SOMMAIRE DU BULLETIN N° 164.

Pages.

1re PARTIE. — TRAVAUX DES MEMBRES :

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE
du Nord de la France

Déclarée d'utilité publique par décret du 12 août 1874.

BULLETIN MENSUEL
N° 164

39e ANNÉE. — JANVIER 1911.

Ire PARTIE. — TRAVAUX DES MEMBRES

LE PROBLÈME DES BANQUES D'EXPORTATION

Par M. J. CAU,

Professeur à l'École Supérieure de Commerce de Lille.

Voici une question qui date d'hier. C'est en effet, si je ne me trompe, M. Georges Blondel, dans son livre sur « *l'Essor industriel et commercial du peuple allemand* », qui a le premier signalé l'existence de banques spéciales d'exportation et indiqué leur rôle dans l'expansion germanique en Orient. Cependant, en dehors de quelques spécialistes, le public semblait se désintéresser du problème, quand, inopinément, la campagne menée en 1908-09 contre les grands établissements de crédit vînt lui donner le relief de la grande actualité.

On se rappelle la polémique violente suscitée par l'anonyme Lysis, dont les articles sensationnels furent réunis plus tard en brochure sous le titre : « *Contre l'oligarchie financière en France* ».

Ils sont quatre : le Crédit Lyonnais, la Société Générale, le Comptoir National d'Escompte, le Crédit Industriel et Commercial à détenir plus de quatre milliards de dépôts : dépôts à vue en presque totalité et pour lesquels, grâce à des combinaisons savantes souvent ignorées du public, ils ne paient guère plus de 1 % d'intérêt annuel. Les « *Établissements de Crédit* » sont ainsi devenus les grands collecteurs de l'épargne nationale. En même temps, ils en sont les guides toujours suivis. Or, vers quels buts la dirigent-ils ?

Et Lysis de rappeler l'opinion de M. Germain, Président du Conseil d'Administration du Crédit Lyonnais : les Français sont parfaitement inaptes aux grandes entreprises industrielles ; on aurait peine à trouver dans toute la France dix chefs d'industrie au vrai sens du mot. Telle est la cause, tout au moins celle que l'on avoue, de l'attitude de nos *Établissements de Crédit* dirigeant l'épargne française vers les placements à l'étranger et principalement vers les fonds d'État.

Et sans doute la sollicitude maternelle dont l'entourent les *Établissements de Crédit* ne préserve-t elle pas l'épargne française de certains placements au moins risqués ; n'est-ce pas eux, par exemple, qui ont procuré à l'État brésilien de Sao Paulo les cent vingt-cinq millions nécessaires à la trop fameuse opération de valorisation du café ? n'est-ce pas eux qui ont classé en France cet emprunt de vingt-cinq millions en faveur d'une certaine Société Française pour la production et la vente du raisin de Corinthe ?

Mais où trouvera-t-on la collaboration intime et active avec les affaires véritablement françaises ? où les avances aux producteurs français ?

Et certes, le contraste est frappant, navrant aussi, entre les grandes banques françaises, se tenant systématiquement en dehors

du mouvement industriel de leur pays, indifférentes, sinon hostiles — et les banques allemandes se faisant, selon l'expression énergique du Professeur Sombart, les entraîneurs de l'industrie et du commerce allemands, qu'elles encouragent et qu'elles soutiennent par toutes sortes de combinaisons assez variées, assez souples pour s'accommoder à toutes les situations, depuis les crédits au blanc jusqu'à la commandite permanente.

A ces réquisitoires violents, les Banques françaises essayaient de répondre par l'organe de Testis (cf. les articles réunis en brochure sous le titre : *Du rôle des Établissements de Crédit en France, Réponse à Lysis*) puis par la brochure purement anonyme : *l'Exportation française et les grands Établissements de Crédit.*

Toute cette discussion est d'ailleurs passablement trouble : de part et d'autre, on se laisse aller à des écarts, des exagérations, des inexactitudes. Comme beaucoup d'autres polémiques, celle-ci n'aura servi qu'à poser, de façon très nette sinon toujours très heureuse, certains points d'interrogation.

Et en somme, tout particulièrement en ce qui concerne les banques d'exportation, d'autres, qui ont fait moins de tapage, ont fait plus de besogne : citons les discours de M. Jacques Siegfried et de M. Jules Siegfried (ce dernier notamment à la Chambre des Députés), de notre ambassadeur M. Cambon, à la Chambre de Commerce française de Londres, les lettres d'Allemagne de Raffalovich dans l'Économiste Français, le rapport d'André Sayous à la Fédération des Industriels et des Commerçants français, les rapports de M. Jean Périer, notre attaché commercial à l'ambassade de Londres, et de M. Lefeuvre-Méaulle, attaché commercial pour les pays du Levant.

Je voudrais dégager de toute cette documentation les données les plus intéressantes et préciser l'état actuel de la question.

*
* *

Il y a deux manières pour un pays de faire de l'exportation:

— ou trafiquer au loin par ses propres moyens,

— ou bien vendre à ses portes, soit qu'il néglige les débouchés lointains, soit qu'il se serve de commissionnaires étrangers, qui se hâteront, dès que l'occasion s'en présentera, de se poser en concurrents directs.

Il n'est pas besoin d'insister longuement : la première manière est de beaucoup la meilleure. Elle donne aux relations avec le dehors une stabilité plus grande, elle permet de mieux dépister la concurrence étrangère. Elle assure donc les bénéfices nominaux les plus larges. Sans doute, elle comporte quelques risques, mais ces risques ont été singulièrement exagérés par les détracteurs du système : qu'on lise seulement le récent rapport où M. Lefeuvre-Méaulle expose les ingénieuses combinaisons de self-assurance, dont se servent sur le marché ottoman les maisons allemandes et austro-hongroises.

Cette méthode est la plus avantageuse : oui, sans doute, mais ce n'est pas la nôtre. Nous préférons le commerce en pantoufles, le coin du feu, et si nous sortons de notre pays, c'est pour nous arrêter à Anvers, à Londres ou à Hambourg. Ah ! certes, nos excellents *Établissements de Crédit* s'en trouvent très bien : le commissionnaire anglais ou allemand est couvert par une banque puissante et donc il est d'un bon crédit, on n'a rien à craindre du papier tiré sur sa caisse. Mais le pire est que cette mentalité est aussi le fait de beaucoup d'exportateurs français. A un surcroît, illusoire souvent, de sécurité, ils sacrifient le plus clair de leur profit commercial. Ils cherchent les affaires faciles, fermant leur horizon de propos délibéré et s'enfermant dans des positions qu'ils croient imprenables ; mais comme ils s'interdisent toute conquête, ils se retranchent toute raison d'activité et de progrès, ils s'amollissent et ils s'énervent, et là même où on les croit invincibles, ils organisent leur propre défaite.

L'autre manière, d'ailleurs, voudrions-nous l'employer systématiquement, que nous ne le pourrions pas. Il nous manque un organe essentiel : *la Banque d'exportation*. Et c'est ainsi que nos commerçants, trop rares, qui font du trafic direct, exclusif de commissionnaires, sont obligés de recourir aux services des maisons de banques allemandes ou anglaises.

*
* *

Quel rôle essentiel joue la banque d'exportation, c'est ce qu'il est facile d'apercevoir.

Prenons, si vous le voulez, un négociant qui exporte directement en Chine, au Brésil ou tout simplement au Congo. Il doit suivre sa marchandise, la recevoir à l'arrivée, s'assurer qu'elle parvient en bon état, s'assurer aussi que l'acheteur est solvable, honnête, ne lui remettre les documents (connaissement de mer, police d'assurance, etc.) que sur acceptation de sa traite, soigner l'encaissement de cette traite. Puis il y a les complications de toute nature : si l'acheteur a demandé à payer par échelons, il faut fractionner les livraisons, et en attendant, assurer le magasinage, reprendre les marchandises si le client n'est pas solvable ou s'il se trouve dans l'impossibilité de payer, la diriger alors vers un autre point et la vendre au mieux. Ou bien, si le client tombe en faillite après que la livraison a eu lieu, prendre les arrangements les plus favorables, suivre la faillite, encaisser les dividendes, etc., etc.

Et il est clair que tous ces services devront être assurés très exactement. Faudra-t-il donc sur chaque place où l'on trafique avoir un agent spécialisé ? Les grosses maisons, faisant des chiffres importants, pourraient seules se payer ce luxe, et seulement sur un petit nombre de marchés.

Tel est le problème posé : la banque d'exportation le résout : elle prendra en mains les intérêts de l'exportation et agira en toutes choses au mieux de ses intérêts, comme un consignataire zélé et fidèle ; elle surveillera sa marchandise, elle encaissera ses traites, elle le représentera dans les faillites, ou prendra en son nom tous les arrangements voulus ; au besoin, elle cherchera un nouveau placement de ses marchandises.

Voilà, certes, qui va choquer nos habitudes et nos préjugés. Pour nous, Français, le banquier est un Monsieur qui prend notre papier à l'escompte et nous aide de ses conseils pour les placements mobiliers que nous avons à faire. Mais, je vous le demande, qu'y a-t-il de plus

bizarre à surveiller un lot de cotonnades ou une caisse de verres à vitre qu'à détacher des coupons ou à suivre des tirages de valeurs à lots ?

*
* *

Les banques d'exportation sont faites pour l'exportateur : du moins c'est leur fonction primitive. Mais on les verra évoluer et devenir aussi des banques pour l'importateur à qui elles fourniront des références, des échantillons au besoin, en tous cas des renseignements de toute sorte ; et notamment, elle se chargera pour le compte de l'importateur de régler l'exportateur. La ville de Hambourg possède au moins deux banques importantes la Vereinsbark et la Norddeutscher Bank qui sont entrées résolûment dans cette voie.

On conçoit sans peine qu'il y a dans ces opérations une source de profits très larges, pour le banquier qui trouve des occasions multiples de compter au « doit » de ses clients des commissions de toutes sortes. Et pour l'exportateur, dont les intérêts sont efficacement surveillés et défendus, ces commissions même répétées restent une charge très faible au regard de la sécurité dont elles sont le prix.

*
* *

La Banque d'Exportation a un autre rôle à jouer : dispenser de larges crédits aux exportateurs. Sous aucune autre forme, le problème du crédit n'est si important et à la fois si malaisé à résoudre

Les exportateurs ont besoin de longs crédits parce qu'eux-mêmes doivent faire de longs crédits à leur clientèle, crédits encore allongés par les délais de transport. Ainsi les maisons de Hambourg font couramment des crédits de neuf mois pour l'Afrique du Sud, l'Asie Mineure, les Antilles, l'Amérique centrale. Elles vont même jusqu'à l'année complète pour les pays de l'Amérique du Sud où l'on sait suffisamment que l'Allemagne a un marché commercial extrêmement étendu.

Si l'exportateur a besoin de longs crédits, il éprouve à se les procurer les plus grosses difficultés. Que donnera-t-il en échange à son banquier? un papier morcelé sur une clientèle lointaine disséminée peut-être dans des pays presque déserts, où la législation donne des garanties insuffisantes. Même notre papier sur l'Angleterre, composé en grande partie, aujourd'hui encore, de petites traites établies par des maisons de couture, de modes, d'articles de fantaisie de Paris, est une matière d'escompte difficile. à cause des habitudes de la clientèle anglaise. A combien plus forte raison, quand il s'agit de quelque localité perdue de l'Afrique tropicale ou de l'Amérique du Sud !

Ces difficultés peuvent paraître insolubles : elles ne le sont pas et la meilleure preuve en est qu'elles ont été résolues.

La place de Londres connaît depuis longtemps les « *revolving credits* » pratiqués par cette classe de banquiers de la Cité qu'on appelle les *merchants*. Les ressources des *merchants* proviennent des acceptations sur Londres que leur confie le négoce anglais et étranger et qui représentent une grosse part des importations anglaises. Avec cela, les « *merchants* » font des prêts sur les exportations. C'est par eux et de cette manière que dans l'ordre des règlements commerciaux, se réalise la loi de compensation entre importations et exportations.

Les « *revolving credits* » sont des crédits libres renouvelables à des époques déterminées d'avance, hormis le cas de pertes avérées, de modifications dans le capital social, de mauvaise situation du marché extérieur. Encore un préavis de trois mois est-il imposé au *merchant*.

Telle maison de Londres, d'après M. André Sayous, à qui je laisse la responsabilité du renseignement, fait un total de « *revolving credits* » égal à dix ou quinze fois son capital social. Elle prend le papier à 2 % au-dessus du taux hors banque, avec les commissions, cela fait de l'escompte à 5, 6 ou 7 % pour l'exportateur. Cela n'est pas encore extrêmement cher et le banquier réalise un profit net de

2 1/2 à 3 %, ce qui lui donne du 25 ou 30 % l'an, en admettant qu'il fasse un chiffre moyen de « *revolving credits* » égal à dix fois son capital social.

Voici maintenant le procédé allemand : il n'est pas, à dire vrai, exclusif, car certaines maisons de Hambourg pratiquent le crédit renouvelable comme les « *merchants* » de la Cité.

L'exportateur remet au banquier ses traites sur l'étranger. Le banquier « palpe » ce papier, selon l'expression usitée en ce cas. Il se rend compte de la réalité et de la valeur des opérations, de la solidité de la clientèle, et sur cette vérification, accorde à son client, en compte courant, un crédit s'élevant à 70, 80, 90 % du montant passé aux fins d'acceptation.

On voit combien l'opération est simple, d'un mécanisme facile, et d'ailleurs, il est visible qu'il ne fait pas courir de gros risques au banquier qui l'emploie.

*
* *

Enfin, et c'est sa troisième fonction, la banque spéciale garantit l'exportateur contre les fluctuations du change. Il y a de ce chef, pour l'exportateur, un risque sérieux, quand il trafique dans un pays à monnaie d'argent et surtout dans un pays à monnaie de papier. Et quant au banquier, cette assurance est une opération tout indiquée, puisqu'il prend à sa charge les risques des importateurs et ceux des exportateurs, et que ces risques, étant toujours de sens contraire, se compensent au moins partiellement.

*
* *

J'ai essayé, dans les notes qui précèdent, de définir le rôle des banques d'exportation. Comment ces banques sont-elles constituées à l'étranger?

Je ne reviendrai pas longuement sur le mécanisme des maisons anglaises. Ces maisons, vieilles de plus d'un siècle pour la plupart, d'une réputation à toute épreuve, s'appuient solidement les unes sur les autres et ont au surplus le concours permanent de la banque

d'Angleterre. C'est à ce groupe qu'appartenait la fameuse banque Baring Bthrs dont la faillite en 1891 faillit provoquer la ruine de la Banque d'Angleterre elle-même.

L'Allemagne et l'Autriche-Hongrie ont une organisation très différente. Les banques d'exportation ne sont pas, comme en Angleterre, le terme de l'évolution séculaire de grandes et puissantes maisons de commission, ayant leur siège à Londres et leurs succursales sur les points innombrables où fréquente le pavillon britannique, intermédiaires tout désignés pour les règlements internationaux. Non, les banques germaniques d'exportation sont des organes forgés de toutes pièces par les établissements de crédit de la Métropole.

Nominalement, elles sont indépendantes des maisons-mères : en fait elles sont dirigées par les mêmes administrateurs. Fréquemment même elles ont les mêmes locaux, elles possèdent des services communs, ainsi qu'on peut le voir à Hambourg et dans les autres grandes places de commerce.

Le réseau allemand s'étend aujourd'hui au monde entier :

Mexique — Argentine — Bolivie — Chili — Pérou — Uruguay — Brésil — Constantinople — Maroc — Égypte — Palestine — Chine — Japon — Afrique Orientale — Afrique Occidentale.

A chaque terme de cette énumération correspond au moins une banque d'exportation.

On peut remarquer le caractère *économique* de cette distribution.

Dans les pays où existait déjà une organisation solide du crédit et de la banque, tels la France, les États-Unis, la Grande-Bretagne, on n'a pas cherché à implanter des firmes allemandes. On a trouvé plus simple, plus avantageux aussi à beaucoup de points de vue, d'utiliser les établissements du pays même. Mais ailleurs, dans les pays encore insuffisamment outillés, on n'a pas hésité à créer l'organe dont le commerce allemand sentait le besoin, et il est même arrivé, par exemple, en Syrie et au Maroc qu'on a créé des agences de banque *avant* d'essayer de faire de la pénétration commerciale. Le banquier s'est fait le pionnier du négoce : c'est lui qui a créé le marché commercial.

*
* *

Que pouvons-nous, que devons-nous faire ? C'est le dernier point à examiner.

Dans la brochure citée précédemment : « *Les grands établissements de crédit et l'exportation française* » on trouve soutenue une thèse pour le moins paradoxale : Vous entendez créer des banques d'exportation ? mais nous sommes là. Déjà nous donnons au commerce français toutes les facilités qu'il réclame. Il n'y a donc pas d'organes nouveaux à créer, pas plus qu'il n'y a de reproches à nous faire.

Et pour prouver leurs dires, les *Établissements de Crédit* citent entre autres arguments les crédits qu'ils ouvrent aux *importateurs* de laines de Roubaix-Tourcoing, de Reims ou de Mazamet. L'ironie naïve de cet argument dispense de tout commentaire. Que les importateurs trouvent *parfois* des facilités très larges auprès de nos banquiers, en quoi cela résout-il le problème du crédit à l'exportation ?

Tout reste à faire en réalité. On voit bien la Banque d'Indo-Chine accorder à nos exportateurs des conditions assez libérales : par exemple dans le cas de traite documentaire, la remise des documents dès l'acceptation de la traite — et cet appui prêté par la banque au négoce, a certainement été pour notre colonie d'Extrême-Orient une cause active de progrès. On voit bien encore sur le marché ottoman les succursales du Crédit Lyonnais s'offrir à nos commerçants pour les renseigner sur la moralité et la solvabilité de la clientèle, les représenter dans les faillites, transiger en leur nom. Mais ces exceptions trop rares ne sont même pas une amorce de ce que devrait être le concours de nos banques et de nos exportateurs. Nous n'avons rien de l'organisation anglaise ou allemande.

Pouvons-nous imiter l'Angleterre ? Je ne le crois pas : la méthode anglaise est une adaptation étroite au commerce anglais, qui diffère du nôtre si radicalement par sa constitution intime. Et de plus, l'existence des grands « merchants » de la Cité de Londres s'explique par des causes historiques très particulières.

Reste donc la méthode allemande. Et sans tomber dans l'admiration un peu naïve que beaucoup de Français éprouvent aujourd'hui pour les Allemands et les procédés allemands, il faut bien reconnaître qu'ici encore nous avons des leçons à prendre à nos voisins d'Outre-Rhin.

Plusieurs projets ont été mis en avant.

M. Jean Périer avait suggéré l'idée d'une banque d'exportation qui émettrait des obligations à court terme en représentation d'avances aux exportateurs. Cette conception n'est pas viable : une banque organisée sur ces données serait perpétuellement en un état d'équilibre dangereusement instable, le premier principe en la matière étant d'opposer à chaque catégorie d'éléments passifs, des éléments actifs qu'il soit possible de réaliser avant que le passif correspondant devienne exigible. Et que trouvons-nous dans le projet de M. Périer : la négation audacieuse de ce principe fondamental puisqu'on propose de faire des prêts à long terme avec le produit d'obligations à court terme. On doit craindre en outre que ces ressources précaires ne fassent complètement et subitement défaut aux périodes de difficultés économiques, c'est-à-dire, à l'heure précise où les besoins des exportateurs seraient les plus urgents.

M. Manchez, rédacteur financier au *Temps*, a proposé la création d'une banque spéciale au capital de 25 millions, dont les quatre cinquièmes resteraient en dépôt permanent dans les grands établissements de crédit. Ceux-ci pourraient donc réescompter le papier de la Banque d'exportation, sans courir de risques très gros. Cette combinaison suppose un concours intime des grands établissements de crédit : or, ceux-ci ont déclaré bien haut leur hostilité.

M. Georges Aubert a pensé qu'un Syndicat de banquiers pourrait remplir auprès de la Banque d'Exportation le rôle que les Établissements de Crédit refusent sans ambages. La fonction de ce Syndicat de banquiers n'apparaît pas très clairement. Il semble qu'il servirait surtout à fournir des fonds à la Banque d'Exportation, en avalisant son papier sur l'étranger et en faisant ensuite escompter ce papier

par les banques privées. Mais en fait, un très petit nombre, parmi ces banques, sont outillées pour suivre le papier étranger jusqu'à l'encaissement. Dès lors, on ne voit pas ce que viendraient faire les autres, qui ne sont pas intéressées, dans la constitution du Syndicat, et ainsi le Syndicat restreint à un petit groupe, n'aurait plus ni la surface financière, ni la force de cohésion et de résistance requises pour accomplir son œuvre.

Il me paraît d'ailleurs que tous ces projets ont un vice commun : prévoir *une* banque d'exportation. C'est méconnaître les nécessités réelles du commerce extérieur. Supposez pour un instant qu'il existe une Banque Française pour l'Australie. Evidemment, elle devrait s'occuper à la fois de la vente des laines de Sidney ou de Nouvelle-Zélande à Roubaix-Tourcoing et de la vente en Australie du savon de Marseille, dont il s'y fait une grande consommation. Ainsi restreinte à un territoire déterminé, la fonction d'une banque d'exportation se conçoit et peut s'organiser. Mais comment imaginer qu'une banque unique puisse multiplier ses comptoirs et ses agences au point de desservir toutes les branches du commerce français et toutes les localités où nous traitons des affaires ? J'estime donc qu'une banque d'exportation doit choisir et délimiter la zone qu'elle se propose d'exploiter. Et c'est ainsi toute une série de banques pour l'étranger qu'il faudrait créer et organiser.

*
* *

Mais comment ? La question jusqu'ici reste toute entière.

Nous savons déjà que l'initiative ne viendra pas des Etablissements de Crédit. Doit-on le regretter ? Peut-être moins qu'il paraît au premier abord. Les Établissements de Crédit, en France, sont moins bien préparés à ce rôle que ne l'étaient les maisons similaires d'Allemagne : celles-ci ont conservé un certain caractère régional, elles se sont spécialisées à certains genres d'affaires et de crédit et ainsi le jour où elles ont voulu s'occuper à l'exportation, elles n'ont eu en quelque sorte qu'à ouvrir leurs fenêtres.

Les exportateurs français ne peuvent donc compter que sur eux-mêmes. C'est une condition assez défavorable. Où trouver les concours nécessaires ?

En juillet 1909, s'est produit un fait nouveau qui ménera peut-être à la solution du problème.

Dans une circulaire qui a eu beaucoup de retentissement, le Gouverneur de la Banque de France rappelait aux directeurs de succursale que la Banque de France est la Banque de toute la France, et les engageait, tout en respectant les situations acquises par d'autres Établissements, à faciliter l'escompte direct du papier aux négociants français et à prendre dans quelque mesure le papier sur le dehors.

Et voici dès lors ce qu'on pourrait demander : que la Banque de France consente à prendre, non à l'escompte, mais à la nourrice, en dépôt, en attendant l'approche de l'échéanee, le portefeuille des Banques d'Exportation qui viendraient à se fonder. Et que, sur l'examen de ce papier, elle leur fasse en crédit libre, une avance de 70 à 80 % du montant déposé. L'opération, on le voit, n'est pas compliquée. La Banque de France la pratique tous les jours sous forme d'avances sur titres. Elle n'est même pas nouvelle, sous l'aspect spécial qu'elle revêt, puisque, je le rappelais plus haut, elle est courante sur la place de Hambourg.

Appuyées sur le granit de la Banque de France, nos banques d'exportation auraient à leur disposition des ressources certaines, pratiquement illimitées, qui ne s'évanouiraient pas aux heures critiques. Elles pourraient dès lors rendre à notre commerce tous les services qu'il en attend, lui infuser une activité nouvelle et lui permettre de mieux exploiter les ressources magnifiques de notre pays. Souhaitons que le problème ainsi posé reçoive une solution favorable l'année prochaine, quand le privilège de la Banque de France sera remis en question. Notre commerce d'exportation, tout comme nos élégantes d'aujourd'hui, est entravé dans sa marche : la création de banques spéciales serait le geste libérateur.

LA CHALEUR ET L'HUMIDIFICATION

DANS LE TRAVAIL DES TEXTILES

(Suite)

Par M. Henri NEU, Ingénieur.

DEUXIÈME PARTIE

L'HUMIDIFICATION

CHAPITRE III

ÉTUDE DES GAZ

Force élastique des gaz

Quand on exerce une pression sur un gaz, son volume diminue ; mais en même temps le gaz réagit en vertu de son élasticité, et il s'établit bientôt un état d'équilibre entre la pression intérieure et la réaction du gaz ou *Force élastique*.

A l'inverse des solides et des liquides qui possèdent un volume propre, les gaz ont une force élastique qui tend à augmenter indéfiniment leur volume quand la pression extérieure diminue.

On peut donc assimiler un gaz à un ressort toujours comprimé par une pression extérieure ; si la pression augmente, le ressort (ou le gaz) se comprime ; mais, dès que la pression diminue, le ressort s'allonge immédiatement, se détend. Ce dernier terme est fréquemment employé pour les gaz : on dit qu'un gaz se *détend* quand il augmente de volume, sous l'influence d'un abaissement de la pression extérieure.

Quand un gaz est en équilibre, sa force élastique est égale et opposée à la pression extérieure. Cette égalité fait que l'on prend souvent indifféremment l'un pour l'autre les termes *pression* et *force élastique*, bien que le premier se rapporte à une action extérieure au gaz, et le second à un phénomène interne.

Dilatation des gaz.

Les gaz se dilatent beaucoup plus que les liquides pris dans les conditions ordinaires. Leur dilatation a été étudiée d'abord par Gay-Lussac, qui a formulé les lois suivantes :

1° Tous les gaz se dilatent de la même quantité entre 0° et 100°, quand la pression reste invariable.

2° Le coefficient de dilatation, c'est-à-dire l'augmentation de volume qui correspond à une élévation de température de 1° est constant et égal à 0,00375.

Davy a ajouté cette nouvelle loi, que le coefficient de dilatation est le même quelle que soit la pression. Il résulte de ces lois des conséquences importantes : un volume V_0 de gaz à 0° et sous la pression H_0, prendrait à la même température et sous une pression H un volume V_1, tels que

$$V_0 H_0 = V_1 H_1$$

d'après la loi de Mariotte. Le volume V_1 à 0°, chauffé à t° sans variation de pression, devient $V = V_1 (1 + \alpha t)$, si l'on désigne par α le coefficient de dilatation des gaz.

En tirant de cette équation la valeur de V_1 et la portant dans l'équation précédente, elle devient :

$$V_0 H_0 = \frac{V H}{1 + \alpha t}$$

Telle est la formule qui permet de calculer le volume que prend un gaz à une température t sous la pression H, quand on connaît son volume à 0° sous une pression H_0.

Si l'on donne le volume V du gaz sous la pression H et à la température t, on peut calculer inversement le volume qu'il occuperait dans les conditions normales. c'est-à-dire à 0° et sous la pression 760 : en appliquant la formule précédente, il vient en effet

$$V_0 = V \frac{H}{760} \quad \frac{1}{1 + \alpha t} \qquad (1)$$

On peut enfin, au lieu des volumes, introduire les densités Do et D du gaz dans les deux états précédents.

Le produit du volume par la densité doit être constant, puisqu'il représente le poids de la masse gazeuse que l'on considère ; on a donc

$$V_o \, D_o = V \, D$$

En combinant cette équation avec l'équation précédente, il vient

$$D = D_o \frac{H}{760} \frac{1}{1 + \alpha t} \qquad (2)$$

formule qui permet de calculer le poids de l'unité de volume du gaz sous la pression H à la température t, connaissant le *poids normal* de l'unité de volume, c'est-à-dire le poids d'un litre du gaz mesuré à 0° et sous la pression 760.

En reprenant par des méthodes plus exactes, les expériences de Gay-Lussac, Regnault est arrivé aux conclusions suivantes :

1° Le coefficient de dilatation de l'air est égal à 0,00367 ou 1/273 ;

2° Il n'est pas tout à fait exact que les coefficients de dilatation de tous les gaz soient égaux ; toutefois, pour les gaz permanents, les différences sont extrêmement faibles ; on pourra donc prendre pour eux le même coefficient de dilatation 0,00367 ou 1/273 ;

3° Enfin le coefficient de dilatation change avec la pression ; mais pour les gaz permanents, cette variation est tellement petite, qu'il n'y a pas lieu d'en tenir compte dans les applicatious numériques.

Densité des gaz.

La densité des gaz est prise par rapport à un autre gaz. On a choisi l'air comme terme de comparaison et l'on appelle densité d'un gaz par rapport à l'air, ou plus simplement densité d'un gaz, le rapport du poids de ce gaz au poids du même volume d'air pris dans les mêmes conditions de température et de pression.

Quand on ne considère que des gaz parfaits, c'est-à-dire qui suivent les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, ce nombre est constant pour un même gaz, quelles que soient la température et la pression.

Le tableau suivant donne les densités relatives à l'air des gaz les plus importants.

Air	1.000
Hydrogène	0.0693
Azote	0.9714
Oxygène	1.1056
Gaz des marais	0.558
Gaz ammoniac	0.597
Acide carbonique	1.529

D'autre part, Regnault a trouvé que le poids d'un litre d'air à Paris, à 0° et sous la pression 760 millimètres, est égal à 1 gr. 293. Ces données permettent de déterminer le poids d'un volume quelconque d'air ou de gaz, dans toutes les circonstances possibles. Si le poids du litre d'air à 0° et sous la pression 760 millimètres est 1 gr. 293, en appliquant l'équation (2) on voit que le poids du même volume sous la pression H et à la température t sera

$$1 \text{ gr. } 293 \times \frac{H}{760} \quad \frac{1}{1 + \alpha t}$$

et si nous désignons par p le poids du volume V on aura

$$p = 1.293 \times V \frac{H}{760} \quad \frac{1}{1 + \alpha t'}$$

Si, au lieu d'air, nous prenons un gaz dont la densité soit d, cela veut dire que son poids est d fois celui de l'air dans les mêmes conditions. A la température t et sous la pression H le poids du volume V sera donc donné par l'expression

$$p = V \times 1.293 \times d \frac{H}{760} \quad \frac{1}{1 + \alpha t''}$$

D'ordinaire, on prend le gramme comme unité de poids pour les gaz, et le litre comme unité de volume. Cela n'a pas d'inconvénient

tant que, dans le même problème, on ne compare pas le poids du gaz avec celui d'un solide ou d'un liquide. Pour ces derniers, en effet, les unités correspondantes de poids et de volume sont le litre et le kilogramme. Si l'on voulait comparer le poids des gaz à celui des autres corps, il faudrait prendre les mêmes unités et la formule deviendrait :

$$p = V \times 0.001293 \times d \times \frac{H}{760} \times \frac{1}{1 + \alpha t'}$$

dans laquelle p et V représenteraient simultanément soit des kilogrammes et des litres, soit des grammes et des centimètres cubes.

Mélange des gaz.

Si l'on met plusieurs liquides dans un même vase, nous savons qu'ils ne se mélangent pas d'ordinaire, à moins qu'ils ne se dissolvent ou n'exercent des actions chimiques les uns sur les autres, en général ils se séparent et se superposent par ordre de densités. Il en est tout autrement des gaz ; deux gaz se mélangent *toujours complètement*, même si on les a superposés d'abord par ordre de densités ; ils se pénètrent réciproquement, se diffusent l'un dans l'autre, de manière que, lorsque l'équilibre est établi, une fraction quelconque du volume total contient les deux gaz dans une proportion constante.

Quand on mélange plusieurs gaz, chacun se répand dans tout l'espace qui lui est offert, et la force élastique du mélange est égale à la somme des forces élastiques qu'aurait chaque gaz s'il remplissait seul l'espace total.

Supposons que l'on mélange un volume v d'un premier gaz sous la pression h, à des volumes v', v'', etc .., d'autres gaz aux pressions h', h'', etc.... Soient V le volume final et H la force élastique du mélange. Le premier gaz, sous la forme V, aurait une force élastique x, que l'on calcule d'après la loi de Mariotte :

$$V x = v h \quad \text{ou } x = h \frac{v}{V}$$

Le second gaz, sous le même volume V, aurait de même une force élastique.

$$y = h' \frac{v'}{V}$$

et ainsi de suite.

En écrivant maintenant que la force élastique totale H est égale à la somme des forces élastiques de chaque gaz dans le même volume V, il devient :

$$H = h \frac{v}{V} + h' \frac{v'}{V} + h'' \frac{v''}{V}$$

ou

$$V H = h v + h' v' + h'' v'' + \ldots.$$

La loi du mélange des gaz peut donc encore être formulée de la manière suivante ; le produit du volume du mélange, par sa force élastique totale, est égal à la somme des produits partiels obtenus en multipliant le volume de chaque gaz par sa force élastique propre avant le mélange.

Des formules précédentes, on déduit deux cas particuliers importants

1° Si l'on suppose

$$V = v = v' = v'' = \ldots.$$

il vient

$$H = h + h' + h'' + \ldots.$$

c'est-à-dire que, si l'on mélange des volumes égaux de différents gaz et qu'on ramène le mélange au volume occupé primitivement par un seul des gaz, la force élastique totale est égale à la somme des forces élastiques de chaque gaz avant le mélange

2° Si l'on suppose

$$H = h = h' = h'' = \ldots.$$

il vient

$$V = v + v' + v'' + \ldots.$$

Donc, si tous les gaz mélangés avaient primitivement la même force élastique et que le mélange ait encore cette même force élastique,

son volume est égal à la somme des volumes qu'occupait primitivement chaque gaz.

Solubilité des gaz.

Si l'on met en présence un gaz et un liquide qui n'exercent pas d'action chimique l'un sur l'autre, on constate en général un phénomène de dissolution : une partie des gaz se dissout dans le liquide et peut en être chassée ensuite soit par l'ébullition, soit en faisant le vide au dessus du liquide.

C'est ainsi que l'eau contient toujours en dissolution de l'air, que l'on voit s'échapper en bulles dès qu'on chauffe l'eau.

La quantité de gaz dissoute varie avec la nature du liquide et du gaz, avec la température et aussi avec la force élastique du gaz qui reste libre au-dessus du liquide.

L'action de la température est différente pour chaque gaz. Il en est tout autrement de la pression, et les lois de la dissolution, relatives à l'influence de la pression, peuvent être ramenées aux deux lois suivantes ;

1° *Loi de Henri.* — Quand un gaz et un liquide sont en présence et que l'équilibre est établi, il y a un rapport constant entre le volume du liquide et le volume du gaz dissous, ce dernier étant supposé mesuré à la pression que le gaz resté libre exerce à la surface du liquide.

Ce rapport variable avec la nature du gaz ou du liquide et la température, mais indépendant de la pression, s'appelle *coefficient de solubilité.* Ainsi par exemple, le coefficient de solubilité de l'azote dans l'eau est 1/50 ; cela veut dire que ; si nous supposons un litre d'eau en présence d'une atmosphère illimitée d'azote dont la pression soit H, à la fin de l'expérience l'azote dissous mesuré seul sous cette même pression H occuperait un volume de 1/50 de litre ; dans les mêmes conditions l'acide carbonique dissout puis dégagé occuperait 1 litre 8.

Voici les coefficients de solubilité, à la température de 0°, des principaux gaz :

Hydrogène	0,0193
Azote	0,0203
Oxygène	0,0411
Acide carbonique	1,797
Acide sulfureux	79,8
Ammoniaque	1050,0

2° *Loi de Dalton.* — Quand un liquide est en présence d'un mélange de plusieurs gaz, chacun d'eux se dissout comme s'il était seul, avec la pression propre qu'il possède dans le mélange.

Supposons, par exemple, qu'on mette un volume u d'eau en présence de l'air atmosphérique, qui est composé en volume, sur 100 parties, de 21 d'oxygène et de 79 d'azote — cela revient à dire que si H est la pression atmosphérique, la pression propre de l'oxygène est de 0,21 H et celle de l'azote 0,79 H. Après la dissolution, la pression atmosphérique n'aura évidemment pas changé, les pressions des deux gaz seront les mêmes.

Le coefficient de solubilité de l'azote étant 0,0203 et celui de l'oxygène 0,0411, le volume u d'eau contiendra

0,0203 u d'azote à la pression 0,79 H

et

0,0411 u d'oxygène à la pression 0, 21 H.

Désignons par x et y les volumes de ces deux gaz à la pression H, la loi de Mariotte nous donnera :

$$x\,H = 0{,}0203 \times 0{,}79 \times u\,H$$
$$y\,H = 0{,}0411 \times 0{,}21 \times u\,H\,.$$

d'où l'on tire

$$\frac{x}{y} = \frac{0{,}0203 \times 0{,}79}{0{,}0411 \times 0{,}21} = \frac{16037}{863}$$

et par suite

$$\frac{x}{x+y} = \frac{16037}{24668} = 0{,}65$$

Si l'on fait dégager les gaz dissous, on n'y trouvera donc que 0,65 d'azote et par suite 0,35 d'oxygène : les gaz de l'eau sont donc relativement beaucoup plus riches en oxygène que l'air atmosphérique ; sur 100 parties ils en contiennent 35, tandis qu'il n'en existe que 21 dans l'air.

Si l'atmosphère gazeuse en présence du liquide était limitée, sa pression diminuerait pendant la dissolution ; et il faudrait, dans le calcul, tenir compte de cette diminution.

Si l'on veut augmenter la quantité de gaz dissoute dans un liquide, il suffit d'augmenter la pression que ce gaz exerce sur le liquide.

ÉTUDE DE LA VAPEUR D'EAU

Force élastique de la vapeur d'eau.

Si on expose à l'air un liquide comme l'eau ou l'alcool, on voit son volume diminuer peu à peu ; une partie du liquide a pris l'état gazeux et s'est répandu dans l'atmosphère.

On peut arriver plus vite au même résultat en chauffant le liquide; bientôt de grosses bulles gazeuses se forment dans toute sa masse, et viennent crever à la surface ; le liquide bout et son volume diminue rapidement.

Cette transformation ou changement d'état se désigne sous le nom de *vaporisation* et l'on donne le nom de *vapeur* à l'état gazeux des corps qui se présentent dans les conditions ordinaires sous la forme liquide ou solide.

L'eau liquide placée dans un espace vide se transforme aussi instantanément en un corps analogue aux gaz, qui possède comme eux une force élastique ou tension.

Il y a toutefois entre les vapeurs et les gaz une différence capitale. La force élastique de la vapeur ne peut pas dépasser une certaine limite, et, dès que cette limite est atteinte, la vaporisation cesse de se produire. Il y a une *force élastique maximum* ou *tension maximum* de la vapeur.

Cette force élastique maximum dépend de la nature du liquide et augmente avec la température.

Les mêmes lois subsistent quand le liquide est placé, non dans le vide, mais dans un gaz, l'air par exemple. Le liquide se vaporise moins rapidement, mais la vapeur finit par atteindre précisément la force élastique maximum qu'elle aurait dans le vide à la même température, si la quantité de liquide est suffisante.

Dans un espace clos et de volume invariable, contenant de l'air et un liquide qui se vaporise, la pression augmente ainsi peu à peu de la force élastique maximum de la vapeur.

Quand une vapeur, en présence d'un excès de liquide, se trouve dans un espace dont les parois sont inégalement chaudes, la tension est partout la même et égale à la tension maximum qui correspond à la température du point le plus froid. Cette propriété a été découverte par Watt, et est connue sous le nom de *principe de la paroi froide* — elle rend compte de ce fait, qu'en hiver, dans une pièce chauffée, l'humidité de l'air va se *condenser* sur les vitres, refroidies par l'extérieur. En effet, la tension maximum de la vapeur ne peut pas dépasser dans toute la pièce celle qui correspond à la température du point le plus froid, les vitres ; et toute la quantité de vapeur en excès se condense sur ce point.

Nous donnons ci-dessous d'après Regnault qui a été parmi les savants, celui dont les recherches sur ce point sont les plus étendues et les plus précises, la table des forces élastiques maxima de la vapeur d'eau aux différentes températures comprises entre

— 25° C et + 100° C.

Poids d'air sec, tension de vapeur et quantité de vapeur d'eau, contenu dans l'air à l'état saturé.

TEMPÉRATURES en degrés centigrades.	POIDS de 1 mètre cube d'air à la pression atmosphérique de 760mm en kg.	TENSIONS maximum de la vapeur en mm. de mercure.	POIDS maximum de la vapeur dans 1 mètre cube d'air (en kg.)	TEMPÉRATURES en degrés centigrades.	POIDS de 1 mètre cube d'air à la pression atmosphérique de 760mm (en kg.)	TENSIONS maximum de la vapeur en mm. de mercure.	POIDS maximum de la vapeur dans 1 mètre cube d'air (en kg.)
— 25	1,4236	0,540	0,00064	+ 20	1,2049	17,391	0,01722
— 24	1,4179	0,605	0,00071	21	1,2008	18,495	0,01825
— 23	1,4122	0,670	0,00078	22	1, 967	19,659	0,01933
— 22	1,4065	0,745	0,00086	23	1,1927	20,888	0,02048
— 21	1,4008	0,825	0,00095	24	1,1888	22,184	0,02168
— 20	1,3959	0,930	0,00105	25	1,1847	23,550	0,02293
— 19	1,3904	1,000	0,00115	26	1,1807	24,988	0,02424
— 18	1,3845	1,095	0,00125	27	1,1768	26,505	0,02564
— 17	1,3796	1,190	0,00135	28	1,1728	28,101	0,02709
— 16	1,3738	1,290	0,00146	29	1,1689	29,782	0,02862
— 15	1,3683	1,400	0,00158	30	1,1650	31,548	0,03021
— 14	1,3631	1,520	0,00170	31	1,1613	33,406	0,03189
— 13	1,3579	1,635	0,00183	32	1,1574	35,359	0,03364
— 12	1,3527	1,780	0,00198	33	1,1537	37,411	0,03548
— 11	1,3475	1,930	0,00214	34	1,1497	39,565	0,03740
— 10	1,3424	2,093	0,00231	35	1,1462	41,827	0,03941
— 9	1,3373	2,267	0,00249	36	1,1424	44,201	0,04151
— 8	1,3323	2,455	0,00269	37	1,1388	46,691	0,04371
— 7	1,3272	2,658	0,00290	38	1,1352	49,302	0,04600
— 6	1,3223	2,876	0,00313	39	1,1315	52,039	0,04840
— 5	1, 173	3,113	0,00337	40	1,1279	54,906	0,05091
— 4	1,3124	3,368	0,00364	41	1,1243	57,910	0,05352
— 3	1,3076	3,644	0,00392	42	1,1208	61,055	0,05625
— 2	1,3027	3,911	0,00422	43	1,1172	64,346	0,05909
— 1	1,2979	4,263	0,00455	44	1,1136	67,790	0,06205
0	1,2932	4,600	0,00489	45	1,1101	71,391	0,06514
+ 1	1,2884	4,940	0,00523	46	1,1066	75,158	0,06836
2	1,2838	5,302	0,00560	47	1,1032	79,093	0,07173
3	1,2791	5,687	0,00598	48	1,0997	83,204	0,07522
4	1,2748	6,097	0,00639	49	1,0964	87,499	0,07886
5	1,2699	6,534	0,00682	50	1,0929	91,982	0,08263
6	1,2654	6,998	0,00728	51	1,0895	96,659	0,08655
7	1,2611	7,492	0,00776	52	1,0861	101,543	0,09062
8	1,2564	8,017	0,00828	53	1,0828	106,634	0,09484
9	1,2519	8,574	0,00882	54	1,0795	111,940	0,09921
10	1,2475	9,165	0,00939	55	1,0762	117,478	0,10373
11	1,2431	9,792	0,01001	60	1,0600	148,791	0,12965
12	1,2387	10,457	0,01064	65	1,0444	186,945	0,16049
13	1,2347	11,162	0,01132	70	1,0291	233,093	0,19719
14	1,2301	11,908	0,01203	75	1,0144	288,517	0,24058
15	1,2258	12,699	0,01282	80	1,0000	354,643	0,29153
16	1,2216	13,536	0,01359	85	0,9861	433,041	0,35097
17	1,2178	14,421	0,01443	90	0,9725	525,450	0,42004
18	1,2131	15,357	0,01531	95	0,9593	633,780	0,49977
19	1,2090	16,346	0,01625	100	0,9464	760,000	0,59 22

Évaporation.

Un liquide peut se vaporiser comme nous l'avons vu plus haut de deux manières bien distinctes, par évaporation ou par ébullition.

L'évaporation est un phénomène qui se produit seulement à la surface libre du liquide. Ainsi, quand on expose à l'air un vase plein d'eau ou d'alcool, le volume de ces liquides diminue peu à peu, ils *s'évaporent*.

Au contraire, si l'on place sur le feu un vase plein d'eau, il arrive un moment où l'on voit de grosses bulles se former sur toutes les parois du vase ; ces bulles grossissent, se séparent des parois, s'élèvent et viennent crever à la surface en faisant bouillonner le liquide ; c'est le phénomène brusque et qui se produit dans toute la masse du liquide, que l'on désigne sous le nom *d'ébullition*.

Pour que l'évaporation d'un liquide puisse se produire il faut que la force élastique de sa vapeur, qui existe déjà dans l'atmosphère, soit inférieure à la force élastique maximum qu'elle peut acquérir ; sans cela l'espace serait *saturé*, et nous savons que toute vaporisation serait impossible. Si l'espace est indéfini et la quantité du liquide limitée, la saturation ne pourra jamais être atteinte, et l'évaporation se poursuivra jusqu'à la disparition complète du liquide.

La quantité de liquide évaporée pendant un certain temps, est évidemment, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnelle à la surface libre du liquide.

La vitesse de l'évaporation augmente à mesure que l'on élève la température ; car la tension maximum de la vapeur va alors en croissant, c'est-à-dire que le liquide peut émettre des vapeurs en quantités de plus en plus grandes.

La vitesse de l'évaporation dépend de la quantité de vapeur qui existe déjà dans l'atmosphère placée au-dessus du liquide. Si l'atmosphère est près d'être saturée, l'évaporation est très lente et presque nulle ; elle devient au contraire très rapide quand l'atmosphère est sèche.

TABLEAU DE L'ÉVAPORATION DE L'EAU A L'AIR CALME,
A DIVERSES TEMPÉRATURES ET PAR MÈTRE CARRÉ DE LA SURFACE DE L'EAU

TEMPÉRATURE	POIDS d'eau évaporé.	TEMPÉRATURE.	POIDS d'eau évaporé
20° C	0 kg. 32	60° C	2 kg. 70
30	0 kg. 50	70	4 kg. 32
40	1 kg. 00	80	6 kg. 64
50	1 kg. 70	90	10 kg. 00

L'agitation de l'air favorise également l'évaporation ; car si l'air était calme, il se formerait au-dessus du liquide une couche presque saturée, et l'évaporation s'arrêterait. L'agitation de l'air enlève cette couche à mesure qu'elle tend à se produire et amène incessamment à la surface du liquide de l'air qui ne contient pas encore de vapeurs.

On sait en effet qu'un linge mouillé par exemple sèche d'autant plus vite que l'air est sec et plus agité et que l'on élève davantage la température.

HYGROMÉTRIE

État hygrométrique.

L'air renferme toujours une certaine quantité de vapeur d'eau. *L'hygrométrie* est l'ensemble des procédés employés pour mesurer la quantité de vapeur d'eau contenue à un moment donné dans l'atmosphère. La quantité d'eau que l'air peut absorber varie suivant la température ; c'est ainsi qu'à 0° C. l'air peut dissoudre environ 5 grammes d'eau par mètre cube, tandis qu'à la température moyenne de 15° il peut en dissoudre environ 13 grammes ; la quantité d'eau que l'air peut absorber croît très rapidement avec la température. Au delà de cette limite d'absorption la vapeur se condense et forme un brouillard ou amas de gouttelettes d'eau flottant dans l'atmosphère ; si la condensation augmente, les gouttelettes en se groupant forment de larges gouttes qui tombent sur la surface de la terre : c'est la pluie.

On appelle *humidité absolue* le poids de vapeur d'eau que contient un mètre cube d'air. Le rapport de la quantité de vapeur d'eau contenue actuellement dans l'air à la quantité maximum qui pourrait y exister s'il était entièrement saturé à la même température se nomme *humidité relative* ou *état hygrométrique* ou encore *fraction de saturation* de l'air. La température à laquelle la vapeur commence à se déposer s'appelle *point de rosée* ou *point de saturation*. La quantité d'eau que l'air peut absorber se nomme *degré maximum d'humidité* ou *degré de saturation*.

On dit que l'air est humide ou sec suivant que le degré d'humidité relative se rapproche ou s'éloigne du degré de saturation ; or, comme ce degré de saturation varie énormément suivant les diverses températures, il s'ensuit que l'humidité absolue et conséquemment, l'humidité relative, varient également suivant la température. L'air, lorsqu'il est froid, peut être humide tout en ne contenant que peu de vapeur d'eau, et très sec, au contraire, avec une plus grande quantité de vapeur, lorsqu'il est chaud. Ainsi, l'air contient généralement plus de vapeur d'eau l'été que l'hiver, et cependant il est moins humide parce que, la température étant plus élevée, l'air est plus loin de son point de saturation.

Soient d la densité de la vapeur d'eau par rapport à l'air, (1) t la température, et f la force élastique de la vapeur, force élastique qui est au plus égale à la force élastique maximum pour la température t ; le poids p (en grammes) de la vapeur d'eau contenue dans le volume V (en litres) d'air sera donné par la formule

$$p = 1 \text{ gr. } 293. \text{ V. } d \frac{f}{760} \frac{1}{1 + \alpha t} \qquad (1)$$

D'autre part, si l'air était saturé, la vapeur aurait la force élastique maximum F qui correspond à la température t, et le même volume V d'air contiendrait un poids de vapeur

$$\text{P} = 1 \text{ gr. } 293. \text{ V. } d \frac{\text{F}}{760} \frac{1}{1 + \alpha t}. \qquad (2)$$

(1) La densité de la vapeur d'eau par rapport à l'air est 0,622.

L'état hygrométrique de l'air, ou humidité relative, est, d'après notre définition, le rapport de p à P ; on a donc

$$e = \frac{p}{P} \text{ ou } e = \frac{f}{F} \qquad (3)$$

en remplaçant p et P par les valeurs que nous venons d'indiquer. L'état hygrométrique peut donc encore être défini comme *le rapport de la force élastique* de la vapeur d'eau contenue actuellement dans l'air *à la forée élastique maximum* qu'elle peut acquérir à la même température.

L'état hygrométrique s'exprime ordinairement en centièmes :

Pour indiquer que l'air est à moitié saturé, par exemple, on dit que son état hygrométrique est 50 ; un état hygrométrique égal à 100 représente de l'air complètement saturé ; le nombre 65 indiquerait que l'air contient seulement les 65 centièmes de la quantité de vapeur nécessaire pour le saturer, etc....

On suppose toujours que l'on connaît la température t de l'air ; la table des tensions de la vapeur d'eau donnée par Regnault (voir le tableau page 47), fait donc connaître la tension maximum F que pourrait acquérir la vapeur ; on a de plus les relations

$$p = 1 \text{ gr. } 293 \text{ V. } d \; \frac{f}{760} \; \frac{1}{1 + \alpha t}$$

et

$$e = 100 \frac{f}{F} \text{ ou } f = \frac{Fe}{100}$$

puisque e est exprimé en centièmes.

Il suffit donc, en plus de la température, de déterminer une des trois quantités p. f. ou e. pour que les deux autres puissent être calculées au moyen de ces équations.

De là trois méthodes en hygrométrie, selon que l'on se propose de mesurer directement p. f. ou e., le poids de vapeur d'eau contenue dans l'air, la force élastique de cette vapeur ou l'état hygrométrique.

Nous décrivons plus loin plusieurs appareils qui permettent de déterminer très facilement l'état hygrométrique.

Humidité et Hygiène.

On croit généralement que l'humidité est toujours nuisible à la santé. Sans doute l'air humide fait beaucoup de victimes à cause de l'action qu'il exerce sur les bronches et sur la peau. L'évaporation cutanée s'effectue difficilement au sein d'un air chargé de vapeur d'eau, et par suite des refroidissements brusques l'organisme est exposé à des pneumonies, pleurésies, etc....

Mais si l'atmosphère humidifiée à l'excès peut être déclarée malsaine, il en est autrement d'une atmosphère humidifiée modérément, c'est-à-dire dans les conditions requises pour le travail parfait des textiles, une telle atmosphère est toujours plus saine qu'une atmosphère sèche dans laquelle le travail des textiles dégage abondamment de poussières, duvets, etc.... qui vicient l'air.

C'est l'humidité absolue, lorsqu'elle est exagérée, et non l'humidité relative qui est nuisible à la santé ; c'est ainsi qu'à Davos-Platz (Suisse), siège d'un sanatorium universellement réputé pour le traitement des maladies de poitrine, la moyenne de l'humidité relative (juillet-août) est de 76 % tandis que la moyenne de l'humidité absolue est de 8,05 grammes par mètre cube d'air.

APPAREILS DE MESURE DE L'ÉTAT HYGROMÉTRIQUE

Nécessité de Mesures exactes.

Mesurer exactement l'état hygromètrique de l'air n'est pas chose facile si l'on ne dispose pas d'un appareil très précis.

Nous avons souvent enregistré des différences très sensibles entre un type d'appareil et un autre ; ces différences accusaient jusqu'à 10 et 15 % en plus ou en moins.

Il importe cependant de pouvoir déterminer exactement l'état hygrométrique de l'air des salles de l'industrie textile et il est à souhaiter que l'on adopte un jour un instrument permettant de faire

des lectures suffisamment précises pour que la différence des états hygrométriques relevés ne soit pas supérieure de 2 à 3 % entre l'un de ces instruments employé dans une usine et un autre semblable employé dans une autre usine.

Cela a d'autant plus d'importance qu'il est impossible de s'entendre sur *les états hygrométriques les plus favorables pour le travail des textiles* si l'on ne prend pas pour base un instrument type de mesure.

En effet, dans l'état actuel de la question l'appréciation de l'état hygrométrique varie dans la mesure exacte des différences que l'on enregistre avec les divers appareils employés.

Cela a peu d'importance tant que l'on se borne, pour un cas spécial, à établir des comparaisons en partant d'un état hygrométrique donné qui a été trouvé trop faible et un autre trouvé suffisant, les 2 mesures ayant été prises avec le même instrument.

Mais lorsqu'il s'agit de généraliser, l'appréciation doit être appuyée sur une base invariable.

L'instrument que nous avons choisi pour servir de base à notre appréciation est le psychromètre construit avec toutes les précautions que nous allons indiquer dans la description des 3 types d'appareils les plus généralement utilisés.

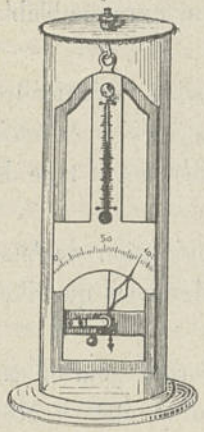
Hygromètre à cheveu de Saussure.

Cet appareil (*Fig.* 5) utilise la propriété qu'ont les cheveux de s'allonger dans un air humide et de se raccourcir par la sécheresse.

Il est formé d'un cadre en haut duquel est une pince dans laquelle est fixée l'extrémité du cheveu. L'autre extrémité s'enroule sur la gorge d'une petite poulie très mobile. Cette poulie possède une deuxième gorge sur laquelle s'enroule, en sens inverse du cheveu un fil de soie muni d'un poids qui maintient ainsi le cheveu constamment tendu. L'axe de la poulie porte une longue aiguille légère et suspendue par son centre de gravité, de façon à être d'elle-même en équilibre dans toutes les positions.

Si le cheveu s'allonge, le poids fait tourner la poulie de manière que le cheveu s'enroule, et l'aiguille marche vers la droite. La poulie et l'aiguille tournent, au contraire, en sens inverse quand le cheveu se raccourcit et qu'il se déroule en partie de la poulie. Le cheveu doit être dégraissé en le lavant à l'éther.

Fig. 5.



Hygromètre à cheveu de Saussure.

L'extrémité de l'aiguille se déplace devant un cadran gradué.

Gay-Lussac a étudié cet instrument et a établi une table de correction que nous donnons ci-dessous.

Cette table permet de déterminer l'état hygrométrique par rapport à la graduation de l'hygromètre.

Il est nécessaire de contrôler de temps en temps cet appareil en déterminant son point 100.

État hygrométrique de l'air pour degrés de l'hygromètre Saussure.

DEGRÉS de l'hygromètre.	HUMIDITÉ relative.	DEGRÉS de l'hygromètre.	HUMIDITÉ relative.	DEGRÉS de l'hygromètre.	HUMIDITÉ relative.
0	0,000	35	0,177	70	0,472
5	0,022	40	0,208	75	0,538
10	0,046	45	0,241	80	0,612
15	0,070	50	0,274	85	0,696
20	0,094	55	0,318	90	0,791
25	0,120	60	0,363	95	0,891
30	0,148	65	0,414	100	1,000

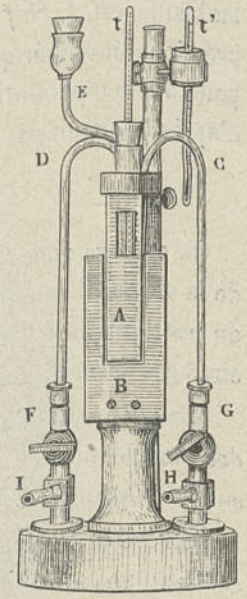
Hygromètre à Condensation.

Avec cet appareil on mesure directement la tension f de la vapeur d'eau dans l'air. En prenant la température de l'air et cherchant dans les tables de Regnault la force élastique maximum correspondante,

on a la force élastique maximum **F** que la vapeur pourrait acquérir dans l'air au même moment. Le quotient de *f* par F, exprimé en centièmes, représente l'état hygrométrique.

Pour déterminer *f*, on refroidit progressivement un point de l'air ; il faut alors de moins en moins de vapeur d'eau pour le saturer et il arrive un moment où l'air suffisamment refroidi, est exactement saturé par la vapeur qu'il contient et dont la quantité n'a pas changé. Si l'on refroidit très légèrement l'air au-dessus de ce point, la saturation étant dépassée, une partie de la vapeur prend l'état liquide, et il se forme sur le corps froid un dépôt de rosée.

Fig. 6.



Hygromètre à condensation d'Alluard.

On note le point de rosée θ ou température à laquelle la rosée commence à se déposer, et comme l'air est exactement saturé à la température θ par la vapeur d'eau qu'il contient, la tension maximum *f* correspondant à cette température θ et dont les tables de Regnault fournissent la valeur, est précisément la tension de la vapeur d'eau qui existe dans l'air au moment de l'expérience.

Dans l'hygromètre à condensation de Alluard (*Fig.* 6) le dépôt de rosée se produit sur une lame de laiton doré qui a l'avantage d'être une surface plane. Cette surface plane est encadrée dans une autre lame de laiton doré qui ne la touche pas et conserve alors tout son éclat. On doit regarder les deux surfaces en même temps pour bien juger de la formation de la rosée.

Cet appareil donne des indications très exactes, mais est plutôt un instrument de laboratoire.

Psychromètre.

Cet appareil (*Fig.* 7) se compose de 2 thermomètres à mercure semblables dont l'un a son réservoir entouré d'une mousseline que l'on mouille.

L'eau s'évapore plus ou moins suivant l'état hygrométrique de l'atmosphère, et il en résulte un refroidissement d'autant plus grand que l'évaporation est plus rapide et l'air plus sec. On conçoit donc qu'il y ait une relation entre l'humidité de l'air et la température t' que marque le thermomètre à boule mouillée, quand la température ambiante est t. Si f désigne la tension de la vapeur dans l'air, H la pression atmosphérique et f' la force élastique maximum qui correspond à la température t', la relation qui lie t, t' f et f' est exprimée d'après Regnault par la formule

$$f = f' - 0{,}00074\,\mathrm{H}\,(t - t').$$

On observe donc t, t' et H ; on cherche f' dans la table des tensions de la vapeur d'eau, et la formule permet de calculer f ; ce calcul est du reste simplifié par l'usage des tables que l'on trouve dans tous les ouvrages de météorologie.

Nous donnons ci-après une table de lecture au psychromètre pour des températures de + 10 à + 35° centigrades généralement suffisante pour les besoins de l'industrie.

Cette table indique également la quantité de grammes d'eau que contient un mètre cube d'air à la température et à la fraction de saturation considérés.

Cet instrument est très commode puisqu'il suffit de lire les deux thermomètres pour en déduire l'état hygrométrique. Il y a lieu toutefois, pour faire des lectures exactes, de prendre quelques précautions ;

La mousseline doit être mouillée d'une manière convenable. Si elle n'est pas assez mouillée, elle sèche en partie, le refroidissement est trop faible et la température t' trop haute. Si la mousseline est trop mouillée au contraire, l'eau qui arrive en excès à la température ambiante t, réchauffe le thermomètre et t' est encore trop grand.

Il peut également s'établir autour de la boule mouillée une zone d'air saturé par l'évaporation de l'eau du linge qui entoure la boule ; le refroidissement est encore diminué et la température t' est encore

trop haute. C'est pourquoi avant de faire une lecture il sera bon d'agiter par un moyen quelconque l'air autour de la boule, de façon à activer l'évaporation.

Il faut aussi, toujours pour la même raison, éviter que ni le réservoir d'eau ni la boule mouillée n'influencent le thermomètre sec,

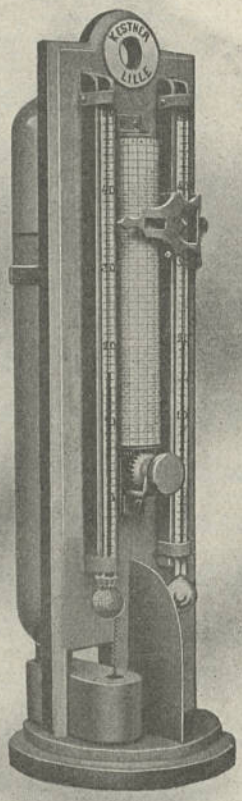


Fig. 7.

car dans ce cas, t diminuerait et la lecture donnerait un état hygrométrique trop fort.

Dans les psychromètres bien construits une cloison sépare généralement les 2 thermomètres.

TABLE DE LECTURE AU PSYCHROMÈTRE DES ÉTATS HYGROMÉTRIQUES.

Les chiffres en caractères penchés donnent la quantité de grammes d'eau contenus dans l'air à l'état hygrométrique correspondant.

LECTURE du thermomètre sec.	DIFFÉRENCE EN DEGRÉS ENTRE LES DEUX THERMOMÈTRES (sec et humide).																								
	0	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	10½	11	11½	12
10	100 *9.2*	94 *8.6*	87 *8.0*	80 *7.3*	74 *6.8*	68 *6.2*	62 *5.7*	56 *5.1*	50 *4.6*	45 *4.1*	39 *3.5*	33 *3.0*	28 *2.5*	22 *2.0*											
10,5	100 *9.5*	94 *8.9*	88 *8.3*	81 *7.7*	74 *7.0*	69 *6.5*	63 *5.9*	57 *5.4*	51 *4.8*	45 *4.3*	40 *3.8*	34 *3.2*	29 *2.7*	23 *2.2*											
11	100 *9.8*	94 *9.2*	87 *8.6*	81 *8.0*	75 *7.4*	69 *6.8*	63 *6.2*	58 *5.6*	52 *5.1*	46 *4.5*	41 *4.0*	36 *3.5*	30 *2.9*	25 *2.4*											
11,5	100 *10.1*	95 *9.5*	88 *8.9*	82 *8.3*	76 *7.7*	70 *7.1*	64 *6.5*	58 *5.9*	53 *5.3*	47 *4.8*	41 *4.2*	36 *3.7*	31 *3.2*	26 *2.6*	21 *2.1*										
12	100 *10.5*	95 *9.8*	89 *9.2*	83 *8.6*	76 *8.0*	71 *7.4*	65 *6.8*	59 *6.2*	54 *5.6*	48 *5.0*	43 *4.5*	38 *3.9*	33 *3.4*	28 *2.9*	22 *2.3*										
12,5	100 *10.8*	94 *10.1*	89 *9.5*	83 *8.9*	77 *8.3*	71 *7.6*	65 *7.0*	60 *6.5*	54 *5.9*	49 *5.3*	44 *4.7*	39 *4.2*	33 *3.6*	28 *3.1*	23 *2.6*										
13	100 *11.2*	95 *10.5*	89 *9.8*	83 *9.2*	77 *8.6*	72 *8.0*	66 *7.3*	61 *6.7*	55 *6.2*	50 *5.6*	45 *5.0*	40 *4.4*	35 *3.9*	30 *3.3*	25 *2.8*	20 *2.3*									
13,5	100 *11.5*	95 *10.9*	89 *10.2*	83 *9.5*	77 *8.9*	72 *8.3*	66 *7.6*	61 *7.0*	56 *6.4*	51 *5.9*	46 *5.3*	41 *4.7*	36 *4.1*	31 *3.6*	27 *3.0*	22 *2.5*									
14	100 *11.9*	95 *11.2*	90 *10.6*	84 *9.9*	78 *9.2*	73 *8.6*	67 *8.0*	62 *7.4*	57 *6.7*	52 *6.1*	47 *5.6*	42 *5.0*	37 *4.4*	32 *3.8*	28 *3.3*	23 *2.7*									
14,5	100 *12.3*	95 *11.6*	90 *10.9*	84 *10.2*	79 *9.6*	73 *8.9*	68 *8.3*	62 *7.7*	57 *7.1*	53 *6.4*	48 *5.8*	43 *5.3*	39 *4.7*	34 *4.1*	29 *3.5*	25 *3.0*	20 *2.4*	»	»	»	»	»	»	»	»
15	100 *12.7*	94 *12.0*	89 *11.3*	84 *10.6*	78 *9.9*	73 *9.3*	68 *8.6*	63 *8.0*	58 *7.4*	53 *6.8*	49 *6.1*	44 *5.5*	39 *5.0*	34 *4.4*	30 *3.8*	25 *3.2*	21 *2.7*	»	»	»	»	»	»	»	»
15 5	100 *13.1*	94 *12.4*	89 *11.7*	84 *11.0*	79 *10.3*	74 *9.6*	68 *9.0*	63 *8.3*	59 *7.7*	54 *7.1*	49 *6.4*	45 *5.8*	40 *5.2*	36 *4.7*	31 *4.1*	27 *3.5*	22 *2.9*	»	»	»	»	»	»	»	»
16	100 *13.5*	95 *12.8*	89 *12.1*	84 *11.4*	79 *10.7*	74 *10.0*	69 *9.4*	64 *8.7*	59 *8.0*	55 *7.4*	50 *6.8*	45 *6.1*	41 *5.5*	36 *4.9*	32 *4.3*	29 *3.8*	24 *3.2*	19 *2.6*	»	»	»	»	»	»	»
16,5	100 *14.0*	95 *13.2*	90 *12.5*	84 *11.8*	79 *11.1*	74 *10.4*	69 *9.7*	65 *9.0*	60 *8.4*	56 *7.7*	51 *7.1*	47 *6.5*	42 *5.8*	38 *5.2*	33 *4.6*	29 *4.0*	25 *3.5*	21 *2.9*	»	»	»	»	»	»	»
17	100 *14.4*	95 *13.7*	90 *13.0*	85 *12.2*	80 *11.5*	75 *10.8*	70 *10.1*	65 *9.4*	61 *8.7*	56 *8.1*	52 *7.4*	47 *6.8*	43 *6.2*	38 *5.5*	34 *4.9*	30 *4.3*	26 *3.7*	22 *3.2*	18 *2.6*	14 *2.0*	»	»	»	»	»
17,5	100 *14.9*	95 *14.1*	90 *13.4*	85 *12.6*	80 *11.9*	75 *11.2*	70 *10.5*	66 *9.8*	61 *9.1*	57 *8.4*	52 *7.8*	48 *7.1*	44 *6.5*	40 *5.9*	35 *5.2*	31 *4.6*	27 *4.0*	23 *3.4*	19 *2.9*	16 *2.3*	»	»	»	»	»
18	100 *15.4*	95 *14.6*	90 *13.8*	85 *13.1*	80 *12.3*	75 *11.6*	71 *10.9*	66 *10.2*	62 *9.5*	57 *8.8*	53 *8.1*	49 *7.5*	44 *6.8*	40 *6.2*	36 *5.5*	32 *4.9*	28 *4.3*	24 *3.7*	20 *3.1*	16 *2.6*	13 *2.0*	10 *1.7*	»	»	»
18,5	100 *15.9*	95 *15.0*	90 *14.3*	85 *13.5*	80 *12.7*	76 *12.0*	71 *11.3*	67 *10.6*	62 *9.9*	58 *9.2*	54 *8.5*	50 *7.8*	46 *7.2*	42 *6.5*	37 *5.9*	33 *5.2*	29 *4.6*	26 *4.0*	22 *3.4*	18 *2.8*	14 *2.3*	11 *1.8*	»	»	»
19	100 *16.3*	95 *15.5*	90 *14.7*	86 *14.0*	81 *13.2*	76 *12.4*	72 *11.7*	67 *10.9*	63 *10.3*	58 *9.6*	54 *8.9*	50 *8.2*	46 *7.5*	42 *6.9*	38 *6.2*	34 *5.6*	30 *4.9*	26 *4.3*	23 *3.7*	19 *3.1*	16 *2.5*	12 *1.8*	9 *1.5*	»	»
19,5	100 *16.9*	95 *16.0*	90 *15.2*	86 *14.4*	81 *13.7*	77 *12.9*	72 *12.1*	68 *11.4*	63 *10.7*	59 *10.0*	55 *9.3*	51 *8.6*	47 *7.9*	43 *7.2*	39 *6.6*	35 *5.9*	31 *5.3*	28 *4.6*	24 *4.0*	17 *2.8*	14 *2.2*	13 *1.9*	10 *1.7*	»	»
20	100 *17.4*	95 *16.6*	91 *15.7*	86 *14.9*	81 *14.1*	77 *13.4*	72 *12.6*	68 *11.8*	64 *11.1*	59 *10.4*	55 *9.6*	52 *8.9*	47 *8.3*	43 *7.6*	40 *6.9*	36 *6.3*	32 *5.6*	28 *5.0*	25 *4.3*	21 *3.7*	18 *3.1*	14 *2.5*	11 *2.0*	»	»
20,5	100 *17.9*	96 *17.1*	91 *16.3*	86 *15.4*	82 *14.6*	77 *13.8*	73 *13.1*	69 *12.3*	64 *11.5*	60 *10.8*	55 *10.1*	52 *9.3*	48 *8.6*	45 *7.9*	41 *7.3*	37 *6.6*	33 *6.0*	30 *5.3*	26 *4.7*	23 *4.0*	19 *3.4*	15 *2.8*	12 *2.2*	10 *2.1*	»
22,5	100 *20.2*	95 *19.3*	92 *18.5*	87 *17.6*	83 *16.7*	78 *15.8*	74 *15.0*	70 *14.2*	66 *13.4*	63 *12.6*	59 *11.8*	55 *11.1*	51 *10.3*	48 *9.6*	44 *8.8*	41 *8.1*	37 *7.4*	34 *6.7*	30 *6.1*	27 *5.4*	23 *4.7*	20 *4.0*	17 *3.2*	14 *2.6*	11 *2.0*
23	100 *20.7*	96 *20.0*	91 *19.0*	88 *18.1*	83 *17.2*	78 *16.4*	74 *15.5*	70 *14.7*	66 *13.9*	63 *13.1*	59 *12.3*	56 *11.5*	52 *10.8*	48 *10.0*	44 *9.2*	41 *8.6*	38 *7.8*	34 *7.1*	31 *6.4*	28 *5.8*	25 *5.1*	21 *4.3*	18 *3.5*	15 *2.7*	12 *2.0*
23,5	100 *21.5*	96 *20.6*	91 *19.7*	87 *18.7*	83 *17.3*	79 *17.0*	75 *16.1*	71 *15.2*	67 *14.4*	63 *12.6*	59 *12.8*	56 *12.0*	52 *11.2*	49 *10.4*	45 *9.7*	42 *9.0*	38 *8.2*	35 *7.5*	32 *6.8*	29 *6.1*	26 *5.5*	22 *4.7*	19 *3.7*	16 *3.0*	13 *2.2*
24	100 *22.2*	96 *21.2*	91 *20.3*	87 *14.3*	83 *18.4*	79 *17.5*	75 *16.6*	72 *15.8*	67 *14.9*	63 *14.1*	60 *13.3*	57 *12.5*	53 *11.7*	50 *10.9*	46 *10.1*	42 *9.4*	39 *8.7*	35 *7.9*	33 *7.2*	29 *6.5*	26 *5.8*	23 *4.9*	20 *4.0*	17 *3.2*	14 *2.5*
24,5	100 *22.9*	96 *21.9*	92 *20.9*	87 *20.0*	83 *19.0*	80 *18.1*	76 *17.2*	72 *16.3*	68 *15.5*	64 *14.6*	60 *13.8*	57 *13.0*	53 *12.2*	50 *11.4*	47 *10.6*	43 *9.8*	40 *9.1*	36 *8.3*	33 *7.6*	30 *6.9*	27 *6.2*	24 *5.4*	21 *4.5*	18 *3.7*	15 *3.0*
25	100 *23.6*	96 *22.5*	92 *21.6*	87 *20.6*	84 *19.7*	80 *18.7*	76 *17.8*	72 *16.9*	68 *16.0*	64 *15.2*	61 *14.3*	57 *13.5*	54 *12.7*	51 *11.9*	47 *11.1*	44 *10.3*	40 *9.5*	37 *8.8*	34 *8.0*	31 *7.3*	28 *6.6*	25 *5.8*	22 *5.0*	19 *4.2*	16 *3.5*
25,5	100 *24.3*	96 *23.2*	92 *22.2*	88 *21.3*	84 *20.3*	80 *19.3*	76 *18.4*	72 *17.5*	69 *16.6*	65 *15.7*	62 *14.9*	58 *14.0*	55 *13.2*	51 *12.4*	48 *11.6*	45 *10.8*	42 *10.0*	39 *9.2*	35 *8.5*	32 *7.7*	29 *7.0*	26 *6.3*	23 *5.5*	20 *4.7*	17 *4.0*
26	100 *25.0*	96 *23.9*	92 *22.9*	88 *21.9*	84 *20.9*	80 *20.0*	76 *19.0*	73 *18.1*	69 *17.2*	66 *16.3*	62 *15.4*	59 *14.6*	55 *13.7*	52 *12.9*	48 *12.1*	45 *11.3*	42 *10.5*	39 *9.7*	36 *8.9*	33 *8.2*	30 *7.4*	27 *6.7*	24 *6.0*	21 *5.2*	18 *4.5*
26,5	100 *25.7*	96 *24.7*	92 *23.6*	88 *22.6*	84 *21.6*	80 *20.6*	77 *19.7*	73 *18.7*	69 *17.8*	66 *16.9*	63 *16.0*	59 *15.1*	56 *14.3*	53 *13.4*	49 *12.6*	46 *11.7*	43 *10.9*	40 *10.1*	37 *9.4*	34 *8.6*	31 *7.9*	28 *7.0*	25 *6.2*	22 *5.6*	19 *5.0*
27	100 *26.3*	96 *25.4*	92 *24.4*	88 *23.3*	84 *22.3*	80 *21.3*	77 *20.3*	73 *19.4*	69 *18.4*	66 *17.5*	63 *16.6*	60 *15.7*	56 *14.8*	52 *14.0*	49 *13.1*	46 *12.2*	43 *11.4*	40 *10.6*	37 *9.8*	34 *9.1*	31 *8.3*	29 *7.4*	26 *6.5*	23 *6.0*	20 *5.5*
27,5	100 *26.7*	96 *25.2*	92 *25.1*	88 *24.1*	84 *23.0*	80 *22.0*	77 *21.0*	74 *20.0*	70 *19.1*	67 *18.1*	63 *17.2*	60 *16.3*	57 *15.4*	54 *14.5*	50 *13.6*	47 *12.8*	43 *12.0*	41 *11.2*	38 *10.3*	35 *9.5*	33 *8.8*	30 *7.9*	27 *7.0*	24 *6.3*	21 *5.7*
28	100 *27.2*	96 *25.0*	92 *22.0*	88 *24.8*	85 *23.7*	81 *22.7*	77 *21.7*	73 *20.7*	70 *19.7*	67 *18.8*	63 *17.8*	60 *16.9*	57 *16.0*	54 *15.1*	51 *14.2*	47 *13.3*	44 *12.5*	42 *11.6*	36 *10.8*	36 *10.0*	33 *9.2*	30 *8.3*	27 *7.5*	25 *6.7*	22 *6.0*
28,5	100 *28.6*	96 *27.5*	92 *24.0*	88 *25.2*	85 *24.5*	81 *23.4*	77 *22.4*	74 *21.4*	70 *20.4*	67 *19.4*	64 *18.4*	61 *17.5*	58 *16.6*	55 *15.6*	52 *14.8*	49 *13.9*	45 *13.0*	43 *12.2*	39 *11.3*	37 *10.5*	33 *9.7*	31 *8.8*	28 *8.0*	25 *7.2*	23 *6.5*
29	100 *29.1*	96 *28.0*	92 *26.0*	88 *25.9*	85 *24.7*	81 *24.2*	78 *23.1*	74 *22.1*	71 *21.1*	67 *20.1*	64 *19.1*	61 *18.1*	58 *17.2*	55 *16.3*	52 *15.3*	49 *14.5*	46 *13.6*	43 *12.7*	40 *11.9*	37 *11.0*	34 *10.2*	32 *9.3*	29 *8.5*	26 *7.7*	24 *7.0*
29,5	100 *29.6*	96 *28.5*	92 *26.8*	88 *26.4*	85 *24.9*	81 *24.3*	78 *23.9*	74 *22.8*	70 *21.8*	67 *20.8*	64 *19.8*	61 *18.8*	58 *17.8*	55 *16.9*	52 *16.0*	49 *15.0*	46 *14.1*	43 *13.3*	40 *12.4*	37 *11.6*	35 *10.7*	32 *9.7*	29 *8.7*	27 *8.1*	24 *7.5*
30	100 *30.1*	96 *29.0*	92 *27.5*	88 *26.9*	85 *25.5*	81 *24.5*	78 *23.5*	75 *23.6*	71 *22.5*	68 *21.5*	65 *20.5*	62 *19.5*	59 *18.5*	55 *17.5*	53 *16.6*	50 *15.6*	47 *14.7*	44 *13.8*	41 *13.0*	38 *12.1*	36 *11.2*	33 *10.4*	30 *9.0*	28 *8.5*	25 *8.0*
30,5	100 *30.8*	96 *30.0*	93 *28.0*	89 *27.0*	85 *25.5*	82 *24.0*	79 *23.5*	75 *23.4*	71 *23.3*	68 *22.2*	65 *21.3*	62 *20.1*	59 *19.1*	55 *18.2*	53 *17.2*	50 *16.3*	47 *15.3*	45 *14.4*	42 *13.5*	39 *12.6*	36 *11.8*	34 *10.9*	31 *10.1*	29 *9.3*	26 *8.5*
31	100 *31.7*	96 *31.0*	93 *29.0*	89 *28.0*	85 *27.0*	82 *26.0*	79 *25.0*	75 *24.0*	72 *23.0*	69 *22.9*	65 *21.9*	62 *20.9*	59 *19.8*	56 *18.8*	53 *17.9*	50 *16.9*	48 *15.9*	45 *15.0*	42 *14.1*	40 *13.2*	37 *12.3*	34 *11.5*	32 *10.6*	29 *9.8*	27 *9.0*
31,5	100 *32.3*	96 *32.0*	93 *30.0*	89 *29.0*	85 *29.0*	82 *28.6*	79 *25.8*	75 *25.4*	72 *24.8*	69 *23.7*	66 *22.6*	63 *21.6*	60 *20.6*	57 *19.5*	54 *18.5*	51 *17.5*	48 *16.6*	46 *15.6*	43 *14.7*	40 *13.8*	37 *12.9*	35 *12.0*	32 *11.2*	39 *10.3*	27 *9.5*
32	100 *33.5*	96 *33.0*	93 *31.0*	89 *29.8*	86 *28.5*	83 *27.5*	79 *26.5*	75 *25.8*	72 *24.0*	69 *24.7*	66 *23.4*	63 *22.3*	60 *21.3*	57 *20.2*	54 *18.8*	52 *18.2*	49 *17.2*	46 *16.3*	43 *15.3*	42 *14.4*	38 *13.5*	36 *12.6*	33 *11.7*	30 *10.9*	28 *10.0*
32,5	100 *34.0*	96 *33.8*	93 *31.8*	89 *30.2*	86 *29.5*	83 *28.4*	70 *27.3*	76 *26.2*	73 *24.8*	70 *24.3*	67 *24.2*	64 *23.1*	61 *22.0*	58 *20.9*	55 *19.9*	52 *18.9*	49 *17.9*	47 *16.9*	44 *16.0*	41 *15.0*	39 *14.1*	36 *13.2*	34 *12.3*	31 *11.4*	29 *10.6*
33	100 *35.3*	96 *34.5*	93 *32.5*	89 *31.5*	86 *30.5*	83 *29.7*	79 *28.0*	76 *27.8*	73 *25.5*	70 *24.5*	67 *23.5*	64 *23.9*	61 *22.8*	58 *21.7*	55 *20.6*	53 *19.6*	50 *18.6*	47 *17.6*	44 *16.6*	42 *15.7*	39 *14.7*	37 *13.3*	34 *12.9*	32 *12.0*	30 *11.1*
33 5	100 *36.0*	96 *35.5*	93 *33.5*	89 *32.5*	86 *34.3*	83 *30.6*	79 *29.0*	76 *28.3*	73 *26.3*	70 *25.3*	67 *24.3*	64 *23.8*	62 *23.6*	59 *22.5*	56 *21.4*	53 *20.3*	50 *19.3*	47 *18.3*	45 *17.3*	42 *16.3*	40 *15.4*	38 *14.4*	35 *13.5*	33 *12.6*	30 *11.7*
34	100 *37.2*	96 *36.5*	93 *34.5*	89 *33.8*	86 *32.0*	83 *31.0*	80 *30.0*	76 *28.5*	73 *27.0*	70 *26.0*	67 *25.0*	64 *24.0*	62 *23.0*	59 *23.3*	56 *22.1*	54 *21.1*	51 *20.0*	48 *19.0*	45 *18.0*	43 *17.0*	40 *16.0*	38 *15.0*	36 *14.1*	33 *13.2*	31 *12.3*
34,5	100 *39.2*	96 *37.0*	93 *35.5*	89 *34.8*	86 *33.0*	83 *32.4*	80 *31.5*	77 *28.8*	74 *27.5*	71 *26.8*	68 *26.0*	65 *25.4*	62 *23.8*	59 *23.4*	56 *23.0*	54 *21.8*	51 *20.8*	49 *19.7*	46 *18.7*	44 *17.7*	41 *16.7*	39 *15.7*	37 *14.7*	34 *13.8*	32 *12.9*
35	100 *39.7*	96 *38.5*	93 *36.5*	90 *35.7*	87 *34.0*	83 *32.6*	80 *31.6*	77 *29.8*	74 *29.0*	71 *27.3*	68 *26.5*	65 *25.5*	62 *24.5*	60 *24.9*	57 *23.7*	54 *22.6*	51 *21.5*	49 *20.5*	46 *19.4*	44 *18.4*	42 *17.4*	40 *16.4*	37 *15.4*	35 *14.4*	32 *13.5*

TABLE DE LECTURE AU PSYCHROMÈTRE DES ÉTATS HYGROMÉTRIQUES.

Les chiffres en caractères penchés donnent la quantité de grammes d'eau contenus dans l'air à l'état hygrométrique correspondant.

LECTURE du thermomètre sec.	DIFFÉRENCE EN DEGRÉS ENTRE LES DEUX THERMOMÈTRES (sec et humide).																									
	0	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	10½	11	11½	12
10	100 *9.2*	94 *8.6*	87 *8.0*	80 *7.3*	74 *6.8*	68 *6.2*	62 *5.7*	56 *5.1*	50 *4.6*	45 *4.1*	39 *3.5*	33 *3.0*	28 *2.5*	22 *2.0*											
10,5	100 *9.5*	94 *8.9*	88 *8.3*	81 *7.7*	74 *7.0*	69 *6.5*	63 *5.9*	57 *5.4*	51 *4.8*	45 *4.3*	40 *3.8*	34 *3.2*	29 *2.7*	23 *2.2*											
11	100 *9.8*	94 *9.2*	87 *8.6*	81 *8.0*	75 *7.4*	69 *6.8*	63 *6.2*	58 *5.6*	52 *5.1*	46 *4.5*	41 *4.0*	36 *3.5*	30 *2.9*	25 *2.4*											
11,5	100 *10.1*	95 *9.5*	88 *8.9*	82 *8.3*	76 *7.7*	70 *7.1*	64 *6.5*	58 *5.9*	53 *5.3*	47 *4.8*	41 *4.2*	36 *3.7*	31 *3.2*	26 *2.6*	21 *2.1*										
12	100 *10.5*	95 *9.8*	89 *9.2*	83 *8.6*	76 *8.0*	71 *7.4*	65 *6.8*	59 *6.2*	54 *5.6*	48 *5.0*	43 *4.5*	38 *3.9*	33 *3.4*	28 *2.9*	22 *2.3*										
12,5	100 *10.8*	94 *10.1*	89 *9.5*	83 *8.9*	77 *8.3*	71 *7.6*	65 *7.0*	60 *6.5*	54 *5.9*	49 *5.3*	44 *4.7*	39 *4.2*	33 *3.6*	28 *3.1*	23 *2.6*										
13	100 *11.2*	95 *10.5*	89 *9.8*	83 *9.2*	77 *8.6*	72 *8.0*	66 *7.3*	61 *6.7*	55 *6.2*	50 *5.6*	45 *5.0*	40 *4.4*	35 *3.9*	30 *3.3*	25 *2.8*	20 *2.3*									
13,5	100 *11.5*	95 *10.9*	89 *10.2*	83 *9.5*	77 *8.9*	72 *8.3*	66 *7.6*	61 *7.0*	56 *6.4*	51 *5.9*	46 *5.3*	41 *4.7*	36 *4.1*	31 *3.6*	27 *3.0*	22 *2.5*									
14	100 *11.9*	95 *11.2*	90 *10.6*	84 *9.9*	78 *9.2*	73 *8.6*	67 *8.0*	62 *7.4*	57 *6.7*	52 *6.1*	47 *5.6*	42 *5.0*	37 *4.4*	32 *3.8*	28 *3.3*	23 *2.7*									
14,5	100 *12.3*	95 *11.6*	90 *10.9*	84 *10.2*	79 *9.6*	73 *8.9*	68 *8.3*	62 *7.7*	57 *7.1*	53 *6.4*	48 *5.8*	43 *5.3*	39 *4.7*	34 *4.1*	29 *3.5*	25 *3.0*	20 *2.4*	»	»	»	»	»	»	»	»
15	100 *12.7*	94 *12.0*	89 *11.3*	84 *10.6*	78 *9.9*	73 *9.3*	68 *8.6*	63 *8.0*	58 *7.4*	53 *6.8*	49 *6.1*	44 *5.5*	39 *5.0*	34 *4.4*	30 *3.8*	25 *3.2*	21 *2.7*	»	»	»	»	»	»	»	»
15 5	100 *13.1*	94 *12.4*	89 *11.7*	84 *11.0*	79 *10.3*	74 *9.6*	68 *9.0*	63 *8.3*	59 *7.7*	54 *7.1*	49 *6.4*	45 *5.8*	40 *5.2*	36 *4.7*	31 *4.1*	27 *3.5*	22 *2.9*	»	»	»	»	»	»	»	»
16	100 *13.5*	95 *12.8*	89 *12.1*	84 *11.4*	79 *10.7*	74 *10.0*	69 *9.4*	64 *8.7*	59 *8.0*	55 *7.4*	50 *6.8*	45 *6.1*	41 *5.5*	36 *4.9*	32 *4.3*	29 *3.8*	24 *3.2*	19 *2.6*	»	»	»	»	»	»	»
16,5	100 *14.0*	95 *13.2*	90 *12.5*	84 *11.8*	79 *11.1*	74 *10.4*	69 *9.7*	65 *9.0*	60 *8.4*	56 *7.7*	51 *7.1*	47 *6.5*	42 *5.8*	38 *5.2*	33 *4.6*	29 *4.0*	25 *3.5*	21 *2.9*	»	»	»	»	»	»	»
17	100 *14.4*	95 *13.7*	90 *13.0*	85 *12.2*	80 *11.5*	75 *10.8*	70 *10.1*	65 *9.4*	61 *8.7*	56 *8.1*	52 *7.4*	47 *6.8*	43 *6.2*	38 *5.5*	34 *4.9*	30 *4.3*	26 *3.7*	22 *3.2*	18 *2.6*	14 *2.0*	»	»	»	»	»
17,5	100 *14.9*	95 *14.1*	90 *13.4*	85 *12.6*	80 *11.9*	75 *11.2*	70 *10.5*	66 *9.8*	61 *9.1*	57 *8.4*	52 *7.8*	48 *7.1*	44 *6.5*	40 *5.9*	35 *5.2*	31 *4.6*	27 *4.0*	23 *3.4*	19 *2.9*	16 *2.3*	»	»	»	»	»
18	100 *15.4*	95 *14.6*	90 *13.8*	85 *13.1*	80 *12.3*	75 *11.6*	71 *10.9*	66 *10.2*	62 *9.5*	57 *8.8*	53 *8.1*	49 *7.5*	44 *6.8*	40 *6.2*	36 *5.5*	32 *4.9*	28 *4.3*	24 *3.7*	20 *3.1*	16 *2.6*	13 *2.0*	10 *1.7*	»	»	»
18,5	100 *15.9*	95 *15.0*	90 *14.3*	85 *13.5*	80 *12.7*	76 *12.0*	71 *11.3*	67 *10.6*	62 *9.9*	58 *9.2*	54 *8.5*	50 *7.8*	46 *7.2*	42 *6.5*	37 *5.9*	33 *5.2*	29 *4.6*	26 *4.0*	22 *3.4*	18 *2.8*	14 *2.3*	11 *1.8*	»	»	»
19	100 *16.3*	95 *15.5*	90 *14.7*	86 *14.0*	81 *13.2*	76 *12.4*	72 *11.7*	67 *10.9*	63 *10.3*	58 *9.6*	54 *8.9*	50 *8.2*	46 *7.5*	42 *6.9*	38 *6.2*	34 *5.6*	30 *4.9*	26 *4.3*	23 *3.7*	19 *3.1*	16 *2.5*	12 *1.8*	9 *1.5*	»	»
19,5	100 *16.9*	95 *16.0*	90 *15.2*	86 *14.4*	81 *13.7*	77 *12.9*	72 *12.1*	68 *11.4*	63 *10.7*	59 *10.0*	55 *9.3*	51 *8.6*	47 *7.9*	43 *7.2*	39 *6.6*	35 *5.9*	31 *5.3*	28 *4.6*	24 *4.0*	17 *2.8*	14 *2.2*	13 *1.9*	10 *1.7*	»	»
20	100 *17.4*	95 *16.6*	91 *15.7*	86 *14.9*	81 *14.1*	77 *13.4*	72 *12.6*	68 *11.8*	64 *11.1*	59 *10.4*	55 *9.6*	52 *8.9*	47 *8.3*	43 *7.6*	40 *6.9*	36 *6.3*	32 *5.6*	28 *5.0*	25 *4.3*	21 *3.7*	18 *3.1*	14 *2.5*	11 *2.0*	»	»
20,5	100 *17.9*	96 *17.1*	91 *16.3*	86 *15.4*	82 *14.6*	77 *13.8*	73 *13.1*	69 *12.3*	64 *11.5*	60 *10.8*	55 *10.1*	52 *9.3*	48 *8.6*	45 *7.9*	41 *7.3*	37 *6.6*	33 *6.0*	30 *5.3*	26 *4.7*	23 *4.0*	19 *3.4*	15 *2.8*	12 *2.2*	10 *2.1*	»
22,5	100 *20.2*	95 *19.3*	92 *18.5*	87 *17.6*	83 *16.7*	78 *15.8*	74 *15.0*	70 *14.2*	66 *13.4*	63 *12.6*	59 *11.8*	55 *11.1*	51 *10.3*	48 *9.6*	44 *8.8*	41 *8.1*	37 *7.4*	34 *6.7*	30 *6.1*	27 *5.4*	23 *4.7*	20 *4.0*	17 *3.2*	14 *2.6*	11 *2.0*
23	100 *20.7*	96 *20.0*	91 *19.0*	88 *18.4*	83 *17.2*	78 *16.4*	74 *15.5*	70 *14.7*	66 *13.9*	63 *13.1*	59 *12.3*	56 *11.5*	52 *10.8*	48 *10.0*	44 *9.2*	41 *8.6*	38 *7.8*	34 *7.1*	31 *6.4*	28 *5.8*	25 *5.1*	21 *4.3*	18 *3.5*	15 *2.7*	12 *2.0*
23,5	100 *21.5*	96 *20.6*	91 *19.7*	87 *18.7*	83 *17.3*	79 *17.0*	75 *16.1*	71 *15.2*	67 *14.4*	63 *12.6*	59 *12.8*	56 *12.0*	52 *11.2*	49 *10.4*	45 *9.7*	42 *9.0*	38 *8.2*	35 *7.5*	32 *6.8*	29 *6.1*	26 *5.5*	22 *4.7*	19 *3.7*	16 *3.0*	13 *2.2*
24	100 *22.2*	96 *21.2*	91 *20.3*	87 *14.3*	83 *18.4*	79 *17.5*	75 *16.6*	72 *15.8*	67 *14.9*	63 *14.1*	60 *13.3*	57 *12.5*	53 *11.7*	50 *10.9*	46 *10.1*	42 *9.4*	39 *8.7*	35 *7.9*	33 *7.2*	29 *6.5*	26 *5.8*	23 *4.9*	20 *4.0*	17 *3.2*	14 *2.5*
24,5	100 *22.9*	96 *21.9*	92 *20.9*	87 *20.0*	83 *19.0*	80 *18.1*	76 *17.2*	72 *16.3*	68 *15.5*	64 *14.6*	60 *13.8*	57 *13.0*	53 *12.2*	50 *11.4*	47 *10.6*	43 *9.8*	40 *9.1*	36 *8.3*	33 *7.6*	30 *6.9*	27 *6.2*	24 *5.4*	21 *4.5*	18 *3.7*	15 *3.0*
25	100 *23.6*	96 *22.5*	92 *21.6*	87 *20.6*	84 *19.7*	80 *18.7*	76 *17.8*	72 *16.9*	68 *16.0*	64 *15.2*	61 *14.3*	57 *13.5*	54 *12.7*	51 *11.9*	47 *11.1*	44 *10.3*	40 *9.5*	37 *8.8*	34 *8.0*	31 *7.3*	28 *6.6*	25 *5.8*	22 *5.0*	19 *4.2*	16 *3.5*
25,5	100 *24.3*	96 *23.2*	92 *22.2*	88 *21.3*	84 *20.3*	80 *19.3*	76 *18.4*	72 *17.5*	69 *16.6*	65 *15.7*	62 *14.9*	58 *14.0*	55 *13.2*	51 *12.4*	48 *11.6*	45 *10.8*	42 *10.0*	39 *9.2*	35 *8.5*	32 *7.7*	29 *7.0*	26 *6.3*	23 *5.5*	20 *4.7*	17 *4.0*
26	100 *25.0*	96 *23.9*	92 *22.9*	88 *21.9*	84 *20.9*	80 *20.0*	76 *19.0*	73 *18.1*	69 *17.2*	66 *16.3*	62 *15.4*	59 *14.6*	55 *13.7*	52 *12.9*	48 *12.1*	45 *11.3*	42 *10.5*	39 *9.7*	36 *8.9*	33 *8.2*	30 *7.4*	27 *6.7*	24 *6.0*	21 *5.2*	18 *4.5*
26,5	100 *25.7*	96 *24.7*	92 *23.6*	88 *22.6*	84 *21.6*	80 *20.6*	77 *19.7*	73 *18.7*	69 *17.8*	66 *16.9*	63 *16.0*	59 *15.1*	56 *14.3*	53 *13.4*	49 *12.6*	46 *11.7*	43 *10.9*	40 *10.1*	37 *9.4*	34 *8.6*	31 *7.9*	28 *7.0*	25 *6.2*	22 *5.6*	19 *5.0*
27	100 *26.3*	96 *25.4*	92 *24.4*	88 *23.3*	84 *22.3*	80 *21.3*	77 *20.3*	73 *19.4*	69 *18.4*	66 *17.5*	63 *16.6*	60 *15.7*	56 *14.8*	52 *14.0*	49 *13.1*	46 *12.2*	43 *11.4*	40 *10.6*	37 *9.8*	34 *9.1*	31 *8.3*	29 *7.4*	26 *6.5*	23 *6.0*	20 *5.5*
27,5	100 *26.7*	96 *25.2*	92 *25.1*	88 *24.1*	84 *23.0*	80 *22.0*	77 *21.0*	74 *20.0*	70 *19.1*	67 *18.1*	63 *17.2*	60 *16.3*	57 *15.4*	54 *14.5*	50 *13.6*	47 *12.8*	43 *12.0*	41 *11.2*	38 *10.3*	35 *9.5*	33 *8.8*	30 *7.9*	27 *7.0*	24 *6.3*	21 *5.7*
28	100 *27.2*	96 *25.0*	92 *22.0*	88 *24.8*	85 *23.7*	81 *22.7*	77 *21.7*	73 *20.7*	70 *19.7*	67 *18.8*	63 *17.8*	60 *16.9*	57 *16.0*	54 *15.1*	51 *14.2*	47 *13.3*	44 *12.5*	42 *11.6*	36 *10.8*	36 *10.0*	33 *9.2*	30 *8.3*	27 *7.5*	25 *6.7*	22 *6.0*
28,5	100 *28.6*	96 *27.5*	92 *24.0*	88 *25.2*	85 *24.5*	81 *23.4*	77 *22.4*	74 *21.4*	70 *20.4*	67 *19.4*	64 *18.4*	61 *17.5*	58 *16.6*	55 *15.6*	52 *14.8*	49 *13.9*	45 *13.0*	43 *12.2*	39 *11.3*	37 *10.5*	33 *9.7*	31 *8.8*	28 *8.0*	25 *7.2*	23 *6.5*
29	100 *29.1*	96 *28.0*	92 *26.0*	88 *25.9*	85 *24.7*	81 *24.2*	78 *23.1*	74 *22.1*	71 *21.1*	67 *20.1*	64 *19.1*	61 *18.1*	58 *17.2*	55 *16.3*	52 *15.3*	49 *14.5*	46 *13.6*	43 *12.7*	40 *11.9*	37 *11.0*	34 *10.2*	32 *9.3*	29 *8.5*	26 *7.7*	24 *7.0*
29,5	100 *29.6*	96 *28.5*	92 *26.8*	88 *26.4*	85 *24.9*	81 *24.3*	78 *23.9*	74 *22.8*	70 *21.8*	67 *20.8*	64 *19.8*	61 *18.8*	58 *17.8*	55 *16.9*	52 *16.0*	49 *15.0*	46 *14.1*	43 *13.3*	40 *12.4*	37 *11.6*	35 *10.7*	32 *9.7*	29 *8.7*	27 *8.1*	24 *7.5*
30	100 *30.1*	96 *29.0*	92 *27.5*	88 *26.9*	85 *25.5*	81 *24.5*	78 *23.5*	75 *23.6*	71 *22.5*	68 *21.5*	65 *20.5*	62 *19.5*	59 *18.5*	55 *17.5*	53 *16.6*	50 *15.6*	47 *14.7*	44 *13.8*	41 *13.0*	38 *12.1*	36 *11.2*	33 *10.1*	30 *9.0*	28 *8.5*	25 *8.0*
30,5	100 *30.8*	96 *30.0*	93 *28.0*	89 *27.0*	85 *25.5*	82 *24.0*	79 *23.5*	75 *23.4*	71 *23.3*	68 *22.2*	65 *21.3*	62 *20.1*	59 *19.1*	55 *18.2*	53 *17.2*	50 *16.3*	47 *15.3*	45 *14.4*	42 *13.5*	39 *12.6*	36 *11.8*	34 *10.9*	31 *10.1*	29 *9.3*	26 *8.5*
31	100 *31.7*	96 *31.0*	93 *29.0*	89 *28.0*	85 *27.0*	82 *26.0*	79 *25.0*	75 *24.0*	72 *23.0*	69 *22.9*	65 *21.9*	62 *20.9*	59 *19.8*	56 *18.8*	53 *17.9*	50 *16.9*	48 *15.9*	45 *15.0*	42 *14.1*	40 *13.2*	37 *12.3*	34 *11.5*	32 *10.6*	29 *9.8*	27 *9.0*
31,5	100 *32.3*	96 *32.0*	93 *30.0*	89 *29.0*	85 *29.0*	82 *28.6*	79 *25.8*	75 *25.4*	72 *24.8*	69 *23.7*	66 *22.6*	63 *21.6*	60 *20.6*	57 *19.5*	54 *18.5*	51 *17.5*	48 *16.6*	46 *15.6*	43 *14.7*	40 *13.8*	37 *12.9*	35 *12.0*	32 *11.2*	39 *10.3*	27 *9.5*
32	100 *33.5*	96 *33.0*	93 *31.0*	89 *29.8*	86 *28.5*	83 *27.5*	79 *26.5*	75 *25.8*	72 *24.0*	69 *24.7*	66 *23.4*	63 *22.3*	60 *21.3*	57 *20.2*	54 *18.8*	52 *18.2*	49 *17.2*	46 *16.3*	43 *15.3*	42 *14.4*	38 *13.5*	36 *12.6*	33 *11.7*	30 *10.9*	28 *10.0*
32,5	100 *34.0*	96 *33.8*	93 *31.8*	89 *30.2*	86 *29.5*	83 *28.4*	70 *27.3*	76 *26.2*	73 *24.8*	70 *24.3*	67 *24.2*	64 *23.1*	61 *22.0*	58 *20.9*	55 *19.9*	52 *18.9*	49 *17.9*	47 *16.9*	44 *16.0*	41 *15.0*	39 *14.1*	36 *13.2*	34 *12.3*	31 *11.4*	29 *10.6*
33	100 *35.3*	96 *34.5*	93 *32.5*	89 *31.5*	86 *30.5*	83 *29.7*	79 *28.0*	76 *27.8*	73 *25.5*	70 *24.5*	67 *23.5*	64 *23.9*	61 *22.8*	58 *21.7*	55 *20.6*	53 *19.6*	50 *18.6*	47 *17.6*	44 *16.6*	42 *15.7*	39 *14.7*	37 *13.3*	34 *12.9*	32 *12.0*	30 *11.1*
33 5	100 *36.0*	96 *35.5*	93 *33.5*	89 *32.5*	86 *31.3*	83 *30.6*	79 *29.0*	76 *28.3*	73 *26.3*	70 *25.3*	67 *24.3*	64 *23.8*	62 *23.6*	59 *22.5*	56 *21.4*	53 *20.3*	50 *19.3*	47 *18.3*	45 *17.3*	42 *16.3*	40 *15.4*	38 *14.4*	35 *13.5*	33 *12.6*	30 *11.7*
34	100 *37.2*	96 *36.5*	93 *34.5*	89 *33.8*	86 *32.0*	83 *31.0*	80 *30.0*	76 *28.5*	73 *27.0*	70 *26.0*	67 *25.0*	64 *24.0*	62 *23.0*	59 *23.3*	56 *22.1*	54 *21.1*	51 *20.0*	48 *19.0*	45 *18.0*	43 *17.0*	40 *16.0*	38 *15.0*	36 *14.1*	33 *13.2*	31 *12.3*
34,5	100 *39.2*	96 *37.0*	93 *35.5*	89 *34.8*	86 *33.0*	83 *32.4*	80 *31.5*	77 *28.8*	74 *27.5*	71 *26.8*	68 *26.0*	65 *25.4*	62 *23.8*	59 *23.4*	56 *23.0*	54 *21.8*	51 *20.8*	49 *19.7*	46 *18.7*	44 *17.7*	41 *16.7*	39 *15.7*	37 *14.7*	34 *13.8*	32 *12.9*
35	100 *39.7*	96 *38.5*	93 *36.5*	90 *35.7*	87 *34.0*	83 *32.6*	80 *31.6*	77 *29.8*	74 *29.0*	71 *27.3*	68 *26.5*	65 *25.5*	62 *24.5*	60 *24.9*	57 *23.7*	54 *22.6*	51 *21.5*	49 *20.5*	46 *19.4*	44 *18.4*	42 *17.4*	40 *16.4*	37 *15.4*	35 *14.4*	32 *13.5*

CHAPITRE IV.

HUMIDIFICATION DES USINES

Nous n'étudierons dans ce mémoire que les principes sur lesquels reposent les divers systèmes d'humidification existants.

Après avoir rappelé dans les chapitres précédents les lois physiques qui servent de base aux calculs de ce genre d'installation, nous croyons devoir maintenant mentionner les différentes phases de l'évolution de la question.

A l'origine, nous sommes en face de constatations importantes de la part des industriels qui remarquent :

1° Que tous les textiles sont hygroscopiques, c'est-à-dire que mis dans un air humide, ils absorbent une partie de la vapeur d'eau contenue dans cet air, et que replacés dans un air sec ils lui recèdent l'eau qu'ils avaient absorbée.

2° Que les fibres placées chacune dans une atmosphère, telle que la température et l'état hygrométrique leur soient favorables, se travaillent plus facilement.

Ces fibres se ramollissent, deviennent souples et lisses, glissent plus facilement les unes sur les autres, se laminent mieux, se hérissent moins, en un mot se prêtent plus facilement aux diverses opérations du filage et du tissage.

Les contrées favorisées par une température moyenne, tempérée et par cela même par une humidité naturelle assez accentuée, peuvent filer des numéros plus fins, c'est-à-dire arriver à produire des filés qu'il est impossible d'obtenir dans les autres régions.

Bientôt on arrive à déterminer les causes qui produisent de tels effets.

La rugosité des fibres travaillées dans des milieux où la tempé-

rature est trop basse, la présence de l'électricité qui fait hérisser ces fibres dans un air trop sec en sont les principales.

De là sont nés les premiers appareils d'humidification.

Pendant de longues années la question reste confinée dans le domaine de l'humidification de l'air des salles.

Plusieurs catégories d'appareils sont proposés, puis appliqués ; nous citerons les surfaces humides employant l'évaporation naturelle, bacs, bassins ou rigoles dans lesquels circule de l'eau froide ou chaude, les cascades ou toiles sans fin mouillées alimentées également par de l'eau à différentes températures et placées dans des courants d'air. Puis les appareils à évaporation artificielle, humecteurs divers.

Viennent ensuite les premiers essais d'humidification et de ventilation ; plusieurs Sociétés Industrielles, entr'autres celles de Mulhouse et de Rouen, s'occupent activement de la question et entreprennent des essais dans différentes usines qui ont installé des appareils divers.

Les premiers résultats encourageants sont obtenus vers 1899-1900.

Mais c'est surtout depuis les nouvelles lois françaises réglementant l'hygiène des ateliers, et plus particulièrement depuis le décret du mois de Novembre 1904 ainsi conçu « L'aération sera suffisante pour empêcher une élévation exagérée de la température » que la question est entrée définitivement dans une phase nouvelle.

Le problème de l'humidification a été converti en un problème plus complexe : celui du Rafraîchissement.

Principes généraux sur lesquels sont basées les installations de Ventilation-Humidification-Rafraîchissement.

Comme nous venons de le dire, on se bornait il y a quelques années à entretenir dans les salles de filature et de tissage un % d'humidité relative ; le problème du rafraîchissement n'était pas posé. On évitait au contraire d'employer la ventilation mécanique

qui seule, combinée à l'humidification, permet d'obtenir le rafraichissement.

On craignait les courants d'air, ceux-ci sont en effet nuisibles et il faut les éviter ; mais à ce moment on *confondait* courant d'air avec renouvellement d'air.

Dans la filature de laine surtout, qui est plus sensible qu'aucune autre aux changements atmosphériques, on prenait des dispositions spéciales pour éviter tout contact avec l'air extérieur.

Presque toutes les filatures de laine sont construites de telle façon que ce contact est soigneusement évité

Les salles de filature sont généralement disposées dans le milieu du corps du bâtiment et elles sont entourées des salles de préparation, magasin, couloir aux câbles, etc...

Toutes les toitures qui sont à double vitrage ne possèdent aucune évacuation d'air. Dans les bâtiments à étages, des précautions aussi minutieuses sont prises.

Il était cependant facile d'éviter les graves inconvénients des courants d'air sec ; il suffisait pour cela *d'introduire* de l'air humide dans les salles au lieu *d'évacuer* l'air chaud au dehors, de mettre la salle en *pression* au lieu de la mettre en *dépression*.

Les installations nouvelles basées sur ces nouveaux principes ont fort heureusement solutionné ce délicat problème.

Le rafraîchissement entraîne naturellement la ventilation et la nécessité d'une évaporation d'eau par l'air.

On ne peut pas séparer quand on parle de rafraîchissement la ventilation de l'humidification.

Ces deux éléments peuvent varier en puissance, mais doivent toujours être liés ; si l'un d'eux disparaît, le rafraîchissement devient pour ainsi dire nul.

Classement des appareils suivant leur principe.

On peut employer des moyens divers pour produire la ventilation et l'évaporation de l'eau nécessaires au rafraîchissement et à l'humidification.

Certains systèmes sont basés sur l'incorporation de l'eau à l'air par un contact prolongé du liquide et du gaz ou par un brassage, ou mélange intime. L'air est ensuite distribué dans les salles par des canalisations appropriées.

Ce sont les appareils *saturateurs* et *atomiseurs* ou *sursaturateurs*.

D'autres au contraire produisent l'humidification et la ventilation par des appareils différents, ils entrent dans la catégorie des *vaporisateurs*.

On peut donc classer les appareils connus, dans 3 familles bien distinctes.

1re *Famille.* — Les Saturateurs dont le principe est d'humidifier et de rafraîchir en employant de l'air préalablement préparé dans des chambres ou appareils, cet air n'emportant avec lui que la quantité d'eau correspondant à son point de saturation.

2e *Famille.* — Les Atomiseurs ou Sursaturateurs, qui combinent deux opérations en une seule, c'est-à-dire que la préparation se fait en 2 temps.

Dans le premier temps une première préparation a lieu, elle est analogue à celle de la famille des *saturateurs*, l'air évapore une quantité d'eau correspondant à son point de saturation.

Dans le deuxième temps le parachèvement de la préparation a lieu dans la salle, car l'air entraîne avec lui sous forme de brouillard des atomes d'eau qui sont prêts pour une seconde évaporation.

3e *Famille.* — Les Vaporisateurs. La préparation de l'air n'est plus faite dans des chambres ou appareils mais dans la salle.

La ventilation accompagne et permet l'évaporation de l'eau.

Le travail est produit par des appareils distincts.

Chacune de ces familles possède de nombreuses variétés d'appareils que nous ne nous chargeons pas de décrire ici, cela pouvant suffire à une vaste étude.

Nous ajouterons cependant que le résultat peut être obtenu avec chacun d'eux, cela dépendant uniquement de leur puissance *utile*, c'est-à-dire de la quantité d'eau qu'ils évaporeront et de la quantité d'air qu'ils déplaceront pour résoudre un problème déterminé.

Détermination du renouvellement d'air nécessaire et de la quantité d'eau qu'il faut évaporer pour obtenir un état hygrométrique et un rafraîchissement donnés.

Nous allons donner les différents modes de calculs permettant de déterminer la puissance des appareils pour chacune des *familles* que nous venons de définir.

Quel que soit le principe auquel l'appareil est rattaché, pour pouvoir déterminer sa puissance il faut en premier lieu fixer les 3 facteurs suivants :

1° L'état hygrométrique maximum que le travail du textile travaillé peut supporter.

2° La température que l'on ne doit pas dépasser à l'intérieur de la salle.

3° Par quels température et état hygrométrique extérieurs les résultats doivent être obtenus.

Le nombre de renouvellements d'air ainsi que la quantité d'eau qu'il faut évaporer dépendent de ces trois facteurs.

Pour les états hygrométriques maxima nous renvoyons à la troisième partie de ce mémoire dans lequel nous avons traité chacun des textiles séparément.

Pour ce qui concerne la température qu'il ne faut pas dépasser à l'intérieur des salles de l'industrie textile, il semble que l'on doive admettre comme température convenable celle qui existe à l'extérieur, à l'ombre, au Nord et à deux heures de l'après-midi, quand cette température extérieure atteint au moins 28° et accuse un état hygrométrique de 45 à 50 %.

De cette façon, les ouvriers de l'industrie textile sont placés dans

les mêmes conditions que les ouvriers qui travaillent à l'extérieur à l'ombre et qui sont incontestablement les plus favorisés à ce point de vue.

Nous reviendrons du reste sur cette question à la fin de ce mémoire.

Le mode de calcul pour les 2 premières familles (*Saturateurs* et *Atomiseurs*) est à peu près le même. — Nous nous bornerons à déterminer les diverses données du problème pour les *Atomiseurs* ou *Sursaturateurs*. -- Il suffira, quand il s'agira des *saturateurs*, de ne pas faire entrer en ligne de compte les termes se rapportant à la quantité d'atomes d'eau envoyés mécaniquement dans la salle sous forme de brouillard.

Calculs des installations comportant des appareils atomiseurs.

Soit :

T La température que l'on ne veut pas dépasser à l'intérieur d'un atelier.

E L'état hygrométrique maximum que l'on peut entretenir.

t La température de l'air extérieur à l'ombre.

e L'état hygrométrique de l'air extérieur.

V Le nombre de renouvellements par heure de l'air de la salle.

v Le volume de l'atelier en mètres cubes.

N La force dépensée par les machines en marche, en chevaux-vapeur.

n Le nombre d'ouvriers,

Q Le poids en kilogrammes de l'eau que l'on pulvérise sous une pression de k atmosphères,

q Le poids de l'eau qui s'évapore.

θ La température de l'eau au moment où elle sort du pulvérisateur.

$\theta + x$ La température que cette eau prend au contact de l'air.

ω Le poids en grammes, par mètre cube d'air introduit, des atomes d'eau prêts à l'évaporation.

Le cube total d'air extérieur introduit en une heure dans la salle fournit, en passant dans les appareils, au poids q d'eau à θ degrès, la chaleur qu'il faut à cette eau pour se vaporiser à $(\theta + x)$ degrès — soit, *en calories :*

$$q\ [606{,}5 - 0{,}695\ (\theta + x)]$$

Cet air fournit également à Q kilogrammes d'eau à θ degrès, la chaleur qui lui est nécessaire pour prendre la température de $\theta + x$, c'est-à-dire

$$Q\ x$$

Si l'on tient compte de la chaleur produite par la destruction de force vive de l'eau comprimée à k atmosphères, qui est égale à

$$\frac{Q\ k \times 10}{425}$$

on peut poser une première équation :

$$(1)\ Q\,x + q\,[606{,}5 - 0{,}695\,(\theta + x)] = \frac{V\,v \times 1{,}293}{1 + \alpha\,(\theta + x)} \times 0{,}24\,(t - \theta - x)$$

$$+ \frac{Q\ k \times 10}{425}$$

Le poids q d'eau évaporée est la différence entre la quantité de vapeur d'eau que contenait l'air aspiré à la température t et à l'état hygrométrique

$$e = \frac{f_t}{F_t}$$

et la quantité d'eau contenue dans l'air refoulé saturé à la température $\theta + x$ — soit :

$$(2)\quad q = \frac{V\,v \times 1{,}293 \times 0{,}622}{760} \left[\frac{F\ \theta + x}{1 + \alpha\,(\theta + x)} - \frac{e\ F_t}{1 + \alpha\ t}\right]$$

Le poids P d'eau correspondant au point de saturation de l'air à la

température $\theta + x$ et de l'eau que cet air entraîne sous forme d'atomes, est introduit dans la salle dans laquelle il faut maintenir un état hygrométrique E et une température T.

On peut donc inscrire l'égalité :

$$P = Vv \times 1{,}293 \times 0{,}622 \times \frac{1}{1 + \alpha(\theta + x)} \times \frac{F\theta + x}{760} + Vv\omega$$

$$= Vv \times 1{,}293 \times 0{,}622 \times \frac{1}{1 + \alpha t} \times \frac{E\,F_T}{760}$$

d'où

$$(3) \qquad \frac{F\theta + x}{1 + \alpha(\theta + x)} = \frac{E\,F_T}{1 + \alpha t} - \frac{\omega \times 760}{1{,}293 \times 0{,}622 \times 1.000}$$

Nous pouvons obtenir une quatrième équation en écrivant que toute la chaleur produite en une heure dans la salle par la transformation de la force motrice non utilisée en travail utile, par le personnel et par les radiations solaires (en tenant compte de l'inertie calorifique des murs, des pertes par rayonnement et par conductibilité et de la chaleur absorbée par la matière travaillée emportée des ateliers) est absorbée par le renouvellement de l'air et par la vaporisation à la température T de l'eau atomisée.

Nous avons vu dans le chapitre II (causes d'élévation de température) que chaque cheval-vapeur correspondait à un dégagement de 635 calories et que la moyenne prise pour chaque ouvrier était de 130 calories. Le calcul de la chaleur solaire peut se faire pour chaque usine en projetant le bâtiment sur un plan perpendiculaire à la ligne nord-sud du lieu et faisant avec l'horizon un angle égal à la latitude du lieu, diminué de l'angle de déclinaison du soleil, 20° environ vers le 24 juillet.

Au milieu de la journée, pendant les jours voisins du 24 juillet, époque des plus grandes chaleurs de l'année, les rayons solaires sont à peu près perpendiculaires à ce plan de projection.

La chaleur solaire est considérable et il est indispensable d'en tenir compte.

Appelons R le nombre de calories trouvé.

La chaleur totale dégagée dans la salle en une heure sera donc égale à

$$635\ N + 130\ n + R$$

Si nous appelons C le nombre de calories que perd ou gagne le bâtiment par conductibilité et par rayonnement en une heure et par degré d'écart entre la température intérieure et la température extérieure, et I la somme totale des calories absorbées ou cédées par les matières ouvrées et emportées et l'inertie calorifique des murs qui forment volant de chaleur, nous aurons comme quantité de chaleur à absorber.

$$635\ N + 130\ n + R \pm [C\ (T - t) - I]$$

La quantité de chaleur absorbée par l'air à $\theta + x$ pour passer à la température T sera

$$V\,v\,(T - \theta - x) \times \frac{1{,}293}{1 + \alpha\ (\theta + x)} \times 0{,}24$$

La quantité de chaleur absorbée par l'eau atomisée pour être portée à T degrés, puis pour s'évaporer à cette température sera :

$$\frac{V\,v\,\omega}{1000}\ (T - \theta - x) + \frac{V\,v\,\omega}{1000}\ (606{,}5 - 0{,}695\ T)$$

On a donc l'équation

$$(4)\quad V\,v \times \frac{1{,}293}{1 + \alpha\ (\theta + x)} \times 0{,}24\ (T - \theta - x) + \frac{V\,v\,\omega}{1000}$$

$$[606{,}5 + 0{,}305\ T] - \frac{V\,v\,\omega}{1000}\ (\theta + x)$$

$$= 635\ N + 130\ n + R \pm [C\ (T - t) - I]$$

On peut avec ces 4 équations déterminer les valeurs de θ, x, V et q.

ω et Q doivent être déterminés par l'expérience et varient avec chacun des appareils employés.

Calculs des installations comportant des appareils vaporisateurs.

Dans ce genre d'installation on utilise la totalité de la chaleur fournie à la salle, soit :

$$635\ N + 130\ n + R \pm [C\ (T - t) - I]$$

à produire le travail d'évaporation de l'eau.

La proportion d'eau que l'on peut évaporer par mètre cube d'air dépend de l'état hygrométrique E que l'on peut maintenir dans la salle à la température T.

Le poids q d'eau évaporée doit être la différence entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air extérieur introduits à la température t et à l'état hygrométrique

$$e = \frac{f_t}{F_t}$$

et la quantité de vapeur d'eau correspondant à la température T que l'on ne peut pas dépasser dans la salle et à l'état hygrométrique $E = \frac{f_T}{F_T}$ que l'on veut y maintenir, soit :

$$(1) \qquad q = \frac{V v \times 1.293 \times 0,622}{760} \left[\frac{E\ F_T}{1 + \alpha\ T} - \frac{e\ F_t}{1 + \alpha\ t}\right]$$

Le cube total d'air extérieur $V v$ qu'il faut introduire par heure dans la salle doit être suffisant pour permettre l'utilisation totale de cette chaleur en travail d'évaporation.

On a donc l'équation :

$$(2) \quad q\ (606,5 - 0,695\ T) = 635\ N + 130\ n + R \pm [C\ (T - t) - I]$$

On peut donc avec les équations 1 et 2 déterminer les valeurs de q et de V.

Il est facile de se rendre compte que tous les systèmes d'humidification, ventilation et rafraîchissement sont soumis aux mêmes *lois* fondamentales que l'on peut énoncer de la façon suivante :

1° Le rafraîchissement d'une salle est proportionnel à la quantité d'air frais introduit.

2° Le refroidissement de l'air introduit est fonction de la quantité de grammes d'eau qu'il a absorbés par évaporation.

3° L'état hygrométrique d'une salle, obtenu par une introduction d'air extérieur de façon à combiner le rafraîchissement, est fonction :

a) de la quantité d'air introduit ;

b) de la quantité d'eau que cet air emporte avec lui, ou, ce qui revient au même :

a) de la quantité d'eau évaporée ;

b) de la quantité d'air introduit pour permettre cette évaporation.

Admettons un atelier dans lequel la totalité des calories à absorber est de 100.000 et à l'intérieur duquel il faut maintenir l'état hygrométrique le plus généralement demandé dans la filature de coton, soit 60 % avec une température de 28° C à l'intérieur quand la température extérieure accuse 28° C et 45 % d'état hygrométrique.

Calculons la quantité d'air qu'il faudra introduire par heure ainsi que la quantité d'eau qu'il faudra évaporer pour obtenir ce régime de marche avec les 3 types d'appareils existants.

1° Saturateurs. — L'air aspiré à l'extérieur à 28° 45 % contient 12 grammes 7 d'eau par mètre cube.

Un gramme d'eau emprunte à l'air environ 0,6 calorie pour se vaporiser.

La température de l'air considéré dans lequel on aura évaporé 1 gramme d'eau s'abaissera donc de

$$\frac{0,6}{1.2 \times 0.24} = 2^{\circ},08$$

La température de cet air deviendra

28 — 2.08 = 25°9 et comme il contiendra 12 gr. 7 + 1 = 13 gr. 7, son état hygrométrique à cette température sera de 56 %.

En effectuant le calcul jusqu'à ce que l'air soit complètement saturé, on trouvera que sa température finale sera de 19°3 et qu'il contiendra 16 gr. 7 par m³.

Cherchons la température de l'air correspondant à 60 % d'état hygrométrique et 16 gr. 7.

Cela donne :

$$\frac{16.7}{0.60} = 27 \text{ gr.8 par m}^3$$

L'air saturé contenant 27 gr. 8 est sensiblement à la température de 28°.

Notre air refoulé dans la salle à 19°3 pourra donc s'échauffer jusqu'à 28° avant de s'évacuer au dehors.

La quantité d'air extérieur qu'il faudra introduire sera donc de :

$$\frac{100.000}{(28 - 19.3) \times 1.2 \times 0.24} = 40.000 \text{ m}^3.$$

La quantité d'eau à évaporer sera de :

$$40.000 \times (16.7 - 12.7) = 160.000 \text{ grammes.}$$

2° Atomiseurs. — Nous ne pouvons pas abaisser la température de l'air au-dessous de 19°,3, cet air étant saturé et contenant 16 gr. 7 d'eau par m³.

Mais nous pouvons évaporer une quantité d'eau dans la salle que nous enverrons sous forme *d'atomes* prêts à l'évaporation.

Admettons que chaque mètre cube d'air introduit dans la salle entraîne mécaniquement 3 grammes d'eau atomisée, ces 3 grammes d'eau en s'évaporant vont absorber 3 × 0.6 = 1.8 calorie.

Nous avons vu qu'avec les appareils *Saturateurs* il fallait 40.000 m³ d'air pour absorber 100.000 calories.

Chaque mètre cube d'air absorbait donc :

$$\frac{100.000}{40.000} = 2{,}5 \text{ calories.}$$

Comme nous évaporons avec l'appareil une quantité d'eau supplémentaire représentant une absorption de 1,8°, cela fait en tout 2.5 + 1.8 = 4.3 calories par m³ d'air envoyé.

Il ne faudra donc plus pour maintenir dans la salle la température de 28° et l'état hygrométrique de 60 % qu'introduire

$$\frac{100.000}{4{,}3} = 23.200 \text{ m}^3 \text{ d'air.}$$

La quantité d'eau évaporée sera de :

$$23.200 \times [(16.7 - 12.7) + 3] = 162.400 \text{ grammes.}$$

1° Vaporisateurs. — Pour éliminer les 100.000 calories que nous avons admis se dégageant par heure dans notre salle, il faudra évaporer une quantité d'eau correspondante à

$$\frac{100.000}{0{,}6} = 166.600 \text{ grammes.}$$

L'air extérieur aspiré à 28° et 45 % contient comme nous l'avons vu 12 gr. 7 par m3.

L'air de la salle doit être maintenu à la température de 28° et à l'état hygrométrique de 60 %, ce qui correspond à une humidité absolue de 16 gr. 7.

On devra donc évaporer par m3 d'air :

$$16{,}7 - 12{,}7 = 4 \text{ gr.}$$

La quantité d'air qu'il faudra introduire dans la salle pour maintenir la température de 28° et l'état hygrométrique de 60 % sera donc égale à

$$\frac{166.600}{4} = 41.600 \text{ m}^3 \text{ d'air.}$$

Nous résumons dans le tableau suivant la quantité d'eau qu'il faut évaporer et la quantité d'air qu'il faut introduire pour éliminer 100.000 calories d'une salle à l'intérieur de laquelle on veut maintenir une température de 28° et un état hygrométriqre du 60 % quand l'air extérieur accuse 28° et 45 % et ce, pour chaque type d'installation.

DÉSIGNATION des familles.	QUANTITÉ de calories à absorber.	AIR EXTÉRIEUR		AIR INTÉRIEUR		QUANTITÉ d'eau Klg.	QUANTITÉ d'air m3.
		t	*e*	T	E		
Saturateurs	100,000	28°	45 %	28°	60 %	160,0	40.000
Atomiseurs (avec 3gr. d'eau atomisée par m3)	»	»	»	»	»	162,4	23.200
Vaporisateurs ..	»	»	»	»	»	166,6	41.600

Il découle des formules que nous venons de donner et des calculs que nous venons d'effectuer que :

Quand il s'agira d'une installation « d'Atomiseurs », plus l'état hygrométrique pourra être maintenu élevé, plus le nombre de renouvellements d'air pourra diminuer pour maintenir la température de 28°. Il suffira de continuer à évaporer la même quantité d'eau dans la salle en faisant passer une certaine quantité d'air intérieur dans l'appareil.

Si le renouvellement d'air n'est pas limité, cette famille d'appareils permettra d'obtenir un rafraîchissement qui sera fonction de l'état hygrométrique et la température de la salle diminuera au point de pouvoir accuser seulement 24 à 25° pour un état hygrométrique de 90 %. La température extérieure étant de 28 à 50 %.

Pour les appareils « Vaporisateurs » il faudra également moins d'air pour maintenir la température de 28° quand l'état hygrométrique peut atteindre 90 %.

Quantité d'eau absorbée par les matières ouvrées.

Les appareils ou installations doivent évaporer une quantité d'eau supplémentaire à celle nécessaire pour éliminer toutes les calories dégagées dans la salle. Une quantité de matières souvent importante passe par heure dans cette salle où elle subit une ou plusieurs opérations avant d'être transportée daus un autre atelier.

Cette matière s'échauffe ou se refroidit suivant que la température de la salle considérée est plus élevée ou est inférieure à la température de l'enceinte dans laquelle elle a été traitée précédemment.

Elle absorbe ou cède une quantité de chaleur dont il a été tenu compte dans les équations précédentes

La quantité d'eau absorbée par la matière travaillée dans une salle dépend :

1° de la *capacité hygroscopique* de cette matière.

2° du poids en kilogrammes de la matière traversant cette salle par heure.

Capacité hygroscopique des textiles.

Les textiles sont plus ou moins hygroscopiques. Leur plus ou moins grande affinité peut être à peu près représentée par la reprise admise au conditionnement, soit :

Coton	8 1/2 %
Lin et chanvre	12 %
Jute et phormium	12 3/4 %
Étoupe	12 1/2 %
Laine peignée	18 1/4 %
Laine cardée	17 %
Soie	11 %

Müller a pu démontrer par de très nombreuses expériences qu'il a faites que plus le % d'humidité relative de l'air était élevé, plus la matière absorbait d'eau. En d'autres termes que plus l'air est voisin

de son point de saturation, plus il abandonne facilement la vapeur d'eau qu'il contient.

Ce n'est pas la quantité d'humidité absolue qu'il faut prendre en considération car elle dépend uniquement de la température de l'air, comme nous l'avons vu dans le chapitre III.

La capacité hygroscopique des filaments qu'on exprime en $^0/_0$ du poids de la matière sèche varie donc avec l'humidité relative de l'air.

Müller (1) a trouvé que la quantité d'eau w pouvait être représentée par une courbe comme fonction de l'humidité relative Φ (fig. 8).

Pour faciliter l'emploi de cette courbe dans la pratique il l'a remplacée par une tangente dont les points de contact correspondent avec les états hygrométriques que l'on observe le plus souvent, soit 40 à 80 $^0/_0$.

Il est à remarquer que la quantité d'eau w suit approximativement l'équation d'une ligne droite de la forme

$$w = (\alpha + \beta \Phi \sqrt{100\ t}$$

	TEXTILES	α	β
dans laquelle on a pour :	Coton.....	0,8067	0,02912
	Lin.....	1,2330	0,03055
	Soie	2,1880	0,01640
	Laine peignée lavée.....	2,8000	0,02938
	Laine non lavée	0,00	0,07413

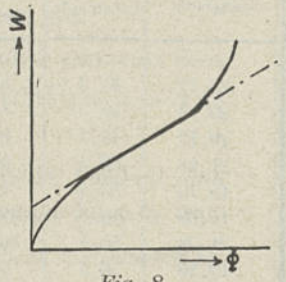


Fig. 8

Relation de l'absorption d'eau W des matières textiles et l'humidité relative Φ.

La température de l'air t doit être tenue constante dans l'équation pour pouvoir comparer les différentes matières.

Si on tenait constante l'humidité absolue dans l'équation, la quantité d'eau w du filament diminuerait avec l'augmentation de la température.

(1) Troilling, 1882.

Lorsque t augmente, Φ ne peut être constant que si l'humidité absolue augmente également.

On tire donc de l'équation :

Que *la capacité hygroscopique des filaments diminue par rapport à l'air dont la température augmente ;* en effet les filaments absorbent moins d'eau quand ils sont placés dans un air dont *l'humidité absolue* est plus grande mais dont *l'humidité relative* est plus faible.

Nous donnons ci-dessous un tableau résumant les expériences de Müller et qui confirme cette loi.

TABLEAU DONNANT LA CAPACITÉ HYGROSCOPIQUE DE DIFFÉRENTS TEXTILES.

D'après MULLER.

La capacité hygroscopique est représentée par la quantité d'eau en % du poids de la matière sèche, qu'absorbe un textile placé dans un air accusant une température et un état hygrométrique déterminés.

TEMPÉRATURE en degrés centigrades.	ÉTAT hygrométrique de l'air en %	HUMIDITÉ absolue en grammes d'eau par m3.	CONTENANCE D'EAU EN % DE :						
			Air.	Coton.	Lin.	Soie.	Laine peignée.	Laine lavée.	Laine non lavée.
22,43	44,3 %	8,76	0,726	6,32	7,25	8,58	12,06	12,00	10,98
20,16	46,3	8,13	0,674	6,61	8,00	8,86	12,44	12,28	11,05
20,13	49,9	8,76	0,726	6,87	8,30	9,01	12,77	12,65	11,09
21,48	52,4	9,83	0,814	7,14	8,55	9,12	13,06	13,17	11,64
18,70	53,4	8,69	0,720	7,17	8,70	9,22	13,19	12,95	11,92
19,68	54,5	9,36	0,776	7,14	8,72	9,22	13,18	12,97	11,87
21,38	55,4	10,33	0,857	7,21	8,73	9,23	13,23	13,21	12,02
19,40	56,4	9,45	0,783	7,36	8,59	9,17	13,26	13,97	12,10
18,31	57,5	9,26	0,768	7,42	8,92	9,36	13,46	13,41	12,54
15,44	58,5	7,90	0,655	7,48	9,12	9,47	13,64	13,30	13,03
15,75	59,4	8,29	0,687	7,57	9,21	9,52	13,72	13,26	13,23
15,40	60,6	8,29	0,687	7,62	9,25	9,58	13,76	13,56	13,33
19,54	61,3	11,54	0,957	7,61	9,20	9,58	13,72	13,55	13,32
22,14	62,2	12,88	1,067	7,75	9,28	9,57	13,77	13,88	13,53
20,83	63,9	12,12	1,004	7,93	9,53	9,70	13,99	13,48	14,35
22,24	64,3	12,66	1,049	8,22	9,66	9,76	14,04	14,60	14,43
22,80	65,5	13,31	1,103	8,17	9,74	9,79	14,16	14,41	14,65
23,60	66,3	14,07	1,167	8,10	9,71	9,74	14,16	14,27	14,78
23,53	67,2	14,32	1,187	8,17	9,77	9,78	14,22	14,43	14,98
22,08	68,6	13,31	1,103	8,55	10,10	10,00	14,55	15,02	15,75
24,70	70,0	15,89	1,317	8,22	9,98	9,96	14,38	14,25	14,94
16,85	79,3	11,32	0,938	9,47	11,04	10,30	15,37	16,23	17,34

En tenant compte des données de ce tableau on pourra déterminer la quantité d'eau absorbée par un textile donné placé dans un air accusant un état hygrométrique déterminé.

Il y a lieu de remarquer que ces résultats sont des valeurs moyennes, car il peut exister des différences sensibles quant à la capacité hygroscopique entre des filaments d'un même textile mais de provenance différente.

Il n'est pas superflu de faire remarquer que cette propriété qu'ont les textiles d'absorber de l'eau peut avoir de fâcheux résultats pour les filateurs, En effet, un filateur peut acheter 1.000 kg. de coton dans lequel il y a 100 kg. d'eau qu'il acquerra au même prix que le coton. Si ce textile est travaillé dans un air sec il pourra très bien ne revendre que 950 kg. de coton et par cela même subir une perte nette de 50 kg.

On a essayé d'obvier à cet inconvénient en *tolérant* un certain poids d'eau que nous avons indiqué au début de ce chapitre. Cependant, pour le coton tout au moins, l'opération du conditionnement est rarement faite quand il s'agit de l'achat du coton brut.

Le tableau ci-dessous nous montre que l'humidité contenue dans les filaments de coton brut est souvent plus importante que le taux de *reprise* au conditionnement.

Ce tableau a été établi après des expériences faites pendant une année complète en faisant un grand nombre d'essais (jusqu'à 300 pour chaque genre de coton) de façon à déterminer la contenance en eau des différents genres de coton.

On voit que c'est le coton d'Amérique qui absorbe le % d'eau le plus élevé.

Valeurs moyennes de la contenance d'eau dans les différents cotons

d'après J. Storhay

ORIGINE	Maximum	Minimum	Moyenne observée par an	Moyenne totale
AMÉRIQUE				
Texas	14,8 %	6,9 %	9,2 %	
Orléans	9,9 »	7,8 »	9,7 »	
Memphis	9,8 »	7,1 »	9,4 »	
Sea Island	9,9 »	7,4 »	9,6 »	
Savannah	16,2 »	10,7 »	13,8 »	
Norfolk	10,3 »	8,4 »	9,4 »	9,5 %
Floride	8,9 »	7,2 »	8,7 »	
Maceios	8,1 »	—	8,1 »	
Paraibas	8,3 »	—	8,3 »	
Wilmington	10,1 »	—	10,1 »	
Brésil	11,8 »	7,5 »	9,5 »	
Pérou	9,8 »	7,5 »	9,1 »	
ÉGYPTE				
Ashmouni	9,5 %	6,8 %	8,4 %	8,7 %
Gallini	10,8 »	7,1 »	9,3 »	
Brown	8,7 »	7,8 »	8,3 »	
INDE				
Surate	7,7 %	6,2 %	7,5 %	
Dhollera	8,1 »	6,4 »	7,0 »	7,65 %
Bengale	8,2 »	—	8,2 »	
Tinnevelly	7,9 »	—	7,9 »	

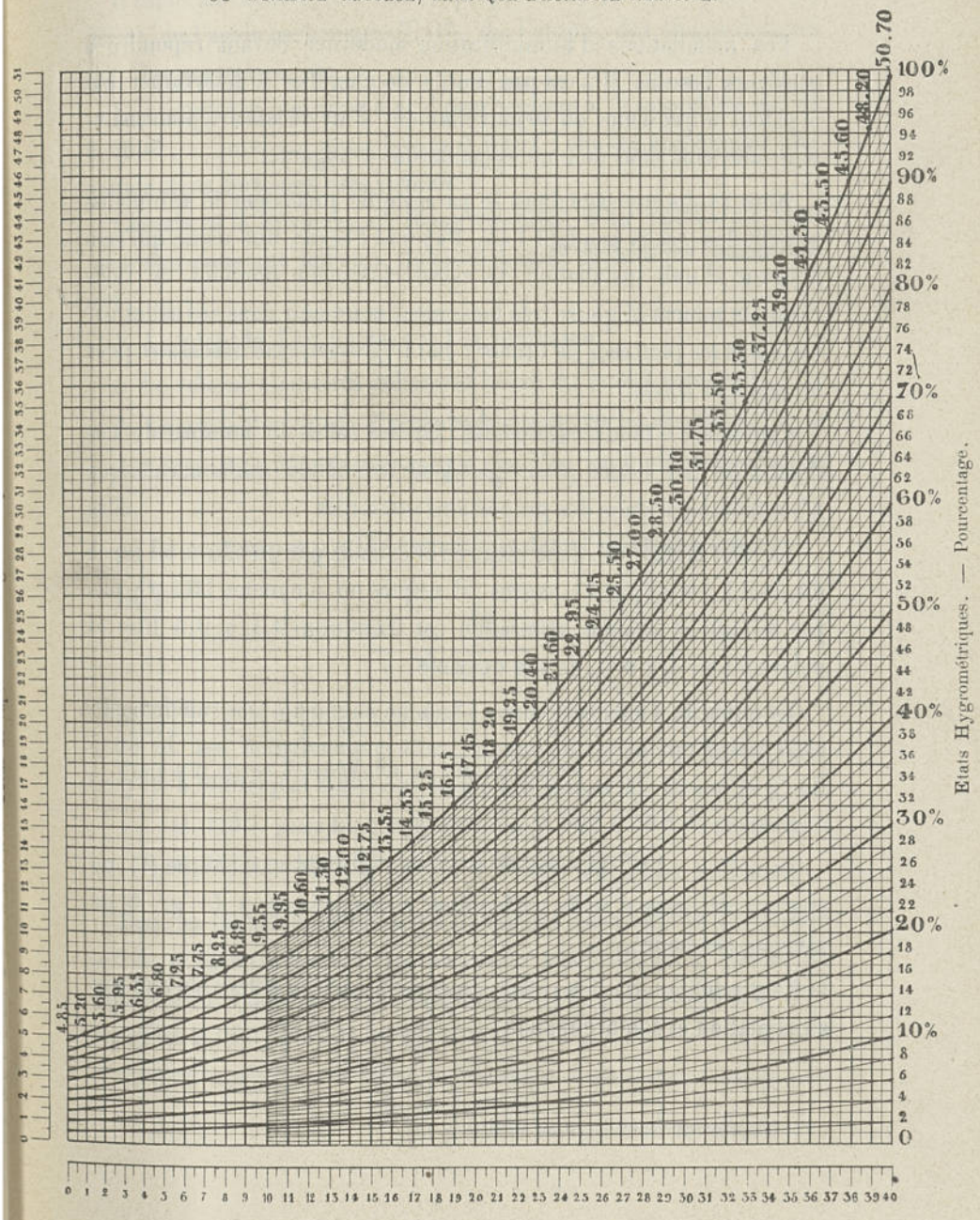
Courbes.

Nous donnons un graphique qui permet de résoudre rapidement les divers problèmes de l'hygrométrie.

Il est facile de se rendre compte à l'aide de ces courbes des variations hygrométriques d'un mètre cube d'air chauffé ou rafraîchi, desséché ou humidifié, de connaître le point de saturation ou humidité absolue, ainsi que l'humidité relative.

COURBES

PERMETTANT DE SUIVRE LES VARIATIONS HYGROMÉTRIQUES D'UN MÈTRE CUBE D'AIR CHAUFFÉ OU RAFRAICHI, DESSÉCHÉ OU HUMIDIFIÉ, ET DE CONNAITRE LE POINT DE SATURATION OU HUMIDITÉ ABSOLUE, AINSI QUE L'HUMIDITÉ RELATIVE.



Détermination du renouvellement d'air nécessaire pour ne pas dépasser une contenance maximum déterminée d'acide carbonique dans l'air d'une salle.

Les installations d'humidification modernes devant répondre à plusieurs besoins, il n'est pas inutile de chercher à déterminer par le calcul la fréquence du renouvellement d'air nécessaire pour maintenir une salle dans de bonnes conditions d'hygiène.

Nous avons envisagé dans le paragraphe précédent le rafraîchissement des locaux pendant l'été. Pendant l'hiver, une usine qui sera pourvue d'une installation de rafraîchissement donnant de bons résultats pourra toujours très facilement maintenir dans ses salles par les temps les plus secs de l'hiver l'état hygrométrique nécessaire pour le meilleur travail.

Cependant il faudra renouveler l'air des salles un nombre de fois déterminé par heure pour que leur teneur en acide carbonique n'augmente pas dans des proportions intolérées.

En effet la quantité d'air respirée et exhalée par un adulte au repos est de 9 à 10 m^3 par 24 heures ; il respire en moyenne 16 à 18 fois par minute et chaque inspiration est d'environ 0,4 à 0,5 litre et enlève à l'air 4 à 6 % de son oxygène.

La quantité d'air nécessaire à l'homme augmente très rapidement ; ainsi quand une personne marche, cette augmentation est de 60 à 80 % et quand elle exerce des efforts successifs la quantité d'air peut augmenter de 300 à 400 %.

Dans l'air exhalé on trouve 3 à 5 % d'acide carbonique (1), ou environ 21 litres d'acide carbonique correspondant à 11 gr. 3 de carbone par heure.

La production d'acide carbonique par un adulte diffère suivant son alimentation et son occupation.

---

(1) D'après les expériences de Wolpert.

L'air pur renferme :

sur 100 m^3 : 21 m^3 d'oxygène et 79 m^3 d'azote ;

sur 100 kg. : 24 kg. d'oxygène et 76 kg. d'azote.

Il renferme encore, en faibles proportions, de la vapeur d'eau (H^2O), de l'acide carbonique (CO^2), de l'argon, des traces d'autres gaz, des poussières, etc....

La contenance moyenne d'acide carbonique à la campagne est de 0,0003 ; à l'intérieur des villes de 0,0004 ; elle est quelquefois plus grande dans certaines rues étroites.

Cherchons la fréquence du renouvellement d'air nécessaire pour maintenir dans une salle une quantité d'acide carbonique déterminée soit :

V La quantité d'air nécessaire à la ventilation,

v Le volume en mètres cubes par heure du local à ventiler,

A La production totale d'acide carbonique par les ouvriers,

a Contenance d'acide carbonique que l'on veut maintenir dans la salle,

a_1 La contenance d'acide carbonique dans l'air de ventilation.

On a :

$$\frac{V}{v} = \frac{A}{a - a_1}$$

Pour a_1, on peut prendre 0,0004 ;

Pour a d'après Pettenkofer on peut prendre :

0,0007, pour bien être durable,
0,0010, admissible au point de vue hygiène.

Dans les installations de rafraîchissement des salles de l'industrie textile, le renouvellement d'air nécessaire pour obtenir le rafraîchissement est toujours supérieur à celui demandé pour maintenir dans les salles 0,0007 d'acide carbonique.

APPAREIL DE HALDANE SERVANT A MESURER LA QUANTITÉ D'ACIDE CARBONIQUE CONTENUE DANS L'AIR DES SALLES

L'appareil employé pour déterminer la proportion d'acide carbonique se trouvant dans l'air est représenté par les figures 9 et 10.

L'éprouvette d'air A, enfermée dans un récipient destiné à recevoir de l'eau et fermé sur l'une de ses faces d'une plaque de verre, se compose d'une partie large, non graduée, et d'une partie très étroite graduée. Cette éprouvette a une contenance d'environ 20^{cm3} à partir du robinet situé à sa partie supérieure et le bas du récipient la contenant. La partie graduée qui a environ 100 $^{m}/_{m}$ de longueur est divisée en 90 à 100 parties, chacune d'elles correspondant à 1/10000 partie de la capacité totale de l'éprouvette. La division la plus basse est marquée 0. La différence entre la lecture faite à 0 ou à une graduation proche de 0 et une seconde lecture faite après l'opération est indiquée directement en volume par 1/10000 sans qu'il y ait de correction à apporter.

Le ballon C est rempli de mercure et a pour but d'aspirer et de chasser successivement l'air à analyser de l'éprouvette A.

L'éprouvette D contient de la potasse caustique ou une solution de soude (à environ 10 $^{0}/_{0}$) destinée à observer l'acide carbonique contenu dans l'air de l'éprouvette A.

Fonctionnement de l'appareil.

En ouvrant le robinet à 3 voies B et en élevant le ballon de mercure C, l'air est chassé de l'éprouvette A. On abaisse ensuite le ballon de mercure qui est placé au crochet inférieur de la crémaillère. Au moyen du bouton portant le pignon F on fait coïncider le niveau du mercure au 0 de l'éprouvette.

Le robinet à 3 voies est ensuite ouvert du côté de la pipette d'absorption D.

Il est évident que l'exactitude de l'analyse dépend entièrement du soin apporté à éviter les erreurs qui peuvent être causées par des variations même peu importantes dans la température de l'eau, la pression barométrique, l'état hygrométrique de l'air analysé, etc. Une variation de 0,1° C de la température de l'eau du récipient peut causer, par exemple, une erreur de 3/10.000.

Afin d'avoir un index de la pression sous laquelle l'air est analysé, le niveau de la solution de potasse dans le tube étroit de la pipette d'aspiration est pris comme index de la pression.

Pour compenser les variations de température de l'eau du récipient, on emploie un tube de contrôle G de dimensions et de formes semblables à celles de l'éprouvette. Le tube de contrôle communique avec la potasse par le tube en verre H et, avant de faire la première lecture, le niveau de la potasse en H doit coïncider avec le point X en abaissant ou en élevant le réservoir I qui glisse librement dans un bouchon accommodé à cet effet.

On élève et on rabaisse à ce moment 3 ou 4 fois successivement le ballon de mercure de façon que l'éprouvette A se remplisse ou se vide à chaque mouvement, puis on raccroche le ballon au crochet inférieur.

Avant la seconde lecture il faut encore, au moyen du réservoir I, faire coïncider le niveau de la potasse dans le tube étroit, avec le point X, afin que l'air dans le tube de contrôle occupe exactement le même volume qu'au moment de la première lecture.

Il est indispensable, avant de mettre au point les niveaux de potasse, de remuer l'eau contenue dans le récipient, cela se fait au moyen du tube K par lequel on souffle.

Afin d'éviter une erreur pouvant se produire parce que les tubes de potasse ne sont pas également mouillés au-dessus des marques, il convient de presser le tube en caoutchouc entre les doigts avant de

faire une lecture, afin d'élever momentanément le niveau de potasse d'environ 20 $^{m}/_{m}$.

Afin d'obvier à l'erreur due aux variations d'état hygrométrique de l'air on aura soin de mouiller l'intérieur de l'éprouvette A en la remplissant d'eau et en chassant cette eau au moyen du ballon de mercure. Cette opération peut être faite à des intervalles assez écartés, l'indication montrant que l'opération a besoin d'être faite à nouveau est l'absence de rosée sur les parois intérieures de l'éprouvette A et du tube de contrôle.

Résumons rapidement les opérations successives qu'il y a lieu d'effectuer pour faire une analyse.

1° Tourner la clef du robinet à 3 voies B de façon que l'éprouvette A communique avec l'air libre.

2° Mettre le ballon de mercure au crochet supérieur ; l'y laisser jusqu'à ce que le mercure soit arrivé à la partie supérieure de l'éprouvette A.

3° Remettre le ballon de mercure au crochet inférieur, le mercure retournant dans le ballon C forme aspiration et l'éprouvette A s'emplit de l'air qu'il faut analyser.

4° Ouvrir le robinet O du tube de contrôle à l'air, le tourner ensuite pour faire communiquer ce tube avec le manomètre de potasse H.

5° Tourner le robinet B de l'éprouvette afin de la faire communiquer avec la pipette de potasse D.

6° Presser le tube en caoutchouc du réservoir de potasse afin d'en élever le niveau d'enviren 20^{mm} au-dessus des marques.

S'assurer que les niveaux de potasse reprennent leurs places primitives.

7° Souffler de l'air au travers du récipient d'eau.

8° Elever ou abaisser le réservoir de potasse jusqu'à ce que le niveau de cette dernière soit exactement à la marque X.

9° Elever ou abaisser le réservoir de mercure au moyen de la

crémaillère et du pignon jusqu'à ce que la potasse en E soit exactement à la marque Y.

10° Lire le niveau du mercure sur l'échelle de l'éprouvette.

11° Elever le mercure au plus haut crochet afin d'introduire l'air dans la cuvette de potasse, abaisser ensuite le ballon de mercure, faire encore 2 fois la même opération.

12° Souffler de l'air au travers du récipient d'eau.

13° Presser le tube de caoutchouc du réservoir à potasse et ajuster les 2 niveaux comme auparavant. Lire le niveau du mercure dans l'éprouvette.

La première lecture soustraite de la seconde donne la quantité d'acide carbonique en $\frac{1}{10.000}$.

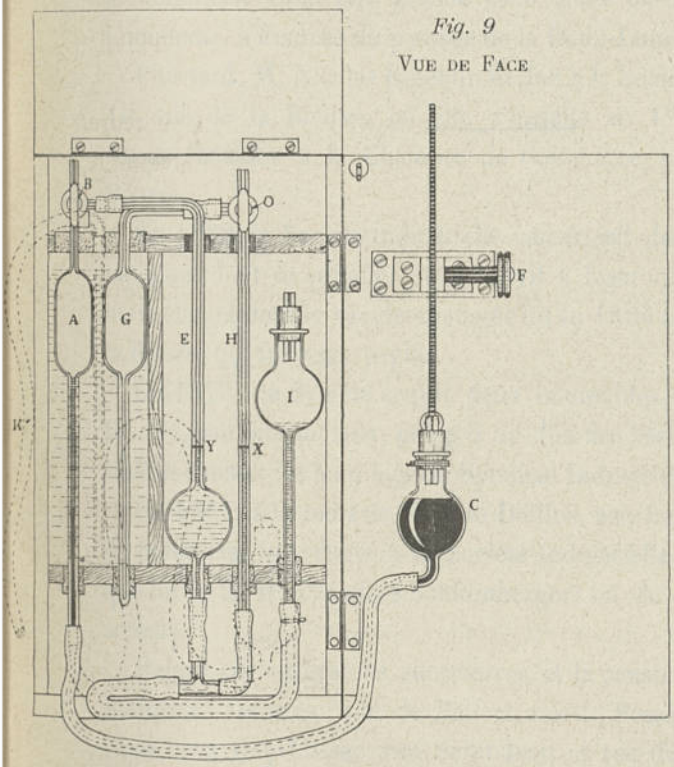


Fig. 9
VUE DE FACE

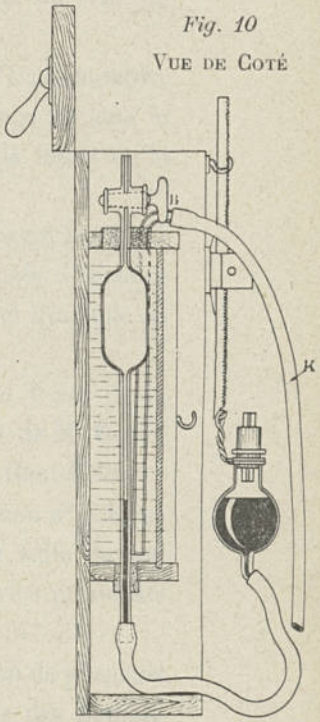


Fig. 10
VUE DE COTÉ

Il faut avoir soin pendant l'opération qui consiste à introduire l'air à analyser dans l'éprouvette de retenir sa respiration et de placer le tuyau de prise d'air à distance suffisante de l'opérateur, afin d'éviter de modifier la teneur en acide carbonique de l'air à analyser par celui directement expiré.

(A suivre).

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE

INAUGURATION DES NOUVEAUX LOCAUX

26 OCTOBRE 1910.

Compte rendu par M. HOCHSTETTER.

Fondée en 1826, la Société Industrielle de Mulhouse, à ses débuts, se réunissait dans une grande salle louée au-dessus du Café du Commerce, à l'entrée du passage de la Demi-Lune.

Plus tard, M. Nicolas Kœchlin fit don à la Société d'un immeuble, 10 rue de la Bourse, où elle s'installa au 1er étage et loua le rez-de-chaussée à la Chambre de Commerce, pour la tenue de la Bourse.

En 1839, la Société Industrielle construisit derrière cet hôtel, un bâtiment dont le premier étage servit à loger un Musée d'Histoire naturelle, et dont le rez-de-chaussée fut en 1865 annexé à la Salle de la Bourse qui fut ainsi triplée.

En 1875, la Société acquit deux immeubles, 6 et 8 rue de la Bourse, contigus au sien, grâce à un don des héritiers de M. Daniel Dollfus-Ausset, et à un legs du Syndicat Industriel du Haut-Rhin.

En 1887, à la mort de M. Jean Dollfus, son habitation n° 12 rue de la Bourse, fut réunie à la Société Industrielle, par suite du don que lui en fit M. Théodore Schlumberger, un de ses vice-présidents actuels.

Malgré ces extensions successives et la construction de plusieurs bâtiments annexes : rue de Belfort, rue du Fossé, rue des Bonnes-Gens, rue Gay-Lussac, rue Saint-Jean et rue du Havre, la Société Industrielle de Mulhouse se trouvait de nouveau à l'étroit pour loger

convenablement ses diverses collections : Musées, Bibliothèques, Instituts, Ecoles et Associations....

C'est alors qu'en 1909, profitant de la vente à la Ville, de l'Ecole de Dessin de la rue de Belfort, la Société de Mulhouse résolut d'exécuter de nouvelles constructions pour mettre plus au large ses nombreuses institutions.

Les travaux, commencés l'année dernière, viennent d'être achevés.

Outre le transfert 12 rue de la Bourse, de l'Ecole et du Musée de Dessin industriel, et l'installation 6 rue de la Bourse, de l'Association des Propriétaires d'appareils à vapeur avec le Service électrique qui en dépend, divers remaniements ont été effectués au Secrétariat.

Mais tout spécialement, dans l'ancien jardin de M. Jean Dollfus, on vient d'édifier une nouvelle Salle de Conférences, contenant plus de 500 places, avec tous les perfectionnements modernes. La grande Salle de la Bourse a elle-même été modifiée, dotée d'un foyer et de dégagements nouveaux, permettant de l'utiliser concurremment avec la nouvelle Salle de Conférences.

C'est cette partie nouvelle de l'Hôtel de la Société Industrielle de Mulhouse qui a été l'occasion des Fêtes des 26 et 27 octobre derniers, en même temps que la nouvelle Salle de Conférences était inaugurée par une conférence des plus remarquables de M. Henri Poincaré, membre de l'Institut de France.

FÊTES D'INAUGURATION

JOURNÉE DU 26 OCTOBRE

Le mercredi 26 à cinq heures du soir, dans la nouvelle Salle de Conférences, a eu lieu *une séance ordinaire* de la Société, présidée par M. Théodore Boch vice-président, avec l'ordre du jour suivant :

I. — Liste des dons et acquisitions ;

II. — Correspondance ;

III. — Concours aux prix — *Labor improbus omnia Vincit* (Peignage des matières filamenteuses) ;

IV. — *Travaux :* 1° Taches de pétrole résistant au blanchiment ;

2° Etude des propriétés imperméabilisatrices de divers corps gras (M. Albert Scheurer) ;

3° Laboratoire d'essais (Rapport de M. E. Noelting).

Cette séance, tenue devant un auditoire des plus nombreux, où les Dames étaient très largement représentées, et qui, outre les Délégués des Sociétés étrangères, comprenait toutes les sommités industrielles de la région, a été après épuisement de cet ordre du jour, suspendue pour quelques instants vers 5 h. 40, pour attendre les Délégues arrivant par derniers trains.

A la reprise de la séance, son Président M. Th. Boch prononce le discours d'ouverture, où il fait l'historique de la Société résumé ci-dessus, souhaite la bienvenue aux Délégués étrangers, remercie ses collègues qui ont mené à bonne fin les nouvelles installations inaugurées, et enfin il donne la parole à M. Henri Poincaré, qui a

bien voulu accepter d'être le premier à faire entendre, dans cette nouvelle Salle, une voix des plus autorisées et universellement appréciée dans le monde de la Science et de la Pensée.

M. H. Poincaré prend place au bureau, et entre de suite dans son sujet pour parler des Comètes, et en particulier de la Comète de Halley.

Après avoir constaté que ces astres errants ont eu, dans ces derniers temps une presse assez hostile, lorsqu'elle n'était pas railleuse pour les Astronomes, le savant conférencier, dans un langage concis, tour à tour scientifique et philosophique, expose qu'en résumé, la Comète de Halley a été exacte au rendez-vous, malgré un retard de 24 heures dû à l'influence perturbatrice d'autres astres, sur sa trajectoire calculée. Si beaucoup ne l'ont pas vue dès son apparition, la faute en est à notre atmosphère qui souvent a été couvert, alors qu'elle a pu être observée fort exactement aux Antipodes, comme le prouvent plusieurs projections très nettes, qui y ont été prises pendant 3 jours de suite.

Malgré d'ailleurs tous les doutes émis sur sa venue, la comète n'a pas laissé que de susciter chez certains bien des inquiétudes, mises à profit par tel pharmacien qui a vendu à ses clients je ne sais quel antidote contre le cyanogène : pauvres clients ainsi exposés à se réveiller le lendemain seuls sauvés des humains !

La terre devait rencontrer la Comète et traverser l'extrémité de sa queue, d'après tous les tracés établis ; si la rencontre n'a pas eu lieu, c'est que cette queue n'était pas rectiligne, mais incurvée comme un cimeterre, dont la courbure nous en éloignait.

La rencontre se fût-elle produite, ce n'est nullement à des solides tels des aérolithes, que nous nous serions heurtés, puisque la queue de la Comète est transparente et laisse passer la lumière, qu'arrêtent les solides.

Tout au plus aurions-nous donc rencontré des corps liquides ou gazeux, des hydrocarbures dit l'Analyse spectrale, mais tellement raréfiés par la vitesse et l'épanouissement de cette queue, que leur

pression peut être estimée de l'ordre du vide le plus parfait que nous réalisions dans nos meilleures machines pneumatiques.

Le heurt, comme l'influence délétère de ces hydrocarbures dans ces conditions, doivent donc être considérés comme tout à fait sans importance, et c'est ce qui permet à l'éminent conférencier de terminer en concluant, que si on l'eût interrogé sur les conséquences probables de la rencontre, il aurait pu nous rassurer en nous affirmant que le danger était absolument nul.

Les salves d'applaudissements de l'Assemblée remercient M. Poincaré de sa magistrale conférence.

Le Banquet, servi à 8 heures dans la grande salle de la Bourse, était présidé par le vénérable Président de la Société Industrielle de Mulhouse, plein de verdeur malgré ses 82 ans, M. Auguste Dollfus.

A la table d'honneur, les Délégués des Sociétés étrangères étaient encadrés par les Vice-Présidents de Mulhouse. — Dans la salle, 200 membres et invités, comprenant une vingtaine de Dames, étaient répartis en trois longues tables formant fer à cheval.

M. Poincaré fatigué, avait demandé à n'arriver qu'à la fin du repas, où il est venu accompagné de Mademoiselle Poincaré.

Etant donné leur nombre, les différents toasts ont été répartis en trois séries.

1re Série. — Bureau de Mulhouse.

1° A la fin du 1er Service, M. Auguste Dollfus président, se lève, rappelle les débuts de la Société, et adresse un souvenir reconnaissant aux grands noms pour la plupart disparus, qui ont fait la grandeur de la Société.

2° Après lui, M. Théodore Schlumberger 1er vice-président, remercie les Délégués étrangers qui sont venus apporter à Mulhouse les sympathies des Sociétés sœurs.

3° Enfin, M. Théodore Boch 2e vice-président, remercie les distingués membres de la Société qui ont été chargés par le Conseil d'Administration de préparer les projets, et de mener à bonne fin la construction des immeubles inaugurés en ce moment.

2e Série. — Délégués étrangers.

1° Après le second service, M. Villain, de Nancy, rappelle la visite que la Société de Mulhouse a bien voulu faire l'an dernier à la Société Industrielle de l'Est, en circonstance analogue ; il n'oubliera pas les remarquables réceptions auxquelles il assiste aujourd'hui avec ses nombreux collègues.

5° Puis, M. Marteau, de Reims, remercie M. Dollfus et ses Collègues de tout ce qu'ils ont préparé avec tant de soin, pour faire apprécier ce qui se fait à Mulhouse, et il porte la santé de M. Poincaré.

6° M. Hochstetter, de Lille, rappelle ensuite que c'est à Mulhouse que M. Kuhlmann est venu, en 1872, étudier les bases qui lui ont servi à fonder la Société Industrielle du Nord. Il remercie Mulhouse pour l'exemple donné.

7° Enfin, M. Roger-Roug, de Belfort et Besançon, dit que tout en s'occupant autant d'Art que d'Industrie, il a trouvé à Mulhouse des installations qui l'ont émerveillé par leur développement continu.

3e Série. — Délégations d'Alsace — Clôture.

8° Au dessert, M. Laugel, *député de Strasbourg* à la Délégation d'Alsace-Lorraine, félicite la Société de Mulhouse des efforts constants qu'elle met au service de l'industrie. Par les résultats admirés aujourd'hui, il aime à constater qu'il n'est pas nécessaire d'aller chercher vers d'autres frontières, les exemples du beau, du grand et du mieux (*Tonnerre d'applaudissements ininterrompus — Ban en l'honneur de M. Laugel*).

9° Après lui, M. Bourgeois, de Sainte-Marie-aux-Mines, apporte à Mulhouse les félicitations de sa Société, fondée en 1877, et qui après certaines difficultés dans les premières années, prospère maintenant grâce à l'exemple de son aînée.

10° M. Ungemach, de Strasbourg, au nom de la Chambre de Commerce qu'il préside, remercie la Société de Mulhouse de l'appui et des facilités qu'elle donne à l'industrie sous toutes ses formes, dans le pays d'Alsace.

11° Pour terminer, M. Camille de Lacroix, 3e vice-président de Mulhouse, croit qu'après tout ce qui a été dit, il est temps de clôturer la série des toasts, en buvant aux jeunes.

Ce sont eux qui doivent maintenir dans l'avenir le prestige de la Société de Mulhouse, et ils n'auront qu'à s'inspirer de leurs devanciers, avec la volonté de progresser toujours !

Après cette série de toasts, la séance a été levée à 11 h. 1/2, et la soirée s'est achevée en conversations particulières, tandis qu'un orchestre de Tziganes faisait entendre ses airs les plus caractéristiques.

JOURNÉE DU 27 OCTOBRE

Le jeudi 27 à dix heures du matin, rendez-vous était donné au Secrétariat (rue de la Bourse, 8) pour visiter les divers bâtiments de la Société et leurs récents agrandissements, sous la conduite de M. A. de Glehn, à qui on doit leur excellente disposition.

Nous avons successivement parcouru les salles du Secrétariat, des divers Comités, l'ancienne et la nouvelle salle du Conseil d'Administration, le magasin de livres de la Bibliothèque qui possède 60.000 volumes, la salle de lecture, etc..., le tout aménagé de la façon la plus pratique et la plus moderne.

Sous la conduite de MM. Mathieu Mieg et Mantz, nous avons visité ensuite le Musée d'histoire naturelle, dû à la réunion de plusieurs collections particulières de MM. P. Risler, Ed. Kœchlin, H. Weber, J. Kœchlin-Schlumberger, Alb. Scheurer, membres de la Société. — Une nouvelle salle, spécialement consacrée à l'Alsace, contient des vitrines où sont exposés tous les mammifères, oiseaux, insectes, fossiles, roches et mineraux de la contrée, rendant cette collection des plus caractéristiques et des plus instructives pour le public, qui y est admis les mercredis et samedis.

Avec M. Alf. Favre et le Comité, a été visité ensuite le Musée de Dessin industriel, dont les collections constituent l'histoire de l'impression depuis 1746, époque de la fondation de l'Industrie du coton à Mulhouse avec métiers à la main.

Ce Musée possède entre autres, la belle collection d'impressions et tissus de M. Engel-Dollfus. Ouvert aux étrangers et élèves, il renseigne les dessinateurs sur les nouveautés en soieries, étoffes et impressions, qui paraissent dans le monde entier.

Quittant l'hôtel proprement dit de la Société, nous étions à onze heures dans le bâtiment isolé de la rue des Bonnes-Gens 1, qui abrite le Musée des Beaux-Arts, administré par le Comité des Beaux-Arts. 4.885 œuvres d'art des collections Haartmann Liebach, Kœchlin-Schwartz, Mme Daniel Dollfus, etc., constituent ce Musée, remarquable surtout par ses peintures modernes. J.-J. Henner y figure avec une vingtaine de toiles que nous ont signalées nos guides, MM. Alf. Favre et Juillard.

Très intéressant, le Musée des Arts décoratifs a été enrichi par un don magnifique de Mme D. Dollfus, en dentelles, broderies, bijoux, costumes et meubles du XVIIIe siècle. Sous la conduite de MM. Aug. Haensler et G. Bader, nous avons pu admirer de magnifiques boiseries du Chapitre de Masevaux, et une collection unique de statuettes de Niederwiller.

Au Musée historique, MM. Math. Mieg, Benner, Buchy, Bader et G. Schœn ont signalé à notre attention une vitrines aux époques préhistoriques, gallo-romaine, mérovingienne et franque. — Beaucoup d'armes, bannières, meubles, terres-cuites du Moyen-Age et de la Renaissance.

Des objets mulhousiens du XVIIe siècle, fournissent des renseignements curieux sur la vie et les mœurs de nos ancêtres. Une bibliothèque d'alsatiques et une collection de gravures et portraits anciens, font également partie de ce Musée fort remarquable.

L'après-midi, au choix des invités, on s'est réparti à 2 h. 1/2 au Secrétariat, en plusieurs groupes, pour aller en automobile faire les visites suivantes .

1er Groupe. — 1° *Vitraux de l'Eglise Saint-Etienne* (Guide M. Lutz). — Datant du XIVe siècle, et démontés en 1858 puis mis en caisses, ces vitraux ont été restaurés en 1903, et 120 panneaux remontés aux fenêtres de la nouvelle église, sur intervention du Comité des Beaux-Arts de la Société Industrielle, par le maître-verrier Clément Heaton.

2° *Musée lapidaire Saint-Jean* (Guide M. Benner). — Installé dans la Commanderie de St-Jean de Jérusalem à Mulhouse, ce Musée contient beaucoup d'anciennes fresques, des pierres tombales, urnes cinéraires, sarcophages en pierre, etc. — Des fonts baptismaux de l'époque romane, un grand Cruxifix ou Croix de Pfastatt, un puits de 1604, des moulures et fragments de fenêtres, etc., en font un monument historique des plus intéressants à visiter.

2e Groupe. — *Etablissements industriels. Visite de la Société Alsacienne de Constructions mécaniques.* — Sous la conduite de MM. Dardel, Lamey, L. Mieg et Brandt, les visiteurs ont pu admirer les vastes installations de *la Fonderie,* ainsi qu'on appelle encore ces établissements à Mulhouse, et notamment les ateliers de la grosse

construction pour machines à vapeur, locomotives, moteurs à gaz, turbines à vapeur, etc...

Tout, ateliers de modelage, de coulée, d'ajustage y est remarquablement organisé, et de même que pour les métiers de filature et de tissage, révèle la puissance de ces établissements.

3e Groupe. — *Usines Schlumberger fils, de filature et tissage* (Guide M. P. Schlumberger) — Vastes établissements rappelant les grandes filatures du Nord. Tout y est très largement, très méthodiquement conçu, et constitue un modèle d'organisation perfectionnée.

4e Groupe. — *Société de « la Mer Rouge », Blanchiment et Impression* (Guide M. R. Schlumberger). — Tirant leur nom de la coloration donnée anciennement à leurs eaux résiduaires, dans la teinture aujourd'hui disparue de l'Andrinople par la Garance, ces usines remarquables émerveillent les visiteurs en leur montrant toutes les pièces d'étoffe à blanchir ou à teindre, qui, cousues bout à bout, circulent uniformément de cuve en cuve comme un serpent de plusieurs kilomètres, et cela malgré les différences de traitement demandé par chaque tissu.

5e Groupe. — *Etablissements Dollfus-Mieg et Cie*. — Cette fabrication de fils à coudre, dont les produits sont universellement connus, est organisée de main de maître dans ses mille détails, de façon à éviter toute fausse manœuvre, perte de temps ou de matière.

Ces vastes usines, de tout premier ordre, font le plus grand honneur à l'Industrie mulhousienne.

BAL DES INDIENNES

Pour clôturer ces journées bien remplies, le Conseil d'Administration avait convié ses Invités à assister le soir à 9 heures, à un grand bal donné dans la nouvelle Salle de Conférences qui, avec

son cadre de verdure et de fleurs, se prêtait merveilleusement à cette affectation toute spéciale et passagère.

Dans le but de donner à cette réunion un caractère à la fois local, industriel et rétrospectif, les invitations stipulaient : « *Les Dames sont priées d'assister au bal en toilettes d'impressions soie, laine ou coton.* »

Ce désir a été non seulement observé d'une façon presque absolue, mais il a donné une note très intéressante et très particulière, à cette soirée, par l'adaptation des coupes modernes actuellement en faveur, au genre ancien de certains tissus sortis pour la circonstance des cartons de famille, objets d'un soin jaloux de vénérables aïeules à l'intention de jeunes et gracieuses descendantes.

Il en est même résulté, pour cette réunion, un nom qui fera époque : *le Bal des Indiennes*. Réussi en tous points, entrecoupé après minuit d'un repas à petites tables, ce n'est qu'à trois heures du matin que se sont retirés les plus intrépides, laissant à ces fêtes d'inauguration un cachet de jeunesse, de grandeur et de succès indiscutable.

ANNEXES

ALLOCUTION

prononcée au nom de la Société Industrielle du Nord de la France.

MESDAMES, MESSIEURS,

Délégué, comme ancien Vice-Président de la Société Industrielle du Nord de la France, pour représenter notre Société auprès de vous en ces jours de fête, mon premier devoir est de vous apporter les excuses et tous les regrets de M. Bigo-Danel notre Président, qui s'est trouvé absolument empêché de prendre part lui-même comme il l'aurait voulu, à l'inauguration qui nous réunit aujourd'hui.

La Société Industrielle de Mulhouse, après un cycle de plus de quatre-vingts ans, d'une existence aussi fructueusement remplie qu'éminemment utile aux intérêts de notre beau pays d'Alsace, ne pouvait célébrer pareil anniversaire d'une façon plus brillante qu'en nous conviant tous, à juger avec vous Messieurs, des conditions particulièrement remarquables dans lesquelles, par le nombre même de ses Membres et par les nouvelles installations qui sont mises à leur disposition, elle se trouve ontillée au moment où elle aborde un cycle nouveau d'activité et de travail, qui verra se développer plus que jamais, l'importance de son action et l'influence de ses avis.

Nous applaudissons de grand cœur, Monsieur le Président, aux résultats acquis jusqu'ici, comme à ceux qui ne sauraient manquer d'être obtenus sous votre impulsion, par vos savants collègues.

Nous nous sommes rendus d'ailleurs avec d'autant plus de plaisir à votre aimable invitation, que nous y trouvions l'occasion toute naturelle d'adresser à la Société Industrielle de Mulhouse les remerciements très sincères que nous lui devions depuis bien longtemps.

Aucun de mes collègues n'a oublié en effet, qu'en 1872, M. Kuhlmann père, notre fondateur, originaire de Colmar et alsacien comme vous, vint à Mulhouse s'inspirer de votre organisation et de vos statuts, pour fonder à Lille une Société semblable, véritable émanation de la vôtre. Nous avons contracté de ce fait envers vous, une dette de reconnaissance pour laquelle je suis particulièrement honoré de vous apporter aujourd'hui l'expression de toute la gratitude de notre Société.

Reconnue d'utilité publique le 12 aout 1874, celle-ci depuis ce moment, a constamment grandi en suivant votre exemple et vos traditions.

Aussi, sous les Présidences successives de MM. Kuhlmann, Ferdinand Mathias, Agache-Kuhlmann et Bigo-Danel actuellement, la Société Industrielle du Nord de la France est-elle fière d'avoir pu comme vous, propager et faire prospérer chez nous les idées de progrès, en s'inspirant de sa devise :

Lumen profert, largitur palmas

pour répandre plus de lumière dans l'étude des procédés industriels souvent si complexes, et pour récompenser les chercheurs dévoués, qui consacrent leur temps et leurs efforts, à créer ou à collaborer au développement constant de nouvelles et puissantes industries.

Ces résultats, c'est à vous Messieurs que nous les devons. Nous n'avons fait que suivre le chemin que vous nous avez si brillamment tracé, et aujourd'hui encore, votre exemple reçoit une consécration qui nous sera des plus précieuses, en nous montrant une fois de plus, que notre but commun reste bien :

Toujours plus loin, toujours plus haut!

Avec nos plus chaudes félicitations, recevez donc encore, Messieurs, tous nos remerciements, et permettez-moi, au nom de la Société Industrielle de Lille, de lever mon verre à la grandeur de la Société Industrielle de Mulhouse, en buvant à votre santé à tous, et en particulier à celle de votre éminent et sympathique Président, Monsieur Auguste Dollfus !

NOTES

concernant la Société Industrielle de Mulhouse.

---

1. — Conseil d'Administration

Président : M. Auguste DOLLFUS.

Vice-Présidents : MM. Théodore SCHLUMBERGER ;
» Théodore BOCH ;
» Camille DE LACROIX ;
» Auguste LALANCE.

Secrétaire Général	MM.	Auguste THIERRY-MIEG.
» *des Séances*		Alphonse WEHRLIN.
» *du Conseil d'Administ.* :		Gabriel SCHLUMBERGER.
Trésorier		Emile MANTZ.
Econome		Louis SCHWARTZ.
Conservateur		Adolphe SACK.
Bibliothécaire		Alfred BŒRINGER.
» *adjoint*		Arnold SEYRIG.

Secrétaires de Comité :

Chimie	MM.	Albert SCHEURER.
Mécanique		Daniel MIEG.
Histoire Naturelle		Mathieu MIEG.
Commerce		Léon MIEG.
Statistique, Histoire, Géophie		Auguste THIERRY-MIEG.
Utilité publique		Alfred DE GLEHN.
Beaux-Arts		Alfred FAVRE.

II. — Ressources de la Société.

La Société Industrielle de Mulhouse comprend aujourd'hui 750 Membres ordinaires, honoraires et correspondants.

En dehors des cotisations qui sont de :

60 francs pour les Membres habitant Mulhouse (et environs 7 kilomètres) ;

50 francs pour les Membres de l'extérieur ;

30 francs pour les Membres au-dessous de 30 ans,

et dont le montant total s'élève à.....	Fr.	35.000	»
environ,			
les resssources de la Société comprennent :			
Loyer des immeubles.....	Fr.	12.500	»
et recettes de la Salle de la Bourse.....		7.500	»
Ensemble.....	Fr.	35.000	»

En sus de ces ressources, il faut compter les intérêts d'un capital constitué par des legs divers se montant à environ 1.250.000 fr.

Les cotisations et loyers assurent les divers services : Bulletin, Bibliothèque et entretien.

Les intérêts des legs couvrent les dépenses totales ou partielles de multiples fondations stipulées par les donataires.

III. — Travaux et Œuvres de la Société.

Les communications scientifiques, travaux et enquêtes sur questions d'utilité publique, des Membres de la Société, sont publiés dans un bulletin qui atteint maintenant sa quatre-vingtième année.

Dans ses séances mensuelles, la Société entend chaque année plusieurs conférenciers choisis parmi les sommités scientifiques, critiques d'art ou économistes en renom.

Des conférences populaires se tiennent le dimanche après-midi, pendant la saison d'hiver, pour le public ouvrier.

Enfin, des conférences littéraires ou artistiques françaises, payantes, sont faites l'hiver par des notabilités littéraires, et très appréciées par le grand public mulhousien.

Parmi les Œuvres et Fondations qui complètent cette action de la Société, nous citerons principalement :

1° Ses Ecoles de dessin, qui ont débuté dès 1829, comprenant :
Figure et ornement ;
Section d'Art industriel ;
Cours de dessin linéaire,
et qui, en 1832, comptaient 185 élèves déjà. Ces écoles, tout récemment transportées dans les nouveaux bâtiments actuels de la Société, comptent 300 élèves pour leur ensemble, et lui coûtent environ 20.000 francs par an, couverts par plusieurs généreuses fondations,

2° Ecole d'Art professionnel de jeunes filles, fondée en 1885 grâce à un don de 40.000 francs de Mme Baumgartner-Favre, et par l'appui généreux d'un certain nombre de Membres de la Société : G. Steinbach, la Maison Dollfus-Mieg, et Auguste Lalance.

En véritables féministes, ils voulurent que l'enseignement portât sur les professions permettant aux femmes de gagner leur vie : gravure, lithographie, retouche de la photographie, dentelle, broderie, travaux à l'aiguille, dessin de figure et d'ornement, étude de la fleur, et dessin industriel ; enfin comptabilité, dactylographie et sténographie.

3° Ecole de filature et de tissage mécanique, fondée en 1861 sur l'initiative de MM. Henri Thierry-Kœchlin et Fréd. Engel-Dollfus, sous le patronage de la Société Industrielle.

Successivement installée dans divers locaux à mesure de ses extensions et de l'augmentation du nombre de ses machines et métiers à tisser, elle compte actuellement, rue Gay-Lussac, 60 élèves en moyenne. La durée des cours est d'une année, et une large place y

étant faite aux travaux pratiques, les jeunes gens sortant de l'Ecole munis de leurs diplômes, sont à même de rendre de bons services dans l'industrie.

4° Bibliothèques. — En dehors de la bibliothèque proprement dite, dont nous avons déjà parlé (page 7), la Société Jndustrielle possède une belle collection de livres et d'estampes réunie par M. Armand Weiss pour lui servir de matériaux à la rédaction d'une histoire d'Alsace, avec documents authentiques. Le catalogue comprend 4.500 alsatiques, gravures et estampes. Parmi les manuscrits, tous de valeur, figure un évangéliaire du Xe siècle, d'une rare beauté d'enluminure, provenant du Monastère de Saint-Gall.

5° Société des Arts. — Créée en 1876, sous le patronage de la Société Industrielle, par MM. Engel-Dollfus et Ernest Zuber, elle compte 750 Membres, dont 272 Dames. Destinée à répandre le goût des Arts dans la région, elle organise périodiquement des expositions, auxquelles les artistes de tous pays sont invités à prendre part.

Depuis sa fondation, les acquisitions d'ouvrages d'art aux exposants, se sont élevées à la somme de 1.707.057 fr., dont 370.000 fr pour dons faits au Musée des Beaux-Arts.

Président : M. Camille de Lacroix.

6° Musée des Beaux-Arts ;
Musée des Arts décoratifs ;
Musée historique ;
Musée lapidaire Saint-Jean ;
Musée de vitraux du temple Saint-Etienne ;
Musée d'Histoire naturelle ;
Musée de Dessin industriel,

dont nous avons parlé plus haut, et snr lesquels nous ne reviendrons pas.

7° Musée technologique, rue du Havre ; il date de 1885 et constitue l'histoire de tous les produits de l'industrie dans leurs états

successifs de fabrication. Signalons une magnifique collection envoyée par la Manufacture de porcelaine de Sèvres, l'exposition des produits des Cristalleries de Saint-Louis, Villeroy et Boch, de Mettlach, la série des bois de construction, des préparations du coton, etc...

8° Musée ethnographique, rue de la Bourse. — Il renferme des spécimens intéressants de Chine, Japon, Indes, Russie, Amérique, et plusieurs momies d'Egypte.

La plnpart des objets de ce Musée proviennent de dons offerts à la Société.

Délégué au Musée, M. le Dr Schœllhammer.

9° Musée archéologique Engel-Dollfus. — Cette importante collection a été créée par MM. Engel-Dollfus, Dr Schnöringer et Nicklés, et a pour conservateur actuel M. J. Lutz.

Il contient des antiquités de la Basse-Alsace : hâches néolithiques, objets des Palafittes de la Suisse, des séries intéressantes de l'âge du bronze et de l'époque gauloise.

A signaler des amphores, bas-relifs et restes d'autels votifs en grès des Vosges, lampes romaines, antiquités égyptiennes, vases pompéiens, ainsi qu'une collection de monnaies alsaciennes, gauloises et romaines.

10° Collection géologique Jos. Kœchlin-Schlumberger. — Donnée en 1876 à la Société Industrielle, par la famille Kœchlin, elle renferme les fossiles les plus rares d'un grand nombre de gisements de France et d'Europe. — Conservateur, M. Ad. Sack.

11° École de Chimie, Directeur M. le Dr Nœlting. — On peut faire remonter sa création à 1822, par la fondation du Cours de chimie de MM. le Dr Pénot, et Th. Schneider plus tard — puis de M. A. Rosenthiehl, puis Ferrey.

En 1870-71, l'Ecole subit une crise terrible et le nombre des élèves tomba à 4. Depuis elle s'est brillamment relevée, et avec

M. Nœlting, ses cours sont fréquentés par 60 élèves et divisés en trois années d'études ou six semestres.

12° Ecole municipale technique d'apprentis, subventionnée par la Société Industrielle, Directeur, M. Havemann. — Elle fut ouverte en 1906 pour donner aux jeunes apprentis des notions théoriques, leur permettant plus tard de résoudre les problèmes rencontrés dans la pratique. Le nombre d'élèves a été de 950 durant l'année actuelle. Les heures d'étude sont prises sur les heures d'atelier.

13° Association alsacienne des Propriétaires d'appareils à vapeur, 6 rue de la Bourse Ingénieur en chef, M. Victor Kammerer

Organisée en 1867 par le Comité de mécanique et M. Ernest Zuber, elle fut la première institution de ce genre sur le continent, pour assurer la sécurité des appareils à vapeur par un contrôle périodique, tant intérieur qu'extérieur. Son rayon d'action s'étend sur toute l'Alsace-Lorraine, le Luxembourg et quatre départements de l'Est de la France. Elle s'est annexée un bureau d'inspection des installations électriques, et un laboratoire d'analyse des huiles, incrustants, eau d'alimentation et contrôle des combustibles.

14° Syndicat industriel alsacien. Président, M. Théodore Schlumberger, 8 rue de la Bourse.

Indépendant de la Société Industrielle, ce Syndicat a son siège dans les immeubles de la Société, et il se spécialisa de 1871 à 1873, dans le but de sauvegarder les intérêts alsaciens à la suite des secousses de la guerre. Actuellement, il s'occupe des mesures législatives concernant les assurances ouvrières, maladies, accidents, invalidité, vieillesse.

15° Cités ouvrières de Mulhouse, Président, M. Camille de Lacroix. — Datant de 1852 et de réputation européenne, elles ont été créées, à la suite d'un rapport présenté par M. J. Zuber fils en 1851 à la Société Industrielle, par M. Jean Dollfus, sur les plans de M. Emile Muller.

Ces cités couvrent aujourd'hui 32 hectares, et comprennent 1.243 maisons, devenues en grande partie la propriété de ménages ouvriers, au bout de 20 ans d'un loyer de 25 à 35 francs par mois.

Depuis, un groupe de 66 maisons s'est fondé à Dornach, et un autre groupe est actuellement en construction du côté de Burtzviller.

16° Union Home. — Fondée en 1905 par M. Auguste Lalance son Président actuel, elle a pour but d'améliorer les logements modestes à prix réduits, tout en répondant à toutes les exigences d'une sage hygiène. A la suite d'un don de 150.000 francs de M. et Mme Lalance à la Société Industrielle, un premier groupe de 24 logements fut édifié porte de Nesle ; puis un second groupe de 44 logements en 1906, et enfin, en 1908, une maison pour employés, vinrent compléter rue Daguerre, l'ensemble de ces constructions philantropiques.

17° Dispensaire antituberculeux, 12, rue du Runtz. Président, M. C. de Lacroix. — Par l'initiative du Comité d'utilité publique, qui a étudié la lutte contre la tuberculose, c'est en 1908 qu'a pu commencer à fonctionner ce dispensaire, qui vient en aide aujourd'hui à près de 600 indigents tuberculeux.

18° Société des Intérêts de Mulhouse et Bureau d'informations, 7 avenue du Commerce. Président, M. Aug. Thierry-Mieg.

En 1895, la Société Industrielle fut saisie d'un rapport de M. Meininger sur les bureaux d'information, et aussitôt l'idée fut prise en faveur.

D'après ses statuts, cette Société se met gratuitement à la disposition du public pour tous renseignements relatifs aux voyages, villégiatures, au commerce, à l'industrie de la région, comme pour toute question qui se présente.

Les demandes au bureau d'informations s'élèvent actuellement à 13.000 par an.

19° Société du Bric-à-Brac, 3 place la Concorde. Président M. Aug. Thierry-Mieg. — Fondée en 1906 dans le but de vendre à

très bon marché aux classes nécessiteuses, des objets hors d'usage qu'on s'est procuré par des dons volontaires, ceux-ci sont vendus tels quels ou réparés, mais jamais donnés gratuitement.

En 1909, 17.921 ventes ont été faites pour 12.388 francs, et les bénéfices distribués à diverses fondations publiques de bienfaisance.

La liste très longue des Œuvres et Fondations que nous venons de résumer, montre combien est grande l'activité de la Société Industrielle de Mulhouse, et peut être de nature à susciter chez nous et ailleurs, de généreuses et fécondes initiatives.

La Société n'est pas solidaire des opinions émises par ses membres dans les discussions, ni responsable des notes ou mémoires publiés dans les Bulletins.

Le Secrétaire-Gérant,
ANDRÉ WALLON.