



# PRINCIPES

DE

# L'ART DE CHAUFFER

ET D'AÉRER

LES ÉDIFICES PUBLICS,

LES MAISONS D'HABITATION,

LES MANUFACTURES, LES HOPITAUX, LES SERRES, etc.,

ET DE CONSTRUIRE LES FOYERS, LES CHAUDIÈRES, LES APPAREILS  
POUR LA VAPEUR, LES GRILLES, LES ÉTUVES,

DÉMONTRÉS PAR LE CALCUL ET APPLIQUÉS A LA PRATIQUE;

Avec des Remarques sur la nature de la Chaleur et de la Lumière, et  
plusieurs Tables utiles dans la Pratique;

PAR THOMAS TREDGOLD,

Ingenieur, Membre de l'Institution des Ingenieurs civils, Auteur des *Principes  
élémentaires de Charpente*, d'un *Essai sur la Fonte*, etc.;

TRADUIT DE L'ANGLAIS SUR LA DEUXIÈME ÉDITION,

PAR T. DUVERNE,

Ancien Officier de la Marine Royale, Chevalier de l'Ordre de Saint-Louis.

---

PARIS,

BACHELIER (SUCCESSEUR DE M<sup>me</sup> V<sup>e</sup> COURCIER),

LIBRAIRE POUR LES SCIENCES,

QUAI DES AUGUSTINS, n<sup>o</sup> 55.

1825

et placées à une hauteur considérable au-dessus du pavé.

Pour remédier à ces inconvéniens, les places par où l'on introduit l'air frais doivent être larges, et, autant que possible, elles doivent être divisées. Elles doivent être assez près du pavé pour que l'air ne puisse pas tomber sur les individus. En donnant de la largeur à ces ouvertures, et en les garantissant en dedans par un treillage un peu serré, on détruit en très grande partie le courant d'air (1). On peut encore l'empêcher plus sûrement en établissant de petits tuyaux qui conduisent l'air par-dessous le pavé jusqu'au milieu de l'église. Toutes ces ouvertures doivent avoir des portes qui ferment exactement.

L'air chaud doit pouvoir sortir vers le plafond et dans plusieurs endroits, par des caisses à air, garnies de registres, comme on le voit dans la figure 4, planche A. Ces caisses doivent être d'égale hauteur et également exposées au soleil. Si les ouvertures communiquent du plafond dans l'espace qui est sous le toit, et que, de cet espace, on élève un tube à air qui passe dans le clocher, on peut établir une bonne ventilation, sans avoir

---

(1) Un treillage en fil de fer, qui a 64 mailles par chaque pouce carré, est très convenable.

besoin de ménager des issues dans le toit même ; si l'on s'attache peu à l'apparence extérieure, on peut très bien placer sur l'ouverture du toit une simple cage en planches ; toutes les fenêtres des côtés et des extrémités doivent être tenues fermées, car si les ouvertures du plafond sont assez grandes, celles qu'on aurait sur les côtés diminueraient la ventilation au lieu de l'augmenter (1).

Il est très difficile d'entretenir la ventilation quand le temps est bas, calme et sombre. Supposons qu'on veuille en établir une suffisante pour empêcher l'air intérieur de s'élever à une température de plus de 5° au-dessus de celle de l'air intérieur. Si l'air extérieur est à 70° (17° R.), il

---

(1) Ce Traité était sous presse quand on m'a fait connaître un petit ouvrage sur le chauffage et la ventilation des édifices où s'assemblent des congrégations. La méthode de ventilation qu'on y décrit est en grande partie semblable à celle que je propose, et elle paraît avoir eu un plein succès. J'ai donc moins de droits que je ne le croyais à réclamer la priorité d'invention pour le mode d'aérer les églises. L'ouvrage dont je parle est intitulé : « Observations sur la construction et l'arrangement des maisons d'assemblées religieuses, etc., par Will. Alexandre ; in-4°, Yorck, 1820. » Il renferme beaucoup de notions qui peuvent être utiles à ceux qui s'occupent de l'étude de l'architecture.

sera impossible de maintenir la température intérieure aussi bas que  $75^{\circ}$  ( $19^{\circ}$  R.), sans évacuer au moins  $2\frac{1}{2}$  pieds cubes d'air par minute pour chaque individu, attendu qu'à ces températures, chaque personne élèvera de  $5^{\circ}$  par minute la température de cette même quantité d'air (1).

Quand une église contient 1000 personnes, et que la hauteur depuis le pavé jusqu'au sommet du tuyau est de 49 pieds, il est facile de calculer,

(1) On a vu, article 56, que la quantité d'air qui traverse les poumons est de 800 pouces cubes, ou à peu près d'un demi-pied cube par minute. Cet air est élevé à environ  $95^{\circ}$  ( $28^{\circ}$  R.). Maintenant, soit  $t$  la température de l'air extérieur, et  $t'$  celle que ne doit pas dépasser l'air de la chambre; soit aussi  $x - \frac{1}{2}$  le volume d'air extérieur qu'il faudrait pour ramener l'air expiré jusqu'à la température de la chambre. Alors on a  $\frac{1}{2} \times 95 + x - \frac{1}{2}t' = tx$ . (Formule pour constater la température des portions mélangées d'un même fluide. Playfair's ont lines, vol. I, p. 317), d'où l'on tire  $\frac{95 - t'}{2(t - t')} = x$ , ou le nombre de pieds cubes d'air qui doivent être évacués chaque minute par la ventilation. Dans l'exemple du texte on a...

$\frac{95 - 70}{2(75 - 70)} = 2,5$  pieds cubes. C'est la plus petite quantité, parce que la surface du corps renvoie aussi beaucoup de chaleur, qui n'est pas comprise dans le calcul.

au moyen de la règle donnée dans la note de l'article 64, l'étendue totale des ouvertures supérieures qui sont nécessaires pour donner passage à 2500 pieds cubes d'air par minute, quand la différence de température est de 5° (2° R.) Cette étendue est exprimée par  $\frac{2500}{30 \sqrt{49}}$  qui se réduit à 12 pieds carrés environ. Si la hauteur n'était que de 36 pieds, alors on aurait  $\frac{2500}{30 \sqrt{36}} = 14$  pieds carrés environ.

Quand le plafond est de niveau, cette étendue doit être divisée entre cinq ou six ventilateurs placés dans différentes parties. Mais lorsqu'il est en dôme ou en voûte, il vaut peut-être mieux n'avoir que trois ventilateurs établis dans la partie la plus élevée, comme on le voit en D, dans la figure 6, pl. A.

Les ouvertures pour faire entrer l'air frais doivent avoir le double environ de surface de celles du plafond. L'air ne doit pas être pris très près du sol, ni dans un endroit renfermé. Dans la construction des nouveaux bâtimens, on pourrait ménager, entre les fenêtres, des conduits où l'air entrerait en A., dans la frise et au-dessous de la corniche, et d'où, passant dans d'autres conduits sous le pavé, il arriverait dans

l'église par un grillage placé dans le pavé CC. En établissant de ces conduits de chaque côté de l'église, ils serviraient, quelle que fût la direction du vent. Les conduits pour l'air frais pourraient être placés de manière qu'au lieu d'avoir leur ouverture en A, elle se trouvât plus basse. Il n'est pas nécessaire non plus qu'ils soient pratiqués dans le mur ; enfin, l'effet qu'ils doivent produire peut être obtenu de bien des manières, et l'idée de celle qu'il convient le mieux d'employer se présentera facilement suivant la diversité des cas et des circonstances.

*Classes, salles de lecture, bibliothèques.*

139. Les principes que nous venons d'établir pour les églises, s'appliquent également aux écoles, aux salles de démonstrations, etc., où l'on veut employer la vapeur comme moyen de chauffage ; il en est de même de la ventilation, quelle que soit la méthode de chauffage que l'on adopte ; il est donc inutile d'en donner des exemples. Mais, dans les écoles peu considérables et qui sont situées au rez-de-chaussée, il est plus avantageux de se servir de fourneaux ; ils sont plus économiques et exigent moins d'attention. La manière d'employer le fourneau pour entretenir dans une classe une chaleur

uniforme, est à peu près la même que pour chauffer une serre, c'est-à-dire que l'on fait passer les tuyaux par un conduit au dessous du pavé, et que l'air réchauffé entre dans la salle par un grillage. Le foyer doit être construit presque de la même forme que pour une chaudière. (*Voy.* pl. II). Seulement, à la place de la chaudière, le conduit doit être couvert d'une double épaisseur de briques propres à résister au feu, et d'environ 18 pouces carrés, dont les joints se recouvrent pour empêcher que la fumée ou la vapeur du combustible ne puisse s'échapper. A dix pieds environ du feu, la fumée doit entrer dans un tuyau de fer de 9 pouces à peu près de diamètre, et d'une trentaine de pieds de longueur pour une cheminée ordinaire; plus court quand il y a un mauvais tirage, plus long quand le tirage est bon; le bout du tuyau doit se trouver dans la cheminée. Le tuyau de fonte peut être formé de tuyaux communs pour conduire l'eau, et assemblés comme on assemble ceux-ci; ces tuyaux doivent être soutenus par des rouleaux de manière à ne pouvoir s'ouvrir par la dilatation; le bout le plus large doit être dans la cheminée, et l'on doit calculer sur la même dilatation que pour les tuyaux à vapeur, c'est-à-dire, qu'il faut donner  $\frac{1}{8}$  de pouce pour chaque longueur de 10 pieds, quoique la dilatation puisse

rarement dépasser la moitié de cette quantité : le conduit, au-dessous du pavé, doit être assez large pour que le tuyau qu'on y place se trouve écarté de 3 pouces du fond et des côtés ; il doit être sec ; et la maçonnerie intérieure doit être bien unie. L'air frais destiné à la ventilation, doit être introduit dans ce conduit par une ouverture voisine du foyer ; on établit des grilles dans le pavé, tant pour faire entrer l'air échauffé dans la salle que pour permettre à celui qui s'est refroidi de descendre dans le conduit pour y être réchauffé par le tuyau (1).

Un poêle ainsi construit donne de la chaleur presque aussitôt qu'on y allume du feu ; il y a quelque avantage à placer un régulateur dans la cheminée, afin de régler le tirage. Quand la distance entre le feu et la cheminée ne peut pas être renfermée dans les limites déterminées ci-devant, le conduit de fonte peut être d'un plus petit diamètre ; et, dans d'autres cas, il est nécessaire que

---

(1) Je me suis quelquefois servi, au lieu de tuyau, d'un conduit dont les côtés étaient en briques réfractaires, et dont le fond et le dessus étaient en fonte plate dont les joints se recouvraient. Ce genre de construction est plus commode à exécuter, et rend le même service.



le conduit fasse des détours, par exemple, lorsque le foyer et la cheminée sont réunis.

L'étendue du feu se règle sur la quantité de chaleur dont on a besoin, ce dont on peut s'assurer par l'article 68; on en déduira la quantité de pieds cubes d'air qu'on aura à chauffer par minute; et pour connaître le nombre de livres de charbon qu'il faudra brûler par heure pour maintenir la température à 60° (12 à 13° R.), quand l'air extérieur est au-dessous du point de congélation, on multipliera par 0,00472 le nombre de pieds cubes d'air qu'on doit réchauffer par minute (1). On a fait voir dans l'article 97, quelles sont les dimensions d'un foyer qui doit consommer une quantité déterminée de charbon.

### *Théâtres.*

140. Si l'on se propose de chauffer un théâtre ou tout autre édifice de ce genre, l'emploi de la

---

(1) Car 0,00000262 livres de charbon doivent élever d'un degré la température d'un pied cube d'air (art. 23), et si A est la quantité d'air à chauffer par minute, 60 A sera celle à chauffer par heure; mais il faut élever la température de 30°. On a donc

$$60 \times 30 \times A \times 0,00000262 = 0,00472 A.$$

vapeur présente le moyen le plus sûr et le plus économique. Une bonne ventilation est ici très importante, et il est facile de l'obtenir en l'établissant sur les principes que nous avons expliqués pour les églises. Mais il peut être utile de remarquer que M. Georges Saunders, qui a étudié tous les moyens d'éviter la perte du son, dit que : « Les ouvertures nécessaires pour changer l'air doivent pouvoir se fermer exactement, et ne doivent être ouvertes que pendant les entre-actes (1). » Il a considéré, et avec beaucoup de raison, qu'un grand mouvement de l'air, dans les parties centrales d'un théâtre, ne pouvait qu'augmenter la difficulté de bien entendre. Pour éviter cette difficulté, l'air qui se rassemble dans la partie supérieure des loges pourrait être aisément conduit par des tuyaux séparés vers les parties les plus élevées de la salle, et s'échapper par les ventilateurs qui y sont placés. Ce moyen diminuerait le mouvement de l'air dans les parties centrales du théâtre, et écarterait en grande partie l'inconvénient d'une ventilation continuelle ; il aurait de plus l'avantage de procurer une bonne ventilation à la partie en arrière des loges, où elle

---

(1) Traité sur les théâtres, p. 32, in-4°, 1790.

est le plus nécessaire. Le même auteur remarque que les ouvertures pour faire entrer de nouvel air devraient être générales, c'est-à-dire, distribuées dans toutes les parties du théâtre, pour prévenir les courans d'air froid; idée qui se trouve tout-à-fait conforme à la mienne. En hiver, le nouvel air qu'on introduit devrait être réchauffé. Il faut pouvoir tenir la température des salles, pendant les chaleurs de l'été, à  $5^{\circ}$  ( $2,2^{\circ}$  R.), seulement au-dessus de celle de l'air extérieur. Supposons que l'air atmosphorique soit à  $70^{\circ}$  ( $17^{\circ}$  R.). Dans ce cas, la surface des ouvertures pour la ventilation doit être suffisante pour évacuer autant de fois  $2\frac{1}{2}$  pieds cubes d'air par minute, que le théâtre contient de spectateurs. (Voy. la note de l'art. 138.) Et comme l'élévation d'un théâtre est de 40 à 50 pieds, depuis le bas du parterre jusqu'au plafond, et qu'il y a encore à ajouter au moins la distance jusqu'au toit, la colonne d'air raréfié peut être supposée de 64 pieds de hauteur. Mais par l'article 64 (note), nous avons  $\frac{2,5}{30 \sqrt{64}} = \frac{1}{96}$  de pied carré par individu. Ainsi, pour une salle qui peut contenir 2000 personnes, il faut  $\frac{2000}{96}$  ou à peu près 21 pieds carrés de ventilation. Je ne doute pas que quelques lecteurs, en pensant

au caractère remuant qu'ont ordinairement les spectateurs de représentations théâtrales, ne trouvent que cette quantité est trop petite; mais je répondrai que l'on ne reste jamais très longtemps dans ces sortes d'endroits, et que c'est dans les lieux que nous habitons le plus souvent, que la ventilation est surtout nécessaire.

*Filatures de coton et de soie, etc.*

141. Le premier essai pour chauffer les filatures de coton au moyen de la vapeur, paraît avoir été fait par M. Neil Snodgrass, en 1799 (1); cette méthode a été depuis très généralement adoptée; on a reconnu sa grande supériorité sur les autres; elle est aussi la plus favorable, sous le rapport de la santé, pour procurer à ces fabriques la température élevée dont elles ont besoin. Tant que les machines n'ont pas acquis un certain degré de chaleur, les ouvriers éprouvent la plus grande difficulté à tenir leur ouvrage en ordre; c'est ce qui leur arrive particulièrement les lundis, parce qu'alors tout est devenu plus froid et plus adhérent, étant resté plus de temps en re-

---

(1) Transactions de la Société des Arts, vol. XXIV, p. 199.

pos. C'est un mal, non-seulement à cause de la mauvaise qualité de l'ouvrage, mais parce qu'il occasionne très souvent aux enfans qui sont employés à ce travail, des traitemens aussi sévères qu'injustes, et que rien n'est plus propre à avilir dans ces jeunes esprits tous les sentimens de justice et d'honnêteté. Dans les filatures où, à raison de la température élevée qu'on y entretient, la ventilation devrait être très abondante, on se contente en général d'en avoir une très faible. Ce qu'il faut dépenser de plus en combustible pour se procurer une ventilation suffisante, ne saurait être refusé par toute personne douée de sentimens d'humanité et d'honnêteté. Un air pur et sain est aussi nécessaire à notre bien-être qu'une nourriture pure et saine; et celui qui serait capable de forcer des ouvriers à travailler dans une atmosphère dont il connaîtrait l'insalubrité, serait aussi coupable que celui qui altérerait la qualité de leur pain. Mais continuons et faisons voir comment on peut combiner avec avantage la chaleur et la ventilation. Peut-être si ce que je viens d'écrire tombait sous les yeux d'un autre Howard, trouverait-il qu'on pourrait, jusqu'à un certain point, l'appliquer au petit nombre de ceux qui négligent le bien-être des ouvriers qu'ils emploient.

La chaleur d'une filature de coton peut être prise à  $70^{\circ}$  ( $17^{\circ}$  R.), quand l'air extérieur est à  $30^{\circ}$  ( $1^{\circ}$  au-dessous de 0 R.). Supposons que la filature ait cinq étages, qu'elle ait 60 pieds de longueur, 33 pieds de large, 70 portes ou fenêtres, et que le vitrage occupe 1000 pieds carrés. Supposons que la ventilation doive être établie pour 200 personnes. Alors, d'après l'art. 68, il faudrait porter  $770 + 800 + 1500 = 3070$  pieds cubes d'air, de la température de l'air extérieur à celle de la fabrique en une minute. Et par la règle art. 44, on a  $\frac{3070 \times 40}{2,1(200-70)} = 450$  pieds carrés pour la quantité qui pourrait entretenir l'air extérieur à  $70^{\circ}$  ( $18^{\circ}$  R.), quand l'air extérieur est à  $30^{\circ}$  ( $1^{\circ}$  au-dessous de 0 R.); une partie de ces tuyaux étant placée dans des chambres pour en échauffer l'air, et l'autre dans les ateliers dont nous allons donner la description; parce que le meilleur mode de ventilation consiste à chauffer en partie le nouvel air avant de l'introduire, ce qui n'exige pas une aussi grande surface de tuyaux dans les ateliers, tout en y entretenant une température plus égale. Les fenêtres doivent fermer le plus exactement possible; et les issues, pour évacuer l'air vicié, doivent être pratiquées dans le plafond, avec des registres pour en régler l'effet.

La manière la plus convenable d'introduire l'air frais, est de le faire par des ouvertures ménagées dans différentes parties du parquet, ou qui en soient rapprochées ; c'est le moyen de rendre insensible le mouvement de l'air, dont l'ascension entrainera avec la vapeur la poussière la plus légère ; les salles seront plus sèches et l'air plus pur. Dans les nouvelles fabriques, les piliers de fer fondu qui supportent les planchers peuvent être creux et servir de tuyaux pour l'air. Autrement on peut employer, pour distribuer l'air frais, des tuyaux en fer-blanc, en zinc ou en terre (1), placés en dedans du bâtiment, afin qu'aucune chaleur ne puisse se perdre. Un petit réduit propre à contenir trois ou quatre contours de tuyaux à vapeur, peut être construit sur le modèle de celui qui sera décrit à l'article 144, pour recevoir l'air frais dans la partie la plus basse. Le nouvel air entrant ainsi au fond de ce réduit, serait échauffé par les tuyaux à vapeur, et s'élèverait dans les tubes à air pour passer dans les salles. Quand on a plusieurs étages à chauffer avec le même appareil, le réduit à air doit être divisé

---

(1) L'intérieur des tuyaux de terre doit être vernissé, pour empêcher la poussière que l'air entraîne de s'y accumuler.

en autant de compartimens qu'il y a d'étages; et il est nécessaire d'établir des registres pour régler la quantité d'air échauffé qu'on introduit.

Les tuyaux pour l'air doivent être d'autant plus larges que la température extérieure se rapproche davantage de celle de la fabrique. Leurs dimensions peuvent aisément se calculer pour un étage. Supposons que la distance du fond du réduit à air au plafond de l'étage soit de 30 pieds, et que le nombre des ouvriers qui travaillent à la fois, soit de 40; supposons que l'air soit porté à  $10^{\circ}$  (4,5 R.) au-dessus de la chaleur de l'air extérieur, avant d'être introduit dans l'atelier, et que la température de cet atelier soit de  $20^{\circ}$  (9 R.) au-dessus de celle de l'atmosphère. Alors, par l'art. 61, nous avons à introduire  $40 \times 4 = 160$  pieds cubes d'air par minute; et l'article 64 (note) donne  $\frac{160}{43 \sqrt{30}} = 0,7$  de pied, ou environ 100 pouc. carrés pour l'aire des tubes à air; les tuyaux pour évacuer l'air vicié et la vapeur du plafond n'exigent que les deux tiers de cette surface. La quantité des tuyaux à vapeur pour la chambre à air, doit être suffisante pour maintenir la température de 160 pieds cubes d'air par minute, à  $50^{\circ}$  au-dessus de celle de l'air extérieur supposée à  $30^{\circ}$  ( $1^{\circ}$  au-dessous de 0 R.). Mais l'air doit d'abord



venir en contact avec les tuyaux à 50°, et doit les quitter à 60° (12° 5 R.). Nous pouvons donc prendre le milieu ou 45° pour calculer l'effet des tuyaux, et nous trouverons par l'art. 44  $\frac{160 \times 30}{2, 1(200 - 45)}$   
 = 15 pieds environ pour la surface des tuyaux de la chambre ou réduit à air, pour un étage situé à 20 pieds au-dessus. La chambre à air doit être construite sur le principe développé dans l'article 144. La raison qui engage à n'introduire dans l'atelier qu'un air moins chaud que celui qu'on y entretient, est évidente. En effet, si cet air était à la même température, il se porterait immédiatement vers le plafond, et s'échapperait à la place de l'air vicié. La ventilation, loin d'être améliorée, se trouverait ainsi retardée.

Les tuyaux à vapeur placés dans les ateliers fournissent le surplus de la chaleur nécessaire ; on peut les arranger de la manière qu'on jugera la plus commode, pourvu qu'ils ne soient pas éloignés du parquet. Si l'on avait soin de clore exactement toutes les ouvertures latérales par où l'air froid peut s'introduire, la dépense en combustible ne serait pas plus grande que celle qu'on fait en suivant les anciennes méthodes où la ventilation est à peu près nulle.

Si l'on n'a pas la facilité de faire rentrer dans la

chaudière l'eau qui se condense, il est avantageux de la laisser rassembler dans les tuyaux, même dans le cas où cette chaudière fournit en même temps une machine à vapeur, parce qu'il faut employer moins de temps chaque matin pour élever la température, et que l'on peut aussi arrêter la production de la vapeur une heure environ plus tôt dans la soirée, la chaleur de l'eau qui reste dans les tuyaux suffisant pour la remplacer. L'ouvrier chargé d'allumer le matin le feu de la chaudière, doit, dans ce cas, faire écouler en même temps l'eau de ces tuyaux.

La planche VIII montre comment on a employé la vapeur pour chauffer une filature de coton à Watford.

*Facteurs d'instrumens, ébénistes, etc. etc., ateliers.*

142. On doit chercher à tenir secs et modérément chauds pendant l'hiver, les ateliers où l'on travaille divers articles dont le bois est la base. La chaleur doit y être la même que celle des appartemens habités; sans cela, ces objets seraient d'une qualité inférieure, et souvent même tout-à-fait impropres à l'usage auquel ils sont destinés. Mais, cependant, il n'est pas avantageux

pour la santé des ouvriers, non plus que pour la qualité des objets fabriqués, que la température soit plus élevée que celle des appartemens ordinaires, c'est-à-dire au-dessus de  $60^{\circ}$  ( $12^{\circ},5R.$ ). Un exemple expliquera mieux que tous les raisonnemens la manière d'obtenir ce degré de chaleur au moyen de la vapeur, qui est certainement ce qu'on peut employer de moins dangereux pour chauffer ces sortes d'endroits, sans parler de ses avantages pour chauffer la colle, sécher le bois, et exécuter les placages, ce qu'il n'est pas aisé de faire par toute autre méthode.

Supposons un atelier de 50 pieds de long sur 20 pieds de large, avec un vitrage d'un côté et dans toute sa longueur; supposons que ce vitrage ait 250 pieds carrés de surface; la perte de chaleur qu'occasionnera le vitrage sera (art. 69) exprimée par  $1,5 \times 250$ , c'est-à-dire qu'elle sera de 375 pieds cubes par minute. Si douze ouvriers travaillent à la fois dans l'atelier, la quantité de chaleur qui se perdra par une ventilation bien entendue, sera de 48 pieds cubes environ par minute (art. 61); on aura donc à réchauffer en tout 423 pieds cubes d'air par minute. La quantité de surface de vaisseau à vapeur nécessaire pour y parvenir, quand l'air extérieur est à  $30^{\circ}$  ( $1^{\circ}$  au-dessous de  $0R.$ ), calculée suivant la règle donnée

à l'art. 44, sera  $\frac{423 \times 30}{2,1 \times (200 - 60)} = 43$  pieds. En conséquence un seul tuyau à vapeur de quatre pouces de diamètre, qui s'étendra dans toute la longueur de l'atelier, sera suffisant. Ce tuyau peut être placé du même côté que le vitrage; et au-dessous, une petite planche peut être fixée sur chaque établi pour recevoir un pot à colle forte à l'usage des ouvriers. On peut aussi fixer, dans un endroit convenable, une caisse basse recouverte en fonte, pour chauffer les placages et les fonds sur lesquels on doit les coller.

La totalité des tuyaux sans la caisse contiendra, ainsi qu'on peut le calculer, environ cinq pieds cubes de vapeur; il faut donc que la chaudière soit assez grande pour fournir cette quantité; l'eau évaporée pendant douze heures sera de quatre pieds cubes à peu près, et exigera la consommation d'un demi-boisseau de houille par jour, ou d'une quantité proportionnée de *coke* ou de copeaux qui se font dans l'atelier: comme il se perdra de la chaleur à la surface de la chaudière, on pourra en tirer parti pour sécher les matériaux. (*Voy.* le chapitre XI.)

M. Ramshaw a employé avec succès la vapeur pour chauffer les planches de cuivre et les ate-

liers où s'impriment les gravures (1). Avant qu'il fit usage de la vapeur, il faisait chauffer les planches au moyen de poêles à charbon qui étaient dangereux pour la santé des ouvriers.

---

(1) On trouve dans les Transactions de la Société des Arts, vol. XXXVI, p. 95, la description de l'appareil de M. Ramshaw.

---

**CHAPITRE VIII.**


---

*Chauffage et Ventilation des hôpitaux, des prisons, des maisons de température égale, etc.*

Are we from noisome damps of pest-house free?  
 And drink our souls the sweet ethereal air?

THOMSON.

*Hôpitaux.*

143. Dans tout endroit consacré au soulagement des malades et des infirmes, si l'on en rassemble un grand nombre sans donner à la ventilation toute l'attention qu'elle exige, on s'expose à produire beaucoup plus de maux qu'on n'a le pouvoir d'en guérir. Il est souvent arrivé que des maladies sont devenues d'une nature plus rebelle, que des ulcères ont pris un caractère de malignité plus prononcé, dans des hôpitaux où l'on a négligé de purifier l'air, et de détruire les émanations

dangereuses (1). D'un autre côté, il est également vrai que l'établissement de bureaux de santé, d'hôpitaux, de salles de fiévreux, a servi pour arrêter les progrès de maladies contagieuses, et préserver la santé des habitans de cantons peuplés où les ravages de ces sortes de maladies sont les plus redoutables.

Le choix d'une situation découverte et saine, lorsqu'il est possible de la trouver, est fort important pour les établissemens de cette espèce. On a prétendu que les architectes visaient rarement à autre chose qu'à la perfection des proportions extérieures (2); mais la vérité est qu'ils ne sont pas souvent consultés sur ce point; car si l'on se donne la peine de lire les auteurs qui ont écrit sur l'architecture, on trouvera qu'ils n'ont point oublié l'effet de la situation des bâtimens sur la santé (3). Mais ce serait sortir des bornes de cet ouvrage que de m'étendre sur ce sujet.

(1) *V.* la relation d'Howard sur les lazarets d'Europe, p. 21, 54, 56, 60, etc.

(2) *Philosophy of domestic economy.*, p. 2.

(3) *V.* Vitruve, liv. I, chap. 2, 4 et 5, liv. VI, chap. 7. Alberti dit en traitant ce sujet: « Les anciens avaient le plus grand soin, dans le choix des emplacements, d'éviter ceux qui pouvaient être dangereux pour la santé.

En cherchant à procurer dans un hôpital un degré convenable de chaleur et de ventilation, on doit toujours faire en sorte que les deux opérations soient aussi distinctes que cela est possible. L'une et l'autre doit pouvoir s'exécuter à la volonté des gardes-malades, et la ventilation doit être conduite de manière qu'il ne puisse pas s'établir de courant d'air dangereux, et que l'air pesant et vicié puisse être entraîné aussi bien que les gaz plus légers, la vapeur et les émanations; enfin, elle doit être abondante sans produire beaucoup de mouvement dans l'air; il faut aussi pouvoir produire un changement d'air plus rapide pour purifier les salles lorsque cela est nécessaire.

Quoiqu'il n'entre pas dans mon sujet de considérer le genre de construction convenable à un bâtiment destiné pour établir un hôpital, il peut être utile de rappeler au lecteur que toute matière

---

Ils s'attachaient surtout à s'assurer que l'air n'y fût ni malsain ni incommode; car ils savaient que l'art et l'industrie peuvent corriger les mauvaises qualités de l'eau et de la terre, mais ils pensaient que nul moyen de force et d'adresse n'était capable d'améliorer l'air. Et il faut convenir que ce que nous respirons, étant si nécessaire à l'entretien de la vie, plus l'air est pur, et plus il est propre à conserver la santé. » Liv. 1, chap. 3, 4 et 5.



qui absorbe les émanations, tout ce qui devient humide et adhèrent dans une atmosphère chargée de vapeurs, doit être employé le moins possible dans l'intérieur d'un hôpital. L'effet de ces sortes de substances pour rassembler les matières délétères est incroyable; et quand elles en ont absorbé une certaine quantité, il est impossible de les chasser par une simple ventilation (1). On est alors obligé d'exposer ces substances à la double action du soleil et de l'air, ou de les purifier soit en les lavant avec de l'eau, soit en employant les acides volatils ( Voy. art. 74 et la note ). Autant que j'ai pu m'en assurer par mes propres observations, toutes les surfaces peintes en attirent promptement une grande quantité, surtout quand la peinture se trouve sur un métal. Dans le fait, si la surface d'un métal ne peut pas être entretenue très propre et très polie (et cela est impossible), elle ne vaut pas un bois à grains serrés, parce que l'air se condense sur la surface métallique toutes les fois que la température varie. Les

---

(1) « Les feuilles de mon livre de notes, dit Howard, étaient souvent tellement humides, que je ne pouvais m'en servir qu'après les avoir étendues devant le feu pendant une ou deux heures. » Howard, on Prisons, pag. 13.

lits et les meubles en général doivent être en bois doux et compacte, d'une forme simple, afin qu'on puisse en nettoyer facilement toutes les parties ; et leur surface doit être saturée d'huile au lieu d'être peinte. On ne doit y employer que le linge et les objets en coton ou en laine que la décence et le bien-être rendent nécessaires. Mais quand ces derniers articles sont fréquemment changés, et qu'ils sont en partie séchés au grand air, et dans des places où ils puissent recevoir l'effet du soleil, l'usage de ces commodités doit se régler plutôt sur la dépense que d'après la crainte qu'ils ne deviennent une source d'impureté. En effet, la propriété même qu'ils ont d'absorber facilement les émanations, tend plutôt à assainir la place qu'à produire l'effet contraire, pourvu qu'on les change très souvent, et qu'ils soient toujours complètement lavés : cette remarque peut s'appliquer à tout meuble qu'on peut aisément transporter. Il me semble qu'il serait à désirer qu'on ajoutât à chaque étage d'un hôpital une chambre exposée au midi et bien aérée, où l'on roulerait tous les lits qui ne seraient point occupés pendant le jour, toutes les fois que le temps serait clair et serein. Les murs et les plafonds des salles et des corridors doivent être recouverts en plâtre bien uni, blanchis avec de la chaux détrempée dans l'eau chaude

et dans laquelle on a mis une petite quantité de matière colorante pour rendre le blanc moins éblouissant (1). Dans les endroits où l'on est dans le cas de frotter les murailles, mais là seulement, on peut mêler à la chaux de la lie de bière, le blanc ne devant jamais être employé seul.

Dans la construction des parties nécessaires à la ventilation, les tuyaux qui servent à évacuer l'air vicié doivent être recouverts en plâtre s'ils sont assez larges, et l'on peut y en introduire d'autres plus petits en terre ou en bois; mais quant aux tuyaux pour introduire l'air frais, ils peuvent être de métal. Le zinc ou le fer-blanc sont très propres à ce dernier usage.

Quand l'air doit être chauffé à mesure qu'il entre, on ne peut y réussir lorsque certains vents se font sentir, à moins qu'on ne l'introduise par quelque point du côté du bâtiment d'où ces vents soufflent, ou par un tuyau à air, élevé, ayant un dessus construit de manière à ce que le vent puisse forcer l'air d'y descendre de quelque côté qu'il

---

(1) L'utilité de la chaux échauffée pour détruire les miasmes infects, a été on ne peut mieux démontrée par les expériences d'Howard sur les chambres dans lesquelles on l'avait logé à Venise, quand il y arriva sur un vaisseau qui fut soupçonné d'être infecté de la peste.

viennent. Si l'on néglige ces précautions, l'appareil le mieux construit d'ailleurs sera sans effet par certains vents.

Ces remarques préliminaires suffiront peut-être pour rendre un exemple intelligible. Nous n'établirons nos calculs que pour une seule salle, parce qu'ils sont applicables à toutes celles que peut contenir un hôpital considérable, en ayant égard aux différences de hauteur, etc.

Supposons une salle de 90 pieds de long sur 22 de large et 10 d'élévation, contenant 30 lits, et autant de malades ou de gardes; enfin, ayant 15 fenêtres et 400 pieds carrés de surface de vitrage; nous trouverons par les articles 68 et 73,  $(6 \times 38) + (11 \times 15) + (1,5 \times 400) = 993$  pieds cubes d'air à chauffer par minute; mettons 1000 pieds cubes. Mais la ventilation ne doit pas cesser pendant la nuit; cette quantité doit donc être continuellement chauffée. Il peut arriver quelquefois que la température descende pendant la nuit à zéro ( $14^{\circ},2$  R. au-dessous de la glace), et dans ce cas, si la chaleur de la salle est tenue à  $50^{\circ}$  ( $8^{\circ}$  R.), elle sera suffisante. Or, par l'article 44, on trouvera  $\frac{1000 \times 50}{2,1 (200 - 50)} = 160$ . C'est le nombre de pieds carrés de surface de tuyaux à vapeur nécessaires pour entretenir cette chaleur. Mais la

portion d'air destinée à entretenir la ventilation devrait être élevée avant d'entrer à  $40^{\circ}$  ( $3^{\circ},5$  R.). Or, dans ce cas  $38 \times 6 = 228$  pieds cubes d'air seraient portés à cette température dans une chambre à air telle que celle qui va être décrite à l'art. 144, et il faudrait, pour produire cet effet,

$\frac{228 \times 40}{2,1(200 - 40)} = 27$  pieds carrés de surface de

tuyaux. La quantité de tuyaux nécessaire pour l'intérieur de la salle serait réduite alors à..

$160 - 27 = 133$  pieds carrés. Je pense que la meilleure manière d'arranger cette quantité de tuyaux serait de conduire un tuyau d'un petit diamètre dans toute la longueur des murs des deux côtés de la salle, à 3 pouces environ des murs et à 5 ou 6 pouces du parquet. Cette disposition s'opposerait à ce que les lits pussent être placés contre les murs; mais elle serait avantageuse en ce qu'elle permettrait à l'air de circuler autour.

Les tuyaux destinés au service d'un hôpital doivent être arrangés de manière que la vapeur s'élève directement de la chaudière par un petit tuyau jusqu'à la partie la plus haute, et qu'elle descende ensuite par d'autres tuyaux en pente douce pour aboutir à un dernier petit tuyau

qui reporte l'eau condensée à la chaudière (1).

Les passages doivent être tenus à la même température à peu près que les salles, et la meilleure manière d'y renouveler l'air paraît être d'y en introduire qui soit assez chaud pour aider à chasser la partie la plus froide par les cabinets d'aïssance, ainsi qu'on le trouve décrit à l'article 79. En suivant tout autre mode de ventilation on s'expose à contrafier, dans toutes les circonstances, la ventilation bien plus importante des salles et des cabinets; car la colonne d'air raréfié des escaliers se trouvant plus élevée que l'air raréfié des salles, s'opposerait à leur ventilation; elle en attirerait la vapeur, l'air impur, etc., et dans leur lente ascension dans ces espaces, ils se refroidiraient en tombant à la température de l'atmosphère, et deviendraient de la même densité, remplissant ainsi l'espace où ils séjourneraient d'une lourde masse d'impuretés, comme cela n'arrive que trop souvent à présent.

Pour tirer le meilleur parti du système que je propose, il faut que les portes des salles soient aussi basses que cela est possible; il faut aussi

---

(1) Les proportions de ces tuyaux se calculeront par les art. 127 et 130.

qu'on ne fasse rien dans les passages ouverts qui puisse altérer l'air. Tout ce qu'on a besoin de faire peut être fait aussi commodément dans des endroits séparés des passages, ayant des portes basses et étroites, et au-dessus desquelles on établit un petit ventilateur.

Les dimensions des ventilateurs des salles doivent être calculées sur la ventilation nécessaire en été. Nous supposerons que l'élévation depuis le parquet de la salle jusqu'au sommet du tuyau à air est de 25 pieds. On a vu dans une note de l'art. 138, qu'un individu exige  $2\frac{1}{2}$  pieds cubes de nouvel air par minute pour empêcher la température de s'élever de 70 à 75 degrés (17° à 19° R.). Mais dans ce cas-ci nous n'avons à prévenir qu'un changement de 3° (1°,3 R.), quand l'air extérieur est à 71° à l'ombre, ce qui demande que 4 pieds cubes d'air par individu soient évacués par minute. Or, l'article 64, note, nous donne...

$$\frac{38 \times 4}{23,6 \sqrt{25}} = 1,3 \text{ pieds carrés pour l'aire des ventilateurs de la salle. Cette surface doit se diviser entre plusieurs ventilateurs placés dans différentes parties du plafond de la salle. (V. art. 75 et 79.)}$$

#### *Maisons de température égale.*

144. Les exemples si nombreux et si affligeans,

dans notre climat, de *consomptions* et de diverses autres maladies de poitrine, ont dirigé les recherches des gens de l'art sur les moyens de procurer à leurs malades les avantages qu'on prétend résulter pour eux de leur transport dans des pays plus chauds. Quand il ne résulterait pas d'autre bien d'une tentative de cette espèce, elle produirait du moins celui d'empêcher beaucoup de malades d'être arrachés des bras de leurs amis, pour aller périr sur une terre étrangère, vers laquelle il est rare qu'aucun se dirige tant qu'il lui reste une ombre d'espérance. Si l'on pouvait former un établissement qui offrit les avantages d'un climat plus doux à ceux qui n'en sont encore qu'aux premières périodes de ces maladies, et qui leur évitât en même temps les dépenses et les inconvéniens d'un voyage en pays étranger, cela serait sans doute bien préférable au système actuel. Mais ce qui vaudrait encore mieux qu'un établissement public, ce serait de trouver des moyens faciles pour rendre une maison d'habitation ordinaire propre à remplir toutes les conditions essentielles qu'exige un endroit de cette espèce (1); car la

---

(1) La première idée d'un établissement de ce genre est due au docteur George Pearson, qui la développa dans



réunion et le mélange d'un grand nombre de personnes attaquées de la même maladie, ne peuvent le plus souvent qu'être extrêmement fâcheux ; et la dépense qu'il faudrait faire pour ménager à chaque malade un appartement séparé, serait trop considérable pour que ce moyen fût praticable.

Le premier soin doit être de fermer la chambre le plus hermétiquement possible, ce qui peut se faire en collant de la toile ou du papier sur toutes les ouvertures ; et de plus, afin d'empêcher que l'air froid n'y puisse entrer subitement, il faut avoir une double porte soit en dedans, soit en dehors de la chambre, suivant que cela peut être plus commode. Cette seconde porte doit être aussi petite qu'on peut la faire pour bien remplir le but qu'on se propose. Enfin, la cheminée doit être bouchée par le haut, et les fenêtres garnies de châssis qui en fassent de doubles fe-

---

un écrit anonyme inséré dans le 31<sup>e</sup> vol. du Magasin philosophique, et dont il s'est depuis reconnu l'auteur. Il a insisté sur son utilité dans le 34<sup>e</sup> vol. du même recueil. La proposition du docteur Pearson provoqua un écrit très intéressant sur ce sujet, et c'est là que j'ai pris l'idée du moyen que j'ai adopté. (Magasin philosophique, v. XXXV, p. 62.)

Le second objet qu'on doit se proposer est d'introduire autant d'air chauffé qu'en exigent la ventilation de la chambre et le remplacement de celui qui doit s'échapper au plafond. L'air chaud qu'on fait entrer doit être à 5 ou 6 degrés ( 2 ou 3° R. ) au-dessous de la température à laquelle la chambre est tenue; le reste du chauffage s'effectue dans la chambre même. Nous supposerons que la quantité d'air à chauffer par la ventilation est de 12 pieds cubes par minute pour une seule chambre, et que la température à laquelle la chambre est tenue est de 62° ( 13°,3 R. ). L'air pour la ventilation devra donc être élevé à 56° ( env. 11° R. ) de chaleur avant d'être introduit (1). Cela peut se faire aisément au moyen d'une chaudière pendue à la crémaillère d'une cheminée de cuisine, ou d'un fourneau portatif de l'espèce de ceux qu'on emploie pour les bains de vapeur, et de tuyaux à vapeur en tôle placés de manière que l'eau de condensation puisse rentrer dans la chaudière. L'air qu'il faut

---

(1) Peut-être faudrait-il que la température fût encore plus élevée, l'objet que se proposent les médecins paraissant être de procurer aux malades un air pur, mais raréfié.

chauffer doit être pris à l'extérieur à un point comme A ( voy. la fig. 7, pl. B), et conduit en B où il traverse le mur pour se rendre entre les tuyaux à vapeur C. C. Il est exposé à leur action dans une boîte de fer blanc; et, quand il est chaud, il s'élève et entre dans la chambre par le tuyau E. Pour prévenir la perte de chaleur, le tout peut être enfermé dans une caisse de bois F.

Un tuyau de même dimension que le tuyau AE, sera nécessaire pour évacuer l'air au plafond; et la grosseur de ces deux tuyaux doit être calculée de manière à ce que la ventilation puisse s'exécuter entièrement quand la différence entre la température de l'air extérieur et celle de la chambre n'est pas de plus de 10° ( 4 à 5° R. ). Prenant donc la distance verticale entre la chambre à air D, et l'ouverture par où l'air s'échappe, que nous supposerons de 16 pieds, nous trouverons par l'art. 64,  $\frac{12}{43 \sqrt{16}} = \frac{3}{43}$  pour l'aire en pieds du tuyau; mais  $\frac{144 \times 3}{43} = 10$  pouces carrés, c'est-à-dire environ 3  $\frac{1}{2}$  pouces de diamètre. Les tuyaux doivent être l'un et l'autre garnis d'un registre pour les régler.

La quantité de tuyaux à vapeur nécessaire pour porter à 56° la chaleur dans la chambre à air,

quand l'air extérieur est à 30°, est égale à..

$\frac{12 \times 26}{2,1 (200 - 43)}$  ou à un pied carré de surface si ce tuyau est en fonte; mais il en faudrait près de deux pieds s'il était en tôle, pour donner le même degré de chaleur (Voy. art. 42, note). La surface des tuyaux C. C. doit donc être de deux pieds; ou bien ils peuvent avoir un pied de long sur 4 pouces de diamètre: la vapeur se rend par un petit tuyau de la chaudière dans le tuyau supérieur, d'où elle passe dans un autre au-dessous; et l'eau de condensation rentre ensuite dans la chaudière par un petit tuyau.

Il faut environ 4 pieds de surface de tuyau de fonte, ou 8 pieds de tuyau ou autre vaisseau de tôle, pour fournir la chaleur nécessaire à une chambre qu'on veut tenir à 62° (130,3 R.). En conséquence, quand on sera décidé sur l'espèce de vaisseau qui doit offrir cette quantité de surface, on le fixera près du parquet de manière à ce que la vapeur puisse y être conduite de la chaudière par un petit tuyau en fer battu. La vapeur condensée peut rentrer par le même tuyau. Ce tuyau sera garni d'un robinet, afin que toute personne qui se trouvera dans la chambre puisse régler la quantité de vapeur: une chaudière qui contiendrait quatre gallons (16 litres) d'eau

autant d'espace pour la vapeur, serait suffisante.

Les proportions précédentes suffisent pour une chambre ; mais , en général , il est nécessaire d'en avoir deux ; et alors , pour obtenir l'effet qu'on se propose , il faut doubler ces proportions : on calculera sur les mêmes bases les proportions convenables pour un nombre quelconque de chambres , en supposant un seul individu pour chacune. Les chambres destinées à être habitées pendant le jour , doivent être spacieuses , parce qu'elles sont plus favorables à l'exercice , et qu'on y éprouve plus de bien-être. Quand une chambre est vaste , il lui faut deux tiers environ de plus de chaleur.

*Prisons , maisons de correction , etc.*

145. Dans les endroits où l'on enferme les criminels ou d'autres individus , l'objet le plus important est d'établir une bonne ventilation ; car , quelque soit la peine qu'on juge à propos d'infliger à ceux qui ont violé les lois de leur pays , on doit toujours les préserver contre les maladies. « Il est inutile , dit Howard , de chauffer en aucune manière les salles où sont tenus ceux qui se portent bien ; mais on doit penser à ceux qui sont malades » (1). Il suffira , pour ce dernier objet , que

---

(1) Lazarets d'Europe , p. 202.

l'infirmerie de la prison soit pourvue des moyens de procurer la chaleur convenable.

Maintenant, si l'on a ménagé la facilité de faire sortir l'air vicié vers le plafond, et d'en introduire de frais par le parquet, il sera impossible que la ventilation ne soit pas bonne, si elle se trouve réglée de manière que les vents ne puissent pas l'interrompre. (*Voy.* art. 142, vers la fin.) D'un autre côté, lorsqu'on cherche à établir la ventilation au moyen d'ouvertures qui se correspondent dans les côtés des murs, ce n'est que lorsqu'il fait du vent que la ventilation peut avoir lieu; et même alors elle ne peut se faire avec avantage, ce dont on peut se convaincre par les principes établis au chapitre IV. Il faudrait pouvoir régler la ventilation suivant les saisons. Mais, après les exemples que nous avons déjà donnés de l'exécution des procédés qui s'y rapportent, il est inutile d'entrer dans aucun détail sur un sujet qui dépend autant de la nature de l'endroit où l'on doit opérer.

## ADDITION AU CHAPITRE VIII.

*Lettre du docteur Georges Pearson à l'auteur,  
sur les Maisons de température égale.*

MONSIEUR,

J'ai lu avec beaucoup de plaisir votre plan pour produire en même temps une température chaude et égale et une bonne ventilation, non-seulement dans les grands bâtimens destinés à l'usage du public, mais aussi dans les habitations ordinaires. La négligence que met le public à se prévaloir de ces moyens, dans des pays éclairés par la science, ne serait pas croyable, si l'histoire des temps anciens et notre propre expérience, dans ceux où nous vivons, ne nous avait pas fait connaître une négligence semblable pour beaucoup d'autres découvertes précieuses. Un seul exemple suffira pour justifier cette remarque; c'est celui de la négligence qu'on a apportée à faire servir la vapeur comme agent, quoique le marquis de

Worcester l'aît indiquée parmi cent autres inventions, dans son petit ouvrage intitulé : « *The century of inventions*, » publié il y a plus d'un siècle et demi. Pendant près de cent ans, ce moyen puissant a été uniquement employé dans les travaux des mines ; et, quoiqu'on le vantât beaucoup, ce n'est que depuis trente ou quarante ans qu'on l'a appliqué à d'autres usages, particulièrement à la navigation, où ses effets ont été si merveilleux. C'est précisément ce qui arrive à toutes les méthodes inventées pour chauffer les maisons. Les principes en sont bien connus de beaucoup de personnes ; ils ont été complètement développés, mais n'ont été mis qu'en partie en pratique pendant les vingt ou trente dernières années. Il est impossible de calculer combien cette négligence a fait perdre de commodité, que dis-je ? à combien de personnes elle a coûté la vie. Mais, pour me servir des expressions d'un de mes amis, « *John Bull est un animal qui ne marche pas vite.* » Jen'ai pas manqué d'essayer, dans les leçons publiques que je donne depuis plus de trente ans, de diriger l'attention générale sur l'utilité des maisons chaudes et de température égale. J'ai recommandé ces établissemens dans plusieurs ouvrages périodiques, et j'ai même fait exécuter, pour mon usage particulier, des travaux, grossiers à la vérité, mais



qui étaient destinés à remplir cet objet. Au nombre des avis que j'ai donnés au public sur ce sujet, se trouvent ceux que vous citez dans votre ouvrage; je veux dire, les notices insérées dans le Magasin philosophique de Tilloch, vol. XXXI, 1808, vol. XXXIV, 1809, et vol. XXXV, 1810. Vraisemblablement vos plans pour les maisons particulières amèneront quelque amélioration dans les nouvelles constructions; mais un grand établissement créé dans l'intérêt du public souffrant, et des malades en général, qui consisterait en un édifice assez vaste pour contenir des appartemens et des chambres de différentes dimensions, où l'on entretiendrait une température chaude et égale, suffirait en ce moment pour la satisfaction des amis de l'humanité, et serait probablement très avantageux pour ceux qui en feraient la dépense. Des places disposées pour la promenade, pour des orangeries, pour des bains, pour l'amusement, devraient être jointes à un établissement de cette nature. Combien de milliers de personnes de tout rang vivent en ce moment dans ces royaumes, malades et sans pouvoir espérer de guérison, sans même pouvoir être soulagées autrement qu'en respirant un air pur, mais échauffé jusqu'à un certain degré? Cet état de l'atmosphère ne se rencontre nulle part, excepté peut-être pendant

un temps limité dans des climats particuliers. Les pays les plus tempérés n'offrent la température convenable à ces malades que pendant une partie de l'année. Les régions des tropiques, à raison de leur extrême chaleur et des causes de maladies qui y existent, sont à peine préférables, à l'exception de quelques cas fort rares, à beaucoup de parties de notre île. Un établissement tel que celui que j'ai en vue exigerait un capital très considérable. Mais pourrait-on employer de l'argent d'une manière plus véritablement utile à l'humanité? Les fonds considérables employés maintenant à des entreprises dont l'objet est sans doute l'amélioration de la condition de la vie humaine, n'intéressent cependant pas les hommes d'aussi près que la conservation immédiate de la vie, ou la palliation de la maladie, dans tous les cas où la poitrine et les poumons sont attaqués; cependant l'espérance du gain engage les spéculateurs à y risquer leur argent. En appréciant comme ils doivent l'être les avantages d'une semblable entreprise pour les sujets de la Grande-Bretagne, il ne paraît pas douteux que dans ce moment, où les capitaux sont si abondans, celui qui la ferait ne fût bien payé de ses avances par l'intérêt qu'il tirerait de ses fonds. Au moins une entreprise de cette nature offre-t-elle plus de chances de succès

que beaucoup d'autres, plus peut-être qu'aucune de celles déjà formées ou qui ne sont encore qu'en projet.

Je suis, monsieur, etc.,

Georges PEARSON.

Georges Street, Hanover Square, 18 octobre 1824.

## CHAPITRE IX.

*Des serres chaudes et des diverses autres constructions destinées à la culture et à la conservation des plantes.*

« L'art impatient s'arme contre  
» l'absence du soleil, et commande  
» à l'hiver de produire les fruits du  
» printemps.

YOUNG.

146. Les plantes qui, dans ce pays, exigent une chaleur artificielle, sont en général rangées en deux classes dans les catalogues, savoir : en plantes d'orangerie et en plantes de serre chaude. Ces plantes, produit de climats différens du nôtre, ne peuvent être conservées dans ce dernier qu'au moyen d'une chaleur factice. On est obligé de leur créer un climat approprié à leur manière d'exister ; mais, pour qu'elles puissent parvenir autant que possible à leur perfection naturelle, ce qu'il y a de mieux à faire est de faire correspondre les épo-

ques de plus grande chaleur et de plus grand froid avec celles de notre climat.

Dans la construction des bâtimens destinés à ces sortes de plantes, le moins que l'on puisse faire est de s'attacher à ce qu'elles puissent y être rangées avec propreté, et convenablement exposées à la vue; mais on va souvent plus loin, et l'on orne avec le plus grand luxe ces bâtimens. A mon avis, les beautés de l'architecture ne paraissent jamais avec plus d'avantage que lorsqu'elles sont associées aux beautés de la nature.

On emploie aussi la chaleur artificielle pour hâter l'époque de la fructification des plantes, et pour produire les fruits de climats plus chauds. On doit, pour atteindre ce but, chercher à économiser la chaleur, et n'avoir d'autres constructions que celles qui permettent le mieux de soigner les plantes, et qui sont les plus propres à produire le résultat demandé, avec la moindre dépense possible.

147. On ne saurait entrer ici dans le détail de tout ce qui a rapport à la conduite des plantes; mais quelques recherches à cet égard ne peuvent qu'être utiles, parce qu'on n'aurait autrement qu'une connaissance imparfaite de la quantité de chaleur nécessaire aux différentes espèces de serres. Ces recherches doivent évidemment se borner à ce qui concerne la température; un jardinier au-

rait à examiner d'autres objets, et qui ne sont pas d'une moindre importance (1).

La température qui, dans l'état de nature, se trouve être la plus favorable, doit très vraisemblablement être celle qui convient le mieux à la chaleur artificielle; la méthode ordinaire d'entretenir une température à peu près uniforme, n'est pas la bonne méthode de traiter les plantes; un temps de repos est aussi nécessaire chaque jour à une plante qu'à un animal; elle ne peut, sans en souffrir, être exposée constamment à la même force excitante de chaleur, comme le prouve l'état de faiblesse et de maladie dans lequel se trouvent les plantes de serres chaudes où l'on essaie d'entretenir une chaleur toujours égale (2).

(1) Il serait bien à désirer qu'on fit plus d'attention à l'état hygrométrique de l'air dans les serres chaudes; mais l'usage général de l'hygromètre ne pourra s'établir tant qu'on n'aura pas trouvé le moyen d'en construire un qui soit à la fois simple, commode et à bon marché.

(2) M. Bose dit (art. Serre, Encyc. méth.): « La température de la serre varie à peine, et les plantes croissent sans interruption. » Or, en soutenant les plantes à une température telle qu'elles puissent croître continuellement, on ne peut manquer de les rendre faibles, malades, étiolées.

Les auteurs qui ont écrit sur la physiologie végétale (1), ont fait voir que les feuilles des plantes ne remplissent pas dans l'obscurité les mêmes fonctions qu'à la lumière, et qu'une élévation de température a un effet sensible sur leurs organes de respiration. Quand on laisse refroidir l'air pendant la nuit, il dépose généralement une certaine quantité de vapeur sur les plantes; quand on conserve sa chaleur, il tend à épuiser leur humidité. Et comme les feuilles des plantes absorbent de l'oxygène et de l'humidité pendant la nuit, et qu'elles perdent une portion de cet oxygène pendant le jour, et lorsqu'elles sont exposées à la lumière du soleil, on peut en conclure que les deux causes qui agissent sur l'opération des fonctions qui ont lieu pendant le jour, savoir, la lumière et la chaleur, doivent avoir moins de force pendant la nuit. Un coup d'œil sur les moyens mé-

---

(1) *V.* le Système de Chimie du docteur Thomson, vol. IV, p. 352-359. La Chimie du docteur Murray, v. IV, p. 40. Saussure, Quarterly journal of science, vol. XIII, p. 153. Journal philosophique du docteur Gilby, vol. IV, p. 100. M. Knight, dans les Transactions de la Société d'Horticulture, vol. II, p. 130 et 224; vol. III, p. 459, et supp. à l'Encycl. britann. de Nappier, art. Physiologie végétale, p. 728, 787.

nagés par la sagesse du Créateur, confirmera cette opinion. Nulle part, dans les limites où existe la végétation, la chaleur n'a la même force pendant la nuit que pendant le jour : en aucun lieu du monde, on ne voit une parfaite régularité de saison : n'est-il donc pas vraisemblable que nous réussirons mieux dans l'éducation des plantes, si, prenant leçon de la nature, nous imitons les changemens de température qu'éprouvent les végétaux dans l'état naturel ? Les expériences de M. Knight (1) ont donné au public la première idée de ces recherches intéressantes ; il paraît cependant que MM. Loddiges s'en étaient aussi occupés, et les avaient prises pour guides de leur pratique.

148. Il est plusieurs autres circonstances, indépendamment de la position géographique, qui occasionnent des variations de température dans différentes situations ; les plus importantes sont : la hauteur au-dessus du niveau de la mer, l'état de la surface du pays, la distance des bords de la mer, la nature du sol, la présence ou l'absence des montagnes, les vents dominans. Il faut aussi

---

(1) Transactions de la Société d'Horticulture, vol. III, p. 459.



remarquer que le climat des îles diffère de celui des continents. Les recherches les plus étendues qui aient été publiées sur la distribution de la chaleur à la surface du globe, sont celles du baron de Humboldt (1); elles offrent les meilleures données connues sur la chaleur moyenne des climats; mais ce n'est pas là l'objet de notre examen.

Quoique chaque plante ait en général un climat déterminé où elle réussit le mieux, cependant une seule serre peut suffire pour conserver une grande variété d'espèces; mais lorsqu'on désire qu'elles parviennent à leur point de perfection, il est nécessaire d'en avoir au moins deux, savoir: une pour les plantes qui exigent une chaleur humide, et une pour celles à qui il faut une chaleur sèche; et, pour des collections plus complètes, il est nécessaire d'en avoir davantage. La chaleur de deux de ces serres répondra à celle des climats intertropicaux; et la chaleur des autres ou de l'autre, s'il n'y en a qu'une, répondra à celle des parties des zones tempérées qui touchent aux tropiques.

Pour une serre destinée aux plantes de la zone torride, il est bon de connaître la chaleur moyenne

---

(1) Journal philosophique d'Édimbourg, vol. IV.

à l'heure de midi, pendant le mois le plus froid, et la chaleur moyenne de la nuit pour la même époque, de quelque lieu situé entre les tropiques, et où l'on sait que les plantes de ces climats végètent le mieux. Il est, de plus, utile de connaître la chaleur moyenne tant à l'heure de midi qu'à celle de minuit, dans le même lieu et pendant le mois le plus chaud de l'année, pour être en état de régler la température de l'été. La température moyenne de l'année n'est pas très utile dans cette recherche, dont l'objet est de nous assurer des changemens de chaleur qui ont une plus heureuse influence sur le bien-être des plantes, et du degré le plus bas de froid auquel on peut les exposer sans danger; convaincus que nous sommes que l'auteur de la vie leur aurait ménagé une chaleur uniforme, si elle leur était nécessaire ou même utile.

149. La différence dans la température d'un jour entier, et les variations des saisons, paraissent beaucoup plus importantes pour la végétation que la température moyenne. Ces deux choses peuvent présenter de grandes différences, quoique la température moyenne reste la même; mais elles ont été moins observées et moins étudiées que l'effet qu'elles ont sur les plantes pourrait le faire croire.

Entre les tropiques, à  $10\frac{1}{2}$  degrés de latitude septentrionale (1), la chaleur moyenne du mois le plus chaud est de  $84^{\circ}$  ( $23^{\circ}$  R.); la chaleur moyenne du mois le plus froid est de  $80^{\circ}$  ( $21^{\circ}$  R.); la plus grande chaleur est d'environ  $110^{\circ}$  ( $35^{\circ}$  R.); le plus grand froid d'environ  $66^{\circ}$  ( $15^{\circ}$  R.), et la température moyenne de l'année de  $81^{\circ}\frac{1}{2}$  ( $22^{\circ}$  R.).

Une serre pour les plantes des parties les plus chaudes des zones tempérées, peut se régler sur la température de la latitude de  $42^{\circ}$  où la chaleur moyenne du mois le plus chaud est de  $77^{\circ}$  ( $20^{\circ}$  R.), la chaleur moyenne du mois le plus froid est de  $42^{\circ}$  ( $4^{\circ},4$  R.); la plus grande chaleur  $99^{\circ},5$  ( $30^{\circ}$  R.); le plus grand froid  $36^{\circ},5$  ( $2^{\circ}$  R.), et la tempéra-

---

(1) Il parait, d'après les Observations de Caldeleugh, qu'à Rio-Janeiro (latit. mérid.  $22^{\circ}54'$ ), le point de la rosée n'a jamais été à moins de  $55^{\circ}$  ( $10^{\circ}$  R.) au milieu du jour, pendant le mois d'août 1821, et qu'il s'est souvent trouvé à  $62^{\circ}$  ( $13^{\circ}33$  R.) indiquant plus de six grains d'eau par pied cube d'air; le thermomètre observé à midi variait de  $69^{\circ}$  à  $79^{\circ}$  ( $16^{\circ}4$  à  $21^{\circ}$  R.), pendant le même mois. C'est l'époque de la saison pluvieuse dans ce pays, dont la température moyenne annuelle est de  $73^{\circ}$  ( $18^{\circ}$  R.). Quarterly journal of science, vol. XIV, p. 42, ou Essais météorologiques de Daniell, p. 338. V. aussi dans le même ouvrage les observations du capitaine Edouard Sabine, dans d'autres endroits sous la Zone-Torride.

ture moyenne de l'année  $60^{\circ}$  ( $12^{\circ}$  R.); la température moyenne pendant neuf mois de l'année  $51^{\circ}$  ( $8^{\circ}5$  R.) (1).

Dans le voisinage de Londres et pendant les six semaines les plus chaudes, la chaleur moyenne est de  $63^{\circ}$  ( $13^{\circ}$  R.); la chaleur moyenne à midi, de  $71^{\circ}$  ( $17^{\circ}$  R.); à minuit, de  $54\frac{1}{2}$  ( $10^{\circ}$  R.); la différence moyenne des 24 heures  $16^{\circ}\frac{1}{2}$  ( $7^{\circ},3$  R.). Pendant les semaines les plus froides, la chaleur moyenne est de  $35^{\circ}\frac{1}{4}$  ( $1^{\circ}44$  R.); la chaleur

(1) Les observations faites par M. Colebrook au cap de Bonne-Espérance (lat.  $33^{\circ} 53$  S.), et les conséquences qu'il a tirées de journaux tenus dans cette colonie, présentent sur le climat de l'Afrique méridionale des idées qui intéressent ceux qui cultivent les plantes de ces contrées. La moyenne température annuelle y est de  $67^{\circ}$  et demi ( $16^{\circ}$  R.). La plus grande chaleur de  $96^{\circ}$  ( $28^{\circ} 66$  R.); le plus grand froid de  $45^{\circ}$  ( $5^{\circ} 77$  R.). La température moyenne du mois le plus froid  $57^{\circ}$  ( $11^{\circ}$  R.); celle du mois le plus chaud  $79^{\circ}$  ( $21^{\circ}$  R.); la moindre chaleur en été  $63^{\circ}$  ( $13^{\circ} 77$  R.). Le thermomètre se trouvait placé dans un grand appartement. (Quarterly journal of science, volume XIV, p. 241.) D'autres observations faites à Graaf-Reynet (lat.  $32^{\circ} 11'$  S.) donnent : température moyenne annuelle,  $62^{\circ}$  ( $13^{\circ} 35$  R.); plus grand chaud,  $100^{\circ}$  ( $30^{\circ}$  R.); plus grand froid,  $34^{\circ}$  ( $1^{\circ}$  R.); différence moyenne en 24 heures,  $22^{\circ}$  ( $9^{\circ} 77$  R.). (Journal philos. d'Édimbourg, vol. V, p. 281.)

moyenne à midi de  $38 \frac{1}{4}$  ( $3^{\circ}$  R.); à minuit, de  $32 \frac{1}{4}$  (au-dessus de O. R.); la différence moyenne des 24 heures de  $6^{\circ}$  ( $2,66$  R.). La chaleur moyenne de l'année est de  $48^{\circ} \frac{1}{4}$  ( $7^{\circ} 2$  R.); la plus grande chaleur à l'ombre est de  $89^{\circ}$  ( $25,3$  R.); la plus grande chaleur au soleil, de  $144^{\circ}$  ( $49^{\circ},77$  R.); le plus grand froid est de  $11^{\circ}$  ( $9^{\circ}$  au-dessous de O. R.), le point moyen de la rosée  $44^{\circ} \frac{1}{2}$  ( $5^{\circ},55$  R.) (1). La température moyenne, pendant près de six mois de l'année, est au-dessus de  $51^{\circ}$  ( $8^{\circ},44$  R.) (2).

Mais c'est pendant l'hiver que l'on a besoin d'une chaleur plus considérable : si donc on a

(1) Ces résultats sont tirés des observations de M. Daniell, qu'il a continuées pendant deux ans, à dater du mois de septembre 1819. Les traits caractéristiques de ces deux années ont été, pour la première, un hiver froid et un été chaud; et pour la seconde, un hiver très doux et un été tardif et froid. (Quarterly journal of science, vol. XII, p. 114.)

Je crois devoir renvoyer, pour de plus amples détails sur le climat de Londres, aux Essais météorologiques du même auteur, p. 262 et 391. Des observations comparées et continuées pendant vingt-cinq ans, par M. Dalton, donnent  $48^{\circ}$  ( $7^{\circ}$  R.), pour la température moyenne de l'année à Manchester; celle du mois de janvier varie de  $25$  à  $44^{\circ}$ , et celle du mois de juillet de  $55$  à  $62^{\circ}$  F. (Ann. de Phys., vol. XV, p. 252.)

(2) Journal philos. d'Edimbourg, vol. IV, p. 38.

des tuyaux arrangés pour fournir le degré de chaleur nécessaire dans cette saison, on obtiendra celle qu'on voudra avoir en tout autre temps, en modérant convenablement le feu. Or, en hiver, on peut calculer que le thermomètre se tiendra quelquefois, pendant une très grande partie du jour, aussi bas que le point de O. ( $14^{\circ}$  22 R.). On aura donc un supplément de chaleur assez considérable, si on s'est mis en état de s'en procurer assez pour le cas où le thermomètre extérieur serait aussi bas; car il est rare que le froid soit aussi grand pendant plusieurs heures de suite.

*De la chaleur des serres pour les plantes de la zone torride.*

150. Il n'est pas aussi facile d'entretenir la chaleur dans une serre humide que dans une sèche; la différence est presque en proportion de l'humidité de l'air dans la serre. Nous n'établirons qu'un seul calcul pour les deux cas; mais il faudra ajouter une certaine quantité de chaleur pour celui où une chaleur humide est nécessaire (1).

---

(1) M. Wakefield de Northwich paraît avoir employé le premier la vapeur (en avril 1788) pour chauffer les serres; mais il s'en est servi d'une manière très différente de celle qui est aujourd'hui en usage. La vapeur était

On construit les serres de différentes formes et de différentes manières; et la quantité de chaleur dépend tellement de leur construction, qu'il peut être utile de placer ici quelques remarques à ce sujet. Il y a beaucoup d'économie, lorsque le sol peut être bien égoutté, à creuser le fond de la serre de deux ou trois pieds plus bas que le niveau du

---

élevée au moyen de vases de cuivre fort bas, et placés sur les conduits. La plus grande partie des conduits se trouvait sous une voûte arrondie, plus bas que le lit de tan; la voûte ayant des ouvertures pour laisser arriver la vapeur dans la couche de tan. La vapeur que l'on voulait faire entrer dans la serre y était conduite par des espèces de poêles plates, placées sur les conduits en avant de la fosse. En 1792, une serre fut construite sur ce plan à Knowsley, chez lord Derby; M. Wakefield est entré dans de grands détails sur ce moyen de chauffer par la vapeur, dans les Transactions de la Société des Arts, vol. XVIII, p. 353-398, et dans le Répertoire des Arts, vol. XIV, p. 235, premières séries. Les fosses à vapeur du comte Zubow produisent un effet semblable; on place sous une couche un réservoir d'eau échauffée au moyen de tuyaux à vapeur; cette eau conserve la chaleur, et envoie de la vapeur dans la couche. (Trans. de la Société d'Hortic., vol. III, p. 430, et vol. IV, p. 468.) Si l'on a l'attention d'isoler convenablement le réservoir, c'est une très bonne méthode, et l'une des meilleures qu'on puisse employer pour remplacer le fumier chaud.

terrain, et de construire ses murs creux ou doubles (1). (Voy. figure 13.) Cela étant fait, et la hauteur convenable à l'espèce de plantes qu'on se propose de cultiver étant déterminée, on établit le toit vitré qui doit former avec le niveau du terrain un angle de  $34^{\circ}$ , et dont la longueur totale dans le sens de l'inclinaison doit répondre à une partie du mur perpendiculaire opposé qui n'ait que les deux tiers de cette longueur. L'autre partie de la hauteur sur le devant, s'il en reste, doit être verticale et garnie d'un vitrage.

---

(1) L'avantage des murs doubles ou creux est très considérable, et l'on a voulu faire croire que c'était une invention nouvelle. Alberti, architecte italien, qui florissait au seizième siècle, a décrit ces murs, et il raisonne avec une grande justesse sur leur effet pour retenir la chaleur (liv. X, ch. 13). Vitruve recommande fortement aussi les murs creux; mais c'est pour un objet différent, celui de se préserver de l'humidité. M. Bose conseille les murs creux pour les serres, et il pense qu'ils seraient plus avantageux si l'on remplissait la cavité avec de la poussière de charbon, ou tout autre faible conducteur de chaleur. (Serres chaudes, *Agricul.*, *Encycl. méth.*) Enfin, le docteur Parry les a proposées comme un des moyens d'éviter la pourriture sèche dans les maisons (*Rep. des Arts*, vol. XIII, p. 99), tant il est vrai que « les connaissances les plus importantes restent cachées dans les livres. »



A l'endroit où se réunissent le vitrage vertical et celui qui est en pente ( planche IV, figure 13 ), la lumière doit éprouver le moins d'obstacle possible; et comme les châssis doivent avoir de l'épaisseur pour être assez forts, et qu'ils interceptent les rayons du soleil, toutes les fois que ces rayons ne sont pas parallèles aux côtés des châssis, je pense qu'on doit préférer ceux en fer, auxquels on peut ne donner que la moitié de leur épaisseur. Un peu plus de largeur n'a pas autant d'inconvénient, parce qu'elle ne s'oppose à l'entrée que dans le milieu du jour, temps où le soleil a souvent assez de force pour rendre nécessaire un ombrage partiel, afin d'empêcher les plantes de se flétrir. L'influence du soleil est d'autant plus grande que l'espace où elle s'exerce est plus renfermé.

Cette sorte de construction a cet avantage que la serre peut être basse, et en même temps peu exposée à perdre sa chaleur. Le vitrage vertical est très favorable pour admettre les rayons du soleil, lorsqu'il n'est pas beaucoup au-dessus de l'horizon (1),

---

(1) M. Bosc a remarqué avec beaucoup de raison « que c'est le matin que l'influence de la lumière a le plus d'effet sur les plantes. » Et il préfère en conséquence l'exposition

tandis que le vitrage incliné à  $34^{\circ}$  reçoit ses rayons presque perpendiculairement à midi, au commencement du mois de mai (2). Toute la partie ver-

du sud-est pour les serres, afin qu'elles puissent recevoir plus tôt la chaleur du jour, et qu'elles soient moins exposées aux vents de la partie de l'ouest. (Serres chaudes, Agriculture, Encycl. méth.) Et Miller paraît avoir très bien senti que la combinaison d'un vitrage vertical et d'un vitrage incliné vaut mieux que l'un ou l'autre de ces vitrages tout seul. (Dict. des Jardiniers, art. Serre.)

(2) La manière de déterminer l'inclinaison d'un vitrage qui doit recevoir perpendiculairement à midi les rayons du soleil dans un lieu donné, et pour une époque donnée de l'année, peut être utile à quelques-uns de mes lecteurs. Prenez dans un almanach la déclinaison du soleil pour le temps donné; retranchez-la de la latitude du lieu, si la déclinaison est septentrionale; ajoutez-la à cette latitude, si elle est méridionale; la différence dans le premier cas, et la somme dans le second, donneront l'angle que le vitrage doit faire avec l'horizon. Par exemple, la latitude de Londres est de  $51^{\circ} 31'$  et le 6 de mai 1824, la déclinaison du soleil est de  $16^{\circ} 36'$  nord.

$$\begin{array}{r} 51^{\circ} 31' \\ \text{moins} \quad 16 \quad 36 \\ \hline \end{array}$$

donnent  $34^{\circ} 55'$  pour l'inclinaison du vitrage.

La raison de cette règle est facile à comprendre. Soit C le centre de la terre (V. fig. 8, pl. B.), B un point de sa surface où l'on veut placer une serre, Bz le mur sur

ticale du vitrage doit être à carreaux bien joints, afin de diminuer la quantité d'air en hiver, celle qui pénètre entre les vitres du toit incliné (1) étant alors très suffisante pour les plantes. Afin de prévenir tout accès trop subit de l'air froid, il est bon qu'un porche soit en avant de la porte de la serre, ou qu'on y entre par une autre chambre.

Quand la ventilation est nécessaire, des ouvertures dans la partie la plus haute de la serre sont ce qu'il y a de mieux pour évacuer l'air échauffé;

---

lequel doit porter le vitrage, So la direction des rayons solaires à midi pour le lieu B, EC l'équateur, ES la déclinaison du soleil. Cela posé, pour que les rayons du soleil puissent tomber perpendiculairement sur la ligne vitrée SB, l'inclinaison du vitrage doit être perpendiculaire à SC, et dans ce cas l'angle SCB est égal à l'angle *bad*. Donc  $ECB \pm ECS = bad$  quand *ad* est une ligne perpendiculaire.

(1) On a donné dans ces derniers temps beaucoup d'attention à la manière de vitrer les châssis inclinés, et en conséquence elle a été fort améliorée. M. Atkinson a le premier introduit la méthode des verres coupés circulairement, qui paraît être maintenant encore préférée. Cette méthode a été décrite par M. Gowen. (Transactions de la Société d'Horticulture, vol. VIII, p. 244, et M. Sabine a publié dans le même recueil (vol. IV, p. 84) un examen des différentes manières d'exécuter les vitrages.

celles pour faire entrer l'air frais doivent être placées dans les parties de la serre qui sont à l'ombre, c'est-à-dire, dans le mur du fond ou bien aux bouts, suivant la convenance. L'élévation où se placent ces ouvertures pour l'air frais n'est pas très importante; mais au moyen de ce qu'on tire l'air frais des parties qui sont à l'ombre, on a une bien plus grande facilité pour régler la quantité de chaleur, soit en été, soit quand le soleil a beaucoup de force.

151. Calculer la surface des tuyaux, les dimensions de la chaudière, la quantité du combustible et celle de la ventilation nécessaires pour une serre construite sur ce plan, est le meilleur moyen de montrer comment on doit procéder dans les autres cas. Supposons donc une serre de 30 pieds de long sur 12 pieds de large; que la hauteur du vitrage vertical *ab* (*Voy.* planche IV) soit de 4 pieds; que la hauteur verticale du vitrage incliné soit de 8 pieds; enfin, que la hauteur verticale de la serre soit en tout de 15 pieds, la longueur du châssis du vitrage incliné étant de 14 pieds.

La surface du vitrage de cette serre sera de 720 pieds carrés, savoir: 540 sur le devant et le châssis incliné, et 180 pieds pour les deux bouts. Maintenant, nous avons fait voir (art. 71) que, pour une serre, la moitié de la hauteur verticale en

pieds, multipliée par la longueur en pieds, et ajoutée à  $1 \frac{1}{2}$  fois l'aire du vitrage en pieds, est égale au nombre de pieds cubes d'air qu'on devra chauffer par minute, quand il n'y a pas de portes extérieures; ainsi, on a dans ce cas,....  
 $(7,5 \times 30) + (1 \frac{1}{2} \times 720) = 1305$  pieds cubes.  
 Mais, dans une serre dont les châssis sont en bois, environ un dixième de cet espace sera fermé par la boiserie qui est un si faible conducteur de la chaleur, qu'elle n'en laisse pas perdre une quantité sensible. On peut donc déduire un dixième de 1305 pieds, ou à peu près 130 pieds, ce qui donne 1175 pieds cubes à chauffer par minute.

Il est facile de calculer la surface de tuyau nécessaire pour échauffer cette quantité d'air par minute, au moyen de la règle donnée à l'article 44; supposant donc la température la plus basse pendant la nuit de  $50^{\circ}$  ( $8^{\circ}$  R.), et qu'on y ajoute  $10^{\circ}$  ( $4^{\circ},3$  R.) à cause des vents, cela fait  $60^{\circ}$  ( $12^{\circ},5$  R.), chaleur suffisante pour une serre (1).

---

(1) Suivant M. Bosc, la température d'une serre peut varier de  $66^{\circ}$  à  $77^{\circ}$  (de  $15^{\circ}$  à  $20^{\circ}$  R.), température moyenne, environ  $72^{\circ}$  ( $18^{\circ}$  R.). (Encycl. méthod., Serre chaude.) Miller avait auparavant donné la même différence, et fixé à  $62^{\circ}$  ( $13^{\circ} 33$  R.) la plus basse température

(V. art. 149). Alors on aura  $\frac{60 \times 1175}{2,1(200-60)} = 236$  pi. carrés de surface de tuyau. Et puisque la longueur de la serre est de 30 pieds, cinq tuyaux de cinq pouces de diamètre seront à peu près la quantité nécessaire. (Voy. table IV, art. 219).

Trois de ces tuyaux peuvent être placés sur le devant de la serre, et les deux autres sur le derrière. (Voy. pl. IV.) On est dans l'usage de les placer tous sur le devant; mais on se trouverait bien d'en mettre une partie en arrière; l'air de la serre sera plus régulièrement changé, et les plantes du fond végèteront mieux. Il est bon que les tuyaux soient garnis de soupapes pour faire entrer la vapeur dans la serre, ainsi qu'on peut le voir dans la même planche, fig. 14.

La bache pourrait aussi être recouverte dans le milieu d'un pavé en pierres plates jointes avec du

qu'on pût supposer dans une serre échauffée par le tan. (Dict. des Jardiniers, art. Serre.)

Suivant Humboldt, le caféyer a besoin, pour produire des fruits, d'une température moyenne de 65° (14° 66 R.). L'olivier exige une température moyenne de 61° (13° R.), et que la température du mois le plus froid ne soit pas au-dessous de 42° (4° à 5° R.) (Journal phil. d'Edimb., vol. IV, p. 23.)

ciment romain, et de manière à former une chambre bien close, dans laquelle on ferait entrer la vapeur. Quelques ouvertures dans le pavé seraient nécessaires pour pouvoir fournir un supplément de vapeur à la matière dans laquelle les pots sont placés; autrement la chaleur sèche du fond ferait très probablement du mal aux racines des plantes. Partout où il est facile de se procurer des pierres plates, cette méthode est économique, attendu qu'elle épargne une assez grande quantité de tuyaux; mais elle ne le serait pas ailleurs.

152. On trouvera facilement l'espace pour la vapeur dans la chaudière, en multipliant la longueur du tuyau en pieds par la quantité de vapeur dans un pied de longueur du tuyau; quantité que l'on trouvera dans la table IV (art. 219), à la fin de cet ouvrage. Dans le cas présent, le tuyau a 150 pieds de longueur et 5 pouces de diamètre. Le tuyau contiendra donc dans toute sa longueur  $0,1363 \times 150 = 20,5$  pieds cubes de vapeur: et comme il faut aussi remplir des petits tuyaux de conduite, etc., il est nécessaire que l'espace pour la vapeur dans la chaudière soit d'environ 25 pieds cubes. On a fait voir que 182 pieds de tuyau à vapeur condensent la vapeur d'un pied cube d'eau dans une heure (art. 46); donc  $\frac{236}{182}$

=1,3. Ainsi, il nous faut une chaudière capable d'évaporer un pied et demi cube d'eau par heure, pour compenser la perte de chaleur qui se fait à la chaudière. (*Voy.* chap. V.) Et dans la supposition que le thermomètre se trouvât à un degré aussi bas que  $0^{\circ}$  ( $14^{\circ}$  au-dessous de O. R.), la consommation en charbon serait de  $12\frac{3}{4}$  liv. par heure; car il faut  $8\frac{1}{2}$  liv. de charbon pour convertir un pied cube d'eau en vapeur. (Art. 23). Mais lorsque le froid est moins sévère, il vaut mieux laisser l'eau de condensation se rassembler dans les tuyaux pendant tout le temps que l'on continue l'évaporation, c'est-à-dire, pendant environ huit heures; alors, quand le feu s'éteint pendant la nuit, les tuyaux se trouvant presque remplis d'eau à peu près bouillante, entretiennent la chaleur de la serre jusques au jour (1). (*Voy.* art. 117.)

---

(1) Ceux qui se plaisent à élever des plantes de serre chaude trouveront la méthode ingénieuse employée par M. Georges Loddiges, pour les arroser, aussi utile qu'elle est agréable. Il fait passer un tuyau de plomb d'environ un demi-pouce de diamètre dans toute la longueur de la partie supérieure de la serre, et il le place dans une direction convenable pour produire l'effet qu'il se propose. Ce tuyau est partout percé de trous qui n'ont guère que



153. La quantité de ventilation pour cette serre se trouvera par la règle donnée à l'article 72. Ainsi, la longueur du vitrage incliné étant ici, dans le sens de l'inclinaison, de 14 pieds, la hauteur du vitrage vertical étant de 4 pieds, c'est en tout 18 pieds. L'élévation depuis le sol jusqu'à l'ouverture supérieure par où l'air doit s'échapper, est de 16 pieds. On a donc par la règle  $\frac{30 \times 18}{6 \sqrt{16}} = 22 \frac{1}{2}$  pieds, c'est-à-dire, que les issues pour la ventilation de la serre entière doivent avoir 22  $\frac{1}{2}$  pieds carrés; on les divise de la manière la plus convenable au bout et à la position. Les serres très élevées n'exigent pas autant de surface pour la ventilation, à proportion de leur étendue, que les petites.

154. Un moyen d'avoir de l'air frais dans la serre, et qui réunit l'avantage d'établir un courant

---

le diamètre d'une aiguille fine, et qui sont à deux pouces environ l'un de l'autre, excepté dans la partie la plus éloignée du réservoir qui fournit l'eau, où ils sont plus rapprochés. Le réservoir est placé au-dessus du niveau du tuyau, et aussitôt que l'on ouvre le robinet, l'eau s'échappe par les trous et se répand sur les plantes comme le ferait une pluie fine et agréable. (Transact. de la Société d'Horticulture, vol. III, p. 14.)

suffisant à celui de n'exiger que très peu de soin, consiste à établir des conduits à air L, L. sous le sol (*Voy.* planche IV), avec des ouvertures grillées pour le passage de l'air dans la serre, et un registre dans le genre de ceux que nous avons indiqués sous le nom de régulateurs, qui ferme très exactement quand on n'a pas besoin d'air frais. De cette manière, on n'aura qu'un ou deux registres à ouvrir, au lieu de onze ou douze, et par conséquent il y aura moins de fentes par où l'air pourra s'introduire en hiver; l'air qu'on admettra sera plus frais et plus propre à régler la température; et en plaçant les grillages plus près les uns des autres, à proportion de la distance du registre, on pourra faire entrer l'air uniformément et en même temps dans toute la serre. Dans la section fig. 13, pl. IV, on suppose qu'à raison des appentis derrière la serre, on ne peut pas faire entrer directement l'air par le mur de cette partie.

Le conduit à air peut être fait d'une dimension suffisante pour fournir la moitié de la quantité d'air que nous avons montré devoir être nécessaire par un temps très chaud (*Voy.* art. 153); l'autre moitié se prendra aux extrémités de la serre.

Les ventilateurs supérieurs *f* peuvent se construire de différentes manières : celle que je pré-

fère est représentée dans la section fig. 13. Le volet du ventilateur est supposé devoir s'ouvrir ou se fermer à l'aide d'une perche terminée par un crochet ; il doit évidemment rester ouvert ou fermé par le seul effet de la pesanteur. En augmentant la hauteur du sommet, on ajoute à l'effet de la ventilation, et l'on prévient en même temps le trop grand refroidissement que les vents du nord peuvent occasionner en hiver.

*De la chaleur pour les serres destinées à conserver les plantes, pour les orangeries, etc.*

155. L'usage des serres pour la conservation des plantes est très étendu ; et comme elles touchent ordinairement à l'habitation principale, on met souvent un grand luxe d'architecture dans leur construction. Lorsqu'on les destine à recevoir en même temps des orangers, il est utile de leur donner un toit vitré, et d'y entretenir une température plus élevée que celle qui serait autrement nécessaire. Je vais examiner les deux circonstances : savoir, celle où il n'y a pas de toit vitré, et celle où il y en a un.

*Serre pour les plantes.*

156. Supposons une serre de 40 pieds de lon-

gueur sur 13 de largeur, ayant sept fenêtres de face, chaque fenêtre de 12 pieds et demi sur 5 pieds: l'aire des fenêtres sera de 437 pieds et demi carrés; et l'on peut évaluer à 11 pieds cubes la quantité d'air qui entre par minute par chaque fenêtre: donc, la totalité de l'air qui sera refroidi par minute sera égale à . . . . .  
 $(7 \times 11) + (1,5 \times 437,5)$ , c'est-à-dire, à 733,25  
 pieds cubes.

La chaleur de la serre doit être entretenue à  $40^{\circ}$  ( $3^{\circ},5$  R.), quand le thermomètre se tient en plein air à  $0^{\circ}$  ( $14^{\circ}$  au-dessous de  $0$  R.); et alors, dans le temps le plus froid, elle ne sera jamais au-dessous de  $36^{\circ}$  ( $2^{\circ}$  R.). La surface de tuyau nécessaire pour donner cette chaleur, est (art. 44)

$$\frac{40 \times 734}{2,1 (200 - 40)} = 87 \text{ pieds carrés.}$$

Deux tuyaux de 30 pieds de long et de 5 pouces de diamètre, seront suffisans. On peut les placer sous le pavé avec des registres pour laisser passer la chaleur; mais ils produiraient plus d'effet au-dessus du sol en arrière de la serre et sous les gradins. On remplirait le même objet au moyen de quatre piédestaux cylindriques d'environ 36 pouces de hauteur sur un pied de diamètre, placés sur le devant; cela vaudrait mieux et aurait meil-

leure apparence que les tuyaux placés sur le derrière de la serre, et la dépense ne serait guère plus grande. Les piédestaux se placeraient dans l'entre-deux des fenêtres. Dans les plus grands froids, les tuyaux, etc., condenseraient environ un pied cube d'eau en une heure et demie, et exigeraient par conséquent  $5 \frac{3}{4}$  livres de charbon par heure.

### *Orangeries.*

157. Supposons une orangerie de 40 pieds de long sur 13 pieds de large, dont le vitrage de face et des deux bouts soit divisé par des murs étroits; que la hauteur du vitrage de front soit de 10 pieds, avec un toit vitré de 4 pieds de hauteur perpendiculaire.

Dans ce cas, et d'après l'article 70, l'aire du vitrage sera d'environ 1000 pieds carrés, déduction faite de la boiserie. Ainsi.....  
 $(1,5 \times 1000) + (5 \times 40) = 1700$  pieds cubes d'air seront abaissés par minute de la température de la serre à celle de l'air extérieur.

Dans une orangerie, il est nécessaire d'avoir égard à ce qu'exigent les espèces d'orangers les plus délicates. La limite du plus grand froid doit donc y être fixée à  $42^{\circ}$  ( $4^{\circ},5$  R.); et il faut, en consé-

quence, avoir une chaleur suffisante pour soutenir la température de la serre à 46° (7° R.), quand le thermomètre est à 0 (14° au-dessous de 0 R.).

Or, par l'art. 44, nous avons  $\frac{46 \times 1700}{2,1(200-46)} = 242$  pieds. C'est donc 242 pieds carrés de surface de tuyau qu'il faut pour produire la chaleur nécessaire. Cette quantité peut être disposée, soit tout simplement, soit de manière à former ornement, suivant la nature de l'orangerie ou le goût du propriétaire. Il serait avantageux d'y établir une soupape pour faire entrer à volonté la vapeur, cette opération donnant aux feuilles des plantes la fraîcheur la plus agréable.

*Serres pour les primeurs, baches, etc.*

158. Je vais maintenant donner quelques exemples des serres pour forcer la végétation. Celles qui sont plates et en partie creusées dans la terre, se nomment *baches* : ce sont celles dont la construction est la plus économique ; mais elles ne conviennent pas à certaines espèces de plantes ; pour d'autres espèces, elles sont les meilleures, comme on l'a éprouvé en particulier pour les ananas. La description des serres propres à cette dernière plante suffira pour faire connaître ce qui

se rapporte à cette partie de notre sujet (1).

*Baches à ananas.*

159. Pour élever ces plantes et pour les avancer, il est nécessaire d'avoir des baches séparées. Celle où les ananas doivent produire leur fruit, se nommait autrefois la serre; mais elle est appelée maintenant la bache à fruit. Ces baches à fruit sont entretenues à une chaleur plus élevée que les autres.

Miller dit qu'en hiver la chaleur ne doit pas être au-dessous de 66 à 67° (15° à 16° R.), ni plus élevée que 78° (2). Mais M. Knight a prouvé que pendant cette saison les ananas pouvaient, sans

(1) Des baches de différentes sortes sont souvent employées pour élever les jeunes plantes, et pour les avancer ensuite, afin qu'elles puissent plus tôt arriver à leur point de perfection, lorsqu'on les transpose en pleine terre. Les baches destinées à cet usage doivent être peu exposées à l'action directe des rayons solaires; car une lumière aussi forte retarde plutôt qu'elle ne hâte les progrès des plantes, dans les premiers temps de leur croissance; mais elles ont besoin d'être entretenues régulièrement d'air pur, c'est-à-dire d'air qui contienne tout l'oxygène qu'il doit avoir. Pour plus d'éclaircissement, on peut voir la Chimie du docteur Thomson, vol. IV, p. 309.

(2) Miller, Dict. des Jardiniers, art. Ananas.

danger, être exposés à une température beaucoup plus basse pendant la nuit; et M. Neill assure (1) qu'en hiver la température des baches est maintenant entretenue, autant qu'on le peut, à environ 50° (8° R.). Il suffira donc que nous soyons en état de les soutenir à 60° (12° R.) dans les temps les plus froids, et indépendamment de la chaleur des feuilles ou du tan; la pratique moderne ayant montré qu'on peut se dispenser de couches de tan, etc.

Supposons une bache propre à faire mûrir les ananas, et construite à peu près comme celle dont *Baldwin* a donné la description (2); que sa longueur soit de 40 pieds, et que ses châssis aient 10 pieds de portée (*Voy.* pl. V); on aura 400 pieds carrés de vitrage en pente; le vitrage des deux bouts sera de 36 pieds carrés; enfin, il y aura une porte. Donc, suivant la règle donnée à l'article 70, on trouvera.....  
 $(5 \times 40) + (1,5 \times 436) + 11 = 865$  pieds cubes d'air refroidis par minute.

Et, d'après l'article 44, pour soutenir la tem-

(1) Art. Horticulture, Supp. Encyc. brit., 1820, p. 659.

(2) Short practical directions, for the culture of the Ananas, or pine-appleplant, Warwick, 1818.



pérature à 50° (12° R.), quand le thermomètre est à 0 14° au-dessous de 0 R.), il faudra  $\frac{865 \times 60}{2,1(200-60)} = 177$  pieds de surface de tuyaux de fonte.

Quatre tuyaux de quatre pouces de diamètre, de la longueur de la bache, présenteraient cette surface; deux de ces tuyaux placés sur le devant, et deux au fond de la fosse, produiraient un très bon effet. Cependant je préférerais trois tuyaux de cinq pouces de diamètre, dont deux en avant et un par derrière; ils contiendraient une plus grande quantité d'eau chaude pour conserver la chaleur, quand la vapeur aurait cessé d'y entrer. Une soupape pour introduire la vapeur dans la bache serait nécessaire (*Voy.* fig. 14, pl. IV); tous les murs devraient être doubles ou creux, et il faudrait placer les tuyaux de manière à ce qu'ils en fussent éloignés d'un pouce et demi à deux pouces. En couvrant, en ardoise ou autrement, la partie du toit en arrière, et en la plafonnant, on diminue la quantité de vitrage, et l'on ménage en même temps un passage commode pour parvenir aux plantes. Quand on a assez de vitrage pour donner de la lumière aux plantes, tout ce qu'on en met de plus ne fait qu'occasionner une perte inutile de chaleur. Mais je ne crois pas que l'on puisse se dispenser d'avoir un vitrage à chaque bout; au-

trement, les plantes seraient privées du soleil à son lever et à son coucher. Par la même raison, on doit donner aux châssis et aux barres qui les supportent, le moins de profondeur possible, afin de diminuer l'ombre lorsque le soleil est près de l'horizon.

160. Quand les bords des carreaux du vitrage sont mastiqués ou joints avec du plomb, il ne faut pas une aussi grande quantité de chaleur : mais je ne suis pas porté à croire que cette exclusion absolue de l'air soit désirable ; car j'ai observé que partout où les vitres sont scellées hermétiquement, on trouve très utile pour les plantes de les placer près du vitrage. Mais, soit que les carreaux aient été scellés ou non, il serait peut-être fort avantageux d'avoir un moyen pour élever les plantes vers le vitrage pendant le jour, et pour les abaisser pendant la nuit. On y réussirait facilement, et avec assez peu de dépense, dans les serres où l'on ne place pas les pots dans une couche de tan. Je suis certain qu'il est très avantageux pour beaucoup de plantes de les éloigner des vitrages pendant la nuit (1).

---

(1) M. Wecks obtint, en 1808, une patente pour rapprocher pendant le jour les plantes des vitrages. (Rep. des Arts, vol. XIII, p. 33, nouvelles séries.) Mais le mé-

161. La température d'une bache à fruit doit se régler en été par la ventilation; et il parait qu'on ne doit pas, en général, chercher à l'élever au-dessus de  $95^{\circ}$  ( $28^{\circ}$  R.), quoiqu'on puisse quelquefois la porter jusqu'à  $100^{\circ}$ , ou même à  $110^{\circ}$  (de  $30^{\circ}$  à  $34^{\circ}$  R.). L'aire des ventilateurs se trouvera par l'article 72. Ici nous avons une colonne d'air échauffé de 9 pieds de hauteur, et 10 pieds de longueur de châssis. La règle nous donnera donc  $\frac{10}{6\sqrt{8}} = \frac{3}{5}$  de pied pour chaque pied de longueur de la serre; et  $40 \times \frac{3}{5} = 24$  pieds, c'est à peu près la quantité de surface nécessaire pour la ventilation. Ce qu'on peut faire de mieux, c'est d'avoir des ventilateurs inférieurs pour la moitié de cette surface, et de construire les vitrages des extrémités de manière à pouvoir les ouvrir, et à être entièrement maître de régler la température aux époques où le thermomètre atteint la hauteur qui sert de base à notre calcul. Je pense qu'il convient de faire entrer l'air frais par le passage mé-

---

canisme qu'il a employé n'est pas bien calculé pour l'objet qu'il s'est proposé. On a aussi recommandé une machine qu'on peut mouvoir, pour la culture de la vigne; mais c'est plutôt pour en faciliter le palissage que pour éloigner les plantes de l'air frais du voisinage des châssis.

nagé pour conduire aux plantes, et de la manière indiquée pour les serres. (*Voy.* art. 154, et pl. V, fig. 16.)

*Serres pour la vigne et les pêchers.*

162. La proportion de chaleur nécessaire pour les serres où l'on cultive la vigne et les pêchers, n'offre pas de différence assez grande pour mériter qu'on y fasse attention dans l'arrangement des tuyaux ; mais un jardinier expérimenté connaît très bien la quantité de cette différence à laquelle il doit avoir égard dans la pratique ; et il faut qu'il ait en conséquence les moyens de régler à volonté la chaleur des serres : il suffit, pour cela, de placer dans chaque serre un tuyau qui puisse être chauffé à volonté, ou ne pas servir, suivant les circonstances.

La vigne ne feuille pas, tant que la température moyenne est au-dessous de  $50^{\circ}$  ( $8^{\circ}$  R.), et que la température moyenne des nuits est au-dessous de  $40^{\circ}$  ( $3^{\circ},5$  R.) ; lors donc qu'on commence à chauffer une serre à vigne, on ne doit pas la tenir à un degré de température inférieur à ces limites. Si l'intention du jardinier est de pousser rapidement la végétation, il ne doit pas laisser tomber pendant la nuit la chaleur à  $40^{\circ}$  ( $3^{\circ},5$  R.), mais la

soutenir à 50° (8° R.), ou au moins à 46° (6° R.), et pendant le jour, de 58° (11°5 R.) à 64° (14° R.) aux heures les plus chaudes (1).

Le pêcher fleurit avec succès à une température de 4° (2° R.), environ au-dessous de celle qui fait feuiller la vigne, c'est-à-dire, à la température moyenne de 46° (6° R.) pendant le jour, et de 35° (1 a 2° R.) (2) pendant la nuit.

En calculant la chaleur nécessaire à ces sortes de serres, il faut employer la température la plus élevée, parce qu'on doit se donner les moyens d'avancer rapidement la végétation, pour pouvoir satisfaire le goût de ceux qui veulent avoir des fruits précoces de préférence à de bons fruits. Il convient donc ici de pouvoir soutenir la tem-

(1) Le climat regardé comme le plus favorable à la vigne, dans l'ancien continant, s'étend des 36° aux 48° de latitude. La température moyenne de cette zone est de 50 à 62° (8 à 13° R.), et celle de l'hiver n'est pas au-dessous de 36° (2° R.). *V.* Humboldt sur la distribution de la chaleur. Edimb., Phil. Journ., vol. IV, p. 24, ou l'art. Géographie physique, p. 178, Supp. à l'Encyclop. britann.

(2) « Lorsque la température moyenne d'un mois, dit Humboldt, s'élève à 43° (4°5 R.), le pêcher fleurit. » (Journal phil. d'Edimb., IV. p. 32). Les degrés donnés dans le texte sont le résultat de mes propres observations.

pérature à  $50^{\circ}$  ( $8^{\circ}$  R.) dans les temps les plus froids, ou lorsque le thermomètre est à  $0^{\circ}$  ( $14^{\circ}$  au-dessous de 0 R.).

163. Mais pour être en état de donner un exemple, il faut faire attention à la nature de la serre. La forme suivie presque généralement aujourd'hui est très simple ; elle consiste en un vitrage, faisant avec l'horizon un angle d'environ  $45^{\circ}$  (1), soutenu par devant sur un mur un peu élevé, et appuyé en arrière sur un mur d'une hauteur convenable : les deux bouts sont vitrés jusqu'au niveau du mur de front, dont la hauteur est de deux pieds environ au-dessus du sol. Une serre de cette espèce paraît très propre à la vigne, quoiqu'il soit probable que si l'on voulait essayer d'en construire une semblable à celle que je proposerai pour les pêchers, on la trouverait également bonne pour la vigne.

Supposons une serre, pour la vigne, de 50 pieds de longueur, dont le vitrage, dans le sens de l'inclinaison, ait 18 pieds ; que les deux bouts présentent ensemble une surface vitrée de 144 pieds, avec les carreaux scellés ; et qu'il y ait deux portes.

---

(1) Les rayons du soleil seront perpendiculaires à midi sur un vitrage ainsi placé, à peu près vers le 6 avril, pour la latitude de Londres. (Voir la note art. 150.)

La règle sur la perte de la chaleur, article 71, donne  $(5 \times 50) + 1,5 (50 \times 17) + 144 + (2 \times 11) = 1766$  pieds cubes d'air refroidi par minute. On peut déduire environ un dixième de cette quantité pour les serres dont les châssis sont en bois; et alors on aura seulement 1590 pieds cubes d'air refroidi par minute.

Maintenant par la règle donnée, art. 44, pour déterminer la surface des tuyaux, et d'après la supposition que la température de la serre ne doit pas être au-dessous de  $50^{\circ}$  dans la saison la plus froide, nous aurons

$$\frac{50 \times 1590}{2,1 (200 - 50)} = 254 \text{ pieds carrés.}$$

On aura, à très peu de chose près, cette quantité de surface en employant quatre tuyaux de cinq pouces de diamètre. Deux de ces tuyaux s'étendront sur le devant de la serre, et les deux autres sur le derrière (1); et si la chaudière à vapeur sert à chauffer d'autres serres, il sera avan-

---

(1) En plaçant des tuyaux en arrière, les plantes attachées au mur de cette partie se comporteront mieux. M. Sabine (Transact. Soc. d'Hort.) recommande le figuier, comme l'arbre le plus convenable pour les murs du fond des serres à vigne.

tageux que l'un des tuyaux du fond puisse être, à volonté, rempli ou non de vapeur. Il sera bon d'avoir une soupape à vapeur pour en introduire dans la serre. L'expérience a montré qu'on réussissait ainsi à arrêter les ravages de l'araignée rouge. ( Voy. fig. 14, pl. iv. ) Quand on veut que les tuyaux n'occupent que peu d'espace, on peut les placer l'un au-dessus de l'autre, ainsi qu'on le voit dans la fig. 9, pl. B; les tuyaux y sont représentés dans un châssis et portés sur deux rouleaux.

164. Considérons maintenant la quantité de ventilation nécessaire pour une serre de cette nature ; la longueur des panneaux du vitrage étant de 17 pieds, la hauteur de l'ouverture par laquelle s'échappera l'air échauffé ne sera pas de moins de 16 pieds au-dessus du sol. Nous aurons donc par la règle donnée à l'art. 72,  $\frac{50 \times 17}{6 \sqrt{16}} = 35 \frac{1}{2}$  pieds carrés pour la surface de l'espace par où doit sortir l'air échauffé, afin que, pendant les grandes chaleurs de l'été, la température de la serre ne puisse pas dépasser 95° ( 28° R. ) (1). La

---

(1) Un ventilateur agissant par lui-même peut souvent sauver une récolte de fruits. Un ami m'apprend que M. Porteus de Darlington en avait un en 1807, dont l'action était réglée par la dilatation du métal; et dernièrement



même étendue de surface doit être ménagée aux deux bouts et dans la partie de derrière de la serre, pour y laisser entrer l'air frais. Les ventilateurs des deux bouts, destinés à procurer de l'air frais en été, doivent être soigneusement clos ou scellés en hiver; et lorsque, dans cette saison, on aura besoin d'un peu d'air, il sera plus avantageux de le faire entrer par la partie centrale de la serre.

*Serres d'une nouvelle construction pour les  
pêchers.*

165. On trouve beaucoup d'avantage à palisser contre un mur les pêchers cultivés en plein air; il paraît que ce n'est pas seulement à cause de l'abri que ces arbres y trouvent, mais que c'est plutôt parce que le mur retient la chaleur qu'il reçoit du soleil, et qu'il conserve une température plus élevée, pendant une plus grande partie du jour, que cela ne pourrait avoir lieu pour un arbre qui ne serait pas attaché à un corps solide et faible conducteur de la chaleur (1). Mais s'il est utile

---

on en a fait connaître un très simple et très ingénieux, qui agit par la dilatation de l'air; il a été décrit dans le V<sup>e</sup> vol., part. IV, des Transactions de la Société d'Horticulture.

(1) La longueur des jours et la brièveté des nuits dans

d'attacher un arbre à un mur pour augmenter l'effet du soleil pendant la saison la plus chaude; ne doit-il pas être encore plus avantageux de le faire lorsqu'on se propose d'amener un fruit à parfaite maturité à une époque plus rapprochée, et lorsque le soleil a moins de force? C'est dans cette idée que j'ai tracé la section de la serre représentée dans la planche V (figure 17). Les murs B, contre lesquels les pêchers doivent être palissés, sont inclinés afin d'en exposer une plus grande surface d'une manière plus directe aux rayons du soleil. Les murs sont supposés creux, parce que cette construction est à la fois plus facile et plus économique. Sur le devant s'élève un vitrage perpendiculaire, afin d'avoir les rayons du soleil plus tôt et plus tard que si tout le vitrage était incliné. Il faut aussi remarquer, comme une chose importante, qu'il n'y a pas de danger que les verres du devant soient cassés par la gelée, lorsque ce sont des carreaux, et qu'en

---

les hautes latitudes, sont les causes les plus vraisemblables de la rapidité de la végétation pendant l'été si court de ces climats. La différence dans la force des rayons solaires peut aussi y avoir quelque influence, ainsi que l'a fait entrevoir M. Daniell, dans son intéressant Essai sur la météorologie, N. 229.

hiver ce vitrage ne laisse pas pénétrer l'air autant qu'un vitrage incliné fait en verres appliqués les uns sur les autres; enfin que la neige et la pluie y causent une moindre perte de chaleur.

166. Voici comment on peut calculer la quantité de chaleur qu'exigerait une serre de cette espèce, dont la longueur serait de 50 pieds, et dans la supposition que la température y serait entretenue à 50° (8° R.) dans les temps les plus froids. Suivant le plan (pl. v), le vitrage perpendiculaire a 3 pieds de haut, et le vitrage en toit en a 11. Il y aura donc 700 pieds de vitrage pour les deux parties; celui des deux bouts sera de 96 pieds, ce qui fera en tout 796 pieds carrés; et par la règle pour la perte de chaleur (art. 71) nous aurons, en supposant deux portes à la serre,

$$(5 \times 50) + (1,5 \times 796) + (2 \times 11) = 1466 \text{ pieds c.}$$

cette quantité peut être réduite d'un dixième pour les serres dont les panneaux des vitrages sont en bois, ce qui donnerait 1320 pieds cubes d'air seulement à chauffer par minute.

On trouvera par la règle de l'art. 44 que la quantité de surface de tuyau nécessaire pour remplir cet objet est

$$\frac{50 \times 1320}{2,1 (200 - 50)} = 209 \text{ pieds carrés.}$$

Trois tuyaux de la longueur de la serre et de cinq pouces de diamètre, seraient suffisans. On pourrait en placer deux sur le devant, et le troisième dans le passage. (Voy. fig. 17, pl. v. S.S)

Pour la ventilation d'été, la surface des ventilateurs du haut serait de 32 pieds carrés, d'après la règle donnée à l'art. 72. En effet, la hauteur du vitrage perpendiculaire est de 3 pieds, et celle du toit est de 11 pieds, ce qui fait 14 pieds pour l'étendue du vitrage dans ce sens. La distance du sol, à l'ouverture pour la sortie de l'air, est de 13 pieds; on a donc  $\frac{14 \times 50}{6 \sqrt{13}} = 32$  pieds carrés.

Une portion considérable de l'air frais peut être amenée par des conduits à air placés derrière la serre, et le reste par les deux bouts.

### *Murs chauffés.*

167. La vapeur peut être employée facilement et avec beaucoup d'avantage pour chauffer des murs. On n'a besoin, pour cela, que de conduire un ou plusieurs tuyaux dans l'intérieur d'un mur creux; la chaleur qui s'échappera des tuyaux chauffera le mur, et sans courir le risque de faire aucun mal aux arbres. On aura une chaleur uniforme dans une étendue quelconque de muraille,

et l'on n'aura pas besoin d'avoir plusieurs foyers et plusieurs cheminées comme dans la méthode ordinaire qui a le double inconvénient de la fumée et de l'attention qu'exigent plusieurs feux. On emploie très peu les murs à chauffer en comparaison d'autrefois ; mais si on les chauffait à la vapeur, la plupart des reproches qu'on faisait à cette méthode n'auraient plus de fondement ; et ce moyen simple et peu coûteux de produire de beaux fruits, paraîtrait tout-à-fait digne d'être généralement adopté. Celui qui aurait à élever mille pieds de mur, épargnerait, en les faisant creux, assez d'argent pour payer ce qu'il en coûterait pour y placer des tuyaux à vapeur ; il n'aurait plus d'autre dépense à faire que celle d'une chaudière et de l'appareil qui en dépend pour chauffer ce mur ; et s'il y avait d'autres serres à chauffer, la même chaudière pourrait servir pour toutes, en supposant qu'aucune ne fût éloignée de plus d'un quart de mille du fourneau.

On peut prendre une idée juste de toute l'utilité qu'on peut tirer d'un seul appareil à vapeur en examinant la planche IX, et en consultant la description qui s'y rapporte.

## CHAPITRE X.

*De la construction des grilles et des foyers découverts.*

« Les foyers construits sur les meilleurs  
» principes sont ceux qui jettent la plus  
» grande quantité de chaleur rayonnante  
» dans la chambre qu'ils doivent échauf-  
» fer, et qui en même temps laissent  
» échapper la plus petite quantité d'air  
» chaud. »

GILBERT.

168. Quelques remarques sur les principes de la construction des foyers, liées aux détails qui précèdent sur l'art de tirer parti de la chaleur, seront considérées comme utiles par quelques-uns de mes lecteurs. Elles mettront ceux qui n'ont pas étudié cette matière en état de s'assurer si leurs foyers sont ou non construits sur de bons principes, et de n'employer que ceux dont la forme approche le plus de celle qui vaut le mieux, et qui sont faits avec des matériaux convenables.

Elles auront encore un autre avantage, celui de les engager à étudier un sujet important qui se trouve ici présenté sous un point de vue très différent de celui sous lequel il a été considéré jusqu'à présent.

Le principal objet d'un feu découvert est d'échauffer au moyen de la chaleur rayonnante, et c'est en cela qu'il diffère d'un poêle. On peut construire un foyer de manière à donner de la chaleur par contact; mais c'est un sujet d'un intérêt secondaire, ou qui, dans tout état de cause, peut n'être considéré que le second; la forme et la construction d'un foyer à chaleur rayonnante doivent nous occuper auparavant.

169. Les substances échauffées ne laissent échapper que peu de chaleur rayonnante, tant qu'elles ne sont pas arrivées au rouge. Il suit de là que le feu doit être arrangé de manière à pouvoir donner de la flamme, et qu'il faut qu'il présente autant de surface de combustible brûlant qu'en exige la condition d'obtenir un feu clair. Par conséquent, les barres des grilles ne doivent avoir de largeur que celle nécessaire pour qu'elles soient assez fortes, et aucune partie du combustible ne doit pour la même raison être entassée comme dans une boîte de fer.

170. Nous avons vu qu'un feu clair est avanta-

geux, et pour l'obtenir il faut que les côtés du combustible embrasé soient entourés, au moins à moitié, par de faibles conducteurs de la chaleur; sans cela la chaleur se perd avec tant de rapidité que le combustible brûle sans donner de flamme, et que la chaleur destinée à être rayonnante ne sert qu'à chauffer les murs, etc., en arrière du foyer. Le fer est un conducteur très rapide; on ne doit donc l'employer autour du feu qu'avec le plus de réserve possible. Les briques sont de faibles conducteurs, et quelques ouvriers les font servir avec avantage pour le derrière et les bouts des grilles; mais en général ceux qui travaillent le fer paraissent croire qu'il vaut mieux en employer beaucoup que de chercher à économiser du combustible, ou de travailler d'après de bons principes.

171. Mais quand un foyer, construit avec des matériaux qui sont de faibles conducteurs, est grand et rempli de combustible, dès que le feu devient brillant, la chaleur acquiert une intensité très considérable. Dans cet état, le feu est souvent trop fort pour la chambre qu'il chauffe, quoiqu'il ne fût peut-être pas suffisant si la combustion était moins parfaite. C'est à quoi il est facile de remédier par un moyen qui permet de présenter une plus grande surface de matière chauffée, avec le même volume de combustible, mais à un



plus faible degré de chaleur; ce moyen consiste à employer une certaine quantité de balles de charbon pétri avec de la terre glaise et séchée, soit entremêlées avec le charbon ordinaire, soit placées par-dessus lorsqu'il s'enflamme et qu'il commence à donner trop de chaleur. Elles produisent leur effet en augmentant le volume de matière échauffée sans donner elles-mêmes de la chaleur; et par cette augmentation de volume, une portion plus considérable de surface échauffée perd de la chaleur, mais le degré de son intensité se trouve en même temps diminué. Il est vrai que ces balles de charbon sont très incommodes; qu'elles rendent le feu difficile à conduire, et qu'il s'éteint promptement s'il est négligé. Mais voici une autre manière de produire le même effet. Quand l'étendue en longueur d'un feu est de plus de 18 pouces, faites qu'une partie du fond du foyer soit construite de manière à former un avancement qui arrive jusqu'à trois pouces environ des barres du devant de la grille. Cette projection doit être faite en bonnes briques à l'épreuve du feu et solidement liées au mur de derrière. Elle laisse assez d'espace pour une masse suffisante de feu de chaque côté, et la surface se trouve augmentée sans ajouter à la quantité de matière en combustion.

Si le volume du feu se trouvait resserré parce qu'on l'aurait placé de façon que le mur du fond fût à moins de six pouces des barres de la grille, le feu ne pourrait pas brûler d'une manière agréable; mais lorsqu'on donne de six à sept pouces pour la plus grande profondeur, et qu'on exécute au milieu la projection dont on vient de parler, les masses de combustible sont suffisantes pour donner un feu agréable, sans qu'il soit nécessaire d'y ajouter, et sans être exposé à une chaleur trop ardente.

Lorsque le foyer a moins de 18 pouces en longueur, cette méthode n'est pas nécessaire et n'offre aucun avantage; et les boules de charbon préparé ne peuvent pas non plus être utiles dans un aussi petit feu quand le foyer est bien construit et avec des matériaux convenables.

172. La combustion sur une grille découverte doit se faire lentement, parce qu'une combustion lente est favorable pour donner une chaleur rayonnante; mais elle ne doit pas être plus lente que cela n'est nécessaire pour avoir un feu clair. La principale perte de chaleur ayant lieu parce que l'air chaud de la chambre s'échappe en montant par la cheminée, on a cherché à prévenir cette perte en resserrant la gorge de la cheminée, et

en abaissant le manteau près du feu, quand on a eu besoin d'augmenter le tirage. Mais quoique ces moyens puissent réussir en beaucoup de circonstances, ce ne peut être, en général, qu'aux dépens d'une plus grande consommation de combustible. La plupart des chambres ne fument que parce que les tuyaux de leurs cheminées sont trop larges. Il faut bien qu'ils soient assez larges pour qu'un ramoneur puisse y monter, tant qu'on emploiera le moyen actuel de les nettoyer; on les fait donc tous de la même grandeur pour toutes sortes de chambres, soit que les foyers doivent être grands, soit qu'ils doivent être petits; quelquefois seulement on les fait plus étendus, lorsqu'il est question de cheminées de cuisine. Le lecteur qui a lu avec attention les articles 93 et 94 et la note qui s'y rapporte, comprendra facilement que quand une cheminée est trop grande pour le feu, il doit y avoir une perte considérable de chaleur pour échauffer assez d'air pour remplir la cheminée et y établir un courant ascendant; ou que, attendu que la fumée est plus pesante que l'air ordinaire échauffé au même degré, il peut arriver souvent que celui-ci sera arrêté et refroidi dans une cheminée très large, de manière que la fumée qui s'élevait du feu, retombera et entrera dans la

chambre (1). Quand les tuyaux ont les mêmes dimensions, on ne peut remédier qu'en partie à cet inconvénient, et le meilleur moyen que l'on ait pour le faire consiste à diminuer jusqu'à un certain point l'ouverture du haut de la cheminée. Dans le but d'établir la proportion de cette diminution, j'ai observé que pour chaque fois 5 pouces de longueur d'une grille de grandeur ordinaire, la consommation moyenne est d'une livre de charbon par heure, mais qu'il donne au commencement à peu près une quantité double de fumée; et quand on consomme autant de charbon, la température s'élève d'environ 16° (7° R.) dans la cheminée; en conséquence, il paraît (art. 93) que l'aire de la section de la cheminée doit être telle qu'il puisse s'échapper  $\frac{450}{3}$  pieds cubes de fumée par heure pour chaque pouce de longueur de la grille; et l'on a, en donnant ce qu'il faut à la ventilation, cette règle fort simple :

RÈGLE. Divisez 17 fois la longueur de la grille

---

(1) La fumée doit éprouver un refroidissement considérable dans les longs tuyaux de tôle qu'on met au sommet des cheminées. Ces bouts que l'on ajoute devraient toujours être faits avec des matériaux faibles conducteurs de la chaleur, ou recouverts de matériaux de cette nature.

en pouces par la racine carrée de la hauteur de la cheminée en pieds; le quotient sera égal à l'aire que doit avoir l'ouverture du sommet de la cheminée en pouces (1).

Le haut d'une cheminée toute construite peut être facilement rétréci et réduit à une étendue convenable de la manière que voici. Faites en cuivre ou en tôle, que vous peindrez, un chapiteau qui puisse se placer dans le haut du tuyau de la cheminée. La meilleure forme qu'on puisse donner à ce chapiteau, et qui remplit le mieux son objet, est celle que représente la gravure fig. 11, pl. B. AB est l'ouverture dont la grandeur est

(1) En reprenant l'équation de la note de l'article 94, on aura, en mettant

$$l \times \frac{450}{3} = B.t = 52^{\circ}, \text{ et } t - t' = 16^{\circ}, \frac{15,8l}{\sqrt{h}} = a;$$

équation dans laquelle  $l$  représente la longueur de la grille en pouces,  $h$  la hauteur de la cheminée en pieds, et  $a$  l'ouverture du chapiteau au sommet en pouces. Mais une certaine portion d'air doit s'échapper pour la ventilation; et comme, d'après les principes posés à l'article 61, on aura environ 250 pieds cubes pour chaque 3 pouces en longueur de la grille, il en résulte qu'on doit mettre  $\frac{17l}{\sqrt{h}} = a$ , ce qui est la règle du texte.

donnée par la règle; CA représente une surface conique et en pente qui peut souvent empêcher que le vent ne rabatte la fumée dans le tuyau. (*Voy.* art. 75.) DE fait voir la forme arrondie qu'il faut donner à l'intérieur, afin de prévenir les contre-courans, et de conduire par une courbe facile la fumée vers l'ouverture par où elle doit sortir; BD est une partie en ligne droite que je crois nécessaire.

*Exemple.* J'avais à fixer un chapiteau pour rétrécir l'ouverture d'une cheminée de 36 pieds de hauteur, et dont la grille du foyer avait 15 pouces de long. Je trouvai par la règle  $\frac{17 \times 15}{\sqrt{36}}$  ou  $\frac{255}{6} = 42 \frac{1}{2}$  pouces pour la surface du chapiteau à son ouverture. Or, le diamètre d'un cercle qui a  $42 \frac{1}{2}$  pouces de surface est de  $8 \frac{1}{2}$  pouces à peu près; je dus donc donner à l'ouverture AB  $8 \frac{1}{2}$  pouces de diamètre, ce qui suffit pour une cheminée de 36 pieds de haut, et dont la grille du foyer a 15 pouces de longueur. En construisant avec du ciment romain le chapiteau pour rétrécir, il vaudrait beaucoup mieux et serait plus durable.

Quand le haut de la cheminée est convenablement rétréci, on n'a pas besoin de registre dans

le bas, et l'on doit chercher à éviter autant que possible toute espèce de machine dans le voisinage d'un feu. Je conseille ce rétrécissement au haut de la cheminée, pour diminuer la force qu'oppose le vent ou même la seule pesanteur de l'air à l'ascension de la fumée, et pour empêcher que la cheminée ne soit refroidie par de doubles courans d'air, ce qui arrive souvent dans des cheminées larges, et enfin pour diminuer la perte de chaleur qui doit avoir lieu nécessairement pour soutenir un courant de fumée dans un grand tuyau (1). Si l'on ne faisait le rétrécissement qu'au bas du tuyau, le moindre obstacle diminuerait la force d'ascension; il en est de ceci comme du rétrécissement d'un tuyau qui fournit un jet d'eau; une ouverture au sommet, plus grande qu'il n'est nécessaire, a de plus l'inconvénient de permettre à la pluie et à l'air froid de pénétrer dans la cheminée et d'arrêter la fumée (2).

173. La quantité de rétrécissement près du

---

(1) Clavelin a le premier fait voir l'avantage de rétrécir le haut des cheminées; et M. Gilbert en a aussi fait mention en dernier lieu dans le Journal des Sciences, vol. XIII, pag. 119.

(2) L'addition d'un couvercle tel que celui représenté dans la figure relative à l'article 75, peut être souvent utile.

foyer doit être à peu près la même qu'au sommet de la cheminée; et l'on doit éviter tout changement brusque de forme dans le tuyau. La gorge de la cheminée ne doit pas être plus large que la grille du foyer, et elle doit être placée de manière que la fumée y remonte presque perpendiculairement, et que l'air échauffé, passant sous le manteau, s'écoule dans la cheminée, et puisse suivre une surface courbe jusqu'à ce qu'il se mêle et s'élève avec la fumée. Les lignes ponctuées AD de la fig. 10, pl. B, qui se rapporte à l'article 171, montrent la forme de la gorge rétrécie dans un sens; le devant doit être arrondi de la même manière, et le mur de derrière seul doit être perpendiculaire. Si ces détails étaient insuffisants, quelques réflexions sur les lois du mouvement des fluides apprendraient mieux aux jeunes gens qui s'occupent de ces recherches, le but qu'on se propose, qu'une douzaine d'exemples ne pourraient le faire. Les ouvrages qui traitent de l'hydraulique et des connaissances pneumatiques, doivent, jusqu'à un certain point, les amener à pouvoir faire des observations par eux-mêmes; mais c'est sur ces observations qu'ils doivent principalement compter. Un peu de fumée ou de vapeur peut être employée pour rendre sensible l'effet des obstacles et des courans opposés; un essai conduit à un autre;



et quand on a bien étudié un premier cas, on reconnaît l'avantage d'en examiner d'autres; et l'on parvient en résultat à sentir qu'on a acquis une vraie connaissance de la nature de chaque action qui a lieu; ce qui donne à la fois de la confiance dans les projets que l'on forme et de la hardiesse pour leur exécution.

174. Une grille ne doit opposer que le moins d'obstacles possible au rayonnement de la chaleur du feu; l'épaisseur des barres ne doit pas être plus grande que ce qui est nécessaire pour la force, et l'on ne doit pas mettre une pièce massive de métal entre la grille et le cendrier. (V. pl. B, la fig. 10 qui se rapporte à l'art. 171.) Si l'on ne veut pas que les cendres se voient, on peut placer en avant, et dans la partie la plus basse du foyer, un garde-feu à jour (voy. EE, même fig.); il remplira l'objet et n'interceptera pas ce rayonnement qui a le plus d'effet pour réchauffer. Il y a aussi quelque avantage de construire le fond de la grille de manière qu'elle soit plus basse vers le derrière du foyer dans la proportion d'un pouce sur six. Les cendres tendent ainsi à tomber vers le derrière; la forme des barres de la grille peut encore être jusqu'à un certain point perfectionnée, soit pour opposer moins d'obstacles au rayonnement, soit pour mieux retenir les cendres en dedans du

foyer. La forme que je préférerais est représentée dans la figure 10, pl. B. B est le devant de la barre et D est la partie voisine du combustible : les cendres tombant sur le côté supérieur A, ne rouleraient pas en dehors sur le devant, et il est évident qu'elles gêneraient moins le rayonnement.

175. Nous avons fait voir qu'on ne doit avoir qu'une petite quantité de métal en contact avec le combustible (art. 170); mais rien ne s'oppose à ce qu'on emploie des surfaces métalliques comme réflecteurs de la chaleur : seulement elles ne doivent se trouver nulle part en contact avec les barres ou les autres parties en métal qui tiennent au feu. Les coins ou les côtés des foyers HH (fig. 13, pl. B) se font maintenant dans une direction oblique, d'après le plan proposé par le comte de Rumford, dont l'objet, en leur donnant cette position, était de réfléchir la chaleur dans la chambre (1); mais, pour obtenir cet avantage, il faudrait que la matière qui les compose fût capable de réfléchir la principale partie de la chaleur qu'ils reçoivent : et au lieu de cela, nous les

---

(1) Le premier qui a proposé ce plan est Gauger, dans son « Mécanisme des feux de cheminées, » publié en français en 1713, et en anglais en 1716.

voyons le plus souvent n'offrir qu'une surface peinte en noir. Les surfaces brillantes et polies sont celles qui réfléchissent le mieux la chaleur; et le professeur Leslie a fait voir que l'airain est un réflecteur de chaleur plus puissant que l'acier (1), et par conséquent plus convenable pour les ornemens d'un foyer. Les surfaces vernissées, de couleur tendre, sont de bons réflecteurs, et si les côtés d'un foyer étaient revêtus en faïence de Wedgewood, de bon goût, ils renverraient une plus grande quantité de chaleur, et les foyers offriraient un coup d'œil nouveau et très agréable. J'ai parlé de couleur tendre; mais on doit éviter le blanc pur, parce qu'il n'est pas si gai que les autres couleurs.

Pour déterminer l'inclinaison des côtés H. H. afin qu'ils réfléchissent avec le plus d'avantage la chaleur dans la chambre, nous considérerons le point F comme étant le centre du foyer; alors si D A fait avec D E un angle de  $45^{\circ}$ , la chaleur de la flamme qui part du centre du foyer, sera réfléchiée dans la chambre, perpendiculairement à la ligne D E, parallèle au devant de la grille, l'angle d'incidence étant égal à l'angle de réflexion. Telle est la condition qu'il faut remplir. La même

---

(1) Recherches sur la nature de la chaleur, p. 98.

chose aura lieu pour la flamme qui part de tout autre endroit du foyer. Donc, pour construire les côtés de manière à ce qu'ils réfléchissent avec avantage la chaleur dans la chambre, il faut élever la ligne *AE* perpendiculaire sur *DE*, et passant par le centre *F* du foyer, d'une longueur égale au double de *DE* ou à la largeur du devant de la cheminée; et joindre les points *A* et *D* par une ligne droite. Cette ligne sera la direction à donner aux côtés. Une plus grande inclinaison aurait encore plus d'effet, parce qu'elle disperserait mieux les rayons dans la chambre; mais elle ne convient pas sous d'autres rapports. Le fond de la cheminée est ordinairement droit; mais, à moins que le foyer ne soit très petit, il y a de l'avantage à construire ce fond en deux parties, et formant un angle aigu en *e*; la fumée se réunit dans cet angle et monte avec moins d'obstacle que quand elle est dispersée sur une surface plate. Il n'est pas nécessaire que la forme de la grille soit réglée sur la direction des côtés de la cheminée, cette forme n'ayant pas d'influence sur la réflexion; on doit, au contraire, éviter les angles aigus, et réunir le combustible autant que possible en masse. La forme du foyer *a, b, c, d*, a ses angles aussi aigus qu'ils puissent jamais être faits.

176. L'élevation de la grille au-dessus du pavé,

est un objet de quelque importance: si on la place trop bas, la chaleur se trouve presque entièrement concentrée, et le feu semble être enterré; si on l'élève trop, les personnes qui se chauffent ont la figure brûlée, et la chaleur qui se porte dans le bas est trop peu considérable pour que la chambre ait une température agréable. Un manteau a l'avantage de faciliter une meilleure ventilation. Après avoir soigneusement examiné les raisons qui peuvent décider cette question, j'ai cru pouvoir conclure que la barre du haut d'une grille ne doit pas être à moins de 20 pouces du pavé, mais qu'il ne faut peut-être pas qu'elle soit jamais à plus de deux pieds; et quand la partie inférieure du feu n'est pas comme enterrée dans une masse de métal, il se répand d'un feu ainsi placé à la plus grande élévation déterminée, une chaleur suffisante dans la partie inférieure de la chambre. La distance entre la barre d'en haut et le manteau de la cheminée, doit être proportionnée à la grandeur de la chambre et au tirage de la cheminée: elle peut aller en général de 15 à 16 pouces.

177. Je donnerai, entièrement d'après l'observation, les proportions des grilles pour les chambres de grandeurs différentes, parce qu'il faudrait des expériences plus exactes que celles que j'ai

faites jusqu'à présent pour réduire ces proportions en une règle établie sur la recherche des premiers principes ; je donne toujours la préférence à ces recherches, et je trouve que leur comparaison avec la pratique tend à prouver si les principes que l'on a suivis sont bons ; mais je me suis trompé dans les moyens que j'ai employés pour faire des expériences afin d'obtenir une mesure exacte du décroissement de la chaleur, et je n'ai pas eu depuis la facilité de renouveler ces expériences par d'autres méthodes.

Si la longueur du devant de la grille est d'un pouce pour chaque pied de longueur de la chambre, et si la profondeur du devant est d'un demi-pouce pour chaque pied de largeur de la chambre, ces proportions se trouveront assez passablement justes pour les cas qui se présentent d'ordinaire dans la pratique. Si la longueur de la chambre était telle qu'elle exigeât une grille de plus de  $2\frac{1}{2}$  pieds, il faudrait deux cheminées ; dans ce cas, on pourrait se servir des mêmes proportions, mais en les divisant entre deux grilles, à moins que la chambre ne fût très large ; car alors il faudrait donner plus de longueur, mais moins de profondeur, pour que la surface se trouvât la même.

178. La ventilation d'une chambre chauffée par

une cheminée est défectueuse (1), parce que l'air qui a été rendu impur par la respiration, etc., ne peut pas s'échapper par une cheminée construite comme elles le sont ordinairement. (*Voy.* art. 62.) On a proposé plusieurs moyens pour obvier à ce défaut; mais tous ceux que j'ai vus ou trouvés dans les livres sont mauvais; les uns n'ont aucune efficacité, les autres font que les cheminées fument. Les moyens mécaniques donnent de la gêne, et sont en conséquence négligés; autrement il ne se-

(1) Une expérience de M. Daniell éclaircit ce point. Il l'a décrite en ces termes dans ses *Essais météorologiques*: « La température d'une chambre étant à 45° (6° R.), je trouvai que le point de condensation y était de 39°; j'y fis allumer du feu et fermer les portes et les fenêtres, sans permettre à personne d'y entrer. Le thermomètre s'éleva à 55° (10° R.), mais le point de condensation resta le même.

» Une compagnie de huit personnes occupa ensuite cette chambre pendant plusieurs heures, et le feu continua à être entretenu. La température monta jusqu'à 58° (11,5 R.), et le point de condensation s'éleva à 52° » P. 204.

Cette expérience prouve que malgré le courant d'air continu qui s'échappait par la cheminée, la quantité de vapeur augmenta jusqu'à ce que la chambre en fut à peu près saturée. Elle aurait été entraînée à mesure qu'elle se formait avec l'air impur et les effluves, si la ventilation avait eu lieu par la partie supérieure de la chambre.

rait pas difficile de remplir cet objet. Employer la chaleur d'un autre feu que celui qui chauffe la chambre où l'on veut établir une ventilation, ce serait rendre deux feux nécessaires au lieu d'un, et peut-être, après tout, n'obtiendrait-on pas le résultat désiré. Je vais proposer un moyen qui, si je ne me trompe, doit en grande partie remplir le but qu'on doit se proposer.

Si l'on place dans une cheminée une des branches d'un siphon renversé, assez près du feu pour que l'air dans cette branche devienne plus chaud que celui de l'autre branche, il s'établira du mouvement; l'air montera dans la branche échauffée et se portera dans la cheminée, et un courant descendra dans la branche froide et entraînera l'air de la chambre.

Pour rendre utile l'application de ce principe, il faut que l'ouverture de la branche froide du siphon soit près du plafond de la chambre; la partie la plus basse de la courbe doit être, autant qu'on le peut, au-dessous du point où la chaleur s'applique; et l'ouverture par laquelle l'air s'échappe dans la cheminée, doit être faite de manière que la suie ne puisse pas tomber dans le tuyau; il doit aussi y avoir un registre au haut du tuyau pour régler la ventilation. Soit donc (fig. 14, pl. B.) A l'ouverture du tuyau avec son re-



gistre vers le plafond de la chambre, C la place où la branche placée dans la cheminée est en contact avec le côté ou le derrière de la grille, B la partie basse du siphon, et D l'ouverture de la branche dans la cheminée et qui est recouverte par un cône renversé pour la garantir de la suie. Un tube de cette espèce peut se placer facilement dans l'angle de la cheminée ou dans le mur; la branche qui se trouve dans la cheminée doit être assez rapprochée du combustible pour pouvoir recevoir une quantité suffisante de chaleur.

Lorsqu'une chambre reçoit de l'air échauffé au moyen de la vapeur, une méthode analogue de ventilation serait très efficace, très nécessaire; et dans une chambre très spacieuse, on a toujours besoin de plus de chaleur qu'un feu de cheminée n'en peut donner, si l'on veut la rendre agréable pour d'autres que ceux qui entourent immédiatement le feu.

## CHAPITRE XI.

### *De l'art de sécher par la vapeur.*

« La bonté des bâtimens destinés à  
 » faire sécher, consiste dans la rapidité  
 » avec laquelle l'humidité s'y  
 » dissipe. Mais ils sont trop souvent  
 » très mal entendus et construits sur  
 » de faux principes. »

LESLEY.

17. L'art de sécher au moyen d'une chaleur artificielle, est très important aussi bien en petit et dans chaque ménage, que pour les grandes manufactures de ce pays; tout ce qui peut tendre à le perfectionner doit donc être utile. On a fort peu écrit sur ce sujet; cependant il paraît susceptible de grandes améliorations par l'application des principes connus de la science; mais s'il n'en est pas question dans les livres, il a été mis en pratique avec beaucoup de succès, de sorte qu'il est vrai de dire qu'il ne reste guère à celui qui veut écrire qu'à généraliser les principes, à proportion-

ner la puissance à l'effet, et à faire voir à quel cas chaque principe particulier peut être appliqué pour produire les résultats les plus avantageux.

180. La sûreté qu'offre la chaleur de la vapeur pour sécher toute espèce d'objets, est si supérieure que cette seule raison devrait faire préférer ce moyen à tout autre; mais on a de plus éprouvé qu'elle est moins nuisible aux choses que l'on sèche; elle ne les rend pas rudes au toucher, et elle n'altère ni le lustre ni la couleur des teintures les plus brillantes. On peut l'employer pour sécher les mousselines, les calicots, les toiles, le papier, la poudre à canon, la drèche, le houblon, le grain, le sucre, etc., ainsi que tout ce qu'on a à blanchir dans les maisons particulières.

181. Le procédé ordinaire a d'abord consisté à suspendre les articles qu'on voulait sécher, dans une chambre, dite chambre à sécher, et qu'on entretenait à un haut degré de chaleur. On s'est ensuite aperçu que l'opération était plus prompte quand on admettait un certain degré de ventilation. Une autre amélioration a consisté dans l'application directe des objets très minces sur des cylindres remplis de vapeur, tandis que d'autres articles étaient étendus sur des formes qu'on pouvait approcher très près de ces cylindres; et dans quelques cas, on faisait glisser l'étoffe en

serpentant le long de cylindres échauffés qui la séchaient promptement. Ces divers arrangements, variés suivant la nature des objets qu'on veut sécher, sont très bons dans la pratique; mais il restait quelque chose de plus à faire pour rendre le travail que nécessitent ces opérations moins dangereux pour la santé, et c'est ce qu'ont exécuté MM. Strutts, de Belper, près de Derby. L'amélioration consiste à renfermer la chaleur dans une place assez grande pour recevoir tout ce qu'on veut sécher, et construite de façon que les ouvriers puissent changer les articles avec facilité, et sans être exposés d'une manière dangereuse à la chaleur très forte et à l'humidité d'une chambre à sécher. Indépendamment de l'avantage inappréciable d'être plus sain, ce moyen est aussi plus économique pour le combustible, parce qu'il permet d'employer une température et un courant d'air qu'il serait difficile de rendre réellement efficaces dans une très grande chambre. Je n'ai pas le dessein de me borner à aucune de ces méthodes à l'exclusion des autres, et je n'adopterai même de l'idée de MM. Strutts pas autre chose que ce qui tient à clore l'espace qui doit contenir les objets à sécher. Mais quand je m'efforce à perfectionner l'application de principes quelconques, j'éprouve une vraie satisfaction à trouver l'occasion

de faire connaître à mes lecteurs, quand je les connais moi-même, les noms de ceux que je regarde comme étant les auteurs des découvertes.

*Principes de l'art de sécher.*

182. Tout l'art de sécher se réduit à employer la quantité de chaleur nécessaire pour convertir en vapeur l'humidité d'un corps. Nous avons donc à rechercher comment cela peut se faire avec le moindre degré d'attention et la plus petite dépense de combustible possible, et en évitant aussi, autant que faire se peut, un appareil coûteux et l'emploi de bâtimens spacieux.

183. L'application directe d'une haute température suffit pour convertir en vapeur toute l'humidité de quelque objet que ce puisse être, dont le tissu est mince et léger (1); et lorsqu'on veut sécher très vite, c'est le meilleur moyen qu'on puisse employer; mais il n'en est pas de même

---

(1) Il paraît, d'après une remarque faite par M. Snodgrass, que cemoyen de sécher les mousselines, était pratiqué dans les blanchisseries des environs de Glasgow, en 1798. Il s'exécutoit, dit-il, en entourant avec les mousselines des cylindres creux de métal, remplis de vapeur. Transactions de la société des arts, etc. vol. XKIV, p. 119.

pour les étoffes d'un tissu serré et très épaisses. La même observation s'applique aux corps en poudre ou en grains qu'on veut sécher; ces derniers doivent être en parties peu considérables, par couches très minces, et tenus en mouvement quand on les sèche par l'application directe de la chaleur.

184. L'application directe de la chaleur pourrait être aidée en opérant dans un vide partiel; mais elle ne le serait pas d'une manière importante, parce que la consommation en combustible ne serait pas beaucoup diminuée, et que les frais de ce procédé seraient très considérables. Cependant on pourrait l'employer avec avantage pour des objets de peu de volume et d'une grande épaisseur, par la raison qu'en détruisant la pression de l'atmosphère, on forcerait en partie l'humidité à sortir de l'intérieur du corps.

185. L'affinité de l'air pour l'humidité donne encore un autre principe de l'art de sécher. Cette affinité est bien plus forte quand l'air est échauffé, parce qu'il produit alors un effet équivalent à la diminution de la pression atmosphérique. Mais quoique l'air ait de l'affinité pour l'humidité, il ne peut l'absorber que dans l'état de vapeur, et par conséquent il faudra encore autant de chaleur qu'en exige le changement en vapeur de toute l'eau que contient le corps à sécher, indépen-

damment de celle qui est nécessaire pour chauffer l'air, le principal effet de l'affinité de l'air étant de rendre plus prompte l'opération de sécher (1). Il est évident que l'air agit avec la plus grande force; et comme l'air froid exige pour être saturé moins d'humidité que l'air chaud, il doit arriver souvent que l'air froid se trouvera très sec, et qu'il aura un effet très avantageux dans une chambre à sécher.

---

(1) La même force qui remplit l'air de vapeur, se nommerait attraction capillaire dans un solide qui l'exercerait sur un liquide; et solution, si c'était un liquide qui agit sur un liquide ou sur un sel, etc. Je regarde la solution d'un sel dans l'eau, et celle de la vapeur dans l'air, comme des effets semblables de la même force; elle est la conséquence d'une attraction entre deux corps, laquelle est insuffisante pour détruire l'équilibre entre les molécules de chacun de ces corps, sans quoi il se formerait un nouveau composé; mais qui est capable de produire un mélange uniforme. Et bien loin que l'idée de solution soit en contradiction avec la doctrine des proportions définies, l'analyse exacte de cette doctrine démontrera que les changemens chimiques ne sont que de simples altérations des conditions de l'équilibre parmi les élémens des corps matériels, et qui, en définitive, reposent sur la même base que toute la science mécanique.

La plupart de nos chimistes paraissent croire que les

186. L'air extérieur est fréquemment très humide, et toutes les fois que cela a lieu, celui qui soigne une étuve ne doit y laisser entrer cet air qu'avec ménagement; il doit aussi tenir la température plus élevée, s'il ne veut pas faire une trop forte consommation de combustible. Car, quel que soit l'état de l'air qu'on introduit, il enlève de la chaleur à proportion de sa quantité; et s'il est d'avance saturé d'humidité, il enlève moins d'eau aux objets qui sèchent. Mais en élevant sa température, vous lui donnez le pouvoir d'en enlever une plus grande quantité, et cela avec

---

idées de Berthollet, relativement à l'affinité, se seraient accordées avec les phénomènes, si c'était une attraction de la même espèce que l'attraction planétaire; mais le fait est que des changemens chimiques ne peuvent avoir lieu que quand l'équilibre est détruit. Toute force moindre que celle qui détruit l'équilibre ne produit rien qu'un déplacement; et l'effet d'une masse du corps décomposant dans cette décomposition, doit être nécessairement très limité, et ne peut être réel que jusqu'à cette limite; ce qui est bien prouvé par toutes les opérations de chimie faites en grand. Si vous soutenez la théorie de M. Dalton, et si vous niez l'attraction de l'air sur la vapeur, vous êtes forcé d'imaginer qu'il existe dans les gaz une force de répulsion entre leurs propres molécules, ce qui paraît incroyable à tout autre qu'à un disciple de Boscovich.



une moindre dépense de chaleur, ainsi que nous le ferons voir plus loin (1).

L'affinité de l'air aide d'une manière fort avantageuse les opérations pour sécher les étoffes d'un tissu épais et serré, les bois et autres choses de cette nature.

Les murs d'une chambre à sécher (en n'en considérant que la partie qui renferme l'espace où s'exécute l'opération), doivent être de telle nature qu'ils ne puissent absorber qu'une petite quantité d'humidité. On pourrait les recouvrir avec des carreaux vernissés, comme ceux qu'on nomme carreaux hollandais, maçonnés ou fixés contre quelque matière faiblement conductrice. Il ne serait pas très dispendieux de border les murs avec des dalles minces de marbre commun. Si l'on em-

---

(1) L'atmomètre du professeur Leslie serait un instrument utile dans une chambre à sécher; il mesure la quantité d'humidité qu'exhale une surface mouillée dans un temps donné (art. Meteorol. Nappier's supp. to encyc. brit. p. 346); car, quoiqu'il ne donne pas des indications sur lesquelles on puisse compter dans beaucoup de recherches météorologiques, il paraît assez convenable pour l'objet qui nous occupe. Les méthodes qui exigent une grande délicatesse d'exécution dans les opérations où il s'agit d'évaluer des pesanteurs, n'auraient aucune utilité pour des ouvriers dans leur pratique.

ployait du bois, il faudrait que ce ne fût pas de quelque espèce propre à donner une matière colorante. Ainsi, l'on ne devrait pas se servir de chêne, de cèdre, d'acajou, etc. Les petits cabinets à sécher, pour l'usage des maisons particulières, peuvent être construits entièrement en bois : on peut empêcher qu'il ne se déjette en employant des bandes étroites en travers et qu'on fixe par des clous de cuivre ou par des chevilles de bois. (*Voy.* pl. VI, fig. 20.) On ne doit pas y faire entrer le fer, à cause de la rouille dont il se couvrirait. L'espace renfermé ne doit pas être plus considérable que cela n'est nécessaire pour conduire l'opération de sécher avec le degré de promptitude convenable.

189. Les étoffes peuvent être pendues à des formes ou étendues sur elles, et toujours de manière à présenter la plus grande surface possible à l'action de la chaleur. Chacune de ces formes doit avoir des roues pour qu'on puisse aisément les mouvoir en avant et en arrière dans des rainures en métal. On pourrait aussi avoir des mannequins suspendus comme les châssis d'une fenêtre, ils seraient plus avantageux que les formes qu'on fait glisser horizontalement, parce qu'alors la chambre à sécher pourrait être, soit au-dessus, soit au-dessous de la chambre de travail; et que,

outre une économie d'espace, on y gagnerait de pouvoir faire les changemens avec plus de facilité (1).

Les formes sur roues ou à roulettes se tiennent en dehors pour y placer les étoffes, et on les rentre ensuite dans la chambre à sécher; l'espace dans lequel on les conduit doit être garni de portes fermées très exactement à l'exception du moment où l'on sort les formes et de celui où on les rentre. Chaque forme doit être faite pour une place distincte, et il doit y en avoir au moins une de relais afin que la chambre à sécher puisse être toujours pleine. Le nombre des formes de relais doit évidemment dépendre de la facilité qu'ont les ouvriers pour tenir toujours les espaces pleins. La hauteur des formes dépend de celle de la chambre à sécher; mais celles qui sont plus élevées sont préférables, lorsque leur hauteur ne les rend pas incommodes pour le service; la plus grande hauteur convenable est d'environ 7 à 8 pieds (2).

---

(1) Feu M. Bramah avait une patente pour une méthode analogue de suspendre les objets à sécher. (Rep. arts, vol. VIII, p. 10.)

(2) Une manière très convenable de construire les formes pour sécher un grand nombre d'articles, est de les faire sur le modèle de celles de Brierly, destinées pour

190. L'air doit être échauffé avant d'entrer dans l'espace où sont placées les marchandises ; et il doit aussi y avoir des tuyaux placés entre les formes pour élever la température des objets qu'on fait sécher. L'air réchauffé doit être introduit par différentes ouvertures dans le bas de la chambre, et immédiatement au-dessous des formes ; et après avoir traversé les objets qui y séchent, et s'être chargé de vapeur, il doit aller sortir au haut de la chambre (1). Les ouvertures qui répondent dans le haut à chacune des formes, doivent conduire à une issue commune à toutes et qui doit

---

l'usage des fabriques de laine, et décrites dans les Transactions de la société des arts, etc., vol. XXXVI, p. 62. Mais celle exécutée par M. Rhodes pour sécher les tissus de laine, serait de beaucoup supérieure, si l'on pouvait la tourner convenablement, et de façon que l'axe fût vertical lorsqu'on la placerait dans la chambre à sécher. (Trans. soc. of arts, vol. XXXVII, p. 79.)

(1) Le procédé employé par MM. Strutts est exactement le revers du mien ; ils font entrer l'air échauffé par le haut et le font sortir par le bas. Mais l'air le plus chaud et le plus chargé de vapeur doit se trouver dans le haut, à raison de sa légèreté, et l'air échauffé qui doit d'abord le traverser, se charge nécessairement de vapeur avant de se trouver en contact avec les objets à sécher, et ne peut, par conséquent, jamais agir avec beaucoup d'effet sur eux.

être garnie d'un régulateur pour retarder ou pour hâter le courant, suivant les circonstances, de même qu'il doit aussi y avoir un registre pour régler l'introduction de l'air frais dans la chambre à air où doit être chauffé l'air avant d'entrer dans la chambre à sécher. Au moyen de ces registres, on pourra faire passer à volonté un courant d'air, lent ou rapide, dans une place quelconque d'une chambre à sécher (1). Mais c'est sur le régulateur du haut que l'on peut compter davantage, parce que si celui du bas seulement était fermé, il occasionnerait un tel tirage par les fentes, et une telle affluence d'air à chaque changement des formes, que l'opération se trouverait beaucoup retardée. Le registre pour faire entrer l'air froid ne doit être ouvert que de la quantité nécessaire pour prévenir la plus grande partie de la tendance à entrer de l'air des chambres de travail.

Comme chaque forme doit être à une certaine distance de celles qui l'avoisinent, la vitesse du

---

(1) Dans quelques chambres à sécher, on a fait, à ce qu'il paraît, usage d'éventails suspendus pour agiter l'air. (Essais sur le chauffage à la vapeur, par Buchanan.) Mais cette méthode serait tout-à-fait superflue dans une chambre dont la ventilation serait exécutée d'après mes principes.

courant d'air sera très différente dans les divisions. Il sera le plus rapide entre celles qui contiennent les effets les plus chargés d'eau, et le plus lent dans celles où se trouvent les articles qui sont presque secs. En effet, la vitesse d'ascension doit être la plus grande partout où l'air absorbe une plus grande quantité d'humidité en un temps donné. Mais, toutes les fois qu'on fait sécher des objets, la quantité d'humidité qui s'en échappe en un temps donné, va toujours en diminuant, et elle finit au bout d'un certain temps par être insensible. L'air qui traverse des objets presque secs, les quitte sans s'être saturé d'humidité. Mais je n'y vois pas, pour le moment, de remède qui n'eût pas l'inconvénient d'entraîner à plus de dépense en travail qu'on n'économiserait en chaleur.

191. Il est possible de sécher les étoffes d'un tissu serré, ainsi que les objets réunis en fortes masses, avec une telle rapidité, que leur surface seule sera sèche. Dans ce cas, on les trouvera rudes au toucher; et si on les met de côté pendant quelques jours, leur humidité intérieure se portera au dehors et les fera paraître mouillés. Lorsqu'on a cela à craindre, il faut ménager l'opération de manière qu'elle se fasse avec un moindre degré de chaleur et qu'elle se prolonge davantage. La différence dans la quantité de vapeur qui s'échappe

pendant la durée de l'opération, rend difficile le calcul de la force de chaleur nécessaire pour produire un effet donné, parce qu'une plus grande quantité d'air que celle qui peut être saturée par la vapeur, doit traverser les objets pendant les derniers momens de l'opération. Pour empêcher les articles dont la matière est lâche d'être séchés superficiellement, on peut les étendre en lés de peu d'épaisseur, ou bien les tenir constamment en mouvement.

192. Le poids de l'eau absorbée par différens corps est très différent. J'ai fait des essais sur le papier, la soie, la toile fine, la toile à voiles, le calicot et la flanelle. M. Sylvestre (1) en avait fait avant moi sur le calicot. J'avais soin avant de peser les différens articles mouillés, de les faire tordre comme cela se pratique par les blanchisseuses. Voici à peu près les résultats que j'ai obtenus.

	Poids sec.	Poids mouillé.	Poids de l'eau absorbée.
Flanelle.....	1.....	3.....	2
Calicot.....	1.....	2 $\frac{1}{8}$ .....	1 $\frac{1}{8}$
Soie.....	1.....	1 $\frac{29}{30}$ .....	$\frac{29}{30}$

(1) Philosophie d'économie domestique, p. 31. Les résultats ont été 547 livres sec, 1140 mouillé, et 593 livres d'eau absorbée; ce qui s'éloigne très peu de mon expérience.

Soie . . . . .	1 . . . . .	1 $\frac{29}{30}$ . . . . .	$\frac{29}{30}$ .
Toile de lin . . . . .	1 . . . . .	1 $\frac{3}{4}$ . . . . .	$\frac{3}{4}$ .
Toile à voiles . . . . .	1 . . . . .	1 $\frac{3}{4}$ . . . . .	$\frac{3}{4}$ .
Papier . . . . .	1 . . . . .	1 $\frac{6}{7}$ . . . . .	$\frac{6}{7}$ .
Papier à dessiner . . . . .	1 . . . . .	1 $\frac{18}{50}$ . . . . .	$\frac{18}{50}$ .

Or, pour que des poids égaux de ces différentes sortes d'objets pussent être séchés dans des temps égaux, la force de la chaleur pour la flanelle devrait être capable d'enlever deux livres de vapeur, tandis que celle pour sécher le calicot n'aurait besoin que d'être suffisante pour en enlever une livre, et celle pour la toile de lin, pour en enlever trois quarts de livre. Quand la force de la chaleur est la même pour chaque espèce, les temps pour sécher sont dans un rapport beaucoup moins simple (1).

---

(1) Soit  $w$  = le nombre de livres d'eau que contiennent les objets, et  $nw$  le nombre de livres évaporées dans la première portion de temps. Alors le poids de l'eau qui y restera après 1', 2', 3', etc., portions égales de temps, sera exprimé par  $w(1-n)$ ,  $w(1-n)^2$ ,  $w(1-n)^3$ , etc.; si l'on nomme  $v$  le poids qui reste quand le pouvoir qu'ont ces objets pour absorber l'humidité est en équilibre avec celui de l'atmosphère, à la température moyenne, on aura  $w(1-n)^t = v$  pour l'expression du moment où les objets seront secs. Et  $t = \frac{\log w - \log v}{\log 1 - \log (1-n)}$ .



193. On peut voir dans la note de l'article précédent que l'on aura obtenu le résultat le plus économique possible en séchant, lorsque la quantité d'humidité évaporée dans un temps donné

Maintenant il paraît, d'après quelques expériences que j'ai faites pour constater le poids de l'eau, qu'on peut retirer d'objets qui, séchant dans une chambre à sécher, sont arrivés au point qu'on les regarde ordinairement comme secs; il paraît, dis-je, que  $v$  est égal à la douzième

partie de  $w$ . Ainsi  $t = \frac{1,079181}{\log 1 - (\log 1 - n)}$ . Mais on a plus souvent besoin de savoir quelle quantité sera enlevée dans une partie aliquote de temps, en supposant que le

temps est donné. Dans ce cas on a  $1 - \left(\frac{v}{w}\right)^{\frac{1}{t}} = n$ ,

et quand  $w = 12v$ ,  $1 - 0,0833 \frac{1}{t} = n$ . Soit le temps égal

à 30 parties; alors le logarithme de 0,0833 divisé par 30, donne le logarithme de 0,9205; et  $1 - 0,9205 = 0,0795 = n$ . Donc si l'on veut sécher à raison de  $w$  livres par 30 minutes 0,0795  $w$  donnera la quantité d'eau à évaporer par minute. Les formes devront être garnies de manière à rendre la chaleur uniforme. Si ce n'était pas un sujet trop compliqué pour être traité dans cet ouvrage, on pourrait démontrer par les principes des *maxima* et des *minima*, que quand le temps est environ 30 portions, l'effet d'une portion déterminée de combustible est un *maximum*, quand les objets sont de telle nature que, dans la première portion de temps, on puisse évaporer une quantité d'eau égale à 0,0795  $w$ .

sera égale à 0,08 de la totalité de celle qui est contenue dans les objets qu'on veut sécher, et que le temps que doit rester chaque article dans la chambre à sécher est égal à environ 30 fois le temps donné. La force de la chaleur doit être surordonnée à la quantité d'eau que contiennent les objets, et à l'étendue de surface qu'ils présentent à son action. La chaleur la plus avantageuse dans la pratique, répond à  $90^{\circ}$  ( $26^{\circ}$  R.) lorsque le point de la rosée est à  $40^{\circ}$  (1), et l'on peut facilement la faire varier de manière à opérer avec la même vitesse, quand le point de la rosée est plus élevé.

194. L'évaporation sera en raison directe de l'excès d'humidité dans la matière qui sèche, quand

---

(1) Si l'on prend un verre rempli d'eau un peu plus froide que la température à laquelle l'air pourrait être réduit sans être forcé à déposer une partie de l'humidité qu'il contient, la surface du verre se couvrira de rosée; le degré de température de l'eau, au moment où cette rosée commence à se déposer, est ce qu'on nomme le point de la rosée. Quand on ne peut autrement se procurer de l'eau assez froide, on peut y ajouter un peu de nitre ou de muriate de chaux. Mais le D<sup>r</sup> Young a remarqué (Lect. on natural philos. 1, p. 708.) que ces expériences sont sujettes à une certaine inexactitude, parce que quelques substances semblent attirer l'humidité à une température un peu plus élevée que d'autres; et il conseille l'emploi d'un

la matière et le temps seront les mêmes (1); et le temps sera en raison inverse de la quantité de chaleur; mais on ne saurait diminuer le temps en augmentant la chaleur que jusqu'à un certain point, et ce point doit dépendre de la facilité avec laquelle l'humidité passe de l'intérieur à l'extérieur du corps que l'on sèche. Dans le but de m'assurer quelle est la plus grande quantité d'humidité qui puisse être enlevée par minute d'un pied carré de surface de drap de coton, par une chaleur de  $90^{\circ}$  ( $26^{\circ}$  R.) j'ai fait plusieurs expériences, dont la moyenne m'a donné neuf grains par minute; le drap étant saturé d'humidité, et le point de la rosée étant à  $40^{\circ}$  ( $3^{\circ},5$  R.) (2).

---

vase de métal de préférence à un verre. M. Daniell a nouvellement exécuté un instrument très délicat, pour constater le point de la rosée; il est décrit dans les Essais météorologiques, p. 144. Trois années d'observations lui ont donné  $44\frac{1}{4}$  degrés F pour le point moyen de dépôt dans le voisinage de Londres.

(1) C'est une loi générale de laquelle la loi particulière de M. Dalton, pour l'évaporation de l'humidité, peut être facilement déduite; mais en théorie même elle n'est pas d'une exactitude parfaite, quoiqu'elle le soit assez pour pouvoir être employée avec sûreté dans la pratique.

(2) Dans les mêmes circonstances, l'évaporation d'un pied carré d'eau est évaluée à  $22\frac{1}{4}$  grains par minute dans

A ce taux, 5400 verges carrées de surface, ou 2700 verges de drap, perdraient un pied cube d'eau par minute; c'est à raison d'environ  $\frac{1}{100}$  de pied cube par pièce de drap.

195. Maintenant, un pied cube d'air à 90° (26° R.) est saturé avec 14,1 grains de vapeur. *Voy.* table VI, art. 221), dont déduisant 2,9 grains pour la quantité de vapeur qui se trouve déjà dans l'air quand le point de la rosée est à 40°, il reste 11,2 grains, c'est-à-dire que chaque verge de drap exige environ 15 pieds cubes d'air pour en enlever la vapeur; mais on ne peut pas calculer sur un air entièrement saturé, et l'on ne doit pas chercher à le rendre tel, par la raison que tout ce qu'on gagne de ce côté, on le perd sous le rapport du temps. Il vaut donc mieux supposer qu'une verge de drap exige 30 pieds cubes d'air, et que par

---

un temps calme; à 29 grains quand le vent est modéré, et à 35 grains quand il est très fort. C'est le résultat des expériences de M. Dalton; mais il serait à désirer que l'on en eût fait davantage sur ce sujet intéressant, et particulièrement dans les cas ordinaires où il s'agit d'évaporer ou de sécher. M. Daniel en a fait récemment quelques-unes pour un objet particulier, et qui laissent dans le doute sur la confiance que méritent les résultats de M. Dalton. (*Quarterly Journal of Science*, vol. XVII, pag. 52.)

conséquent une pièce de drap de 25 verges en exige 750 pieds cubes par minute.

196. Ainsi, dès que la balance entre la chaleur à fournir et celle à dépenser sera établie, la quantité de chaleur qu'il faut par minute pour chaque pièce de 25 verges, sera équivalente à l'évaporation d'un centième de pied cube d'eau, et au réchauffement de 750 pieds cubes d'air élevés de la température de l'atmosphère à  $90^{\circ}$  ( $26^{\circ}$  R.).

La quantité de tuyaux à vapeur nécessaire pour évaporer  $\frac{1}{100}$  de pied cube d'eau, est de 138 pieds carrés de surface (1). On doit employer des tuyaux de cuivre, placés entre les formes qui portent les objets à sécher.

Pour élever à  $90^{\circ}$  ( $26^{\circ}$  R.) la température de 750 pieds cubes d'air, celle de l'air extérieur étant

(1) On a fait voir dans une note à l'article 46, que  $0,0007388s(T-t) = 160^{\circ}$ , d'où  $s = \frac{216800}{200 - t}$ ; mais comme il faudra sept fois cette surface pour convertir un pied cube d'eau en vapeurs  $s = \frac{1517600}{200 - t}$ ; et quand  $t = 90$ , et que la quantité égale seulement 0,001 de pied cube,  $s = 138$  à peu près. Je suppose la chaleur nécessaire pour produire une quantité donnée de vapeur, la même à  $90^{\circ}$  qu'à  $212^{\circ}$ , la différence étant trop petite pour la faire entrer dans le calcul.

supposée de  $40^{\circ}$  (3,5 R.) il faut.....

$$\frac{750 \times 50}{2,1 (200 - 65)} = 132 \text{ pieds de surface de tuyau. Ce}$$

calcul est fait d'après l'article 44, et l'on n'a pris que la température moyenne entre 40 et 90 pour celle qu'on suppose en contact avec les tuyaux. Ces tuyaux doivent être placés de manière à élever l'air à  $90^{\circ}$  avant qu'il n'arrive en contact avec les objets à sécher. Le mieux est de les avoir en fonte, et de les placer dans une chambre à air au-dessous de celle où l'on fait sécher.

Il paraît évident que les tuyaux placés, la moitié dans une chambre à air, et l'autre moitié dans la chambre à sécher, se trouveront dans une proportion à peu près convenable. La totalité de ces tuyaux sera de  $138 + 132 = 270$  pieds pour chaque pièce de drap.

197. Les fabricans seront sans doute bien aises de connaître le temps que prendra cet arrangement pour produire un effet donné, attendu qu'il ne peut être réduit pour le calicot sans une dépense inutile de chaleur. Supposons qu'une pièce de calicot contienne 5 livres d'eau quand on la met dans le séchoir; nous savons que l'évaporation du calicot est à peu près d'un centième de pied cube d'eau dans la première minute, ou de 0,625 livres; mais  $5 \text{ livres} \times 0,08$  (voy. art. 193) donne

0,4 liv. dans la première portion de temps, on a donc  
 $0,625^{liv.} : 1^{min.} :: 4^{liv.} : 0,64^{min.};$

d'où  $30 \times 0,64 = 19,2$  minutes. La pièce sera donc séchée en 19 minutes.

Pour sécher dans un temps double, il ne faudrait que la moitié de la quantité de surface en tuyaux à vapeur, et pour tout autre temps dans la même proportion. Le tiers environ de la quantité de tuyaux déterminée ci-dessus serait suffisant pour un ménage ordinaire; ce qui ferait 45 pieds de surface dans la chambre à sécher, et 45 pieds dans la chambre à air pour chaque 25 aunes d'étoffe ou pour une surface équivalente d'autre matière.

198. La proportion de l'aire du tuyau pour évacuer la vapeur, peut se trouver aisément par le calcul suivant. Il devra passer par minute 750 pieds cubes d'air pour chaque 270 pieds de surface de tuyau, ajoutés à un trentième de ce volume de vapeur; c'est en tout 775 pieds cubes d'air, dont la pesanteur spécifique est diminuée à raison de six degrés dont la température est élevée. Maintenant, soit la température extérieure =  $40^{\circ}$  (3,5 R.), et celle de l'air qui s'évacue =  $90^{\circ}$ ; la différence est de  $50^{\circ}$ , auxquels ajoutant  $6^{\circ}$  à cause de la moindre pesanteur spécifique, on aura pour toute la différence  $56^{\circ}$ ; et faisant le calcul d'après la note à l'article 64, on trouvera l'aire

du tuyau en divisant 7,75 par la racine carrée de la hauteur du tuyau ; la hauteur doit être mesurée depuis le centre de la chambre à air jusqu'à l'ouverture par laquelle la vapeur et l'air chaud passent dans l'atmosphère. Ainsi, en supposant la hauteur de 25 pieds, la racine carrée de 25 est 5, et  $\frac{7,75}{5} = 1,55$  pieds carrés pour l'aire du tuyau quand la surface des tuyaux à vapeur est de 270 pieds carrés.

Tous les passages à air doivent avoir à peu près la même surface, de sorte que, lorsque la quantité du tuyau à vapeur est connue, les autres proportions peuvent très aisément se trouver.

*Cabinet à sécher pour un ménage.*

199. Comme exemple d'application de ce mode de sécher, on donne dans la planche VI un modèle de construction d'un cabinet propre à sécher le linge d'un ménage. Ce cabinet est destiné à contenir deux formes ou chevalets, dont chacun peut recevoir une quantité de linge suffisante pour exiger environ une heure avant d'être sèche ; on ne garnit d'abord qu'un de ces chevalets, et lorsque le linge qu'il porte est à moitié sec, ce qui demande environ 20 minutes, on charge le second chevalet d'une quantité égale de linge mouillé. En



changeant ainsi alternativement les deux chevalets, de manière qu'une nouvelle quantité de linge soit mise à sécher lorsque la charge précédente est déjà à moitié sèche, on obtient une économie considérable de combustible et de temps.

Les chevalets sont portés sur des roulettes, et lorsqu'on en tire un en dehors dans toute son étendue, son extrémité ferme l'ouverture et empêche l'air échauffé de s'échapper.

Par cette méthode de sécher, les personnes qui dirigent l'opération ne sont nullement incommodées soit par la chaleur, soit par la vapeur des étoffes mouillées; il faut beaucoup moins de combustible et beaucoup moins d'espace pour produire le même effet. Pour le service d'une famille, la dépense d'un appareil de cette espèce ne sera guère plus considérable que le plus commun de ceux qui sont en usage. Une des chaudières de la chambre aux lessives peut être employée comme chaudière à vapeur, sans être pour cela moins propre à d'autres services; on n'aura plus besoin de ces machines lourdes et dangereuses, auxquelles on suspend ordinairement les objets à sécher, et il ne faudra pas autant de place pour la buanderie. Et ce qui n'est pas une petite recommandation pour ce plan, c'est qu'en le suivant, une immense quantité d'air frais doit passer au milieu du linge qui

sèche, ce qui le rendra plus pur et plus propre à l'usage.

200. Il doit paraître évident que la vapeur peut être employée comme moyen de sécher, dans divers autres cas, et pour des objets d'un genre qui rend l'avantage d'une température limitée encore plus grand que pour ceux dont il a été question. On en a éprouvé l'utilité pour beaucoup d'articles, et j'ose croire que les principes et les règles établis dans ce chapitre la feront encore mieux reconnaître. On verra combien de circonstances diverses il fallait considérer, et l'on ne sera plus étonné que le succès n'ait pas toujours accompagné les expériences de ceux qui n'avaient pas approfondi ce sujet.

La vapeur peut être employée avec avantage pour sécher les *grains*, la *drèche*, le *houblon*, le *papier*, la *poudre à canon* (1), le *sucre* et d'autres objets de fabrique, etc. (2).

---

(1) A l'article *Poudre* du supplément de l'Encyclopédie britannique de Nappier, il est dit que : « La méthode des tuyaux à vapeur est maintenant généralement adoptée; et de cette manière toute sorte de sécurité réelle aussi bien qu'imaginaire est obtenue. »

(2) Quoique la chaleur de la vapeur soit ce qu'il y a de plus sûr et de mieux pour ces divers cas, cependant il

La vapeur peut encore être employée à sécher la tourbe destinée au chauffage, de sorte que sa préparation ne serait plus bornée à cette partie de l'été où les bras sont plus précieux. Mais il est une nouvelle et plus importante application de ce moyen de sécher et qui mérite d'être considérée; en effet, dans tous les cantons où le combustible est à bon marché, on peut, avec toute sûreté, se servir de la vapeur pour sécher le blé, lorsque la moisson a été humide. Un appareil destiné à cet usage ne serait pas dispendieux, et aurait bientôt payé les frais de la construction. Une chaudière et des tuyaux à vapeur seraient, avec les choses que l'on trouve généralement dans toutes les fermes, les principaux objets nécessaires. Des claies serviraient pour étendre les gerbes, et l'on pourrait les coucher horizontalement sur des barres ou des piquets écartés de 18 à 20 pouces. Des toiles goudronnées ou des draps serviraient à ren-

---

est certaines circonstances où l'on doit employer d'autres moyens. Dans un bâtiment pour sécher du sucre, dont j'ai récemment donné le plan, une chaleur uniforme est entretenue par des poêles. Le bâtiment a 50 pieds de long sur 22 de large, et les poêles échauffent de l'air qui passe sur la surface du sucre, et donnent en même temps de la chaleur aux planches sur lesquels le sucre est étendu.

fermer l'espace par où l'air échauffé s'élèverait et circulerait au milieu des gerbes, pour sortir ensuite au haut du toit de la grange ou de tout autre bâtiment où se ferait l'opération.

L'emplacement d'un four à drèche, muni d'un appareil à vapeur, serait excellent pour sécher le blé dans une saison humide, et je ne doute pas que l'emploi de la chaleur artificielle n'augmente dans plusieurs cantons, et ne serve à prévenir la perte de grains très précieux. La certitude de pouvoir conserver son blé en bon état pendant une mauvaise saison, portera le calme dans l'esprit du laboureur; il n'aura plus d'inquiétude sur la sûreté de ce qui, en suivant la routine ordinaire, n'est que trop fréquemment avarié, et quelquefois entièrement perdu. Il pourra aussi tirer avantage des mêmes moyens, lorsque la récolte du foin sera mauvaise; et il ne tardera pas à vouloir remplacer des constructions temporaires par d'autres plus durables. La certitude de l'effet de la chaleur artificielle deviendra pour le fermier d'une aussi grande importance que l'est pour le marin la certitude de la puissance de la vapeur; et ces deux classes d'hommes, qui jusqu'ici ont été plus que toutes les autres dans la dépendance des saisons, retireront désormais de grands avantages de l'application de la vapeur.

Ce ne sont pas les fermiers seulement qui profiteront de la facilité de sécher le blé artificiellement dans les saisons tardives ou pluvieuses, car alors la population entière se ressentira des bons effets de cette méthode. Du blé malsain ne peut faire que d'assez mauvais pain, de quelque manière qu'on le traite; et il n'arrive que trop souvent qu'on n'en récolte pas d'autre.

Quand on aura du blé à sécher, on pourra désormais, pour le mettre en mouvement, et pour permettre à la vapeur de s'échapper facilement, employer un moyen qui vient d'être inventé par M. James Jones (1), et dont l'usage sera admirable.

---

(1) Transactions of Society of Arts, vol. XLI.

---

## CHAPITRE XII.

### *Recherches sur la nature de la chaleur et de la lumière.*

« Quoique l'invention d'hypothèses plausibles,  
 » indépendantes de toute liaison avec des obser-  
 » vations expérimentales, ne puisse être que d'une  
 » très faible utilité pour l'avancement des sciences  
 » physiques, cependant la découverte de principes  
 » simples et uniformes, au moyen desquels un  
 » grand nombre de phénomènes, en apparence hé-  
 » térogènes, se trouvent réduits à des lois cohé-  
 » rentes et universelles, doit toujours être con-  
 » sidérée comme influant d'une manière très  
 » importante sur les progrès de l'esprit humain. »

YOUNG.

201. Nous ne pouvons espérer d'arriver à une connaissance exacte des lois de la nature, et de la constitution des corps physiques, que par des efforts multipliés. Mais chaque individu peut, avec le zèle et la persévérance convenables, soulever une partie du voile dont il a plu à la Bonté Infinie de couvrir les phénomènes de l'univers.

Aussi trouvons-nous qu'une immense collection de faits, de raisonnemens et d'analogies a été rassemblée avec le temps sur toutes sortes de sujets, et qu'on en a formé des classes par suite de la découverte de principes communs à chacune d'elles. Ce mode de classification de la science tend merveilleusement à la perfectionner, non-seulement en donnant plus de facilité pour retenir ce qu'on a appris et pour l'employer avec avantage, mais aussi en suggérant de nouveaux moyens de recherches et d'expériences, et par conséquent en étendant la science à de nouveaux objets.

La nature de la lumière et de la chaleur n'est pas sans avoir été recherchée, mais rien n'a été dit jusqu'ici qui ait été reçu généralement comme la véritable application des phénomènes; et comme j'ai considéré ce sujet d'une manière un peu différente de celle dont en ont parlé ceux qui l'ont déjà traité, je vais profiter de l'occasion que me donne cet ouvrage pour faire connaître mes idées à ceux qui le liront.

202. Newton, voulant expliquer différens phénomènes de la nature, imagina que tout l'espace est pénétré par un fluide éminemment élastique et d'une extrême légèreté (1), lequel peut, dit-il,

---

(1) Voyez l'Optique de Newton, questions 18 et 22.

remplir les espaces entre les planètes et les autres corps célestes, sans produire sur leurs mouvemens un effet qui puisse en aucune sorte nous être sensible. Supposons que ce milieu, fluide d'une haute élasticité, soit le calorique ou la chaleur. Supposons encore que la chaleur et la lumière sont le même fluide agissant avec différens degrés d'intensité. A l'aide de ces suppositions, et de la comparaison de faits connus, je me propose de rendre raison de divers phénomènes, et j'espère persuader à mes lecteurs que l'explication que j'en donne est la véritable; toutes les fois, du moins, que je serai assez heureux pour pouvoir me faire comprendre. La lumière et la chaleur étant ici considérées comme le même fluide, j'emploierai le mot calorique pour désigner le fluide en général, et les noms de chaleur et de lumière serviront à indiquer ses deux états.

203. Si deux corps sont suspendus et en équilibre dans un fluide élastique, leurs surfaces seront de toute part pressées avec la même force. Mais si quelque force perturbatrice oblige les corps de s'approcher l'un de l'autre, la portion de fluide interposée exigera nécessairement de la force pour la déplacer, et par conséquent elle exercera une pression sur les deux surfaces en regard, tandis qu'il y aura une diminution de pres-



sion sur les deux surfaces opposées. Maintenant, si tout espace est rempli de calorique, l'attraction mutuelle de la terre et du soleil, et le mouvement de la première, doivent occasionner une augmentation d'action sur leurs surfaces en regard (1), et de cette cause résultent les phénomènes de lumière et de chaleur qui ont lieu du côté de la terre qui est tourné vers le soleil; tandis que du côté opposé la diminution de pression du calorique est la cause de l'obscurité et de la perte de chaleur; car un dérangement d'équilibre, en diminuant la pression, doit être accompagné d'une perte de calorique, et l'effet contraire doit être une conséquence de l'augmentation de pression, toutes les fois que les corps physiques sont susceptibles d'absorber le fluide qui les presse.

Et il paraît que c'est l'augmentation de pression du calorique qui agit sur nos organes de la vue et qui rend les objets visibles. On peut dire que nous touchons les objets éloignés par l'intermédiaire d'un fluide élastique, partout où la force

---

(1) On dira peut-être que l'accumulation de calorique devrait être dans la direction du mouvement de la terre dans son orbite; mais, dans un fluide aussi élastique, cela ne saurait avoir lieu d'une manière sensible. Elle ne peut se développer que par la réaction de quelque autre corps.

du soleil accroît la densité de ce fluide dans l'atmosphère (1); et cela doit avoir lieu, quoique l'air ou d'autre matière grossière occupe une partie de l'espace, pourvu que cette matière soit de telle nature que le calorique puisse librement en pénétrer les pores.

Si nous avons bien soin de distinguer entre intensité d'action et quantité d'action, nous ne trouverons pas de difficulté à faire la distinction entre la chaleur et la lumière. Il paraît qu'un certain degré d'intensité de développement est nécessaire

(1) Car n'est-il pas plus raisonnable d'imaginer que la pression d'un fluide nous rend sensible la présence d'un objet éloigné, que de supposer qu'il se dégage continuellement de cet objet des particules très ténues de lumière, ou bien qu'il les réfléchit de sa surface? L'hypothèse d'un milieu élastique a été démontrée comme étant la plus préférable, en ce qui concerne les principes de l'optique, dans l'écrit du docteur Young sur la théorie de la lumière et des couleurs (Nat. Phil., vol. II, p. 213.). Et je crois que sa théorie ne diffère de la mienne qu'en ce que l'une attribue à l'ondulation ce que l'autre donne comme l'effet de la pression. Mais je soutiens que la cause qui excite l'ondulation est la pression, et que lorsqu'un fluide est mis en mouvement dans un autre milieu par l'effet de la pression, le mouvement doit être transmis d'une manière périodique. L'extension de l'hypothèse à la chaleur n'a pas l'avantage de s'appuyer sur une égale autorité.

pour occasionner le phénomène de la lumière, et que, quelle que soit la quantité de fluide sur laquelle s'exerce une action, si l'intensité est moindre que ce degré, il n'en résultera que le phénomène de la chaleur; tandis qu'une grande intensité et une petite quantité amèneront le phénomène de la lumière sans beaucoup de chaleur. Et nous pouvons en conclure que ce milieu, appelé calorique, est universellement répandu, et que c'est à cause de cela que nous voyons la lune, les planètes et les étoiles.

De même, puisque la chaleur qui a été forcée de pénétrer dans les corps par l'attraction mutuelle et par les mouvemens de la terre et du soleil, ne les quitte pas et ne peut pas les quitter immédiatement à l'instant où l'action a cessé, et puisque la dilatation de l'atmosphère doit considérablement différer sur les côtés à l'orient et à l'occident d'un méridien sur lequel le soleil est vertical, cette inégalité ne pourrait-elle pas être suffisante pour occasionner le mouvement diurne de la terre (1)?

204. Si quelque changement a lieu dans l'équi-

---

(1) Si l'on prétendait qu'une force agissant constamment, produirait un mouvement accéléré, je répondrais non, parce que cette force surmonte une résistance équivalente dans le frottement du fluide calorique dans

libre d'un fluide élastique, la vitesse avec laquelle il se propage doit être uniforme et égale à celle qu'acquerrait un corps pesant en tombant d'une hauteur égale à la moitié du module d'élasticité du fluide (1). Or, il a été démontré que la vitesse de la lumière est d'environ 170000 milles par seconde. Donc le module d'élasticité du calorique doit être d'environ 25000000000000000 pieds, et le module du calorique étant connu, sa densité dans toute substance gazeuse peut être déterminée, si l'on néglige l'effet de l'affinité; car les poids des modules doivent être égaux pour la même base, autrement l'équilibre n'aurait pas lieu. Le module pour l'air à 62° (13 à 14° R.) est d'environ 27800 pieds; ainsi, la densité à 62° étant égale à l'unité, celle du calorique qu'il contient ne sera que  $\frac{1}{870,000,000,000}$ . Le module de l'eau est 750000 pieds, ou 22000 fois le poids de cet air, et par conséquent le calorique dans l'eau est

lequel la terre se meut; et qu'une accélération continue ne pouvait avoir lieu que dans l'instant où était engendrée cette vitesse qui rendait la résistance égale à la force d'action.

(1) Principes élémentaires de la Mécanique Céleste par Laplace, art. 380.

au moins 22000 fois aussi dense que celui de l'air ; mais, dans l'eau même, il est à peu près 4000000 fois plus léger que celui de l'air à 62°. Nous ne devons donc pas être étonnés que tous les efforts qu'on a tentés pour le peser aient été sans succès. Si l'on voulait corriger ces calculs en tenant compte de la force d'affinité, les résultats n'en seraient pas altérés d'une manière sensible.

205. Si l'on admet que le calorique est un fluide élastique, on doit nécessairement reconnaître que son équilibre et ses mouvemens sont réglés par les principes de la statique et de la dynamique ; et ces principes donnent les moyens de résoudre facilement les plus grandes difficultés que présente ce sujet. Les phénomènes du rayonnement, par exemple, sont les mêmes que ceux qui seraient produits par l'accumulation d'un fluide élastique dans une place particulière, ou par la perturbation que lui ferait éprouver une pression partielle. Il ne faut pas oublier qu'en évaluant la vitesse de ses mouvemens dans un milieu dense, l'absorption et la résistance du milieu doivent être prises en considération.

206. Quand un équilibre a été obtenu, s'il est de nouveau détruit par l'introduction d'une autre portion de calorique, on trouvera que les différens corps absorberont une quantité différente de la

nouvelle portion de calorique pour que l'équilibre se rétablisse. La quantité particulière que chaque corps en absorbe dans les mêmes circonstances, se nomme la *chaleur spécifique* de ce corps. Dans la comparaison de la chaleur spécifique des corps, on prend pour l'unité celle de l'eau à 60° (12° R.). Si la chaleur est un fluide matériel, la chaleur spécifique d'un corps peut être calculée, et si nous faisons voir que le calcul s'accorde, dans ce cas, à très peu de chose près avec les expériences les mieux faites, nous aurons fourni une nouvelle preuve de la vérité de nos suppositions.

207. Si l'on élève d'un degré du thermomètre la chaleur de deux corps de volume égal, mais de différente matière, et que l'on nomme  $E$  la quantité dont l'un de ces corps se dilate, et  $\epsilon$  la quantité de dilatation de l'autre corps; alors les espaces occupés par leurs chaleurs spécifiques seront proportionnels à leurs dilatations, si aucun changement n'a eu lieu dans leurs propriétés. On aura donc  $E : \epsilon :: 1 : \frac{\epsilon}{E}$ . Mais la densité de chaleur dans un corps quelconque étant proportionnelle au poids de son module d'élasticité (art. 204); si l'on nomme  $M$  le poids du module pour le corps dont la dilatation est  $E$ , et  $m$  le poids de celui dont la dilatation est  $\epsilon$ , on aura.....

$M : m :: \frac{\epsilon}{E} : \frac{m\epsilon}{ME} =$  la chaleur spécifique du corps dont la dilatation est  $\epsilon$ , celle de l'autre corps étant l'unité.

Prenant l'eau pour terme de comparaison, et à la température de  $60^\circ$  ( $12^\circ$  R.), sous une pression de 30 pouces (28 pouces français), on a  $M = 326000$  livres, et  $E = \frac{1}{3858}$ . Donc.....

$ME = 84,5$  et  $\frac{m\epsilon}{84,5} =$  la chaleur spécifique d'un égal volume du corps dont la dilatation est  $\epsilon$  et le module  $m$ .

Enfin, si l'on nomme  $S$  la pesanteur spécifique de la substance, celle de l'eau étant l'unité, on aura  $\frac{m\epsilon}{84,5} =$  la chaleur spécifique d'un poids égal de cette substance, quand le même poids d'eau est représenté par l'unité.

Avant d'essayer d'indiquer les conclusions générales qui se déduisent de ces équations, il est bon de les comparer avec les expériences qu'on a faites de la manière la plus directe. En premier lieu, l'air atmosphérique à la température de  $60^\circ$  ( $12^\circ$  R.) est dilaté de  $\frac{1}{510}$  par un degré de chaleur de la division de Fahrenheit. Ainsi,  $\epsilon = \frac{1}{510}$ , et le module est de 14,75 livres, quand le baromètre est à 30 pouces (28 pouces français).

$$\text{Donc } \frac{m_e}{84,5} = \frac{14,75}{84,5 \times 510} = 0,000342,$$

expression de la chaleur spécifique de l'air, celle d'un égal volume d'eau étant l'unité. Les expériences de Delaroche et Bérard donnent pour cette chaleur 0,00032. La pesanteur spécifique de l'air est de 0,0012; ainsi, l'on aura pour l'expression de la chaleur spécifique de l'air, celle d'un poids égal d'eau étant l'unité,  $\frac{0,000342}{0,0012} = 0,285$ . Les expériences des mêmes chimistes donnent 0,2669 pour cette même chaleur (1).

En second lieu, la vapeur à 212° (80° R.) se dilate de  $\frac{1}{671}$  par un degré de chaleur de la division de Fahrenheit, et son module est de 14,75 l.

Donc  $\frac{m_e}{84,5} = \frac{14,75}{84,5 \times 671} = 0,00026$ , expression de la chaleur spécifique de la vapeur à 212°, quand celle d'un volume égal d'eau à 60° (Fahrenheit) est l'unité. Et comme la pesanteur spécifique de

(1) Les recherches de MM. Biot et Arago donnent pour la pesanteur spécifique de l'air 0,001268. Si l'on divise par ce nombre la chaleur spécifique de l'air 0,000342, le quotient 0,2634 sera l'expression de la chaleur spécifique de l'air, celle d'un égal poids d'eau étant l'unité, expression qui se rapproche encore plus de celle que donne l'expérience. (Note du traducteur.)



la vapeur à  $212^{\circ}$  ( Fahrenheit ) est  $= 0,00058$ , on a  $0,46 =$  la chaleur spécifique de la vapeur à  $212^{\circ}$  ( Fahrenheit ), celle d'un poids égal d'eau étant l'unité.

La pesanteur spécifique de la vapeur à  $60^{\circ}$  (  $12^{\circ}$  R. ) et sous une pression de 30 pouces ( 28 pouces de France ), en supposant que la vapeur pût exister avec ces conditions, serait de  $0,0007053$ , et la chaleur spécifique de  $0,48$ , celle d'un poids égal d'eau étant l'unité (1).

Enfin, le fer est dilaté de  $\frac{1}{143000}$  par un degré de chaleur du thermomètre de Fahrenheit, et le module est de 25000000 de livres; dans ce cas  $\frac{m}{84,5} = 2$  à peu près pour la chaleur spécifique du fer lorsque celle d'un volume égal d'eau est l'unité; et  $0,263$  quand celle d'un égal poids d'eau est l'unité; les expériences donnent de  $0,143$  à  $0,11$ .

Je ne cherche point dans ces calculs à prendre en considération la différence qu'une plus ou moins grande affinité avec la chaleur occasionne-

(1) On prétend que M. Watt a fait voir par des expériences directes que la vapeur a d'autant plus de force que sa température est plus basse. (Doct. Young's, Nat. Phil., vol. II, p. 409.)

rait dans la densité; mais je pense que s'il était possible de le faire, la théorie que j'expose ici serait complète, et dans son état actuel elle approche beaucoup de la vérité. Puisque la dilatation de tous les corps gazeux est sensiblement la même à la même température, et que le poids du module est le même sous la même pression, la chaleur spécifique de volumes égaux devrait être égale, sauf l'influence que peut avoir une différence d'affinité pour le calorique; et nous voyons que les expériences donnent des résultats qui approchent infiniment de l'égalité (Voy. art. 217).

Comme le poids du module divisé par sa pesanteur spécifique, est une quantité constante dans le même gaz, et que la dilatation est la même à toutes densités (1), la chaleur spécifique de poids égaux doit être la même. Cette conclusion est directement opposée à une opinion très généralement reçue, et qu'on dit être fondée sur l'expé-

(1) En admettant que le volume d'un gaz soit en raison réciproque de la pression, on peut prouver que sa dilatation sera exprimée par son volume multiplié par le même nombre sous toutes les pressions. En effet, soit A le volume du gaz à la température T et sous la pression P, alors le volume sous toute autre pression p et à une température t sera comme  $p : P :: A \left( \frac{450 + t}{450 + T} \right) : \frac{AP}{p} \left( \frac{450 + t}{450 + T} \right)$ .

rience. Si l'on place un thermomètre très sensible dans le récipient d'une machine pneumatique, et que l'on pompe rapidement la moitié de l'air du récipient, le thermomètre s'élève de quelques degrés; si, au contraire, on fait entrer avec rapidité de l'air dans un récipient, le thermomètre baisse de quelques degrés; d'où l'on conclut que la chaleur spécifique de l'air est différente sous des pressions différentes. Mais ces expériences prouvent-elles autre chose, si ce n'est que, pendant un dérangement momentané de l'équilibre, le mercure acquiert ou perd une partie de sa chaleur, suivant l'action des forces perturbatrices? Et s'il est vrai que la chaleur soit un fluide de la nature que je suppose, il est impossible qu'un pareil dérangement d'équilibre puisse avoir lieu sans produire l'effet qui a été observé. Ce sujet est très important, attendu que la loi que suit la gradation de la chaleur dans l'atmosphère, restera incertaine tant que ce point ne sera pas décidé.

La dilatation par la chaleur n'est pas une quantité égale à toutes températures; conséquemment la chaleur spécifique doit varier comme la température du corps. Quand un corps n'est dilaté par la chaleur que d'une petite quantité, et que le module est considérable, la différence de chaleur spécifique ne mérite pas qu'on y fasse attention

dans le calcul ordinaire; mais dans les corps gazeux, la différence est considérable. Suivant ma formule, la chaleur spécifique de l'air à  $60^{\circ}$  ( $12^{\circ}$  R.), étant 0,000342, celle de l'air à  $212^{\circ}$  ( $80^{\circ}$  R.), doit être de 0,00026. Dans certain cas, la variation de la chaleur spécifique par suite de la différence de la température, paraît avoir produit les effets qui ont été attribués à la pression.

208. En admettant que le calorique soit un fluide matériel, s'il se combine avec d'autres matières, la combinaison peut exister dans trois états, et ces états doivent dépendre des quantités relatives de chaleur qui existent en combinaison avec ces autres matières. *Premier état.* Quand la quantité de matière est considérable en comparaison de la quantité de calorique, et que l'union des parties, par leur attraction, est de beaucoup supérieure à leur affinité pour le calorique qui les pénètre; dans cet état, le corps est un solide. *Second état.* Si la quantité de calorique est augmentée dans les corps environnans, le solide doit aussi en absorber sa quantité spécifique pour conserver l'équilibre, et sa température peut être élevée à un tel degré, que sa force de cohésion se trouve balancée par son affinité pour le calorique: dans cet état, le corps est un fluide. *Troisième état.* La température d'un fluide peut être augmentée, au point que chaque

molécule se trouve enveloppée par une atmosphère de calorique qui la tient à un assez grand éloignement des autres, pour que leur force d'attraction soit insensible (1); dans ce troisième état, le corps est un gaz. Il arrive de là que les corps ne prennent ces divers états que par des températures particulières, et la température particulière à chaque corps doit dépendre du rapport entre sa force de cohésion et son affinité pour le calorique. Une portion de calorique entre en combinaison avec le corps, lorsque chacun de ces changemens a lieu. C'est cette portion qu'on nomme calorique latent, ou, peut-être avec plus de raison, calorique combiné.

209. Si deux molécules de la même matière se trouvent à une distance donnée dans l'état de fluidité, et s'attirent mutuellement avec une force variable en raison inverse de la distance, et si le calorique qui les tenait en équilibre dans l'état fluide, est éloigné par l'attraction des corps environnans, les molécules se rejoindront évidemment.

Par conséquent, la soustraction rapide de la chaleur doit toujours rendre le contact plus intime; et lorsqu'elle se fait avec une certaine éten-

---

(1) Une explication semblable a été donnée par Playfair dans son ouvrage intitulé: *Outlines of nat. phil.* v. I, art. 33.

due, il est des corps dont l'affinité pour le calorique n'est pas assez grande pour les ramener à leur équilibre naturel, à moins qu'on ne les soumette à une température élevée. La théorie de la cuisson du verre est fondée sur ce principe.

210. Si une quantité donnée d'eau, d'une température donnée, est convertie en vapeur pour supporter une pression donnée, nommant  $H$  la chaleur, quand la température de la vapeur est  $T$ , et désignant par  $s$  la chaleur spécifique de la vapeur, alors on aura  $H + st - sT$  pour la chaleur requise quand la température sera  $t$ , soit que  $t$  soit plus grand ou plus petit que  $T$ .

Soit premièrement  $t$  plus petit que  $T$ , et supposons la vapeur formée à la température  $T$ , la chaleur perdue pendant le changement de température de  $T$  en  $t$  sera  $= s (T - t)$ . Par conséquent, la chaleur dans la vapeur à la température  $t$  sera  $H - s (T - t) = H + st - sT$ .

En second lieu, si  $t$  est plus élevé que  $T$ , la chaleur à ajouter pour produire le changement de température, sera  $= s (t - T)$ . Ainsi la chaleur dans la vapeur à la température  $t$ , sera  $H + s (t - T) = H + st - sT$ . Donc, soit que la température de la vapeur se trouve plus ou moins élevée que  $T$ , la chaleur nécessaire pour la produire sera toujours  $H + st - sT$ ; quant à la tem-

pérature  $T$ , la quantité nécessaire sera égale à  $H$ .

Si le changement de température était considérable, il faudrait avoir égard à la différence de chaleur spécifique qui en serait la conséquence; mais cette considération, quoique très importante comme recherche philosophique, n'amènerait pas une grande différence dans la pratique, pourvu que l'on prit un terme moyen entre les deux températures extrêmes, et, en nous renfermant dans cette limite, nous déterminerons facilement la chaleur qu'il faudrait pour produire la vapeur à une température quelconque, si nous connaissons celle qui est nécessaire à  $212^{\circ}$  ( $80^{\circ}$  R.). Or, on a trouvé que de l'eau prise à  $50^{\circ}$  ( $8^{\circ}$  R.), exige, pour être convertie en vapeur, autant de chaleur qu'il en faut pour élever la température de cette eau de  $1127^{\circ}$ . On a donc ici  $H = 1127^{\circ}$ ; et si l'on suppose  $t = 90^{\circ}$ , et la chaleur spécifique de la vapeur  $= 0,847$ , alors  $212^{\circ} - 90 = 122$ , et  $1127 - (122 + 0,847) = 1024^{\circ}$ . Il faut donc  $1024^{\circ}$  de chaleur pour produire de la vapeur à  $90^{\circ}$ .

Ce résultat est, à très peu de chose près, le même que celui que donne l'hypothèse de M. Southern, savoir : que le calorique latent de la vapeur est une quantité constante (1). Car, d'après ses idées, on

---

(1) Robinson's Mechan. phil., vol. II, p. 166.

aurait  $90^{\circ} + 967 = 1057^{\circ}$ , pour la vapeur à  $90^{\circ}$  et  $212 + 967 = 1127^{\circ}$  à  $212^{\circ}$ . La différence ne pourrait pas s'apercevoir dans des expériences faites en petit.

211. D'après les principes admis dans cette recherche, toute espèce de matière contient du calorique, et en différentes proportions, suivant ses rapports d'attraction, de cohésion et d'affinité pour la chaleur; cela nous donne une explication facile des phénomènes de la *combustion*. Car, si différens corps entrent dans de nouvelles combinaisons d'une telle nature, que la quantité totale de calorique dans les produits soit moindre que celle que contenaient ces corps avant la combinaison, il doit y avoir nécessairement une portion de calorique développée; ceci s'accorde avec la doctrine du D<sup>r</sup> Crawford sur la combustion; mais du calorique, à l'état de lumière, est développé par la combustion; et c'est ce qui doit arriver, si notre supposition est exacte, toutes les fois que la chaleur se développe dans un état de concentration. Il faut bien distinguer entre l'intensité et la quantité; une distinction semblable est nécessaire dans la théorie du Son.

212. Enfin, quand il se forme des combinaisons de telle nature, que la quantité de calorique dans la matière avant la combinaison est moindre que



celle qu'exigeraient les produits pour être en équilibre avec la matière environnante, il doit en résulter du froid.

213. Quand il y a dans une substance une plus grande proportion de calorique que sa quantité spécifique, il s'échappe de toute part par le rayonnement, et avec une force proportionnée à la densité; et toutes les fois que le milieu environnant est d'une telle étendue et d'une telle densité que la pression du calorique qui rayonnerait n'est pas assez forte pour mettre en mouvement le calorique qui est déjà dans le milieu, alors le rayonnement doit être arrêté, et la chaleur ne doit plus se répandre que par conducteurs. Ainsi, si l'on enferme dans une boîte de matière solide un corps qui développe de la chaleur, la température de la surface extérieure peut être limitée par l'épaisseur de la matière. De plus, tout ce qui ferme les pores de la boîte, comme de la polir, de la brunir, etc. retarde la sortie du calorique, tandis qu'au contraire, tout ce qui tend à en ouvrir les pores rend plus facile l'écoulement de la chaleur. De même qu'en hydraulique, l'addition d'un petit tuyau augmente l'écoulement d'un fluide par une ouverture; de même, une couche mince de matière poreuse donne au calorique en mouvement la facilité de s'échapper plus vite.

214. Je terminerai cette recherche en appliquant les mêmes principes à l'explication d'un phénomène qui est ordinairement considéré comme étant des plus décisifs contre la doctrine que je soutiens. On m'accordera sans peine que tout solide contient de la chaleur; si l'on en prend un qui soit un bon conducteur et qu'on le mette en contact avec d'autres conducteurs, et qu'alors on emploie des moyens pour faire sortir le calorique d'une couche mince à l'une des extrémités du corps, sans en altérer la constitution, le calorique s'écoulera des autres parties du solide, jusqu'à ce que la couche ait retrouvé sa proportion spécifique; et, si l'on répétait continuellement cette soustraction de calorique d'une couche mince, un écoulement continu de chaleur pourrait être établi par un conducteur. Puisque l'écoulement du calorique n'est pas le résultat d'une quantité nouvelle ajoutée, mais qu'il n'est que le mouvement de la quantité dont le corps a besoin pour se maintenir en équilibre avec les corps environnans, il est évident que la température du solide ne devrait pas être augmentée; et même, s'il était défendu contre l'excès de calorique accumulé, sa température baisserait. Quand on aura établi la balance entre la chaleur enlevée et celle qui sera fournie, l'opération pourra être continuée indé-

finiment. La production de la chaleur par le frottement, est une opération du genre dont il est ici question. Et la tarière émoussée employée par le comte de Rumford, forçait, à chacune de ses révolutions, la chaleur de sortir d'une couche mince de métal. Il faut que cette opération se continue avec une vitesse telle que l'équilibre de la chaleur dans le solide puisse être dérangé; autrement on ne réussirait pas à en faire sortir.

215. Si, dans quelque partie de ce chapitre, j'ai exprimé mon opinion d'une manière trop positive, ce n'a pas été mon intention, cela n'aurait pas été convenable en examinant, sous un nouveau point de vue, un sujet de cette nature; mais j'ose croire qu'on la trouvera digne d'attention. Il n'est pas besoin de recourir à de nouvelles propriétés de la matière pour expliquer les phénomènes; et celles nécessaires pour cette explication nous sont déjà parfaitement familières. On n'y trouve rien qui contredise les principes connus de la mécanique, ou qui s'en écarte; et les effets y dépendent de causes capables de les produire. Dans ce siècle éclairé, une hypothèse n'étant plus regardée que comme un instrument propre à faciliter les recherches, ne peut devenir dangereuse; elle ne lie qu'aussi long-temps qu'elle sert à rattacher des phénomènes connus, et à in-

diquer de nouveaux objets de recherches, en même temps qu'elle donne un nouvel intérêt à l'étude de la science. En considérant une hypothèse sous ce point de vue, il est infiniment moins vraisemblable qu'elle exposera à des erreurs, que la méthode trop ordinaire de généraliser d'après des expériences.

FIN.

## TABLE PREMIÈRE.

216. Cette table fait connaître la quantité de combustible nécessaire pour élever la température de l'eau, et celle qui peut convertir l'eau en vapeur.

NATURE du combustible.	QUANTITÉ en livres, avoir du poids qui peut élever d'un degré de la division de Fahrenheit un pied cube an glais d'eau.	QUANTITÉ en grammes qui peut élever d'un degré de la division de Réaumur un décalitre d'eau.	QUANTITÉ en livres avoir du poids qui peut con- vertir en va- peurs un pied cube anglais d'eau.	QUANTITÉ en kilogramm. qui peut convertir en vapeurs un décalitre d'eau.
Houille dite charb. de Newcastle...	0,0075	2,70	8,4	1,346
Houille dite cerise.	0,0100	3,60	11,2	1,795
Pin (sec).....	0,0172	6,19	19,25	3,084
Hêtre (sec).....	0,0242	8,725	27,0	4,326
Chêne (sec).....	0,0255	9,54	30,0	4,807
Tourbe (bonne qua- lité).....	0,0475	17,10	53,6	8,588
Charbon de bois...	0,0095	3,42	10,6	1,698
Houille carbonisée (coke).....	0,0069	2,48	7,7	1,234
Tourbe carbonisée.	0,0205	7,38	23,0	3,685

Un boisseau de charbon de Newcastle est ordinairement évalué à 84 livres avoir du poids (77,81 liv. poids de marc), et un pied cube à 50 livres. (46,32 liv. fr.). Un pied cube de houille solide pèse 79,3 livres (73,46 liv. fr.). Le chaldron de Londres est de 36 boisseaux, et occupe un espace de 62  $\frac{1}{2}$  pieds cubes; il pèse environ 2800 (environ 2600 liv. fr.). Un chaldron de Newcastle pèse environ 5300 (environ 4900 liv. fr.).

De nouvelles mesures pour les charbons doivent être établies à Londres. Elles seront à très peu près de 3,15 plus grandes que les anciennes; ainsi le nouveau chaldron pèsera 2888 liv. (env. 2675 liv. fr.). Et le boisseau 86 liv. (80,25 liv. fr.).

TABLE II.

217. *Chaleur spécifique, pesanteur spécifique, et poids de différens corps gazeux à la température de 12° Réaumur et sous 0,76 mètres de pression.*

GAZ.	PEANTEUR spécifique.	POIDS d'un pied cube angl. en grains troy.	POIDS d'un décilitre en grammes	CHALEUR spécifique de poids égaux.	CHALEUR spécifique de volumes égaux.
Air atmosphérique..	1,0000	527,0	12,27	0,2669	0,00032
Alcool (vapeur d')..	1,6133	850,2	19,79	0,5860	
Ammoniacal (gaz)..	0,5902	310,0	7,24		
Azote (gaz). . . . .	0,9722	512,4	11,93	0,2754	0,00032
Azote (protoxide d')..	1,5278	804,2	18,94	0,2369	0,00043
Azote (detoxyde)...	1,0416	548,9	12,78		
Carbonique (acide)..	1,527	803,8	18,73	0,2210	0,0004
Carb. (gaz oxide de)..	0,9722	512,4	11,93	0,2884	0,00033
Carb. (gaz hydrog.)..	0,555	291,4	6,81		
Gaz hydrogène... . .	0,0694	36,0	0,85	3,2960	0,00029
Gaz hydro-sulfur... .	1,180	621,9	14,48		
Gaz hydrochlorique..	1,284	676,7	15,75		
Gaz olefiant. . . . .	0,974	513,3	12,15	0,4704	0,0005
Gaz oxygène... . . . .	1,111	585,5	13,63	0,2361	0,000312
Vapeur d'eau (1)... .	0,625	329,4	7,66	0,8470	0,00063
Vapeur de soufre... .	1,111	585,5	13,63		
Vap. d'acide sulfur..	2,777	1463,6	34,07		
Vap. de carb. de souf	2,6447	1393,8	32,45		
Vap. de térébenthine	5,013	2632,0	61,50		

La pesanteur spécifique des gaz et des vapeurs, dans cette table, est tirée des Annales de Philosophie du docteur Thomson, vol. XVI, page 286, et de son système de Chimie, vol. III. Le poids du pied

(1) La vapeur d'eau est composée d'un volume d'oxygène plus deux volumes d'hydrogène condensés en un. Ainsi le poids d'un décilitre

de vapeur est  $\frac{13,63 + (2 \times 0,85)}{2} = 7,66$  grammes.



TABLE III.

218. *Pesanteur spécifique, chaleur et dilatation de différents corps solides et fluides.*

SUBSTANCE.	CHALEUR spécifique de vol- éme.	CHALEUR spécifique de poids é. vol.	PESANT. spécifique.	DILATATION par 80° (Réaumur.) de chaleur.
Alcool.....	0,5	0,59	0,853	0,11
Cendres de bois.....		,14		
Cendres de houille.....		,186		
Orge.....		,421		
Bœuf (viande de).....		,74		
Airain.....	0,92	,11	8,37	0,0019
Brique.....			1,841	
Chaux.....	0,63	,27	2,315	
Charbon de bois.....		,263	0,332	
Cendres de charbon.....		,190		
Houille.....	0,355	,28	1,269	
Cuivre.....	0,83	0,095	8,75	0,0017
Coton.....		,53		
Verre.....	0,45	,177	2,520	0,00083
Fer à canon.....	0,897	,11	8,153	0,00182
Fer fondu.....	1,0	,14	7,207	0,00111
Fer malléable.....	0,95	,125	7,60	0,001258
Plomb.....	0,34	0,03	11,352	0,002867
Hydrate de chaux.....		,40		
Chaux vive.....		,22		
Mercure.....	0,447	0,033	13,568	0,018
Lait.....	1,01	,08	1,033	
Avoine.....		,116		
Huile de lin.....	0,496	,528	0,94	0,08
Huile d'olive.....	0,457	,50	0,915	0,08
Oxide de fer.....		,32		
Argent.....	0,58	0,056	10,30	0,00208
Étain.....	0,38	0,052	7,291	0,00248
Vinaigre.....	0,928	,92	1,009	
Eau.....	1,00	1,00	1,00	0,0406
Froment.....		,48		
Sapin.....	0,36	,65	0,557	
Chêne.....	0,42	,51	0,83	
Hêtre.....	0,336	,48	0,696	
Zinc.....	0,655	0,093	7,028	0,003

La chaleur spécifique des métaux, à l'exception du fer, est prise des expériences de Dulong et Petit; la dilatation des métaux est tirée principalement des expériences de Saucy; les autres données ont été choisies dans différentes sources. La chaleur spécifique du fer est déduite de nos propres Essais.



TABLE IV.

219. *Quantité de vapeur qui remplit une longueur donnée de tuyau, et longueur de tuyau pour un pied carré de surface, ou pour 0<sup>m</sup>, 105 de surface.*

Diamètre intérieur		Long. de tuyau contenant		Quantité de vapeur dans une longueur de tuyau		Long. de tuyau qui a un pied de surf. extér.
en pouces.	en millim.	en pieds 1 pied cube.	en mètres 1 décal. de vap.	d'un pied en pieds cub.	d'un mètre en litres.	
1	20	183	17,3685	0,00545	0,576	3,28
1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	27	81	7,6876	0,01225	1,3007	2,18
2	54	46	4,3421	0,02182	2,3033	1,63
2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	67	29,2	2,7713	0,034	3,6084	1,31
3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	81	20,3	1,9265	0,049	5,1904	1,09
4	108	11,5	1,0855	0,0873	9,2123	0,82
5	135	7,3	0,6890	0,1363	14,6139	0,66
6	162	5,1	0,4813	0,1964	20,7720	0,55
7	187	3,7	0,3492	0,267	28,6368	0,47
8	216	2,9	0,2714	0,349	36,8459	0,41
9	243	2,25	0,2140	0,442	46,7289	0,36
10	270	1,83	0,1736	0,545	57,6025	0,33

## EXEMPLE PREMIER.

Supposons qu'on veuille connaître quelle quantité de vapeur contiendrait un tuyau de 92 pieds de longueur et de 4 pouces de diamètre (28 mètres de long, 1 décimètre de diamètre). On voit dans la table que 11,5 pieds de tuyau de 4 pouces (3 mètres  $\frac{1}{2}$ ), contiennent un pied cube (2,83 décalitres), donc  $\frac{92}{11,5} = 8$  pieds cubes, (22,6 décalitres). On peut encore faire ainsi le calcul. Un tuyau d'un pied de long sur 4 pouces de diamètre, contient suivant la table 0,0873 pieds de vapeur; donc 92 pieds  $\times$  0,0873 en contiendront 8,03 pieds cubes.

Soit une chambre dans laquelle on ait besoin de 200 pieds de surface de tuyau (à peu près 61 mètres). Veut-on savoir quelle longueur de tuyau de 4 pouces aura cette surface? il n'y a qu'à multiplier 200 pieds par 0,82, nombre qui, dans la table, répond à la longueur d'un tuyau de 4 pouces qui a un pied de surface extérieure.

$$200 \times 0,82 = 164$$

## TABLE V.

220. *Table de la dilatation de l'air et des autres fluides et vapeurs gazeuses, lorsqu'ils ne sont pas en contact avec des corps humides.*

TEMPÉRATURE, échelle de Fahrenheit.	VOLUME.	TEMPÉRATURE, échelle de Fahrenheit.	VOLUME.
60°	100000	60°	100000
59	99804	61	100196
58	99608	62	100392
57	99412	63	100588
56	99216	64	100784
55	99020	65	100980
54	98824	66	101176
53	98627	67	101373
52	98431	68	101569
51	98235	69	101765
50	98039	70	101961
49	97843	71	102157
48	97647	72	102353
47	97450	73	102549
46	97255	74	102745
45	97059	75	102941
44	96863	76	103137
43	96667	77	103333
42	96471	78	103529
41	96274	79	103725
40	96078	80	103922
39	95882	81	104118
38	95686	82	104314
37	95490	83	104510
36	95294	84	104706
35	95098	85	104902
34	94902	86	105098
33	94706	87	105294
32	94510	88	105490
31	94314	89	105686
30	94118	90	105882

## EXPLICATION DE LA TABLE V.

Comme il serait fort utile d'avoir une formule d'une grande simplicité et en même temps d'une exactitude suffisante dans la pratique pour calculer la dilatation des fluides gazeux, j'en vais exposer une en peu de mots, et je la comparerai avec les observations de Dulong et Petit.

Soit  $T$  la température, quand le volume est  $B$ ,  $\frac{B}{n}$  l'accroissement correspondant à une augmentation d'un degré de chaleur, et supposons que l'augmentation en volume soit la même pour chaque degré de chaleur; alors la dilatation depuis un degré quelconque de température  $x$ , jusqu'à un autre degré quelconque  $t$ , sera exprimée par  $\frac{B(t-x)}{n}$  et le volume en  $x$  sera

$$B + \frac{B(x-T)}{n} = \frac{B}{n}(n+x-T) = A \text{ ou } \frac{n}{n \times x - T} = B; \text{ et substituant}$$

cette valeur de  $B$  dans  $\frac{B(t-x)}{n}$  et l'ajoutant à  $A$ , volume en  $x$ , on aura

$$A + \frac{A(t-x)}{n+x-T} = A \left( \frac{n+t-T}{n+x-T} \right) = \text{le volume à la température } t,$$

celui à la température  $x$  étant  $A$ , soit que le gaz soit dilaté, soit qu'il soit contracté (1).

Si le volume  $B$  répond à zéro du thermomètre de Fahrenheit, alors  $T=0$  et  $n$  est 450; la formule devient dans ce cas  $A \left( \frac{450 \times t}{450 \times x} \right) =$  le volume à la température  $t$  quand celle en  $x$  est  $A$ .

La petite table qui suit, fait voir la correspondance de l'équation avec l'expérience; et l'on s'en est servi pour calculer la table au commencement de cet article.

Si l'on prend  $B$  à 212° F., alors  $T=212$ , et  $n=671$ , ce qui donne  $A \left( \frac{459+t}{459+x} \right) =$  le volume en  $t$ , quand celui en  $x$  est  $A$ .

La table ci-dessous fait voir la correspondance de cette équation

(1) La même formule peut s'appliquer à la dilatation d'autres corps, pourvu que l'on connaisse la valeur qu'il convient de donner à  $n$ . Pour l'eau,  $T$  doit être pris à 40° (F.)

avec l'expérience, elle s'accorde mieux avec les parties les plus élevées de l'échelle.

Dans la dernière équation, quand  $x = 212^{\circ}$ , c'est  $A \left( \frac{459+t}{671} \right)$  qui représente le volume à la température  $t$ , quand celui à  $212^{\circ}$  est égal à  $A$ .

Dans toutes ces équations, quand  $t$  est au-dessous de zéro, il est négatif.

### TABLE D'EXPÉRIENCES.

TEMPÉRATURE thermomètre de Fahrenheit.	VOLUME de l'air d'après l'expérience.	Volume calculé par l'éq. $A \left( \frac{450+t}{450+x} \right)$	Volume calculé par l'éq. $A \left( \frac{459+t}{459+x} \right)$
- 32°8	0,8650	0,8655	0,8680
+ 32°	1,0000	1,0000	1,0000
212°	1,3750	1,3735	1,3666
302°	1,5576	1,5621	1,5500
392°	1,7389	1,7470	1,7332
482°	1,9189	1,9336	1,9165
572°	2,0976	2,1203	2,0998
680°	2,3125	2,3443	2,3201

Cette table fait voir la dilatation de l'air, telle qu'elle a été observée par Dulong et Petit (1); ils ont trouvé que la dilatation de l'hydrogène était, à très peu de chose près, la même, par le même changement de température. Les expériences de M. Dalton lui ont donné à peu près les mêmes résultats dans les limites où il les a renfermées; et Gay-Lussac a trouvé que l'air, la vapeur d'éther et la vapeur d'eau se dilatent tous également par le même changement de température; il a trouvé la même dilatation à  $212^{\circ}$ , que Dulong et Petit. Suivant Schmidt, la dilatation de  $32^{\circ}$  à  $212^{\circ}$  est de 1,3574 (2). Et quelques

(1) Dr Thomson's Annals of Philosophy, XIII, pag. 116.

(2) Dr Young's Lectures on Nat. Philos., II, 497.

expériences récentes de sir H. Davy prouvent que la dilatation est la même, soit que l'air soit rare, soit qu'il soit dense.

Quand on fait des expériences dans les températures très élevées, il ne faut pas oublier que le verre éprouve un changement permanent de volume dans les hautes températures, particulièrement quand il n'a pas été recuit.

J'ai pris  $60^{\circ}$  ( $120,44$  R.) pour unité de comparaison, parce que c'est celui adopté par la plus grande partie des chimistes, et qu'il est convenable d'ailleurs, comme répondant à peu près à la température la plus ordinaire des appartemens.

Température	Volume	Pression	Densité	Observations
60	1000	760	1,293	
70	1000	760	1,285	
80	1000	760	1,277	
90	1000	760	1,269	
100	1000	760	1,261	
110	1000	760	1,253	
120	1000	760	1,245	
130	1000	760	1,237	
140	1000	760	1,229	
150	1000	760	1,221	
160	1000	760	1,213	
170	1000	760	1,205	
180	1000	760	1,197	
190	1000	760	1,189	
200	1000	760	1,181	
210	1000	760	1,173	
220	1000	760	1,165	
230	1000	760	1,157	
240	1000	760	1,149	
250	1000	760	1,141	
260	1000	760	1,133	
270	1000	760	1,125	
280	1000	760	1,117	
290	1000	760	1,109	
300	1000	760	1,101	

Il est évident que la dilatation de l'air est proportionnelle à l'élévation de la température, et que la densité diminue dans la même proportion. Ces résultats sont en parfaite harmonie avec la loi de Mariotte, qui établit que le produit de la pression et du volume est constant pour une quantité donnée de gaz à température constante. Les observations de sir H. Davy confirment également ces lois, et démontrent que la dilatation est la même, soit que l'air soit rare, soit qu'il soit dense.

## TABLE VI. (1)

221. Table de la force expansive et du poids de la vapeur d'eau à différentes températures.

Tempér. échelle de Fahrénh.	Force de la vapeur		poids d'un piéd cube de vapeur en grains.	Tempér.	Force de la vapeur		Poids d'un piéd cube de vapeur en grains.
	en pouces de mercure.	en livres par pouc. carrés.			en pouces de mercure.	en livres par pouc. carrés.	
32°	0,200	0,098	2,3	130	4,366	2,14	42,3
40	0,250	0,123	2,9	135	5,070	2,5	48,7
50	0,360	0,177	4,0	140	5,770	2,85	54,9
55	0,416	0,21	4,6	145	6,600	3,25	62,3
60	0,516	0,255	5,7	150	7,530	3,7	70,5
65	0,630	0,31	6,9	155	8,500	4,2	78,9
70	0,726	0,357	7,8	160	9,60	4,7	88,4
75	0,860	0,423	9,2	165	10,80	5,8	98,7
80	1,010	0,495	10,7	170	12,05	5,95	109,0
85	1,170	0,575	12,3	175	13,55	6,65	121,0
90	1,360	0,67	14,1	180	15,16	7,55	135,0
95	1,640	0,82	16,9	185	16,90	8,3	140,0
100	1,860	0,915	19,0	190	19,00	9,35	167,0
105	2,100	1,04	21,2	195	21,10	10,40	184,0
110	2,405	1,21	24,6	200	23,60	11,60	204,0
115	2,826	1,39	28,0	205	25,90	12,75	222,0
120	3,600	1,62	32,5	210	28,88	14,20	246,0
125	3,830	1,89	37,4	212	30,00	14,75	254,7

(1) M. Philip. Taylor a fait une suite d'expériences sur la force de la vapeur, dont les résultats sont plus faibles que ceux du Dr Ure; mais il n'a pas fait connaître la méthode qu'il a suivie. Ses résultats ont été insérés dans une forme commode dans le *Philosophical Magazine*, vol. IX, pag. 452.

## SUIITE DE LA TABLE VI.

Tempér.	Force de la vapeur		EXCÈS au-dessus de la pression de l'atmosph. en livres.	Poids d'un pied cube de vapeur en grains.	Le volume de l'eau étant 1, celui de la vapeur est	Hauteur d'une colonne d'eau équivalente à l'exces au-dessus de la pression atmosphériq.
	en pouces de mercure	en livres par pouces carrés.				
212°	30,00	14,75	0,00	254,7	1718	0,00
217	33,50	16,50	1,75	282	1551	3,96
220	35,54	17,50	2,75	298	1470	6,25
225	39,11	19,30	4,55	326	1342	10,4
230	43,10	21,5	6,75	357	1225	15,0
235	47,22	23,3	8,55	388	1127	20,5
240	51,70	25,5	10,75	422	1037	24,5
245	56,34	27,7	12,95	456	959	29,6
250	61,90	30,5	15,75	498	879	36,0
255	67,25	33,1	18,35	537	815	42,0
260	72,30	35,6	20,85	573	764	47,5
265	78,04	38,7	23,95	614	713	54,5
270	86,30	42,7	27,95	675	648	63,5
275	93,48	46,0	31,25	726	603	71,5
280	101,90	50,0	35,25	786	557	81,0
285	112,20	55,2	40,45	859	509	92,3
290	120,15	59,5	44,75	914	479	102,0
295	129,00	63,5	48,75	975	449	111,5
300	139,70	68,5	53,75	1040	417	123,0
305	150,56	74,0	59,25	1123	389	136,0
310	161,30	79,0	64,25	1196	366	148,0

Dans cette table, la force de la vapeur en pouces est tirée des expériences du docteur Ure (1), et j'ai calculé les poids en livres qui répondent à cette force. J'ai calculé également le poids en grains d'un pied cube de vapeur à différentes températures, d'après la pesanteur spécifique de la vapeur, déterminée par Thomson. D'après cette dou-

(1) Phil. trans. 1818, part. 2. Suivant les expériences de M. Southern, la force de la vapeur à 250°,3 est de 60 pouces de mercure; à 293,4, elle est de 120 pouces, et à 343,6, elle est de 240 pouces; suivant le même auteur, à 239° l'eau forme 1208 fois son volume de vapeur; à 270, elle forme 588 fois son volume, et à 295°, elle forme

née, il paraît qu'un pied cube de vapeur à 60° (12° 44 R.) pèse 329,4 grains, quand la pression est de 30 pouces.

Et si  $f$  représente toute autre pression, on a  $30 : f :: 329,4 : \frac{329,4 f}{30} = 10,98 f =$  le poids d'un pied cube à la pression  $f$  et à 60° de température. Soit  $t$  la température, quand  $f =$  la pression; on a vu dans l'explication de la table précédente que  $\frac{459+t}{459+60} = \frac{459+t}{519} =$  le volume à la température  $t$ , en supposant qu'à 60° le volume égale un pied cube de vapeur. Or, les densités étant en raison inverse des espaces occupés par la vapeur, on a  $\frac{459+t}{519} : 1 :: 10,98 f : \frac{5698,6 f}{459+t} =$  le poids d'un pied cube de vapeur en grains à la température  $t$ , et sous la pression  $f$ , ou avec une exactitude suffisante  $\frac{5700 f}{459+t}$ .

On a constaté que des fluides gazeux qui ne forment pas de combinaison chimique, se mêlent sans condensation, quand la pression ne change pas, et que, lorsqu'ils sont saturés, un pied cube d'air absorbe exactement un pied cube de vapeur, ainsi qu'il existerait dans le vide à la même température (1).

Si le volume de l'air =  $a$  à la température  $t$ , que  $f$  soit la force de la vapeur à cette température, et  $p$  la pression atmosphérique, puisque le volume  $a$  de l'air se mêle avec un égal volume  $a$  de vapeur sous la pression  $f$ , le volume de vapeur sous la pression  $p$ , sera comme  $P : f :: a : \frac{f a}{p}$ ; et le volume total après le mélange sera  $a + \frac{f a}{p} = \frac{a(p+f)}{p}$ . Prenons, par exemple,  $f = \frac{1}{2}$  pouce, la

404 fois son volume de vapeur. Ma table s'accorde à peu près avec le premier résultat; mais elle diffère environ d'un dixième des deux autres. Le D<sup>r</sup> Young a donné la formule suivante, qui est très commode pour calculer l'élasticité de la vapeur au-dessus de 212° (80° R.)

$E = 1 + 0,004 (t - 212°)$  (Art. machine à vapeur, Encycl. brit. supp.)

(1) Voyez les expériences du général Roy, Quarterly, Journal of Science, vol. XIII, pag. 82, ou les Essais météorologiques de Daniell, pag. 174.



formule donnera  $\frac{3a}{2} =$  le volume, ce qui répond à peu près à la température de 180°. Mais l'air étant, suivant le général Roy, = 1000 à la température 0 (14° au-dessous de la glace R.), sa valeur serait = 1375 à 180°; faisant  $a=1375$ , on a  $\frac{3a}{2} = 2062.5$ . On a trouvé par expérience, qu'à 172°, ce volume est de 1929,78.

Je dois remarquer que le prof. Leslie a donné une table de la quantité d'humidité que l'air tient en dissolution à différentes températures, qui diffère de la mienne, quand on la réduit à la même mesure de chaleur. Cette différence est peut-être due à ce que les résultats de ses expériences l'ont conduit à penser que quand les augmentations de température sont en progression arithmétique, les augmentations d'humidité sont en progression géométrique (1). Il est dangereux de suivre des analogies de cette espèce, quand elles ne sont pas fondées sur les conditions physiques d'un problème; et ici il n'y a pas de raison de supposer que l'analogie existe.

M. Daniell a donné une table de la pesanteur spécifique de tout mélange de vapeur aqueuse et d'air, calculée sur des principes très exacts, depuis 0° (14° au-dessous de 0 R.), jusqu'à 90° (env. 26° R.) (2), et une autre table où il donne le poids d'un pied cube de vapeur en grains (3). Comme ses résultats diffèrent un peu des miens, je dois observer que je me suis servi de la force de la vapeur, telle que le docteur Ure l'a déterminée par expérience; tandis que M. Daniell a employé la force calculée d'après la formule du docteur Ure, qui est une formule empirique.

(1) Art. météorologie, Nappier's Supp. to Encycl. brit., pag. 342.

(2) Quarterly, Journal of Science, vol. XIII, pag. 85, ou Meteorological Essays, pag. 15.

(3) Meteorological Essays, page 157.

## TABLE VII.

222. Table du calorique latent de quelques corps.

Noms des corps et leur état.	Calorique latent de Farenh.	Suivant l'échelle de Réaumur.	Déterminé par
Vapeur d'eau.....	957°	429,78	Le dr Ure.
Vap. d'ammoniaque, pesanteur spécifique 0,978.....	837	372,00	Le même.
Bismuth fluide.....	550	244,44	Irvine.
Etain fluide.....	500	222,22	Irvine.
Zinc fluide.....	403	189,11	Irvine.
Vapeur d'alcool.....	443	196,44	Ure.
Vapeur d'éther sulfurique.....	302	134,22	Ure.
Vapeur de naphte.....	178	79,11	Ure.
Vapeur d'huile de térébenthine.....	178	79,11	Ure.
Cire fluide.....	175	77,44	Irvine.
Plomb fluide.....	162	72,00	Irvine.
Spermaceti fluide.....	145	64,44	Irvine.
Soufre fluide.....	143	63,55	Irvine.
Eau.....	140	62,22	Black.

## TABLE VIII.

223. Table de températures.

	Fahrenh.	Réaumur.
Le fer de fonte fond à.....	3179°	1532°
L'or à.....	2590	1157
Le cuivre à.....	2548	1118
L'argent à.....	2233	978
L'airain à.....	1869	816
Chaleur d'un feu ordinaire de houille à... .	1050	452
Chaleur rouge visible au jour à.....	980	421
Les corps paraissent sensiblement brillans pendant le crépuscule à.....	885	379
Le gaz hydrogène brûlé à.....	800	341
Le fer paraît rouge et brillant dans l'obscurité à	750	319
Le mercure bout à.....	680	288
Le zinc fond à.....	648	274
Le plomb fond à.....	612	258
L'huile de lin bout à.....	600	252
Le bismuth fond à.....	476	197
L'étain fond à.....	442	182
Le naphte bout à.....	320	128
L'huile de térébenthine bout à.....	314	125
Un alliage de parties égales d'étain et de bismuth fond à.....	286	113
L'alliage de quatre parties d'étain, une de plomb et trois de bismuth, fond à.....	244	94
Une saumure bien saturée de sel bout à....	226	86
L'eau sous la pression moyenne atmosphérique bout à.....	312	80
L'alliage de trois parties d'étain, deux de plomb et cinq de bismuth fond à.....	212	80
L'alcool sous la pression moyenne atmosphérique bout à.....	176	64
La cire fond à.....	142	49
L'ammoniaque bout à.....	140	48
Le suif fond à.....	127	42
Plus grande chaleur au soleil observée en Angleterre.....	126	42

## SUITE DE LA TABLE VIII.

	Fahrenh.	Réaumur.
Chaleur d'incubation.....	108°	34°
Bains agréables.....	92 à 106	27 à 33
L'éther pur bout à.....	98	29
Chaleur du corps humain.....	95	28
Plus grande chaleur à l'ombre, observée en Angleterre.....	92	27
Chaleur de l'été.....	76	20
La fermentation acétuse commence à.....	76	19,5
Air temperé.....	62	13
La fermentation vinense commence à.....	59	12
Température moyenne de l'Angleterre.....	52	9
L'eau gèle à.....	32	0
Le lait gèle à.....	30	— 1
L'eau de la mer gèle à.....	28	— 2
Le vin gèle à.....	20	— 5,4
Plus grand froid observé en Angleterre....	— 2	— 15 à 16
Le mercure gèle à.....	— 33	— 29
Plus grand froid naturel observé.....	— 50	— 36
Plus grand froid artificiel produit.....	— 90	— 54

## TABLE A.

*Comparaison des poids et des mesures d'Angleterre, avec les anciens et les nouveaux poids et mesures de France.*

Pieds d'Angl.	PIEDS de France.			MÈTRES.	Pouces d'Angl.	POUCES de France.		MILLIMÈTRES.
	pieds	pouces.	lignes.			pouc.	lign.	
1	0	11	3,117	0,30479	1	0	11,259	25,359
2	1	10	6,234	0,60958	2	1	10,519	50,759
3	2	9	9,351	0,91437	3	2	9,778	76,199
4	3	9	0,468	1,21916	4	3	9,038	101,599
5	4	8	3,585	1,52395	5	4	8,297	126,999
6	5	7	6,702	1,82874	6	5	7,556	152,399
7	6	6	9,819	2,13353	7	6	6,816	177,799
8	7	6	0,936	2,43832	8	7	6,076	203,199
9	8	5	4,053	2,74311	9	8	5,334	228,599
10	9	4	7,170	3,04790	10	9	4,594	253,999
11	10	3	10,287	3,35269	11	10	3,853	279,399
12	11	3	1,404	3,65748	12	11	3,112	304,799

Pieds carrés d'Angl.	PIEDS CARRÉS de France.	Décimètres carrés.	Pieds cubes d'eau.	PIEDS cubes de France.	Décimètres cubes.
1	0,88	9,29	1	0,826	28,306
2	1,76	18,58	2	1,651	56,612
3	2,64	27,87	3	2,477	84,918
4	3,52	37,16	4	3,301	113,224
5	4,40	46,45	5	4,127	141,530
6	5,28	55,74	6	4,954	169,836
7	6,16	65,03	7	5,778	198,142
8	7,04	74,32	8	6,602	226,448
9	7,92	83,61	9	7,428	254,754
10	8,80	92,90	10	8,255	283,060
36	31,68	334,44			

Un pouce carré anglais = 0,8804 pouc. carré fr. = 645,1 mill. car.

Un pouce cube anglais = 0,8259 pouc. carré fr. = 16384,89 mill. cub.

La livre anglaise, dont il est question dans l'ouvrage, est la livre avoir du poids; elle est égale au poids de 7004 grains troy.

1 grain troy = 1,219 grains poids de marc = 0,0531152 grammes.

1 liv. av. d. p. = 0,9264 liv. poids de marc = 453,5146 grammes.

10 liv. av. d. p. = 9,2640 liv. poids de marc = 4 kil. 535146 gr.

1000 liv. av. d. p. = 926,4 liv. poids de marc = 453 kil. 5146 gr.

1 pied cube ang. d'eau = 62,41 livres avoir du poids.

1 pied cube ang. d'eau = 57,825 liv. poids de marc = 28 kilogrammes, 306 grammes.

L'échelle du thermomètre de Fahrenheit est divisée en 212°, depuis le point de zéro jusqu'à celui de l'eau bouillante. Le point de zéro est placé à 32 degrés au-dessous du point de congélation. Dans l'échelle de Réaumur, le point de zéro indique celui de la congélation, et le point de l'ébullition de l'eau est à 80 degrés. Il en résulte que 212° — 32° ou 180° = 80° de Réaumur, ou que 9 degrés de Fahrenheit, égalent 4 degrés de Réaumur.

Pour réduire en degrés de Réaumur ceux de l'échelle de Fahrenheit, il faut, quand ceux-ci sont au-dessus de 32°, en retrancher le nombre 32, multiplier le reste par 4 et diviser le produit par 9; le quotient est égal au nombre de degrés de Réaumur au-dessus du point de congélation. Quand le nombre des degrés de Fahrenheit est au-dessous de 32 et au-dessus de zéro, la différence entre 32 et ce nombre étant multipliée par 4 et divisée par 9, donne le nombre de degrés de l'échelle de Réaumur au-dessous du point de congélation. Enfin quand le nombre des degrés de Fahrenheit est au-dessous du point de zéro de son échelle, il faut ajouter ce nombre à 32, multiplier la somme par 4 et diviser le produit par 9; le quotient donne le nombre de degrés de l'échelle de Réaumur au-dessous du point de congélation.

## EXPLICATION DES PLANCHES.

### PLANCHES I ET II.

#### *Chaudières.*

LA figure I représente le plan de la chaudière dont on a donné les proportions à l'article 97, et le passage pour la fumée au-dessous de cette chaudière. A est la porte du fourneau, B la place où se fait le feu. Les lignes ponctuées et les flèches indiquent le cours de la flamme et de la fumée qui arrive dans la cheminée, après avoir traversé le régulateur D. Un double mur enveloppe le fourneau, afin d'empêcher la chaleur de se perdre, et d'économiser du combustible lorsqu'on allume le feu pour échauffer la chaudière. La figure 2 est une section de la chaudière et du fourneau supposée faite de A en C. A est la porte du fourneau; B la place du feu; E celle du cendrier, dont la profondeur doit être proportionnée au local où il est établi; sa porte F ne doit pas être plus large qu'on ne l'a indiqué art. 91. Son but est de donner de la vitesse à l'air qui traverse le combustible enflammé; la gorge du fourneau K ne doit pas avoir plus de 3 pouces de largeur. On voit dans cette figure les doubles murs et les cavités dont l'objet est d'empêcher la chaleur de se perdre. La chaudière elle-même est supposée enfermée dans une caisse mince de métal, et l'intervalle qui les sépare est censé rempli de charbon en poussière ( voyez art. 49 la perte de chaleur qui a lieu quand la chaudière est nue et sans enveloppe ). GG sont deux robinets-jauges : quand la chaudière va bien, l'un

de ces robinets doit donner de l'eau et l'autre de la vapeur. M est l'endroit où se trouve la grande ouverture qui sert à nettoyer la chaudière. 5 , tuyau à vapeur qu'on doit envelopper pour empêcher la perte de la chaleur; sa grosseur se détermine par la règle de l'article 127. W, tuyau qui sert à remplir la chaudière; H, fil de fer qui soutient un flotteur et qui ouvre un robinet du tuyau W pour faire entrer de nouvelle eau dans la chaudière quand cela est nécessaire. Le flotteur doit être mince et assez large pour rendre son action certaine. O, petit tuyau pour introduire de l'air dans la chaudière, dans le cas où il se formerait un vide, ou pour laisser échapper de la vapeur si elle devenait trop forte; sa proportion est déterminée par la règle de l'art. 103. Il serait avantageux de ne pas le joindre au tuyau qui fournit l'eau dans la chaudière. L'espace U entre la porte et le feu doit être rempli avec du combustible. Celui qui est en dedans doit être poussé sur le feu à mesure que celui qui s'y trouvait est consumé, et l'espace rempli de nouveau de manière à ce que la porte n'ait que la place qu'il lui faut pour se fermer. Par ce moyen, toute espèce de gaz échappé du nouveau combustible, devant passer sur les charbons embrasés que traverse l'air qui s'élève du cendrier, ne peut manquer de s'enflammer. Voir, pour d'autres détails, le chapitre V.

Les figures 3 et 4 représentent le plan et la coupe longitudinale d'une chaudière cylindrique, avec son fourneau et son appareil. La figure 3 représente le plan du fourneau et le conduit pour la fumée sous la chaudière; on en trouve les proportions article 97. B est la place du feu, et la flamme et la fumée suivent la direction indiquée, et après avoir été divisées



par les briques I, elles passent par le régulateur D, dans la cheminée K. Le fourneau est entouré d'un double mur (Voir art. 134). La figure 4 représente une coupe de A en C et qui passe par la chaudière et le foyer; A est une feuille de tôle qu'on fait glisser pour fermer l'ouverture par où l'on met le combustible dans le fourneau. B est le foyer, E le cendrier, LW l'appareil pour entretenir d'eau la chaudière, N le réservoir, H le fil de fer que fait mouvoir le flotteur placé à la surface de l'eau dans la chaudière, afin d'ouvrir une soupape dans l'entonnoir L, pour faire entrer de nouvelle eau dans la chaudière quand celle qui s'y trouve déjà diminue et s'abaisse. O est un petit tuyau ouvert, élevé un peu au-dessus du réservoir, qui permettrait à l'air de s'introduire dans la chaudière, si le vide s'y faisait, ou qui laisserait échapper l'eau et la vapeur si la pression devenait plus forte qu'une colonne d'eau de la hauteur du réservoir (V. art. 103). S est le tuyau à vapeur portant un robinet pour faire entrer à volonté, et suivant le besoin, la vapeur dans les autres tuyaux. On trouve à l'art. 127, la règle qui sert à déterminer la grandeur de son ouverture. M est l'ouverture ménagée pour pouvoir nettoyer la chaudière; GG sont les robinets pour reconnaître l'état de la chaudière par rapport à l'eau et à la vapeur. La chaudière est supposée revêtue d'un briquetage, pour prévenir la perte de la chaleur, avec une cavité qui la sépare de cette enveloppe, cavité qu'on tient vide ou qu'on remplit d'une couche de matière qui soit faible conducteur de la chaleur. V. pour d'autres détails le chapitre V.

La fig. 5 est destinée à faire comprendre la construction de la soupape intérieure de sûreté. V. art. 100.

La fig. 6 fait voir la manière de fermer l'ouverture M pour le nettoyage, de sorte qu'on puisse l'ouvrir facilement, et qu'elle serve en même temps comme moyen de sûreté, si l'on avait à craindre que la force de la vapeur ne mit en danger la chaudière ou l'appareil. Voy. art. 107.

### PLANCHES III ET IV.

#### *Appareil à vapeur.*

Les fig. 7 et 8 font voir la manière la plus simple et en même temps la meilleure d'assembler les tuyaux à vapeur. Les joints sont fixés l'un contre l'autre par les écrous *a, a, a, a*. Voy. art. 124 et 125.

La fig. 9 représente un siphon renversé par lequel l'eau passe à mesure qu'elle est produite par la condensation de la vapeur dans les tuyaux, pour aller se perdre dans un fossé en suivant le tuyau C prolongé. Pour faire sortir l'air des tuyaux quand on y met la vapeur, il y a un petit tuyau et un robinet E qu'on peut faire agir par lui-même en fixant au robinet un bras de levier, et une tringle qui tient au levier et à un bouton placé dans le mur. Au moyen de cette addition très simple, le robinet sera toujours ouvert quand les tuyaux seront froids, et ils se fermeront par degrés à mesure qu'ils prendront la température de la vapeur. Voy. l'art. 130, où l'on trouve une règle pour déterminer le diamètre du tuyau d'écoulement.

La fig. 10 est une espèce de trappe à vapeur pour faciliter l'écoulement de l'eau de condensation à mesure que la vapeur se condense. Quand l'eau s'accumule dans la boîte, elle fait flotter le cylindre creux de cuivre D, et va se perdre par un tuyau F dans un fossé; un tuyau S et un robinet

sont ajoutés pour permettre à l'air de s'échapper, et on peut les faire agir par eux-mêmes ainsi qu'on l'a expliqué plus haut. *Voy.* art. 131. Cette trappe est faite de manière qu'il y ait assez d'espace dans la boîte pour que l'eau puisse se séparer de l'air; autrement il arriverait souvent que l'eau et l'air s'échapperaient à la fois par le tuyau à air quand on ferait entrer la vapeur.

La fig. 11 fait voir un moyen de se servir de la force de la vapeur dans les tuyaux pour élever le niveau de la vapeur condensée. La soupape C doit être faite presque aussi légère qu'un semblable volume d'eau. Ce moyen peut être utile lorsqu'on n'a pas assez de facilité pour l'écoulement de l'eau condensée pour pouvoir employer les méthodes précédentes. *Voy.* art. 132.

La fig. 12 est le dessin d'un buffet de marbre ou de pierre destiné à renfermer une masse de tuyaux dans une salle, un escalier, ou une galerie. Les parties faites en cuivre qui sont à jour, ont pour objet de faire arriver de l'air aux tuyaux qu'on doit chauffer et de renvoyer ensuite cet air dans le local où est placé le buffet. La forme et la situation de ces sortes de choses peuvent se varier à l'infini. La figure suffira peut-être pour expliquer le principe auquel on fait allusion dans les art. 119 et 135. Dans tout ce qu'on exécute pour chauffer l'air, on doit éviter que l'air échauffé ne s'élève immédiatement par un jet vertical; son mouvement doit être ou horizontal ou fort incliné, de manière à ce qu'il s'étende le plus possible.

*Serre chaude.*

La principale figure de cette planche, la fig. 13, est la coupe d'une serre pour les plantes des tropiques. Le

devant *ab* est supposé vitré en carreaux ; le tour des châssis en bois, avec des tringles légères en cuivre. Le toit *cb* a ses châssis en bois portés sur des chevrons en fer, assez légers pour intercepter le moins possible les rayons du soleil. Ces toits en fer sont ce qu'il y a de plus favorable pour admettre la lumière dans la serre, et la perte de chaleur qu'ils occasionnent n'est guère qu'en proportion de l'augmentation en surface du vitrage. Les murs de derrière et de devant sont supposés creux, afin de prévenir la perte de chaleur pendant l'hiver. Au milieu de la serre un lit de tan destiné à recevoir les grandes plantes dans leurs pots, s'étend dans toute la longueur à l'exception de l'espace nécessaire pour passer aux extrémités. C est un passage dans la longueur, en avant, et B un second passage sur le derrière. D est un banc en pierres pour recevoir des petits plants en pots. G, des pots plus grands dans les recoins pour des plantes destinées à être palissées contre le mur de derrière. F, 2 tuyaux à vapeur en arrière de la couche de tan. E, 3 tuyaux à vapeur en avant de cette couche. La ventilation est supposée faite par des conduits à air qui laissent entrer de l'air frais. L'air entre en K, passe sous le pavé dans les conduits LL, et pénètre en même temps dans toutes les parties de la serre par de petits trous ménagés dans le pavé qui recouvre les conduits, de manière à aérer la serre uniformément ; la ventilation est réglée par un registre. L'endroit K, par où l'air entre, peut être plus ou moins éloigné de la serre, mais il est important qu'il soit ombragé et à l'abri des vents. L'air échauffé est supposé s'échapper en été par les ventilateurs *f* qu'on peut ouvrir ou fermer à volonté à l'aide d'une perche avec un crochet au bout. L'air sort en *e* et en *d*.

au haut du toit. Le vitrage de devant et celui du toit sont supposés fixes, et joints aussi exactement que possible. Les extrémités vitrées, et tous les châssis sont faits pour pouvoir s'ouvrir. Toutes les parties destinées à être ouvertes doivent pouvoir se fermer hermétiquement.

La fig. 14 représente la soupape en cuivre de MM. Lodiges, pour introduire la vapeur dans leurs serres chaudes. Cette soupape est fixée sur les tuyaux, et quand la boule est tournée en dessus, ainsi que l'indiquent les lignes ponctuées, tous les trous du tuyau sont ouverts, la serre se remplit à l'instant de vapeur, qui tombe en rosée fine sur les plantes, et qui en même temps élève la température.

La fig. 15 fait connaître le mode que j'ai adopté pour suspendre les cylindres d'eau chaude, afin de constater la loi du refroidissement, que suivent différentes surfaces. C, C, C, sont des fils de coton légèrement tordus, attachés à trois points sur une planche très élevée au-dessus des cylindres, et qu'on ne voit pas ici. T est la tige du thermomètre, dont la boule est dans l'intérieur du cylindre, et près de la surface intérieure, ce qu'indiquent les lignes ponctuées en A. Voy. art. 42.

## PLANCHES V ET VI.

### *Serre pour les ananas.*

La fig. 16 représente la section d'une bache où mûrissent les ananas. B est la couche de tan ou d'autre matière où l'on est dans l'usage de placer les pots; le fond doit être en pierres plates, en ardoises ou en tuiles, de manière qu'il y ait au-dessous un espace vide C. On pourrait

aussi le remplir comme on le fait ordinairement et sans laisser de vide en dessous. L'espace F, en arrière, est un passage; et comme dans cette partie la lumière ne serait pas très utile aux plantes, et que le verre fait perdre beaucoup de chaleur, on conseille de le couvrir en planches et en ardoises, et même de le plafonner, de manière à laisser un vide, et à rendre la perte de chaleur presque insensible. Les murs devant et derrière doivent être doubles pour la même raison. Les tuyaux à vapeur SS sont placés en long sur le devant et en arrière de la couche, afin que la chaleur soit égale. S'il ne fallait que 3 tuyaux, on en placerait deux en avant, et le dernier sur le derrière. Pour que la ventilation d'été soit mieux établie, on place un conduit à air sous le passage. L'air frais entre en A, et sa quantité est réglée par un registre D. L'air échauffé s'échappe en E. Cette ouverture doit pouvoir se fermer très exactement; des lignes ponctuées indiquent cette fermeture, et en hiver toutes les ouvertures de cette espèce doivent être fermées avec des planches, comme l'indiquent les lignes ponctuées en G, à l'exception d'une ou deux; la libre circulation de l'air sera facilitée par le vide en C. Voyez art. 159 et 161, on y donne plus en détail la construction et les proportions de cette bache.

La fig. 17 est une section d'une serre chaude pour les pêchers; les arbres AA doivent y être palissés sur un treillage placé sur les murs inclinés BB. Ces murs sont construits doubles avec un espace vide qui reste entre eux, ce qui économise des matériaux et prévient une perte de chaleur. Les tuyaux à vapeur SS sont placés de façon que l'air peut, à mesure qu'il est échauffé, s'élever au-dessus des arbres. L'air entre par derrière en C, dans le conduit

et passe dans la cavité inférieure du mur de derrière, ainsi que l'indiquent les lignes ponctuées. Ce conduit doit avoir un registre pour régler l'introduction de l'air. A mesure que l'air entre dans la serre, il va jouer contre le tuyau à vapeur de derrière, de sorte que quand on veut forcer la végétation, le mur du fond éprouve un léger changement de température, étant échauffé par cet air qui entre. D est un hangar derrière la serre, plus ou moins spacieux, suivant les convenances. FF sont des passages le long du treillage. E le ventilateur au haut de la serre; il donne une issue à l'air échauffé dans la belle saison; on peut l'ouvrir ou le fermer à volonté, à l'aide d'une perche terminée par un crochet. On trouve art. 165 et 167, les principes de la construction de cette serre.

*Description d'un séchoir.*

La fig. 18 représente la coupe transversale, et la fig. 19 la coupe longitudinale d'un cabinet pour sécher le linge d'un ménage, et propre à recevoir deux formes ou chevalets. Dans la fig. 19, un de ces chevalets paraît en partie tiré en dehors du cabinet. Quand les articles déjà secs doivent être ôtés pour être remplacés par d'autres qu'on veut sécher, on sort le chevalet au moyen de la poignée A, et on le tire jusqu'à ce que le côté opposé se trouve fermer l'entrée du cabinet. On le conduit sur les rouleaux CC. Le tuyau à vapeur est introduit en D, et après avoir circulé comme on le voit en S, S, S, il se rend sur le fond en O, O, O, de manière à chauffer l'air avant qu'il soit admis dans le cabinet. L'air vient du fond, et est réchauffé en passant autour des tuyaux O, O, O; et quand il s'est chargé de l'humidité des objets qu'on a mis à sécher, il

s'élève par les espaces étroits *a, a*, et va sortir par l'entonnoir E. Les passages *a, a*, s'étendent dans toute la longueur; ils sont plus étroits au milieu et plus larges aux extrémités. La quantité d'air qui s'y rend est réglée par une soupape F. Les tuyaux à vapeur *S, S, S*, sont nécessaires pour entretenir la température de l'air et des effets que l'on sèche. Ces tuyaux doivent être placés à une des extrémités ou aux deux bouts du cabinet, et portés sur des rouleaux. Quand on n'a pas besoin de chaleur dans la buanderie, on peut couvrir le tuyau comme on le voit en D.

Les objets légers doivent être arrêtés sur les chevalets; mais on peut à volonté régler la force du courant d'air en tournant la soupape F. Le grand avantage de cette méthode consiste à ce qu'on peut appliquer entièrement la chaleur aux objets que l'on veut sécher; ce qui permet d'économiser du combustible. La chambre peut se conserver exempte d'humidité, et d'une chaleur dangereuse, et l'on n'a pas besoin d'autant d'espace. Les principes et les proportions de ce séchoir sont expliqués aux chap. XI, et ce cas particulier l'est art. 199.

Fig. 20. Le bois pour former la caisse extérieure du cabinet à sécher, doit être coupé en bandes étroites et qui n'aient pas plus de quatre pouces de large; on les assemble ainsi que le montre la figure. Quand on peut choisir le bois de manière que les couches circulaires annuelles se trouvent presque perpendiculaires à la surface du bois, comme l'indique la figure, il se déjette moins, ainsi que je l'ai fait voir à l'article *menniserie* du Supplément de l'Encyclopédie britannique, vol. V, p. 84.



## PLANCHES VII ET VIII.

*Chapelle de Portland.*

La fig. 21 est le plan de la chapelle de Portland, à Cheltenham, et les fig. 22, 23 et 24 en sont des coupes différentes, qui font voir l'arrangement adopté pour chauffer cette chapelle avec la vapeur. Elle a 62 pieds de long, 25  $\frac{1}{2}$  de large et 26 de hauteur. La chaudière, de la capacité de 24 pieds cubes d'Angleterre (680 litres), est placée dans une chambre au-dessous de la chapelle. Un tuyau principal *m*, fig. 23, conduit la vapeur à plusieurs autres tuyaux *S, S*, des deux côtés de la chapelle. Ces tuyaux s'étendent le long des murs et près du pavé, en passant par derrière les bancs, auxquels ils donnent une agréable chaleur. Ils communiquent avec deux piédestaux au bas des escaliers de la galerie à l'entrée de la chapelle; un piédestal est placé dans le banc au-dessous de la chaire en *P*; il est double et chauffe une quantité d'air considérable qui le traverse et qui est reçu dans la chapelle pour servir à la ventilation. On allume ordinairement le feu sous la chaudière fort tard dans la soirée du samedi, et on le laisse brûler lentement toute la nuit. Le matin, sur les huit ou neuf heures, on l'augmente et l'on fait entrer la vapeur dans les tuyaux, ce qui donne à la chapelle une chaleur douce avant qu'on y soit rassemblé; alors on éteint le feu, et l'on arrête la vapeur; mais le feu est rallumé, et la vapeur remise dans les tuyaux, avant la réunion du soir. Cet appareil a été construit par MM. Bailey, en 1821.

Les détails sur l'emploi de la vapeur dans les églises et les chapelles, et sur les proportions de l'appareil qui y con-

vient, se trouvent chapitre VII, art. 137. Quand les églises ou d'autres édifices de ce genre sont chauffés avec des poêles, tout l'air qui s'échauffe se porte au plafond, et ne peut pas bien chauffer les bancs; mais avec de petits tuyaux à vapeur, on peut communiquer une certaine quantité de chaleur à chaque banc, de sorte que l'air et la boiserie y seront réchauffés, et qu'on y sera très agréablement sans y avoir trop chaud. Rien n'est plus désagréable que de se trouver dans un endroit où tout est froid, excepté l'air.

La peine d'allumer le feu et de l'entretenir un peu plus tôt dans la soirée du samedi, serait plus que compensée par l'avantage d'aérer la chapelle. On devrait, dès le soir, mettre la vapeur dans les tuyaux, parce qu'il est plus important de faire sortir tout l'air humide que de procurer une grande chaleur quand l'assemblée se trouve réunie.

• *Fabrique de soie à Watford.*

La fig. 25 est le plan, et la fig. 26 une coupe longitudinale d'une fabrique de soie qui appartient à MM. Shute et compagnie, de Londres, et qui est située à Watford, comté de Hert. Cette fabrique a d'abord été chauffée au moyen de 13 poêles en fer, avec des tuyaux pour faire sortir la fumée par les fenêtres ou par le toit. Mais en 1817, les propriétaires ont supprimé tous les poêles, et les ont remplacés par un appareil à vapeur construit par MM. Bailey, d'Holborn, et qui, depuis qu'il sert, n'a exigé aucune réparation. B est la chaudière; elle est en fer forgé et de la capacité de 38 pieds cubes (1076 litres). On l'a placée sous un hangar fait exprès, et la cheminée s'élève en dehors de la fabrique. Le principal tuyau A se rend de la chau-

dière au plafond de l'étage le plus élevé de la fabrique; et de là, des tuyaux d'embranchement S, un pour chaque étage, s'étendent dans toute la longueur de la fabrique, suspendus au plafond, par la raison que les salles sont toutes remplies par les machines. Chaque tuyau d'embranchement est garni d'une soupape pour régler la vapeur, et d'un siphon à l'extrémité opposée. C est un petit tuyau pour ramener du haut des trois étages supérieurs, l'eau de condensation à la chaudière, celle qui se retire du tuyau de l'étage d'en bas sert à laver ou à d'autres usages.

Il y avait très peu de facilité pour l'arrangement de cet appareil dans cette fabrique, depuis long-temps construite, et encombrée par des machines. Mais celui qu'on y a placé n'en a pas moins de très grands avantages. Il y a premièrement celui d'avoir diminué considérablement la prime d'assurance que les propriétaires paient pour la fabrique; 2°. celui de s'être débarrassé de la fumée, de la soie, des cendres et de la poussière qui nuisaient auparavant beaucoup à la soie; 3°. d'économiser du combustible, et d'exiger moins de soin pour le feu; 4°. de donner une chaleur égale au lieu de la chaleur partielle des poêles, et d'entretenir un courant régulier d'air frais dans la fabrique chauffée par le grand tuyau A; 5°. l'ouvrage se fait sans interruption, et avec une chaleur convenable; 6°. les enfans n'ont plus d'engelures en hiver, ce qui, peut-être, est dû en partie à ce qu'ils peuvent se laver les mains dans de l'eau chaude.

Cette fabrique a 106 pieds 4 pouces (32 mètres environ) de longueur, sur 33 de largeur ( 10 mètres ); l'étage supérieur à 8 pieds de haut ( 2,4 mètres ), et est chauffé par un tuyau de 3 pouces de diamètre; l'étage au-dessous

a 8 pieds 8 pouces de hauteur (2,6 mètres), et est chauffé par un tuyau de 4 pouces; l'étage suivant a 9 pieds (2,7 mètres), et est chauffé par un tuyau de 4 pouces; le rez-de-chaussée a 9 pieds, et est chauffé par un tuyau de 5 pouces de diamètre. Un réservoir en W fournit de l'eau à ce bâtiment. *Foy. art. 141.*

*Détails sur un appareil à vapeur.*

[ La figure 27 fait voir le plan d'un appareil à vapeur dans les jardins d'un propriétaire des environs de Londres, et peut servir d'exemple de son emploi pour chauffer les serres chaudes et autres, qui sont éloignées les unes des autres et sans liaison entre elles.

Deux chaudières sont placées dans l'endroit du jardin potager marqué N, écartées de la maison d'habitation, ayant l'une et l'autre une communication avec le principal tuyau à vapeur, et des robinets qu'on peut fermer à volonté pour ne se servir que de l'une ou de l'autre chaudière, suivant le besoin.

Les dimensions des serres que chauffe cet appareil sont les suivantes :

A, serre pour conserver les plantes, tenant à l'habitation.....	67 pieds sur 17,
B, serre tempérée.....	48 pieds sur 17,
C et D, serres pour de la vigne.,.	30 pieds sur 18,7,
E et F, deux baches à ananas, l'une pour les élèves.....	33,33 pieds sur 13,
l'autre pour mûrir le fruit.....	33,42 pieds sur 13,5,
G, serre pour les raisins de primeur	17 pieds sur 17,
H, serre pour les plantes.....	17 pieds sur 17,

- I, serre pour des pêchers. . . . . 60 pieds sur 70,  
 K, bache pour des fraisiers. . . . . 59 pieds sur 4,  
 L, un endroit pour des champignons, et un fourneau pour cuire les pommes de terre à la vapeur, dans la cour de la ferme.

Cet appareil a été construit en 1821, par MM. Bailey, d'Holborn.

La chaleur est transmise dans ces serres avec tant d'égalité, qu'un thermomètre placé près d'un tuyau dans le voisinage de la chaudière, n'y est pas élevé de 2 degrés (moins d'un degré de Réaumur) de plus que celui qu'on place auprès du même tuyau à 550 pieds (168 mètres) de distance de la chaudière. On ne voit pas dans la planche toute l'étendue du grand tuyau PR, parce que l'espace ne le permet point; les tuyaux ont une proportion dans le dessin qui se trouverait trop forte, mais on a voulu qu'ils fussent bien vus; l'espace ménagé dans les serres est plus considérable qu'il ne paraît ici. Les plantes, d'ailleurs, sont préservées de la fumée et de la poussière, et des inconvéniens comme des pertes qui résultent des conduits qui crèvent ou qui se brisent. Les serres sont chauffées avec la plus grande facilité, et pour un établissement aussi considérable, un seul feu est suffisant. V. les art. 10 et 12, et le chapitre IX.

Sur la droite de la fig. 27, dans la même planche, se trouvent cinq figures marquées 1, 2, 3, 4, 5; et dans la planche suivante, neuf autres figures, qui se trouvaient dispersées dans l'original. On les a réunies ici, et il est inutile d'en donner une description particulière. On la trouvera dans le texte aux articles auxquels ces figures se rapportent et qui y renvoient.

### Fautes à corriger.

Page 16, ligne 3, au lieu de 45<sup>o</sup> R., lisez 43<sup>o</sup> R.

Page 29, ligne 12, au lieu de quantité d'effets, lisez quantité d'effet

Page 33, ligne 1, au lieu de l'eau en état, lisez l'eau à l'état

Page 241, ligne 9, au lieu de un treillage, lisez un treillis

Même page, note, ligne 1, au lieu de un treillage, lisez un treillis

Page 276, ligne 1, au lieu de autant d'espace, lisez et autant d'espace

## Errata pour les Principes de l'Art de Chauffer, etc.

Page 37, ligne 11, (48° R), lisez (62° R)

51, tableau, première colonne, 64,73, lisez 64,72

55, ligne 6 de la note, le gaz acide carbonique, lisez, le gaz oxide de carbone.

110, ligne 7 de la note,  $\sqrt{450 + t}$ , lisez  $\sqrt{(450 + t)}$ .

116, ligne 4 de la note,  $\frac{t - t' (4P + 11v + 1,5G)}{v2,1 (200 - t)} = t$

$$\text{lisez } \frac{(t - t') (4P + 11v + 1,5G)}{2,1 (200 - t)} = t$$

121, ligne 5 de la note,  $t - t'$ , lisez  $(t - t')$

127, ligne 1 de la note,  $\frac{450 + t}{ht - x}$ , lisez  $\frac{450 + t}{h(t - x)}$

167, ligne 5 en remontant,  $250 \times 7,7 = 2020$ , lisez  $250 \times 7,7 = 2007$

169, ligne 4 de la note,  $\frac{B(450 + t)}{450 + t}$ , lisez  $\frac{B(450 + t)}{450 + t'}$

228, ligne 4, 0,26, lisez 0,25

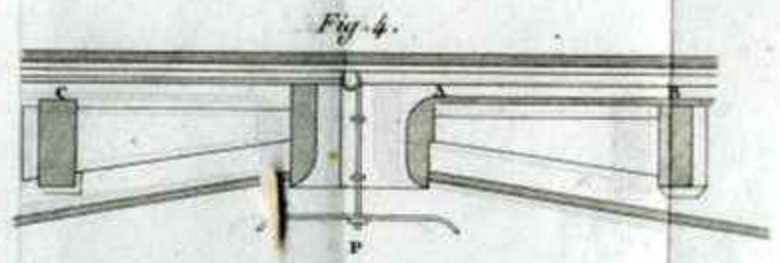
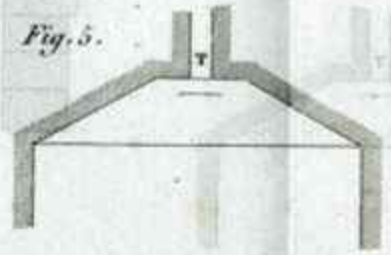
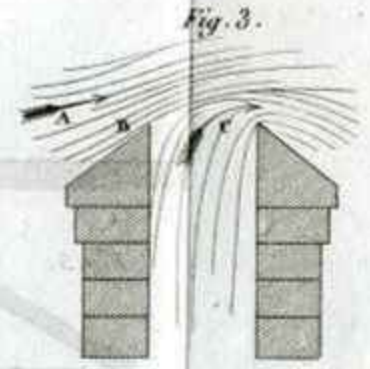
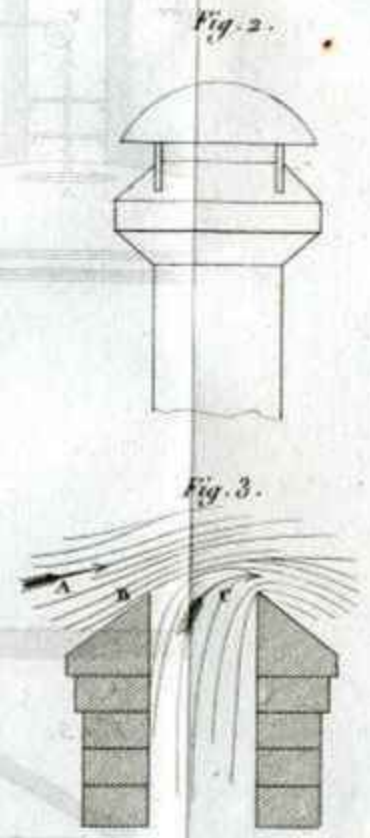
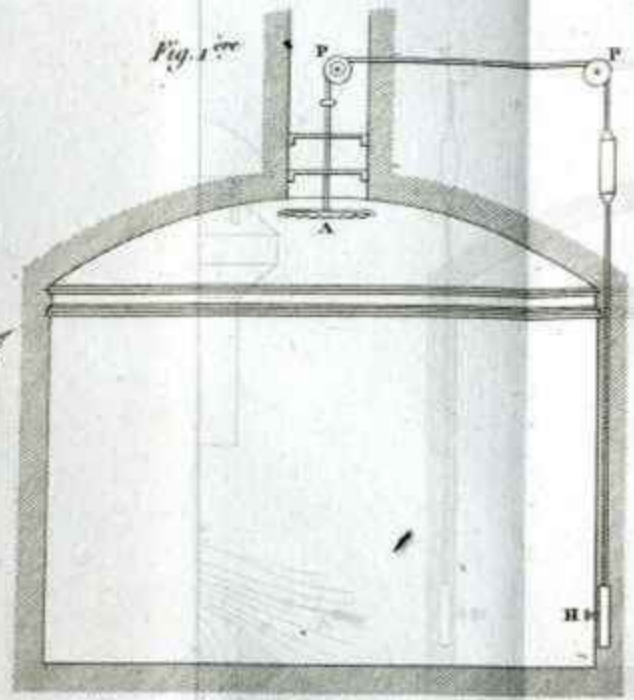
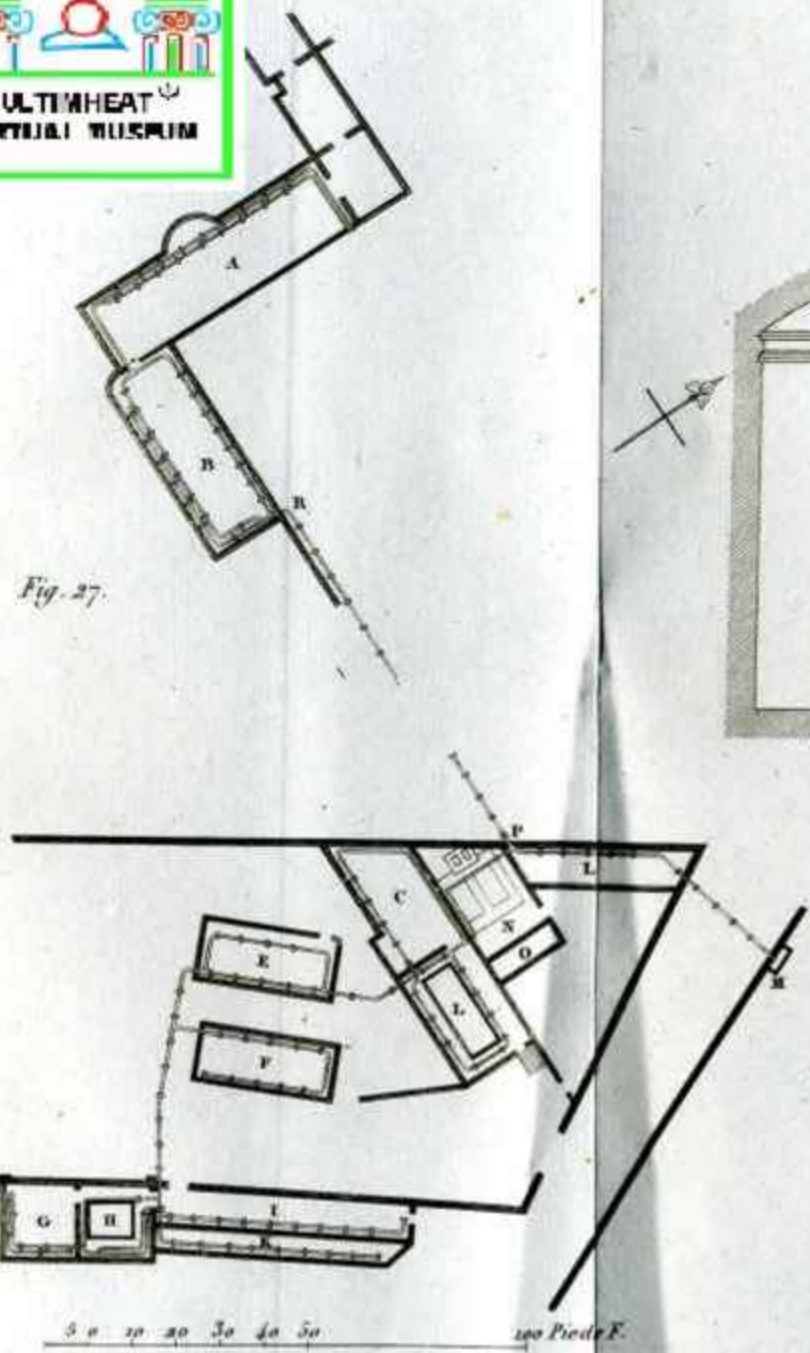
365, ligne 2, 4<sup>11e</sup>, lisez 0,4<sup>11e</sup>.

401, table 5, 36° Fahrenheit, volume 96294, lisez 95294

405, table 6, 110° Fahrenheit, 2<sup>e</sup> colonne, 2,405, lisez 2,456

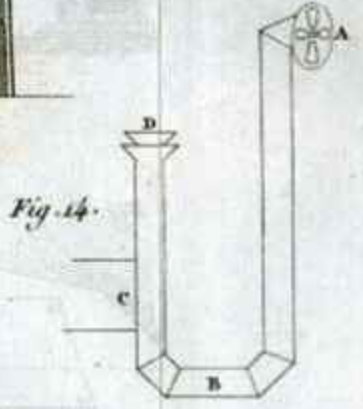
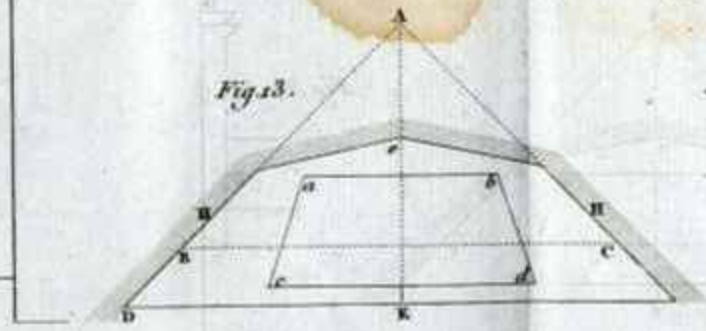
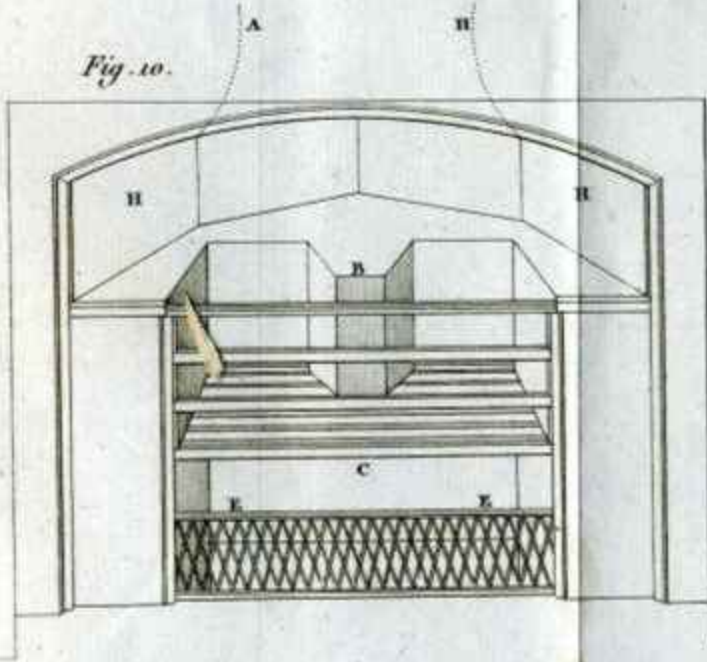
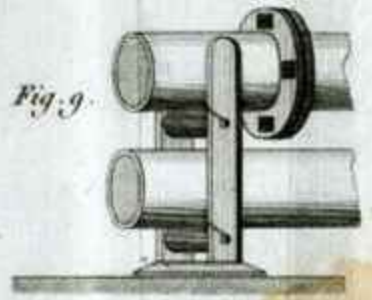
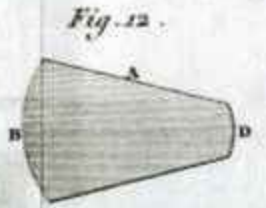
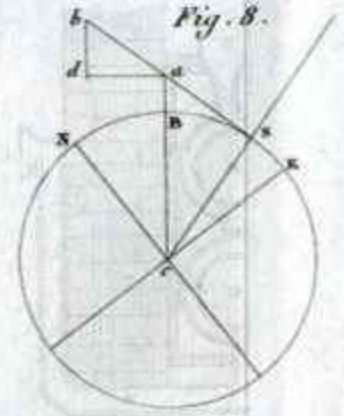
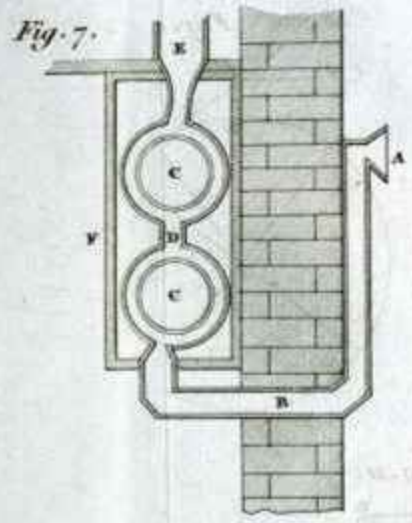
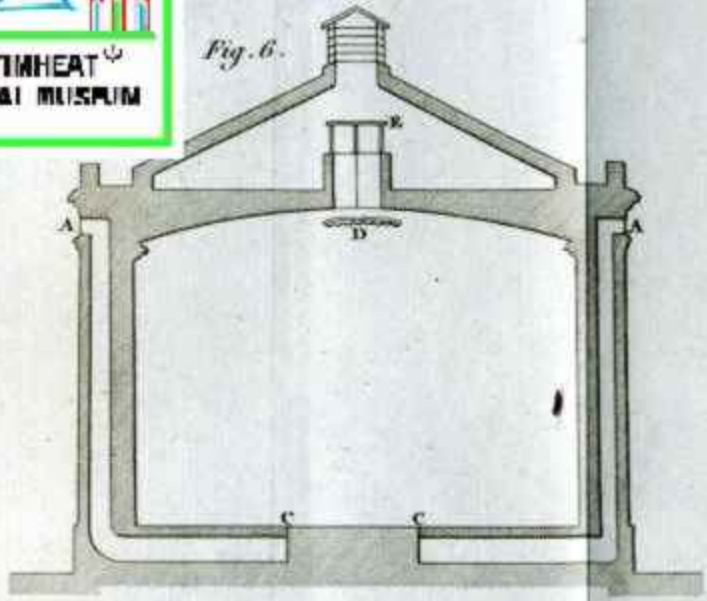
115, *id.* 2,826, lisez 2,820

120, *id.* 3,600, lisez 3,300





par la vapeur.



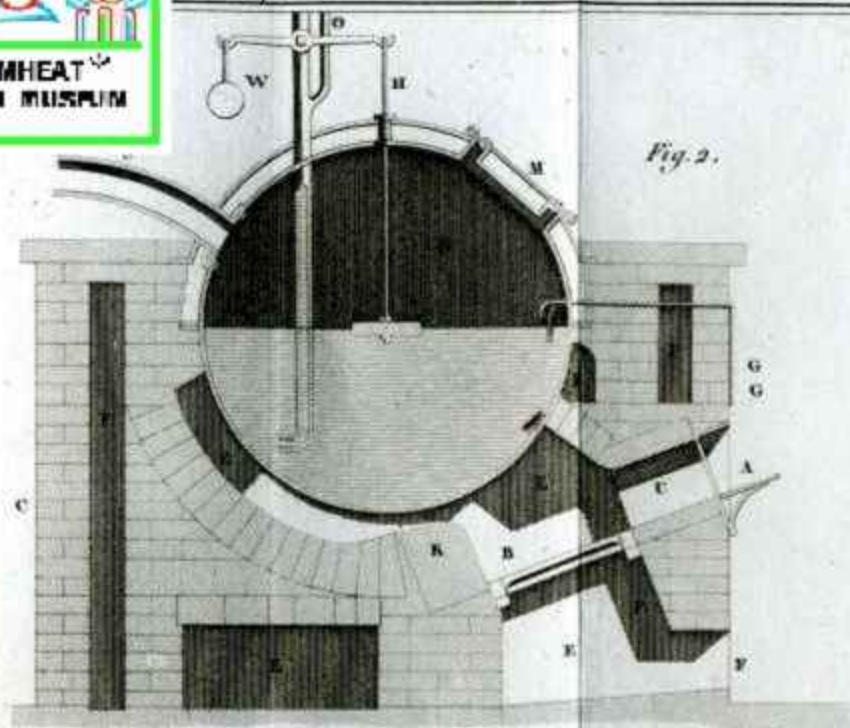


Fig. 2.

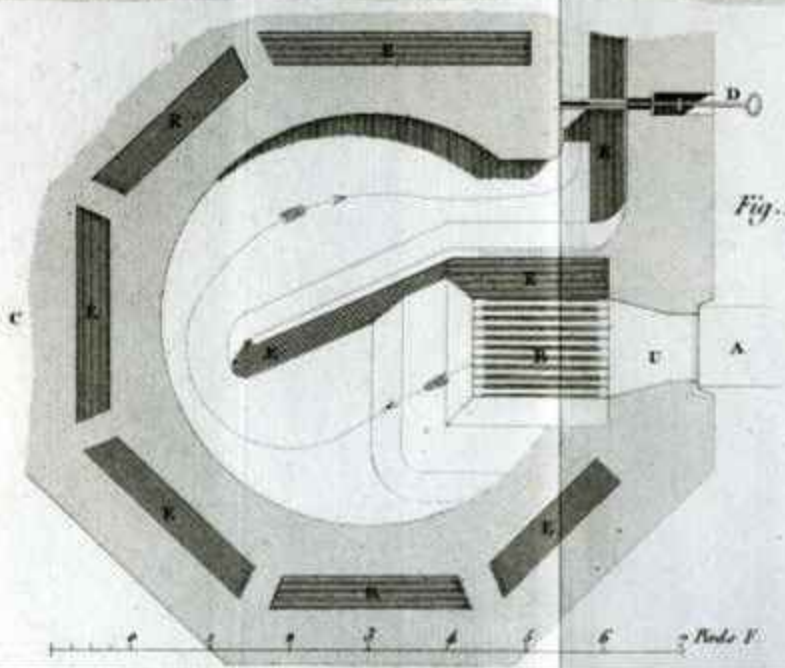


Fig. 1.

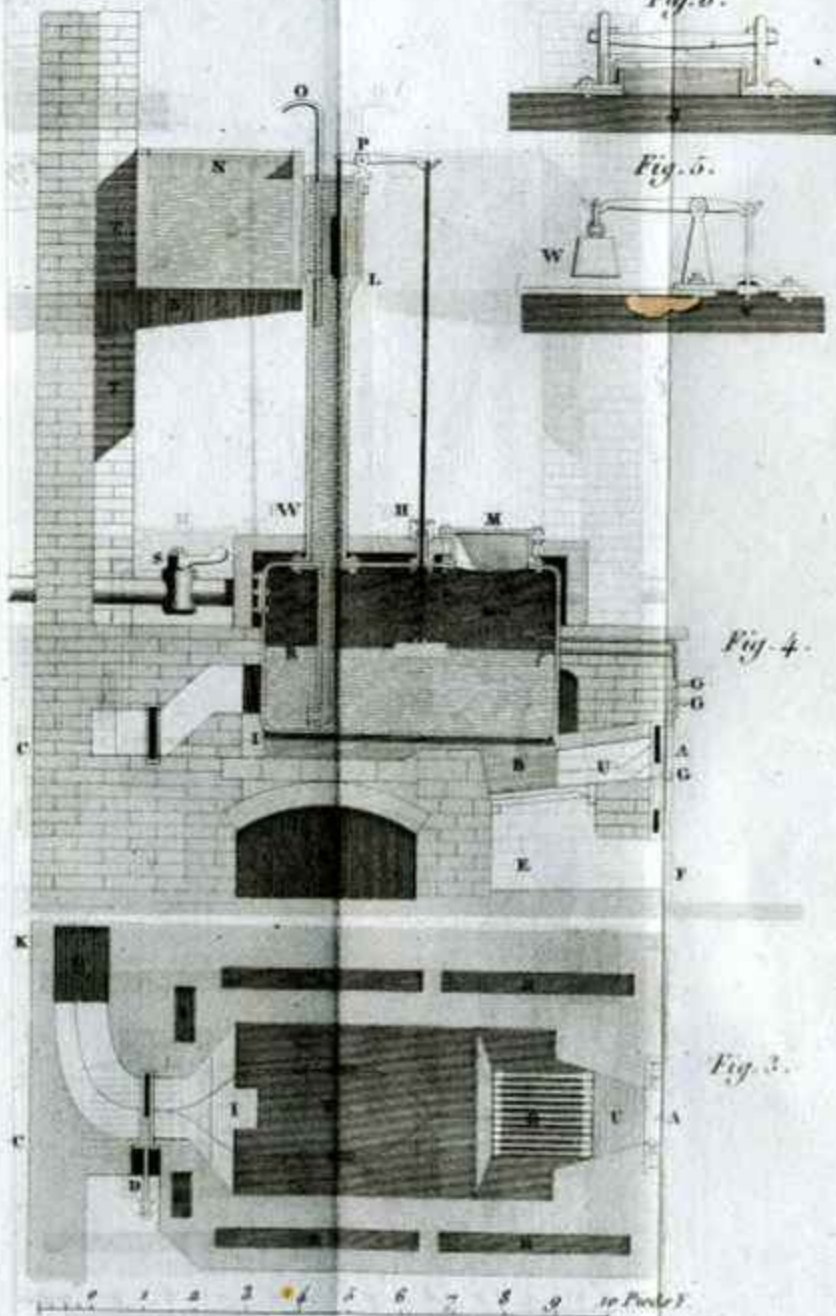


Fig. 6.

Fig. 5.

Fig. 4.

Fig. 3.



Fig. 8.

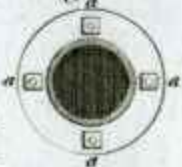


Fig. 7.

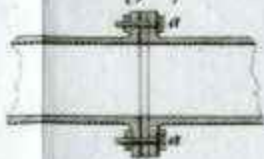


Fig. 10.

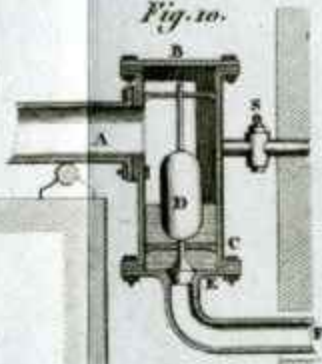


Fig. 11.

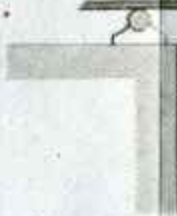
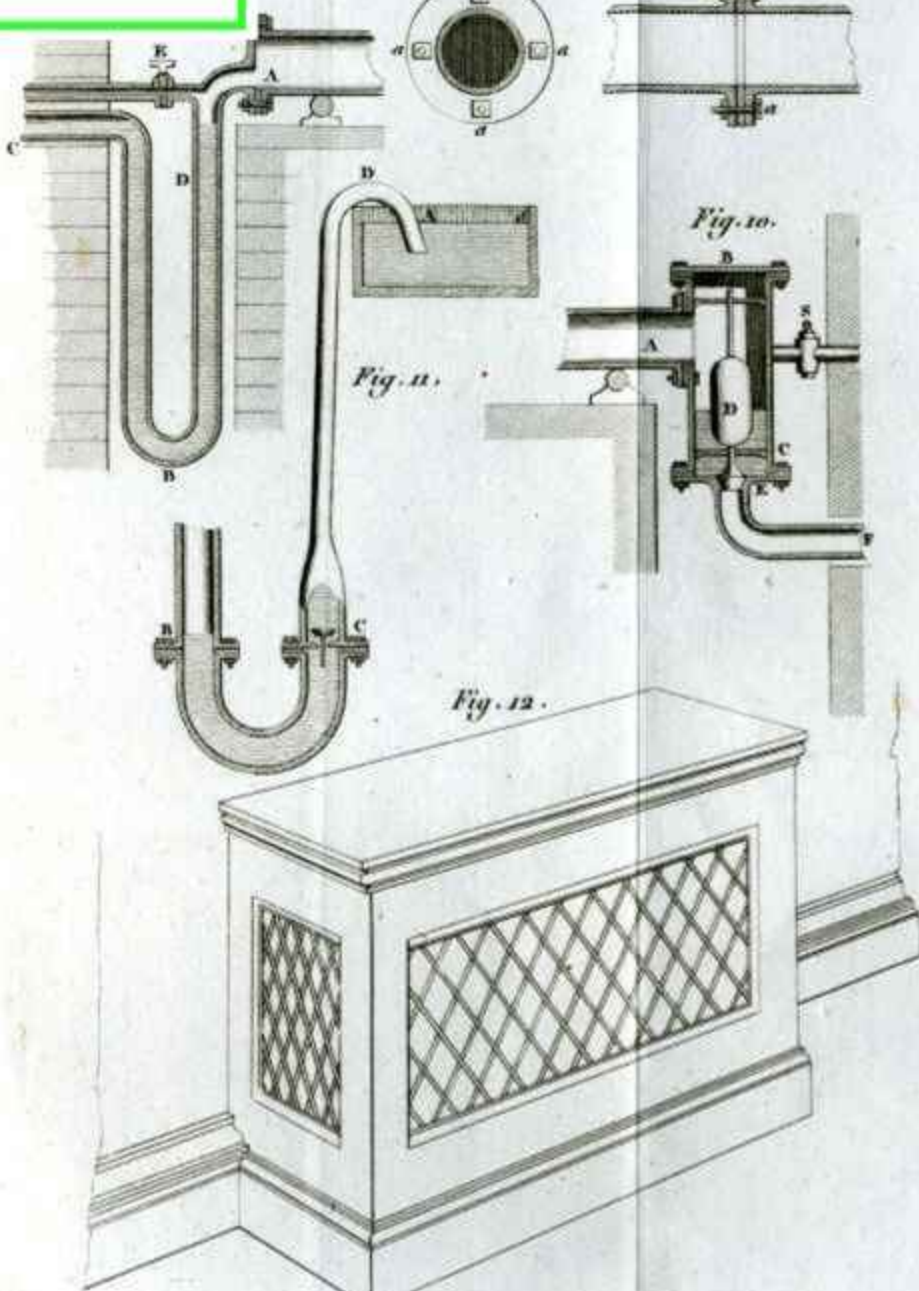
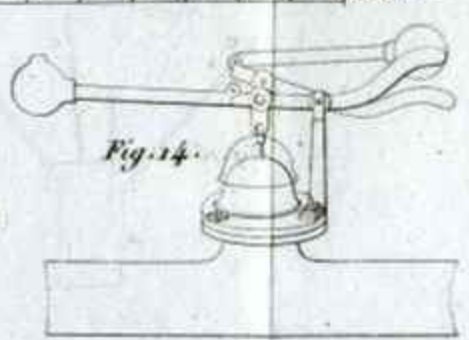
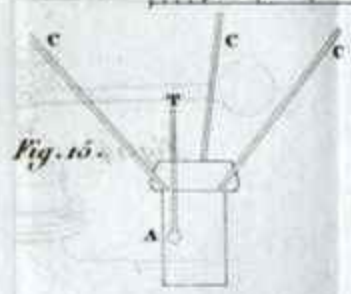
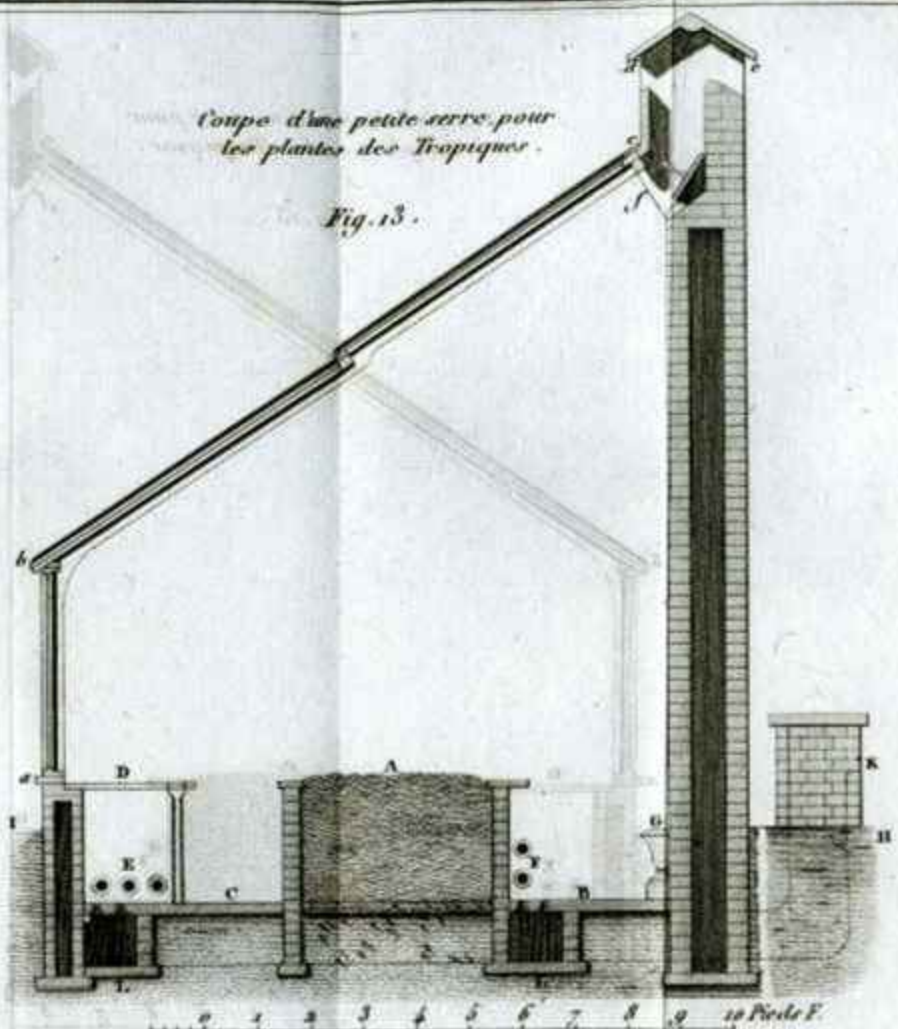
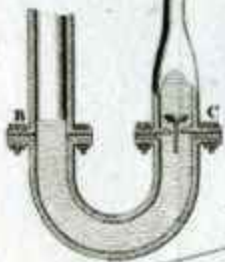


Fig. 12.





chauffé par la vapeur

Pl. 5.

Pl. 6.

bâche, pour faire murir les amans.

Fig. 16.

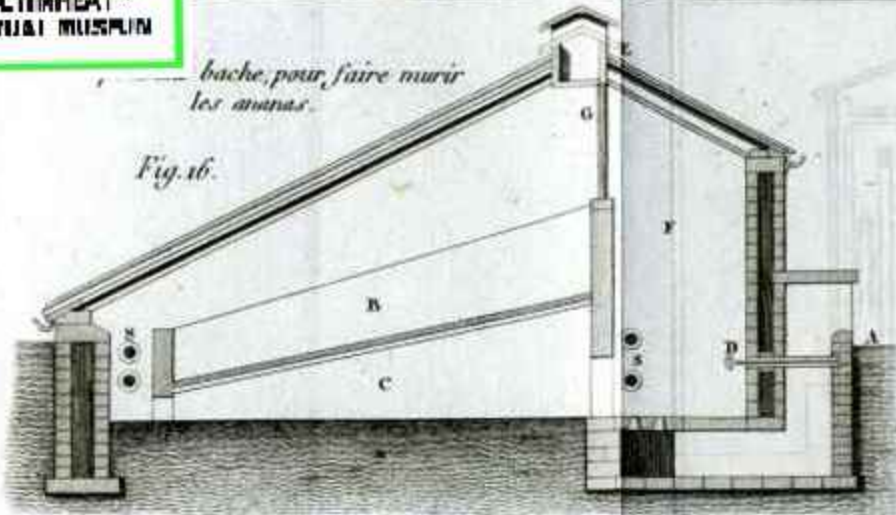


Fig. 20.

Fig. 18.

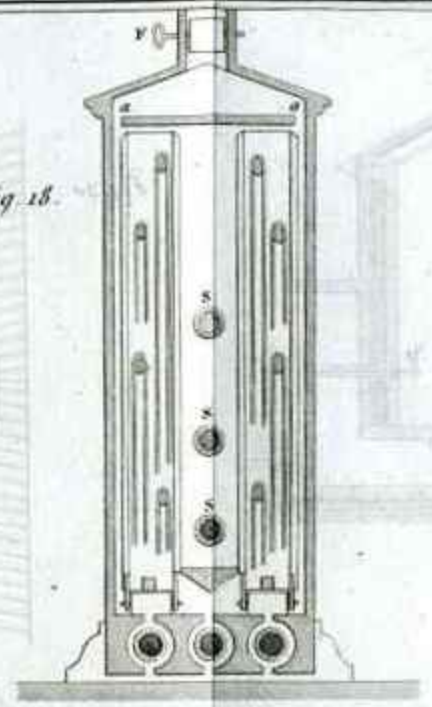
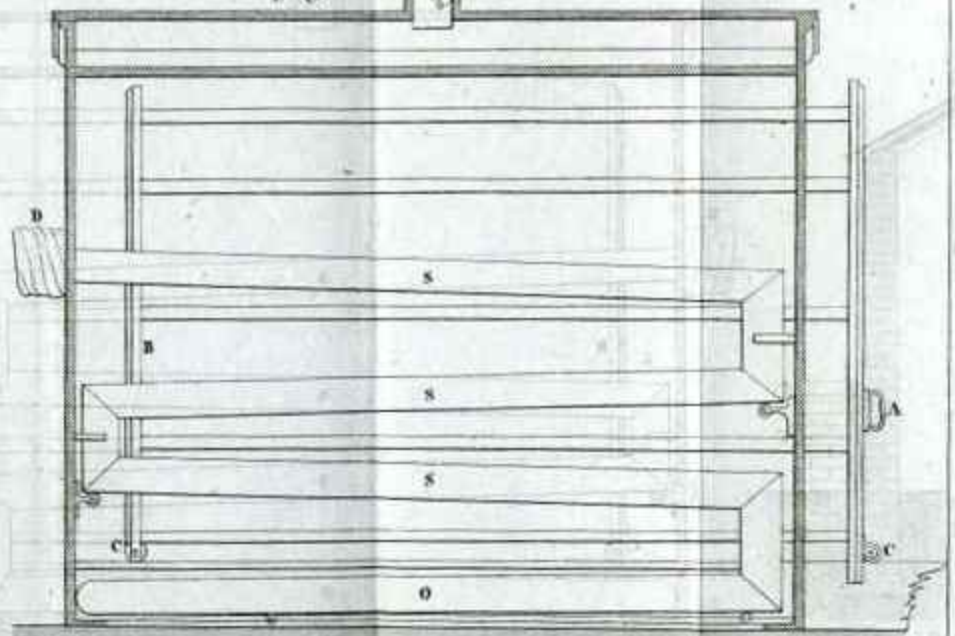
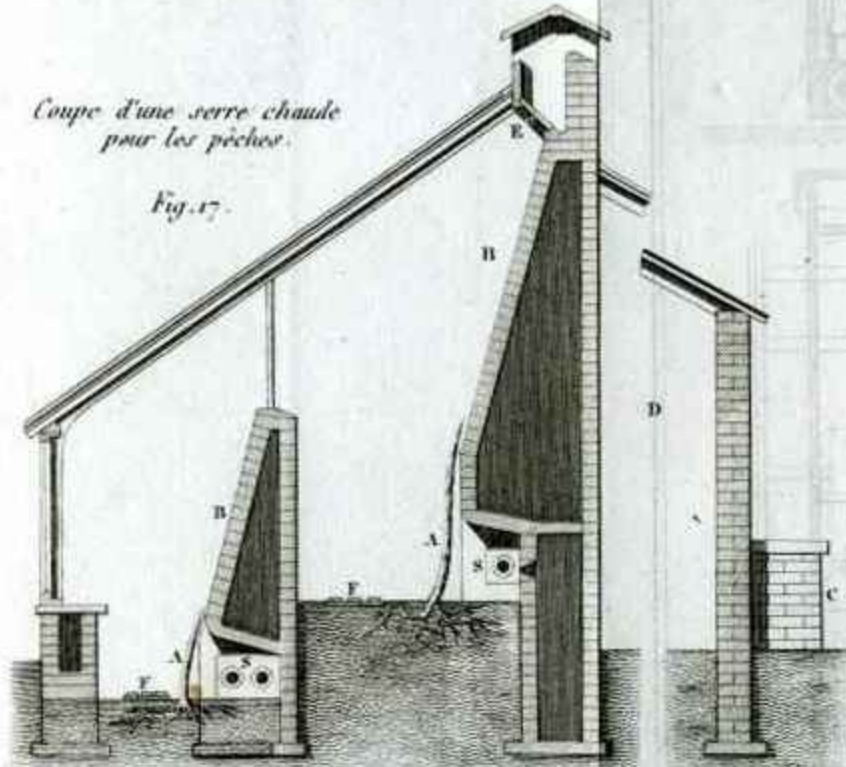


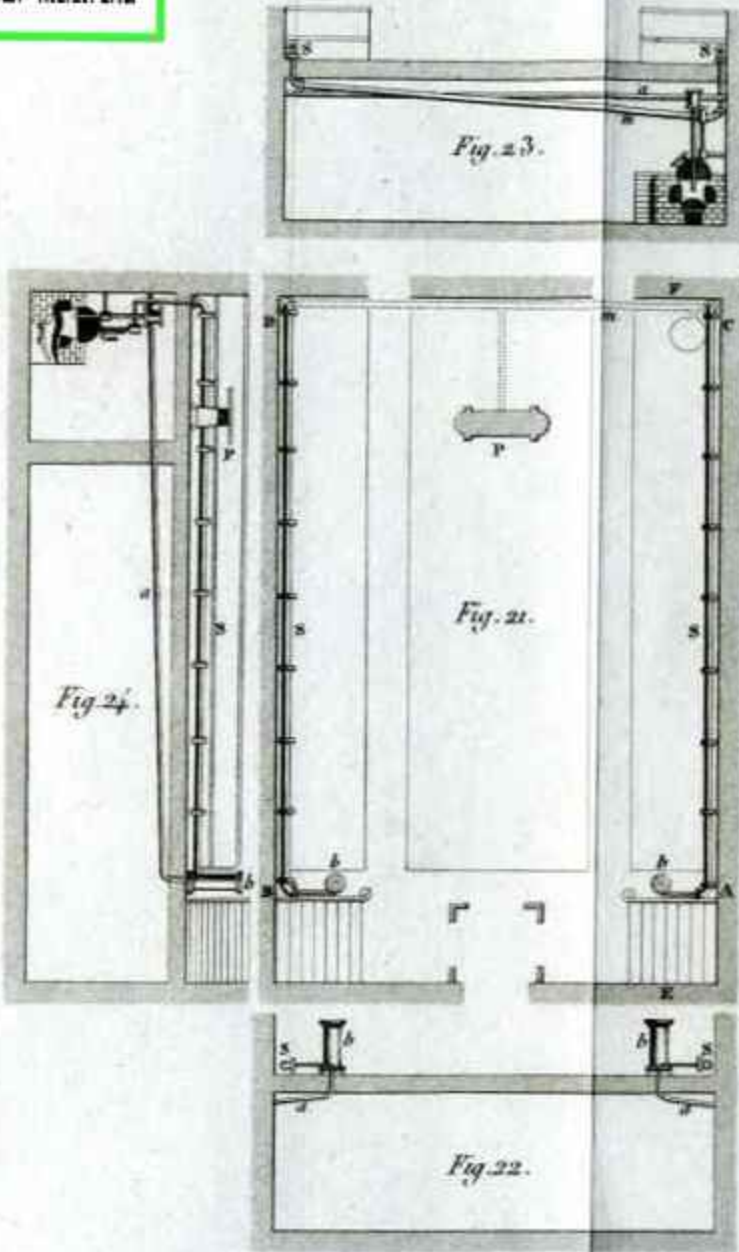
Fig. 19.

Coupe d'une serre chaude pour les pêches.

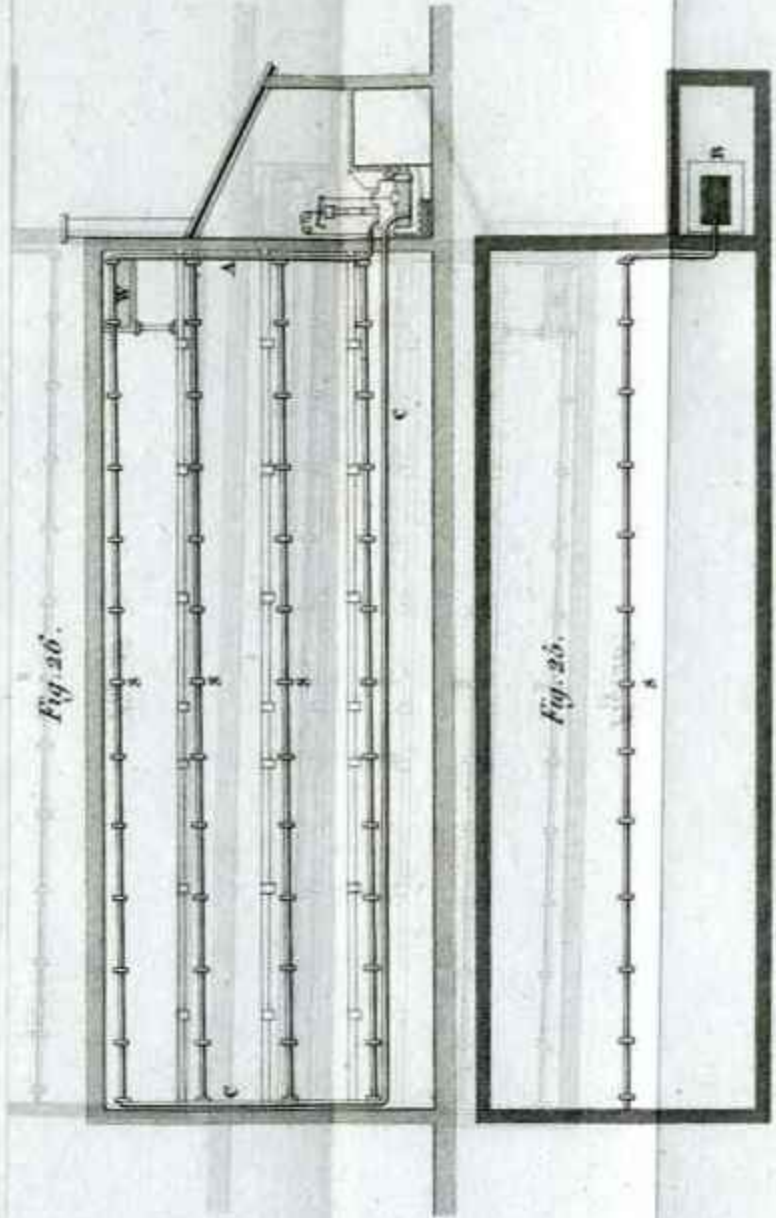
Fig. 17.



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 Pouce F.



Proportion de l'axe de la chaudière.



Proportion de l'axe de la chaudière.