

BULLETIN
TRIMESTRIEL
DE LA SOCIÉTÉ

DES SCIENCES, BELLES-LETTRES ET ARTS

DU DÉPARTEMENT DU VAR,

SÉANT A TOULON.

Sparsa colligo.

Onzième . Année. -- N^o 1 et 2.

TOULON,

Imprimerie de A. Baume, fils aîné,

RUE ROYALE N^o 50.

1843.



160

80

12486

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
SCIENCES MORALES.	
Discours prononcé à l'occasion de la distribution des prix aux Écoles Communales de Toulon , par M. Curel...	1
ÉCONOMIE PUBLIQUE ET HYGIÈNE.	
De la nécessité d'avoir les plans généraux de nivellement , par M. Guiraud.....	15
MACHINES A VAPEUR.	
Principes et formules relatifs aux machines à vapeur , par M. Flaugergues.....	29
ARCHÉOLOGIE.	
Observations sur le port de Bastia , et les projets dont il actuellement l'objet , par M. Rang.....	129
HISTOIRE	
Une visite aux ruines de Carthage , par C. Delacour.....	143
LITTÉRATURE.	
Légende Algérienne , par M. d'Assigny.....	161
Le Mandarin et le Cadi (fable) , par M. H. Garnier.....	178
Le Prêtre et le Mendiant (conte anecdotique) , par le même	182
Le Vieillard et l'Enfant (fable) , par le même.....	186
Sonnet à mon ami A. G. , par le même.....	189
Les deux Arbustes (fable) , par M. G. de Fouchy.....	190

NOTA. La Société déclare n'approuver ni improuver les opinions émises par les auteurs des ouvrages imprimés dans ses bulletins.

SCIENCES MORALES.

DISCOURS

**prononcé à l'occasion de la distribution des prix
aux Écoles Communales de Toulon ,**

par M. CUREL ,

Directeur de l'École Supérieure.

MESSIEURS ,

Le monde , dans l'ordre physique et dans l'ordre moral , est soumis à une loi de progression qu'il ne nous est pas permis d'éluder et dont la Providence poursuit , malgré nous , l'éternelle application.

La terre n'a pas toujours été ce que nous la voyons de nos jours. Nous ne pouvons y faire un pas sans rencontrer les traces des nombreuses modifications qu'elle a subies à sa surface , et sans remarquer aussi qu'un nouveau perfectionnement fut toujours l'effet de chaque révolution. La loi du progrès y est écrite partout , sur le front de ses hautes montagnes comme dans la profondeur de ses abîmes ; et l'harmonie constante qui règne dans toutes les

œuvres de la création , suppose l'empire de la même loi dans l'universalité des mondes , dans ceux que le génie a pu soumettre à ses observations comme dans ceux qui se dérobent à ses regards.

L'humanité ne fut pas non plus ce qu'elle est aujourd'hui. Ceux qui l'ont étudiée dans son état de barbarie , peuvent nous dire l'espace immense qu'elle a parcouru pour arriver à la hauteur de notre civilisation.

Placez la cabane du désert à côté des magnifiques édifices qui décorent nos cités ; comparez le tronc d'arbre creusé en forme de canot et emporté par le courant du fleuve , avec le gigantesque vaisseau qui , à l'aide des voiles ou de la vapeur , s'en va fièrement , à travers les écueils et les tempêtes , à la conquête des pays inconnus ; à l'aigre cri du sauvage errant dans les savanes , et aux sons discordants de ses instruments grossiers , comparez les suaves accens de notre langage , et les délicieuses harmonies qui , dans nos temples augustes , ravissent l'âme et la bercent dans de célestes illusions ; à l'implacable férocité de l'antropophage , dans la guerre ou au milieu de ses abominables festins , comparez la magnanimité de nos héros souriant à leurs ennemis vaincus et pansant leurs blessures ; et vous ne douterez plus de l'influence , dans l'ordre moral , de la loi divine qui nous a déjà frappés dans l'ordre matériel.

Que sont des hommes sans culture , livrés à tous les préjugés de l'ignorance , à toutes les terreurs de leur imagination , à toutes leurs inclinations brutales , en présence de ceux qui se sont appliqués avec succès à développer toute l'énergie de leurs facultés morales , et dont l'intelligence ,

franchissant l'espace qui les sépare de l'infini va puiser dans le sein de Dieu , la pensée qui éclaire et la vertu qui vivifie ?

Ceux-ci sont les vrais types de l'humanité , types sublimes que la Providence tient en réserve , et qu'elle place , au temps prescrit , au milieu des peuples , pour ouvrir la marche et tracer la voie aux générations nouvelles.

Mais afin que cette loi du progrès reçut parmi nous , une application universelle , il fallait qu'elle fût , pour ainsi dire , l'effet de notre propre organisation. Il fallait que nous eussions non seulement le discernement du bien et du mal , mais encore la raison pour nous déterminer en faveur de l'un plutôt qu'en faveur de l'autre ; il fallait que notre conscience éprouvât une invincible aversion pour l'injustice et le mensonge , et un invincible amour pour la justice et la vérité. Ces hautes facultés , l'homme les possède à l'exclusion de toutes les autres créatures animées , et ce privilège le place dans une sphère tellement élevée que Dieu seul est au-dessus de lui.

Les animaux , chacun dans leur espèce , ont des instincts qui leur sont propres et qui ne sauraient subir des modifications profondes et durables. Le lion rugit et rugira toujours comme il l'a fait à l'époque de sa création. A force de soins et de persévérance , on pourra bien dissimuler son caractère féroce ; mais on ne parviendra jamais à le détruire. Affranchi de ses chaînes et livré à lui-même , il se manifestera dans toute l'horreur de ses appétits sanguinaires , tel que la nature l'a fait.

Ainsi n'est pas l'homme. Il a la conscience de lui-même. Il renferme en lui le germe de toutes les perfections , et pour développer ce germe divin , il n'a besoin que d'être placé dans des conditions favorables. Quelque vicieuses que soient ses inclinations , il pourra les dominer et les soumettre à sa volonté , dès que l'éducation et l'expérience auront éveillé en lui le sentiment de ses devoirs. Cette puissance morale imprime sur son front un caractère céleste. Je ne connais pas de plus beau spectacle que celui d'un homme luttant corps à corps avec une grande passion , et la foulant sous ses pieds.

L'homme est donc perfectible ; mais il ne peut se perfectionner que parce qu'il est sociable. Le besoin de vivre avec ses semblables est tellement impérieux , que l'isolement absolu devient pour lui le plus intolérable des châtimens. Seul et borné dans ses moyens d'action , il serait d'autant plus misérable qu'au sentiment de ses privations et de ses peines , il joindrait le sentiment de sa faiblesse et de son impuissance. Il n'est fort que par la force qu'il puise dans la communauté ; il n'est vraiment puissant que par le concours de toutes les intelligences. Tout progrès est fondé sur l'association.

Mais l'association serait impossible sans le désir d'apprendre et de communiquer nos connaissances. Ce désir est aussi en nous ; il fait partie de nous-mêmes ; et c'est ainsi que la Providence nous a doués de toutes les facultés nécessaires à l'accomplissement de ses desseins éternels , facultés admirables qui se traduisent quelquefois par les actes du plus héroïque dévouement.

C'est ainsi que pour obéir à cet intime besoin d'ap-

prendre , tant de graves savants renoncent volontairement à tous les avantages de la fortune , et se condamnent , dans la retraite , aux études les plus profondes. Inaccessibles aux soucis qui agitent les autres hommes , ils concentrent toute leur vitalité dans la poursuite d'une idée féconde , dans la solution d'un problème utile , et ils n'admettent pas que le bonheur puisse exister autre part que dans la recherche et la contemplation de la vérité.

C'est aussi pour obéir à ce désir impérieux que tant de célèbres voyageurs ont parcouru le globe en tous sens , bravant la rigueur des climats , les dangers de tous genres et la mort , dans l'espoir de doter la science de quelque nouvelle découverte , et de laisser , dans l'histoire de l'esprit humain , une trace de leur passage.

Et nous-mêmes , Messieurs , si dans les fonctions difficiles de l'enseignement , nous rencontrons de douces émotions , des jouissances intérieures , ce n'est que dans le sentiment des services que nous rendons à nos semblables , par la communication des connaissances que nous avons acquises.

Admettre les jeunes gens à la participation de nos propres études et les conduire , comme par la main , dans la carrière des recherches scientifiques ; signaler leurs défauts pour les corriger , et leur manifester les attrait de la vertu pour la leur faire pratiquer ; leur montrer partout les merveilles de la création pour leur faire aimer le Créateur ; en un mot , compléter l'homme en l'initiant au sentiment de toutes les perfections : voilà certes , de nombreuses compensations à nos peines , s'il est vrai que le désir de s'instruire , et de communiquer ses connais-

sances , soit naturel , et que la satisfaction d'un désir noble et pur soit une jouissance.

Oui , Messieurs , c'est une jouissance , une ineffable jouissance , celle qui naît d'un désir satisfait , lorsque ce désir a eu pour objet de contribuer au bonheur de ses semblables ou à la gloire de sa nation ; quand il a eu pour objet la conquête d'une pensée utile , la découverte d'une cause mystérieuse dont les effets nous ont frappés , le succès dans un art dont nous apprécions les difficultés et le mérite. L'étude alors a des charmes indicibles. Elle absorbe toute l'activité de notre âme ; et la coupe qu'elle nous présente a seule le privilège de renfermer l'oubli des misères humaines , l'enthousiasme du beau idéal et le bonheur sans alliage.

L'instruction n'aurait-elle que l'avantage de contribuer à notre bonheur individuel , qu'elle mériterait , pour cela seul , notre amour et nos hommages. Mais , comme accomplissement d'une loi divine , elle est de plus pour l'humanité entière , une source de prospérité et de gloire.

Si les marais et les landes stériles qui couvraient notre sol , ont fait place à de fertiles campagnes ; si le commerce enrichit nos cités ; si l'industrie nous prodigue tout ce qui peut rendre notre existence plus commode et plus douce : à quoi le devons-nous ?

Si la servitude qui opprimait nos pères , a cessé sans retour ; si nous vivons libres sous la tutelle de la loi ; si l'égalité est , non plus une théorie philosophique , une espérance , mais un fait : à quoi le devons-nous ?

Si l'intelligence humaine , dans les diverses applications de la science , a pris un tel élan , que les esprits les plus timides sont obligés de reculer indéfiniment les limites du possible : à quoi le devons-nous ?

Quand poussés par le désir d'éprouver de fortes émotions , nous gravissons sur des hauteurs d'où nos regards peuvent embrasser un vaste horizon et se perdre dans les profondeurs de l'espace , et que nous voyons se dérouler devant nous toute la majesté des scènes variées de la nature , nous sommes comme anéantis dans la contemplation de tant de merveilles ; et notre pensée ravie par la magnificence du spectacle , s'élève à Dieu pour l'adorer. Mais je ne sais pas si nos impressions sont moins profondes , quand , sous nos yeux , se développe le tableau de l'industrie humaine dans toute sa grandeur : une ville populeuse , avec ses édifices publics , ses palais , ses manufactures et ses arsenaux ; avec son activité , son agitation et ses bruits confus ; avec sa rade couverte de vaisseaux , et sa mer sillonnée en tous sens par des navires parés de leurs blanches voiles et des couleurs de toutes les nations. C'est là qu'il faut conduire ceux qui nient Dieu et le progrès.

Nous devons être fiers , Messieurs , de ce que nous avons été appelés à marcher à la tête de la civilisation moderne. Tout ce que les arts ont produit de plus élégant et de plus parfait ; tout ce que la littérature a publié de plus original et de plus sublime ; presque tout ce que la science a fait de plus utile et de plus merveilleux , est de création française. La France prend l'initiative de toutes les gloires ;

et les peuples , même les plus orgueilleux , ont si bien la conscience de sa généreuse supériorité , qu'ils n'éprouvent aucun malaise sans tourner involontairement leurs regards et leurs espérances vers elle comme vers le foyer de toute lumière , de toute équité , de toute puissance.

Ce noble privilège , elle ne le perdra jamais , car nulle part l'enseignement n'est si élevé ni si populaire ; nulle part les travaux de l'intelligence ne sont plus estimés , ni de plus magnifiques récompenses ne sont accordées au génie.

Et pourtant nous n'avons pas atteint le but où nous aspirons. La France ne doit pas être seulement la plus glorieuse et la plus éclairée des nations , elle doit en être encore la plus morale ; et c'est aussi l'instruction publique qui lui fournira ce nouvel élément de grandeur.

Il se manifeste de toutes parts , vers les idées morales et religieuses , une tendance qui nous fait espérer , dans un avenir prochain , d'importantes améliorations dans les mœurs. Le dix-huitième siècle qui a donné une si prodigieuse impulsion à l'entendement humain , a laissé au dix-neuvième , le soin de développer les doctrines qui sont du domaine de la conscience , et de ramener l'humanité à la source divine d'où découlent tous les biens. La Religion doit invariablement présider à nos destinées , et nous en proclamons la salutaire influence , avec un respect et une ardeur qui vengent les lumières des calomnies dont elles furent l'objet. Sous l'empire de sa loi d'amour et de fraternité , nos enfants oublieront nos longues discordes , et

•

verront enfin s'éteindre les dernières étincelles de l'incendie qui a menacé de dévorer toutes les traditions sociales du passé.

Ainsi continuera , sous un ciel plus favorable , la marche progressive de l'humanité ; ainsi s'accompliront toutes les améliorations que nous sollicitons comme conséquences d'une loi naturelle , et qui doivent lier au triomphe du génie le triomphe de la vertu.



JEUNES ÉLÈVES ,

Votre régénération recueillera avec amour , ce noble patrimoine , et travaillera avec une ardeur nouvelle et des succès plus grands , à la réalisation de ces hautes espérances.

Conservez avec soin et cultivez les connaissances que vous tenez de notre sollicitude. Mais conservez avec plus de soin encore les préceptes qui ont pour objet de vous rendre justes et bons. Placez-les dans votre cœur , comme un trésor où vous devez puiser dans vos jours de détresse.

A mesure que votre esprit s'éclaire , il est nécessaire que votre cœur se purifie. La vraie science exclut l'immoralité ; car la science est la connaissance de la vérité , et la vérité c'est la vertu.

Celui qui a perfectionné les facultés de son esprit , sans perfectionner les sentiments de son cœur , ressemble à une statue dont la tête est parfaite de forme et d'expression et dont le corps n'est qu'une ébauche grossière. C'est un être incomplet.

Les talents sont les voiles qui impriment le mouvement

au vaisseau et qui en accélèrent la marche ; mais la moralité est le lest qui le tient en équilibre , au milieu de la tempête.

Si tous les hommes ne peuvent pas avoir les talents qui mènent à la célébrité , tous peuvent acquérir la probité qui commande l'estime et la confiance. Or , il est important que vous commenciez , dès l'enfance , l'apprentissage de la vertu , afin que votre volonté soit forte , quand l'heure des grandes luttes aura sonné.

Sans la vertu , vous aurez beau élever la tête vers le ciel , être puissants par l'intelligence ; vos corps dégradés s'affaïsseront vers la terre. Elles sont si nombreuses les jeunes victimes des passions corruptrices !

La campagne , mes amis , était belle dans la saison du printemps. L'espérance brillait dans le calice de toutes les fleurs. Mais les fleurs sont tombées , et les arbres n'auront pas de fruits , parce qu'un brouillard infect s'est reposé sur eux.

Ce brouillard qui flétrit souvent les plus belles espérances , c'est la corruption morale qui depuis long-temps s'est infiltrée dans le corps social et qui empoisonne toutes les sources de la vie.

Or , où pourra se purifier et se retremper la vie , si ce n'est dans la religion qui nous met en communication avec celui qui est le principe de la vie ?

Vous ne pouvez donc vous régénérer que dans les eaux vives de la morale et de la religion , vous tous qui êtes appelés à constituer la société nouvelle.

Travaillez avec ardeur à cette régénération salutaire , et puissiez-vous , par la pratique de toutes les vertus , hâter

l'accomplissement des hautes destinées réservées à l'humanité.

Quant à nous , nous croirions avoir fourni une carrière glorieuse , dans nos modestes fonctions , si en vous quittant un jour , nous emportions le témoignage d'avoir contribué à votre bonheur.



Économie publique et Hygiène.

DE LA NÉCESSITÉ

d'avoir

LES PLANS GÉNÉRAUX DE NIVELLEMENT

des Villes de France.

L'Hygiène, les avantages d'une bonne voirie, cet aspect architectural et grandiose qui résulte d'une ordonnance bien entendue entre les constructions urbaines, ne peuvent s'obtenir d'une manière absolue sans avoir un plan général de nivellement : Une loi a été nécessaire pour obtenir des Conseils Municipaux un Plan d'alignement des rues de la Cité ; une autre loi devrait les obliger à en faire dresser le plan général de nivellement.

Les égouts, les ruisseaux d'écoulement des eaux pluviales ont constamment occupé les administrations municipales, on peut même dire que ce n'a été qu'après de longs

tâtonnements , qu'après de grandes dépenses nécessitées par l'obligation de défaire pour refaire que l'expérience est parvenue à assainir certaines villes , mais toujours après avoir condamné les habitants pendant long-temps à vivre dans une atmosphère insalubre et les avoir exposés à des maladies épidémiques ; tandis que si l'on avait eu des nivellements généraux on aurait pu de prime-abord projeter des égouts , fixer les pentes à donner à chaque ruisseau et ménager ces pentes de manière à diviser les eaux pluviales pour ne pas inonder un quartier plus qu'un autre.

Les recherches sur les eaux publiques de la ville de Paris , faites par monsieur Girard, directeur du canal de l'Ourcq, nous offrent la preuve de cette nécessité d'avoir un plan général de nivellement et les conséquences à en déduire que j'appliquerai à la ville de Toulon , sont applicables à toutes les villes de France.

Il est vrai que la ville de Toulon , étant ville de guerre , ses fortifications sont chaque jour un sujet d'entraves pour les travaux publics et particuliers , mais les prétentions ou les intérêts du génie militaire ne doivent pas l'emporter sur l'intérêt général ; dans tous les cas ne convient-il pas de faire converger tous les services publics vers un but commun , *le bien être de tous*.

On trouve dans l'histoire de Paris , que sous Philippe-Auguste , en 1184 , le sol de la cité fut aplani , dressé convenablement et que les rues furent pavées pour donner aux eaux pluviales un écoulement facile à la rivière.

En 1412 on détourna l'égout appelé le Pont Perrin , pour cause de salubrité.

En 1550 Philibert de Lorme fut chargé de vérifier les égoûts en vertu de lettres patentes du Roi Henri II , dont la teneur suit :

» Henry , par la grâce de Dieu , roi de France , à
» notre amé et féal aumônier et architecte ordinaire M^e
» Philibert de Lorme , salut et dilection. Comme il soit tout
» notoire et manifeste que ce qui tient les rues de notre
» bonne ville de Paris plus ordes , fangeuses et pleines
» d'immondices qui apportent le mauvais air en notre
» dite ville , c'est qu'il n'y a point de lieux ni endroits
» dressés à propos avec les pentes nécessaires pour bailler
» cours aux égoûts d'icelle ville et les conduire , et faire
» descendre en la rivière ; pour à quoi pourvoir et donner
» ordre pour la commodité et santé des habitants de notre
» dite ville , il vous fût par ci-devant ordonné faire la
» visitation des dits lieux et endroits et en bailler votre
» avis , sur quoi il ne s'est ensuivi aucune conclusion ni
» expédition : à cette cause nous vous mandons et commet-
» tons par les présentes que remis par devers vous le dit
» avis et rapport de ce qui a été par vous fait vous ayez
» avec le Prévôt des marchands et échevins de notre dite
» ville et quelques gens experts que vous appellerez avec
» vous à faire autre nouvelle visitation , regarder les pen-
» tes et niveler les lieux et endroits où il sera besoin de
» bailler cours aux dits égoûts et par où dorénavant ils
» devront être conduits et descendus en la rivière et de ce
» qui en aura par vous et ensemblement été fait et avisé
» vous en ferez et dresserez un procès-verbal contenant
» les raisons de votre dit avis , lequel vous nous enverrez

» pour icelui vû en ordonner ce que verrons être à faire :
» car tel est notre plaisir. De ce faire nous avons ordonné
» et donnons pouvoir et autorité , commission et mande-
» ment spécial , mandons et commandons à tous nos jus-
» ticiers , officiers et sujets que à vous en ce faisant soit
» obéi.

» Donné à St-Germain en Laye le neuvième jour de sep-
» tembre l'an de grâce mil cinq cent cinquante et de notre
» règne le quatrième. Signé par le Roi , DUTHIERS , et
» scellé du grand scel de simple queue de cire jaune.

En 1553 et 1554 on ordonna , par lettres patentes , de nettoyer les égouts.

En 1605 on exécuta des travaux d'art aux égouts.

En 1610 Marie de Médicis craignant que la stagnation des immondices n'accasionnât des maladies contagieuses ordonna l'adjudication du curage des égouts.

En 1619 , 1623 , 1631 de grands travaux d'art furent exécutés à divers égouts.

En 1671 on s'occupa avec encore plus de soins des mesures de police propres à entretenir la salubrité publique , et comme le bon état des égouts devait essentiellement y contribuer, il fut arrêté que le prévôt des marchands et les échevins en feraient la visite tous les ans accompagnés du maître des œuvres.

En 1690 , le manque d'un plan général de nivellement fut cause que le pavé de la vieille rue du Temple ayant été établi trop bas , il arrivait que les égouts voûtés de la rue St-Thomas et de la vieille rue du Temple s'engorgeaient

aux moindres pluies et que les maisons de ces quartiers étaient inondées. Ces inconvénients provoquèrent les habitants à demander la suppression des égouts voûtés en offrant de participer à la dépense. Un arrêt du 24 avril 1690 chargea une commission de proposer tous les changements nécessaires à l'effet d'opérer cette suppression et de conduire les eaux directement à la rivière en les faisant couler sur le pavé ; mais il fut reconnu que cette suppression était inexécutable , qu'elle serait très coûteuse et surtout insalubre ; en conséquence l'égout de la vieille rue du Temple fut reconstruit et à grands frais , parce qu'il fallut en dériver les eaux par une cunette provisoire pendant cette reconstruction.

En 1740 , sous la prévôté de M. Turgot , le grand égout creusé dans les marais , le faubourg St-Denis , la Chaussée d'Antin , etc. , étant souvent encombrés par les éboulements des berges et la stagnation des eaux occasionnant des émanations et des exhalaisons dangereuses , on fuyait son voisinage et les propriétaires redoutaient de bâtir dans ces quartiers ; ce fut pour remédier à cet inconvénient que le fond de l'égout fut pavé en pierres de taille , que les berges furent revêtues de murs de soutènement et qu'il fut construit un grand réservoir contenant 5900 hectolitres d'eau pour en faciliter le lavage. Un succès complet couronna ce grand travail et les maisons s'édifièrent le long de cet égout comme par enchantement. Enfin il est encore dit que , l'égout et le réservoir terminés , le roi et toute sa cour en firent la visite et on trouve dans les registres de la ville (Vol. LXXXI f° 459.) le cérémonial de cette visite qui prouve tout l'in-

térêt que le gouvernement apportait à ces sortes de travaux.

On voit donc , comme il est relaté ci-dessus que , faute d'avoir eu un plan général de nivellement la ville de Paris fut obligée de faire une dépense considérable pour refaire l'égoût de la vieille rue du Temple , et que les avantages nombreux que l'on pouvait retirer de la connaissance exacte du relief de Paris et des hauteurs respectives de ses différents quartiers au-dessus du niveau de la Seine fesaient désirer depuis long-temps que l'opération d'un nivellement général fût entreprise.

» En 1742 , M. Buache avait lu à l'Académie des sciences l'exposé d'un plan hydrographique dont l'inondation de 1740 lui avait fourni les premières bases ; il y rattacha quatre profils d'un développement considérable , laissant entre leurs directions de trop grands intervalles pour que l'on pût en tirer une connaissance assez détaillée des hauteurs respectives de chaque quartier. D'autres nivellements partiels furent exécutés à différentes époques , mais outre la difficulté d'en rassembler les résultats , il aurait encore fallu les rattacher à un repère commun ce qui n'aurait pas toujours été possible. Enfin ce n'a été qu'en 1788 et en appliquant les côtes des nivellements au plan Verniquet , que commença cette grande opération qui dura plusieurs années et fut confiée à M. Egault , ingénieur des ponts et chaussées (1).

(1) Mémoire de M. Girard , directeur du canal de l'Oureq , impri. impl. 1842.

En comparant les positions topographiques de la ville de Paris et de celle de Toulon , il est facile de reconnaître que la première est placée bien plus avantageusement pour la propreté de ses rues ; premièrement parce que son sol est assez élevé au-dessus du niveau de la Seine pour avoir des égouts souterrains par lesquels les eaux sales et chargées d'immondices viennent se mêler au cours de la rivière qui les entraîne au loin , et secondement parce que toutes les maisons ont des fosses d'aisances , avantage payé cher , il est vrai , par l'inconvénient de gâter l'eau des puits. Tandis que Toulon est établi en partie sur un sol trop bas par rapport au niveau constant de la mer pour y établir des égouts voûtés , et que comme il n'existe de fosses d'aisance nulle part , les eaux des ruisseaux roulent avec elles toutes les ordures , ce qui est non seulement d'un aspect dégoûtant , mais encore occasionne des exhalaisons soit pendant tout leur cours dans la ville , soit par leur dépôt dans la darse vieille qui devient un cloaque infect qu'il faut continuellement curer.

Dans les ports de mer , sur l'Océan , où la différence du niveau des eaux entre le flux et le reflux est de deux mètres , outre que les égouts se vident pendant la basse mer , on pourrait encore les laver en y lâchant des eaux retenues dans des réservoirs à cet effet ; mais dans les villes sur le bord de la Méditerranée où la marée est insensible on n'a pas la même possibilité. Ce serait donc rendre un bien grand service à la ville de Toulon , et surtout à ses bas quartiers , que de diminuer autant que possible les causes de ces émanations insalubres quand on aura un plan de nivellement.

Notre honorable collègue H. Vienne , l'archiviste de la

ville , nous dit dans son ouvrage intitulé (Promenades dans Toulon ancien et moderne , page 147.) « En 1679 , afin » de donner un autre cours aux immondices que les ruisseaux des rues entraînaient dans la darse , M. de Vauban » imagina de faire construire un canal souterrain le long » de la rue Orléans pour les verser dans les fossés du côté » du Levant : ce canal fut creusé et complètement achevé , mais trois ans après survint l'ordre de le combler » et de laisser aux ruisseaux leur ancienne direction ; sur » l'observation que les eaux grosses et notamment celles » des fabriques de savon , avaient la propriété de faire périr les vers dont la piqure est si fatale aux vaisseaux auxquels ils s'attachent. » Il est probable que ce motif ne fut pas le seul et que l'encombrement de ce canal et la difficulté d'en faire le curage ont dû également motiver l'ordre de ce comblement.

En 1679 , c'est tout au plus si la population s'élevait à la moitié de celle d'aujourd'hui que l'on peut prédire devoir encore s'accroître ; or , les immondices devant s'augmenter dans le même rapport , il est de la plus grande nécessité d'aviser aux moyens de remédier aux graves inconvénients que présente l'état des choses. Pour arriver à ce résultat je propose :

1° De diviser la ville en trois zones à partir du point culminant et de diriger les ruisseaux des deux zones supérieures dans des égouts souterrains venant se dégorger dans les fossés hors des remparts comme l'avait proposé M. de Vauban en les faisant traverser sous les courtines ;

2° De construire intérieurement un ou plusieurs grands

réservoirs qui seraient approvisionnés d'eau par le béal pour effectuer à grande eau le lavage des rues et des égouts : observant qu'il n'y aurait que les ruisseaux de la troisième zone qui conduiraient les eaux dans la darse en coulant sur le pavé.

En exécutant ce projet on diminuerait considérablement les frais de curage du port , qui ne recevrait plus guère que le tiers des immondices qui y arrivent actuellement ; le bas quartier serait assaini et par ce moyen ne serait plus exposé ainsi qu'on le voit souvent , à être inondé par les moindres orages et de manière à interrompre les communications ; mais pour fixer les points de départ de chaque aqueduc souterrain servant d'égout , il faut la connaissance exacte du relief de la ville et un plan général de nivellement est indispensable.

Presque toutes les villes de France , du moins les plus importantes , ont leur plan général d'alignement ; or ces plans pourraient être utilisés comme le plan Verniquet l'a été pour la ville de Paris , et il serait procédé de la manière suivante pour obtenir tous les avantages que l'on doit espérer d'une semblable étude des lieux :

On prendrait d'après le plan général , le plan détaillé de chaque rue et sur autant de feuilles séparées. On tracerait au-dessus de ce plan de rue , son profil en long d'après un nivellement exact , ce profil serait côté par des ordonnées rapportées à une côte d'emprunt prise sur un même plan horizontal au-dessus du point culminant de la ville comparé au niveau de la mer , et fixé par un repère inamovible. Au-dessous dudit plan de rue seraient tracés les profils en tra-

vers en suivant des lignes de renvoi et les ordonnées de ces profils , en travers se rapporteraient au même plan horizontal que le profil en long , les côtes exprimant des millimètres au moins. On aurait soin pendant ce travail de faire repérer , par des pavés en bois de bout frettés en fer , tous les carrefours et les principales sinuosités de rues , pour , au moyen de ces repères et de l'atlas de nivellement , modifier ou établir les pentes des ruisseaux et des aqueducs , chaque fois qu'une rue aurait besoin d'être repavée. On observe que les trottoirs conserveraient leur hauteur ou des hauteurs convenables par rapport aux maisons , fallut-il y arriver par une ou deux marches à l'extrémité inférieure , la hauteur de la voie roulière seule serait susceptible d'être changée.

Je ne crois pas hors de propos de consigner ici quelques observations et conditions que l'on peut considérer comme principes afin d'exécuter les meilleurs pavements , et d'établir les ruisseaux de la manière la plus convenable tant sous le rapport de la commodité que sous celui de l'économie publique.

Du bombement des routes.

On trouve dans les dépositions reçues par le Comité du Parlement d'Angleterre , celle de J. Loudon , M. Adam , inspecteur général des routes de Bristol , appelé et entendu le jeudi 4 mars 1819 , il dit que ; « pendant vingt-six ans » il a dirigé son attention sur l'état des routes publiques de

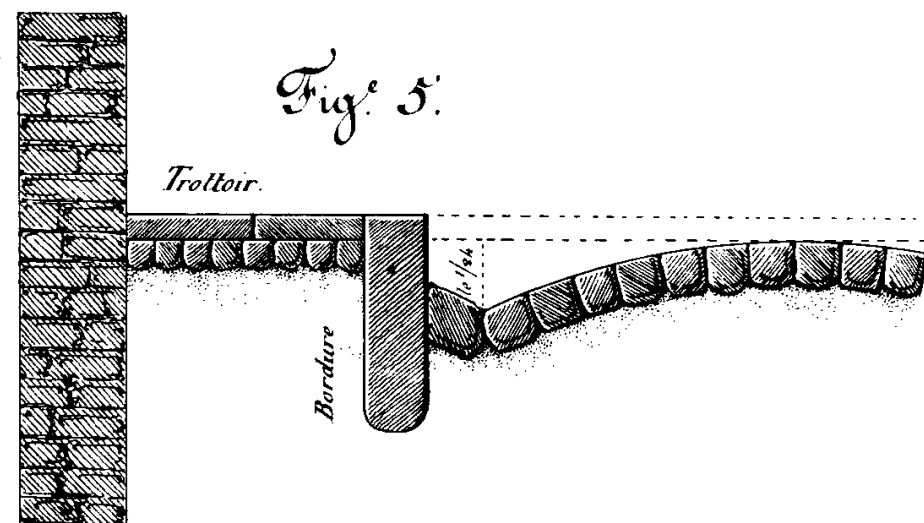
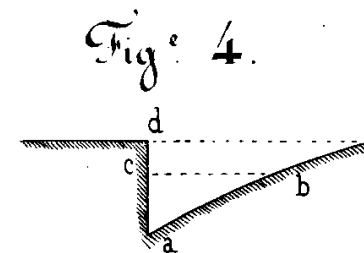
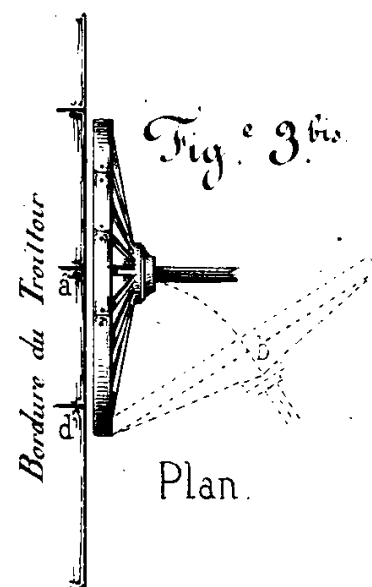
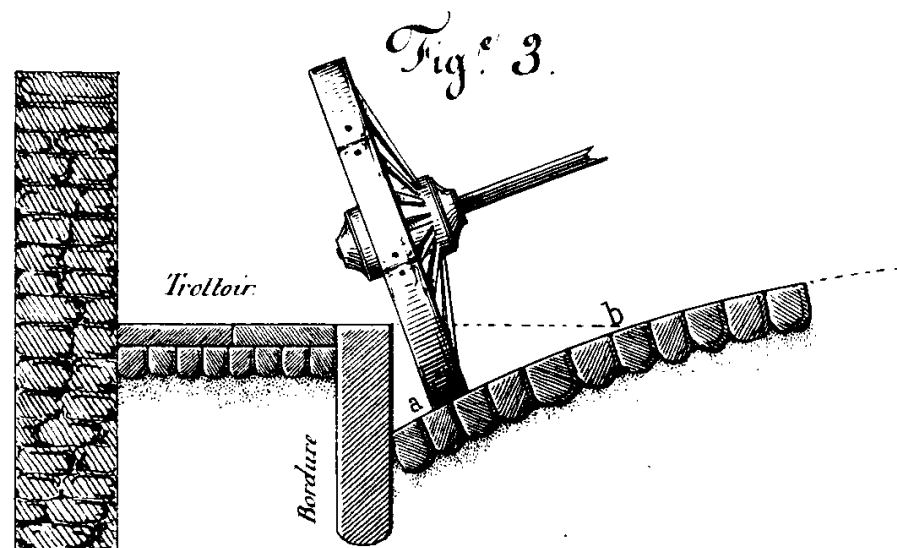
» l'Angleterre et qu'une route doit être aussi plate que possible et n'avoir que le bombement nécessaire pour que les eaux pluviales puissent s'écouler, qu'il n'a donné que 0,152 millimètres de bombement sur 5,500 de largeur, » ce qui revient à peu près à la hauteur de $\frac{1}{24}$ que prescrit H. Exchaquet. (Dict. des ponts et chaussées.) « Que quand une route est plate les voitures ne suivent pas le milieu comme lorsqu'elle est très convexe ; que dans ce dernier cas, les charretiers s'écartent le moins possible de l'axe de la route parce que c'est le seul moyen de maintenir leurs charriots sur un plan horizontal ; il en résulte que la route est bientôt coupée par trois ornières, l'une ouverte par les chevaux et les deux autres par les roues qui passent toutes par les mêmes traces ; les eaux de pluie se réunissent dans ces ornières et ne peuvent s'écouler. » Ce raisonnement est applicable aux rues pavées, et présente de plus l'inconvénient de provoquer l'écartement des parties inférieures des roues, ce qui tend à faire rompre les essieux, en occasionnant un frottement plus considérable sur leurs fusées.

Des Ruisseaux.

L'expérience a démontré que les ruisseaux qui traversent la voie roulière ne doivent avoir au plus que le $\frac{1}{10}$ de leur largeur pour ne pas occasionner de trop fortes secousses aux voitures. (Voir la fig. 1.) Encore convient-il de faire ce ruisseau de manière à ce qu'un pavé placé horizontalement en forme de plafond, comme l'indiquent les figures 2

et 2 bis , ce plafond étant plus ou moins large suivant que le volume d'eau qui doit y passer est plus ou moins considérable. Par ce moyen la roue qui quitte un plan incliné s'appuie sur le pavé horizontal avant de choquer le plan incliné de l'autre bord et la secousse est bien diminuée , ce qui est encore un avantage pour la conservation des conduites des fontaines et du gaz qui sont exposées à ruptures par ces chocs que l'on qualifie de forces vives.

Dans beaucoup de villes le profil des ruisseaux longeant les trottoirs est formé par la courbe du bombement et la face verticale de la bordure comme l'indique la fig. 3. Cette disposition est on ne peut plus vicieuse ; il en est même dont le bouge domine les trottoirs sans aucun but d'utilité. Il en résulte que quand une roue est tombée dans ce ruisseau elle ne peut en sortir que par un mouvement latéral et ascendant suivant la ligne *a b* fig. 3 et 4 , après avoir exercé un frottement considérable contre la partie haute de la bordure marquée *d* fig. 4. Cette partie de la bordure s'opposant à ce que la roue pivote sur son point d'appui. Dans cet état de chose les roues pénites des voitures de luxe se dégradent , les cercles en fer des roues usent l'arête de la bordure en s'usant eux-mêmes , et ce n'est qu'avec une dépense énorme de force , que les grosses charrettes chargées sortent de cette position. A notre avis il vaudrait mieux adopter le système de la fig. 5 , qui n'offre aucune des difficultés signalées ; les roues s'éloignant naturellement du trottoir , ce qui leur permet de pivoter pour monter en roulant sur le bouge de la route qui , dans tous les cas , doit être inférieur aux trottoirs , et auquel on ne donnera jamais plus du $\frac{1}{24}$ de la



largeur de la voie. Ce qui offrirait de plus l'avantage de ne plus exposer les trottoirs à être submergés par les eaux pendant les grands orages.

GUIRAUD.

AVERTISSEMENT

RELATIF AU MÉMOIRE SUIVANT.

Voici le but que l'on s'est proposé dans l'ouvrage intitulé *Principes et Formules relatifs aux machines à vapeur*, et dont la Société académique de Toulon a fait insérer ci-après les premiers chapitres. Réunir et présenter dans un ordre méthodique et sous une forme élémentaire les principes de physique et de chimie, aussi bien que les formules, qui sont d'une application pratique et immédiate au mouvement des machines à vapeur.

Afin de simplifier, on a écarté toute discussion, même sur les points encore incertains de la théorie; et l'on a présenté les propositions sous une forme didactique analogue à celle de la géométrie de Legendre. On n'a pas négligé le détail des exemples numériques.

On a eu surtout en vue d'être utile aux officiers chargés des bâtiments à vapeur de la marine royale, et aux chefs mécaniciens. Nous savons que plusieurs se récrieront et se rebuteront au simple aspect des formules, et du peu d'algèbre qu'elles contiennent. Cependant nous pensons qu'il faut absolument renoncer à comprendre le jeu d'une machine aussi compliquée, à la conduire avec intelligence et même à en tirer quelque parti, si l'on se contente d'en observer la marche avec les yeux du seul bon sens, si l'on s'en rapporte au simple instinct mécanique et à la routine.

des subalternes , si l'on n'appelle à l'aide du raisonnement la force et la clarté que lui prête le calcul.

Au surplus nous dirons que l'intelligence des lignes qui suivent n'exige de la part du lecteur que la connaissance de l'arithmétique , celle des signes de l'algèbre , et celle des principes les plus élémentaires la physique. Ce ne sont pas des notions assez étendues pour que ceux qui aspirent au grade de mécanicien en chef ne puissent les acquérir durant leur apprentissage. Lorsque l'organisation du corps des chauffeurs-mécaniciens aura cessé de se ressentir de la hâte avec laquelle on a été obligé de le former, il faut espérer que l'on astreindra les apprentis à des études qui les mettront au niveau de leur belle tâche.

Quant aux personnes qui possèdent des connaissances plus relevées , on espère qu'elles trouveront encore dans cet ouvrage un utile memento.

P. FLAUGERGUES.

PRINCIPES ET FORMULES

RELATIFS AUX MACHINES A VAPEUR.

1.

Unité de Chaleur.

Je prendrai pour unité de chaleur , la quantité capable d'élever d'un degré centigrade la température de l'unité de poids d'eau.

Ainsi en prenant le kilogramme pour unité de poids , l'unité de chaleur sera la quantité de chaleur capable d'élever d'un degré centigrade la température d'un kilogramme d'eau.

2.

Quantité de chaleur qui élève d'un nombre donné de degrés, la température d'un poids donné d'eau.

Cette quantité est égale au produit de la quantité d'eau par la variation de température.

Soient donc C la quantité de chaleur cherchée, p le poids de l'eau, t sa température initiale, T sa température finale, on aura

$$C = p (T - t)$$

Remarque. Si la température initiale est zéro, il faut faire dans cette formule $t = 0$, elle devient alors

$$C = p T$$

et donne la quantité de chaleur nécessaire pour porter un poids p d'eau, de zéro à T degrés.

3.

Définition du calorique latent de vaporisation.

Quand on chauffe de l'eau dont la température est déjà de 100 degrés, elle se vaporise. Toute la chaleur qu'elle reçoit est employée à produire cet effet, et la température de la vapeur produite est aussi de 100 degrés.

La quantité de chaleur nécessaire pour vaporiser l'unité de poids d'eau à 100 degrés, est ce qu'on nomme le calorique de vaporisation.

D'après ce qui précède, le calorique de vaporisation est entièrement absorbé par la vapeur et n'est point sensible au thermomètre. Voilà pourquoi on dit qu'il est latent.

Le calorique de vaporisation est précisément égal à la quantité de chaleur qui est abandonnée par l'unité en poids de vapeur à 100 degrés, lorsqu'elle se condense sans changer de température.

4.

Mesure du calorique de vaporisation.

Pour évaluer le calorique de vaporisation, on fait arriver un poids déterminé de vapeur à 100 degrés dans de l'eau froide. La vapeur s'y condense, son calorique de vaporisation passe dans l'eau et en élève la température. On peut donc mesurer la quantité de ce calorique d'après ce qui a été dit (n° 2).

Je suppose, par exemple, que l'on fasse condenser un kilogramme de vapeur dans 5^{kil.}4 d'eau à zéro. On trouvera après l'expérience 6^{kil.}4 à 100 degrés. La quantité de chaleur gagnée par l'eau est donc égale (n° 2) à $5,4 \times 100$, ou à 540. L'eau ne peut avoir gagné que la quantité de chaleur abandonnée par le kilogramme de vapeur. Or, cette quantité est précisément le calorique de vaporisation; donc le calorique de vaporisation de l'eau est 540.

Les physiciens ne sont pas parfaitement d'accord sur ce nombre 540. Les uns l'ont porté jusqu'à 550, d'autres admettent seulement 531.

5.

Quantité de chaleur qui vaporise un poids donné d'eau , dont la température est déjà de 100°.

Elle est égale au calorique de vaporisation multiplié par le poids. Soient donc C la quantité cherchée , p le poids de l'eau à 100 , on aura :

$$C = 540 \times p$$

6.

Quantité de chaleur qui vaporise un poids donné d'eau , dont la température est différente de 100°.

Cette quantité se compose d'abord de celle qui porte l'eau de sa température primitive à 100 degrés , et ensuite de celle qui vaporise l'eau à 100 degrés.

Soient donc C , la quantité cherchée , p le poids de l'eau , t la température initiale. La première de ces deux quantités sera (n° 2) égale à $p \times (100 - t)$, et la seconde (n° 3) à $p \times 540$, et l'on aura en ajoutant et réduisant

$$C = p \times (100 - t + 540) , C = p \times (640 - t)$$

Remarque. Si la température initiale est zéro , il faut faire dans cette formule $t = 0$. Elle devient alors

$$C = 640 \times p$$

et donne la quantité de chaleur nécessaire pour porter un poids p d'eau , de zéro à 100 degrés vapeur.

7.

Quantité d'eau vaporisée par la chaleur qui porte un poids donné d'eau à une température déterminée.

On peut exprimer d'abord cette quantité de chaleur par le poids de l'eau échauffée et par la variation de température. Or, si p est le poids de l'eau, t sa température initiale, T sa température finale, nous savons (n° 2) que cette quantité de chaleur sera

$$p \times (T - t)$$

Soient d'autre part x la quantité d'eau cherchée et qui doit être vaporisée, t' sa température actuelle. Elle absorbe pour se vaporiser (n° 5), une quantité de chaleur égale à

$$x (640 - t')$$

On aura donc :

$$x \times (640 - t') = p \times (T - t)$$

d'où l'on tire

$$x = p \times \frac{T - t}{640 - t'}$$

Remarque. Supposons que la température initiale de l'eau échauffée soit zéro, ainsi que la température initiale de l'eau vaporisée. Il en résultera $t = 0$, et $t' = 0$. On aura donc simplement

$$x = \frac{p \times T}{640}$$

Ce qui est la quantité d'eau portée de zéro à 100 degrés vapeur , par la chaleur qui élèverait un poids p d'eau de zéro à T degrés.

8.

Pouvoir Calorifique de la Houille , sa mesure.

On appelle ainsi le nombre d'unités de la chaleur qui est dégagée par la combustion de l'unité de poids de houille.

Pour l'évaluer il faut faire brûler un certain poids de houille de manière que toute la chaleur qu'elle développe soit recueillie par une masse déterminée d'eau à une température connue. La quantité de chaleur produite se mesure comme à l'ordinaire , et on en déduit le pouvoir calorifique en la divisant par la quantité de charbon employé. Quand on applique toute l'exactitude des procédés de la chimie à la recherche du pouvoir calorifique de la houille , on trouve qu'il est égal à 7000. Il faut entendre par là que la combustion d'un kilogramme de houille , élève de 1 degré la température de 7000 kilogrammes d'eau.

Remarque I. Cette valeur est sujette à de grandes variations en raison de la qualité variable des houilles. La forme des appareils , qui servent à cette recherche a aussi une grande influence sur le résultat.

L'effet de ces diverses causes est tel , que les meilleures chaudières à vapeur ne réalisent guères au-delà des 62 centièmes du pouvoir calorifique indiqué par la théorie. Pour nous rapprocher autant que possible des faits ordinaires de la pratique actuelle , nous multiplierons le pou-

voir calorifique 7000 par 0,54 ; ce qui nous donnera 3780 pour l'effet calorifique moyen de la houille ordinaire dans les machines que nous avons à considérer.

Remarque II. Puisque la combustion d'un kilogramme de houille élève d'un degré la température de 3780 kilogrammes d'eau, il en résulte que cette même combustion portera de zéro à 100 degrés la température de 37^{kil.}80 d'eau.

9.

*Relation entre le poids de la houille qui brûle ,
le poids et la température de l'eau échauffée.*

Puisque la combustion d'un kilogramme de houille développe 3780 unités de chaleur, la combustion de p kilogrammes de houille développera

$$3780 \times p$$

unités de chaleur.

D'autre part, soient P le poids de l'eau échauffée, t sa température initiale, T sa température finale. La quantité de chaleur gagnée par l'eau sera :

$$P \times (T - t)$$

Et si l'eau absorbe précisément la chaleur développée par la houille, on aura :

$$3780 \times p = P \times (T - t)$$

Ce qui est la relation cherchée. Cette formule sert à résoudre les trois problèmes suivans.

10.

*Quantité de houille nécessaire pour échauffer
d'une température donnée une masse
d'eau déterminée.*

Si l'on désigne par P la quantité d'eau échauffée, par t sa température initiale, par T sa température finale, la quantité de houille nécessaire ne sera autre chose que la valeur de p , tirée de la formule précédente. Or on trouve :

$$p = P \times \frac{T - t}{3780}$$

Exemple. Le poids de houille nécessaire pour porter de 20 degrés à 100 degrés la température de 1000 kilogrammes ou d'un tonneau d'eau, s'obtient en faisant dans la formule ci-dessus, $T = 100$, $t = 20$, $P = 1000$. Ce qui donne

$$p = 24 \text{ kil. 46}$$

11.

Quantité d'eau qui est échauffée d'une température donnée par la combustion d'un poids connu de Houille.

C'est évidemment la valeur de P tirée de la formule du n° 9. Or on trouve en résolvant par rapport à P

$$P = p \times \frac{3780}{T - t}$$

Exemple. Quelle est la quantité d'eau qui est portée de 20 degrés à 100 degrés par la combustion de 100 kilogrammes de houille. Je fais $p = 100$, $T = 100$, $t = 20$, et substituant ces valeurs dans la formule ci-dessus, je trouve

$$P = 4725 \text{ kil.}$$

12.

Quelle est l'élévation de température produite dans une masse connue d'eau par la combustion d'un poids donné de Houille ?

Il suffit pour résoudre cette question, de tirer de la formule du n° 9, la valeur de la variation de température qui est $T - t$. Or on trouve :

$$T - t = 3780 \times \frac{p}{P}$$

13.

Relation entre la quantité de Houille brûlée et la quantité d'eau à 100° qui est vaporisée.

La température de l'eau étant déjà parvenue à 100°, si l'on représente le poids par P kilogrammes, la chaleur absorbée par la vaporisation sera (nos 3 et 4.)

$$540 \times P$$

D'ailleurs si p est le poids de la houille brûlée, la cha-

leur produite par cette combustion , sera (n° 3)

$$3780 \times p$$

Si donc la chaleur absorbée par la vaporisation , est précisément celle qui est développée par la combustion , on aura :

$$3780 \times p = 540 \times P$$

Cette formule donne lieu à la solution des deux problèmes qui suivent.

14.

Quantité de houille nécessaire pour vaporiser un poids donné d'eau à 100 degrés.

Désignant toujours par p le poids de la houille , par P celui de l'eau , la formule précédente (n° 13) donnera :

$$p = \frac{540}{3780} \times P, \text{ ou } p = 0,1428 \times P$$

Exemple. Quelle est la quantité de houille nécessaire pour vaporiser 1 tonneau ou 1000 kilogrammes d'eau à 100 degrés ? On fera $P = 1000$ kilogrammes , ce qui donne :

$$p = 142 \text{ kil.8.}$$

15.

Quantité d'eau à 100° qui est vaporisée par la combustion d'un poids donné de houille.

C'est la valeur de P tirée de l'équation du n° 13 , sa-

voir :

$$P = \frac{3780}{540} \times p$$

$$\text{ou } P = 7 \times p$$

Exemple. Quelle est la quantité d'eau à 100 degrés qui est vaporisée par l'unité en poids ou par 1 kilogramme de houille ? Pour répondre il faut faire $p = 1$, d'où

$$P = 7\text{kil.}$$

Remarque. En prenant pour pouvoir calorifique de la houille, le nombre 7000, on aurait :

$$P = \frac{7000}{540} \times p$$

Et faisant $p = 1$, il en résulterait :

$$P = 12\text{kil.}96.$$

16.

Pouvoir de vaporisation de la houille ; sa mesure.

Nous appellerons pouvoir de vaporisation de la houille, le poids d'eau à 100 degrés, qui peut être vaporisée sous la pression de l'atmosphère, par la combustion de l'unité de poids de houille. Cette quantité a été trouvée dans le problème précédent.

Ainsi, pour les recherches théoriques, on adoptera le nombre

$$12, 96.$$

Mais pour l'effet évaporatoire de la houille dans les

machines actuelles, il conviendra de prendre seulement un nombre approchant de

7

ou les 54 centièmes du pouvoir de vaporisation.

17.

Relation entre la quantité de houille brûlée, et la quantité d'eau à une température quelconque qui est vaporisée.

La quantité de chaleur développée par la combustion de p kilogramme de houille est toujours

$$3780 \times p$$

Soit t la température initiale de l'eau dont le poids est P . Nous avons vu (n° 6) que pour porter cette eau à l'état de vapeur, il faut une quantité de chaleur marquée par

$$P \times (640 - t)$$

Si donc l'eau absorbe précisément la quantité de chaleur dégagée de la houille, on aura :

$$3780 \times p = P \times (640 - t)$$

Cette formule sert à résoudre les deux problèmes suivans.

18.

Quantité d'eau à une température quelconque qui est vaporisée pour la combustion d'un poids donné de houille.

Désignant toujours par p le poids de la houille, par t

la température initiale de l'eau , par P le poids de l'eau , la quantité cherchée sera la valeur de P déduite de la formule précédente. Or , on trouve :

$$P = \frac{3780 \times p}{640 - t}$$

Exemple. Quelle est la quantité d'eau à 30 degrés qui est vaporisée par un tonneau ou 1000 kilogrammes de houille ?

On fera $t = 30$, $p = 1000$ et on trouvera :

$$P = 6496 \text{ kil.} = 6 \text{ tx } 496.$$

19.

Quantité de houille nécessaire pour vaporiser une quantité d'eau donnée à une température quelconque.

C'est la valeur de p déduite de la formule du n° 17. On trouve, en résolvant :

$$p = P \times \frac{640 - t}{3780}$$

formule où P est le poids de l'eau vaporisée , et t sa température de départ.

Exemple. Quel est le poids de houille nécessaire pour vaporiser un tonneau ou 1000 kilogrammes d'eau à 30 degrés ? Fesant $P = 1000$, $t = 30$, et substituant , on trouve :

$$p = 161 \text{ kil. } 3.$$

20.

Tension de l'eau , manière de l'exprimer.

On appelle tension , la force avec laquelle l'eau tend à se vaporiser à une température déterminée.

La tension s'évalue par la pression que supporte l'unité de surface des parois intérieures d'un vase contenant de l'eau à une température déterminée. Cette pression à son tour s'exprime par le poids d'une colonne d'eau ou de mercure dont la base est l'unité de surface , et dont la hauteur est telle que son poids fasse équilibre à cette pression. Il suffit d'ailleurs d'indiquer cette hauteur. Ainsi , par exemple , on dit qu'à 30 degrés la tension de l'eau est égale au poids d'une colonne de mercure d'un centimètre carré de base et de trois centimètres de hauteur , ou simplement égale à trois centimètres de mercure. Si on compare cette tension avec le poids d'une colonne d'eau , ce liquide étant 13 fois $\frac{1}{2}$ moins pesant que le mercure , la colonne qui mesure la même tension est 13 fois $\frac{1}{2}$ plus haute. La tension à 30 degrés est égale à 40,5 centimètres d'eau.

Remarque. La tension de l'eau est indépendante de la pression que l'air ou les gaz environnans exercent sur ce liquide. Elle ne dépend que de la température du liquide , et va en croissant avec cette température.

21.

Ebullition de l'Eau.

Quand la tension devient supérieure à la pression sup-

portée par le fluide, la vaporisation se produit dans l'intérieur de la masse liquide. Il en résulte des bulles qui viennent crever à la surface et occasionnent un bouillonnement accompagné d'un bruissement particulier.

C'est ce qu'on appelle l'ébullition.

La température d'une bulle de vapeur est d'autant plus élevée qu'elle prend naissance plus près du fond. En effet, la pression au fond est égale à celle de la surface augmentée du poids d'une colonne d'eau égale à la profondeur. Or, la température de l'ébullition est d'autant plus élevée que la pression est plus forte (n° 20.)

Tant que la pression supportée par le liquide est supérieure à la tension, il se fait à la surface une évaporation lente, et il n'y a pas d'ébullition.

Quand le vase est clos, et que la température reste stationnaire, l'évaporation s'arrête au moment où la pression que la vapeur déjà formée exerce sur le liquide, devient égale à la tension.

22.

Du Baromètre.

Le baromètre consiste essentiellement en un tube de verre, fermé par un bout, qu'on a rempli de mercure et dont on a ensuite plongé l'extrémité ouverte dans une cuvette contenant aussi du mercure : ou en un tube recourbé par le bas, et dont la longue branche est fermée et pleine de mercure. L'instrument est adapté à une échelle divisée.

Dans l'un et l'autre cas, l'air comprime la surface li-

bre du mercure , et le métal s'élève dans le tube , jusqu'à ce que le poids de la colonne qui a pour hauteur la différence des niveaux , fasse équilibre à la pression de l'air.

23.

Hauteur et variations du Baromètre.

La hauteur moyenne du baromètre est de 0^m76 au niveau de la mer , et quand la température est zéro. Cette hauteur moyenne varie de quelques centimètres au-dessus et au-dessous de 0^m76 , par suite des circonstances atmosphériques.

Elle varie aussi avec l'élévation du point où l'on observe au-dessus du niveau de la mer.

Une élévation de 10 mètres occasionne un abaissement approchant de 1 millimètre dans la hauteur de la colonne.

Enfin pour avoir la hauteur barométrique réelle , il faut corriger la hauteur apparente de la dilatation du mercure , la ramener à ce qu'elle serait à zéro et en déduire l'effet de la capillarité.

24.

Poids de l'Atmosphère , sa mesure.

Chaque couche d'air pèse sur celle qui est au-dessous d'elle , et la couche la plus basse supporte le poids de toute l'atmosphère. La pression que l'air exerce sur la surface libre du mercure dans le baromètre est due à ce poids.

Le poids de l'atmosphère a pour mesure celui de la colonne de mercure qui lui fait équilibre dans le baromètre, ce poids est proportionnel à la surface qui le supporte.

La densité du mercure étant 13,56 quand celle de l'eau est 1, une colonne d'eau de même poids aurait une hauteur de $0^m76 \times 13,56$ ou de 10^m33 (n° 33.) Pour un centimètre de base, son volume serait 1 lit.033, et son poids 10^{kil}.33.

Par conséquent le poids de l'atmosphère exerce sur les corps une pression de 10^{kil}.33 par centimètre carré de surface.

25.

Tension de l'eau en Ebullition.

Quand l'eau bout à l'air libre, sa tension (n° 21) est égale à la pression de l'atmosphère. Cette tension est équivalente au poids d'une colonne de mercure dont la hauteur est égale à 0^m76 , ou plus exactement à la hauteur actuelle du baromètre (n° 23.)

26.

Température de l'eau en Ebullition.

L'eau pure entre en ébullition à l'air libre lorsque la température est de 100 degrés, pourvu toutefois que la hauteur du baromètre soit à 0^m76 .

La présence de sels en dissolution dans l'eau élève un

peu la température de l'ébullition. L'eau de mer bout à 102 degrés ; l'eau portée dans un vase clos à 100 degrés température de l'ébullition à l'air , exerce contre les parois de ce vase , une pression de $10^{\text{kil}}\cdot 33$ par centimètre carré.

27.

Force Élastique de la Vapeur d'eau.

L'élasticité ou le ressort de la vapeur d'eau est la propriété qu'elle a de se dilater indéfiniment avec une certaine force , et de reprendre son volume primitif quand elle est soumise à une pression égale et contraire à la force de dilatation.

La *force élastique* est la mesure de cette propriété ; on l'évalue par la pression qui en résulte sur chaque unité de surface des parois des vases qui contiennent la vapeur.

28.

Formation de la Vapeur en vase ouvert.

Quand on chauffe de l'eau dans un vase ouvert , elle se vaporise peu à peu à la surface. En même temps sa température , sa tension , la force élastique et la densité de sa vapeur augmentent. L'accroissement de ces quantités s'arrête au moment où la tension est égale à la pression supportée par la surface du liquide. A l'air libre , cette pression est le poids de l'atmosphère. A ce moment l'eau entre en

ébullition et continue à se résoudre en vapeur jusqu'à ce qu'elle soit toute épuisée. A partir de l'ébullition , la température et la tension de l'eau , ainsi que la force élastique et la densité de sa vapeur , restent stationnaires. La température de la vapeur qui se forme est constamment égale à celle de l'eau.

29.

Formation de la Vapeur en vase clos.

Quand on chauffe de l'eau contenue dans un vase fermé de toutes parts , elle se réduit en vapeur ; la vapeur formée occupe la partie supérieure du vase et comprime l'eau par sa force élastique. La température , la tension de l'eau , la force élastique et la densité de la vapeur formée , vont en augmentant continuellement ; et , si le vase est suffisamment résistant , l'eau finit par se réduire entièrement en vapeur.

30.

Rapport entre la force élastique et la tension.

Tant qu'il y a de l'eau et de la vapeur dans un vase clos , la tension de l'eau à se réduire en vapeur , et la force élastique de la vapeur déjà formée se font équilibre , et ces deux forces restent égales l'une à l'autre. Leur intensité absolue dépend de la température , et quand celle-ci est stationnaire , la formation de la vapeur s'arrête , et sa densité est constante.

Dans cet état, si l'on augmente la capacité du vase, la vapeur se dilate, et sa force élastique tend à diminuer : mais aussitôt l'eau, en vertu de sa tension, émet d'autre vapeur, et l'équilibre se rétablit. Si l'augmentation de volume est suffisante, toute l'eau se réduit en vapeur.

Inversement, si l'on diminue la capacité du vase, on tend à augmenter la force élastique de la vapeur. Mais alors la tension étant relativement moindre, une certaine quantité d'eau se réduit en vapeur, et l'équilibre est encore rétabli.

Ainsi tant qu'il y a de l'eau en excès, la tension de l'eau, la force élastique et la densité de la vapeur, ne dépendent absolument que de la température, et non du volume du vase. Les variations de capacité ne font varier que la masse relative de l'eau et de la vapeur, ainsi que la quantité de chaleur absorbée ou dégagée.

31.

Etat de Saturation de la vapeur.

On dit qu'un espace est saturé de vapeur, ou que la vapeur est à l'état de saturation dans un vase à une température déterminée, quand la vapeur s'y trouve en contact avec un excès d'eau.

Cela signifie qu'alors la quantité de vapeur contenue dans l'unité de volume de la capacité de ce vase, est à son maximum, et que nulle cause ne peut l'augmenter. En effet, en augmentant la quantité de vapeur, on tendrait à accroître sa force élastique, et à la rendre supérieure à la ten-

sion de l'eau ; ce qui est impossible (n° 30) , à moins qu'il n'y ait variation de température ou liquéfaction. La force élastique de la vapeur suit des lois fort différentes , suivant qu'elle se trouve ou non à l'état de saturation.

32.

Expressions diverses de la force élastique de la vapeur.

La force élastique de la vapeur s'exprime soit par un poids , soit par la hauteur d'une colonne de mercure ou d'eau , soit par un nombre d'atmosphères.

1° *Par un poids.* Le nombre donné signifie alors que la vapeur exerce par unité de surface une pression équivalente au poids indiqué. Ainsi par exemple à 100 degrés , la force élastique ou la pression de la vapeur est de 1^{kil}.033 par centimètre carré.

2° *Par la hauteur d'une colonne d'eau ou de mercure.* Dans ce cas la force élastique exerce une pression équivalente au poids d'une colonne de mercure ou d'eau , ayant la hauteur indiquée , et une base égale à l'unité de surface. Ainsi à 100 degrés , la force élastique est représentée par une colonne de mercure de 0^m76 , ou par une colonne d'eau de 10^m33.

Pour convertir ces deux données en poids , supposons que l'unité de surface soit le centimètre carré. On divise par 10 la hauteur de l'eau exprimée en mètres et on a le poids en kilogrammes. On divise aussi par 10 la hau-

teur du mercure exprimé en mètres , puis on multiplie le résultat par 13,56 ; et l'on a encore le poids en kilogrammes.

3° *Par un nombre d'atmosphères.* Dans ce cas la force élastique ferait équilibre au poids de l'atmosphère répété autant de fois qu'il y a d'unités dans le nombre donné. Ce nombre peut d'ailleurs être fractionnaire.

Pour le convertir en poids , il suffit de le multiplier par 1,033 ; on a ainsi le nombre de kilogrammes de pression par centimètre carré de surface.

33.

D'après ce qui a été dit (nos 30 et 31) , la force élastique de la vapeur d'eau saturée ne dépend que de la température.

Cette force a été mesurée par l'expérience , pour les divers degrés du thermomètre centigrade. Les résultats sont contenus dans les deux tables suivantes.

34.

Table de la force élastique de la vapeur d'eau saturée pour des températures inférieures à 100 degrés.

TEMPÉRA- TURE centigra- de.	TENSION en millimèt. de mercure.	PRESSION par centimèt. carré.	TEMPÉRA- TURE centigra- de.	TENSION ^o en millimèt. de mercure.	PRESSION par centimèt. carré.
0	5	^{gr.} 6,9	21	18	^{gr.} 25
1	5	7,4	22	19	26
2	5	7,8	23	20	28
3	6	8,4	24	21	29
4	6	8,9	25	23	31
5	6	9,4	26	24	33
6	7	10,1	27	25	35
7	7	10,7	28	27	37
8	8	11,4	29	29	39
9	8	12,2	30	30	41
10	9	12,9	31	32	44
11	10	13,0	32	34	46
12	10	14	33	36	49
13	11	15	34	38	52
14	12	16	35	40	54
15	12	17	36	42	58
16	13	18	37	45	61
17	14	19	38	47	64
18	15	20	39	50	68
19	16	22	40	52	72
20	17	23	41	55	75

TEMPÉRA- TURE centigra- de.	TENSION en millimèt. de mercure.	PRESSION par centimèt. carré.	TEMPÉRA- TURE centigra- de.	TENSION en millimèt. de mercure.	PRESSION par centimèt. carré.
42	58	79 ^{gr.}	72	250	339 ^{gr.}
43	61	84	73	261	355
44	65	89	74	273	370
45	68	93	75	285	396
46	72	98	76	297	404
47	76	103	77	310	421
48	80	109	78	323	440
49	84	116	79	337	458
50	88	120	80	352	478
51	93	126	81	367	498
52	98	133	82	382	519
53	103	139	83	398	541
54	108	147	84	414	563
55	113	154	85	431	586
56	119	162	86	449	610
57	125	170	87	467	634
58	131	178	88	486	660
59	137	187	89	505	686
60	144	196	90	525	713
61	151	206	91	545	741
62	158	215	92	566	770
63	166	226	93	588	799
64	174	237	94	611	830
65	182	248	95	634	861
66	191	259	96	658	894
67	200	271	97	682	927
68	209	284	98	707	961
69	219	297	99	733	994
70	229	311	100	760	1033
71	239	225			

35.

Table de la force élastique de la vapeur d'eau depuis une atmosphère jusqu'à 5.

TEMPÉRATURE centigrade.	FORCE ÉLASTIQUE		
	en ATMOSPHÈRE.	en centimètre DE MERCURE.	en poids par CENTIMÈT. CARÉ
100,°	1	76	kil. 1,033
112,2	1 $\frac{1}{2}$	114	1,549
121,4	2	152	2,066
128,8	2 $\frac{1}{2}$	190	2,582
135,1	3	228	3,099
140,6	3 $\frac{1}{2}$	266	3,615
145,4	4	304	4,132
149,0	4 $\frac{1}{2}$	342	4,648
153,1	5	380	5,165
152,8	5 $\frac{1}{2}$	418	5,681
160,2	6	456	6,198
163,4	6 $\frac{1}{2}$	494	6,714
166,5	7	532	7,231
169,3	7 $\frac{1}{2}$	570	7,747
172,1	8	608	8,264
177,1	9	684	9,297
181,6	10	760	10,33
186,0	11	836	11,36
190,0	12	912	12,39
193,7	13	988	13,42
197,2	14	1064	14,46
200,4	15	1140	15,49
203,6	16	1216	16,53
206,5	17	1292	17,56
209,4	18	1368	18,59
212,1	19	1444	19,63

TEMPÉRATURE centigrade.	FORCE ÉLASTIQUE		
	en ATMOSPHERE.	en centimètre DE MERCURE.	en poids par CENTIMÈT. CARRÉ
214,7	20	1520	20,66
217,2	21	1596	21,69
219,6	22	1672	22,73
221,9	23	1748	23,76
224,2	24	1824	24,79
226,3	25	1900	25,82
236,2	30	2280	30,99
244,8	35	2660	36,15
252,5	40	3040	41,32
259,5	45	3420	46,48
265,8	50	3800	51,65

36.

Formule pour évaluer la force élastique de la vapeur d'eau en fonction de la température, et réciproquement.

D'après les expériences de MM. Dulong et Arago, la relation qui existe entre la force élastique et la température de la vapeur est exprimée par l'équation :

$$e = (1 + t \times 0,7153)^5$$

Dans laquelle e est la force élastique exprimée en atmosphères, et t est le centième de l'excès de la tempé-

rature sur 100 degrés ; de sorte que si la température est T , on aura :

$$t = \frac{T - 100}{100}$$

Cherchons , pour exemple , quelle est la force élastique de la vapeur d'eau à 150 degrés. Il faudra faire $T = 150$. D'où $t = 0,50$. La formule donne alors successivement

$$e = (1 + 0,5 \times 0,7153)^5 = (1,35765)^5$$

On peut élever directement 1,35765 à la cinquième puissance , et le problème sera résolu. Mais on a par les logarithmes :

$$\text{Log. } e = 5 \times \text{Log. } 1,35765.$$

$$\text{Log. } 1,35765 = 0,1327879. \quad 5 \times \text{Log. } 1,35765 = 0,6639395.$$

$$\text{Log. } e = 0,6639395.$$

$$e = 4,612.$$

Ainsi , la force élastique de la vapeur d'eau à 150 degrés , est d'environ quatre atmosphères et six dixièmes , ou 4^{at}.6. La pression qu'exerce cette vapeur est , par centimètre carré , de $4,6 \times 1,033$ kilogrammes ou de 4^{kil}.75.

37,

Formule de Tredgoldt , pour le même objet.

On peut résoudre ce même problème par une autre formule due à Tredgoldt. Cette formule est :

$$y = \left(\frac{x + 75}{85} \right)^6$$

Dans cette formule y représente la force élastique exprimée en centimètres de mercure , et x est la température centigrade.

Pour application , cherchons par cette formule , la force élastique de la vapeur d'eau à 120 degrés , on aura :

$$y = \left(\frac{195}{85} \right)^6 = (2,29411)^6$$

On achèvera le problème en élevant directement 2,29411 , à la sixième puissance. Mais on a par les logarithmes :

$$\text{Log. } y = 6 \times \text{Log. } 2,29411.$$

$$\text{Log. } 2,29411 = 0,3606442. \quad 6 \times \text{Log. } 2,29411 = 2,1636852.$$

$$\text{Log. } y = 2,1636852.$$

$$y = 145,775.$$

Ainsi à 120 degrés la force élastique fait équilibre à une colonne de mercure de 145^{cent.} et 7 dixièmes. Divisant 145,7 par 76 , qui est , en centimètres , la hauteur normale du baromètre , on aura la force élastique en atmosphère. On trouve à peu près 1,97. Multipliant par 1,033 , le produit 2,035 est la pression en kilogrammes par centimètre carré.

Remarque. La formule de Tredgolt donne des résultats plus approchés de ceux de l'expérience , quand il s'agit de forces élastiques inférieures à 4 atmosphères. Pour les pressions plus fortes , il vaut mieux employer la formule de MM. Dulong et Arago.

38.

Volumes relatifs de l'eau et de sa vapeur à 100 degrés.

On a trouvé par l'expérience qu'un litre d'eau fournit en se vaporisant 1700 litres de vapeur à 100 degrés , et sous la pression normale de l'atmosphère.

39.

Poids d'un mètre cube de vapeur à 100 degrés.

Cette donnée (n° 38) fait connaître le poids de l'unité de volume de vapeur saturée à 100 degrés. On en déduit que le poids d'un litre de vapeur est $\frac{1}{1700}$ de kilogramme ; et que celui d'un mètre cube de vapeur est $\frac{1000}{1700}$ de kilogramme ou 0^{kil.}588.

40.

Densité de la vapeur d'eau à 100 degrés.

La densité de la vapeur peut s'évaluer , soit par rapport à celle de l'eau , soit par rapport à celle de l'air.

1° *Par rapport à l'eau.* La densité de la vapeur saturée à 100 degrés est $\frac{1}{1700}$ ou 0,000588 ; celle de l'eau étant 1.

2° *Par rapport à l'air.* Il faut encore distinguer , sui-

vant que l'on considère , l'air à la température de 100 degrés ou à 0.

Dans le 1^{er} cas , la densité de l'air par rapport à celle de l'eau étant 0,00951 , il en résulte que la densité de la vapeur par rapport à celle de l'air sera

$$\frac{0,000588}{0,00951} = 0,618.$$

Dans le 2^{me} cas , la densité de l'air à zéro par rapport à celle de l'eau est 0,001299 ; il en résulte que la densité de la vapeur à 100 degrés sera par rapport de celle de l'air à 0 ,

$$\frac{0,000588}{0,001299} = 0,452.$$

41.

Densité de la vapeur d'eau à des températures quelconques.

1° Selon Southern , la densité de la vapeur d'eau saturée est proportionnelle à la pression , quelle que soit la température. D'après cela , prenons pour unité la densité de la vapeur à 100 degrés , et soit d cette densité lorsque la pression est p kilog. par cent. carré.

Rappelons-nous qu'à 100 degrés , cette pression a pour valeur 1^{kil.}033. On aura donc :

$$d : 1 :: p : 1,033.$$

d'où

$$d = \frac{p}{1,033}$$

2° Selon d'autres physiciens, l'action de la chaleur sur la densité de la vapeur se compose de deux effets. En premier lieu la vapeur se contracte proportionnellement à la pression. En second lieu elle se dilate à cause de l'accroissement de température. Ces deux variations inverses de densité s'accomplissent suivant les lois des gaz permanens, et la variation finale est leur différence.

Supposons donc d'abord que la pression change seule ; prenant toujours pour unité la densité à 100 degrés, appelons d' la densité sous la pression p ; nous aurons comme ci-dessus :

$$d' = \frac{p}{1,033}$$

Supposons ensuite que le volume varie suivant la loi de Gay-Lussac (voir plus bas n°47), et soient t la température qui correspond à la pression p , V le volume de la vapeur à 100 degrés, V' celui qu'elle occuperait à la température t si elle se dilatait comme un gaz permanent, on aura :

$$V : V' :: 1,366 : 1 + t \times 0,00366.$$

Appelons d la densité finale, et comparons-la avec la densité d' qui aurait eu lieu si la pression avait seule varié. Ces densités sont en raison inverse des volumes, d'où :

$$d : d' :: V' : V :: 1 + t \times 0,00366 : 1,366.$$

On en tire :

$$d = d' \times \frac{1 + t \times 0,00366}{1,366}$$

Et mettant à la place de d' sa valeur :

$$d = \frac{p (1 + t \times 0,00366)}{1,033 \times 1,366}$$

Comme application , cherchons la densité de la vapeur d'eau saturée à 150 degrés. Pour cette température on a :

$$p = 4^{\text{kil.75}} ; \text{ et } \frac{p}{1,033} = 4,6$$

Il en résulte donc :

$$d = 4,6 \times \frac{1 + 150 \times 0,00366}{1,366} = 5,21$$

La densité de l'eau à 100 degrés étant prise pour unité.

42.

Relation entre le volume de l'eau , celui de la vapeur , et sa pression.

Les formules précédentes (n^{os} 40 , 41) peuvent faire connaître l'expansion que prend un volume déterminé d'eau , lorsqu'elle passe à l'état de vapeur saturée , à une pression quelconque.

Mais quand on connaît la pression , il vaut mieux déduire le volume de la vapeur de celui de l'eau , par la formule suivante , construite d'après l'expérience , et proposée par M. de Pambour.

$$V = \frac{S}{n + q p}$$

Dans cette formule

V , est le volume de la vapeur.

S , est le volume de l'eau qui l'a fournie.

p , est la pression de la vapeur, exprimée en kilogrammes par centimètre carré.

n et q , sont des nombres constans, ayant pour valeur, savoir :

$$n = 0,00004227$$

$$q = 0,000529$$

Exemple. Quel est le volume de la vapeur fournie par un litre d'eau, sous la pression de 1^{kil.}29 par centimètre carré (environ un atmosphère et 1/4) ?

On fera $p = 1,29$; $S = 1^{\text{litre}}$ et on substituera dans la formule les valeurs ci-dessus de n et de q , ce qui donne :

$$V = \frac{1}{0,00004227 + 0,000529 \times 1,29}$$

$$V = 1379 \text{ litres.}$$

43.

Table des valeurs numériques du rapport qui existe entre le volume de la vapeur saturée et celui de l'eau, sous diverses pressions.

Appelons r le rapport qui existe entre un volume V de vapeur, et le volume S de l'eau qui l'a fournie, nous aurons :

$$r = \frac{V}{S}$$

Et, d'après ce qui précède

$$r = \frac{1}{n + q p}$$

n et q étant toujours les nombres constans dont on a donné la valeur, et p la pression en kilog. par centimètre carré.

Or, si l'on donne à p diverses valeurs, r prendra des valeurs correspondantes dont voici le tableau :

PRESSION en KILOGRAMMES par centimètre carré.	VALEUR de r ou rapport entre le volume de le vapeur et celui de l'eau.	PRESSION en KILOGRAMMES par centimètre carré.	VALEUR de r ou rapport entre le volume de la vapeur et celui de l'eau.
0,1	45019	1	4754
0,2	7834	1,5	4497
0,3	5358	2	909
0,4	4097	2,5	733
0,5	3260	3	644
0,6	2781	3,5	528
0,7	2424	4	463
0,8	2148.	4,5	413
0,9	1929	5	372

44.

Poids d'un mètre cube de vapeur saturée à une température quelconque.

Observons que le poids de la vapeur est proportionnel à sa densité, et que cette densité est donnée soit par la loi de Southern, (n° 41, 1°) soit par la seconde loi (n° 41 2°.) Ainsi, soit P le poids d'un mètre cube de vapeur

dont la pression est p , et dont la densité est d . Le poids du même volume à 100 degrés est 0^{kil.}588 ; et alors sa densité est prise pour unité. On aura donc :

$$P : 0,588 :: d : 1$$

d'où

$$P = d \times 0,588.$$

Or, 1° d'après Southern (n° 41), on a :

$$d = \frac{P}{1,033}$$

D'où l'on déduit

$$P = 0^{\text{kil.}}588 \times \frac{p}{1,033}$$

2° D'après la seconde loi relative à la densité, on a :

$$d = \frac{p (1 + 0,00366 t)}{1,033 \times 1,366}$$

D'où l'on déduirait

$$P = 0^{\text{kil.}}588 \frac{p (1 + 0,00366 t)}{1,033 \times 1,366}$$

Exemple. Quel est le poids d'un mètre cube de vapeur à 160 degrés ? D'après les tables, la force élastique p est alors de 6 atmosphères. On a donc $\frac{P}{1,033} = 6$. La 2^{me} formule deviendra donc ;

$$P = 0^{\text{kil.}}588 \times 6 \times \frac{1 + 0,00366 \times 160}{1,366}$$

et tout calcul fait

$$P = 18^{\text{kil.}}29.$$

Remarque. Pour l'application aux machines , il sera plus facile et plus conforme aux faits de chercher d'abord par la formule du n° 42 , le volume d'eau qui donne un mètre cube de vapeur sous la pression désignée , et de convertir ensuite ce volume d'eau en poids.

Exemple. Quel est le poids d'un mètre cube de vapeur sous la pression de 1^{kil.}5 par centimètre carré ? Je vois , dans la table du n° 43 , que sous la pression indiquée , le volume de la vapeur est 1197 fois celui de l'eau ; c'est-à-dire que , désignant le premier de ces volumes par V , le second par S , on a :

$$\frac{V}{S} = 1197 \text{ ou } V = 1197 S.$$

Faisant donc $V = 1$ mètre cube , j'en déduis

$$S = \frac{0^{\text{m. cu.}}}{1197} 1^{\text{m. cu.}} 000835 = 0^{\text{litre}} 835.$$

Tel est le volume d'eau qui fournit un mètre cube de vapeur sous la pression indiquée. J'en déduis aisément que ce mètre cube de vapeur pèse 0^{kil.}835.

45.

Quantité de chaleur nécessaire pour vaporiser l'eau sous une pression quelconque.

On admet que la quantité de chaleur nécessaire pour vaporiser un poids donné d'eau dont la température initiale est zéro , est constante , quelles que soient la température et la pression sous lesquelles a lieu la vaporisation.

46.

Vapeur d'eau non saturée.

Quand la vapeur d'eau n'est point saturée, elle suit les mêmes lois que les gaz permanens dans ses variations de volume et de force élastique.

Ces lois sont connues sous les noms de loi de Mariotte et loi de Gay-Lussac.

47.

Loi de Gay-Lussac relative à la dilatation des gaz.

Tout gaz, et toute vapeur non saturée, se dilate des 0,00366 de son volume primitif à zéro, pour chaque degré centigrade d'augmentation dans la température. Bien entendu que la pression est supposée constante.

Soient donc v le volume primitif à zéro, V le volume à t degrés, on aura : $V = v + v \times 0,00366 \times t$.

Ou encore

$$V = v (1 + 0,00366 \times t)$$

Pour une autre température t' on aurait un nouveau volume V' , et une relation semblable, savoir :

$$V' = v (1 + 0,00366 \times t')$$

d'où l'on déduit

$$V : V' :: 1 + 0,00366 \times t : 1 + 0,00366 \times t'$$

et

$$V = V' \frac{1 + 0,00366 \times t}{1 + 0,00366 \times t'}$$

Exemple. Quel volume prendra un mètre cube de vapeur non saturée en passant de la température de 100 degrés à celle de 160 ? Il faut faire $V' = 1$, $t' = 100$, $t = 160$, et substituant on a :

$$V = \frac{1 + 0,00366 \times 160}{1 + 0,366}$$

ou, tout calcul fait,

$$V = 1^{\text{m}} \text{ cu. } 60.$$

48.

Loi de Mariotte sur le rapport qui existe entre la pression et le volume d'un Gaz.

Le volume d'un gaz ou d'une vapeur non saturée, est en raison inverse de la pression qu'il supporte.

Soient donc V le volume d'un gaz sous la pression p , V' le volume qu'affecte ce même gaz sous la pression p' , on aura :

$$V : V' :: p' : p, \text{ d'où } V = \frac{V' p'}{p}$$

Exemple. Quel volume prend un mètre cube de vapeur non saturée qui se trouve sous la pression de 0^m76 de mercure, lorsque cette pression devient 0^m30 ? Il faut faire $V = 1$, $p' = 0^{\text{m}}76$, $p = 0^{\text{m}}30$, et l'on trouve en subs-

tituant :

$$V = \frac{0,76^{\text{m.cu.}}}{0,30} = 2^{\text{m.cu.}} 533$$

49.

De la Saturation de la Vapeur.

Il y a deux manières de faire passer la vapeur d'eau non saturée à l'état de saturation.

1° Par diminution de volume sans changement de température. En effet, la force élastique de la vapeur est toujours plus grande à l'état de saturation, qu'à l'état de non saturation. Or, en diminuant le volume, on accroît la force élastique. Il arrivera donc un moment où cette force sera égale à la tension que l'eau possède à la température de l'expérience. A ce moment la vapeur sera saturée.

2° Par diminution de température sans changement de volume. En diminuant la température, on diminue la tension correspondante de l'eau. Il arrivera donc un moment où cette tension sera égale à la force élastique; à ce moment la vapeur sera saturée.

Remarque I. L'augmentation de pression, lorsque rien n'empêche la réduction de volume qu'elle tend à produire, ramène aussi la vapeur à l'état de saturation.

Remarque II. Aussitôt que la vapeur d'eau est saturée, les lois de Gay-Lussac et de Mariotte cessent de lui être applicables.

50.

Condensation de la Vapeur Saturée.

La vapeur peut être condensée à partir de son point de saturation , et par l'action croissante des causes qui l'ont amenée à ce point. Ainsi :

1° Toute vapeur d'eau saturée dont on diminue le volume ou dont on cherche à augmenter la pression , se réduit en eau , et sa force élastique ne change pas.

2° Toute vapeur d'eau saturée dont on diminue la température , se condense en partie , en même temps sa force élastique diminue. La densité et la force élastique de la vapeur restante , sont celles qui correspondent , d'après les lois précédemment exposées , à la température finale.

51.

Force élastique d'une masse de vapeur dont la température n'est point homogène.

Si une cause quelconque refroidit en un ou plusieurs endroits une masse de vapeur saturée , la force élastique descend plus ou moins rapidement au degré qui correspond à la température la plus basse.

Remarque. Si la température de l'eau en excès n'est point diminuée , cette eau entre en ébullition. Car sa tension est supérieure à la pression qu'elle supporte.

52.

Condenseur de Watt.

Le condenseur est une partie de la machine , où la vapeur venant du cylindre , est mise en contact avec de l'eau froide.

Par le jeu des tiroirs , la cavité du condenseur se trouve alternativement en communication tantôt avec le dessus du piston , tantôt avec le dessous.

Aussitôt que l'injection de l'eau froide a eu lieu , la vapeur qui se trouve dans le condenseur , est en partie condensée

53.

Relation entre la quantité de Vapeur condensée , et la quantité et la température de l'eau d'injection.

Désignons par

p , le poids de la vapeur qui est condensée ;

T' , la température de cette vapeur ;

P , le poids de l'eau injectée ;

t , sa température ;

T , la température finale du mélange d'eau injectée et de vapeur condensée.

La quantité de chaleur qui se trouve dans le condenseur après la condensation , est (n° 2)

$$(P + p) T$$

Elle doit être égale à la somme des quantités de chaleur introduites par l'eau d'injection et par la vapeur condensée. Or, la première de ces deux quantités est (n° 2), $P t$; la seconde est (n° 6), $p (640 - T')$. On aura donc :

$$(P + p) T = P t + p (640 - T')$$

Équation qui exprime la relation cherchée, et qui sert à résoudre les trois problèmes suivans.

54.

Etant données la quantité et la température de la vapeur condensée, ainsi que la quantité et la température de l'eau d'injection, trouver la température finale dans le Condenseur.

C'est la valeur de T tirée de l'équation précédente (n° 53). Résolvant donc cette équation par rapport à T , l'on trouve :

$$T = \frac{Pt + p (640 - T')}{p + P}$$

Exemple. Quelle sera la température finale d'un mélange de 25 kilogrammes d'eau injectée à 15 degrés, et d'un kilogramme d'eau de condensation à 110 degrés? Il faut faire :

$$P = 25, t = 15, p = 1, T' = 110.$$

Et substituant dans la formule ci-dessus, on trouve :

$$T = \frac{25 \times 15 + 530}{26} = 34.8.$$

55.

Etant données la quantité et la température de la vapeur à condenser, ainsi que la température de l'eau d'injection, trouver la quantité de l'eau qu'il faut injecter pour produire la condensation à une température déterminée.

Je résous l'équation du n° 53 par rapport à P , et le résultat

$$P = \frac{p (640 - T - T')}{T - t}$$

est la quantité cherchée.

Exemple. Quelle quantité d'eau à 18 degrés faut-il injecter, pour condenser à 30 degrés un kilogramme de vapeur à 107 degrés ? Je fais :

$$p = 1, T = 30, T' = 107, t = 18.$$

Je substitue et je trouve :

$$P = \frac{640 - 137}{12} = 41 \text{ kil. g.}$$

56.

Etant données la quantité et la température de l'eau d'injection, ainsi que la température finale et celle de la vapeur, trouver la quantité de vapeur qui sera condensée.

Je résous la formule primitive (n° 53) par rapport à p ,

et je trouve :

$$p = \frac{P (T - t)}{640 - T - T'}$$

Exemple. Quelle est la quantité de vapeur à 110 degrés qui sera condensée à 33 degrés, par 30 kilogrammes d'eau d'injection à 18 degrés ? Je fais :

$$P = 30, T = 33, t = 18, T' = 110.$$

Je substitue ces valeurs dans la formule ci-dessus, et je trouve :

$$p = \frac{30 \times 45}{640 - 110} = 0 \text{ kil. 9}$$

57.

Température et force élastique de la vapeur dans le condenseur.

1° La température finale de la vapeur dans le condenseur est celle du mélange d'eau de condensation et d'eau d'injection.

En effet tant que la vapeur est plus chaude que ce mélange, sa force élastique est supérieure à la tension du liquide, et cette eau se condense encore (n° 51).

Remarque. Par conséquent la température cherchée se calcule comme au n° 54.

2° Il résulte encore de ce qui précède, que la force élastique définitive de la vapeur dans le condenseur est celle qui correspond à cette même température finale. Elle

sera donc donnée par les tables , n° 34 et 35 ; ou elle pourra être calculée par les formules n° 36 et n° 37.

Remarque. Cette force élastique est aussi celle qui règne dans toute cavité de la machine communiquant avec l'intérieur du condenseur (n° 51). Tels sont alternativement le haut et le bas du cylindre. Néanmoins cet équilibre s'établit non pas instantanément , mais seulement après un temps appréciable.

58.

Action directe de la vapeur dans le cylindre.

L'action totale de la vapeur dans une machine se compose de deux parties , savoir : l'action directe , et la détente ou expansion (n° 59).

Au moment où la condensation vient d'avoir lieu , la vapeur venue de la chaudière presse l'un des côtés du piston avec une force élastique peu différente de celle qui a lieu dans la chaudière. L'autre côté n'est comprimé que par une force élastique peu différente de celle qui correspond à la température du condenseur. En vertu de la différence de ces pressions le piston s'éloigne du côté de la plus petite. En même temps la chaudière fournit une nouvelle quantité de vapeur , et c'est ainsi que le piston accomplit une première partie de sa course. Durant cette action les pressions exercées de part et d'autre du piston conservent à peu près leur valeur primitive.

59.

De la Détente ou Expansion.

L'introduction de la vapeur dans le cylindre cesse avant que le piston ne l'ait entièrement parcouru. A ce moment la force élastique de la vapeur venue de la chaudière est encore supérieure à celle qui a lieu dans le condenseur. Il en résulte qu'elle pousse encore le piston, qui continue de s'éloigner. En même temps la vapeur se dilate et se *détend*, et sa force élastique diminue. Le piston fournit ainsi la seconde partie de sa course. Cet effet cesse, et le piston s'arrête, quand la force élastique de la vapeur venue de la chaudière est devenue insuffisante pour pousser encore le piston.

60.

Des Manomètres ; manomètre à air libre.

Les manomètres sont des instrumens destinés à faire connaître la force élastique de la vapeur. Il y a des manomètres à air libre, et des manomètres à air comprimé.

Un manomètre à air libre se compose essentiellement d'un tube vertical en verre ou en fer, et d'une cuvette de même matière, pleine de mercure. L'intérieur du tube doit communiquer par le bas avec le fond de la cuvette. Cette communication s'établit, soit en faisant plonger profondément dans la cuvette l'extrémité inférieure du tube, soit en recourbant cette extrémité et en l'adaptant extérieurement au fond de la cuvette.

Dans tous les cas le mercure présente deux surfaces, l'une dans la cuvette, l'autre dans le tube. L'une de ces deux surfaces communique avec la cavité contenant la vapeur dont on veut mesurer la force élastique, et supporte la pression de cette vapeur. L'autre surface est exposée au contact de l'air libre, et supporte la pression atmosphérique. La différence de ces deux pressions a pour mesure le poids d'une colonne de mercure ayant pour hauteur la différence des niveaux.

61.

Manomètre du Cylindre.

Dans les machines à basse pression le manomètre adapté au cylindre est en communication avec la vapeur par sa cuvette, et le tube vertical est ouvert à l'air libre. Donc la pression de la vapeur doit faire équilibre au poids de l'atmosphère et à celui d'une colonne de mercure égale à la différence des niveaux.

Soient donc f la force élastique de la vapeur, H la hauteur actuelle du baromètre, h celle du mercure dans le manomètre, on aura :

$$f = H + h$$

Exemple. Supposons que la hauteur du baromètre soit 0^m74 ; que le manomètre marque 0^m22 ; on aura :

$$f = 0.96.$$

La force élastique ferait donc équilibre au poids d'une colonne de mercure de 96 centimètres de hauteur. Veut-

on exprimer la pression p qui en résulte en kilogrammes par centimètre carré, il faudra multiplier 1,033 par le rapport qui existe entre 0^m96 et la hauteur normale du baromètre, c'est-à-dire, que l'on aura :

$$p = 1,033 \times \frac{96}{76} = 1 \text{ kil.304.}$$

62.

Manomètre du Condenseur.

Dans le manomètre adapté au condenseur, c'est la surface du mercure contenu dans le tube, qui communique avec la vapeur intérieure, dont cette surface supporte la pression. La surface du mercure de la cuvette communique à l'air, et supporte la pression de l'atmosphère. Cette dernière pression fait donc équilibre à celle de la vapeur et au poids d'une colonne de mercure de hauteur égale à la différence des niveaux.

Soient donc h cette différence, H la hauteur actuelle du baromètre, et f la force élastique de la vapeur dans le condenseur, on aura :

$$H = h + f$$

d'où

$$f = H - h.$$

Si par exemple le manomètre marque actuellement 0^m65 et le baromètre 0^m74, on aura .

$$f = 0,74 - 0,65 = 0,09.$$

Pour en conclure la pression résultante p , exercée par la vapeur du condenseur, il faut comme précédemment multiplier $1^{\text{kil}}.033$ par le rapport de $0^{\text{m}}9$ à la hauteur normale du baromètre $0^{\text{m}}76$, et l'on a :

$$p = 1,033 \times \frac{9}{76} = 0^{\text{kil}}.122.$$

65.

De la Pression de condensation.

La pression finale au condenseur, celle qui est mesurée par le manomètre du condenseur, n'est pas précisément celle qui a lieu dans le cylindre pendant qu'il se vide (n° 57). Le frottement de la vapeur dans les conduits diminue la vitesse du passage de la vapeur. Le temps qui s'écoule avant l'établissement de l'équilibre de pression n'est point négligeable par rapport à la durée de la course du piston. Celui-ci est soumis durant la condensation à une pression variable, qui prend diverses valeurs successives, et dont la valeur finale ne saurait être prise pour celle qui agit constamment dans le cylindre vidant. Entre toutes ces valeurs de la pression, on en prend une intermédiaire, et que l'on suppose agir uniformément sur le piston pendant toute la durée de la condensation. C'est ce qu'on appelle la pression de condensation.

Des expériences dues à Watt ont fait voir que la pression de condensation est généralement les $\frac{8}{3}$ de la pression finale dans le condenseur. Par conséquent, ayant ob-

servé la pression indiquée par le manomètre du condenseur (n° 62), il faudra la multiplier par $\frac{8}{3}$ ou par 2,66, pour en déduire la pression de condensation.

Exemple. Le manomètre du condenseur marque, je suppose 0^m70; j'en conclus d'abord, par un calcul analogue à celui du n° 62, que la pression finale au condenseur est 0^{kil}.08 par centimètre carré. Mais nommant maintenant p la pression de condensation, j'aurai,

$$p = 0,08 \times 2,66 = 0^{\text{kil}}.213.$$

64.

Manomètre à air comprimé.

Un manomètre à air comprimé consiste en un tube de verre recourbé en deux branches parallèles d'inégale longueur. La plus longue branche est fermée et contient de l'air. La plus courte reste ouverte et a un renflement en forme de boule vers son milieu. On met du mercure dans la boule, en veillant à ce que le niveau soit le même dans les deux branches verticales, et on met l'extrémité ouverte du tube en communication avec la vapeur dont on veut mesurer la force élastique.

Par la pression de la vapeur, le mercure s'élève dans la longue branche. En même temps l'air se comprime jusqu'à ce que son ressort, augmenté du poids d'une colonne de mercure de hauteur égale à la différence des niveaux, fasse équilibre à la pression de la vapeur.

Le manomètre est fixé à une planche, laquelle porte une

échelle graduée. Sur cette échelle est marquée en atmosphères , la pression de la vapeur qui correspond aux diverses hauteurs du mercure dans la longue branche.

65.

Graduation des Manomètres à air comprimé.

Supposons que l'on ait marqué zéro à la hauteur où le mercure a le même niveau dans les deux branches , et que la longue branche , bien calibrée , s'élève de l centimètres au-dessus de ce point ; et cherchons quelle est en atmosphères , la force élastique e de la vapeur , quand le mercure s'élève de h centimètres au-dessus de zéro dans la longue branche , et qu'il est de h' centimètres au-dessous de ce même point dans la courte branche.

Pour que la vapeur commence à déprimer le mercure , il faut qu'elle ait déjà une force élastique égale à un atmosphère , puisque telle est la pression sous laquelle l'air a été renfermé dans l'instrument.

D'autre part , la différence des niveaux d'une branche à l'autre , est égale à la somme des variations qui ont eu lieu dans l'une et dans l'autre , c'est-à-dire , à $h' + h$. Et le poids d'une colonne de mercure de cette hauteur , équivalant à autant d'atmosphères , que sa hauteur contient de fois la hauteur normale du baromètre. Ce poids équivalant donc à $\frac{h' + h}{76}$ atmosphères .

L'air du manomètre , s'est comprimé conformément à la loi de Mariotte (n° 48) , et son ressort est en raison inverse

des volumes qu'il occupe. Les volumes étant ici proportionnels aux longueurs, si le volume primitif de l'air était l , son volume actuel sera $l - h$. Désignant donc par x sa force élastique, laquelle était 1 atmosphère à l'origine, on a :

$$l - h : l :: 1 : x.$$

D'où l'on tire :

$$x = \frac{l}{l - h}$$

Enfin, il est aisé de conclure de tout ce qui précède, que la force élastique cherchée est :

$$e = 1 + \frac{h + h'}{76} + \frac{l}{l - h}$$

Exemple. La hauteur de la branche fermée au-dessus du niveau commun étant de 60 centimètres, à un instant donné, l'élévation du mercure dans la grande branche est 25 centimètres, et sa dépression dans la courte branche est 5 ; quelle est la force élastique de la vapeur ? On fait $l = 60$, $h = 25$, $h' = 5$; et substituant, l'on trouve :

$$e = 1 + \frac{30}{76} + \frac{60}{35} = 3^{\text{at}} 11.$$

Remarque. La formule ci-dessus est trop compliquée pour servir à l'interprétation instantannée des indications du manomètre à air comprimé. Mais on l'emploie pour grader l'instrument avant sa mise en place, et l'on ne marque sur l'échelle que les pressions en atmosphères correspondantes à chaque hauteur du mercure dans le tube.

66.

Oscillation des Manomètres ; en déduire la pression moyenne.

La colonne de mercure d'un manomètre en fonction , est sujette à des oscillations assez rapides , et qui s'élèvent à plusieurs centimètres. Ces variations proviennent de ce que la vapeur ne conserve pas une pression constante depuis le moment où elle pénètre dans le cylindre , jusqu'à celui où commence la détente.

Pour déduire des indications manométriques la pression finale moyenne , on pourra opérer comme il suit.

On note la plus grande hauteur à laquelle parvient le mercure , durant trois ou un plus grand nombre d'oscillations successives.

Immédiatement après , on note la moindre hauteur à laquelle parvienne le mercure dans trois autres oscillations consécutives.

La somme des plus grandes hauteurs , étant divisée par leur nombre , donnera la hauteur qui correspond à la valeur moyenne de la plus grande pression

La somme des plus petites hauteurs , étant divisée par leur nombre , donnera la hauteur qui correspond à la valeur moyenne de la plus petite pression.

Enfin la demi-somme des deux hauteurs ainsi obtenues , sera la hauteur correspondante à la pression moyenne.

Ainsi , dans trois oscillations consécutives le mercure est monté à H_1 , H_2 , H_3 , centimètres : et dans les trois oscillations suivantes il est descendu à h_1 , h_2 , h_3 , centimètres.

Je pose :

$$\frac{H_1 + H_2 + H_3}{3} = M, \quad \frac{h_1 + h_2 + h_3}{3} = m,$$

et la hauteur H correspondante à la pression moyenne a pour valeur

$$H = \frac{M + m}{2}$$

Exemple. Le manomètre du condenseur s'est élevé successivement à 67, à 68,5 et à 67,5 centimètres : puis il est descendu consécutivement à 64,5 ; à 62 et à 60,7 centimètres. J'en conclus d'abord :

$$M = \frac{67 + 68,5 + 67,5}{3} = 67,66$$

$$m = \frac{64,5 + 62 + 60,7}{3} = 61,4$$

d'où

$$H = \frac{67,66 + 61,4}{2} = 64,58$$

Remarque. On se rappellera (n° 62) qu'il faut encore soustraire cette hauteur de celle du baromètre pour en déduire la pression dans le condenseur.

67.

Définition de la force ou puissance motrice de la vapeur.

La force motrice, ou le travail moteur de la vapeur

dans une machine , est la force avec laquelle la vapeur pousse alternativement le piston. Elle se mesure par une action de la pesanteur qui lui soit équivalente , ou par la force nécessaire pour détruire cette action , c'est-à-dire , par un poids élevé à une certaine hauteur dans un temps déterminé.

Cette évaluation suppose que l'on a placé sur la tête du piston une masse dont le poids , pour être soulevé , exige la même force que la somme des résistances à vaincre.

68.

Expression de la force motrice.

D'après ce qui vient d'être dit , la force motrice est proportionnelle au poids soulevé , à la hauteur où il est porté et au temps employé. L'expression de la force motrice contient donc toujours trois facteurs réels , sinon en évidence , savoir :

Un poids ,
Une hauteur ,
Une durée.

Le facteur qui exprime le poids , représente ordinairement la pression qui agit sur le piston , et il est le produit des deux autres facteurs , savoir la pression qui agit sur chaque unité de surface , et la surface même du piston.

69.

Unités de longueur , de Surface , de poids et de temps ; Unité de force .

Dans ce qui va suivre , et à moins que le contraire ne soit exprimé , on conviendra de prendre :

Pour unité de longueur , le mètre ,

Pour unité de surface , le mètre carré ,

Pour unité de poids , le poids d'un mètre cube d'eau , ou le tonneau de 1000 kilogrammes.

Pour unité de temps , la seconde.

Il résulte de cette convention , et de ce qui précède (n° 67 , et n° 68) que :

L'unité de force motrice sera la force nécessaire pour élever le poids d'un mètre cube d'eau à un mètre de hauteur , dans une seconde de temps.

Telle sera aussi l'unité dynamique , ou l'unité de force en général , que nous adopterons dans cet ouvrage.

70.

Définition du cheval de Vapeur.

Dans l'art des machines à vapeur , on a coutume de désigner leur force au moyen d'une certaine unité que l'on nomme le cheval de vapeur. C'est la force qui est nécessaire pour élever un poids de 75 kilogrammes à un mètre de hauteur dans une seconde de temps.

La force du cheval de vapeur est à l'unité de force que nous avons adoptée (n° 69) comme 1000 est à 75, ou comme 13 et $\frac{1}{3}$ est à 1. Par conséquent pour exprimer en che-

aux-vapeur la force d'une machine déjà exprimée par un certain nombre d'unités de force (n° 69) . il faudra multiplier ce nombre par 13 et $\frac{1}{3}$, ou par 13,333. Réciproquement, quand la force d'une machine est exprimée en chevaux, pour savoir combien elle vaut d'unités de force, il faut diviser l'expression donnée par 13,333. C'est ainsi que :

160 chevaux-vapeur équivalent à	12 unités de force
220	à 16,5
450	à 33,75.

71.

Des Résistances de la Machine.

Dès qu'une machine est en mouvement, il résulte de ce mouvement certaines résistances, lesquelles doivent être vaincues avant que la machine ne produise aucun autre effet que de se mouvoir elle-même.

Ces résistances proviennent d'abord des frottemens, dont les principaux sont ceux des pistons contre les parois des cylindres, et ceux des arbres contre leurs coussinets. Elles proviennent ensuite du travail des organes nécessaires au jeu de la machine, tels que les tiroirs et les pompes à air, d'alimentation, etc. Enfin elles proviennent encore de la force élastique qui reste à la vapeur après la condensation.

Une partie de la force motrice que la vapeur développe

contre le piston est employée à détruire ces résistances. La partie restante est seule dépensée utilement pour produire le travail particulier auquel la machine est destinée, comme la marche d'un navire.

Remarque. Les résistances varient non seulement avec la vitesse de la machine, mais encore avec la quantité du travail qu'elle effectue.

72.

Du travail et de l'Effet utile de la Machine.

Chaque machine est employée à produire certain travail, à vaincre certaine résistance, comme la résistance de l'eau contre la carène d'un navire, celle du vent, etc. Ce travail peut être représenté par le nombre d'unités dynamiques qui lui est équivalent. Ce nombre est ce qu'on appelle le travail de la machine. D'après ce qui vient d'être dit (n° 71) le travail d'une machine n'est qu'une partie de la force ou puissance motrice de la vapeur dans cette machine.

On désigne aussi le travail d'une machine sous le nom d'effet utile de cette machine. Alors on a plus particulièrement en vue cette fraction de la puissance motrice, qui reste libre pour vaincre les résistances provenant du travail après que les résistances inhérentes au mouvement ont été détruites. Ainsi par exemple, quand on dit que l'effet utile d'une machine est 0,65, on entend par là que cette machine peut utiliser les 65 centièmes de la force motrice de sa vapeur, à produire un effet voulu.

L'effet utile d'une machine varie avec les résistances provenues du travail, et aussi avec sa vitesse.

73.

Manière de représenter les résistances, le travail et la puissance motrice.

Pour simplifier nous ferons souvent usage de la convention suivante. On supposera que le piston est chargé d'un poids qui pour être soulevé exige la même quantité de force que le travail à faire, ou que la pression de condensation, augmentée des résistances dues au mouvement; ou d'un poids équivalent à la somme de toutes ces forces.

Pour trouver ce poids, il faudrait d'abord tenir compte de la vitesse du piston dans une circonstance donnée, puis supprimer tout travail, toute résistance et toute pression inverse; charger ensuite de poids la tête du piston; et augmenter ou diminuer ces poids jusqu'à ce que le piston eut atteint la même vitesse. Si alors à la charge du piston on ajoutait son propre poids et une quantité équivalente au frottement contre le cylindre, on aurait en poids la somme des résistances vaincues et du travail effectué par la machine.

Le plus souvent nous supposerons que la valeur de ce poids total a été divisée par le nombre d'unités de surface contenues dans la superficie du piston. Nous aurons ainsi, et suivant l'expression, soit la résistance de la machine par unité de surface, soit le travail ou effet utile par unité de surface, soit enfin la somme des résistances par unité de surface.

74.

Rapport entre la puissance motrice , les résistances et l'effet utile.

La puissance d'une machine à vapeur est la force motrice développée par la vapeur dans le cylindre. Dans cette machine , comme dans toute autre , la puissance est égale à la résistance , c'est-à-dire que la force motrice est équivalente à la somme des forces qui représentent la pression inverse de la vapeur , les résistances propres au mouvement , et le travail produit.

Remarque. Toutefois cette égalité n'a lieu qu'à partir du moment où la machine a acquis un mouvement uniforme. Mais si la vitesse de la machine est en voie de croître ou de décroître , c'est que la somme des résistances n'est pas égale à la puissance. Elle est inférieure dans le premier cas , et supérieure dans le deuxième. A l'origine du mouvement , les résistances de toute sorte croissent avec la vitesse jusqu'à ce qu'elles soient devenues égales à la puissance , auquel cas la vitesse reste stationnaire. A la fin du mouvement on supprime la puissance , et les résistances amoindrissent peu à peu la vitesse jusqu'à ce qu'elle soit réduite à zéro.

75.

Des frottemens de la Machine.

Les frottemens d'une machine sont de deux espèces , 1^o le

frottement propre de la machine ; 2° le surcroît de frottement dû à la charge ou à la résistance du travail.

1° *Frottement propre.* C'est celui qu'exerceraient les pièces diverses de la machine , si elle se mouvait librement sans être appliquée à aucun travail extérieur. On aura la mesure de la résistance qui provient de cette première espèce de frottement , si l'on fait marcher la machine seule , et si l'on évalue alors la force qu'elle dépense. Le frottement propre sera regardé comme constant dans une même machine. Il dépend surtout du diamètre du piston.

Pour une machine dont le piston a un diamètre approchant de 1^m20 à 1^m30 , on supposera que le frottement propre équivaut à une charge de 0^{kil} 67 par centimètre carré. Désignant donc par f la résistance due au frottement par unité de surface (n° 69), on aura :

$$f = 700^{\text{kil.}} = 0^{\text{ton.}}7.$$

2° *Frottement additionnel dû à la charge.* Quant la machine doit aller plus vite , ou qu'elle éprouve plus de résistance ; lorsque , en d'autres termes , elle doit faire plus de travail , les pièces qui la composent pressent d'avantage les unes contre les autres , et il en résulte un surcroît de frottement. Ce surcroît des frottemens est proportionnel à la résistance due au travail ; et nous admettrons pour les machines qui nous occupent , que ce surcroît est les 14 centièmes de cette résistance. Nous désignerons d'ailleurs cette fraction par d et nous aurons :

$$d = 0,14.$$

76.

De la liberté du Cylindre.

Dans toute machine, il existe un certain espace libre entre chacune des ouvertures d'admission de la vapeur dans le cylindre, et le point où le piston arrête sa course, soit pour redescendre après une ascension, soit pour remonter après être descendu. Cet espace libre est ce que nous appellerons la liberté du cylindre.

Nous supposerons que la liberté du cylindre a été mesurée, et que l'on en connaît le volume. Cela posé, nous la représenterons dans les calculs par le volume d'un cylindre de même diamètre que le cylindre de la machine, et d'une hauteur telle qu'il ait le volume voulu. Dans les machines qui nous occupent, le cylindre équivalent à la liberté du cylindre a ordinairement une hauteur égale au vingtième de la course du piston. On trouvera dans les calculs cette hauteur désignée par c , et, désignant par l la longueur de course du piston, l'on posera, en conséquence :

$$c = 0,05 \times l.$$

77.

De la vitesse du Piston.

La vitesse du piston s'exprime soit par le nombre de coups qu'il donne par minute, soit par l'espace qu'il parcourt dans l'unité de temps.

L'une de ces expressions peut, comme il suit, se déduire de l'autre. Soit v la vitesse du piston, ou la longueur en mètres qu'il parcourt par seconde; soient K le nombre des coups de piston par minute, et l la longueur de sa course. Chaque coup se compose d'une allée et d'un retour du piston. Il s'en suit qu'il parcourt $2 \times l$ mètres par coup et $2 \times K \times l$ mètres par minute. Donc :

$$v = \frac{2 \times K \times l}{60} \text{ et } K = \frac{60 \times v}{2 l}$$

Exemple. Quelle vitesse faut-il au piston dont la course est 1^m44 pour donner 18 coups par minute. On a $l = 1^{\text{m}}44$; $K = 18$; ce qui donne :

$$v = 0^{\text{m}}86.$$

Et encore : combien de coups faut-il donner pour imprimer 1 mètre de vitesse par seconde à un piston dont la course est 1^m44 ? Je fais $v = 1$, et $l = 1^{\text{m}}44$; la seconde formule donne alors.

$$K = 20,8.$$

78.

Dépense de Vapeur, par coup de Piston.

On peut estimer la vapeur dépensée en volume ou en poids.

1° *Dépense en volume.* Ce n'est autre chose que le volume du cylindre même, depuis le point où le piston commence à se mouvoir, jusqu'à celui où la vapeur cessant d'affluer, l'expansion commence; volume augmenté toutefois

de la liberté du cylindre (n° 76). Soient donc a l'aire ou la surface du piston ; l' la longueur de cette partie de la course qui a lieu sans détente , et c la liberté du cylindre. Le volume parcouru sans détente sera $a \times l'$; celui qui représente la liberté du cylindre sera $a \times c$; et puisqu'en un coup de piston , celui-ci va et revient , le volume de vapeur dépensée V sera

$$V = 2 a \times (l' + c).$$

2° *Dépense en poids.* Pour en conclure la dépense en poids , il faut lire la hauteur du mercure , au manomètre du cylindre (n° 61), et en déduire la pression correspondante par mètre carré (n° 65). Soit p cette pression en kilogrammes , et S' le poids que l'on cherche ; on se rappellera la formule du n° 42 , laquelle donne aisément :

$$S' = V \times (n + q p)$$

où n et q ont les valeurs numériques déjà données.

Exemple. Quelle est la dépense en vapeur , par coup de piston , dans un cylindre où la course est 1^m44 et le diamètre 1^m22 , lorsque le manomètre marque 22 centimètres et que la détente a lieu aux 0,66 de la course ?

1° *En Volume.* Le rapport de la circonférence au diamètre étant 3,1416 ; l'aire du cylindre sera , d'après la règle connue en géométrie :

$$a = 3,1416 \times (0,61)^2 = 1 \text{ m. ca. } 169.$$

Ensuite , puisque le piston parcourt sans détente les 0,66 de sa course , ou les 0,66 de 1^m44 , j'aurai $l' = 1^{\text{m}}44 \times 0,66$ D'ailleurs la liberté du cylindre est toujours supposée égale

aux 5 centièmes de la course ou de 1^m44 , c'est-à-dire que $c = 1^m44 \times 0,05$. On a donc :

$$l' + c = 1^m44 \times 0,66 + 1^m44 \times 0,05 = 1^m44 \times 0,71 = 1^m,0224$$

Substituant ces valeurs de a et de $l' + c$, dans la 1^{re} formule on a, pour le volume de vapeur dépensée :

$$V = 2 \times 1,169 \times 1,0224 = 2 \times 1^m, cu. 195 = 2^m, cu. 39.$$

On voit d'ailleurs que la capacité du cylindre, y compris la liberté du cylindre, est $1^m, cu. 195$.

2^o *En Poids*. De ce que le manomètre du cylindre marque 22 centimètres (n^o 61), je conclus que la pression exercée par la vapeur est $1^{kil}.304$ par centimètre carré. Et substituant dans la formule relative à S' (n^o 77), la valeur précédente de $V = 2^m, cu. 39$, celles de n et de q (n^o 42), et enfin celle de $p = 1^{kil}.304$, j'aurai :

$$S' = 2,39 (0,00004227 + 0,000529 \times 1,304)^m, cu.$$

ou après avoir effectué tout calcul

$$S' = 0^m, cu. 00174 = 1^{lit}74.$$

Remarque. On peut donner directement la dépense de vapeur en poids, sans être tenu de calculer d'abord la dépense en volume. Pour cela je substitue la valeur de V , donnée ci-dessus, dans celle de S' , et j'ai

$$S' = 2 a \times (l' + c) \times (n + q p)$$

pour la dépense de vapeur en poids qui a lieu à chaque coup de piston. Le calcul de cette formule se ferait comme celui des deux formules en V et en S' , dont elle est la combinaison.

79.

Dépense de vapeur par seconde.

L'expression ci-dessus de S' (n° 78 *Remarque.*) donnant la dépense en vapeur par coup de piston, il est clair que si le piston donne K coups par minute, la consommation de vapeur par seconde, que nous désignerons par S , sera

$$S = \frac{K S'}{60}$$

Où substituant l'expression ci-dessus de S' , on aura directement

$$S = \frac{2 a K}{60} (l' + c) \times (n + q p).$$

Si par exemple on a comme ci-dessus (n° 78), $a = 1^{\text{m. ca}} 169$; $l = 1^{\text{m}} 44$, $l' = 0,66 l$; $c = 0,05 l$; $p = 1^{\text{kil.}} 304$; auquel cas on a déjà trouvé $S' = 1^{\text{lit.}} 74$; et si à ces données, on ajoute que le piston donne 20 coups par minute, il en résultera

$$S = \frac{20}{60} \times 1.74 = 0^{\text{lit.}} 58 = 0^{\text{m. cu.}} 00058.$$

80.

Travail dû à l'action directe de la Vapeur.

La partie de force motrice qui est due à l'introduction directe de la vapeur (n° 58) agissant sans détente, s'évalue comme il suit. Soit a l'aire du piston, P' la pression

qui a lieu dans le cylindre par unité de surface du piston (n° 69), et l' la longueur de la course due à l'action directe. Puisque P' est le poids soulevé par chaque unité de surface du piston, il est clair que le piston entier souève a la fois le poids P' ou un poids marqué par $a \times P'$. Et puisqu'il souève ce poids à la hauteur l' , le travail ayant pour mesure le poids multiplié par la hauteur, on aura pour le travail cherché

$$P' a l',$$

Tel est le travail développé à chaque course du piston par la vapeur sans détente. Toutefois cette valeur, pour être rapportée à l'unité dynamique, devrait encore être multipliée par la vitesse.

81.

Evaluation du travail de Résistance.

Appelons R la somme des résistances qui ont lieu par unité de surface. Appelons toujours a l'aire du piston, et soit l sa course totale. Les résistances sont supposées conserver la même valeur durant toute la course du piston. Faisant donc des raisonnemens analogues à ceux du n° précédent, il est clair qu'on aura

$$R a l.$$

pour la valeur des résistances qui ont lieu par unité de surface, pendant toute la durée de chaque course du piston.

Remarque. Désignons par p la pression de condensation, c'est-à-dire celle qui a lieu dans le cylindre vidant; appelons

en outre f la résistance due au mouvement ; d le coefficient du surcroît de frottement dû au travail (n° 75). Désignons enfin par r la résistance provenant du travail à faire ; toutes ces résistances étant rapportées à l'unité de surface. Le surcroît de frottement dû au travail sera $r d$. Et il est évident que la résistance totale est la somme des résistances que nous venons d'énumérer , c'est-à-dire que :

$$R = p + f + r \times r d = p + f + r (1 + d)$$

On peut donc développer l'expression de la résistance totale et écrire :

$$R a l = a \{ p + f + r (1 + d) \} l.$$

Exemple. Je suppose que la résistance opposée à la marche d'un bâtiment soit de 12000^{kil.} et que le piston ait 1^m44 de course et 1^m22 de diamètre , d'où il suit que sa surface est 1^m. ca. 169. Le bâtiment est généralement pourvu de deux machines égales , par conséquent chacune d'elles n'aura à vaincre que la moitié de la résistance ci-dessus , c'est-à-dire 6000 kilog. par mètre carré. Admettons de plus que la pression de condensation est 3400 kilog. par mètre carré. Prenons enfin

$$f = 700^{\text{kil.}}, d = 0,14$$

Il en résultera d'abord

$$R a l = 1,169 \times (3400 + 700 + 6000 \times 1,14)$$

Effectuant la multiplication et les additions indiquées entre parenthèses , on a :

$$3400 + 700 + 6000 \times 1,14 = 10940$$

Et ce dernier nombre multiplié 1,169 , donne :

$$R = 12788 \text{ kil.} = 12^{\text{ton}}788.$$

82.

Pression à un moment quelconque de la détente.

A partir du moment où commence la détente , la force élastique de la vapeur va en diminuant , jusqu'à ce que la pression qui en résulte soit insuffisante pour pousser encore le piston (n° 59). Il est important de pouvoir apprécier la valeur de cette force élastique , et la pression qui en résulte , à chaque position du piston. Pour cela , soit V le volume occupé par la vapeur au moment où commence la détente ; soit U le volume qu'elle occupe quand le piston a parcouru une longueur déterminée après la détente ; soient encore S le poids de la vapeur introduite dans le cylindre , P' sa pression et x la pression cherchée , on aura entre ces diverses quantités les relations suivantes (n° 42)

$$V = \frac{S}{n + q P'} , \quad U = \frac{S}{n + q x}$$

d'où l'on déduit successivement :

$$\frac{V}{U} = \frac{n + q x}{n + q P'} = \frac{\frac{n}{q} + x}{\frac{n}{q} + P'}$$

Et enfin :

$$x = \frac{V}{U} \left(\frac{n}{q} + P' \right) - \frac{n}{q}$$

Mais soient l' la hauteur parcourue sans détente, z la hauteur parcourue au moment pour lequel on veut évaluer la pression x , et soient aussi c la liberté du cylindre, et a sa base. Au moment de la détente, le volume occupé par la vapeur était :

$$V = a (l' + c)$$

lorsque la hauteur parcourue est z , le volume occupé par la même vapeur est :

$$U = a (z + c)$$

D'où l'on tire :

$$\frac{V}{U} = \frac{l' + c}{z + c}$$

Substituant cette valeur dans la formule qui donne x , on a :

$$x = \frac{l' + c}{z + c} \left(\frac{n}{q} + P' \right) - \frac{n}{q}$$

Exemple. Quelle est la force élastique de la vapeur quand le piston a parcouru les 9 dixièmes de sa course, la course totale étant 1^m44, la détente ayant lieu aux 0,66 de la course, et la vapeur arrivant sous une pression de 1^{kil.}44, par centimètre carré. Nous supposons toujours la liberté du cylindre égale à $\frac{1}{20}$ de la course (n° 76). En conséquence il faut faire dans la formule :

$$l' = 1,44 \times 0,66; \quad c = 1,44 \times 0,05$$

$$\text{et } z = 1,44 \times 0,9$$

d'où l'on tire :

$$\frac{l' + c}{z + c} = \frac{1,44 \times 0,71}{1,44 \times 0,95} = 0,747.$$

Donnant ensuite à n et à q les valeurs connues (n° 42), j'en déduis :

$$\frac{n}{q} = \frac{0,00004227}{0,000529} = 0,0799$$

Enfin substituant ces valeurs ainsi que celle de P' dans la formule qui donne x , elle devient :

$$x = 0^{\text{kil.}}954$$

ou $9^{\text{ton.}}54$ par mètre carré.

85.

Travail développé à un instant quelconque de la détente.

Durant la détente, la force élastique de la vapeur varie par degrés insensibles. Il en résulte que le travail moteur développé contre le piston varie de même d'une manière continue ; mais quand le piston passe d'une position à une autre position infiniment voisine, ces variations de pression et de travail moteur sont insensibles. Si la course du piston est divisée en parties infiniment petites, on pourra supposer que les variations de pression et de travail moteur sont nulles pendant le temps que le piston met à parcourir l'une de ces parties. Par conséquent le travail moteur développé pendant la durée de cette course infiniment petite, se calculera comme au n° 77. Soit donc x la pression de vapeur

qui a lieu quand le piston est parvenu à la hauteur z ; soit dz la différence infiniment petite de deux hauteurs consécutives du piston , et a la surface du piston. Appelons en outre dT , la valeur infiniment petite du travail moteur développé par la vapeur , quand le piston passe de la hauteur z à la hauteur infiniment voisine $z + dz$. Il est évident qu'on aura (n° 80)

$$dT = a x \times dz.$$

Remarque. Au lieu de diviser la course en parties infiniment petites , on pourrait la diviser en parties seulement très petites , par exemple en centimètres. Dans ce cas il serait facile de calculer les efforts partiels de la vapeur dus à chaque centimètre de course après l'expansion.

Par exemple un piston dont la course totale est 1^m44 et la surface 1^m.ca.169 , est parvenu aux 0,9 de sa course , la détente ayant eu lieu aux 0,66 de la course et la vapeur ayant pénétré dans le cylindre sous une pression de 1^{kil}.304 par centimètre carré ; et l'on veut connaître le travail moteur dû à 1 centimètre de course.

On calculera d'abord la pression x correspondante à la hauteur de 0,9 de course et l'on trouvera $x = 9^{\text{ton}}54$ (n° 82). Et il est aisé d'en conclure que le travail cherché est en unités dynamiques

$$1,169 \times 9,54 \times 0,01 = 0^{\text{dy}}.1117.$$

84.

Méthode pour trouver le travail moteur dû à la détente totale.

La course du piston étant toujours divisée en parties

infiniment petites, on suppose qu'après le parcours de chacune de ces parties, il se manifeste une différence de pression et de travail moteur équivalente à celle qui a réellement lieu par suite de la variation continue de ces quantités. Si donc l'on calcule comme au n° 83 le travail moteur correspondant au parcours de chacune de ces parties de la course, la somme des quantités partielles du travail moteur, sera le travail moteur total dû à la détente.

On peut opérer le calcul de chaque quantité partielle de travail moteur après avoir divisé la course en centimètres, et comme il est dit dans la remarque du n° précédent. On aura ainsi autant de quantités partielles de travail moteur qu'il y aura de centimètres dans la course du piston après la détente, et leur somme exprimera avec une approximation suffisante le travail total dû à la détente.

85.

Formule abrégée, pour le même objet.

Il est plus court et plus simple d'observer que le travail moteur dû à la détente, n'est autre chose que la somme des valeurs infiniment petites que prend l'expression du travail moteur élémentaire dû à un parcours infiniment petit du piston (n° 83), lorsque l'on fait croître, dans cette expression, la distance parcourue par le piston, depuis la hauteur de la détente jusqu'à la fin de la course.

En d'autres termes reprenons l'expression (n° 83)

$$dT_2 = a \times dz$$

qui est celle du travail de détente dû au parcours infiniment petit dz ; la course totale étant l , et la course sans détente l' , le travail moteur total est l'intégrale de l'expression ci-dessus prise depuis $z = l'$, jusqu'à $z = l$.

Pour pouvoir développer cette intégrale , il faut se rappeler que x est une fonction de la hauteur z , et que la pression dans le cylindre étant désignée par P' , on a :

$$x = \frac{l' + c}{z + c} \left(\frac{n}{q} + P' \right) - \frac{n}{q}$$

Je pose pour abréger :

$$(l' + c) \left(\frac{n}{q} + P' \right) = B$$

ce qui donne simplement

$$x = \frac{B}{z + c} - \frac{n}{q}$$

Et substituant cette expression dans celle de $d T_2$, on a :

$$d T_2 = a B \times \frac{dz}{z + c} - \frac{a n dz}{q}$$

L'intégrale générale de cette expression est :

$$a B \times \text{Log.} (z + c) - \frac{a n z}{q} + C$$

où le logarithme est hyperbolique. Faisant alternativement $z = l$, $z = l'$, et prenant la différence des résultats, on a :

$$T_2 = a B \times \text{Log.} \frac{l + c}{l' + c} - \frac{a n}{q} (l - l')$$

Substituant dans cette expression la valeur de B , elle

devient

$$T_2 = a(l' + c) \left(\frac{n}{q} + P' \right) \times \text{Log.} \frac{l + c}{l' + c} - \frac{a n}{q} (l - l')$$

86.

Expression du travail moteur total dû à l'action directe et à la détente.

Nous avons trouvé (n° 80) l'expression du travail moteur T_1 dû à l'action directe de la vapeur dans le cylindre, et nous venons de donner celle du travail moteur T_2 dû à la détente. Désignons maintenant T le travail moteur total de la vapeur, lequel est la somme de celui qui est dû à la détente et de celui qui est dû à l'action directe. Nous aurons

$$T = T_1 + T_2$$

Et substituant les valeurs de T_1 (n° 80) et de T_2 (n° 84), il viendra

$$T = a(l' + c) \left(\frac{n}{q} + P' \right) \times \text{Log.} \frac{l + c}{l' + c} - \frac{a n}{q} (l - l') + P' a l'$$

Les deux derniers termes de cette expression peuvent s'écrire

$$a \left(\frac{n}{q} + P' \right) l' - \frac{a n l}{q}$$

Ou, multipliant et divisant le 1^{er} de ces termes par $l' + c$,

$$a(l' + c) \left(\frac{n}{q} + P' \right) \frac{l'}{l' + c} - \frac{a n l}{q}$$

Mettant cette valeur au lieu des deux derniers termes dans l'expression de T , et réduisant convenablement, on a

$$T = a(l' + c) \left(\frac{n}{q} + P' \right) \times \left(\frac{l'}{l' + c} + \text{Log.} \frac{l + c}{l' + c} \right) - \frac{a n l}{q}$$

87.

Préparation de la formule qui donne le travail moteur, pour le calcul pratique.

Les quantités que nous avons désignées dans le n° précédent par l' et par c contiennent implicitement le facteur l , ou la longueur de la course. Ainsi par exemple soit m la fraction de course qui est accomplie au moment de la détente, et n cette autre fraction de course qui représente la liberté du cylindre : on aura

$$l' = m l, \quad c = n l$$

Si je substitue ces valeurs dans les fractions $\frac{l'}{l' + c}$ et $\frac{l + c}{l' + c}$ elles deviendront respectivement, savoir :

$$\frac{l'}{l' + c} = \frac{m l}{m l + n l} = \frac{m}{m + n}$$

et

$$\frac{l + c}{l' + c} = \frac{l + n l}{m l + n l} = \frac{1 + n}{m + n}$$

On voit donc que ces deux quantités sont en réalité indépendantes de la longueur de la course. Elles ne dépendent

que de la liberté du cylindre , c et du rapport

$$m = \frac{l'}{l}$$

qui existe entre la course sans détente et la course totale. Or , dans une même espèce de machines la valeur de n est constante ; il n'y a donc plus de variable que m , et donnant successivement à cette quantité toutes les valeurs dont elle est susceptible , on pourra calculer d'avance les valeurs correspondantes des deux termes ci-dessus.

88.

TABLE des valeurs des quantités.

$$\frac{l'}{l' + c} \text{ et } k = \frac{l'}{l' + c} + \text{Log. } \frac{l + c}{l' + c}$$

qui entrent dans les formules.

Dans la table suivante le rapport entre la course sans détente et la course totale , ou la fraction $\frac{l}{l'}$, est exprimé en centièmes , et on a rapporté ses valeurs croissantes depuis 0,30 jusqu'à 0,90.

On posera pour abréger

$$k = \frac{l'}{l' + c} + \text{Log. } \frac{l + c}{l' + c}$$

quantité qui entre dans la formule du travail moteur. La table suivante contient les valeurs de cette quantité k , correspondante à chaque centième de détente , ainsi

que celles de la quantité $\frac{l'}{l' + c}$, laquelle sera utile dans la suite des calculs.

La liberté du cylindre a été prise égale à $\frac{1}{20}$ du volume total ; c'est-à-dire que l'on a fait $c = 0,05 \times l$.

Le logarithme de $\frac{l + c}{l' + c}$, tel qu'il entre dans la formule, est un logarithme hyperbolique. On a donc pris le logarithme ordinaire de cette quantité dans le système dont la base est 10, puis on a divisé ce logarithme par 0,43425 pour en faire le logarithme hyperbolique de la même quantité.

RAPPORT DE LA COURSE sans détente A LA COURSE TOTALE ou valeur de $\frac{l'}{l}$	VALEUR CORRESPONDANTE de la QUANTITÉ $\frac{l'}{l' + c}$	VALEUR CORRESPONDANTE de la QUANTITÉ k ou $\frac{l'}{l' + c} + \text{Log.} \frac{l + c}{l' + c}$
0,30	2,587	4,955
0,34	2,778	4,934
0,32	2,703	4,908
0,33	2,632	4,884
0,34	2,564	4,862
0,35	2,500	4,840
0,36	2,439	4,818
0,37	2,384	4,797
0,38	2,326	4,776
0,39	2,273	4,755
0,40	2,222	4,736
0,44	2,174	4,716

RAPPORT DE LA COURSE sans détente A LA COURSE TOTALE ou valeur de $\frac{l'}{l}$	VALEUR CORRESPONDANTE de la QUANTITÉ $\frac{l'}{l' + c}$	VALEUR CORRESPONDANTE de la QUANTITÉ k ou $\frac{l'}{l' + c} + \text{Log. } \frac{l + c}{l' + c}$
0,42	2,128	1,697
0,43	2,083	1,678
0,44	2,041	1,660
0,45	2,000	1,642
0,46	1,961	1,624
0,47	1,923	1,606
0,48	1,887	1,589
0,49	1,852	1,572
0,50	1,818	1,555
0,51	1,786	1,539
0,52	1,754	1,523
0,53	1,724	1,507
0,54	1,695	1,491
0,55	1,667	1,476
0,56	1,639	1,461
0,57	1,613	1,445
0,58	1,587	1,431
0,59	1,563	1,417
0,60	1,539	1,402
0,61	1,515	1,388
0,62	1,493	1,374
0,63	1,471	1,361
0,64	1,449	1,347
0,65	1,429	1,334
0,66	1,409	1,321

RAPPORT DE LA COURSE sans détente A LA COURSE TOTALE ou valeur de $\frac{l'}{l}$	VALEUR CORRESPONDANTE de la QUANTITÉ $\frac{l'}{l' + c}$	VALEUR CORRESPONDANTE de la QUANTITÉ k ou $\frac{l'}{l' + c} + \text{Log. } \frac{l + c}{l' + c}$
0,67	1,389	1,308
0,68	1,370	1,295
0,69	1,351	1,282
0,70	1,333	1,269
0,71	1,316	1,257
0,72	1,299	1,240
0,73	1,282	1,233
0,74	1,266	1,221
0,75	1,250	1,210
0,76	1,235	1,197
0,77	1,220	1,186
0,78	1,205	1,175
0,79	1,191	1,164
0,80	1,177	1,152
0,81	1,163	1,141
0,82	1,149	1,131
0,83	1,136	1,119
0,84	1,123	1,109
0,85	1,111	1,099
0,86	1,099	1,088
0,87	1,087	1,078
0,88	1,075	1,067
0,89	1,064	1,057
0,90	1,053	1,047

89.

Relation générale entre le travail utile et la résistance.

Nous avons dit (n° 74) que durant le mouvement uniforme, la puissance motrice était constamment égale à la somme faite de la résistance de la machine et de l'effet utile, ou en d'autres termes, à la somme des résistances nées et du travail et du mouvement de la machine.

Nous avons donné (n° 81) l'expression de la somme des résistances, laquelle est $R'a l$. Nous venons de faire connaître (n° 85) l'expression du travail moteur ou de la puissance. En vertu du principe que nous venons de rappeler, il doit y avoir égalité entre ces deux quantités, ce qui conduit à l'équation

$$(A) \quad Ral = a (l + c) \left(\frac{n}{q} + P' \right) k - \frac{anl}{q}$$

Et l'on se rappelle que k est une désignation abrégée pour

$$k = \frac{l'}{l' + c} + \text{Log.} \frac{l + c}{l' + c}$$

L'équation (A) que nous venons d'établir est une relation fondamentale entre les éléments du jeu de la machine et nous servira à résoudre divers problèmes.

90.

Relation entre la vaporisation effective et la dépense de vapeur.

Nous appelons vaporisation effective, la quantité d'eau en poids qui étant vaporisée par la chaudière, vient produire son effet dans le cylindre. Cette quantité est le poids de la vapeur qui se forme réellement dans la chaudière, diminué de toutes les pertes qui ont lieu par suite des fuites avant son arrivée dans le cylindre.

Il est clair que la vaporisation effective doit être égale à la dépense de vapeur.

Or, soit S le poids de cette vapeur utilement vaporisée durant une seconde, laquelle vapeur se forme dans la chaudière à la pression P , mais ne manifeste au cylindre que la pression P' . Si nous désignons par V le volume que prend cette vapeur sous la pression P' , nous aurons d'après la formule du n° 42

$$V = \frac{S}{n + q P'}$$

D'autre part supposons que le piston dont la surface est a , et la course sans détente l' , donne K coups par minute, la liberté du cylindre étant c . Nous savons que le volume de vapeur dépensée sera par coup de piston (n° 78)

$$2 a \times (l' + c)$$

Et le volume dépensé par minute, ou en K coups de piston sera

$$2 a \times K \times (l' + c)$$

Mais si v est la vitesse du piston, ou le nombre de mètres qu'il parcourt par seconde, on aura, désignant la course totale par l :

$$K = \frac{60 \times v}{2 l} .$$

Substituant cette valeur de K dans l'expression ci-dessus du volume dépensé par minute, elle devient

$$60 \times av \times \frac{l' + c}{l}$$

Le volume de vapeur dépensé par seconde en sera la 60^e partie, c'est-à-dire

$$V = av \frac{l' + c}{l}$$

Cette valeur de V doit être égale à celle qui découle de la formule n° 42 et que nous avons plus haut indiquée. On a donc

$$(B) \quad \frac{S}{n + q P'} = av \frac{l' + c}{l}$$

Telle est la seconde relation fondamentale qui doit lier entre eux les éléments de la machine, et qui, combinée avec celle (A) du n° précédent, nous conduira à la solution des problèmes qui suivent.

91.

Premier problème.

Trouver la vitesse de la machine, quand on connaît la vaporisation et la résistance.

Nous appelons vitesse de la machine, celle avec laquelle

se meut le piston. Les relations A (n° 89) et B. (n° 90) permettent de trouver la vitesse indépendamment de la pression P' qui a lieu dans le cylindre. Il suffit d'éliminer P' entre ces deux relations, et de tirer v de l'équation résultante. Pour cela je renverse d'abord les fractions de l'équation (B), puis je divise par q , et je multiplie par S ; ce qui donne successivement

$$\frac{n + q P'}{S} = \frac{l}{a v (l' + c)}, \quad \frac{n}{q} + P' = \frac{S l}{a v q (l' + c)}$$

Je substitue ensuite cette valeur de $\frac{n}{q} + P'$ dans la relation (A) qui devient

$$R a l = \frac{S l k}{q v} - \frac{a n l}{q}$$

On peut tout diviser par l , puis on multiplie par q , et l'on ordonne, d'où

$$a (n + q R) = \frac{S k}{v}$$

Et de là on tire :

$$v = \frac{k}{a} \times \frac{S}{n + q R}$$

Ce qui est la solution du problème proposé, sous la forme la plus générale (nos 92, 93).

Remarque. On sait d'ailleurs que R est une valeur complexe représentant en somme les résistances nées soit du frottement propre f , soit du surcroît de frottement dû à la charge de la machine, ainsi que la résistance due à cette

charge même, et la pression de condensation. En sorte qu'on a en réalité

$$R = (1 + d) r + p + f$$

Et substituant cette valeur dans la formule ci-dessus, elle devient

$$v = \frac{k}{a} \times \frac{S}{n + q \{ (1 + d) r + p + f \}}$$

92.

Énoncé pratique de la solution du problème précédent.

Dans la première des deux expressions précédentes de la vitesse, on remarque le facteur

$$\frac{S}{n + q R}$$

Or, se reportant au n° 42, on voit que si R était une pression de vapeur, ce facteur désignerait le volume que prendrait, sous cette pression R , la vapeur dont le poids est S . On déduit de là cette règle fort simple :

Pour trouver la vitesse de la machine, quand on connaît la vaporisation utile et la résistance, il faut chercher le volume que prendrait la vapeur formée, sous une pression égale à la somme des résistances, puis multiplier ce volume par le coefficient k (n° 88), et enfin le diviser par la surface du piston.

95.

Formule pratique pour résoudre le premier problème (n° 91) quand la détente est variable.

Dans les exemples numériques qui vont suivre, on distinguera deux cas : celui où la détente est variable, et celui où elle est constante et a lieu aux 66 centièmes de la course du piston. Dans ces deux cas, les quantités f et p , dont l'une représente la résistance due aux frottements, l'autre la pression de condensation, seront exprimées en kilogrammes par mètre carré : et alors les constantes n et q auront pour valeurs respectives, savoir :

$$n = 0,00004227$$

$$q = 0,0000000529$$

On prendra toujours

$$d = 0,44 ; f = 700^{\text{kil.}} \text{ et } c = 0,05 \times l$$

l étant la course totale du piston.

Dans le cas où la détente est variable, le coefficient

$$k = \frac{l'}{l' + c} + \text{Log.} \frac{l + c}{l' + c}$$

le seul qui dépende de la détente et de la liberté du cylindre, conservera dans la formule sa forme algébrique k ; et lorsque la détente sera donnée dans chaque cas particulier, la table du n° 88 fera voir la valeur relative à ce cas qu'il faudra introduire dans la formule à la place de la lettre k .

Dans ce même cas d'une détente variable, qui est celui de machines récemment appliquées à la navigation et de

dimensions diverses, on laissera aussi dans la formule la surface du piston sous son expression générale a .

Substituant donc dans la formule les valeurs numériques ci-dessus indiquées, à la place des lettres n , q , \bar{d} , f , elle pourra se mettre sous la formule suivante :

$$v = \frac{k}{a} + \frac{10000 \times S}{0,4227 + 0,000529(1,14 \times r + p + 700)}$$

Telle est la formule qui donnera la vitesse du piston en mètres par seconde, quand on connaîtra la hauteur de la détente, la surface du piston, la pression de condensation, la charge due au travail, et enfin la vaporisation utile.

Exemple. Je suppose que la vaporisation étant de 0^{lit.} 7 ou 0^{m.} ca 0007 d'eau par seconde, la détente commence aux 50 centièmes de la course totale; que la résistance due à la marche du navire soit équivalente à une pression de 6000 kilogrammes par mètre carré de la surface du piston; que la surface du piston soit 2 mètres carrés; et qu'enfin le manomètre au condenseur marque 67 centimètres, le baromètre marquant 76.

La table du n° 88 fera d'abord voir que pour une détente de 0,50 la valeur du coefficient k est 1,555. Ensuite la différence de pression au manomètre et au baromètre étant 9 centimètres, on en conclura comme au n° 63 que la pression de condensation est de 3261 kilogrammes par mètre carré. Il faudra donc faire dans la formule

$$S = 0,0007; \quad k = 1,555; \quad r = 6000; \quad a = 2; \quad p = 3261$$

au moyen de quoi elle devient d'abord

$$v = \frac{1,555}{2} \times \frac{10000 \times 0,0007}{0,4227 + 0,000529 \times (1,14 \times 6000 + 2261 + 700)}$$

Voici le détail des calculs : j'effectue d'abord ceux qui sont indiqués entre les parenthèses , et j'ai

$$1,14 \times 6000 + 3261 + 700 = 10701$$

je multiplie ensuite ce nombre 10701 par 0,000529. Au produit ainsi obtenu , et qui est 5,56 j'ajoute 0,4227 ; j'obtiens ainsi 6,087 ce qui est le dénominateur réduit de la seconde fraction. J'effectue aussi la multiplication indiquée à son numérateur , et la valeur de v prend alors cette forme plus simple

$$v = \frac{1,555 \times 7}{2 \times 6,087} = \frac{10,88}{12,174}$$

On achèvera maintenant par une simple division , et l'on trouvera

$$v = 0,892$$

c'est-à-dire que le piston parcourt , dans les circonstances indiquées 0^m892 par seconde. Si l'on connaît sa course totale , il sera aisé (n° 77) d'en déduire le nombre de coups par minute.

94.

*Formule pratique pour le même problème (n° 91)
dans le cas d'une détente constante et égale
aux 0,66 de la course.*

Lorsque la détente est fixe, nous supposerons de plus qu'elle a lieu aux 0,66 de la course, pour nous rapprocher d'un cas fréquent. Il faut alors joindre aux données numériques qui précèdent la valeur de k donnée par la table du n° 88 pour $\frac{l'}{l} = 0,66$. Cette valeur étant

$$k = 1,321$$

la formule, avec cette nouvelle substitution deviendra :

$$v = \frac{1,321}{a} \times \frac{10000 \times S}{0,4227 + 0,000529 (1,14 \times r + p + 700)}$$

et le calcul se fera d'ailleurs comme ci-dessus.

95.

*Formule pratique pour résoudre le même problème
(n° 91) dans le cas où la dépense de vapeur
est seule variable.*

Pour toutes les machines de même force, de mêmes dimensions, de même espèce et appliquées au même travail, on pourra souvent négliger les variations qu'éprouvent la résistance née du travail, ainsi que les variations de la pression de condensation; et ne tenir compte que des variations de va-

porisation Dans ce cas il faudra prendre les valeurs numériques de la résistance moyenne due au travail, de la pression moyenne de condensation, et substituer ces valeurs à la place de r et de p dans la formule ci-dessus. En y substituant aussi la dimension du cylindre, on ne conservera de variables que la vitesse v et la vaporisation S , et l'on aura une formule exprimant la relation de ces deux quantités, dans le jeu de toutes les machines de même espèce, fonctionnant dans les circonstances communes de travail et de pression.

Exemple. Pour les machines de 160 chevaux, construites sur le modèle de celles du *Sphinx* (de la marine royale), je prendrai une détente commençant aux 66 centièmes de la course, ce qui donne $k = 1,321$.

Je supposerai en outre que la pression de condensation est de 3400 kilogrammes par mètre carré; que la résistance provenant de la marche équivaut à une charge de 6000 kilogrammes par mètre carré de la surface du piston, et qu'enfin la surface de celui-ci est 1^{m. ca.} 169. Il faudra donc faire dans la formule du n° 93

$$a = 1,469 \quad r = 6000 \quad p = 3400$$

en y conservant $k = 1,321$. Par ces substitutions, cette formule devient d'abord

$$v = \frac{1,321}{1,469} \times \frac{10000 \times S}{0,4227 + 0,000529 (1,14 \times 6000 + 3400 \times 700)}$$

En détaillant les calculs, on trouve successivement

$$1,14 \times 6000 + 3400 + 700 = 10940$$

La multiplication de ce nombre 10940 par 0,000529

donne pour produit 5,787; auquel ajoutant 0,4227 on a pour somme 6,2097. La valeur de v prend alors la forme plus simple

$$v = \frac{13210}{4,469 \times 6,2097} \times S$$

Il ne reste plus qu'à effectuer la multiplication indiquée au dénominateur, et la division, ce qui donne finalement

$$v = 1820 S.$$

Si par exemple la vaporisation utile est de 0^{lit.}58 ou 0^{m. ca.} 00058 d'eau par seconde, on aura

$$v = 1820 \times 0,00058 = 1,055.$$

Remarque I. Dans ces mêmes machines, la longueur de la course est 1^m44. Il est aisé de conclure de là, et de ce qui précède, que le nombre K de coups de piston par minute correspondant à cette vitesse est (n° 77)

$$K = \frac{60 \times 1,055}{2 \times 1,44} = 21,9.$$

Remarque II. La formule réduite que nous venons de donner devra être rejetée quand on supposera que la résistance due à la marche, ou la pression de condensation, sont inférieures ou supérieures de plus de 100 kilogrammes, la première à 6000 et la seconde à 3400 kilogrammes. Dans ces cas, il faudra recourir à la formule du n° 93 et y introduire directement les valeurs convenables de p et de r .

96.

Second Problème.

Trouver la Résistance due au travail de la machine, sous une vitesse donnée.

Nous avons appelé r la résistance due au travail de la machine, cette résistance étant évaluée en kilogrammes par mètre carré de la surface du piston. Cette quantité est liée avec la vitesse et la vaporisation, par la dernière expression générale du n° 91, laquelle est

$$v = \frac{k}{a} \times \frac{S}{n + q \{ (1 + d) r + p + f \}}$$

Il suffira donc de dégager r de cette expression pour résoudre le problème proposé.

Divisant d'abord par $S k$, et renversant les fractions, j'ai

$$\frac{S k}{v} = a n + a q \{ (1 + d) r + p + f \}$$

D'où l'on tire aisément

$$r = \frac{S k}{a q v (1 + d)} - \frac{\frac{n}{q} + p + f}{1 + d}$$

formule qui résout le problème proposé.

Remarque. Si au lieu de demander la charge du piston par unité de surface ou par mètre carré, on veut avoir la charge absolue de la machine, il suffit de multiplier par la surface a du piston, et l'on a :

$$a r = \frac{S k}{v q (1 + d)} - \frac{a}{1 + d} \times \left(\frac{n}{q} + p + f \right)$$

97.

*Formule pratique pour la Solution du 2^e problème ,
dans le cas d'une détente constante et ayant
lieu aux 66 centièmes de la course.*

Nous supposons toujours que la course totale étant l , on ait

$$c = 0,05 l; \quad d = 0,14; \quad f = 700$$

Si à ces données on joint, pour le cas énoncé

$$l' = 0,66 \times l$$

il en résultera, par la table du n^o 88

$$k = \frac{l'}{l' + c} + \text{Log.} \frac{l + c}{l' \times c} = 4,324$$

Et ces diverses données auxquelles il faut joindre les valeurs connues de n et de q (n^o 93), étant substituées dans la formule précédente (n^o 96), la transforment ainsi :

$$r = 21905000 \times \frac{S}{a v} - \frac{1499 + p}{1,14}$$

Exemple. Une machine dont le piston a une surface de 1^{m.ca}. 169, dépense utilement 0^{lit}. 58 ou 0^{m.cu}00058 d'eau par seconde, le piston parcourant 1^m05 dans le même temps sous une pression de condensation égale à 3400 kilogrammes par mètre carré. Quelle est la résistance de travail vaincue par cette machine ?

Réponse. On fera dans la formule ci-dessus :

$$S = 0,00058; \quad a = 1,169; \quad v = 1,05 \quad \text{et} \quad p = 3400.$$

Cette formule devient alors

$$r = 21905000 \times \frac{0,00058}{1,169 \times 1,05} - \frac{1499 + 3400}{1,14}$$

La réduction est aisée , et donne

$$S = 0^{\text{m. cu.}} 000577 = 0^{\text{lit}} 577.$$

On calculera séparément la valeur de ces deux fractions, et l'on arrive à

$$v = 10351 - 4298 = 6053^{\text{kil.}}$$

Ainsi , dans les circonstances supposées , la résistance due au travail utile de la machine , c'est-à-dire à la marche du bâtiment , équivaut à un poids de 6053 kilogrammes ou ou 6^{ton.}053 sur chaque mètre carré de la surface du piston.

98.

Troisième Problème.

Trouver la dépense de Vapeur qui est nécessaire pour produire des effets voulus.

C'est évidemment la valeur de S tirée de la formule générale de la vitesse (n° 91 remarque.) Or , cette formule donne aisément :

$$S = a v \times \frac{n + q \{ (1 + d) r + p + f \}}{k}$$

Remarque. Si aux résultats donnés par cette formule on ajoute les pertes de la chaudière et autres , on aura la vaporisation nécessaire à la marche de la machine , et on en

déduira la surface de chauffe et la quantité de combustible.

99.

Formule pratique pour le 3^e problème.

Je prendrai les mêmes valeurs numériques que dans le problème précédent (n° 97) pour les quantités

$$r, d, f, l', k.$$

et selon qu'on y laissera v ou r sous forme de simple lettre algébrique, la formule donnera :

(1°) Ou la dépense qui convient à chacune des vitesses sous une même charge.

(2°) Ou la dépense de vapeur qui correspond à chacune des charges de la machine sous une même vitesse.

(1°) La première de ces deux formules ne serait autre chose que celle du n° 95 retournée. On pourra donc poser dans les cas où les données seront les mêmes que dans le n° 95 :

$$S = \frac{1}{1820} v.$$

formule où la vitesse étant exprimée en mètres par seconde, la vaporisation utile se trouvera exprimée en mètres cubes ou fraction de mètre cube d'eau dans le même temps.

(2°) Supposons à la machine une vitesse constante et égale à 1^m05 par seconde ; substituant cette valeur de v , et les autres valeurs indiquées au n° 97, dans la formule générale elle devient

$$S = 1,469 \times 1,05 \times \frac{0,4227 + 0,000529 (1,44 \times r + 3400 + 700)}{40000 \times 1,321}$$

Pour réduire cette formule, je commence par multiplier tout ce qui est entre parenthèses par 0,000529 et j'ai ainsi

$$0.000529(1,14 \times r + 3400 + 700) = 0,0005603 \times r + 2,169.$$

Ensuite au nombre de 2,169 j'ajoute 0,4227 ; la valeur de S prend alors la forme plus simple

$$S = \frac{1,169 \times 1,05}{1,324} \times \frac{0,000603 \times r + 2,5917}{10000}$$

La fraction $\frac{1,169 \times 1,05}{1,324}$ étant calculée à part, revient à 0,9292. Multipliant séparément par ce dernier nombre, les nombres 0,000603 et 2,5917 on a définitivement :

$$S = \frac{0,000603 \times r + 2,407}{10000}$$

Exemple. Lorsque la résistance due au travail (à la marche) est de 6000 kilogrammes par mètre carré, on trouve, faisant $r = 6000$

$$S = \frac{0,000603 \times 6000 + 2,407}{10000}$$

100.

Quatrième Problème.

Trouver l'Effet utile d'une Machine quand on connaît la vaporisation utile.

L'effet utile n'est autre chose que la charge qui représente la résistance due au travail multipliée par la vitesse

du piston. La charge du piston correspondante au travail utile a été désignée par ar , et la vitesse de la machine par v . La quantité cherchée est donc le produit arv , que nous désignerons par E^u . Or l'équation générale du n° 96 (*re-marque*), donne en multipliant ses deux nombres par v :

$$E^u = arv = \frac{Sk}{q(1+d)} - \frac{av}{(1+d)} \times \left(\frac{n}{q} + p + f \right)$$

101.

*Formule pratique pour la solution du quatrième
Problème, dans le cas d'une détente égale aux
0, 66 de la course, et application à
une Machine de 80^{ch.}*

Faisons les mêmes hypothèses qu'au n° 97 sur la valeur des quantités c , l , d , f . Il est clair que la valeur de r tirée de ce numéro donnera

$$E^u = arv = 24905000 \times S - av \frac{1499 + p}{1,14}$$

Pour une machine conforme à celles du Sphinx (marine royale), dont le piston a 1^{m.ca}169 de surface, il faudra joindre aux données précédentes $a = 1,169$. Dans ce cas la formule devient

$$E^u = 24905000 \times S - v \times 1,169 \times \frac{1499 + p}{1,14}$$

Pour réduire, j'observe que le second terme peut se

mettre sous la forme suivante :

$$v \times \left(\frac{1,169 \times 1499}{1,14} + \frac{1,169}{1,14} \times p \right)$$

Je réduis successivement en entiers les nombres fractionnaires

$$\frac{1,169 \times 1499}{1,14} \quad \text{et} \quad \frac{1,169}{1,14}$$

et je trouve pour leurs valeurs respectives 1537 et 1,025. Je les substitue dans le terme qui contient v ; je remets ce terme à sa place dans l'expression de E^u , laquelle devient finalement

$$E^u = 21905000 \times S - v \times (1537 + 1,025 \times p).$$

Exemple. Quel est l'effet utile de la machine lorsqu'elle vaporise 0^{m.cu}00055 d'eau par seconde, lorsque la vitesse du piston est 1^m05 dans le même temps sous une pression de condensation égale à 3400 kilogrammes ? Je substitue dans la formule précédente

$$S = 0,00055; \quad v = 1,05; \quad p = 3400$$

et cette formule devient :

$$E^u = 21905000 \times 0,00055 - 1,05 \times (1537 + 3400 \times 1,025)$$

J'effectue la multiplication indiquée entre parenthèses, j'ajoute les deux nombres qu'elle contient, et je multiplie leur somme 50221 par 1,05, ce qui donne .

$$1,05 \times (1537 + 1,025 \times 3400) = 5285$$

D'ailleurs on trouve

$$21905000 \times 0,00055 = 12047.$$

Il en résulte donc

$$E^u = 12047 - 5283 = 6764.$$

Observons que dans la formule les pressions sont exprimées en kilogrammes , et la vitesse en mètres par seconde. Il s'en suit que ce résultat marque des kilogrammes élevés à 1 mètre de hauteur par seconde de temps. Désignant donc l'unité dynamique par dy , on aura

$$E^u = 6dy.76.$$

Remarque I. Veut-on exprimer cet effet utile en chevaux vapeur? nous savons qu'il faut multiplier le nombre d'unités dynamiques par 13,33 (n° 70). Désignant cette expression de l'effet utile par $E^{u \text{ ch.}}$, on a


$$E^{u \text{ ch.}} = 6,76 \times 13,33 = 90,11.$$

On voit par cet exemple que dans certaines circonstances une machine peut développer une puissance réelle supérieure à sa force nominale.

Les exemples qui précèdent suffisent pour faire voir avec quelle facilité le calcul se prête à représenter les relations qui existent entre les différens élémens du jeu d'une machine à vapeur. La théorie dans laquelle nous avons puisé ces principes , est celle de M. de Pambour. L'accord remarquable qui existe entre les résultats auxquels elle conduit , et ceux que l'on obtient journellement dans la pratique , suffit pour justifier l'exactitude de cette théorie. Nulle autre avant elle n'avait pu répondre d'une manière

satisfaisante aux besoins des praticiens. On peut dire que maintenant il ne leur reste plus rien à désirer sous ce rapport.

La suite de l'ouvrage contiendra les diverses expressions de l'effet utile rapporté à la vaporisation . à la consommation de combustible ; et réciproquement les expressions diverses de la consommation de vapeur et de combustible , rapportée à l'unité de force utile. Puis viendra la théorie du maximum d'effet utile dans diverses circonstances données , ainsi que celle du maximum absolu d'effet utile. Enfin , nous y joindrons la théorie de la régulation des tiroirs , celle des résistances à la marche des navires de diverses dimensions , dans des circonstances variables de mer , de vent et de vitesse , et quelques autres détails.



ARCHÉOLOGIE.

OBSERVATIONS

SUR

LE PORT DE BASTIA,

ET LES PROJETS

DONT IL EST ACTUELLEMENT L'OBJET ,

Par M. RANG , capitaine de corvette.

La ville de Bastia , si favorisée par son heureuse situation entre les deux plus beaux pays du monde , la France et l'Italie ; si intéressante , aujourd'hui , par l'intelligence et l'activité de ses habitants , demande un port qui protège son commerce et réponde , non seulement à son développement ainsi qu'à ses besoins actuels , mais encore à tout ce que son industrie et la marche rapide de ses progrès permet d'entrevoir dans un avenir peu éloigné.

La question qui se présente ici est toute vitale pour la

partie septentrionale de la Corse , si belle et si productive que nulle contrée de la Provence ne saurait lui être comparée ; mais si nous venons à l'étudier sous le point de vue politique , peut-être reconnaitrons - nous qu'elle est de quelque importance eu égard à la prépondérance que la France doit avoir dans le bassin citérieur de la Méditerranée. N'importe-t-il pas d'ailleurs à notre pays d'avoir un établissement protecteur , une sentinelle vigilante à Bastia , ce point central d'un golfe autour duquel tant d'intérêts se rassemblent et qui , par conséquent , ne peut manquer d'être , en temps de guerre , un théâtre de luttes et de combats.

Envoyé tout récemment en Corse pour y remplir une mission , nous avons pu apprécier les progrès de Bastia , depuis 22 années que nous ne l'avions visité ; nous avons entendu les plaintes et les réclamations de ses habitants , nous avons reconnu la réalité de leurs besoins ; qu'il nous soit donc permis , dans l'intérêt de la question et avant qu'elle ne soit jugée , de joindre nos observations à celles qui ont déjà été faites à cette occasion. L'homme de mer peut-il rester indifférent à un sujet qui le touche de si près et sa compétence n'est-elle pas évidente dès qu'il s'agit d'une œuvre qui lui est destinée et dont lui seul devra posséder la pratique. Nous espérons donc que ces lignes seront prises en bonne part et que l'on n'y verra que le désir bien sincère de contribuer à la formation d'un établissement utile aux intérêts de la France en général et de la Corse en particulier.

Une darse petite et oblongue tient lieu de port à Bastia ;

ce n'est qu'avec peine qu'elle donne asile aux navires du pays , quoiqu'en général , ils soient d'un petit tonnage. L'entrée de cette darse entièrement ouverte au Sud-Est , est formée du côté du Nord par une jetée de 160 mètres de longueur que les Gênois construisirent vers le milieu du siècle dernier , et de celui du Sud par un rocher élevé désigné sous le nom du *Lion* , qui ne laisse qu'un étroit passage pour des canots entre lui et la rive du Sud (fig. 1).

L'ouverture de ce port donne accès à la houle qui vient du Sud-Est , à celle de l'Est Sud-Est , terrible quelquefois , à celle de l'Est , et enfin à celle de l'Est Nord-Est que soulève souvent la tempête pendant l'hiver. Ce n'est pas tout ; une disposition particulière de la côte présente , en dehors du Lion , une sorte d'anse creusée dans la falaise à pic , où la mer soulevée par les vents du Nord et du Nord-Ouest se précipite avec fureur , et se renversant ensuite dans la darse , produit le ressac qui agite tumultueusement les andarses et fait courir le plus grand danger aux sept ou huit bâtimens , toujours très rapprochés , qui les composent chacune.

Le port de Bastia est donc exposé à tous les vents qui soufflent , depuis le Nord jusqu'au Sud en passant par l'Est. Il n'est par conséquent ni assez grand , ni assez sûr , et ces deux défauts capitaux se font d'autant plus sentir aujourd'hui que cette ville , outre les bâtimens qui lui appartiennent , est fréquentée par beaucoup d'autres navires et notamment par les bateaux à vapeur des correspondances de Toulon , de Livourne et d'Ajaccio ; il va l'être encore par ceux de Marseille.

Que l'on juge de l'effet désastreux d'une tempête de l'Est Sud-Est ou de l'Est Nord-Est , quand elle vient à se déchaîner sur cette malheureuse darse , comme il arrive plusieurs fois chaque hiver ; la mer qui ne trouve aucun obstacle s'engouffre dans son enceinte et agite violemment les andarses. Les navires se heurtent , se fracassent au milieu de cet épouvantable conflit de la houle qui entre et du ressac qui tend à ressortir ; leurs amarres croisées en tous sens , dans un petit espace , et soumises à un continuel frottement se rompent bientôt ; ils tombent sur les rochers qui bordent les quais où la mer déferle avec fureur et achève de les briser les uns sur les autres. Durant ces nuits funestes , si bien connues à Bastia , les habitants des maisons voisines illuminent leurs fenêtres , afin d'éclairer les matelots dans leurs tentatives de salut , seule assistance que , d'ordinaire , il soit possible de leur donner , bien heureux encore si , le lendemain , ils n'ont à déplorer que la perte de leurs biens.

On a cherché des moyens de mettre fin à tant de sinistres , et plusieurs projets ont été conçus ; deux d'entre eux seulement , méritent d'être rapportés. Le premier établit la possibilité d'agrandir et d'améliorer la darse ; ses partisans , la plupart habitants des quais , s'efforcent à lui faire obtenir la préférence ; ils ont , dit-on , pour eux , l'opinion des ingénieurs des ponts et chaussées , gens fort habiles dans l'art de bâtir des quais et des môles. Le second propose la construction d'un nouveau port vis-à-vis le quartier Neuf de Saint-Nicolas ; il a pour lui l'opinion d'une grande majorité et se prévaut de l'autorité des marins du pays : Nous allons les examiner rapidement ; mais pour

mettre le lecteur en état d'apprécier leur valeur , nous devons dire en premier lieu quels sont les vents qui règnent habituellement sur la côte orientale de la Corse , et désigner ceux contre lesquels il importe le plus de se prémunir , étude préliminaire à laquelle ne se livrent pas assez ceux qui s'attribuent une compétence exclusive en matière de construction de port.

Durant la belle saison on éprouve à Bastia de petites brises et des brises fraîches , rarement de grands vents. Ceux-ci règnent dans la mauvaise saison.

Les brises faibles soufflent généralement du Sud , du Sud-Est et du Nord ; les brises fraîches soufflent du Nord, du Sud-Est , de l'Ouest et du Sud-Ouest ; les grands vents viennent de l'Est Sud-Est , de l'Est Nord-Est , et du Nord ou Nord-Ouest, ces deux derniers se confondant sur la côte orientale. Les tempêtes éclatent de l'Est Sud-Est et de l'Est Nord-Est. Il est donc évident que c'est de ces deux derniers , surtout , qu'il convient de défendre le port de Bastia , puis ensuite du vent de Nord.

La houle suit naturellement la direction du vent qui la soulève ; cependant , lorsque le vent bat la côte occidentale de l'île , s'il est au Nord-Ouest la houle arrive du Nord à Bastia , s'il est à l'Ouest ou au Sud-Ouest , elle s'avance du Sud ou du Sud-Est

PREMIER PROJET.

(*Fig. 2.*)

Ce projet a pour but de disposer l'entrée de la darse de manière à rendre celle-ci plus sûre et propre au mouillage d'un plus grand nombre de bâtiments. Les travaux consisteraient à élever un môle ou brise-lame à la pointe du Dragon située sous l'angle nord de la citadelle et à le diriger vers l'est, environ, dans un espace de 80 mètres. On recourberait ensuite brusquement ce môle de manière à former un angle presque droit dont le sommet serait tourné du côté du large ; enfin on prolongerait cette seconde partie du brise-lame, vers le nord, à peu près, d'une quantité de 200 mètres. Ainsi disposée cette grande construction passerait à 100 mètres de l'ancienne jetée des Gênois, et l'avant-port qui en résulterait aurait son ouverture tournée au nord.

Nous déclinons volontiers notre compétence en matière de construction hydraulique, cependant nous dirons, car cela est sensible pour la moindre intelligence, que celle qu'on propose ici, ayant 280 mètres de longueur, par une profondeur de 18 et dans une situation qui l'expose à toute la fureur de la mer des vents du large serait d'une exécution difficile, longue et dispendieuse. Elle aurait à supporter, avant son entier achèvement, les attaques des tempêtes de plusieurs hivers, et chacune de ces attaques annuelles lui enlèverait la moitié des travaux de la belle saison passée. C'est ce que l'on a pu voir bien des fois à Alger.

Si cependant il devait résulter du grand sacrifice d'argent que ce travail exigerait des avantages réels pour la sécurité et l'agrandissement de la darse de Bastia , nous ne balancerions pas à conseiller l'adoption de ce projet , persuadé que nous sommes que l'on n'obtient un bon port artificiel qu'à force de dépenses ; mais nous ne pensons pas que dans ce cas-ci on puisse parvenir au but proposé ; voyons si nous justifierons cette opinion et si les avantages promis sont réels.

Nous le reconnaissons , au moyen de ce vaste brise-lame appuyé , la darse ne serait plus exposée aux vents du Sud-Est à l'Est Nord-Est ; oui , mais elle le serait toujours et , plus qu'auparavant , aux inconvénients de la mer impétueusement poussée du Nord et du Nord-Ouest : en effet chaque fois que les vents viendraient à souffler de cette partie , s'engouffrant dans l'espèce d'entonnoir formé par l'avant-port , comprimée par le môle du large et rejetée par les rochers de la citadelle dans l'enceinte de la darse , la houle produirait ce ressac désordonné qui est la principale cause des désastres annuels de Bastia. Devenue plus sûre du côté des vents du large la darse le serait donc moins du côté de ceux du Nord. Elle n'aurait donc pas sensiblement gagné , surtout si l'on fait attention que les grands vents de Nord et de Nord-Ouest sont plus fréquents que les tempêtes de l'Est Sud-Est et de l'Est Nord-Est. Le projet , nullement avantageux sous le rapport de la sûreté , aurait-il du moins le mérite d'offrir plus d'espace au moyen de cet avant-port si malencontreusement sur-ajouté ? Ses partisans le pensent , mais nous le nions avec tous les marins qui connaissent la nature du fond dans la localité dont il

s'agit. En effet, le mouillage dans l'avant-port ne serait pas tenable pour les bâtiments qui chercheraient à s'y amarrer à quai ou en jetant l'ancre, parce qu'ils seraient fortement agités par le ressac dont nous venons de parler, parce qu'ils recevraient en plein le vent du Nord et de Nord-Ouest, que le fond y est de roche et que les acores y sont à pic. Sans moyens de s'amarrer convenablement, ils seraient exposés à être jetés sur le brise-lame par le vent qui souffle avec force de la montagne, sur la jetée des Gênois ou dans la darse par les vents du large, et sur les rochers de la citadelle par les vents du Nord. Dans ce dernier cas il n'y aurait de salut pour personne. Nous concluons de ces observations qu'avec l'exécution de ce premier projet la dépense serait considérable et les résultats presque nuls, et si nous portons nos regards vers l'avenir, nous voyons Bastia réduit dans moins de 20 ans à demander encore un port si, toutefois St-Florent mieux avisé, ne lui enlève pas l'importance dont il jouit, mais qui demande des sacrifices pour se soutenir. Cette dernière observation nous rappelle les bateaux à vapeur de Marseille qui vont bientôt faire le service de la Corse et qui ont failli être dirigés sur St-Florent au lieu de Bastia, et nous en tirons occasion de faire une dernière critique du plan que nous venons d'examiner. Nous pensons que la disposition du brise-lame par rapport à la jetée des Gênois rendra la manœuvre de ces sortes de bâtimens difficile. Comment en effet, gênés comme ils le seront par le brise-lame, et l'on sait qu'il leur faut de l'espace pour évoluer, comment, disons-nous, pourront-ils tourner l'extrémité de la jetée?

Si malgré ces observations dont la justesse ne peut man-

quer d'être comprise par tous les marins , on persistait dans l'adoption de ce projet , nous proposerions du moins quelques moyens d'amélioration. Ainsi pour mettre la darse à l'abri du ressac des vents du Nord , nous voudrions qu'on élevât sur la jetée des Gênois une seconde jetée dirigée vers l'Est jusqu'à la rencontre du prolongement supposé du brise-lame. Nous voudrions encore porter la base de ce brise-lame sur le banc de roche qui est au pied de la tour ronde de la citadelle ; cette nouvelle disposition devant faire disparaître l'angle droit vicieux à l'intérieur. (*fig. 3*).

DEUXIÈME PROJET.

(*Fig. 4.*)

Ce projet consiste à construire un nouveau port dans un autre lieu que celui où les Gênois établirent leur darse ; il est dû à M. Sisco , habile architecte de la ville de Bastia. Quoique nous ne le regardions que comme une première ébauche et que par conséquent il nous paraisse incomplet , surtout en ce qui concerne l'ouverture , ce projet mérite selon nous le suffrage presque général qu'il a obtenu. Pour en apprécier convenablement le mérite il faut savoir que Bastia s'agrandit journellement et qu'une ville nouvelle s'élève à S^t-Nicolas , au Nord de la vieille cité. C'est dans ce quartier neuf que seront bientôt réunis tous les intérêts du pays , que se manifestera l'activité de la population , qu'en un mot sera Bastia. N'est-ce donc pas déjà une heureuse idée que celle d'établir en face de cette ville commer-

cante , au pied même de ses places et de ses promenades , le port qui doit lui donner le mouvement et la richesse. Hâtons-nous de dire que la nature a puissamment secondée l'idée de M. Sisco , en lui présentant un rivage convenablement disposé , une profondeur d'eau suffisante et partant un excellent fond.

Bien certain de la valeur de la baie St-Nicolas , M. Sisco l'enveloppe du côté du Nord et de l'Est d'un môle de 600 mètres de longueur qui part d'une pointe de roche située au Nord et suivant d'abord une ligne courbe , puis une ligne droite finit par une tête arrondie à 160 mètres de l'angle Nord-Est du quai nouvellement construit. Pour compléter l'enceinte et obvier en même temps aux inconvénients du ressac , l'auteur du projet élève ensuite un second môle à ce même angle et le porte à 80 mètres seulement dans la direction de l'Est Nord-Est , de manière à former une ouverture tournée au Sud-Est. Les avantages qu'offre ce projet sont manifestes ; par son étendue le port de M. Sisco donnerait asile à 150 bâtiments de toute espèce de tonnage. Des frégates pourraient s'y amarrer, et si des vaisseaux , forcés de fuir un ennemi supérieur , prenaient la résolution d'y chercher un refuge ils ne renouvelleraient pas le sinistre déplorable dont le port de Cette a été témoin dans la dernière guerre.

Si les travaux à exécuter pour obtenir un semblable port paraissaient trop considérables , les calculs de M. Sisco doivent rassurer. Il fixe la valeur du mètre courant des constructions de môle , terme moyen , à 4,000 francs , 680 mètres donnent donc un total de 2,700,000 francs , met-

tons 3,000,000 , somme évidemment minime en comparaison des grands avantages que le pays et la France en retireraient.

Le port de Bastia serait au pied de la ville et ses quais borderaient la belle place Louis-Philippe et la promenade qui l'avoisine. Une petite rivière qui découle de la montagne se déchargerait dans son sein et fournirait l'eau nécessaire à l'approvisionnement des navires.

La vieille darse n'est point abandonnée par M. Sisco , il la destine à former un bassin de construction et de carénage et il rétrécit son ouverture par le prolongement du môle des Gênois ce qui la rendrait plus tranquille.

Tout bien examiné , nous adoptons volontiers l'idée de M. Sisco dans le choix de l'emplacement du nouveau port de Bastia , mais nous pensons que l'on peut en tirer un meilleur parti. Nous trouvons l'ouverture vicieuse ; nous sommes fâchés de voir l'ancienne darse séparée du nouveau port , et nous repoussons la ligne courbe que décrit son grand môle parce qu'elle ne peut que faciliter la progression de la houle à l'intérieur.

Nous proposons en conséquence les modifications suivantes. (*fig. 5.*)

Nous faisons partir le grand môle du point *A* de la côte ; nous le portons en *B* puis en *D* et en *F* ; l'espace qu'il enveloppe se trouve , il est vrai , moins spacieux , mais ce que nous perdons de ce côté nous le retrouvons d'un autre ; voilà pour les vents du Nord à l'Est. Nous coupons la jetée des Gênois dans toute l'étendue *MC* , afin d'y pra-

tiquer un passage , puis du point *M* nous élevons dans la direction du Nord Nord-Est , à peu près , le second môle *M N H* qui forme un large canal avec les quais neufs. Ce dernier môle s'arrête au Ouest Nord-Ouest de la tête du premier à une distance de 60 mètres , bien suffisant , sans doute , pour former l'entrée de ce havre.

L'ancienne darse est complètement fermée par la réunion de la jetée des Gênois au Lion. Si on le jugeait convenable on conserverait une petite ouverture pour faciliter la circulation des canots entre le Lion et la terre.

De cette nouvelle disposition il résulterait :

- 1° La réunion avantageuse de l'ancien et du nouveau port ;
- 2° L'existence d'un canal tranquille pour les bâtimens ;
- 3° Une entrée plus favorablement orientée ;
- 4° Une étendue plus vaste ;
- 5° Un abri plus complet ;

On compterait 900 mètres environ de longueur de môle ce qui donnerait , en nous servant du calcul de M. Sisco , 3,600,000 fr. , mettons 4,000,000.

Ce port embrasserait complètement la longueur des quais des deux villes vieille et nouvelle qui , par conséquent , n'auraient rien à s'envier.

PROPOSITION D'UN TROISIÈME PROJET.

(*Fig. 6.*)

Après avoir étudié sur les lieux les deux projets que nous venons de faire connaître et pris une connaissance exacte des localités , nous nous sommes demandé pourquoi M. Sisco n'avait pas formé l'ouverture de son port du côté du Nord plutôt que de celui du Sud ; la seule raison qui nous ait paru justifier son choix se trouve dans la nature assez violente , quelquefois , des vents du Nord qui entraînent avec eux une très grosse mer. Or si cet inconvénient réel , fort bien compris par cet architecte , n'existait pas , nul doute qu'il eût tourné son entrée du côté du Nord , ce qui procurerait des facilités pour assurer un abri parfait ; nous trouvons sur les lieux un moyen assuré de le faire disparaître. Pour cela nous profitons d'une chaussée naturelle située vis-à-vis la Tour des Jésuites à 140 mètres environ au Nord de la pointe d'où M. Sisco fait partir son grand môle. Ce banc de roches sous-marines s'étend au Nord-Est-quart Est dans une longueur de 230 mètres , ne montrant à l'extérieur que deux groupes d'écueils , l'un près de sa base et l'autre à son extrémité. La profondeur de l'eau y est fort inégale mais ne dépasse jamais 3 mètres et s'y trouve souvent de 1 mètre. Voilà donc un moyen de mettre le port de Bastia , de quelque manière qu'on le conçoive , à l'abri de la houle du Nord , car on peut construire sur cette chaussée un éperon peu coûteux qui en occuperait toute la longueur et que l'on aurait l'attention de porter le plus possible dans la direction de l'Est Nord-Est.

Ce premier résultat obtenu , le port que l'on établirait à St-Nicolas avec l'ouverture au Nord se trouverait à l'abri des trois vents les plus dangereux , il aurait donc toute la sûreté désirable.

Voici la disposition que nous donnerions à ces môles , après avoir construit cet éperon ; un grand môle que nous nommerions môle de l'Est , partirait du 1^{er} angle de la jetée des Gênois en *M* et se dirigerait vers le Nord-Est en ligne droite , mais brisée *MNH* , il se terminerait sur les fonds de 10 mètres , à 360 mètres de l'éperon protecteur. Un second môle partirait d'un point de la côte *E* située au Sud de celui où M. Sisco établit la base de sa grande jetée courbe et , se dirigeant à la rencontre du premier , s'arrêterait en *F* là où il en relèverait la tête à l'Est Nord-Est.

Nous n'examinerons pas les avantages de cette nouvelle disposition , ils sont assez faciles à reconnaître ; elle réunit ceux de tous les autres projets et ne laisse aucun doute sur la sûreté du port par quelque vent et avec quelque mer que ce soit.

La construction de ce havre serait-elle plus coûteuse ? Oui , sans doute , car il y aurait environ 1,100 mètres de môles à jeter sur le fond. C'est-à-dire 240 par un fond de 2 mètres , autant à peu près par une profondeur moyenne de 3 mètres 50 centimètres et le reste par une profondeur moyenne de 8 mètres. Le calcul donne 4,400,000 francs , mettons 5,000,000.

Nous avons exposé brièvement nos idées sur le port à édifier à Bastia afin que la commission mixte , qui sera sans

doute appelée à décider , puisse profiter des observations que nous avons faites sur les lieux , la sonde à la main. Nous désirons que ce petit travail soit reçu comme une nouvelle preuve de notre intérêt pour tout ce qui concerne le service de la marine et de notre sympathie pour la ville de Bastia.



Fig. I.

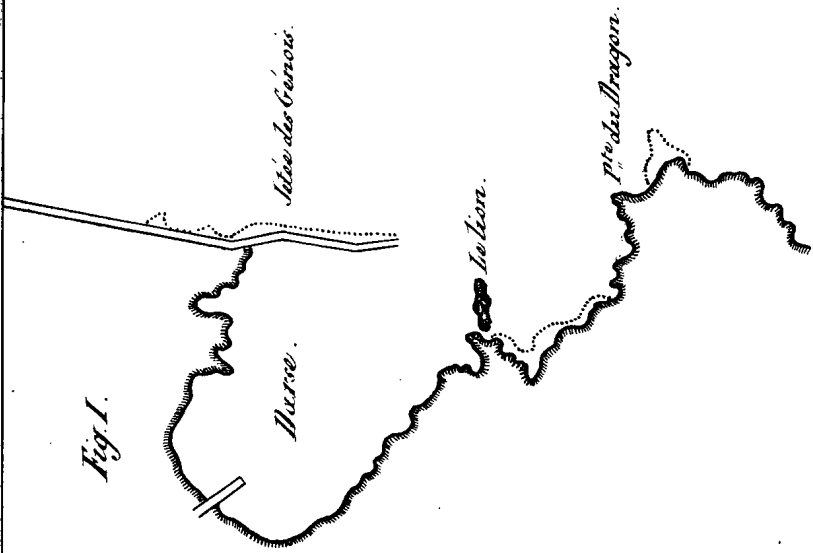


Fig. II.

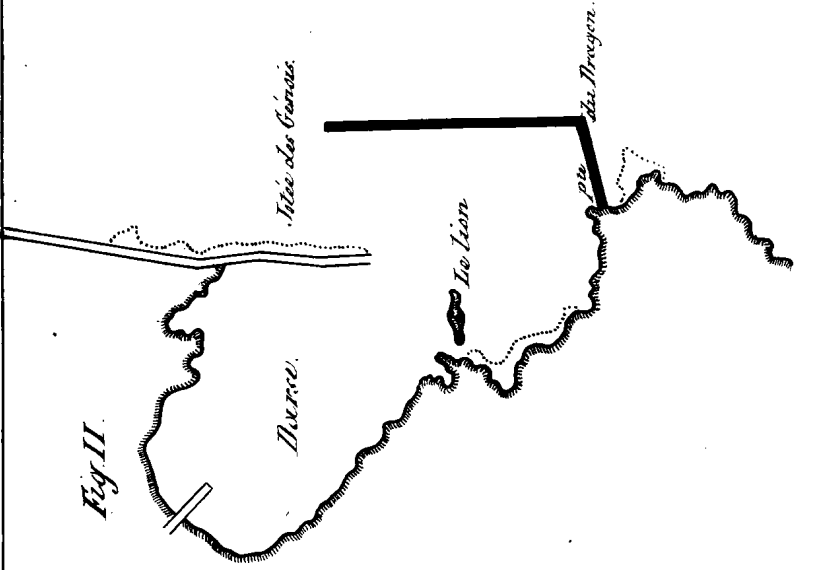
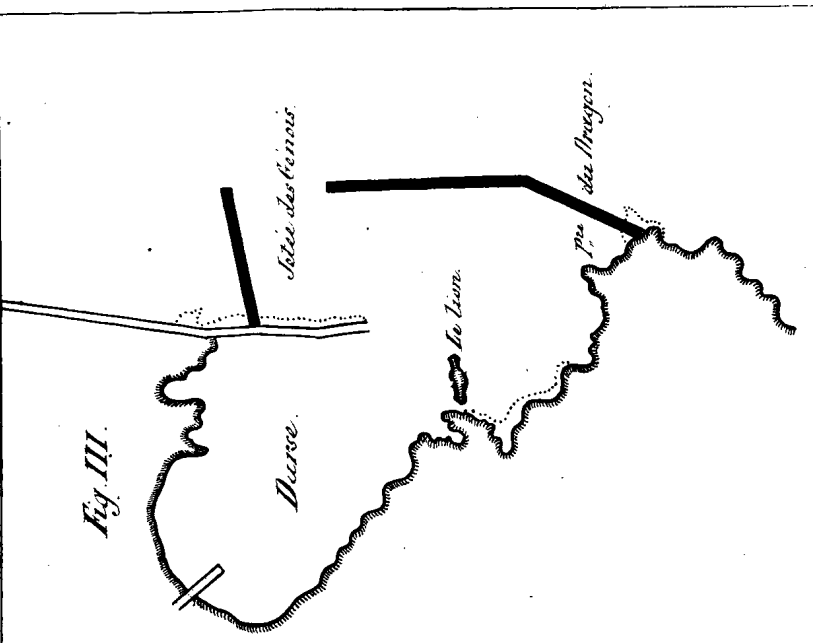
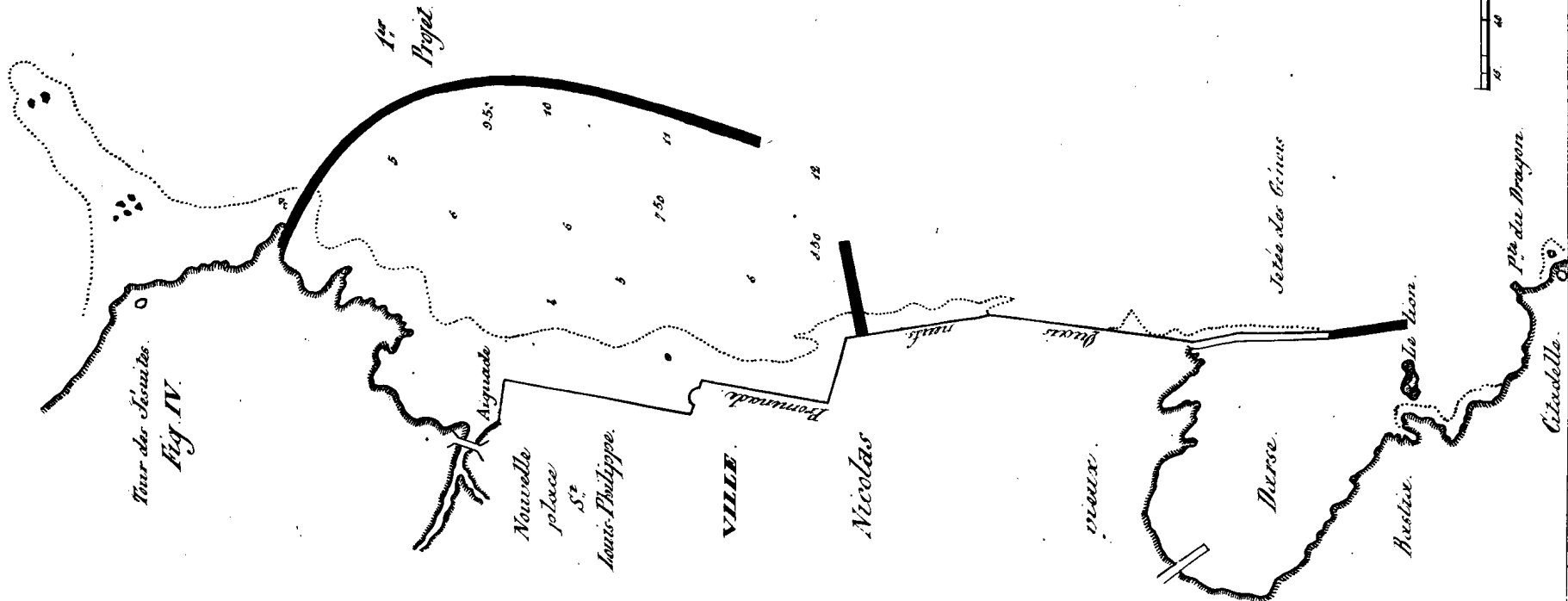


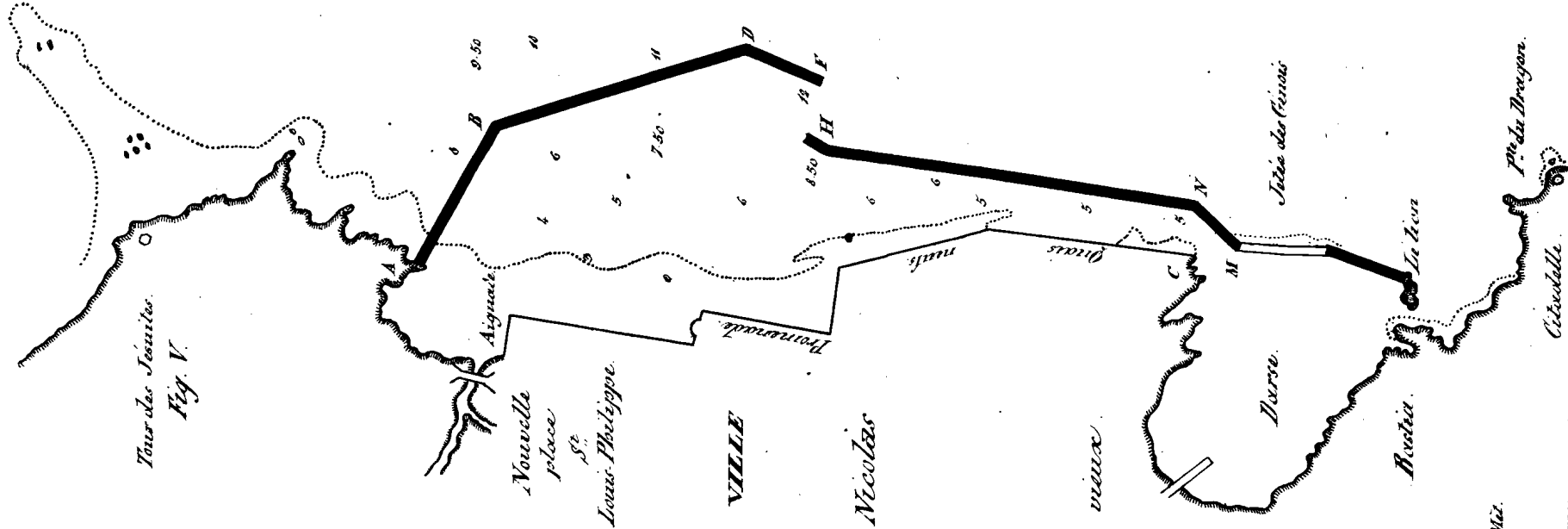
Fig. III.



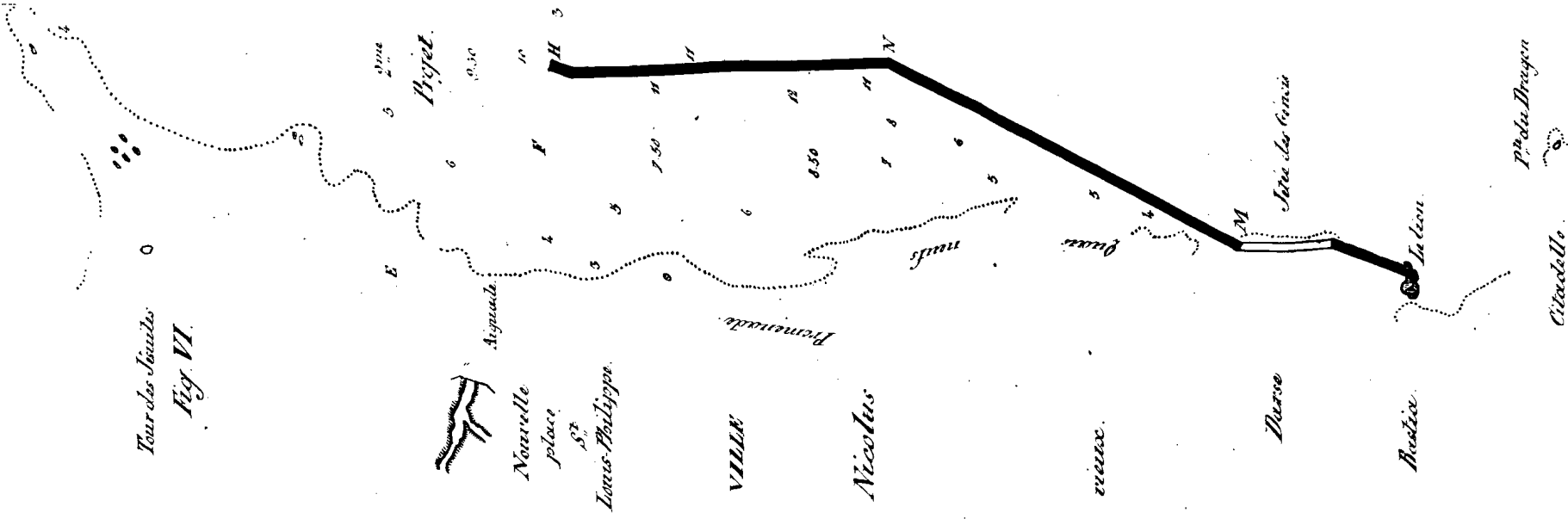
Tour des Jemites.
Fig. IV.



Tour des Jemites.
Fig. V.



Tour des Jemites.
Fig. VI.



HISTOIRE.

UNE VISITE

À L'X

RUINES DE CARTHAGE, (1)

PAR C. DELACOUR,

Lieutenant de vaisseau.

Tous les auteurs s'accordent à donner la position de Carthage, comme fort incertaine. Certes, il en devait être ainsi avant que M. Falbe, officier de la marine danoise, consul à Tunis, eût publié ses recherches ; mais il est impossible de ne pas reconnaître toutes les positions les plus importantes de la rivale de Rome ; lorsqu'avec l'ouvrage de M. Falbe, et la description du siège commandé par Scipion, pour guides, on visite avec attention ce que décrit avec tant de soin et de clarté le consul de Danemarck.

(1) Voir la carte publiée par Ch. Talabot, pour la désignation des localités.

Si l'on part de la Goulette , il faut suivre le bord de la mer jusqu'à une batterie désarmée bâtie sur un petit cap situé à 500 pas environ ou 1700 toises de la porte de la Goulette. C'est à partir de ce point et jusqu'au cap Carthage , sur lequel est établie la nouvelle ville de ce nom pour les Européens , mais dont le nom arabe est *Sidi-Boussaïd* , que l'on rencontre , sur une longueur de 6,000 pas et une largeur de 5,000 une multitude de débris qui donnent une puissante idée de la ville à laquelle ils servent de vestiges .

On trouve , à Rome , une colline entièrement formée avec des tessons de poterie ; à Carthage , des monumens entiers sont enfouis sous les cendres de cette malheureuse cité .

Un peu à gauche de la batterie dont je viens de parler , est l'entrée du port , position bien choisie , puisqu'elle est à l'abri de tous les vents régnans. Le dernier bey de Tunis , voulant établir un lazaret à cet endroit , les travaux de terrassement nécessaires à l'établissement des fondations des murs , mirent à découvert les quais qui bordaient cette entrée et ceux qui formaient le bassin du port de commerce. Ces constructions , qui étaient seulement couvertes de quelques pieds d'un mélange de terre , de sable et de débris , ont environ deux toises d'épaisseur. L'entrée du port a la forme d'un sas d'écluse ; il serait possible qu'elle eût été fermée de portes .

Les travaux du lazaret ayant nécessité le déblai d'une très grande partie du quai qui sépare le bassin de la mer , on y a trouvé un grand nombre de fûts de colonnes de marbre vert , rouge , blanc , de 20 pieds environ de long

sur 2 environ de diamètre et d'un seul morceau.

Ces travaux , en découvrant les quais des bassins , ont augmenté considérablement les proportions apparentes du port qui , encombré qu'il était par les éboulemens des débris du terrain , paraissait peu susceptible de contenir , comme le dit Polybe , 220 navires dans le seul bassin militaire ; quelques uns de ces navires étant assez grands pour être allés jusqu'au Sénégal , sous les ordres d'Hannon , à Madère sans doute et aux Canaries , peut-être jusqu'en Amérique.

Ce port , qui est dirigé à peu près Nord et Sud , est divisé en deux parties bien distinctes formant deux bassins séparés par un quai , communiquant l'un avec l'autre par un passage étroit d'environ 20 toises de large. Le bassin du Nord , au milieu duquel est un îlot relié au quai du Nord , par une jetée étroite , devait être le port militaire et l'îlot devait être *Cothon* où se trouvait le palais de l'Amiral. Le premier bassin ou port de commerce a environ 250 toises de long sur 100 toises de large ; le port de guerre plus large , est moins long ; il a environ 100 toises de long sur 200 toises de large ; l'îlot a 50 toises environ de diamètre.

En supposant que les vaisseaux carthaginois eussent 100 pieds de longueur , et 30 pieds de largeur , les deux ports en contiendraient facilement chacun 300 , ce qui vient à l'appui de ce que dit Polybe , que l'on a eu tort de taxer d'exagération. Il ne faut donc pas non plus aller chercher le lac de Tunis , ou grand lac , *El-Bahirah* , en arabe , et placer Carthage sur ses bords , pour éclaircir ce

qu'avaient d'obscur jusqu'à ce jour les descriptions des anciens.

Si l'on remonte dans le Nord-Ouest, en se dirigeant vers le village *Douar-El-Schat* que traverse la route, on trouve à 150 pas au-delà de ce village et sur le bord du chemin à gauche, les restes d'un cirque ou hyppodrome elliptique d'environ 750 pas de long sur 150 pas de large. Dans la même direction et à 1600 pas plus loin en laissant le village de *Malga* sur la droite, on trouve encore les vestiges d'un amphithéâtre. Ces ruines sont probablement romaines.

En revenant sur ses pas à l'embranchement du chemin qui conduit à *Malga* et se dirigeant sur la colline que l'on a laissée à droite en allant du cirque vers l'amphithéâtre; si l'on monte sur le plateau qui la couronne, on sera sur *Byrsa*, c'est-à-dire sur la citadelle dont le nom punique *Bosra*, écrit et prononcé *Byrsa* par les Grecs signifie *Cuir*, et a probablement donné lieu à la fable sur l'établissement de Carthage.

Cette position est parfaitement choisie. La citadelle occupait tout le plateau qui domine à une grande distance tout le terrain environnant. On ne découvre que deux portes à l'enceinte de *Byrsa* : une au Nord et l'autre à l'Est. On y trouve des mosaïques grossières, composées de petits cubes de marbres de diverses couleurs et de verre bleu mat, dessinant des arabesques assez bizarrement entrelacées. A en juger parce que l'on peut voir, il est à croire que le sol de la citadelle est creusé de souterrains dont les voûtes visibles sont très curieusement construites en poterie cuite.

Elles sont formées d'une multitude de tubes creux ressemblant beaucoup aux petits tuyaux de conduite pour les eaux que nous plaçons dans nos jardins ; ils ont environ 3 pouces de diamètre. Ces voûtes paraissent aussi solides que légères , elles sont de plus parfaitement exemptes d'humidité.

Je serais assez disposé à penser que ces constructions appartiennent à la Carthage phénicienne ; car il n'y a pas d'exemple , je crois , que les Romains aient jamais employé un système aussi fragile en apparence , et surtout pour construire les bases d'un édifice tel que l'Acropolis , qui devait en exiger d'impérissables. D'autant plus que l'on retrouve leur méthode de construction en béton dans les ruines de monumens qui n'exigeaient pas la même solidité.

Au Nord-Est de Byrsa , on rencontre une autre petite colline moins élevée , sur laquelle , avant qu'elle ne fût enlevée par M. de Barmont , enseigne du vaisseau l'*Iéna* , existait une mosaïque fort curieuse. Elle formait le sol d'une chambre d'environ 15 pieds de large sur 20 pieds de longueur , et était composée de petits cubes de marbres et de granits de toutes couleurs , dont la variété des nuances avait fourni à l'artiste le moyen de dessiner avec une grande vérité de tons et de formes une chasse au sanglier. Je vais décrire cette mosaïque remarquable , et j'essaierai d'établir ensuite à qui on doit l'attribuer.

Une bordure formée de feuilles d'acanthé encadrait le sujet principal ; des grandes volutes des feuilles sortaient à des distances égales les divers attributs de la chasse ; ici une hure de sanglier , là la tête d'une gazelle , plus loin

une massue , ailleurs une coupe ; cette bordure large d'environ 18 pouces à 2 pieds . était bien dessinée et d'un bel effet. Le sujet principal était disposé dans le sens de la largeur sur deux lignes , c'est-à-dire que deux files parallèles de personnages étaient dessinées l'une au-dessus de l'autre , comme cela se pratiquait jadis pour certaines tapisseries. Une des deux séries de personnages peut être considérée comme faisant suite à l'autre. Toute la scène se passe sur le premier plan ; il n'y a ni lointain ni perspective. Dans la série supérieure , un groupe d'hommes placé à la gauche attaque un sanglier qu'un d'eux frappe d'une lance qu'il lui enfonce dans la poitrine , tandis qu'un autre s'apprête à le frapper avec sa massue ; les uns sont armés de lances très longues , les autres de massues ; ils sont à pied. Le sanglier paraît poursuivi par d'autres hommes placés à droite , dont quelques uns sont à cheval.

Dans la série inférieure , on retrouve encore des sangliers et des chasseurs à pied et à cheval ; un des cavaliers est tombé de dessus son cheval qui paraît se sauver en se cabrant.

Toutes les scènes sont pleines de mouvement et bien dessinées ; il y a des raccourcis bien observés , et les formes des chevaux aux croupes abaissées , à la tête osseuse et aux nazeaux ouverts , rappellent bien la race barbe.

Or , à qui pourrions-nous attribuer ce curieux produit des arts ? est ce aux sectateurs de Mahomet ? le *coran* leur défend de tracer l'image d'aucun être vivant. Est-ce aux Romains vainqueurs de Gelimer , ou aux colons de Caius Gracchus et de Jules César ? S'il m'est permis à moi , novice

antiquaire , de donner mon avis sur pareille matière , je dirai bien bas que je ne le crois pas , et qu'on ne doit pas faire remonter cette œuvre plus loin que la période vandale. En effet , les chasseurs représentés dans la mosaïque portent leurs cheveux très-longs , comme les soldats de Genserich ; comme eux aussi , ils sont couverts de vêtements serrés contre le corps par des bandelettes croisées , probablement en cuir , ainsi que permet de le supposer la couleur du dessin. Ils ne portent aucune des armes offensives ni défensives , de guerre ni de chasse , dont se servaient les Carthaginois. Numides ou Romains , les chevaux entièrement nus sont sans brides ; or , les Romains en connaissaient l'usage. Il est donc probable que cette mosaïque formait le pavé d'une chambre de quelques palais Vandales ; peut-être de celle des festins , qui jouaient un si grand rôle dans la vie de ces peuples , dont l'amour connu pour les plaisirs de la chasse ajoute une nouvelle force à mon opinion. Et si cette mosaïque est réellement due au talent d'un artiste Suève ou Hun , elle en aura d'autant plus de prix , à cause du fini du dessin , de la vérité des poses et du coloris , qui dénotent une perfection dans les arts d'imitation , bien supérieure à tout ce que nous trouvons dans les sépultures gothiques antérieures à la renaissance.

Si maintenant nous continuons notre exploration , en allant vers Bourge-Gjedid autrement le fort St-Louis , nous trouverons au pied de la colline , sur laquelle il est bâti , une multitude de voûtes ruinées qui en entourent la base et qui , toutes contiguës , de mêmes dimensions et dirigées dans le même sens , ont dû appartenir à la même construction. Et si nous pénétrons sous celles qui sont le mieux conservées

et qui se trouvent à l'Ouest du fort ; c'est alors que notre étonnement sera porté à son comble en présence d'un de ces immenses monumens d'utilité publique , dont nos mesquines constructions modernes paraissent être les parodies.

La presqu'île sur laquelle était située Carthage , étant complètement privée de cours d'eau , une des plus impérieuses nécessités de son gouvernement fut de fournir de l'eau à ses 700,000 habitans , *population donnée* par Strabon , et qui ne paraît plus excessive lorsqu'on la distribue par la pensée sur la presqu'île que couvrent tant de débris.

D'immenses aqueducs , qui existent encore et dont une partie amène l'eau à la Goulette , furent destinés à aller chercher celle du continent ; mais en temps de sécheresse ou de guerre , cette ressource pouvait manquer. Ces magnifiques citernes , dans lesquelles nous venons d'entrer , furent alors construites , et leur grandeur suffirait seule pour justifier le chiffre de Strabon.

Certes , leur ordonnance , leur position , tout l'ensemble de ce superbe monument , sont bien autrement intéressans à étudier que les colonnes et statues de marbre , restes d'un luxe patricien ou sacerdotal , qui ne pouvait exister qu'aux dépens du plus grand nombre. Les citernes que nous allons décrire répandaient au contraire , leurs bienfaits sur les faibles comme sur les puissans , sur les pauvres comme sur les riches , et je ne sais ce que l'on doit le plus admirer , de leurs majestueuses proportions ou du choix habile de leur emplacement.

Elles devaient entourer l'extrémité Sud-Est de la colline sur laquelle est bâtie le fort S^t-Louis , *Bourdge-Bjedid* , et

le prolonger en lui donnant la forme régulière d'un prisme carré de 120 toises de côté et de même hauteur que la colline. Cinq rangs parallèles de citernes voûtées occupaient tout cet espace , dans lequel le roc de la colline se trouvait enclavé et avait été taillé verticalement chaque fois qu'il servait d'extrémité à un des rangs de citernes , qui étaient dirigés du Sud-Ouest au Nord-Est.

Quatre rangs sur les cinq sont entièrement ruinés , il n'en reste plus que quelques toises des voûtes qui , appuyées au roc , ont résisté plus long-temps aux efforts destructeurs du temps. Mais le cinquième rang , ou , le plus à l'Ouest , est parfaitement conservé. Il contient onze citernes de 20 toises environ de long , sur 5 toises environ de large , et à peu près 4 toises de profondeur ; elles sont séparées par des murs de 2 toises environ d'épaisseur , sur lesquels reposent des voûtes en plein cintre. Les murs des extrémités de chaque citerne qui , placés en prolongement les uns des autres , forment en même temps les enceintes de chaque rang , ont plusieurs toises d'épaisseur ; on a pratiqué dans cette épaisseur , de chaque côté et à hauteur des murs de division des citernes , un corridor voûté qui conduit parallèlement à l'axe du rang de citerne en citerne , jusqu'à la dernière qui est appuyée au roc de la colline. Le corridor aboutit alors à un caveau , mais dont on ne peut connaître l'issue , encombré qu'il est de sable. Toutes les voûtes sont percées , suivant l'axe du rang , de grands cintres qui s'appuient sur les murs de séparation des citernes ; ce qui permet à l'air de circuler de l'une dans l'autre. On entrait dans chacun des corridors par un petit pavillon quarré qui servait en même temps d'issue au renouvelle-

ment de l'air. Ces gigantesques constructions sont en blocage revêtu d'un ciment hydraulique qui s'est si bien conservé que plusieurs citernes conservent encore très-bien l'eau.

Toutes les voûtes réunies , et de niveau avec la colline , formaient une immense plate-forme cimentée , admirablement disposée pour recueillir toutes les eaux pluviales de la colline , qui se rendaient ensuite dans les citernes , à travers les voûtes , par des tuyaux en poterie cuite qui existent encore en grand nombre ; et de ce magnifique réservoir établi sur un des points culminans de la cité , il était facile de distribuer les eaux qu'il contenait à une grande partie de quartiers.

L'état de conservation de ce monument , que son indispensable nécessité doit faire attribuer aux Carthaginois phéniciens , est tel que quelques légères réparations suffiraient pour le rendre à sa destination primitive , qui procurerait aux misérables habitans de la Goulette une eau limpide et pure , en place de l'eau saumâtre , vaseuse et malsaine , qui même leur manque quelquefois au temps des grandes sécheresses. On pourrait en dire autant des nombreux aqueducs qui sillonnent la presque île dans tous les sens , et que l'insouciance paresseuse des Mahométans a laissé s'engorger de sable.

Descendons des citernes vers le rivage : une excavation de plusieurs toises de profondeur et d'une surface d'une centaine de toises carrées attirera notre attention.

Ce sont les fouilles des Anglais , entreprises d'abord dans le but unique de trouver des médailles ; mais qui ont mis

au jour de précieux documens sur les arts des anciens habitans de Carthage.

Si nous jetons , en effet , les yeux sur ces deux chapiteaux en marbre blanc , que nous trouvons renversés auprès d'un pilier carré de pierres de taille , nous ne pourrons ne pas l'examiner avec attention , car il n'appartient à aucun style architectonique que nous connaissions. Il ne peut être classé , ni parmi les ordres grecs , car il n'a pas la simplicité du dorique , non plus que les volutes de l'ionique ou du corinthien ; ni parmi les ordres romains , car il ne ressemble ni au toscan , ni au dorique romain ; ni enfin au composite qui , lui aussi , a ses volutes.

Toutefois , ce bizarre assemblage de syrènes , de Tritons , de serpens , et de crocodiles entrelacés de feuilles d'acanthés , n'est pas sans harmonie , et le dessin en est pur et correct ; serions-nous donc dans le sanctuaire du temple consacré à Neptune ? La proximité du rivage permet de le penser ; mais quels sont ces ossemens que la pioche vient de découvrir ; le sol en est tout formé ; quelques-uns sont humains : ne serions-nous pas plutôt en présence des victimes du culte sanguinaire du féroce Moloch ? Qu'est-ce ! un vase en terre parmi ces ossemens ; c'est une lampe , elle est gravée du lion de Numidie ! Plus de doute , c'est ici que vous fûtes immolées , innocentes victimes d'une barbare superstition !

Ces deux chapiteaux si curieux sont d'une grande dimension , le module en est de 3 pieds. Chacun d'eux est composé d'un rang de petites feuilles d'acanthé très serrées ; il y en a seize autour de la base du chapiteau , aux extré-

mités de deux diamètres perpendiculaires sont sculptées quatre syrènes au corps de femmes à la queue bifurquée de poisson ; elles paraissent sortir des feuilles , et chacune d'elles est placée entre deux crocodiles dont les têtes , armées d'une double rangée de dents , sont tournées vers elle. Ils semblent aussi sortir des feuilles d'acanthes , ainsi que des serpens qui les enlacent tous trois de leurs replis. Chacun des quatre groupes est séparé des autres par un Triton colossal , comparativement aux proportions de la Syrène ; il sort aussi du milieu des feuilles entre les corps des crocodiles. Ses jambes sont remplacées par les corps de deux énormes serpens qui s'enroulent l'un autour de l'autre en plis tortueux. Ces Tritons , dont les corps sont bien dessinés et fortement proportionnés se donnent la main au-dessus des groupes des syrènes ; des draperies qui leur passent au-dessus de la tête et autour des bras , remplissent le reste de la surface du chapiteau qui devait se terminer au raz de la tête des Tritons qui , sans doute , avaient l'air de soutenir l'entablement de l'édifice.

Je ne saurais penser que le morceau d'entablement en marbre blanc qui est auprès et qui , sans doute , appartenait au même édifice , pût être attribué aux Romains , et encore moins aux Vandales. Il est chargé de moulures couvertes de sculptures dont les dessins , quoique très bizarres , sont régulièrement disposés , il est bordé de denticules dont les largeurs sont égales aux intervalles qui les séparent ; entre elles , on en a sculpté d'autres encore plus petites.

Je serais donc assez disposé à adopter l'opinion que ces débris appartiennent à la Carthage phénicienne , malgré que

l'on ait aussi trouvé , dans les fouilles , des chapiteaux d'ordre corinthien , mais de petite dimension , et des médailles romaines. Car n'y a-t-on pas trouvé aussi des médailles Vandales et Turques ?

Il ne faut pas oublier que trois couches de débris sont superposées et mêlées par les travaux de destruction , puis de restauration , des trois races conquérantes , et qu'elles sont assez épaisses pour avoir enseveli jusqu'au faite le temple que nous venons de visiter , et dont une partie des piliers principaux et des arcades qu'ils supportent est encore debout. Ils sont construits en pierres de taille. D'autres ruines qui sont sur le sol que l'on fouille sont formées de petites pierres réunies par du béton. Ne serait-ce pas une construction romaine superposée sur le temple phénicien enfoui sous ses propres ruines , et celles de la Carthage punique dont les débris sont venus augmenter les siens et s'y mêler ? Si nous gagnons maintenant le bord de la mer , nous y trouverons en partie sous l'eau et en partie sur le rivage , depuis le cap Carthage , jusqu'à la batterie située auprès de l'entrée du port , que nous avons vue d'abord , et sur un développement de plus d'une lieue , les restes bien certains des remparts de la fille de Tyr.

On y distingue facilement , à quelques pieds sous l'eau , les fondations de plusieurs tours carrées qui étaient liées entre elles par des courtines. Ces remparts étaient très épais ; ils avaient 25 toises environ de largeur et n'étaient pas construits en massifs pleins ; la muraille extérieure qui avait plusieurs toises d'épaisseur , était appuyée sur des murs ou contreforts perpendiculaires d'une toise à deux d'épaisseur

et de près de 20 toises de longueur , distans les uns des autres de près de 8 toises , et qui soutenaient des voûtes en plein cintre sur lesquelles reposait le terre plein. C'est ce qu'on reconnaît à l'inspection des ruines de ces remparts ou quais , que l'on rencontre sur le rivage , et dont les voûtes servent encore d'abri aux douaniers du bey de Tunis.

Enfin , si nous revenons , en suivant toujours le bord de mer , à notre point de départ , nous trouverons en passant par le travers du port militaire , une solution de continuité dans les ruines du rempart et du quai du bassin. Cette brèche , qui a environ 30 toises de largeur et 50 de longueur , est celle que les Carthaginois exécutèrent en une nuit , pour livrer passage à la flotte qui devait les ravitailler , pendant que Scipion , maître de la première enceinte , bloquait l'entrée du port de commerce , après avoir débarqué sur la langue de terre qu'occupe actuellement la Goulette.

Je terminerai en regrettant que les traducteurs d'Appien , de Polybe , de Strabon , de Justin , aient tous été trop préoccupés de l'idée que le lac de Tunis *El-Bahirah* et la langue de terre qu'occupe la Goulette , étaient les seules positions qui concordassent à peu près avec les descriptions de ces auteurs , dont ils ont préféré torturer le texte , plutôt que d'aller chercher , à quelques pas de là , le véritable port de Carthage.

Il est vrai qu'ils devaient éprouver une invincible répugnance à voir , dans deux petites salines exploitées par des bédouins , l'arsenal maritime de la rivale de Rome , l'entrepôt du commerce de l'univers ancien , depuis la chute du Tyr ; la métropole enfin de ces innombrables colonies qui

ont transporté la langue phénicienne des colonnes d'Hercule à Madère , aux Canaries , à la Côte d'Or , en Espagne . en Angleterre , en Prusse , peut-être jusqu'en Amérique.

Ils oubliaient que le temps , cet impassible niveleur , pour lequel il n'y a pas de distance , pas de grandeurs , pas de puissances , passe chaque jour son rabot irrésistible sur tous les ouvrages périssables des hommes.



LITTÉRATURE.

LÉGENDE ALGÉRIENNE,

Par M. D'ASSIGNY,

Capitaine de corvette

(Traduction d'un auteur arabe.)

O jardin de Fetzci !
Sous ton ombrage les jeux,
Et les amours sont abreuvés
De sang.

Long-temps avant l'arrivée des Français, il y avait à Alger un Maure de Fetz extrêmement riche, mais d'une avarice excessive. Cet homme avait été marié et avait eu de la femme qu'il avait épousée trois filles d'une beauté parfaite ; il les avait fait élever dans une maison de campagne qu'il possédait dans un vallon assez proche du lieu où se trouve actuellement le café d'Hydra. Connaissant ses biens et les

grâces de ses filles , plusieurs partis s'étaient présentés , pour les lui demander en mariage ; mais par des motifs qu'on ne peut expliquer , il avait toujours repoussé , d'une manière assez rude , toutes les propositions qui lui avaient été faites , en sorte que personne n'avait plus osé se présenter.

Ces jeunes filles croissant en grâces et parvenues à l'âge des désirs , n'étaient pas tellement enfermées dans cette maison , qu'elles ne fussent vues quelquefois par des jeunes Maures du voisinage , et bientôt des rapports d'amour s'étaient établis entre eux. Deux esclaves noires qui servaient dans cette maison , furent gagnées par des présents et des promesses. Des rendez-vous furent donnés , et les jardins parfumés de cette demeure furent bientôt les témoins des tendresses réciproques des jeunes couples. C'était ordinairement le soir , après l'heure où le père s'était retiré , et que , monté sur sa mule , il regagnait la ville , que l'amour allumait son flambeau. Une lampe , placée auprès d'une fenêtre , était le signal ; et bientôt , sous les frais ombrages des citronniers fleuris , ces jeunes gens fidèles au rendez-vous arrivaient par une porte secrète dans le sanctuaire des plaisirs.

Sous le climat brûlant de l'Afrique , et chez un peuple où la femme n'a pas , par son éducation , de préservatifs qui puissent la garantir des séductions , la faute que commettaient ces jeunes Mauresques était , sans doute , bien excusable. Le peu de soins qu'on avait pris d'éloigner d'elles les tentatives des jeunes gens aurait dû conduire à l'indulgence les âmes les plus rigides , et à plus forte raison retenir le bras d'un père. Mais tous ces motifs furent sans pouvoir pour fléchir un cœur dur et courroucé.

Pendant quelques mois nos jeunes amants se virent sans entraves. Le bonheur , comme on dit , est aveugle ; les précautions prises dans les premiers moments de cette liaison , furent peu à peu négligées ; bientôt , des yeux envieux pénétrèrent les mystérieux rendez-vous ; enfin , des bouches perfides instruisirent le père des désordres de sa famille. Le vieillard frappé de ces révélations , mais les repoussant d'abord comme calomnieuses , voulut cependant éprouver par lui-même , ce qu'il y avait de vrai dans le crime qu'on venait de lui révéler. Un soir , après avoir pris congé de ses filles et s'être rendu à moitié chemin d'Alger , il descendit de dessus sa mule ordonnant à son esclave de la conduire en ville ; puis il retourna à pied vers son jardin et s'y cacha dans les branches touffues d'un oranger , tout blanchi de ses fleurs odorantes.

On était dans la belle saison ; la journée avait été très chaude , et la brise du soir venant rafraîchir l'atmosphère , son haleine parfumée soufflait , en frémissant , entre les rameaux ; le bien être se répandait sur tout ce qui respire et disposait insensiblement les cœurs à goûter tous les charmes de la volupté.

La lune qui s'élevait graduellement sur l'horizon faisait pénétrer son éclat d'argent entre les arbrisseaux , dispersait çà et là leurs ombres sur les accidents du terrain. Presque tous les oiseaux étaient immobiles sous l'ombrage , le sommeil réparant leurs forces épuisées. Le chantre des nuits faisait résonner sa voix sonore , et son chant plaintif venait seul interrompre par intervalles le silence de cette nuit délicieuse.

Bientôt des voix connues se font entendre ; des mots

d'amour sont prononcés ; on répond à des soupirs par des soupirs.

Couvertes de leurs longs voiles blancs et diaphanes , le vieillard aperçoit ses filles s'avancer vers lui ; trois jeunes Musulmans sont avec elles , le plaisir et l'amour brillent dans leurs yeux.

« Que cette nuit est belle , chère Fathma ; combien ton
» amour l'embellit encore ! Non , la vie ne m'est rien sans
» toi , l'ombre de la mort serait préférable à l'absence de
» tes charmes , à la privation de nos plaisirs. »

Une des sœurs s'adressant aux deux autres : -- Que vous en semble , aimées et chéries , ne voulez-vous pas joindre les accords de vos luths à ma voix ? Nous chanterons le bonheur , nous chanterons nos amours !

Peu après , deux instruments à cordes se firent entendre ; et la belle Leïla chanta de sa voix pure les [paroles suivantes :

O nuit , du haut de l'empire des cieux ,
Prête à mes chants ton aimable silence :
Du doux plaisir d'aimer , de plaire aux yeux ,
C'est sous tes lois que règne la licence ;
Aux feux du jour peux-tu rien envier ?
J'aime ton front paré de mille étoiles ,
Quand vers le soir l'ombrage du palmier
Vient s'effacer dans les plis de tes voiles.

O nuit , aimable déité ,
Daigne sourire à ma félicité !

Reine des cieux, de ta pâle clarté,
Prête à son front le gracieux prestige;
Que tout respire ici la volupté,
Et que la rose, en pente sur sa tige,
Ne cherche plus à dérober au vent
Les doux parfums de ses tendres pétales;
Que la pudeur détache, en rougissant,
Le nœud que fit une main virginale.

O nuit, etc.

Le jour ardent a déjà dévasté
Nos champs; leurs fleurs s'inclinent en silence;
Parais enfin, et que l'obscurité
Annonce aux cieux ton aimable présence.
Que la rosée, en coulant de ton sein,
Et s'épanchant au lever de l'aurore,
Orne la fleur, au soleil du matin,
Des mille feux dont l'éclat la colore.

O nuit, etc.

Comme finissait cette strophe, on entendit l'oiseau nocturne, la triste orfraie, s'abattre sur le sommet de l'arbre, et bientôt elle y fit entendre son chant lugubre, auquel un long hurlement répondit dans le lointain. A ce cris, comme à un signal, la lune se couvrit d'un nuage épais, et toute la nature fut en peu d'instants plongée dans une obscurité profonde.

Les amants effrayés des cris de l'oiseau des tombeaux,

se sauvèrent avec leurs maîtresses. Enfin , lorsque tout fut calme dans le jardin , le vieillard roulant dans son âme les projets d'une cruelle vengeance , descendit de sa retraite et regagna lentement les murs de la ville guerrière.

Le sommeil n'appesantit pas ses paupières brûlantes ; la fureur dont il était dévoré ne se manifesta pas en paroles ; seul , dans sa demeure , il s'y tint enfermé tout le jour , sans prendre aucune nourriture. Le soir , il sortit avant que les portes de la ville ne fussent fermées , il était armé d'un caudjar , dont il avait à plusieurs reprises affilé la lame sur une pierre.

Le lendemain il rentra très tard , seul , le visage souillé de poussière ; de larges taches de sang paraissaient sur ses vêtemens.

Il demanda de l'eau , se fit servir des viandes préparées , et , contre son habitude , fit usage de vin. Il se jeta ensuite sur un divan et s'y enveloppa dans un kaïk.

Les esclaves aperçurent avec effroi que l'eau dans laquelle il s'était lavé , était sanglante ; ils la répandirent en frémissant.

Le vieillard resta plongé pendant plusieurs jours dans cet état d'abattement ; des cris plaintifs sortaient par moment de sa poitrine , et le remords d'avoir commis une action aussi cruelle , parut pendant quelque temps occuper toutes ses pensées. C'était plus particulièrement durant le calme des nuits , que des images effrayantes venaient troubler son repos ; il appelait ses filles par leurs noms , puis poussant des cris d'horreur , il faisait entendre comme les sons plaintifs d'un malheureux qu'on égorge. Cependant après quelques mois , la main du ciel sembla se moins appe-

santir sur lui ; il parut jouir d'une existence moins troublée et s'occuper de quelques affaires qui se bornèrent , cependant , à des entretiens secrets avec des Arabes de l'intérieur , lesquels ne parurent plus ensuite dans sa maison.

On parla diversement , dans la ville , de la disparition des filles d'Abon Fetzci ; on pensa qu'il les avait fait partir pour l'étranger , où il avait encore des parents ; d'autres , ayant eu connaissance des désordres de ces Musulmanes , haussaient les épaules et gardaient le silence.

Quelques temps après , on rapporta qu'un jeune Maure Aly-Ben-Alah , avait été assassiné : c'était un de ceux qui avaient porté le désordre dans la famille de Fetzci. Un sort semblable atteignit , à quelque intervalle de là , les deux autres jeunes gens. Ces vengeances consommées , Abou Fetzci fit murer les portes du jardin , et partit ensuite pour Fetz , emmenant avec lui ses esclaves et ses trésors.

Il s'était écoulé bien des années depuis les évènements que je viens d'esquisser , et la disparition de cette famille , diversement racontée d'une génération à une autre , avait pris une teinte mystérieuse qui répandait l'effroi dans le cœur de ceux qui en entendaient le récit. Il était né de là une crainte superstitieuse qui écartait tous les Musulmans des environs de cette demeure inhabitée. Enfin le vallon dans lequel était le jardin d'Abou Fetzci était devenu désert , et les maisons voisines en avaient été successivement abandonnées. Il est vrai que la peste avait particulièrement exercé ses ravages dans ces lieux en l'année 1821 ; mais l'effroi qu'inspirait ce jardin maudit , était le principal motif qui empêcha ensuite qu'on ne revint habiter et cultiver ces différentes propriétés. Plusieurs Maures , d'un caractère

connu par leur courage , avaient essayé , à diverses reprises , de ramener à des idées plus saines l'esprit de leurs compatriotes , et , pour démontrer plus efficacement la vérité de leurs paroles , ils avaient tenté de pénétrer dans le jardin d'Abou Fetzci mais les uns et les autres ; y avaient éprouvé des impressions si en dehors des choses habituelles , qu'ils avaient fini par garder le silence , sans contrarier ou approuver les légendes mystérieuses qui couraient sur cette ancienne habitation.

Il arriva qu'un jour , trois jeunes gens , dans une partie de plaisir avec leurs maîtresses , après avoir bu plus que d'habitude , et la tête un peu échauffée par l'amour et le vin , firent tomber la conversation sur cet événement. « Que je serais curieuse dit l'une de ces femmes , de voir une orange de ce jardin , on prétend que le jus qui s'en écoule est de la couleur du sang. Ce phénomène a commencé depuis que trois jeunes filles , après avoir été égorgées par leur père , furent enterrées sous les arbres malheureux qui avaient été les témoins de leurs amours illégitimes. »

Le jeune homme qui tenait un luth , s'interrompant dans ce moment , demanda ce qui faisait que l'on ne pouvait pénétrer dans ce jardin. — Rien , lui répondit son ami , les murs en sont ouverts en plusieurs endroits ; mais la crainte qu'inspirent ces lieux est tellement profonde , que personne n'oserait s'exposer à franchir son enceinte , même avec l'espoir d'en rapporter beaucoup d'or ; car on dit qu'il y a des richesses cachées dans ces ruines. — Je ne sais trop , ajouta le troisième , ce que l'on pourrait y gagner , mais si vous m'assuriez une somme un peu ronde , je m'engagerais volontiers à passer la nuit dans ce vieux bordj. Les femmes frè-

mirent en entendant ces paroles ; mais les jeunes gens , loin de se refuser à la proposition , convinrent entre eux de dix sultanis d'or , qui appartiendraient à celui dont le courage serait assez ferme pour tenter cette aventure. On remit à la nuit suivante l'épreuve ; celle-ci fut toute donnée aux amours.

Le lendemain , quand vint le soir , les trois jeunes Maures partirent ; mais à moitié chemin , deux ne se sentant pas assez de fermeté pour continuer la gageure , trouvèrent divers prétextes pour s'arrêter chez des parents qu'ils avaient sur la route , assurant Abd-Allah , c'était le nom du musicien , qu'ils ne tarderaient point à le rejoindre , et qu'il n'avait seulement qu'à marcher d'un pas modéré. Abd-Allah ayant atteint les hauteurs du fort Mouluhassen , continua ensuite par des chemins sombres à s'approcher du lieu du rendez-vous ; ne voyant pas venir ses camarades , il descendit dans le vallon , et finit par découvrir les vieilles murailles du jardin redouté , et pendant quelques instans il attendit , sur un pan du mur en ruine , l'arrivée de ses amis.

Les arbres de ce jardin , abandonnés à eux-mêmes depuis tant d'années , ne formaient plus qu'un massif confus par l'enlacement des branches , que des ronces et des clématites croisaient dans tous les sens. On entendait par intervalle le frôlement de l'aile des oiseaux de nuit , et le chacal , de sa voix clapissante , semblait répondre aux gémissemens des hibous , volant en rond autour de ces massifs sombres. Tout , dans ces lieux , portait les insignes du deuil et de la destruction ; et le silence profond qui succédait à ces chants lugubres , annonçait que cette demeure

de l'homme ne recélait plus que la poussière des êtres qui l'avaient animée et embellie.

Malgré le sentiment d'effroi qui se glissait peu à peu dans le cœur d'Abd-Allah, il pénétra avec assurance sous cet ombrage que l'obscurité de la nuit rendait encore plus profond, et il arriva, après bien des détours, auprès du corps-de-logis principal. Les murailles en étaient intactes ; mais les vents et les pluies ayant pourri le bois des portes, il put pénétrer sans difficulté dans l'intérieur. Là, ayant allumé une torche dont il s'était pourvu, il rencontra sans peine l'escalier qui le conduisit au premier étage, lequel comprenait plusieurs chambres disposées suivant l'usage des Arabes ; les portes donnaient sur la galerie. A l'extrémité, une grande pièce dans laquelle un vaste divan s'était conservé, fixa son attention ; et ce fut là qu'il résolut d'attendre ses compagnons, et dans le cas qu'ils ne viendraient pas, de s'y reposer jusqu'au jour, afin de pouvoir cueillir, avant que de quitter ce jardin, ces oranges dont la pulpe sanglante rendait témoignage, suivant la tradition, du meurtre horrible qui avait été commis dans ces lieux.

Il plaça le flambeau de résine dans un coin de l'appartement, puis s'asseyant sur les matelas, que recouvraient encore des lambeaux d'une étoffe tissée de soie et d'or ; il resta quelque temps immobile, contemplant tout ce qui s'offrait à ses regards. Mais bientôt, pour se distraire des préoccupations de son âme, il prit son instrument et se mit à en jouer. Le mystérieux silence de cet asile, troublé par les vibrations sonores des cordes du luth, répercuta peu à peu des sons gémissants, et une harmonie qui n'était point humaine sembla se marier aux accords qui frappaient l'air.

Abd-Allab , effrayé d'un effet aussi prodigieux , cessa de toucher son luth , et le silence vint remplacer ces sons échappés d'un monde que nous ne sommes appelés à connaître qu'après avoir franchi le seuil de la mort.

En proie aux pensées diverses que sa situation faisait naître en foule dans son imagination exaltée , dominé par l'effroi , il sentait par instant ses cheveux se dresser d'horreur , tandis qu'une sueur glacée ruisselait de son front.

A plusieurs reprises , il voulut se lever et fuir de ces lieux ; mais une force inconnue le retenait malgré lui , et semblait paralyser ses mouvemens. Alors , ses pensées se reportant vers Dieu , il voulut conjurer le prophète de le prendre sous l'ombre de sa miséricorde ; mais les efforts de sa voix étouffés ne laissaient sortir de sa poitrine que des sons inarticulés dont à peine il avait la perception.

Soit fatigue d'une lutte aussi cruelle , soit par toute autre cause que nous ne pouvons pénétrer , le sommeil vint s'appesantir sur ses paupières , et pour un moment verser son baume dans son organisation accablée. A peine était-il parvenu à cet état paisible d'oubli , que tout à coup il fut rappelé à l'existence par les sons mélodieux d'une musique surnaturelle ; le flambeau de résine qui brûlait paisiblement , se mit à pétiller sans relâche , et sa lumière s'affaiblissant graduellement finit par s'éteindre. L'obscurité qui suivit fit place à une lumière folle et violacée ; les sons de la musique devinrent plus distincts , et bientôt trois jeunes filles se tenant par la main , entrèrent , touchant à peine le sol qu'elles effleuraient en cadence , en agitant leurs pieds par des mouvemens convulsifs ; leurs visages étaient sans voile et d'une beauté parfaite , si ce n'eût été la pâ-

leur qui venait , pour ainsi dire , confondre leur teint avec la nuance des kaïks blancs dont elles étaient couvertes. Elles avancèrent alternativement auprès d'Abd-Allah ; alors ouvrant leurs vêtemens , elles lui montrèrent leurs poitrines qui avaient été déchirées cruellement par le fer d'un poignard. Le sang en jaillit à flots , leurs vêtemens s'en inondèrent ; elles tombèrent comme épuisées par les blessures , en poussant des cris affreux.

La musique qui avait cessé , reprit alors ; peu à peu elles se ranimèrent ; enfin , l'une d'elles s'avançant auprès d'Abd-Allah lui dit : jeune homme joue sur ton luth ?

ia djinan el falci fick nesker frick n'rani fick ketat on fraci.

Le jeune musicien obéit , et après quelques mesures , dont elles parurent suivre la cadence par des mouvemens saccadés , elles ordonnèrent à Abd-Allah d'étendre son mouchoir , dans lequel elles jetèrent quelques poignées d'écorces d'orange ; ensuite elles disparurent.

Il y avait long-temps que le soleil était sur l'horizon , lorsque le jeune Maure , sortant comme d'un sommeil léthargique , porta ses regards autour de lui , et chercha à interroger sa mémoire sur les événemens qui s'étaient passés pendant la nuit. Effrayé des souvenirs qui se présentaient en foule à son imagination , il se hâta de quitter des lieux où la Providence l'avait rendu témoin de mystères qui ne se manifestent que de loin en loin , pour frapper l'imagination humaine , et qui , racontés de génération en génération , annoncent que tout ne finit pas avec la mort ; mais que les âmes captivées dans des lieux que nous ne

pouvons apprécier , ont parfois la faculté de s'élancer des demeures sombres qu'elles habitent , pour rappeler aux vivants les crimes qui les ont précipitées avec violence de la douce lumière du ciel dans les ténèbres de la réprobation. Pour témoignage qu'il n'avait point été le jouet des prestiges d'une imagination exaltée , il trouva son mouchoir rempli , non d'écorces d'orange , mais de pièces d'or , dont la vue lui causa beaucoup de joie. Il regagna Alger , où il ne parla que long-temps après de ce qui lui était arrivé , aimant mieux , pour le moment , avouer qu'il n'avait point osé pénétrer dans un lieu connu pour inspirer de l'effroi aux plus courageux , que de divulguer un pareil secret.

Parfois , il chantait les paroles que les malheureuses jeunes filles lui avaient dictées ; il les accompagnait d'une musique tendre et mystique , et célébrait , en versant des pleurs , le sort cruel qui les avait arrachées , si jeunes et si pleines de charmes , aux douceurs de la vie et de l'amour.

Qu'on nous pardonne d'essayer à rendre en mauvais vers cette complainte qui a beaucoup de grâce dans le langage arabe :

Arbres épais , sous votre frais ombrage ,
L'amour jadis alluma son flambeau ;
Les jeux , les ris , les grâces du bel âge ,
S'y sont éteints , dans la nuit des tombeaux.
Du sort cruel dont nous fûmes victimes ,
Plaignez le coup qui nous y vint frapper ;

Aimer et plaire , hélas ! ce sont nos crimes :
Dieu fera paix à qui sait pardonner.

O de l'amour aimable et douce ivresse ,
Nos gais transports n'ont fait que t'animer ;
Mais si ton cœur eût connu la tendresse ,
Notre jeunesse eût pu te désarmer.
Tu déchiras d'une main sacrilège ,
Nos seins , qu'amour se complut à former ,
Le sang qui coule en vint souiller la neige.
Priez pour nous , vous qui savez aimer.

L'arbre aux fruits d'or , reçut sous son ombrage
Nos corps sanglants , que le fer mutila ,
Au froid tombeau dévolus sans partage ;
Voilà l'époux qu'un père nous donna.
Mais quand la nuit couvre de ses ténèbres ,
Le noir cyprès , élançé vers le ciel ,
Nous accourons aux sons des chants funèbres ,
En notre cœur l'amour est éternel.

Frappant du pied sur la dalle sonore ,
En traits de sang nous y marquons nos pas ,
Jusqu'au moment où l'aube se colore ;

Lors , nous rentrons sous les lois du trépas.
Seigneur , sur nous apaise ta colère ;
Rends au tombeau nos mânes tourmentés ,
Qu'un long sommeil visite notre bière ,
Et que nos maux soient enfin terminés.





ENVOI

A mon ami Victor C**.



Toi qui sais joindre à la science antique
D'un austère Bénédictin
D'Horace ou de Boileau le goût pur et certain ,
Législateur doué d'une âme poétique ,
Ne sois plus sans pitié , nouvel hypercritique ,
Pour flageller ces vers , que j'ose t'adresser ,
Et, sous tes yeux d'Argus , trop prompts à s'élancer.
Ren ne peut t'échapper : ni le fond , ni les formes.
Bien souvent tu traitas , comme monstres difformes ,
Indignes de jouir de la clarté du jour ,
Des vers que caressait mon paternel amour...
Permets-moi de tenter ma dernière revanche !
Je ne t'aime pas à demi :
Tel que l'aurore rose et blanche ,
Ton sourire séduit mon regard réjoui ;
Quel bonheur , si bientôt ton éloge s'épanche ,
Comme un suave baume , au cœur de ton ami !...

LE MANDARIN ET LE CADI,

Fable.

Droit , justice , équité , faux joyaux qu'on affiche ,
Si Thémis n'offre au pauvre un bienveillant accès ,
Si le plaideur , quand il est noble ou riche ,
Malgré ses torts , peut gagner son procès !



A Pékin, chef-lieu de la Chine ,
Vivait un vieux Cadi , doux , charitable , humain ;
Sa justice était prompte et pourtant anodine.
Mais , par malheur , le premier Mandarin ,
Du bon Justicier se promet la ruine.

De cette querelle intestine

Narrons le prétexte assez vain.

Que pouvait envier à ce Cadi modeste
Un riche Mandarin de l'empire céleste ,
Lui , maître d'un harem , à chaque heure du jour ,
A l'Empereur faisant sa cour ?

Voici le fait : Monsieur le dignitaire
Idolâtrait Fatma , Fatma , la fille chère
Du juge le plus pauvre et le plus respecté ;
Fatma , ce diamant de splendide beauté ,
Dont les brûlants rayons auraient fondu la glace
Des cœurs les plus vieillissés , les plus étioles !
Elle avait du palmier la sveltesse et la grâce ;

De plus , les qualités des gens de bonne race :
Pieds cambrés , fine oreille , et les doigts fuselés ,
Et le visage ovale , et les yeux en amande !
C'était à rendre fous les saints du paradis !
Mais on dit que l'amour sur la terre commande ,
Qu'il est banni du Ciel. (Tel n'est pas mon avis.)



Notre merveilleux petit Ange
Voulut unir son sort au plus laid des maris ;
Car des femmes telle est la fantaisie étrange :
L'Amour les ensorcelle : à leurs yeux éblouis ,
Un magot qui leur plaît se change en Adonis.
Sa jalouse fureur l'ayant rendu féroce ,
Le Mandarin , dès le jour de la nôce ,
Ose accuser de lèse-Majesté
Deux paisibles Chinois , trop pleins de leur gaité
Pour penser à sapper le trône
Et pour vouloir nuire à personne.



Devant l'Empereur même est cité le Cadi.
Eloquent avocat , docte jurisconsulte ,
Le prévenu réfute une odieuse insulte ,
Par de nombreux témoins démontre un alibi ,
Et sur son adversaire il obtient la victoire.
— L'alibi nous paraît un moyen péremptoire ,
Lorsque , en termes clairs et précis ,
On le produit *in limine litis* ,
C'est-à-dire , Lecteur , au début du litige. —

Est-ce qu'en ce moment , le Mandarin s'afflige ,
Ou s'épouvante au fond du cœur ?
Non pas. — « Je me suis fait , dit-il , accusateur ,
» C'est vrai ; mais mon excuse est toute naturelle :
» Je veille sur vos jours , glorieux Empereur !
» Pouvez-vous me punir de l'excès de mon zèle ? »



Son maître lui répond : « Vil imposteur , tais-toi....
» Tu sais , toi qui l'as fait , le texte de la Loi :
 « *L'accusateur qui calomnie ,*
» *Pour priver lâchement un homme de la vie ,*
» *Devra subir la mort , comme punition.*
 » C'est la peine du talion :
» OEil pour œil , main pour main , honte pour infâmie ! »
Le Mandarin supplie , espérant son pardon ;
C'est en vain. — L'Empereur rudement le châtie ;
Car deux eunuques noirs vont , avec apathie ,
Étrangler le coupable en serrant un cordon.



L'empire chinois s'accommode
Du principe du talion.
Les Français n'ont daigné l'écrire en aucun code ;
Mais , grâce à tes bienfaits , Civilisation ,
Pourvu que ton flambeau constamment nous éclaire ,
L'équité nous luira , dans l'an trois-mil , j'espère !

Toulon , le 19 décembre 1842.

HONORÉ GARNIER.



ENVOI

A M^{lle} Constance C.....

jeune peintre en paysage.



Pouquoi , satisfaisant à l'attrait de vos goûts ,
Réclamer une offrande aux moins riches que vous ?
De la splendeur des arts votre tête rayonne.....
De grâce et de fraîcheur votre talent se teint ;
Moi , la douleur me brise , et ma verve s'éteint :
L'indigence elle seule a droit à mon aumône.

Le Prêtre et le Mendiant.

CONTE ANECDOTIQUE.



Portant sur ses haillons la plaque officielle ,
Brevet que donne un Maire à la mendicité ,
Plus ennuyé qu'un lord , quand son spleen se révèle ,
Un mendiant voulut , au retour de l'été ,
Voyager par plaisir , non par nécessité.

— La verdure , en avril , ressuscite si belle ! —

Permis à lui : la tolérance est telle ,
Que Messieurs les Municipaux
Sont forcés d'octroyer à tous des droits égaux.

Bâton pesant et besace légère
Composaient ses biens , sur la terre ;
Il pouvait donc , philosophe nouveau ,
Dire : *omnia mecum porto*.

Le Mendiant se mit en marche
Pour le hameau voisin. C'est là qu'un vieux Recteur
Vivait depuis trente ans , bénissant le Seigneur ,
Et révééré de tous , autant qu'un Patriarche.
— Le digne homme endurait de plus nombreux besoins
Qu'aucun des paroissiens confiés à ses soins. —
A notre voyageur certain malin confrère
Avait pourtant décrit , pompeusement vanté
L'élégant mobilier , la somptuosité ,
Qui paraient le salon du Prêtre octogénaire ,
Et les plats qui chargeaient sa table hospitalière !....

(Après boire , les gens raillent avec gaîté ,
Quand même ils soient tombés dans la mendicité.)



A ce patriarcal domaine
Le Mendiant se hâte d'arriver.
Il y passe , en projet , au moins une semaine ;
Car l'imprudent s'est laissé captiver
Par l'espoir d'une heureuse aubaine.
Il approche. — Les murs sont lézardés , fangeux ;
La ronce , envahissant mainte large fissure ,
Transforme , à ses regards , le domaine en mesure....
Je croyais , se dit-il , le logis somptueux ;
Si le gîte est mauvais , les repas vaudront mieux.



S'arrêtant à la porte , il prend sa voix dolente ,
Et s'annonce en priant ; — Il pleure , il se lamente ;
Il implore le pain de l'hospitalité.
Le Ministre de Dieu l'accueille avec bonté ;
Il l'invite à s'asseoir à table , puis partage
Ses croûtes de pain bis et son pot de laitage ,
Repas frugal par lui-même apprêté.
Mécontent plus encor du dîner que du gîte ,
Le convive salue , et prend congé bien vite.
Il dit , en pèlerin bien appris et discret :
Rome est l'unique but de mon itinéraire.
Mais il s'écrie à part : *Je plains ce pauvre hère !*

J'admire ses vertus que nul n'imiterait !

Foi d'honnête homme , je préfère

Mon pain blanc , mon bon vin et ma soupe ordinaire ,

Sur le banc de mon cabaret !



De la vertu s'exhale un arôme suave

Que ne saurait goûter l'homme , des sens esclave ,

Et qu'aspire l'homme pieux.

A-t-il fait quelque bien et tari quelques larmes ,

Le Juste est satisfait : cette gloire a des charmes ;

Il lit son bonheur dans les Cieux !.....

Toulon , le 4 décembre 1842.


HONORÉ GARNIER.

•

••

ENVOI

A ma Cousine Fanny B.....



A toi , Fanny , perle de pureté ,
A toi , riche d'attraits et d'ingénuité ,
Dont le cœur est pieux , le caractère affable ,
Oserai-je apporter le tribut d'une fable ?
A quoi sert de t'offrir une moralité ?
Ma tâche est superflue autant que téméraire :
Les Vertus ont choisi ton cœur pour sanctuaire.

LE VIEILLARD ET L'ENFANT.

FABLE



Une bastide (on nomme ainsi , dans la Provence ,
Une villa champêtre , un séjour d'agrément.)
Offrait sous ses volets un petit lac charmant ,
De cent pieds de circonférence.

Un jeune enfant gâté , faisant ce qu'il lui plaît ,
Le fils de la maison voulut un batelet ,
Pour s'embarquer dessus ; car dans son lac Adolphe
Admirait une rade , ou , pour le moins , un golfe.
Il se met donc à l'œuvre , et , fervent ouvrier ,
Il s'improvise charpentier ,
Pour que son projet réussisse.

— Mais , comme la manœuvre est un rude métier ,
Il s'aide des conseils d'un oncle , vieux routier ,
Prudent marin à barbe grise.
Celui-ci , consultant l'aire d'où vient la brise ,
Sagement manœuvre toujours ;
Si , dans un coin du ciel , l'orage se décèle ,
Il raccourcit la voile , il leste la nacelle
Avec les cailloux les plus lourds.



Grâce à l'habileté de ce marin pratique ,
Adolphe termina maint trajet pacifique.

Le premier jour qu'il put se montrer sur le pont ,
Il fit entendre un cri , formidable , héroïque !
Ainsi dût acclamer , jadis , l'heureux Colomb ,
Alors qu'il salua la terre d'Amérique !.....



Le jeune philonaute , avec sécurité ,
Répétait volontiers sa courte promenade
Qui maintenait en lui la joie et la santé ,
Trésors dont un enfant goûte la volupté ,
Biens si doux qui chez l'homme arrivent par saccade.
Mais , un jour , son mentor vient à tomber malade :
Le voyage sur lac en est-il arrêté ?
Non pas. — De l'art nautique Adolphe fait parade ,
S'obstine à naviguer , seul et d'après ses goûts.
L'imprudent se dit : *bah ! pourquoi tous ces cailloux ?*
Pourquoi fermer ma voile au souffle d'un zéphyre ?
Mon oncle a peur de tout : du vent et du remous ;
Même par un temps calme , il craint qu'on ne chavire.
Je vais jeter ce lest , inutile fardeau :

*Alors ma nacelle ,
Comme une hirondelle ,
Volera sur l'eau.*

Cela fait , de bien près la peine suit la faute :
L'imberbe nautonnier sous les vagues grelotte ,
Coiffé par son bateau qui tourne et s'engloutit ;
Car la brise du soir soufflait déjà très-fraîche.....

Heureusement , dans la vase on le pêche.

Il perdit au naufrage un précieux cadeau ,
Sa montre , pour gagner..... un rhume de cerveau



Qu'une affaire les inquiète ,
Qu'un plaisir les tienne en éveil ,
Docteur ou sot , chacun vous demande un conseil ,
Et chacun agit à sa tête.

Toulon , le 1^{er} janvier 1843.

•

HONORÉ GARNIER.

SONNET

A MON AMI A G.....

Fils chéri d'Apollon , dont la Muse coquette
Affine les bijoux d'un talent gracieux ,
Tu trouves , à chaque heure , en ta douce retraite ,
Une félicité qui fait des envieux !

Tous deux nous possédons , mon bien-aimé Poète ,
Quelques nobles pensers , des sentiments pieux ;
A mes yeux , comme aux tiens , l'éclat du ciel reflète
La gloire du Très-Haut ; mais toi seul es heureux !

C'est que , selon les mœurs du patriarche antique ,
Tu groupes tes enfants au foyer domestique ,
Leur offrant tes leçons de sagesse et d'honneur.

Dans ce chaste oasis où la vie est aisée ,
Tu recueilles l'amour , des cœurs pure rosée !
— Dieu ne m'a pas donné ce modeste bonheur !....

Toulon , 23 août 1843.

HONORÉ GARNIER.

LES DEUX ARBUSTES.

Fable.

Plantés en mêmes champs ,
On voyait deux arbustes
S'élever en même temps.
L'un poussait des jets robustes ,
Tandis que son compagnon
Avait à peine un bourgeon.
Ce dernier aux yeux du vulgaire
Passait pour chétif , pauvre hère !
L'autre au contraire se montrait
Le noble fils de la forêt.
Mais par un retour de justice ,
L'arbuste à qui tout fut propice ,
Lui , si brillant à ses débuts ,
De la sève ayant fait abus ,
Avant l'âge courba la tête ;
Tandis que l'arbrisseau modeste
Plus sobre en ses élans
La porta haute avec le temps.

Tel se montre dans l'enfance
Un prodige de science ,
Qui plus tard s'arrête en chemin ;
D'où je conclus enfin
Q'un talent trop hâtif est souvent une amorce ,
Il ne faut pas juger de l'arbre par l'écorce.

G. DE FOUCHY , officier de marine.



TABLEAU DES MEMBRES

DE LA SOCIÉTÉ

DES SCIENCES BELLES-LETTRES ET ARTS

Du Département du Var.

Au 1^{er} Septembre 1843.

1811. ROBERT , directeur du jardin des plantes de la marine.

1823. GARNIER HONORÉ , commis de la marine , membre de
plusieurs Sociétés savantes et littéraires.

1826. DENIS, ALPHONSE , député du Var , membre de plusieurs
Sociétés savantes et littéraires.

1830. LAYET , docteur en médecine , membre de plusieurs
Sociétés savantes et littéraires.

1831. GOURRIER , ALEXANDRE , chef de bureau à la mairie.

— CUREL , Directeur de l'école primaire supérieure.

1832. TAXIL , chirurgien en chef des hospices civils.

1838. VIENNE , archiviste de la ville.

— PELLICOT fils , propriétaire agronome , littérateur.

1838. BURLES , agent-voyer de l'arrondissement de Toulon.

— GRANDJEAN de FOUCHY , capitaine de corvettes.

1838. SEISSON , juge de paix à Toulon.
— GUIRAUD , architecte de la ville.
— JUGLARD , propriétaire , homme de lettres.
— FLAUGERGUES , professeur des sciences appliquées à l'école d'artillerie navale.
1841. D'ESTIENNE-D'ORVES , propriétaire agronome.
1842. PONCY CHARLES , ouvrier maçon , homme de lettres.
1843. DUPARC LEON , capitaine de corvette.
— PELTIER THOMAS , lieutenant de vaisseau.
— RANG , capitaine de corvette.
— AUSSÉNAC , chirurgien-major.
— D'ASSIGNY , capitaine de corvette.
— DE KERSAUSON , lieutenant de vaisseau.
— DELACOUR , lieutenant de vaisseau.

Composition du Bureau.

- MM.** GRANDJEAN de FOUCHY , président.
DENIS , président honoraire.
PELLICOT , vice-président.
VIENNE , secrétaire général , archiviste.
JUGLARD , secrétaire particulier.
GUIRAUD , trésorier.

MEMBRES ASSOCIÉS.

1811. EMERIAU (le comte) vice-amiral , pair de France.
1816. DE CERISY , ingénieur de la marine.
1819. LAURE , propriétaire agronome , à la Valette.
1834. L'abbé TERRIN , homme de lettres , à Solliès-Pont.

1834. GARCIN , homme de lettres , à Draguignan.

1835. GAZAN , docteur en médecine , à Antibes.

— DE CANOLLE , propriétaire , agronome , à la Roque-Brussane.

1838. ARNAUD , homme de lettres , à Draguignan.

1842. CAVALIER , docteur-médecin , à Draguignan.

MEMBRES CORRESPONDANTS.

(FRANÇAIS.)

1800. VIENNET , colonel d'artillerie , membre de l'Institut.

1811. DUPIN (le baron) , membre de l'Institut.

— SIMÉON (le baron) , ancien préfet du Var.

— REINAUD , professeur à la faculté des lettres , à Lyon.

— KERAUDREN , inspecteur-général du service de santé de la marine.

— MARTRET-PRÉVILLE , ingénieur des ponts et chaussées.

— BOIN , docteur-médecin , à Bourges.

— TAXIL SAINT-VINCENT , docteur-médecin , à Brest.

— DE MERLIAC , lieutenant de vaisseau en retraite.

— BLAIN , ancien sous-préfet de Toulon.

— DE MARC-WAL , receveur principal des contributions.

1812. THOMAS , ancien sous-inspecteur de la marine.

— MARC , docteur-médecin , [à Paris.

— BALME , docteur-médecin , à Lyon.

— DUHAMEL (le baron) , ancien sous-préfet de Toulon.

1812. TRASTOURS , chirurgien-principal des armées , en retraite à Marseille.

1814. VIGUIER , correspondant de l'Institut , à Marseille.

1814. **LEMER**, docteur-médecin, à Marseille.
— **HENRI**, Conservateur de la bibliothèque communale, à Perpignan.
1815. **MICHELET**, capitaine d'artillerie.
— **ROQUE**, officier au corps du génie.
1816. **ROSSOLIN**, docteur-médecin, à Marseille.
— **HENRI**, docteur-médecin, à Dijon.
1818. **COSTE**, docteur-médecin, à Dunkerque.
1819. **AUDIFFRET**, avocat, à Marseille.
1820. **CHARPENTIER**, docteur médecin, à Périgueux.
1821. **DUGAS**, docteur-médecin, à Marseille.
1824. **ROUX**, docteur-médecin, à Marseille.
1825. **LARDIER**, naturaliste-agricole, à Marseille.
— **PRÉVOST**, commissaire de la marine, à Paris.
— **LIAUTAUD**, avocat, à Aix.
— **VIGNETTY**, sous-commissaire de la marine, à Paris.
— **LOISELEUR DES LONGCHAMPS**, docteur-médecin naturaliste, à Paris.
— **QUOY**, premier médecin en chef de la marine.
— **GAIMARD**, professeur des écoles médicales de la marine.
1826. **ALQUIER**, chirurgien-major des armées.
— **FERRAT**, docteur-médecin, à Saint-Jean-Pied-de-Port.
1828. **ROCHE**, professeur de mathématiques, à Paris.
— **AMPÈRE**, membre de l'Institut.
— **DEMESMAY AUGUSTE**, député, homme de lettres, à Besançon.
— **DEFEUGRAY**, ancien sous-préfet de Toulon.
— **BEDOR**, docteur-médecin à Troyes.
1829. **PRADIER**, lieutenant de vaisseau.
1830. **CHRESTIEN**, docteur-médecin, à Montpellier.

1831. **JORRY** , colonel d'état-major en retraite , à Paris.
1832. **E. ORTOLAN** , professeur à la faculté de droit de Paris.
1833. **CORRIOL** , pharmacien chimiste , à Paris.
- **F. D. HAINAULT** , chirurgien militaire.
 - **SURLE** , homme de lettres , à Paris.
 - **DE PUYCOUSIN** , homme de lettres , à Toulouse.
 - **BOSQ aîné** , naturaliste-archéologue , à Auriol.
 - **BOSQ cadet** , idem. idem.
 - **CHATELAIN** , homme de lettres , à Paris.
 - **H. TOURNILHON** , officier au 67^{me} de ligne.
1834. **GUYON** , chirurgien principal d'armée.
- **BARD** (chevalier) , homme de lettres , à Chorey (Côte-d'Or).
 - **DENIS FERDINAND** , homme de lettres , à Paris.
 - **ARSÈNE** , peintre d'histoire , à Paris.
 - **SALA** , peintre.
 - **LAUTOUR** , docteur médecin , en Egypte.
 - **LAURET** , peintre.
1834. **HONORATY** , docteur en médecine.
1835. **CHARGÉ** , docteur-médecin , à Marseille.
1836. **MERY Louis** , archiviste de la ville de Marseille.
- **C. LOURDE** (de Mazannet), homme de lettres , à Marseille.
 - **VIGAROSI** , littérateur.
 - **SAPHORE** , capitaine aux bataillons légers d'Afrique.
 - **CHAILAN FORTUNÉ** , de Marseille.
 - **ETIENNE** , médecin principal , à Alexandrie.
1838. **BONARD** , vérificateur des douanes , homme de lettres.
- **SANGERRE** , chirurgien militaire , à Alger.
1839. **ALBERT MONTEMONT** , homme de lettres , à Paris.
1841. **GUINDON** , sous-archiviste de la ville de Marseille.

1841. **PAILLET DE PLOMBIÈRES**, président de l'Athénée des arts, à Paris.

— **BARBAROUX**, Juge de paix, à Aubagne.

1842. **MEURDEFROY**, pharmacien major des armées.

— **BERARD**, capitaine de vaisseau.

— **M^{lle} PAULINE FLAUGERGUES**.

— **J. CAVALIER**, docteur en médecine, à Draguignan.

1843. **MARTINENQ**, docteur en médecine, à Graffes.

(ÉTRANGERS.)

1811, **DE KIRKOFF** (chevalier), docteur-médecin, à Anvers.

1823. **VANBRÉE** (chevalier), professeur à l'académie des Beaux-Arts, à Anvers.

— **HERNANDEZ**, docteur-médecin, à Mahon.

— **ROUX**, directeur de l'Institut français, à Smyrne.

— **LENS**, doyen de la faculté de médecine, à Iéna.

— **DE STAFFARD** (baron), membre de plusieurs sociétés savantes, en Belgique.

1825. **DE REIFFEMBERG** (baron), professeur de philosophie, à Louvain.

— **BAUD**, professeur à la faculté de médecine, à Louvain.

— **D'AMOUGIE** (chevalier), membre de plusieurs sociétés savantes, à Gand.

1825. **LIERVIN DE BAST**, secrétaire perpétuel de la société royale de littérature et des Beaux-Arts, à Gand.

— **VAN RANSALAER**, secrétaire du lycée d'histoire naturelle, à New-Yorck.

— **DE TIETLAND** (baron), membre de plusieurs sociétés savantes, en Hollande.

1828. **VAN GRIETHUISEN**, membre de l'académie de Gand.
— **E. DE KIRKHOFF**, membre honoraire de l'académie,
grand-ducale d'Iéna.
— **LICHSTAD**, professeur à l'université d'Iéna.
— **GOEBEL**, conseiller d'état, en Russie.
1834. **DE KEYSER**, peintre, à Anvers.
1835. **HAENLE**, pharmacien à Lhor, grand duché de Bade.
— **BOGAERTS**, homme de lettres, en Belgique.
1836. **KERKOVE D'EXARDE** (le comte), littérateur Belge.
1838. **MANNI PIERRE**, professeur de médecine, à l'université
de Rome.
1840. **KAISERT**, sculpteur, en Belgique.
— **HART**, sculpteur, à Bruxelles.
1843. **CARNEIRO**, docteur en médecine, à Lisbonne.
- 