabilité du rendement μ , à considérer comme illusoire — au moins jusqu'à la parution de résultats d'essais de moteurs conduisant à une meilleure précision — de vouloir différencier les Carburants d'après leur rendement dans les moteurs à explosion d'un taux de compression compris entre 6 et 8.

Cette quasi-constance de ce rendement théorique ou pratique conduit, subsidiairement, à classer lesdits Carburants — sauf évidemment, ceux qui nécessitent une transformation préalable à bord — d'après leur « chaleur de carburation » qui constitue donc l'étalon de mesure desdits Carburants.

De même que la valeur marchande des gaz (gaz d'éclairage, gaz pauvre, etc...) s'établit aux 1 000 calories — plus, évidemment, les bonifications pour la richesse spécifique ou pour toute autre raison — il faut donc évaluer les Carburants d'après leur nombre de calories, quitte à apporter certaines nuances dans le prix des Calories pour tenir compte, soit de facilités particulières dans l'emploi (par

exemple, forme liquide, sans pression), soit de difficultés de fabrication (problèmes financiers).

On pourra résumer ce § en disant que le rendement général des moteurs à explosion, pour un taux de compression compris entre 7 et 8 est de l'ordre de 27,5 p. 100 et que, comme le rendement thermo-dynamique du cycle idéal est de 0,40, le coefficient de rendement complémentaire η est de l'ordre de 0,68, donc voisin des 2/3.

C. — Rendement d'utilisation.

Ce rendement, u , produit de g.m étudiés ci-dessus, s'établit conformément à des règles relativement simples à retenir lorsqu'on envisage les moteurs courants (ρ compris entre 6 et 8).

a) S'il s'agit de Carburants liquides ou gazeux $u = 0,275 \pm 0,035$ près. Cela signifie que l'on peut escompter 2 300 calories par CVH à ± 300 calories près, les calories étant évaluées en « chaleur de carburation » définie précédemment.

b) Pour les Carburants solides, il faut multiplier la valeur précédente par le rendement du Gazogène, c'est-à-dire par une moyenne de 0,725, ce qui conduit au rendement moyen de 0,200.

c) Enfin, pour l'électricité, il faut admettre le nombre global à bord de 0,800. Ce sont les nombres qui sont inscrits dans la colonne du tableau VI.

D. — Effets du taux de compression sur les conclusions précédentes.

Il a été parlé, dans ce qui précède, des moteurs à explosion les plus courants, c'est-à-dire d'un taux de compression compris entre 6 et 8.

Il est à peu près certain que la même loi de quasi-constance se trouverait vérifiée autour d'un autre niveau plus ou moins supérieur à 0,24/0,31. On citera, à ce sujet, les chiffres donnés par M. Wilke au Congrès du Pétrole, en 1937 pour des moteurs Diesel à compression 10,4 et montés avec carburateur et allumage par bougies. Le rendement η a été trouvé de $0,333 \pm 0,013$ pour des carburants sans parenté (méthanol et benzol).

L'élévation du niveau des rendements ne correspond pas, en général, à celle que permettrait d'espérer l'augmentation du coefficient μ parce que le second facteur se trouve souvent réduit pour des causes probablement thermo-dynamiques mais également mécaniques et consécutives à l'augmentation de la pression moyenne du cycle.

D'autre part, malgré les divergences que présentent les différents carburants étudiés, il est toujours possible de leur associer un corps plus ou moins indétonant; l'abaissement de rendement qui serait à craindre pour certains Carburants détonants si l'on voulait les faire fonctionner seuls dans les moteurs à compression, disparaîtrait de la sorte et ferait rentrer le Carburant, ainsi mélangé, dans la gamme des rendements normaux.

Enfin, si l'hypothèse simplificatrice d'admettre que le rendement, pour un moteur donné quel que soit son taux de compression, est pratiquement le même pour les divers Carburants étudiés, était mise en défaut par des expériences ultérieures sur des hauts taux de compression, il n'en est pas moins vrai que, à l'heure actuelle, les taux pratiques de ρ sont ceux compris de 6 à 8 et que, pour ceux-là au moins, la règle admise ne risque pas d'être infirmée.

§ V. — RENDEMENT D'ENSEMBLE.

L'examen des chiffres du tableau VI semble conduire — non plus du point de vue exclusif du consommateur (u), mais du point de vue énergétique total — à classer les Carburants en satisfaisants, moyens et mauvais, suivant que leur rendement d'ensemble est respectivement supérieur à 15 p. 100, compris entre 15 et 10 p. 100 ou inférieur à 10 p. 100.

Les Carburants mauvais sont les plus nombreux avec, à la base, l'hydrogène (3 p. 100) et la famille de l'Acétylène et de ses dérivés (5,6 p. 100).

Les satisfaisants sont représentés par deux Carburants ayant subi le minimum de transformation (bois 17,7 et anthracite 19) et par le gaz de ville (21,3). L'électricité d'origine thermique est représentée par le chiffre de 16.

Les rendements moyens sont représentés par le Charbon de bois, avec agglomération et récupération (12,4), ainsi que par l'Alcool éthylique de fermentation (12,9 ou 9,3 suivant origine).

Si on considère les extrêmes du tableau dont on excepterait l'hydrogène, on obtient 5,6 pour l'Acétylène et 21,3 pour le Gaz de Ville.

La moyenne de ces chiffres conduit à 13 qui caractérise l'Alcool de Betteraves qui est ainsi à mi-chemin.

L'examen du tableau VI permet de revenir sur un point important déjà signalé et qui consiste dans l'importance prépondérante du coefficient de fabrication, f , dans l'établissement du coefficient définitif R .

Alors que les rendements d'utilisation ne varient que dans des limites très rapprochées, 24 à 31 p. 100 ou 17 à 23 p. 100, suivant qu'il s'agit de carburants liquides ou gazeux, d'une part, et solides, d'autre part, ceux de fabrication varient au moins dans le rapport de 1 à 5. De sorte que la *différenciation du rendement global de l'énergie des matières premières transformées en travail utile à l'arbre du moteur est constituée, non par l'utilisation, mais par la fabrication du Carburant*. C'est une règle sur laquelle on doit d'autant plus insister que c'est le facteur d'utilisation qui semble avoir été, jusqu'à présent, le souci principal.

§ VI. — DE LA PUISSANCE DONNÉE PAR LES CARBURANTS.

On n'a parlé, dans ce qui précède, que du rendement, c'est-à-dire du nombre de CVH obtenu à l'arbre du moteur vis-à-vis de celui inclus, en énergie potentielle (CC), dans la matière originelle.

Un élément, presque aussi important dans le problème des carburants, réside dans la puissance que chacun d'eux permettra de tirer d'une cylindrée donnée.

D'après les considérations exposées ci-dessus, cette puissance ne dépendra, puisqu'il y a quasi identité de rendement, que de la quantité d'énergie potentielle que l'on pourra soumettre au cycle dans le moteur. En un mot, l'étude se fera par le nombre des calories du type (CC') que contiendra, non l'unité de poids ni de volume du carburant, mais bien l'unité de volume du mélange tonnant qu'il permet de réaliser avec l'air.

Pour ne pas allonger la présente note, on n'étudiera pas, ici, les faibles corrections à apporter au critère établi dans l'hypothèse simplificatrice d'une pression totale d'une atmosphère et d'une température de 0° C.

Le tableau III donne, par les valeurs P , cette énergie potentielle par m³ de cylindrée. On peut y vérifier que, sauf pour les Carburants gazeux, les carburants

utilisables actuellement se présentent avec la valeur $P = 960 \pm 5$ p. 100, les carburants lourds en groupement (CH_2) ayant pour valeur asymptotique 973.

Cette uniformisation calculée des puissances optima des Carburants liquides est d'ailleurs confirmée par l'expérience.

La faible valeur relative de P pour le H_2 et CO illustre le fait bien connu et bien d'actualité de la perte de puissance — malgré l'identité de rendement énergétique — du moteur à essence que l'on transpose aux gaz de gazogène. Et la chute théorique s'amplifie du fait de la présence du CO_2 et de H_2O non dissociés que comprennent ces gaz.

L'Acétylène et ses dérivés ont un boni, de l'ordre de 6 à 7 p. 100 environ par rapport aux essences courantes — voisines de 930 — mais il est payé, comme il a été dit plus haut, par un mauvais rendement énergétique global.

On notera que, pour les Alcools — même en ne tenant pas compte de l'amélioration relative de P par suite de l'abaissement marqué de la température à l'admission, due à la grande chaleur d'évaporation — la puissance est pratiquement la même que pour les essences.

Il semblait d'autant plus utile de donner quelques chiffres sur cette « puissance », qu'il règne, dans le langage de l'automobiliste, et même chez des techniciens, des termes qui prêtent à confusion.

Il est même un terme, né récemment, et plus barbare encore, « la force explosive » du Carburant. On désigne, par ces termes, la pression que l'on réalise dans une enceinte fermée où l'on provoque l'allumage du mélange détonant. J'ai montré ailleurs que cette force — qui n'est pas une force mais une pression — est bien une constante spécifique du Carburant et qu'elle a pour valeur $p_e = n(1 + \omega')$ calculée dans le tableau III. Les chiffres dudit Tableau montrent que p_e n'a rien de proportionnel ni au critère puissance P , ni au critère rendement μ qui est pratiquement constant.

Il ne peut donc être question de donner à ce facteur p_e , une signification qu'il peut avoir lorsqu'il s'agit d'explosifs, mais qu'il n'a en aucune manière lorsqu'il s'agit de juger ou de comparer des Carburants.

§ VII. — DE L'IMPORTANCE DES INSTALLATIONS.

A. — Fabrication.

J'ai rassemblé, malgré mon désir de ne pas toucher ici aux questions financières, des prix de revient assez bien établis au début de 1944. Le tableau VII fournira l'image imparfaite, transformée en francs, des quantités de bâtiments — en général négligeables — et de matériel immobilisés sans tenir compte du matériel de transport, emballages et divers qu'une étude complète devrait prendre en considération.

L'immobilisation est évaluée à la tonne de carburants fabriquée par an. J'y ai ajouté, pour que la comparaison soit possible, l'immobilisation par Cheval à l'arbre d'un moteur à explosion et de marche permanente.

On trouve que ce Cheval exige de 550 à 7 000 francs de capitaux pour la fabrication, si on envisage le Charbon de bois préparé par l'infinité de solutions courant entre le four Magnien et l'Usine fixe d'agglomérés et récupérant les sous-produits.

On voit que, pour des solutions de dimensions raisonnables, le prix du Che-

val se maintient entre 7 000 et 13 000 francs pour les alcools de synthèse ou de fermentation.

Et il est à peu près certain que, sous réserve d'envisager de beaucoup plus grosses unités, l'essence d'hydrogénation du gaz CO, ou de la houille, ou des lignites, pourrait fournir le Cheval à des taux d'immobilisation un peu supérieurs à ceux des Alcools.

B. — Utilisation.

Le tableau VII donne, pour deux cas extrêmes, la valeur de l'immobilisation par Cheval, comme ci-dessus, pour l'installation du gazogène à bord des véhicules. On arrive aux chiffres limites de 3 000 à 11 000 francs, chiffres par conséquent beaucoup plus importants que ceux de la fabrication des carburants solides correspondants.

Les carburants liquides, qui engagent beaucoup plus de capitaux, donc de matériel, pour la fabrication, évitent, par contre, cet inconvénient. On peut, en effet, compter pour zéro les frais de modification, quand il y en a, du moteur qui subirait un changement de taux de compression volumétrique ou de carburateur.

C. — Ensemble.

Et, tout compte fait, l'immobilisation, donc la demande en matériel pour alimenter un Cheval permanent, se trouvera, dans la majorité des cas, moins importante pour les combustibles liquides que pour les solides. L'absence de tous renseignements concernant les combustibles gazeux rend malheureusement impossible l'introduction, qui eût été souhaitable, de ces carburants gazeux dans la comparaison.

TABLEAU I.

Influence du coefficient γ sur la valeur de rendement thermo-dynamique théorique μ exprimé en fonction de γ et du taux de compression volumétrique ρ :

$$\mu = 1 - \frac{1}{\rho^\gamma - 1}$$

γ	VALEUR DE μ		RAPPORT $\mu : \mu_a$	
	$\rho = 6$	$\rho = 10$	$\rho = 6$	$\rho = 10$
1,405	0,516	0,606		
1,400	0,512	0,612		
1,350	0,467	0,554		
1,300	0,416	0,499 ⁵		
1,295	0,410 ⁵	0,493	1,021	1,020
1,290	0,405	0,487		
1,287 ⁵	0,402 ⁵	0,484		
a 1,286 ⁸	0,402	0,483 ⁵	1	1
1,285	0,400	0,481	0,995	0,995
1,282 ⁵	0,397 ⁵	0,478		
1,280	0,394 ⁵	0,475	0,981	0,982
1,270	0,383 ⁵	0,463		
1,260	0,372 ⁵	0,450 ⁵		
1,257	0,369	0,446 ⁵	0,918	0,923

LÉGENDE POUR LES TABLEAUX SUIVANTS

	DÉSIGNATION LITTÉRALE	NOTATIONS	FORMULE DE CALCUL	UNITÉS DE MESURE
1	N° et formule de la famille			
2	Dénomination classique du corps			
3	Formule chimique	$C_x H_y O_z N_u$		
4	Poids moléculaire	PM	$PM = 12x + y + 16z + 14u$	grammes.
5	Chaleur d'évaporation	λ 50		calories kg par kg à environ 50°C.
6	Chaleur d'évaporation moléculaire	λ	$(\lambda_{50})(PM) : (1.000)$	calories kg par molécule gramme.
7	Chaleur de combustion moléculaire	om		calories kg par molécule gramme à 45° C.
8	Pouvoir calorifique inférieur moléculaire.	pi	$(om) - (5,25 y)$	calories kg par molécule gramme.
9	Pouvoir calorifique inférieur	pi	$(1.000 \text{ pi}) : (PM)$	calories kg par kg.
10	Pouvoir calorifique inférieur moléculaire			
11	eau vapeur	pi + λ		calories kg par molécule gramme.
12	Facteur auxiliaire de la chaleur de carburation	$(pi + \lambda)'$	valeur arrondie de $(pi + \lambda)$	calories kg par molécule gramme.
13	Nombre de molécules du mélange tonnant pour une de carburant	n_2	$4,8x + 1,20y - 2,4z + 1$	
14	Nombre correspondant après combustion.	n_3	$4,8x + 1,45y - 1,9z + 0,5u$	
15	Expansion moléculaire de combustion	n	$n^3 : n^2$	
16	Chaleur spécifique moyenne des n^3 molécules à pression constante	Z'	$43,5x + 12,8y - 15,2z + 4u$	calories gramme par °C. Températures absolues comprises entre 300 et 2.300° C.
	Comme ci-dessus à volume constant	z'	$33,9x + 9,9y - 11,4z + 3u$	Z' et z' sont composés d'une somme de termes dont chacun, relatif à un des gaz de combustion, est le produit de sa chaleur spécifique par le nombre de ses molécules dans n^3 .
17	Rapport entre les 2 valeurs ci-dessus.	γ'	$\gamma' = Z' : z'$	calories kg par molécule gramme.
18	Chaleur de carburation moléculaire	cc	$n(pi + \lambda)'$	calories kg par m³ de gaz-vapeur à 0°C et 1 atm.
19	Chaleur de carburation au volume	CC'	$(cc) : 0,0224$	calories kg par kg de carburant.
20	Chaleur de carburation	CC	$1.000(cc) : (PM)$	calories kg par m³ de mélange tonnant à 0°C et 1 atm.
21	Energie potentielle du mélange tonnant	P	$(CC) : n_3$	
22	Facteur auxiliaire de la pression de ce mélange	ϖ'	$(pi + \lambda)' : (0,3 z')$	
23	Force explosive de ce mélange.	pe	$n(1 + \varpi')$	atmosphères, température absolue avant l'explosion étant $T_2 = 300^\circ C$.

Les numéros d'ordre sont ceux des colonnes des valeurs numériques correspondant au tableau III.

TABLEAU II.

Caractéristiques : PM, n_2 , n_3 , Z' , z' pour divers carburants.A : Formules par famille en fonction du nombre x de groupes ($=CH_2$) contenus dans la molécule.

$$PM = 14x + A_1 \quad | \quad n_2 = 7,2x + A_2 \quad | \quad n_3 = 7,7x + A_3 \quad | \quad Z' = 69,4x + A_4 \quad | \quad z' = 53,7x + A_5$$

B : Tableau des constantes.

FAMILLE	FORMULE CHIMIQUE	x	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	$(pi + \lambda)' = Bx + K$
1. Paraffiniques . . .	$(CH_2)x + H_2$	≥ 1	+ 2	+ 3,4	+ 2,9	+ 25,6	+ 19,8	$147x + 45$
2. Ethyléniques . . .	$(CH_2)x +$	≥ 2	+ 0	+ 1	+ 0	+ 0	+ 0	$143x + 38$
3. Acétyléniques . . .	$(CH_2)x + H(-2)$	≥ 2	- 2	- 1,4	- 2,9	- 25,6	- 19,8	$150x + 1$
4. Benzéniques . . .	$(CH_2)x + H(-6)$	6, 7, 8	- 6	- 6,2	- 8,7	- 76,8	- 59,4	$145x - 110$
5. Métylamines . . .	$(CH_2)x + NH_3$	1, 2, 3	+ 17	+ 4,6	+ 4,85	+ 42,4	+ 32,7	$155x + 80$
6. Etylamines . . .	$(CH_2)x + NH_3$	2, 4, 6	+ 17	+ 4,6	+ 4,85	+ 42,4	+ 32,7	$150x + 71$
11. Alcools primaires.	$(CH_2)x + H_2O$	≥ 1	+ 18	+ 1	+ 1	+ 10,4	+ 8,4	$147x + 12$
12. Éthers oxydes . .	$(CH_2)x + H_2O$	$\begin{cases} \text{pairs} \\ \geq 2 \end{cases}$	+ 18	+ 1	+ 1	+ 10,4	+ 8,4	$151x + 0$
13. Dicétones	$(CH_2)x + O$	$\begin{cases} \text{impairs} \\ \geq 3 \end{cases}$	+ 16	- 1,4	- 1,9	- 15,2	- 11,4	$145x - 33$
14. Aldéhydes	$(CH_2)x + O$	≥ 1	+ 16	- 1,4	- 1,9	- 15,2	- 11,4	$145x - 33$
16. Dicétals	$(CH_2)x + H_2O_2$	$\begin{cases} \text{pairs} \\ \geq 4 \end{cases}$	+ 34	- 1,4	- 0,9	- 4,8	- 3	$145x - 3$
17. Acétates organi- ques	$(CH_2)x + O_2$	≥ 3	+ 32	- 3,8	- 3,8	- 30,4	- 22,8	$155x - 108$

C : Valeurs isolées.

	PM	n_2	n_3	Z'	z'	$(pi + \lambda)'$
7. CO	28	3,4	2,9	28,3	22,5	68,2
8. H_2	2	3,4	2,9	25,6	19,8	57,9
9. NH_3	17	4,6	4,85	42,4	32,7	76,3
10. C	12	4,8	4,8	54,3	33,9	94,5
15. Paraldéhydes . .	132	39	40,5	369	288	765

D : Observations : les carburants contenant un grand nombre (x) de groupes (CH_2) ont des caractéristiques qui tendent asymptotiquement vers les valeurs que l'on obtient en faisant $x = \infty$ dans les formules.

On trouvera ainsi :

$$n = n_3 : n_2 = 7,7 : 7,2 = 1,069^5$$

$$\gamma' = Z' : z' = 69,4 : 53,7 = 1,286^8$$

$$\varpi' = (pi + \lambda)' : (0,3z') = B : (0,3 \times 53,7).$$

La vraie valeur de B, unique lorsque x est grand, est probablement 147. Pour ce nombre on aurait $\varpi' = 9,12$.

$$pe = n(1 + \varpi') = 10,83.$$

$$P = 975.$$

$$CC = 11\ 200.$$

TABLEAU III.

71

	1	2	3	PM	λ50	λ	(om)	pi	Pi	(pi + λ)	(pi + λ)'
				4	5	6	7	8	9	10	11
1	C_xH_{2x+2}	Méthane	CH_4	16	0	0	213,5	192,5	12 030	192,5	192
		Ethane	C_2H_6	30	0	0	370,9	339,4	11 310	339,4	339
		Propane	C_3H_8	44	0	0	526,7	484,7	11 020	484,7	486
		Butane N	C_4H_{10}	58	0	0	685,6	633,1	10 920	633,1	633
		Pentane N	C_5H_{12}	72	0	0	837,7	774,7	10 760		780
		Hexane N	C_6H_{14}	86	80	6,9	990,4	916,9	10 660	923,8	927
		Octane N	C_8H_{18}	114	80	9,1	1 306,8	1 212,3	10 630	1 221,4	1 221
		Essence normale			80				10 500		
2	C_xH_{2x}	Ethylène	C_2H_4	28	0	0	344,6	323,6	11 570	323,6	324
		Propylène	C_3H_6	42	0	0	497,9	466,4	11 100	466,4	467
		Butylène	C_4H_8	56	0	0	?				610
		Hexylène	C_6H_{12}	84	80	6,7	952,4	889,4	10 590	896,1	896
3	C_xH_{2x-2}	Acétylène	C_2H_2	26	0	0	311,5	301,0	11 580	301,0	301
		Allylène	C_3H_4	40	0	0	472,4	451,4	11 290	451,4	451
4	C_xH_{2x-6}	Benzène	C_6H_6	78	101	8,0	782,5	75,0	9 630	759,0	760
		Toluène	C_7H_8	92	95	9,0	940,1	898,1	9 760	907,1	905
		Xylène O	C_8H_{10}	106	99	10	1 092,7	1 040,2	9 810	1 050,2	1 050
5	$C_xH_{2x+3}N$	Méthylamine	CH_5N	31	0	0	260,4	231,2	7 400	234,2	235
		Diméthylamine	C_2H_7N	45	0	0	426,2	389,5	8 430	389,5	390
		Triméthylamine	C_3H_9N	59	0	0	590,5	543,2	9 040	543,2	545
6	$C_xH_{2x+3}N$	Ethylamine	C_2H_7N	45	0	0	407,8	371,1	7 730	371,1	371
		Diéthylamine	$C_4H_{11}N$	73	100	7,3	721,5	6 37,7	9 090	671,0	671
		Triéthylamine	$C_6H_{15}N$	101	94	9,5	1 040,2	9 15	9 520	971,0	971
7	CO	Oxyde de Carbone	CO	28	0	0	68,2	68,2	2 440		68,2
8	H ₂	Hydrogène	H ₂	2	0	0	68,4	57,9	28 950	57,9	57,9
9	NH ₃	Ammoniac	NH ₃	17	0	0	76,3	76,3	4 490	76,3	76,3
10	C	Carbone	C	14	0	0		94,5	6 750		94,5
11	$C_xH_{2x+2}O$	Méthanol	CH_4O	32	280	9,0	171,8	150,8	4 710	159,8	159
		Ethanol	C_2H_6O	46	220	10,1	328,8	297,3	6 460	307,4	306
		Propanol	C_3H_8O	60	180	10,8	483,1	441,1	7 350	451,9	453
		Butanol	$C_4H_{10}O$	74	160	11,8	638,9	586,4	7 920	598,2	600
12	$C_xH_{2x+2}O$	Oxyde de Méthyle	C_2H_6O	46	0	0	343,1	311,6	67 70	311,6	302
		Oxyde d'Ethyle	$C_4H_{10}O$	74	0	0	630,2	597,7	8 080	597,7	604
		Oxyde de Propyle	$C_6H_{14}O$	102	83	8,5	?				906
		Oxyde d'Amyle	$C_{10}H_{22}O$	158	70	11,0	1 608,0	1 492,5	9 450	1 503,5	1 510
13	$C_xH_{2x}O$	Acétone	C_3H_6O	58	124	7,0	426,7	395,2	6 810	402,2	402
		Diéthylcétone	$C_5H_{10}O$	86	93	8,0	735,4	682,9	7 940	690,9	692
		Dipropylcétone	$C_7H_{14}O$	114	80	9,0	1 050,2	976,7	8 570	985,7	982
14	$C_xH_{2x}O$	Formaldéhyde	CH_2O	30	0	0	122,1	111,6	3 720	111,6	112
		Acétaldéhyde	C_2H_4O	44	0	0	278,4	257,4	5 850	257,4	257
		Propionaldéhyde	C_3H_6O	58	0	0	434,2	402,7	6 940	402,7	402
15	15	Paraldéhyde	$C_6H_{12}O_3$	132	112	14,5	813,2	750,2		764,7	765
16	$C_xH_{2x+2}O_2$	Diméthylcétal	$C_5H_{10}O_2$	90	?	?	?				577
		Diéthylcétal	$C_6H_{14}O_2$	118	93	11,0	929,8	856,3	7 260	867,3	867
		Dipropylcétal	$C_8H_{18}O_2$	146	?	?					1 127
17	$C_xH_{2x}O_2$	Acétate Méthyle	$C_3H_6O_2$	74	100	7,4	380,9	349,4	4 720	356,8	357
		Acétate Ethyle	$C_4H_8O_2$	88	96	8,5	538,5	496,5	5 640	505,0	502

	n ₂	n ₃	n	Z'	z'	Y'	(cc)	(CC)'	(CC)	P	$\bar{\omega}'$	pe
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	10,6	10,6	1,000	94,7	73,5	1 288	192,0	8 570	12 000	808	8,71	9,71
	17,8	18,3	1,028	163,8	127,2	1 287	348,5	15 560	11 620	874	8,88	10,16
	23,0	26,0	1,040	232,9	180,9	1 287	505,4	22 560	11 490	902	8,95	10,35
	32,2	33,7	1,047	302,0	234,6	1 287	662,8	29 590	11 430	919	8,99	10,46
	39,4	44,4	1,051	371,1	288,3	1 287	819,8	36 600	11 390	929	9,02	10,53
	46,6	49,1	1,054	440,2	342,0	1 287	977,1	43 620	11 360	936	9,03	10,57
	61,0	64,5	1,057	578,4	449,4	1 287	1 290,6	57 620	11 320	945	9,06	10,63
			1,060			1 287			11 200	930		
2	15,4	15,4	1,000	138,2	107,4	1 286	324,0	14 460	11 570	939	10,06	11,06
	22,6	23,1	1,022	207,3	161,1	1 286	477,3	21 310	11 360	943	9,66	10,89
	29,8	30,8	1,033	276,4	214,8	1 287	630,1	28 130	11 250	944	9,47	10,82
	44,2	46,2	1,045	414,6	322,2	1 287	936,3	41 800	11 150	946	9,27	10,73
3	13,0	12,5	0,961	112,6	87,6	1 285	289,3	12 910	11 130	993	11,45	11,96
	20,2	20,2	1,000	181,7	141,3	1 286	451,0	20 130	11 270	997	10,64	11,64
4	37,0	37,5	1,013	337,8	262,8	1 285	769,9	34 370	9 870	929	9,61	10,78
	44,2	45,2	1,022	406,9	316,5	1 285	924,9	41 290	10 050	934	9,53	10,76
	51,4	52,9	1,029	476,0	370,2	1 286	1 080,4	48 230	10 190	938	9,45	10,75
5	11,8	12,55	1,063	111,5	86,4	1 290	249,8	11 150	8 060	945	9,07	10,70
	19,0	20,25	1,066	180,6	140,1	1 289	415,7	18 560	9 240	977	9,28	10,96
	26,2	27,95	1,066	249,7	193,8	1 288	581,0	25 940	9 850	990	9,37	11,05
6	19,	20,25	1,066	180,6	140,1	1 289	395,5	17 660	8 790	929	8,83	10,48
	33,4	35,65	1,067	318,8	247,5	1 288	716,0	31 960	9 810	957	9,04	10,71
	47,8	51,05	1,068	457,0	354,9	1 288	1 037,0	46 290	10 270	968	9,12	10,81
7	3,4	2,9	0,853	28,3	22,5	1 257	58,2	2 600	2 080	765	10,10	9,47
8	3,4	2,9	0,853	25,6	19,8	1 292	49,4	2 210	24 700	650	9,75	9,17
9	4,6	4,85	1,054	42,4	32,7	1 296	80,4	3 590	4 730	780	7,78	9,25
10									7 873			
11	8,2	8,7	1,061	79,5	62,1	1 280	168,7	7 530	5 270	918	8,53	10,11
	15,4	16,4	1,065	148,6	115,8	1 283	326,9	14 590	7 110	947	8,84	10,48
	22,6	24,1	1,066	217,7	169,5	1 284	482,9	21 560	8 050	954	8,90	10,55
	29,8	31,8	1,067	286,8	223,2	1 285	640,2	28 580	8 650	959	8,96	10,63
12	15,4	16,4	1,065	148,6	115,8	1 283	321,6	14 360	6 990	932	8,69	10,32
	29,8	31,8	1,067	286,8	223,2	1 285	644,5	28 770	8 710	965	9,02	10,69
	44,2	47,2	1,067	425,0	330,6	1 286	966,7	43 160	9 480	976	9,13	10,81
	73,0	78,0	1,068	701,4	545,4	1 286	1 612,7	72 000	10 210	986	9,23	10,93
13	20,2	21,2	1,049	192,1	149,7	1 283	421,7	18 830	7 270	932	8,95	10,44
	34,6	36,6	1,058	330,3	257,1	1 285	732,1	32 680	8 510	944	8,97	10,55
	49,0	52,0	1,061	468,5	364,5	1 285	1 041,9	46 510	9 140	949	8,98	10,59
14	5,8	5,8	1,000	53,9	42,3	1 274	112,0	5 000	3 730	862	8,83	9,83
	13,0	13,5	1,038	123,0	96,0	1 281	265,7	11 860	6 040	912	8,89	10,27
	20,2	21,2	1,049	192,1	149,7	1 283	421,7	18 830	7 270	932	8,95	10,44
15	39,0	40,5	1,038	369,0	288,0	1 281	79,1	35 450	6 010	909	8,85	10,22
16	27,4	29,9	1,091	272,2	211,8	1 285	629,5	28 100	6 990	1 025	9,08	11,00
	41,8	45,3	1,083	410,4	319,2	1 285	939,0	41 920	7 960	1 003	9,05	10,89
	56,2	60,7	1,080	548,6	426,6	1 286	1 219,6	55 790	8 560	989	9,04	10,84
17	17,8	19,3	1,084	176,9	138,3	1 279	387,0	17 280	5 230	971	8,60	10,41
	25,0	27,0	1,080	246,0	192,0	1 281	553,0	24 690	6 280	988	8,89	10,68

TABLEAU IV.
Rendement du traitement, *t*, des matières premières.

MATIÈRE PREMIÈRE (1)	NATURE DE LA TRANSFORMATION (2)	N° D'ORDRE (3)	CARBURANT OBTENU			RENDEMENT DU TRAITEMENT		
			Dési- gnation. (4)	Énergie potentielle unitaire. (5)	P. 100 en poids de la matière première (6)	Calories du carburant (7)	Calories de la matière traitée (8)	Rap- port <i>t</i> (9)
Bois à 20 p. 100 d'eau du poids total.	Découpage. Séchage.	1	Bois à 3 p. 100 d'eau.	Pi = 4 240	84,2	Pi = 3 540	Pi = 3 450	1 026
	Carbonisation au four Magnien.	2	Charbon de bois.	Pi = 7 560	20,0	Pi = 4 540	»	0,438
	Carbonisation en usine	3	Charbon de bois.	Pi = 7 560	25,0	Pi = 4 890	»	»
	Agglomération et récupération.		Carburant liquide.	CC = 7 500	4,0 (0,725)	CC = 440	»	»
	Gaz Fisher dans gazogène souf- flés à l'oxygène et H ₂ O	4	Méthanol de synthèse.	CC = 5 270	24,0	CC = 1 265	»	0,366
	Synthèse catalytique de gaz CO + 2H ₂ = CH ₄ O. Gaz Fischer comme ci-dessus .	5	Essence de synthèse.	CC = 41 200	8,33	CC = 940	»	0,272
Sucre. Saccharose (18 p. 100 en poids des betteraves).	Inversion en glucose et fermen- tation alcoolique $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O =$ $4C_2H_5OH + 4CO_2$ $4 \times 46.$	6 bis	Alcool éthy- lique. (Charbon de bois.	CC = 7 410 Pi = 7 560	20,0 46,6 (0,725)	CC = 4 420 Pi = 910	»	0,675
	Pyrogénéation catalytique de l'acide. $2C_2H_3O_2 = (CH_3)_2CO + H_2O + CO_2$ $2 \times 60 = 58 + 18 + 44.$	6 ter	Alcool éthy- lique. Acéto.le.	CC = 7 410 cc = 326,9	53,8 (soit, par rap- port à la bel- terave : 9,7)	CC = 3 463 cc = 4 x 326,9	Pi = 3 620 pi = 1 240	1 054
Acide acétique.				CC = 7 270 cc = 421,7	48,3	cc = 421,7	pi = 2 x 188,6	1,417

TABLEAU IV (suite).

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Houilles, lignites.	Criblage. Séchage houille . . .	7	Anthracite.	Pi = 8 000	100	Pi = 8 000	Pi = 8 000	1 000
	Distillation houille à haute température en usine à gaz . . .	8	Coke. Benzol. Goudron. Gaz de ville.	Pi = 7 200 CC = 9 870 CC = 8 000 CC' = 4 000	70 0,8 5 50 m ³ par 100 kg.	Pi = 5 040 CC = 80 CC = 400 CC' = 2 000		
	Distillation de la houille à basse température en usine.	9	Semi-coke pour gazo. Essences. Goudron. Gaz.			7 520	» »	0,940
	Gaz Fisher comme en (4) . . .	10	Méthanol de synthèse.					?
	Gaz Fisher comme en (5) . . .	11	Essences de synthèse.	CC = 11 200	20	CC = 2 240	» »	0,280
	Hydrogénation directe.	12	Essences d'hydrogénation.					?
	Combustion partielle en gazogène par l'oxygène de l'air (gaz ordinaire) ou de l'eau (gaz à l'eau).	13	Oxyde de carbone.	CC = 2 080	233,0	CC = 4 850	Pi = 8 000	0,606
	Fabrication du CaC ₂ et transformation du CaC ₂ en C ² H ² par l'eau	14	Acétylène.	CC = 11 130 cc = 289,3	42,0	CC = 4 780	» »	0,598
	1 kg CaC ₂ = 350 gr de C ₂ H ₂ = 300 l, d = 1, 16 gr/l 1 kg charbon = 1,2 kg CaC ₂ .							
	Eau.	15	Hydrogène.	C = 2 210 cc = 49,4			O	
Alcool Méthyllique.	Ethérification par acide acétique. CH ₃ O + C ₂ H ₅ O ₂ = C ₂ H ₅ O ₂ + H ₂ O 32 + 60 = 74 + 18.	4/1	Acétate de Méthyle.	CC = 5 230 cc = 387	80,4	cc = 387	cc = 168,7 pi = 188,6 537,3	1,083
Alcool Éthyllique.	Ethérification par acide acétique. C ₂ H ₅ O + C ₂ H ₅ O ₂ = C ₂ H ₅ O ₂ + H ₂ O 46 + 60 = 88 + 18.	6/1	Acétate d'Éthyle.	CC = 6 280 cc = 553	83,0	cc = 553	cc = 326,9 pi = 188,6 545,5	1,075
	Déshydratation 2 C ₂ H ₅ O = O(C ₂ H ₅) ₂ + H ₂ O 2 × 46 = 74 + 18	6/2	Oxyde d'Éthyle ou (Ether).	CC = 8 710 cc = 644,5	80,0	cc = 644,5	cc = 2 × 326,9 0,998	0,998

74 CARBURANTS DE REMPLACEMENT. — SEPTEMBRE-DÉCEMBRE 1912.

Acétylène.	Hydratation.	14/1	Acétaldéhyde.	CC = 6 040 cc = 265,7	169,0	cc = 265,7	cc = 289,3	0,918
	Polymérisation de l'aldéhyde. 3 C ₂ H ₂ O = C ₆ H ₂ O ₃ .	14/2	Paraldéhyde.	CC = 6 040 cc = 794,1	100,0	cc = 794,1	cc = 3 × 289,3	0,915
	Alcoolisation	14/3	Diéthylcétal.	CC = 7 960 cc = 939	100,0	cc = 939,9	cc = 289,3 + 2 × 326,9	0,995
	Hydrogénation	14/4	Ethane.	CC = 11 620 cc = 348,8	100,0	cc = 348,5	cc = 289,3 + 2 × 49,4	0,897
	Polymérisation	14/5	Benzène.	CC = 9 870 cc = 769,9	100,0	cc = 769,9	cc = 3 × 289,3	0,888
	Oxyhydratation en acide acétique. C ₂ H ₂ + H ₂ O + O = C ₂ H ₅ O ₂ Pyrogénéation de l'acide. 2 C ₂ H ₅ O ₂ = (CH ₃) ₂ CO + H ₂ O + CO ₂ 2 × 26 + x = 58 + x.	14/6	Acétone.	CC = 7 270 cc = 421,7	111,5	cc = 411,7	cc = 2 × 289,3	0,729
Hydrogène.	Hydrogénation de l'Azote . . . N ₂ + 3 H ₂ = 2 NH ₃ 28 + 6 = 34.	13/1	Ammoniaque.	CC = 4 730 cc = 80,4	567	cc = 2 × 80,4	cc = 3 × 49,4	1,085
Glucose.	Fermentation alcoolique de certains sucres. C ₆ H ₁₂ O ₆ = 2 C ₂ H ₅ O + 2 CO ₂ 180 = 92 + 88.	F/6	Alcool éthylique.	CC = 7 740 cc = 326,9	54,1	cc = 2 × 326,9	pi = 610	1,072
	Fermentation acétobutyrique. C ₆ H ₁₂ O ₆ = C ₂ H ₅ CO ₂ H + 2 CO ₂ + 2 H ₂ 180 = 88 + 88 + 4	F'/6	Dipropylcétone.	CC = 9 140 cc = 1 041,9	31,6 + 2,2 = 33,8	cc = 1 041,9 + 4 × 49,4	pi = 2 × 610	1,016
	Pyrogénéation catalytique de l'acide. 2 C ₂ H ₅ CO ₂ H = (C ₂ H ₅) ₂ CO + H ₂ O + CO ₂ 2 × 180 (glucose) = 114 + 246.		Hydrogène.	CC = 24 700 cc = 49,4	(ou sans H ₂) 31,6	ou (sans H ₂) cc = 1 041,9	pi = 2 × 160	0,854
Saccharose.	Inversion des sucres naturels. C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ + H ₂ O = 2 C ₆ H ₁₂ O ₆ 342 + 18 = 2 × 180.	1/6	Glucose.	pi = 610	105,1	pi = 2 × 610	pi = 1 240	0,849
Cellulose. Amidon.	Hydrolyse de toutes celluloses. C ₆ H ₁₀ O ₅ + H ₂ O = C ₆ H ₁₂ O ₆ 162 + 18 = 180.	H/6	Glucose.	pi = 610	111,1	pi = 610	pi = 630	0,968
	Fermentations subséquentes comme en F/6.	J/6	Alcool éthylique.	56,8 37,5 (sans H ₂) 35,1				1,038 0,984 0,826
	Fermentations subséquentes comme en F'/6.	J'/6	Cétone et Hydrogène.					

CARBURANTS DE REMPLACEMENT.

75

OBSERVATIONS (page suivante).

OBSERVATIONS.

Les numéros simples de 1 à 15 correspondent à des opérations complètes en partant des matières premières diverses. Tous les autres sont relatifs à des opérations partielles.

- (3) et (6) — Le facteur 0,725, représentant le rendement du gazogène, est utilisé pour permettre l'addition des calories des carburants solides avec les liquides ou gazeux.
- (1) — Bois sec, $P_i = 4.460$ calories. 1 p. 100 d'eau réduit P_i , compte tenu de l'évaporation d'eau, de 0,01 ($4.460 + 600$) = 50. A 20 p. 100, on aura donc $P_i = 3.460$ calories. Les 100 kgs de bois à 20 p. 100 ($80 + 20$) sont devenus $84,2 = 80 + 4,2$. A 5 p. 100, on aura $P_i = 4.210$.
- (4) — Rendements en poids vraisemblables, annoncés à la suite d'essais semi-industriels.
- (11) et (3) — Rendements en poids donnés par Fisher, y compris énergies parasites.
- (6) — Rendements en poids vraisemblables; moyenne de divers procédés en étude ou industriels.
- (13) — Simple indication pour le CO. Ces gaz ne donnent généralement que 1.000 à 1.500 calories par m^3 ; ils ne peuvent être utilisés comme carburants que s'ils sont au préalable enrichis. A moins qu'ils soient directement fabriqués sur le véhicule, ce qui ramène au (7).
- (4) et (5) — La tonne de bois contenant environ 400 kg de carbone et les gaz du gazogène ayant 35 p. 100 de carbone en CO (reste en CO^2 et hydrocarbures divers), la tonne de bois donne 140 kg de carbone en CO, d'où $140 \times (32:12) = 370$ kg d'alcool. Pratiquement, on tombe à 240 kg. En essence, on aurait de même $140 \times (14:12) = 163$ kg d'hydrocarbures, chiffre que la pratique ramène à la moitié par suite de l'importance des opérations secondaires.
- (4/4) et (6/4) — L'éthérification des Alcools par l'Acide acétique est une opération complémentaire de la fabrication de l'Alcool (4) (6). Il y a théoriquement boni d'énergie dans la matière traitée (7 à 8 p. 100). Mais le traitement ne se fait pas sans consommation d'énergies parasites (inconnues).
- (6/2) — La déshydratation de l'Alcool Éthylique est plus équilibrée du point de vue théorique (boni 2 p. 100). Elle demande également des énergies parasites (inconnues).
- (14/1 et 14/6) — Le traitement de l'Acétylène en vue de la production d'autres carburants laisse subsister, comme on le voit, de 918 p. 1 000 (Acétal) à 729 p. 1 000 (Acétone) de l'énergie de l'Acétylène. Mais, ces résultats doivent être modifiés dans le bilan total par le fait des énergies parasites (inconnues) nécessaires au traitement.
- (15/1) — L'énergie de l'Hydrogène se retrouve intégralement (à 8 p. 100 près) dans le NH^3 . Mais le traitement comprend d'énormes consommations d'énergies parasites (inconnues).
- (F/6) et (F'/6) — La fermentation des sucres n'est qu'une fraction du traitement des bois en vue de la fabrication de l'Alcool Éthylique de fermentation; elle joue un rôle partiel semblable dans le traitement, pour le même but, des celluloses en général ainsi que des matières sucrées, ou amylacées. En particulier, pour le bois, F/6 est inclus dans l'ensemble numéro 6. Il faut remarquer l'avantage de la fermentation alcoolique sur la butyrique. Pour F'/6, on a chiffré les hypothèses où l'énergie de l'Hydrogène libéré à la fermentation est ou non utilisée.
- (1/6) et (H/6) — Opérations préliminaires de la transformation des matières végétales en vue de l'obtention des sucres et de leur fermentation subséquente (F/6 et F'/6).
- J/6 et (J'/6) — Les rendements s'obtiennent en multipliant ceux de H/6 par ceux respectivement de F/6 et F'/6.

TABLEAU V.

Coefficient parasite p. — Rendement de fabrication f.

N°	CARBURANT	MATIÈRE PREMIÈRE	ÉNERGIES D'AP-POINT		TOTAL	$p = 1 : (1 + a)$	(t)	f EN P. 100
			Chauffage.	Force.				
1	Bois sec pour gazo- gènes	Bois	450	5	455	0,865	1,026	88,7
2	Charbon de bois ordi- naire	Bois	inclus dans (t)	0	0	1,000	0,438	43,8
3	Agglomérés de char- bon de bois	Bois	450	60	200	0,833	0,675	56,2
4	Méthanol synthétique. Bois gazéifié. . . .	Bois	500	65	565	0,638	0,366	23,3
5	Essence synthétique. Bois gazéifié. . . .	Bois	inclus dans (t)	—	—	—	—	27,2
6	Alcool éthylique (Fer- mentation).	Bois	850	150	1 000	0,500	0,675	33,8
6 bis	Alcool éthylique (Fer- mentation).	Betterave	500 (x)	50 (x)	1 220 (x)	0,450	1,054	47,4
6 ter	Acétone	Acide acé- tique	—	—	—	—	1,117	—
7	Anthracite pour gazo- gène.	Houille	50	5	55	0,948	1,000	94,8
8	Gaz de ville	Houille	200	10	210	0,826	0,940	77,6
9	Coke pour gazo et gaz.	Houille	—	—	—	—	—	—
10	Méthanol synthétique. (Houille ou lignite gazéifié).	Houille	—	—	—	—	—	25,6
11	Essence synthétique. (Houille ou lignite gazéifié).	Lignite	—	—	—	—	—	28,0
12	Essence d'hydrogéné- tion	Lignite	—	—	—	—	—	—
13	Gaz de gazogène à air.	Lignite	—	—	—	—	0,606	—
14	Acétylène	Houille	—	1,900	1,900	0,345	0,508	20,3
15	Hydrogène	Électrolyse	—	—	20 000	—	—	11,0
16	Electricité	Houille	—	—	—	—	—	20,0

OBSERVATIONS.

Les numéros d'ordre sont ceux du tableau IV.

Les valeurs des rendements t sont relevées du tableau IV.

- (10) Par rapprochement de (4), en supputant l'amélioration de rendement du gazo-
gène vis-à-vis de celui à bois.
- (16) Le chiffre 0,200 suppose le rendement normal de grandes centrales thermiques
de 0,250 et un rendement de distribution de 0,80.
- (5) (11) Le rendement indiqué pour la transformation contient toutes les consom-
mations de combustible.

(14) 4 400 KWH par tonne de charbon traitée, soit $\frac{4\,400 \times 860}{0,25 \times 8\,000} = 4\,900$ kg de houille.

(15) Il faut, tout compté, 6 KWH environ par m³ d'hydrogène électrolytique, soit environ : $\frac{6 \times 860}{0,25} = 20\,000$ calories. Et le m³ de H² représente

$$(CC)' = 2\,210 \text{ calories.}$$

D'où $f = 0,410$.

(14) (15) (16) Supposent l'électricité produite en centrales thermiques à charbon. S'il s'agissait de houille blanche, ces chiffres f perdraient leur signification.

(6 bis) Les chiffres (x) représentent les kgs de charbon par tonne de carburant. Le total de 550 kg correspondrait, au point de vue énergétique, à 550 (8 000 : 3 620) = 1 220 kg de sucre.

(6 ter) L'acide acétique s'obtient, par exemple, comme sous-produit de la distillation du bois.

NOTA. — Pour les carburants issus, par transformation complémentaire, de ceux du présent tableau, le rendement f sera évidemment inférieur à celui indiqué pour le carburant du départ.

TABLEAU VI.

Valeurs en p. 100 de certains rendements de fabrication (f), d'utilisation (u) et global (R).

ÉTAT	ORIGINE	CARBURANTS	f	u	R	N°
Solides	Bois	Bois sec pour gazogène	88,7	20	17,7	1
	Bois	Charbon de bois ordinaire pour gazo.	43,8	20	8,7	2
	Bois	Charbon de bois aggloméré pour gazo.	56,2	22	12,4	3
	Houille	Anthracite pour gazogène	94,8	20	19,0	7
Liquides	Bois	Méthanol de Synthèse de gaz Fisher	23,3	27,5	6,4	4
	Houille	— — — — —	25,6	27,5	7,0	10
	Bois	Alcool éthylique de fermentation.	33,8	27,5	9,3	6
	Betterave	— — — — —	47,4	27,5	13,0	6 bis
	Bois	Essence synthétique de gaz Fisher.	27,2	27,5	7,5	5
	Houille	— — — — —	28,0	27,5	7,7	11
Gazeux	Houille	Essence synthétique d'hydrogénation.	—	27,5	—	12
	Houille	Gaz de ville.	77,6	27,5	21,3	8
	Houille	Acétylène.	20,3	27,5	5,6	14
Électricité	Électrolyse	Hydrogène	11	27,5	3,0	15
	Houille		20	80	16,0	16

N°. — Les numéros de repère des carburants sont ceux des tableaux précédents.

(3) — On a admis 22 au lieu de 20 pour marquer le léger avantage du Charbon de bois aggloméré vis-à-vis du charbon de bois ordinaire.

Les carburants issus, par transformation complémentaire, de ceux du présent tableau, ont, obligatoirement, un rendement f inférieur à celui du carburant de départ. Comme les coefficients d'utilisation u sont pratiquement les mêmes que pour le carburant de départ, on peut dire que le rendement global R sera également inférieur à celui de ce carburant.

Ces divers carburants complémentaires issus des alcools, de l'acétylène et de l'hydrogène, n'ont pu être étudiés dans le détail par suite de manque de documents sur les énergies d'apport nécessaires à leur fabrication.

TABLEAU VII.

Valeur d'Immobilisations pour quelques fabrications.

Une tonne de carburant/an équivaut, si le carburant a une Chaleur de Carburation CC calories-kg et si l'on compte une utilisation permanente — 8 640 heures par an — à (1 000 CC) : 8 640 calories-heure.

S'il s'agit de carburants liquides ou gazeux dans un moteur à marche à meilleur rendement, on peut compter que le Cheval-heure coûte en moyenne 2 300 calories de CC. De sorte que :

1 tonne de carburant/an équivaut à

$$(1\,000\text{ CC}) : (8\,640 \times 2\,300) = (\text{CC} : 20\,000) \text{ en chevaux} \dots\dots\dots (S_1)$$

S'il s'agit de carburants solides, l'équivalent en chevaux doit être réduit du rendement du gazogène, c'est-à-dire multiplié par un coefficient moyen de 0,723 :

1 tonne de carburant/an équivaut à

$$(P_i \times 0,723) : 20\,000 \dots\dots\dots (S_2)$$

Des renseignements assez précis permettent d'évaluer, au 1^{er} janvier 1941, certaines installations de production de carburants de remplacement. On en a déduit les chiffres de la page suivante.

Il paraît utile de mettre en regard des chiffres dudit tableau quelques indications concernant la valeur des Gazogènes indispensables à l'utilisation des carburants solides les plus répandus (Bois et Charbon de bois).

On peut admettre, comme extrêmes, la voiture devant faire par jour 100 km avec une consommation représentée par 12 litres d'essence et un camion parcourant 200 km et consommant 35 litres aux 100 km.

		VOITURE	CAMION
par jour.	Essence (litres).	12	70
d°.	Essence (kg).	8,75	34
d°.	Essence Calories (11 200 C/kg).	98 000	371 000
par heure moyenne	(24 H/Jour).	4 100	23 700
d°.	Chevaux (2 300 C/CVH).	1,783	10,304
Dépenses d'installation	Gazogène et accessoires (fr).	20 000	30 000
Immobilisations	en frs, par CV permanent.	11 200	2 900
d°.	d°, en moyenne	7 000	

Tableau des Amortissements pour les Installations.

N° DU TABLEAU IV	TYPE D'INSTALLATION	CHALEUR DE CARBURATION CC OU POUVOIR CALORIFIQUE Pi (CAL/KG)	COEFFICIENT S	IMMOBILISATIONS EN FRs PAR	
				tonne de Carburant/an.	Cheval permanent.
2	Carbonisation au four Ma- gnien				
	Un four vaut 4 500 fr. On fait 30 tonnes Charbon de bois/an.	Pi = 7 560	S ₂ = 0,274	150	550
2 bis	Carbonisation en installa- tion semi-fixe continue, sans récupération-1 four et accessoires pour 100 000 fr; fait 300 tonnes/an	Pi = 7 560	S ₂ = 0,274	333	1 200
3	Carbonisation en Usine avec agglomération et récupé- ration. Une Usine de 8 000 t/an de bois brut coûte 6 000 000 fr et donne en agglomérés. 2 000 t/an et carburant liquide 400 t/an Total . . . 2 400 t/an Chevaux totaux : 0,274 × 2 000 = 548 0,375 × 400 = 150 Total . . . 698 CV Pour Usine trois fois plus forte, environ Soit, en moyenne.	Pi = 7 560 CC = 7 500	S ₂ = 0,274 S ₁ = 0,375	2 500	8 500
4	Méthanol de Synthèse en partant de Gaz Fisher fait au bois. L'Usine type de 10 000 t/an de bois brut vaut 8 000 000 fr et donne 2 400 t. d'alcool. Hydrolyse du bois L'Usine type de 25 000 t/an de bois brut coûte en moyenne 30 000 000 fr et donne : Alcool éthylique. . 5 000 t Charbon de lignine. 4 150 t Total 9 150 t	CC = 5 270	S ₁ = 0,263	3 300	12 500
6		CC = 7 110 Pi = 7 560	S ₁ = 0,353 S ₂ = 0,274	3 300	

Tableau des Amortissements pour les Installations (suite).

N° DU TABLEAU IV	TYPE D'INSTALLATION	CHALEUR DE CARBURATION CC OU POUVOIR CALORIFIQUE PI (CAL/KG)	COEFFICIENT S	IMMOBILISATIONS EN FR PAR	
				tonnes de Carburant/an.	Cheval permanent.
6 bis	Chevaux totaux : $0,355 \times 5\,000 = 1\,775$ $0,274 \times 4\,150 = 1\,135$ Total. . . 2 910 CV				10 300
	Pour Usine deux à trois fois plus forte, les chiffres descendraient à			2 200	7 000
	Distillerie de Betteraves pour Alcool éthylique. . . La plus petite, 1 000 t. Al- cool/an, coûte 6 000 000 fr.	CC = 7 410	$S_1 = 0,355$	6 000	17 000
	On peut, pour de plus grosses installations, pré- voir			3 000	8 500
	Ces prix à la tonne ou au cheval se réduiraient pour toute adjonction d'autres fermentations à saisons alternées per- mettant de travailler plus de 120 j/an. Il semble donc logique d'admettre que les maxima ci-dessus se ramèneraient aux envi- rons de la moyenne . . .			4 500	12 500

§ VIII. — CONCLUSIONS.

Il apparaît, comme première conséquence du présent examen, que les carburants doivent être classés et appréciés, *du point de vue de leur emploi*, par les calories qui constituent leur énergie potentielle. Ces calories doivent être évaluées, pour les carburants liquides ou gazeux, en « chaleur de carburation » qui tient compte de l'évaporation et du coefficient d'expansion moléculaire de combustion. Pour les carburants solides, il faut utiliser le Pouvoir Calorifique inférieur réduit par le rendement du gazogène à bord.

La seconde conséquence — et qui constitue une véritable conclusion — est

que, *du point de vue de l'économie générale énergétique*, les divers combustibles se classent en satisfaisants (R supérieur à 15 p. 100, Gaz de ville, carburants solides non transformés, etc.), en mauvais (R inférieur à 10 p. 100, contenant le plus grand nombre et en moyens (R compris entre 10 et 15 p. 100, dans lesquels on trouve les Charbons de bois avec agglomération et récupération, ainsi que l'Alcool éthylique de fermentation).

Cependant, ainsi qu'il a été expressément défini dans le texte, toute une série d'éléments de premier plan n'ont pu être mis en ligne de compte. Ils se résument essentiellement dans les besoins en matériel et matériaux nécessaires à la réalisation et au fonctionnement des installations de production des carburants et à l'emmagasinage et au transport de ceux-ci.

Il faudrait donc compléter et corriger la conclusion présentée ci-dessus, en recherchant l'influence de ces facteurs que le manque de documentation complète a fait laisser dans l'ombre.

Il est cependant certain que, ainsi reprise, la discussion conduira à des conclusions qu'il n'est pas présomptueux de prévoir, car le bon sens les dicte et leur enchaînement ne heurte pas le classement théorique présenté ici. Et on arrive à formuler, comme suit, les exigences de la situation actuelle :

1^o Mettre d'innombrables mains-d'œuvre à l'exploitation des richesses forestières pour l'alimentation des gazogènes à bois. Accélérer la fabrication du Charbon de bois qu'attendent des milliers de gazogènes et récupérer le maximum de carburants liquides compatible avec des installations aussi rudimentaires que possible.

2^o Mettre de toute urgence sur pied et pousser la réalisation d'un programme de fabrication massive des véritables carburants de remplacement que constitueront les alcools. S'intéresser, en première phase, aux fabrications ne comportant que le minimum des outillages complexes qu'exigent la synthèse, l'hydrolyse, la saccharification ou l'inversion. Et ceci conduira inéluctablement à mettre au premier plan les plantes sucrées annuelles puisqu'elles appartiennent à l'industrie de la distillation relativement si simple et, en tout cas, si spécifiquement française.

3^o Tirer tout ce que l'on peut de la houille blanche en énergie électrique. Libérer, par voie de conséquence, le maximum de charbon que peuvent transformer en gaz divers des usines existantes dont on développerait le plus possible la production.

4^o Et, pour une phase à plus lointaine échéance, étudier et mettre en route, si l'étude y mène, un programme de traitement à grande échelle des schistes bitumineux et des lignites, ressources qui, malheureusement, en contre-partie de leur abondance, exigent des installations puissantes et de grand appétit en matériaux sidérurgiques.

SÉANCES PUBLIQUES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONFÉRENCE BARDY

La distillerie de betteraves, sa situation actuelle, ses possibilités d'accroissement

par M. MARTRAIRE,

Secrétaire général du Syndicat de la Distillerie agricole.

(Samedi 6 Juin 1942).

Historique. — L'origine du traitement de la betterave en distillerie, en vue de la fabrication de l'alcool, se situe à la fin du XVIII^e siècle.

En France, le créateur de cette industrie est Champonnais, dont les brevets remontent à 1852-1854.

En 1862, on compte 367 distilleries annexées aux fermes, travaillant 5 000 t. par jour. De cette date à la guerre de 1914, la production croît, avec des fluctuations plus ou moins marquées. En 1914, il y a 325 distilleries de betteraves donnant 1 560 000 hectolitres d'alcool, soit 47 p. 100 de la production totale. Le conflit entraîne la destruction de 111 usines et l'arrêt partiel des autres qui ne font plus que 213 000 hectolitres en 1918.

Une loi réserve à l'Etat les alcools d'industrie. En 1924, un autre texte législatif fixe le prix d'achat de l'alcool de betteraves à la parité de celui du sucre. Cette disposition, qui apporte une garantie de prix, favorise la production :

En 1924, 175 usines fournissent 830 000 Hl.

En 1934, 260 — — 2 890 000 Hl.

Cette progression rapide, qui risque de mettre en péril l'équilibre financier du Service des Alcools, est limitée par la loi de contingentement de 1933, modifiée en 1935 et en 1939.

Aujourd'hui, il existe en France 101 distilleries agricoles, 48 distilleries coopératives, 86 distilleries industrielles et 52 distilleries annexées aux sucreries. Cet actif industriel représente une capacité de production journalière de 500 à 600 000 hl.

Importance actuelle et future. — La pénurie actuelle ne doit pas faire oublier la situation difficile de certaines branches de l'agriculture dans les années qui ont immédiatement précédé la guerre. La paix retrouvée, ces difficultés peuvent renaître. Pour les éviter ou les atténuer il importe de prévoir dès à présent de larges débouchés pour les productions excédentaires ou de les remplacer par d'autres de rendement suffisant et d'écoulement assuré. Seule, une culture servant à la production d'un produit de grande consommation, ayant un vaste marché national, peut remplir ce rôle.

Les plantes alcooligènes répondent à cette condition.

L'alcool carburant est en effet au premier rang des préoccupations actuelles. On l'emploie soit mélangé à l'essence, soit directement à l'aide de carburateurs appropriés ou de moteurs à injection. Le rendement de ces derniers est particulièrement élevé et atteint 42 p. 100 au frein pour un rendement théorique de 60 p. 100, alors que les moteurs équipés avec carburateur ont un rendement compris entre 25 et 28 p. 100, le cheval-heure étant obtenu avec 2 500 calories contre 1 500 dans le moteur à injection.

Par ailleurs, l'alcool est une matière première de l'industrie chimique aux possibilités presque infinies. En dehors de ses qualités de solvant, il peut être le point de départ de la fabrication de l'alcool et de l'éther isopropylique, de l'éther ordinaire, des huiles de graissage, du caoutchouc de synthèse avec un rendement de 45 p. 100, des résines vinyliques, etc.

Dans la série des cultures alcooligènes, le choix doit se porter sur le rendement en alcool le plus élevé, le prix de revient le plus bas, la production la plus facile et la mieux adaptée aux assolements de grande culture. C'est le cas de la betterave de distillerie.

L'utilisation d'un hectare de betteraves à la production de l'alcool donne environ 3 000 litres, utilisables comme carburant liquide à la sortie des appareils à distiller, correspondant à 7 000 ch-h.

Comme la culture nécessite 200 ch et le débardage 175 ch-h, le rendement en possibilité de travail est vingt fois supérieur au travail consommé à la fabrication.

Développement éventuel. — La production d'alcool de betteraves peut être augmentée par plusieurs moyens, soit en utilisant au maximum l'actif industriel existant, ce qui pose des problèmes agricoles de solution difficile actuellement, soit en élargissant l'aire de culture de la betterave et en construisant des usines nouvelles.

Avant la guerre, la betterave industrielle se cultivait sur environ 300 000 hectares dans 46 départements. Comme la betterave fourragère occupe 950 000 hectares, le rutabaga, le navet, le chou fourrager 450 000 hectares, soit au total 1 400 000 hectares, une part importante de ces surfaces pourrait être plantée en betteraves industrielles qui apporteraient la même quantité d'éléments nutritifs à l'hectare tout en permettant la fabrication de quelques millions d'hectolitres d'alcool.

CONFÉRENCE CARRION

État actuel des recherches sur les ultra-virus.

Méthode de détermination de la taille des particules invisibles.

par le Docteur LÉPINE.

(Samedi 13 Juin 1942).

M. PORTÉVIN, présidant la séance, dégage en ces termes la leçon de cette conférence :

« En l'entendant, il me revenait à l'esprit une phrase, de Ch.-Eug. Guye, je crois : « C'est l'échelle de l'observation qui crée le phénomène. » Dans le domaine biologique et médical, comme d'ailleurs dans les autres branches des sciences physiques et chimiques, l'observation faite à l'échelle microscopique, a ouvert un monde nouveau par la révélation et l'étude des microbes. L'étude des virus accomplit une nouvelle révolution en introduisant l'observation à l'échelle ultra-microscopique d'un ordre de grandeur inférieur à la longueur d'onde de la lumière visible.

Or la lumière (et plus généralement une radiation) ne permet pas de manifester une structure dont la finesse est inférieure à sa longueur d'onde. Aussi, comme vient de nous le montrer le Dr Lépine, a-t-il fallu recourir à un ensemble de phénomènes physico-chimiques faisant appel aux modes d'investigation et d'études les plus récents de la physique et de la chimie, sans omettre les caractères et réactions pathologiques ou cliniques, mettant à profit les derniers progrès accomplis dans les matériaux et appareils comme les ultra-microscopes et l'ultra-centrifugeuse, outils merveilleux mais aussi extrêmement coûteux; aussi, il y a lieu de souligner en passant la manifestation de l'ingéniosité française par l'appareil Henriot Huguenard, perfectionné par le Dr Lépine, dont la simplicité permet de compenser heureusement notre pauvreté matérielle actuelle.

Ces méthodes modernes d'investigation nous apparaissent comme des outils d'emploi absolument général dans toutes les recherches. C'est ainsi que l'ultra-microscope dont nous venons de voir l'application à l'étude des ultra-virus est également utilisé dans les recherches métallographiques, soit par émission électronique directe, soit par l'étude en transparence de films tels que ceux d'alumine reproduisant la topographie de la surface métallique à examiner.

Un des résultats les plus généraux et les plus frappants des progrès de nos connaissances scientifiques est l'établissement de la continuité des phénomènes par l'abolition des distinctions tranchées amenant la suppression des classifications et séparations autrefois admises.

Un des premiers exemples de ce fait a été la continuité dans toute l'échelle des radiations ou vibrations depuis les ondes hertziennes jusqu'aux rayons X et ondes de Broglie en passant par la lumière visible qui n'occupe qu'une petite portion de cette échelle.

Dans le domaine biologique, cette continuité se manifeste par l'évolution des êtres vivants.

Ici nous voyons la continuité s'établir dans toute l'échelle de grandeur des particules matérielles; nous ne pouvons plus saisir de distinction et établir de séparation entre microbe, substance vivante amorphe et matière cristallisée monomoléculaire, entre multiplication ou reproduction spécifique considérées comme apanage de la vie et les phénomènes offerts par ces ultra-virus cristallisés. Comme nous l'a évoqué en terminant le Dr Lépine, le passage de l'être vivant supérieur à la substance chimique peut se concevoir par la dissociation des fonctions vitales considérées trop globalement comme la caractéristique de l'être vivant sans les séparer les unes des autres.

Ainsi, par les merveilleuses découvertes scientifiques des temps modernes, s'établit une synthèse plus harmonieuse des connaissances dans les diverses branches de l'activité intellectuelle et cette pure satisfaction n'est certes pas à négliger vis-à-vis de celle que nous éprouvons devant les résultats admirables recueillis par ailleurs dans la lutte contre les maladies animales et végétales.

Nous devons donc être reconnaissants au Dr Lépine de nous avoir fait entrevoir par quels moyens de tels résultats ont été obtenus, nous faisant ainsi quelque peu participer à cette profonde impression qui en résulte pour l'esprit. »

NÉCROLOGIE

Georges Risler (1853-1941).

Notre Société a subi une perte irréparable en la personne d'un de ses membres les plus éminents, M. Georges Risler, Membre de l'Institut, Président de notre Comité de Commerce, décédé en 1941 dans sa quatre-vingt-huitième année. La place nous étant mesurée, nous prions le lecteur de se reporter à la notice détaillée éditée par le Musée Social à la mémoire du grand citoyen qui le présida pendant près de vingt années; mais il nous appartient de mettre brièvement en lumière le rôle de premier plan que M. Georges Risler a tenu dans la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

Entré au Conseil en 1910, Vice-Président de la Société de 1924 à 1926, il devint Président du Comité de Commerce en 1933. Jusqu'à son dernier souffle, et malgré d'autres activités sociales fort importantes, il se consacra avec la plus haute conscience aux devoirs de cette charge. Grand industriel de 1876 à 1902, puis ensuite ardent sociologue et généreux philanthrope, Georges Risler était ainsi doublement qualifié pour présider notre Comité de Commerce dont l'action s'exerce à la fois sur le plan économique et sur le plan social. Aussi a-t-il dirigé avec une incomparable maîtrise, sur le plan économique toutes les discussions, tous les travaux relatifs aux échanges commerciaux dans la métropole et dans l'empire, sur le plan social toutes les études relatives à l'amélioration de la condition ouvrière, à l'atténuation et à la suppression des grands fléaux sociaux : le taudis, la dénatalité, l'alcoolisme, la tuberculose, le péril vénérien. Sa joie était grande de pouvoir, chaque année, faire encourager et récompenser par notre Société les œuvres, les institutions, qui s'attaquent avec succès à la guérison de ces plaies sociales; ses propositions faisaient l'objet de rapports précis, documentés, remarquables par le fond et la forme. Le sort des jeunes au milieu de la tourmente qui venait de s'abattre sur notre pays était l'objet de ses préoccupations constantes, et il s'efforçait de provoquer les mesures propres à arracher les jeunes à l'oisiveté, à atténuer leur chômage, à les reclasser professionnellement, car il comptait sur eux pour le relèvement de la patrie meurtrie.

Il était Grand-Croix de la Légion d'Honneur. Cette accession au plus haut grade dans la Légion d'Honneur et son élection à l'Académie des Sciences Morales et Politiques avaient été le couronnement de sa magnifique carrière.

Le Président Georges Risler a grandement honoré la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale qui gardera de lui un souvenir impérissable.

H. SERVONNET.

Baron Charles Walckenaer (1858-1941).

Charles WALCKENAER naquit le 7 novembre 1858, à Lisieux.

Il fit des études brillantes, montrant de remarquables dispositions pour les lettres et les arts, notamment le dessin, aussi bien que pour les sciences. Il suivait ainsi l'exemple de son arrière-grand-père Charles-Athanase Walckenaer (1771-1852), membre de l'Institut, littérateur, historiographe, géographe et naturaliste, qui fut secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, après avoir fait partie de la première promotion de l'Ecole Polytechnique (1794).

Reçu second à l'Ecole Polytechnique en 1877, Charles Walckenaer en sortit premier deux ans après, dans le Corps des Mines.

Nommé en 1885 à Paris, il y poursuivit toute sa carrière administrative et technique.

Ses fonctions au service ordinaire des Mines comportaient, en particulier, le contrôle des appareils à vapeur du département de la Seine. Membre de la Commission Centrale des Machines à vapeur, il devait y siéger pendant plus de cinquante ans. Il joua également un rôle actif dans l'organisation de la réglementation technique et administrative des automobiles.

En 1898, il fut chargé du cours de machines à vapeur à l'École Nationale des Ponts et Chaussées; il le professa pendant de longues années.

Il fut membre du jury et rapporteur de la classe « machines à vapeur » à l'Exposition Universelle de 1900.

Il termina sa carrière administrative active comme Vice-Président du Conseil Général des Mines (1923). Il fut ainsi pendant quatre ans à la tête du Corps des Mines; il présidait en même temps la Commission Centrale des Machines à vapeur et la Commission Centrale des Automobiles et de la Circulation générale.

L'âge de la retraite ne marqua pas pour lui le terme d'une activité qui resta très grande et dont témoigne notamment le succès du Congrès du Chauffage Industriel dont il fut l'organisateur. Il présidait la Commission Historique de l'Automobile-Club de France et était délégué de la France à la Commission de Circulation Routière de la Société des Nations.

Charles WALCKENAER était président du Comité des Arts mécaniques et vice-président de la Société d'Encouragement, qui perd en lui un membre éminent.

E. Damour.

La mort d'Emilio DAMOUR fait disparaître un des plus anciens et des plus actifs pionniers de cette importante partie de la Science qui se propose de régir ce qui concerne le chauffage et, d'une manière générale, les modes d'utilisation de la chaleur. Dès sa sortie de l'École des Mines de Paris, il avait eu à suivre la marche de grands fours de verrerie et, pour donner à sa technique des bases solides, il était devenu le préparateur d'Henry Le Chatelier, qui inaugurait alors l'enseignement de Science Industrielle dont on connaît le magnifique développement, en même temps qu'il poursuivait ses recherches personnelles, en liaison constante avec notre Comité des Arts Chimiques. Pendant les années qui suivirent, Emilio Damour consacra ses efforts à répandre dans le milieu industriel les théories et les méthodes que préconisait son maître et qui forment encore la base de la Science Thermique. Il avait été nommé Chef des Travaux Chimiques à l'École des Mines et se trouvait ainsi amené, en dehors de son action sur les élèves, à multiplier les publications et les conférences en même temps que les démonstrations expérimentales. On rappellera seulement la théorie générale des fours à gaz et l'étude sur le four à bassin de verrerie. En même temps, il effectuait, dans le laboratoire, des recherches sur les phénomènes qui interviennent en céramique : dilatation des pâtes et des couvertes, influence de l'atmosphère des fours sur la coloration des couvertes, palette des couleurs de grand feu, etc. La Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale a reçu et publié dans son Bulletin de nombreux mémoires relatifs à ces études, dont certaines avaient été provoquées et subventionnées par elle.

Dans la seconde partie de sa carrière, Emilio Damour se consacra au rôle d'Ingénieur Conseil pour tout ce qui concerne le chauffage industriel; il eut à apporter son concours éclairé non seulement à des sociétés industrielles, mais aussi à de nombreuses Commissions et organisations établies en vue de traiter des problèmes d'intérêt général. Il avait été attaché à la C^{ie} des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, comme chef des Études Thermiques; en 1924, enfin, il était nommé

professeur au Conservatoire des Arts et Métiers; il y traita spécialement de l'industrie du verre et y installa un laboratoire thermique qui fut rapidement des plus fréquentés.

Rappelons enfin qu'il prit une part prépondérante à la création et au fonctionnement du Centre d'Etudes Thermiques, qui suscitèrent des communications d'un très grand intérêt.

La mort l'a surpris en pleine activité. Dès la fin de 1939, il était allé s'installer dans la Loire, à St-Chamond, et y surveiller les nombreuses constructions de fours que l'on dut y effectuer hâtivement. C'était une tâche à laquelle il était on ne peut mieux préparé mais qui comportait des fatigues auxquelles son âge ne lui permettait plus de résister.

Il laisse aux nombreux ingénieurs qui ont été en relations avec lui au cours de sa longue carrière le souvenir d'un technicien particulièrement éclairé, en même temps que d'un homme aimable et serviable, toujours prêt à se dépenser pour rendre service aux autres.

Georges CHARPY.

Henri Jossier.

Le Conseil de notre Société et le Comité des Arts Chimiques viennent de perdre l'un de leurs membres les plus assidus et les plus écoutés : Henri JOSSIER, Chevalier de la Légion d'Honneur, Ingénieur des Arts et Manufactures, Membre de la Chambre de Commerce de Paris, Président de la Chambre Syndicale des Cuirs et Peaux de Paris, Président de l'Institut des Cuirs et Peaux, Vice-Président du Syndicat général des Cuirs et Peaux de France, ancien Président (1936 à 1938) du Comité National de l'Organisation Française.

Henri Jossier a été enlevé à l'affection des siens et de ses amis par une maladie à évolution très rapide, le 9 juin dernier.

Né le 17 août 1880 à Saint-Mandé (Seine), il prépara l'École Centrale au Collège des Frères de Passy et fut reçu en 1898; il se fit immédiatement remarquer par un travail acharné. D'ailleurs nous croyons savoir que, tout jeune, il tenait la tête de ses classes; attentif, servi par une mémoire remarquable, il aimait le travail autant que le jeu. Un bon équilibre physique et moral, dû en grande partie à la formation qu'il avait reçue, l'aida toute sa vie. Il sortit de l'École en 1901, dans un excellent rang; il était le troisième de sa spécialité de chimiste.

Aussitôt le service militaire accompli, il entra dans la maison très réputée de son père qui était à la tête du Syndicat général des Cuirs et Peaux de France. On ne saurait trop insister sur le rôle efficace qu'il remplit en 1919 et durant la dernière guerre, alors que des questions très graves se posèrent pour la grande industrie qu'il représentait avec tant d'autorité, de droiture et de dévouement.

Lorsqu'en octobre dernier, dans une revision générale de l'enseignement, le Conseil de l'École Centrale décida la création d'une Maîtrise de conférences de Tannerie, les membres compétents se tournèrent immédiatement vers Henri Jossier, et celui-ci fut désigné au mois de mai pour occuper ce nouveau poste.

Sa nomination officielle nous parvint au lendemain de sa mort; nos élèves-ingénieurs n'entendront donc pas la voix de leur ancien et c'est pour le Directeur de l'École, qui a perdu ainsi un de ses bons amis, une peine profonde.

Tous ceux qui approchèrent Henri Jossier conserveront précieusement le souvenir de cet industriel si français de par son honnêteté, son altruisme et son savoir

Léon GUILLET.

INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)

Applications de la striation du bois et autres matières.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION PRISE DANS SA SÉANCE DU 23 JUILLET 1942.

M. Georges Lasne, artisan à Vimoutiers (Orne), a systématisé le procédé connu, pratiqué jusqu'ici sur une échelle réduite et dans des cas spéciaux, qui consiste à strier une matière pour la courber.

En striant parallèlement le bois ou le métal à une profondeur donnée, soit sur une seule face, soit symétriquement sur deux faces opposées de façon qu'il reste une épaisseur déterminée entre les deux entamures, soit en chicane, on obtient une souplesse inconnue autrement.

C'est la systématisation de ce procédé de ploiement de la matière selon des cotes variables, ploiement obtenu également par des plaques ou bandes composées de plusieurs matières convenablement assemblées, qui constitue la nouveauté de l'invention que M. Lasne a brevetée sous le nom de *Comodo-Supplex*.

Le système comprend un certain nombre d'éléments, dont un des plus remarquables est une bande de bois striée symétriquement sur deux faces opposées pouvant prendre la forme de cercle, de ressort en spirales, de barre de torsion, etc. (*V. planche ci-contre.*)

Ses applications peuvent être innombrables, non seulement pour toute sorte d'objets divers : ustensiles, emballages, liens de paquets, ameublement, tapis, lits, literie, chapellerie, chaussures, mais encore pour des machines, courroies et organes de transmission, volants et roues à bandage souple, engrenages, pour des moyens de transport et même pour des éléments de construction architecturale, canalisations, etc.

C'est une invention particulièrement intéressante pour des travaux artisanaux dans les circonstances présentes.

La grande résistance des échantillons présentés (bandes et semelles de bois) dénote déjà, de la part de l'auteur, une recherche expérimentale très poussée.

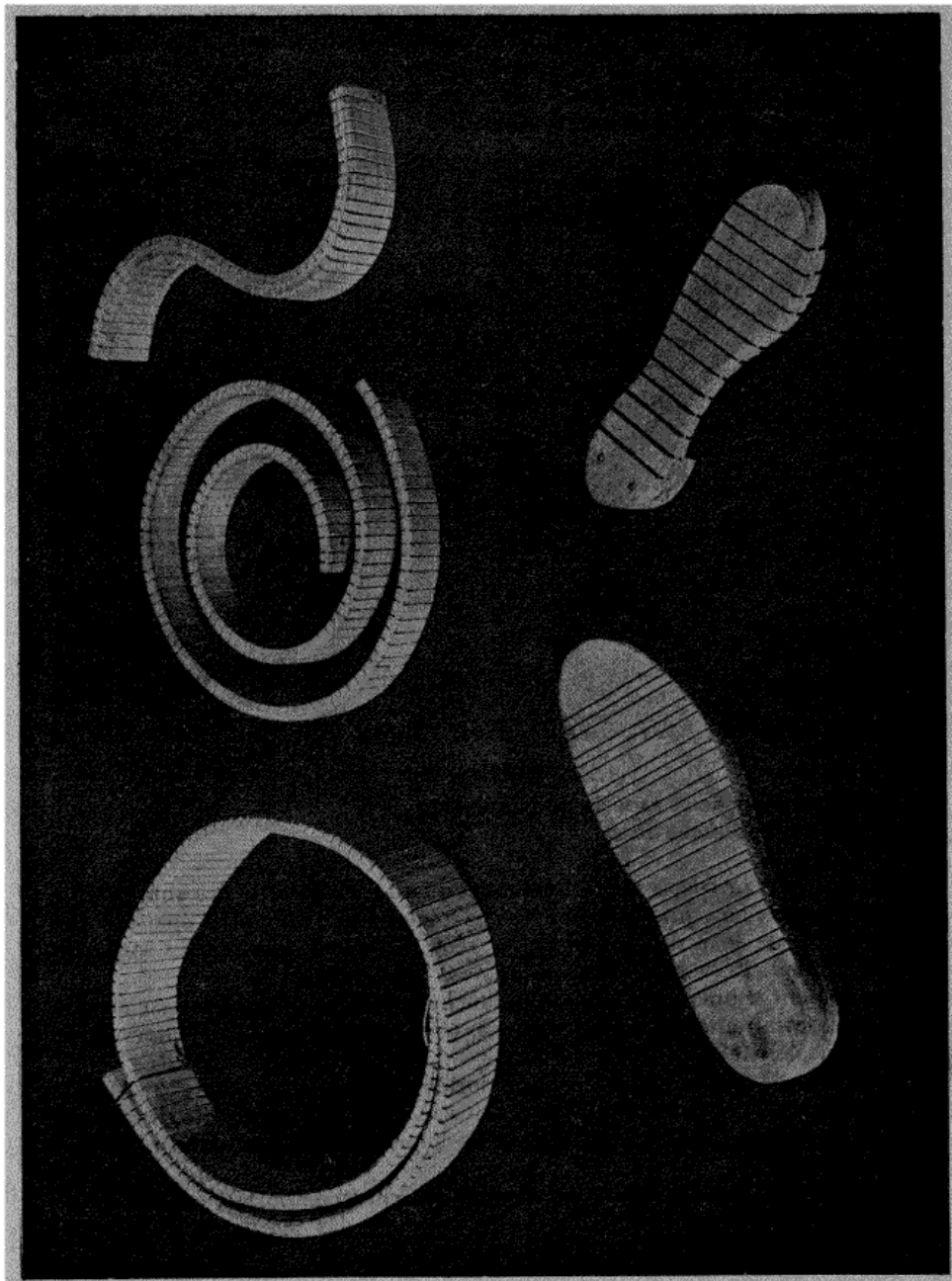
Il y a lieu, en conséquence, de demander au Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers de procéder à des essais mécaniques afin d'établir, pour chacune des matières employées, un rapport précis entre l'épaisseur de la matière, l'écartement, la largeur et la profondeur de la striation, l'épaisseur réservée entre les entamures, au regard du degré de résistance propre à cette matière et de l'effort qu'elle pourra supporter dans une application déterminée.

Les aires planes portantes en maçonnerie.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION PRISE DANS SA SÉANCE DU 24 DÉCEMBRE 1942.

La pénurie de ciment et d'acier qui commença à sévir courant 1941 est à la base de la renaissance du procédé traditionnel des voûtes plates, dont l'une des

applications les plus remarquables se voit à la Bibliothèque Municipale de Versailles remontant au troisième quart du XVIII^e siècle.



Bandes et semelles striées par G. Lasne.

Les aires planes portantes en maçonnerie sont des voûtes de type quelconque (berceau, arêtes, arc de cloître, etc.), très surbaissées (flèche de l'ordre du dixième de la portée), minces (un seul rouleau de briques creuses sur plat), hourdées au plâtre (liant à prise instantanée) et exécutées sans cintrage. Elles sont toujours arasées horizontalement au moyen d'un béton maigre recevant directement le carrelage.

Dans quelle mesure ce procédé tombé en désuétude depuis l'avènement des planchers en fer est-il présentement utilisable?

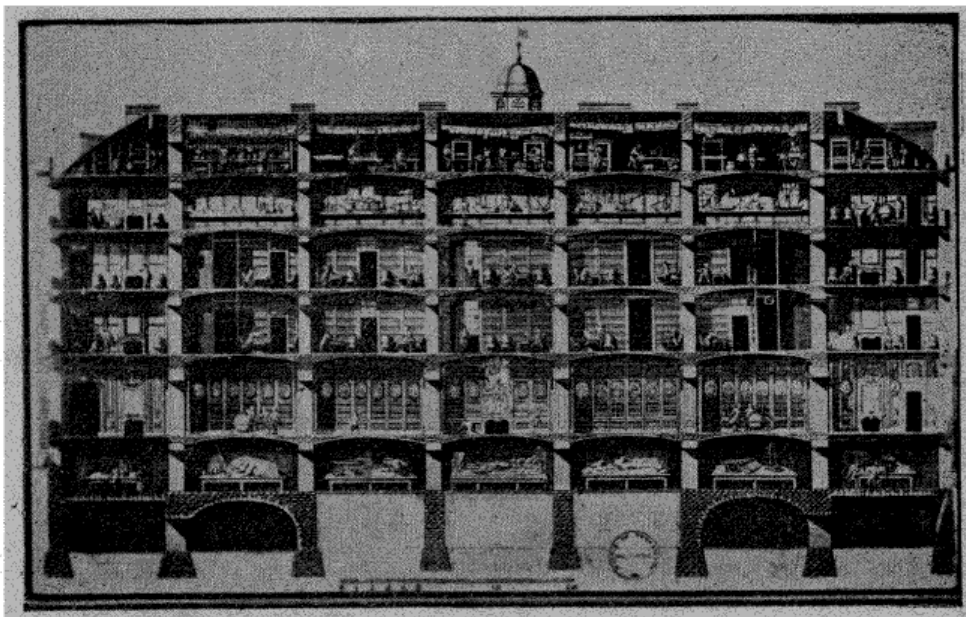


Fig. 1.

Il faut distinguer deux aspects de la question.

a) la voûte proprement dite;

b) les supports.

a) En écartant provisoirement tout souci quant à la stabilité des supports, le principal inconvénient pratique des voûtes plates est d'être plus épaisses aux retombées que ne le serait un plancher réel. En contre-partie elles sont plus minces au milieu. En volume l'encombrement est comparable.

Elles coûtent moins cher que les planchers en béton armé ou en acier à hourdis et, contrairement à l'opinion reçue, elles ne nécessitent pas l'intervention d'ouvriers spécialistes.

Des points de vue : stabilité (pour portées moyennes et charges usuelles d'habitations et de bâtiments publics), poids mort, incombustibilité, insonorité relative, etc., leurs qualités sont égales ou supérieures à celles des planchers B. A. ou acier.

On indiquera que des berceaux d'essais de 4 m 50 de portée, en briques de 7 cm 5 à plat, leurs rives étant libres, ont supporté des charges uniformément réparties allant jusqu'à 2 000 kilogrammes par mètre carré.

Du point de vue esthétique elles sont particulièrement riches de possibilités traditionnelles ou renouvelées.

b) La stabilité des supports conditionne bien entendu leurs possibilités d'emploi, car toutes les voûtes poussent, si légères soient-elles, quand elles sont chargées.

Au XVIII^e siècle on ne comptait, a-t-on tendance à croire, que sur la stabilité propres des murs, fonction elle-même de leur épaisseur et sur les procédés classiques d'équilibrage des poussées les unes par les autres. En réalité, on faisait déjà le plus large emploi de chaînage en fer plat (« prétendus » au moyen de traits de Jupiter à coins de serrage) et d'ancrages en fer carré.



Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — Ancien Hôtel des Affaires Étrangères de Louis XV, à Versailles. Architecte : Berthier (1762). 1. Coupe longitudinale : Cinq planchers lourdement chargés en voûtes minces plates. 2. Plafond en voûte plate d'une salle de rez-de-chaussée.

Présentement, les murs sont plus minces et plus percés, ce qui diminue leur stabilité. En contre-partie, l'organisation des chaînages s'est singulièrement perfectionnée. Le béton armé, notamment sous forme de « cadres rigides » permet d'annuler les poussées des voûtes à retombées continues. La qualité des liants modernes et la possibilité d'armer les maçonneries elles-mêmes accroît considérablement la zone d'influence des ancrages permettant de stabiliser facilement les voûtes à retombées discontinues au moyen de chaînages placés à un niveau quelconque et non plus nécessairement à celui des naissances. En résumé l'organisation d'un « maillage » approprié en béton armé permet généralement d'assurer la stabilité des murs et points d'appui sans augmenter notablement leurs encombrements en plan.

La considération de l'auto-portance qui permet d'assimiler les portions longitudinales de ces voûtes à faible courbure à des poutres de grande hauteur

permet d'ailleurs de comprendre comment la stabilisation de quelques points isolés des maçonneries suffit à assurer celle de tout l'édifice.

Le calcul des poussées reste hypothétique. Les mesures effectuées aux Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics par M. L'Hermitte ont permis de constater que les poussées réelles étaient notablement inférieures

aux chiffres fournis par l'hypothèse simpliste d'arcs élémentaires à trois articulations. Il en résulte qu'en faisant état de cette hypothèse on dispose d'une méthode d'évaluation par excès suffisante pour la pratique.

En résumé on peut toujours, dans le cas des constructions usuelles en maçonnerie, c'est-à-dire à murs d'épaisseurs moyennes, substituer la voûte plate au plancher en introduisant un « maillage » en béton armé approprié. Ce maillage qui n'est qu'une extension du chaînage habituel, indispensable en tout état de cause, n'augmente pas le prix de revient des maçonneries dans des proportions

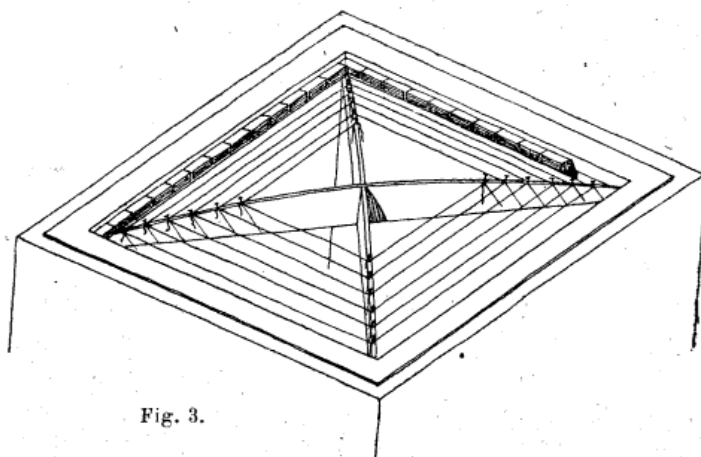


Fig. 3.

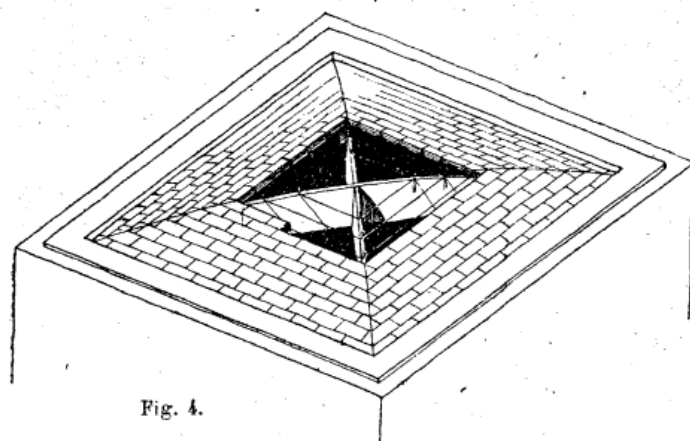


Fig. 4.

Fig. 3 et 4.

Mode de construction des voûtes minces plates sans cintrages.

pouvant faire perdre le bénéfice du moindre prix de la voûte mince par rapport au plancher B. A. ou acier. Il y a, en pratique, équivalence et ce sont des considérations d'espèce qui peuvent faire pencher pour un système ou pour un autre.

Les aires planes portantes en maçonnerie constituent donc un moyen supplémentaire et particulièrement esthétique mis à la disposition de l'architecte pour résoudre le problème du plancher.

Communiqué par M. P. ABRAHAM
pour la Section Construction.

BIBLIOGRAPHIE

Enquête sur l'Habitation rurale en France (Publication des Ministères de l'Agriculture et de la Santé publique). Paris, Henri DANNAUD, 20, rue de la Victoire, 1939. Tome I : 236 pages 25 × 33, 620 illustrations, 66 cartes ou graphiques. Tome II : 437 pages 25 × 33, 125 cartes.

Enquête entreprise sur la situation économique, sociale et sanitaire des campagnes au point de vue du logement.

Tome I. — *Considérations générales* sur la situation de l'habitation dans le cadre de la vie rurale et de l'aménagement des campagnes avec plans et photographies.

Tome II. — *Rapports départementaux* sur la situation de l'habitation dans le cadre de la vie rurale et de l'aménagement des campagnes.

La préface de cette importante publication a été écrite par le Docteur Jules Parisot, Professeur d'hygiène et de médecine sociale à l'Université de Nancy, membre correspondant de l'Académie de médecine.

La conduite et le dépouillement de l'enquête qui lui a servi de base ont été faits par M. Vignerot, Inspecteur Général Honoraire du Génie Rural, Conseiller technique sanitaire au Ministère de la Santé publique. M. Vignerot a su tirer avec un rare bonheur de la masse des documents qui lui ont été fournis, un exposé clair et précis de la situation actuelle de l'habitation rurale en France et de la politique qu'il faut adopter pour l'améliorer et la rendre digne de notre grand pays. D'autres rapports présentés par des sommités médicales montrent l'insuffisance de notre équipement sanitaire et les progrès qu'il est indispensable de réaliser dans cette voie.

Cet ouvrage ne prétend d'ailleurs pas être complet, mais, en fixant les traits essentiels et de nos régions et de notre politique sanitaire rurale, il offre à ceux qui ont la tâche de travailler à son amélioration, des documents indispensables pour une action logique, pratique, économique, et, en définitive, fructueuse.

P. ROLLEY

Traité de chauffage. Tome I. *Chaleur et température, Chimie de la combustion*, par M. VÉRON, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers et à l'École centrale des Arts et Manufactures, Président des Congrès du Chauffage et de la Ventilation,

ancien Chef du Bureau central d'économies de combustible. Un volume (16 × 25) XVI-513 pages avec 137 figures et 3 planches. Éd. 1941. Relié : 276 fr. Broché : 250 fr. Dunod, éditeur, 92 rue Bonaparte, Paris (6^e).

L'usage du feu remonte aux temps les plus reculés, et l'on peut dire que la civilisation ne vit le jour qu'au moment où l'homme cessa de craindre le feu, et sut le domestiquer et le ployer à ses besoins.

L'homme s'est d'abord servi du feu pour se chauffer, s'éclairer, se protéger des fauves, et préparer ses aliments. Il l'a ensuite utilisé pour une industrie rudimentaire : cuisson des briques, des poteries, fusion du cuivre, du bronze, du fer. Actuellement, il n'est pas de branche de l'activité humaine qui ne fasse appel, directement ou indirectement, à la technique du feu.

Le bois était primitivement à peu près le seul combustible utilisé. Ce n'est que vers une date relativement récente qu'on lui substitua la houille, assez timidement au début, puisque la consommation totale entre les années 1000 et 1700, c'est-à-dire pendant sept siècles, est sensiblement égale à celle d'une seule des dix dernières années.

Au fur et à mesure de l'augmentation prodigieuse de l'utilisation du feu, la technique a évolué, et s'est perfectionnée. Les besoins sont devenus plus impérieux en quantité et en qualité, et ont attiré l'attention de nombreux chercheurs. La part de la France dans l'effort commun est des plus importantes, et les noms des Carnot, Fourier, Péclel, Ser, Le Chatelier par exemple, ont dépassé largement les frontières de notre pays.

Cependant, comme le dit M. Véron, dans la préface du premier volume d'un *Traité de Chauffage* qu'il vient de publier, « les techniques du chauffage sont les seules où des profanes se permettent de décider au nom du bon sens ». — D'où vient cette singularité? Peut-être de ce qu'à l'origine le combustible était surabondant, et que le rendement était tout à fait secondaire pour les utilisateurs qui ont généralement répondu aux besoins nouveaux par des moyens empiriques, sacrifiant l'étude précise à la commodité paresseuse. Les événements actuels nous montrent suffisamment qu'un tel état de choses est purement intolérable; aussi devons-nous être reconnaissants à M. Marcel Véron, Professeur au

Conservatoire des Arts et Métiers et à l'École Centrale des Arts et Manufactures, d'avoir entrepris la lourde tâche de publier ce *Traité de Chauffage*, huit volumes consacrés à l'étude analytique des Principes et neuf volumes consacrés à l'étude synthétique des Techniques.

Le premier volume, de plus de 500 pages, est consacré à la chimie de la combustion. Une introduction expose quelques considérations générales sur la nature de la chaleur, et précise les notions de température et de son repérage. Le reste de l'ouvrage comprend une étude détaillée des problèmes massiques et volumétriques de la combustion, envisageant successivement les combustions classées par l'auteur dans les six rubriques suivantes :

1° Combustions neutres, complètes sans excès d'air.

2° Combustions exclusivement oxydantes, sans imbrûlés, avec excès d'air.

3° Combustions exclusivement réductrices, avec imbrûlés et sans oxygène dans les gaz résiduels.

4° Combustions mi-oxydantes mi-réductrices (neutres incomplètes), ou théoriques.

5° Combustions mi-oxydantes, avec imbrûlés et air résiduel, l'oxygène libre étant surabondant par rapport aux imbrûlés.

6° Combustions mi-réductrices, avec imbrûlés et air résiduel, les imbrûlés étant surabondants par rapport à l'oxygène libre.

Chacun de ces chapitres est traité avec méthode et clarté. Le lecteur qui aura fait le tout petit effort de bien assimiler les notations nécessitées par le grand nombre de facteurs différents qui doivent être considérés, sera comme guidé par la main, et n'aura aucune difficulté pour comprendre un texte rendu très clair par des exemples numériques et de nombreux graphiques.

A la suite de cet exposé théorique, une grande partie de l'ouvrage, environ 200 pages, traite de l'analyse des gaz et des fumées, et du contrôle de l'atmosphère créée par la combustion. Cette partie donne au lecteur une vue d'ensemble sur toutes les méthodes et tous les appareils usités par le praticien du contrôle de chauffe. De nombreux schémas illustrent le texte.

L'ouvrage se termine par un chapitre sur l'analyse élémentaire des combustibles, des matières premières, et des résidus de combustion.

Nous ne connaissons pas dans la littérature technique française d'ouvrage complet et moderne traitant aussi clairement et aussi parfaitement cet important sujet qu'est le chauffage. L'ouvrage de M. Véron comble une véritable lacune. Nous l'avons lu avec un vif plaisir,

et nous estimons qu'il doit trouver sa place dans la bibliothèque de tous les techniciens.

R. BATIFOULIER.

Cours de technologie d'atelier des Écoles Nationales d'Arts et Métiers, publié sous la direction de A. DATOR, Inspecteur général de l'Enseignement technique : 4^e volume : *Forgeage*, avec la collaboration de MM. BARAT, Ingénieur, Directeur de la Société d'Application des Métaux trempés et ANDROUIN, Ingénieur Conseil, Chargé de mission par la Direction Générale de l'Enseignement technique. Un vol. (22 x 32 cm); 440 pages; 700 figures. Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, édit., 61 Bd Saint-Germain, Paris. 3^e édition, 1941. Prix, br. 135 fr.

M. A. Druot a confié la rédaction de cette 3^e édition, entièrement refondue, à deux ingénieurs spécialistes, bien connus par leurs travaux antérieurs, à qui rien n'est étranger de ce qui concerne la matière dont ils traitent. Aussi cet ouvrage diffère d'un cours de technologie ordinaire par le nombre et la variété des questions traitées, la qualité de la documentation et la clarté des explications.

En voici les principales divisions :

INTRODUCTION : *Le forgeage*.

TITRE I : *La matière et ses propriétés*. Forgeabilité. Documentation sur les métaux forgeables.

TITRE II : *L'énergie et le matériel*. Transformation de l'énergie du mobile d'une machine à forger. Énergie nécessaire au forgeage. Les engins mécaniques de forgeage : choc, pression, laminage. Les appareils de chauffage.

TITRE III. *Les procédés de forgeage*. Soudures. Traitements thermiques et chimiques. Estampage et matricage. Refoulement. Filage. Laminage. Fabrication des tubes. Décapage. Prix de revient des pièces forgées.

TITRE IV. *Travaux des métaux en feuilles*. Métaux en feuilles. Métaux étirés et tréfilés. Procédés du travail. Ployage. Estampage repoussé. Frappe. Emboutissage. Étirage des emboutis. Expansion et rétreinte. Repoussage au tour. Moulure et sertissage. Presses mécaniques. Balancier à vis, tour à repousser. Machines diverses rotatives et non rotatives. Outillages de presses. Outillage de découpage. Machinerie automatique. Règles à suivre pour l'étude expérimentale.

Les trois premiers titres ont été rédigés par M. Barat. Outre les renseignements relatifs aux appareils et aux procédés de forgeage, on y trouvera des considérations théoriques sur

l'aptitude au forgeage, la qualité de la matière forgée, l'influence de la vitesse de l'outil, l'étude de la chabotte, l'énergie nécessaire au forgeage.

Ces considérations aideront à comprendre et à prévoir les phénomènes complexes de la transformation de l'énergie dans les machines à forger et contribueront à dégager de l'empirisme les tours de main de l'atelier.

Les procédés de soudure y sont traités avec le développement justifié par l'extension croissante des applications de ces procédés aux grosses et petites pièces.

On saura bon gré à M. Androuin d'avoir aussi bien décrit et expliqué au titre IV le travail des métaux en feuilles qui permet

d'obtenir économiquement, en grande série, des objets particulièrement légers et rigides utilisés dans des industries très diverses.

La lecture seule de ce titre IV ne saurait faire d'un débutant un praticien expert, ainsi que le fait remarquer l'auteur. Mais ce sera pour le débutant une préparation excellente. Les constructeurs qui ont intérêt à recourir au travail des métaux en feuilles, que quelquefois ils ignorent, s'y documenteront sur ses ressources et ses possibilités.

Ce traité de Forgeage intéressera les praticiens, les futurs ingénieurs auxquels il est particulièrement destiné et tous ceux que préoccupent à des titres divers les questions de fabrication.

P. MASSOT.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS DES AUTEURS

MENTIONNÉS DANS LA CENT-QUARANTE ET UNIÈME ANNÉE DU BULLETIN (JANVIER-DÉCEMBRE 1942)

141^e année.

Les nombres en chiffres romains indiquent le ou les mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui les suit indique la page.

A

- ABRAHAM (P.). — Comm. sur les aires planes portantes en maçonnerie (Décision du Cons. d'Adm. de l'Ircat, 24 déc. 1942), IX-XII. 88
ANDROUIN. — Voir DRUOT.

B

- BARAT (M.). — Voir DRUOT.
BLONDEL (F.). — Réflexions sur l'organisation professionnelle en France (Com. de Commerce, 6 novembre 1941), I-IV. 16

C

- CHARPY (Georges). — E. DAMOUR, IX-XII. 86

D

- DRUOT (A.), BARAT (M.) et ANDROUIN. — *Cours de technologie d'atelier des Ecoles nationales d'Arts et Métiers*. 4^e vol. : *Forgeage*, IX-XII. 94
DUPONT (Georges). — Conférence sur la Gazéification du bois et du charbon de bois (Mémoire), I-IV. 1

F

- FRESSINET (J.). — Un film sur la pierre française, V-VIII. 40

G-L

- GUILLET (Léon). — Conf. sur les Produits métallurgiques de remplacement (Mémoire), V-VIII. 25
— Henri JOSSIER, IX-XII. 87
LÉPINE (D^r). — Conf. sur l'État actuel des recherches sur les ultra-virus (C. R.), IX-XII. 84

M-R

- MARTRAIRE. — Conf. sur la Distillerie de betteraves (C. R.), IX-XII. 83
RIMBAUT. — Conf. sur les Carburants de remplacement du point de vue énergétique (Mémoire), IX-XII. 57

S

- SERVONNET (H.). — Georges RISLER (1853-1941), IX-XII. 85

V

- VÉRON. — *Traité de chauffage*. T. I : *Chaleur et température, Chimie de la combustion*, IX-XII. 93
VIVIER DE STREEL (E. DU). — L'organisation de l'Europe d'après guerre et le rôle futur de la France d'outre-mer (Com. de Comm., 5 décembre 1941), V-VIII. 43

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA CENT-QUARANTE ET UNIÈME ANNÉE DU BULLETIN (JANVIER-DÉCEMBRE 1942)

141^e année.*Les nombres en chiffres romains indiquent le ou les mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui les suit indique la page.*

B		H-I	
Bibliographie :			
Chauffage. Traité de —. T. I : Chaleur et température, Chimie de la combustion, par VÉRON, IX-XII :		93	
Habitation rurale. Enquête sur l'— en France, IX-XII.		93	
Technologie d'atelier. Cours des Ecoles nationales d'Arts et Métiers. 4 ^e Vol. : Forgeage, publ. sous la direction de A. DRUOT avec la collab. de M. BARAT et ANDROUIN, IX-XII.		94	
Bois. La gazéification du — et du charbon de —. Conf. par Georges DUPONT (Mémoire), I-IV.		1	
— Applications de la striation du — et autres matières (Décision du Cons. d'Adm. de l'Ircat, 23 juillet 1942), IX-XII.		88	
Betteraves. La Distillerie de —. Conf. par M. MARTRAIRE (C. R.), IX-XII		83	
C		M	
Carburants. Des — de remplacement du point de vue énergétique. Conf. par M. RIMBAUT (Mémoire), IX-XII.		57	
Charbon de bois. (Voir Bois.)			
Comptes rendus de la Société d'Encouragement :			
Comité de Commerce. Séance du 6 novembre 1941 : Réflexions sur l'organisation professionnelle en France, par F. BLONDEL, I-IV		16	
— Séance du 5 décembre 1941 : L'organisation de l'Europe d'après guerre et le rôle futur de la France d'outre-mer, par E. DU VIVIER DE STREEL, V-VIII		43	
E-F		N	
Ensoleillement. (Voir Habitations.)			
Europe. L'organisation de l'— d'après guerre et le rôle futur de la France d'outre-mer, par E. DU VIVIER DE STREEL (Com. de Comm., 5 décembre 1941), V-VIII		43	
Exposition des ressources et réalisations nouvelles de la qualité française dans l'art et l'industrie. Séance de clôture. Récompenses, I-IV.		23	
France d'outre-mer. (Voir Europe.)			

BRODARD et TAUPIN, Imprimeurs-gérants.