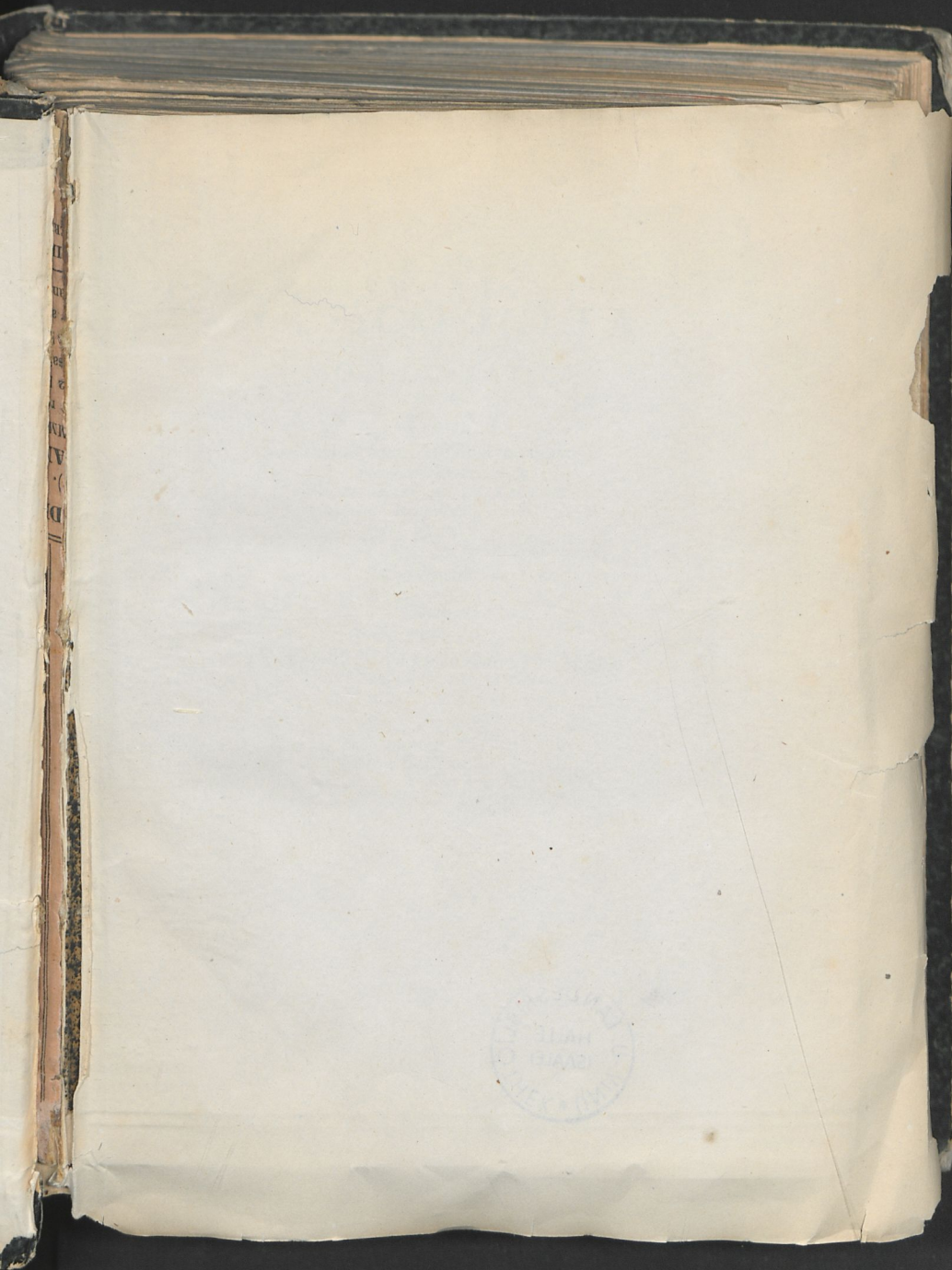


R. 360<sup>a</sup>





94/A 7338

AK



25

# DISSERTATIONS

QUI ONT  
REMPORTÉ LES PRIX ADJUGÉS

PAR  
L'ACADÉMIE ROYALE

DES  
SCIENCES

ET  
BELLES-LETTRES DE PRUSSE

EN MDCCLXVI.

*SUR LA NUTRITION*

ET

*SUR LA VIS D'ARCHIMEDE.*



---

À BERLIN  
CHEZ HAUDE ET SPENER,  
Libraires du Roi & de l'Académie  
MDCCLXVII.



DISSERTATION

L'ACADEMIE ROYALE

DES SCIENCES

DE BERLIN

PAR M. DE LA HARPE

BERLIN  
Chez la Citoyenne  
de la Cour



DISSERTATION  
SUR  
LA NUTRITION,

QUI A  
REMPORTÉ LE PRIX DE PHYSIQUE

DE  
L'ACADÉMIE ROYALE

DES  
SCIENCES ET BELLES-LETTRES,

RENOYÉ À L'ANNÉE MDCCCLVI.

PAR M. DURADE,

Citoyen de Geneve.



---

À BERLIN  
CHEZ HAUDE ET SPENER,  
Libraires du Roi & de l'Académie  
MDCCCLXVII.

DISSERTATION

LA. N. U. T. R. I. T. I. O. N.

DEVISE:

*Similia similibus gaudent.*







L'objet du Discours (a) auquel engage la Question suivante, est bien digne de la célèbre Académie qui la propose.

Il faut établir sur de nouvelles expériences, en quoi consiste le véritable changement qu'éprouvent les alimens, tant du regne animal que du regne végétal, dans le ventricule & dans les intestins d'un corps sain: Afin qu'il paroisse; par là quelle est proprement la partie des alimens qui se convertit en un suc nourricier, comment cela s'exécute, & quelles sont au contraire les parties des alimens qui ne peuvent naturellement subir aucune digestion, ni servir à la nutrition du corps,

La substance qui nourrit, qui devient partie de nous-mêmes, est d'autant plus intéressante qu'elle n'est pas moins active dans les autres  
merveil-

(a) Mr. *Durade* a fourni à l'Académie une nouvelle Copie de son Discours, que l'on suit ici. Il y a inséré diverses additions, mais elles sont indiquées à la marge par les lettres *add.*



merveilles de la nature; le règne végétal en est le trésor. Distribuée par une main préexistante, dans ce point qu'on nomme semence, elle est ensuite une source créative qui donne l'être à tout ce qui vit. Sa fermentation fait éclore le germe, introduit dans ses vaisseaux une sève qui le multiplie, & qui procure des fruits, où elle se répand avec profusion. De là fournissant un corps aux êtres animés, elle s'unit à cette essence divine qu'on distingue par sa sensibilité, & se prête avec elle à toutes les formes organiques possibles. Lorsque le tems en détruisant la liaison de ses principes, anéantit en la décomposant sa faculté à l'organisation, ses débris sont encore l'origine d'autres êtres plus simples: il en naît des corps salins qui enrichissent la surface de la terre, & des esprits qui donnent lieu à des combinaisons qui la reproduisent.

Une partie de ce discours sera destinée à sa démonstration, & l'autre à celle de son usage dans la nutrition.

#### PREMIERE PARTIE.

Il est évident que la matière dont nos solides ont reçu leur accroissement, doit être la matière nutritive exquise: en conséquence, si l'examen nous fait trouver dans le règne végétal quelque substance dont les propriétés caractéristiques s'identifient avec celles de nos solides, il faudra nécessairement que cette substance soit la matière de leur nutrition: celle qu'on tire de nos solides, se nomme gelée, & elle est la première à connoître pour faire cette comparaison.

On a déjà fait de grands pas pour y parvenir: on a démontré par des expériences répétées que la nature des solides de tous les animaux étoit la même; & le Digesteur de Papin, avec l'analyse des meilleurs Chymistes, ont déjà établi cette règle générale, que les divers solides, soit l'individu, soit même de tout le règne animal, sont composés des mêmes principes, & ne diffèrent entr'eux que par le degré de consistance: car la digestion en extrait une gelée toujours uniforme, & le feu en sépare toujours uniformément les mêmes principes.

On



On n'excepte de cette regle, que les ongles, les écailles, les plumes, & autres solides analogues; parce qu'ils sont comme étrangers, où plutôt pour les déterminer d'une manière plus précise comme excréionnels (b); puisqu'ils se détachent du corps à mesure qu'ils croissent; qu'ils se perdent & se renouvellent sans que les autres souffrent d'altération: ainsi il ne s'agit plus que de déterminer la nature de la gelée.

Add.

### *De la Gelée animale.*

L'expérience laissant une liberté parfaite dans le choix de toutes les gelées animales, vu leur parité: mes observations rouleront sur celle qu'on extrait du veau; & sa description sera celle de toutes les autres.

Aussitôt que cette substance se refroidit, elle se prend comme un liquide qui se congele, mais sous cette forme glacée elle acquiert une consistance molle & flexible qui la rend bien différente de la glace, & beaucoup plus encore du peu de graisse qui pourroit y être mêlée; car celle-ci s'en dégage à la surface en molécules figées & grumelées.

En cet état la gelée est transparente & ressemble à la corne, elle est d'une odeur legere & d'un goût presque insipide; si l'on la prend entre les doigts, elle se fond en s'échappant comme de l'eau; mais, si l'on continue de l'exprimer, on sent bientôt une difference qui vient d'une de ses propriétés essentielles. Car, l'humidité dissipée, on trouve une colle qui forme des filets blanchâtres tels que ceux du tissu cellulaire, lorsqu'on le déchire.

Si l'on en remplit un vase & qu'on le frappe, on ne peut sans une surprise agréable considérer les ondoyemens qu'elle forme alors; & surtout si'elle est coupée par morceaux; car le frémissement qui ar-

rive

(b) Sous ce seul point de vûë on voit naître des rapports si grands entre ces corps singuliers, tels que la laine, les cheveux, l'épiderme, que les Anatomistes cherchent si vainement à connoître; la soye même, & toutes les productions analogues, qu'ils se rangent comme genres inséparables d'une même classe.

Add.



rive à chacun d'eux, semble jouir encore de la palpitation des chairs expirantes: phénomène qui est du à la mollesse de sa masse, & à l'adhérence de ses molécules; vu que cette espèce d'élasticité change avec sa consistance.

Par ces observations, on ne découvre que les propriétés qui proviennent de son aggrégation: voyons celles de ses élémens, celles que l'action réciproque des corps avec lesquels on la combine rend positives; en un mot ses affinités.

Les menstrues qui lui sont propres, sont: l'eau, les corps lymphatiques sucrés, gommeux, caléux, & en général tous ceux qui, coagulables & visqueux comme elles, se désignent sous le nom générique de *Corps muqueux*.

Les graines & les huiles simples n'ont aucune action sur elle, elles s'en séparent toujours. L'esprit de vin n'agit que sur son principe odorant, qui le rend amer & désagréable dans la digestion; & il ne touche pas à la partie visqueuse, mais la coagule si elle est sous forme liquide.

Les acides s'y unissent s'ils sont foibles, on l'éprouve tous les jours dans les offices; & ils la corrodent s'ils sont concentrés, comme les Chymistes ne le démontrent que trop souvent sur eux-mêmes.

L'alkali fixe produit sur elle des phénomènes trompeurs, inconnus, & qui méritent par leur conséquence d'être remarqués. Au moment qu'on les combine, il s'élève un esprit urineux qui n'existeroit point auparavant, & qui ne peut venir que de l'action destructive de l'alkali fixe. Mais l'on a été trop loin: cette destruction bien démontrée a paru générale; on ne l'a pas suivie, & cela a jeté dans l'erreur. Car, en versant de l'eau froide sur le mélange, on voit se déposer peu après un *coagulum*, qui a toutes les propriétés de la gelée, excepté celles de son principe odorant: en sorte que ce principe est le seul qui soit détruit.

Pour m'affurer davantage que l'esprit urineux n'étoit du qu'au principe odorant, je tentai l'expérience sur une espèce de gelée, dont



ce principe est évaporé par la cuisson; c'est celle qu'on tire, des pieds de bœuf. & qu'on nomme colle forte (c). L'alkali fixe en effet n'en fit point élever d'alkali volatil, mais seulement une odeur d'eau de chaux, comme je chauffois & remuois la matiere, pour faciliter la création; mes soins en me confirmant cette verité me conduisirent à des découvertes, non moins importantes, que je crois devoir exposer immédiatement.

Je m'apperçus en considérant la matiere, qu'au lieu d'une décomposition, j'opérois une solution & que l'alkali se confondoit avec la colle: de plus, retirant du feu cette nouvelle combinaison pour la refroidir; la belle transparence dont elle étoit alors, en m'engageant à la regarder au jour, me donna lieu d'observer un autre phénomène essentiel; c'est que de liquide, la composition étoit devenue concrète, & formoit un *coagulum* gélatineux, qui se liquéfioit, & se prenoit à volonté, suivant le degré de chaleur, de la même maniere que la gelée; en sorte qu'on a par cette propriété singuliere un nouveau moyen de la reconnoître & de la caractériser.

Le temps produit sur elle des changemens qu'on ne remarque que dans les mucilages épais: elle entre en fermentation pour passer rapidement de l'état d'acide, à l'état alkalin; & il n'est personne qui ne sache comme le bouillon s'aigrit aisément; mais le principe odorant, le seul qui se déprave alors, jette encore ici une illusion qu'on n'a pas observée.

J'avois une grande quantité de morceaux de gelée, qui avoit subi jusqu'aux dernieres nuances de cette putréfaction apparente, ils avoient perdu leur forme anguleuse, ils tomboient en colliquation, & l'eau qui en découloit, puoit l'esprit urineux: cependant, dès que j'eus versé de l'esprit de vin sur cette eau puante, il s'en dégagèa un *coagulum*, qui se trouva visqueux & gélatineux: en un mot une vraie gelée, qui

(c) Je me suis toujours servi d'alkali fixe concre, mettant pour dose à peu près parties égales.



qui n'avoit perdu que son goût & son odeur (d). La partie visqueuse ne subir le même sort que longtems après.

Peut-être qu'on cherche ici ce qu'est ce principe trompeur qui se détruit avec tant de facilité! Il me paroît qu'il est du genre de ceux qu'on nomme esprit dans les plantes, puisqu'il en a les principaux caractères, comme la mobilité, la délicatesse, & cette pénétration sensible au goût & à l'odorat; car la gelée sans lui n'est qu'une colle insipide.

La distillation de la gelée est trop connue pour entrer dans des détails sur cet article. Il suffit de rappeler qu'au degré de l'eau bouillante, il ne passe qu'un phlegme insipide, chargé d'un principe odorant, mais inpondérable; qu'au delà de ce degré de feu, s'élevent des vapeurs alkalines & huileuses, dont les unes sont legeres, volatiles, & les autres pesantes; qu'il se sublime ensuite de l'alkali volatil concreat, & qu'il se dégage une quantité d'air immense.

On remarque encore un charbon dans la cornue, très leger, très spongieux, & sans vestige d'alkalicité.

En rassemblant les divers phénomènes qu'a présenté la gelée; on voit qu'elle se coagule, qu'elle se prend comme une glace; mais comme une glace flexible: qu'elle ne s'unit point aux corps gras; mais à tous ceux qu'on nomme muqueux, qui sont glutineux & solubles dans l'eau comme elle; à tous ceux qui sont aqueux, aux menstrues acides affoiblis, aux alkalis quelque concentrés qu'ils soyent, communiquant la consistance gélatineuse à celui qui est fixe d'une façon singulière; qu'elle subit les deux derniers degrés de la fermentation, & que le feu en sépare, ou y crée l'alkali volatil, de l'huile & beaucoup d'air. Cherchons dans les végétaux quelle est la substance dont les phénomènes coincident à ceux-là.

*Des*

(d) Ce flux & reflux d'acidité & d'alkalescence a sans doute causé l'erreur de cet auteur moderne qui s'étonnoit tant de rendre la fraicheur à des chairs pourries, lorsqu'il les préservoit seulement de la corruption. V. l'Essai pour servir à l'histoire de la purréfaction, à Paris chez Didot, 1765.

*Des substances végétales alimentaires.*

Pour suivre une marche naturelle dans l'examen des substances alimentaires tirées des végétaux, l'ordre exige que je commence par celles que la nature a si bien perfectionnées, que les animaux les trouvent toutes préparées pour leur nourriture: comme celles qui occupent les diverses parties de la fructification, dont on fait du pain ou du vin, & qui sont toutes de même nature, puisqu'elles fermentent d'une manière uniforme, & qu'elles produisent par là un esprit ardent unique.

Cependant elles sont quelquefois méconnoissables, à cause des corps auxquels elles sont combinées, & il est très essentiel d'en faire mention pour éviter les méprisés.

Parmi les corps qui les altèrent, on remarque principalement ces trois.

1°. Les acides, comme dans le citron, l'épine-vinette, & tous les fruits verts.

2°. Les huiles, comme dans toutes les semences émulsives.

3°. L'alkali volatil, comme dans les diverses parties des crucifères.

Le miel est une des plus pures & des plus concentrées, ce qui est dû en grande partie au travail des abeilles; car on fait qu'enlevé par elles du nectaire des fleurs, il est déposé dans les alvéoles qu'elles lui construisent, après qu'elles l'ont sucé & élaboré. Mais le sucre est encore plus purifié par les hommes, & en conséquence il nous servira dans les observations suivantes, comme le modèle parfait de tous ces corps vinifiables, de ces corps qu'on appelle du nom générique de corps muqueux.

*Du sucre.*

Le sucre est sans odeur, d'un goût très connu, & d'une transparence limpide s'il fait une masse continue. Il se dissout aisément dans l'eau, & en cet état il est doué d'une glutinosité frappante: on fait aussi que, par la cuisson, il devient d'une viscosité qui égale celle de la colle.



Il s'unit intimément avec les mucilages, les gommés, les gélatineux, les lymphatiques, comme le blanc d'œuf, ou la salive, avec tous les fruits muqueux, & prend avec eux une figure & une consistance si conforme à celle de la gelée animale, qu'alors on les appelle du même nom: c'est ainsi qu'on dit gelée de pomme, ou gelée de groseille.

Les acides en font une solution fort claire lorsqu'ils sont étendus dans l'eau; & la corrodent s'ils sont concentrés, comme ils corrodent la gelée.

Les alkalis le dissolvent, & la solution en est claire; il prend aussi avec l'alkali fixe, quoique moins aisément, cette consistance gélatineuse, qui est si remarquable avec la gelée.

Les huiles & l'esprit de vin n'agissent point sur lui; lorsque l'esprit de vin paroît le faire, c'est par son eau superflue; & les huiles, c'est par un corps intermédiaire, tel qu'un esprit aromatique: car celles qu'on nomme grasses, aidées même de la chaleur, bien loin de le dissoudre, le brûlent, comme je l'ai éprouvé avec l'huile d'olive.

Jusqu'ici une foule de rapports rapprochent le sucre, & avec lui tous les muqueux, de la gelée; ils affectent le même *gluto-gélatineux*; ils ont les mêmes affinités, les mêmes antipathies, ils se confondent: voyons si les autres voyes de l'analyse soutiendront cette parité.

La distillation du sucre est uniforme, elle ne donne que de l'eau au degré de l'eau bouillante; à un feu plus fort, c'est une liqueur acide colorée par une huile: & tout le changement qui lui arrive, c'est de se concentrer, & de se colorer de plus en plus: mais celle de quelque autres muqueux offrent des différences qu'il faut noter (e).

La manne & le miel qui ont un esprit odorant, le donnent avec la première eau qui distille, mais d'ailleurs ils n'offrent aucun phénomène nouveau.

La

(e) C'est des précieuses Leçons de Mr. Rouelle, que je tire ces observations, par rien n'est si complet que les démonstrations de ce grand homme: & je crois ne pouvoir mieux enrichir cette partie de l'analyse.





La gomme arabique, si elle est nouvelle, donne aussi une eau legere & gracieuse, mais elle présente de plus une différence remarquable; c'est qu'avec l'acide il passe quelques gouttes d'huile qui surnagent. Le seigle produit aussi le même effet.

Dans la dissolution de tous ces muqueux, ce qui s'opere dans la cornue est particulier: ils se gonflent si prodigieusement (f), & il s'en échappe une quantité d'air si étonnante; que c'est un art d'en éviter les suites dangereuses: ce n'est gueres aussi que dans ces deux phénomènes, qu'on trouve des rapports dans la distillation des substances glutogélatineuses animales & végétales: mais ils sont essentiels, & ils leur sont propres.

L'action du tems sur ces substances muqueuses végétales est étonnante; elle est l'origine d'une analyse qu'on peut dire parfaite, elle y produit mille métamorphoses, & décele seule plus de mysteres, que toutes les autres voyes de l'art.

Cette action du tems est connue sous le nom de fermentation: elle a été observée par Mr. Rouelle, il l'a vue en homme sublime, il fera la source où je puiserai toutes les descriptions suivantes.

#### *De la fermentation.*

Si l'on étend un corps muqueux végétal quelconque dans une quantité d'eau suffisante, ou plus simplement, qu'on prenne du moust, qu'on en remplisse un grand vase, on observe les phénomènes suivans. Après quelque tems d'un parfait repos, la liqueur frémit & s'obscurcit: c'est le signal de la fermentation. Elle s'échauffe & se raréfie, elle devient

(f) Les précautions de Mr. Rouelle à cet égard, sont trop bien vuës, pour ne les pas communiquer. Il laisse tous les intermedes parce que, ou ils décomposent le sujet, ou ils le brûlent en s'échauffant en raison de leur densité. Il obvie au gonflement par de vastes cornues, par le peu de matiere qu'il y met, & en ne poussant le feu que lors qu'elle est déphlegmée. Il ne se sert que du feu nud, dont on est toujours maître avec l'attention, & bannit le bain de sable comme un des plus perfides.



devient opaque: on entend un sifflement, & l'on voit des bulles s'élever à la surface, ou quelquefois s'arrêter en chemin: il se dissipe des vapeurs aussi dangereuses & plus incoërcibles que celles du soufre enflammé (g): il se forme des flocons qui se heurtent par des collisions sans nombre, & qui troublent tout à fait la liqueur: elle devient comme laiteuse, une odeur acide frappe l'odorat, & quelque goutte d'huile se présente à la surface: ce sont les suites de la décomposition qui s'est faite.

Si l'on saisit ce moment pour la mettre en distillation, on n'en retire qu'une huile essentielle, qui monte avec l'eau; c'est cette huile que Glauber appelloit l'ame du vin, & dont il vantoit, suivant son langage ordinaire, les propriétés merveilleuses.

Cette crise étant achevée, l'agitation & l'opacité diminuent, une odeur vineuse prend la place de l'odeur acide, une partie des flocons couvre la surface supérieure, & l'autre partie l'inférieure: ce sont deux especes de lie. Les parois du tonneau se tapissent aussi d'une croute saline, nommée tartre. A mesure que ces nouvelles combinaisons se forment, le trouble de la liqueur diminue, & paroît enfin cesser entierement. Mais un mouvement insensible l'agite encore, puisqu'il n'y a que le premier degré de la fermentation qui soit achevé; car alors on en tire un esprit ardent par la distillation, & elle est changée en vin.

La marche de la nature pour produire cet esprit, est curieuse; on voit qu'il lui a fallu développer bien des substances, & les atténuer pendant longtems. Il paroît qu'il est formé par l'acide qui s'est fait sentir dès le commencement, & par l'huile essentielle qui s'est dégagée ensuite, après avoir été subtilisée par une collision mille & mille fois répétée; ce qui est prouvé par sa digestion avec l'alkali fixe, qui en sépare une huile legere, & un acide qui s'unit avec lui, dont il résulte de beaux crytaux.

La

(g) Beecher, Sthal, Boyle, & Mr. Rouelle n'ont pu les retenir, ce dernier a même adapté vainement des chapiteaux & des serpentins chargés de glace.



La création de cet esprit cause ce changement d'état où renait la transparence de la liqueur, & où le calme se rétablit: parce que, à mesure qu'il se forme, il s'unit à l'eau, & en précipite le tartre & la lie, qui y causoient l'opacité. Il est inutile de parler de ces deux dernières substances: on les connoit trop bien: je remarquerai seulement qu'outre l'alkali fixe que la lie contient tout à fait (h), comme celui du tartre, elle donne encore du tartre vitriolé; ce qui me semble d'une grande conséquence.

Je passe au second degré de la fermentation: si l'on tire le vin de ce repos dont il paroît jouir, qu'on l'échauffe, qu'on le trouble, qu'on le remue sur sa lie; il reprend toutes les matieres qu'il avoit déposées; la liqueur en est troublée, & elle se décompose une seconde fois: une partie se combinant avec l'esprit de vin, forme une nouvelle liqueur acide qu'on nomme vinaigre, & l'autre s'unissant aux molécules terreuses, forme deux especes de lie, en raison de la nature des huiles: l'une de ces lies, presque toute huileuse, surnage & brûle comme la couëne; l'autre plus grossiere se dépose sur les parois du fond.

Sans doute que l'huile essentielle du vin est la cause déterminante de cette métamorphose acide; car, composée de principes qui s'altèrent aisément, elle est décomposée, ou par la nouvelle agitation qu'on communique à la liqueur, ou par la chaleur qu'on excite, ou par sa seule délicatesse; vu que les essences sont la corruptibilité même: alors elle lâche prise dans ces anciens composés; par là tous les acides se développent pour se réunir en un seul qui est le vinaigre; & les huiles, suivant les loix de leurs affinités, s'unissent à des corps plus ou moins terreux, & forment ces deux lies. L'huile de l'esprit de vin échappe seule à la destruction; parce que l'esprit de vin lui-même

(h) On sait que, pour obtenir l'alkali fixe de la cendre gravelée, qui n'est que de la lie brûlée, on est obligé pour l'avoir pur d'en faire cristalliser le tartre vitriolé.



me se combine avec les acides pour faire le vinaigre (i), qu'il caractérise & dont il fait toute la vertu.

Si l'on soumet le vinaigre à la distillation, son acide passe limpide dans le récipient, & l'on a pour résidu un mélange de tartre, de la partie colorante & d'une huile empyreumatique.

Lorsque les Chymistes ont trouvé une analyse différente, c'est par erreur: si les uns, distillant un vinaigre mucillagineux, comme celui de bière, ont dit que les premières gouttes étoient un simple phlegme; & les autres, se servant d'un vinaigre imparfait, encore vineux, que c'étoit de l'esprit de vin; on voit que tous également devoient s'éloigner de la vérité, chacun en raison des défauts de leur vinaigre: celui qui est parfait ne donne que de l'acide, & même d'une acidité essentielle dès les premières gouttes (k), puisque l'action réactive du feu, ne peut les avoir dénaturées.

Le degré de la fermentation qui développe les acides, n'est pas le dernier: si l'on laisse les tonneaux en vuïdanges, il en survient un encore qui détruit tout, la liqueur acéteuse s'altère, la partie colorante qui s'étoit conservée, dégénère aussi: elle se putréfie, & forme ce qu'on nomme les fleurs. L'esprit de vin du vinaigre seul inaltérable reste noyé dans l'eau insipide que la putréfaction dégage de toutes ces substances: Mr. Rouelle n'a jamais pu le putréfier. Pendant cette décomposition, il se dissipe une partie subtile, invisible, & acide sans doute, puisqu'en l'unissant aux vapeurs de l'alkali volatil, toutes deux deviennent visibles.

A ce troisième degré de la fermentation, tous les composés du corps muqueux s'anéantissent; les mixtes grossiers sont réduits  
en

(i) Mr. Rouelle fait un vinaigre artificiel au moyen d'un acide minéral & de l'esprit de vin, qui imite le naturel à s'y tromper.

(k) Cassius s'en servoit pour certaines dissolutions d'or.



en terre; ses mixtes subtils dissipés se résolvent dans l'air, & chacun de ses principes rentre dans son élément (1).

Les phénomènes de ce développement putride sont communs à tous les corps organisés, ou à leurs productions: ils sont tous soumis à cette réaction annihilatoire: mais les deux autres degrés de la fermentation sont propres à cette seule substance muqueuse végétale, qu'on peut transformer en glu ou en gelée, suivant les proportions du phlegme.

La

(1) Il est tout à fait important de remarquer cette décomposition complète des corps susceptibles de la fermentation, lorsqu'ils sont arrivés à ce troisième degré, & qui sont tous alimentaires exquis; car cette observation sert à apprécier les systèmes des anciens Philosophes sur la nutrition, l'accroissement & la génération des êtres organisés: tous fondés sur l'indestructibilité de la matière alimentaire; qui seule peut se convertir en la propre substance des animaux.

On voit dans Lucrece (\*), qu'Anaxagore s'imaginait que cela se faisoit par une assimilation de particules organiques imperceptibles & indestructibles, dont il y avoit autant d'espèces, que de parties organisées, & même que d'humeurs; qui devenoient sensibles & massives par leur réunion, ce qu'il désignoit par le nom d'homœomerie.

„Nunc & Anaxagore feruntur homœomeriam;  
 „Principium rerum, quam dicit homœomeriam;  
 „Ossa videlicet e paucillis atque minutis  
 „Visceribus, viscus gigni sanguenque creati,  
 „Sanguinis inter se multis coemittibus guttis.

Ce système est aussi exposé par Plutarque de Plac. Philos L. 1. c. 3. où il est beaucoup plus circonstancié.

A l'égard des autres grands hommes de l'antiquité, il est possible qu'on n'ait pas saisi l'esprit de leurs principes, & qu'ils eussent à cet égard des idées plus justes qu'on ne pense; telle est l'opinion d'Empédocle, qui ne parle que de convenance de substance pour la nutrition. Empedocles ait animalia nutriri quidem, ex accommodati sibi que convenientis, cibi substantia (\*\*).

On trouve l'exposition de tous ces systèmes dans les Recherches sur l'origine des découvertes attribuées aux modernes. A Paris, chez la Ve. Duchesne, 1766.

(\*) L. 1. v. 830. & 835

(\*\*) Plut. de Placit. Philos. L. 5. c. 27.



La gomme, les mucilages, les farineux & tous les corps susceptibles de cette consistance glutino-gélatineuse, ont tous fermenté & produit de même un esprit ardent, lorsque Mr. Rouelle les a étendus dans une quantité d'eau suffisante, qu'il leur a ajouté du ferment, si la réaction étoit trop tardive, & que le lieu étoit convenable: mais ce développement, tout propre qu'il est à ces corps, ne l'est cependant qu'en raison de circonstances que les seules loix physiques ne réunissent jamais; il n'est point tel à l'ordinaire; & cette fermentation n'est pas celle de la nature, tant que les molécules muqueuses ne sont pas réunies en une seule masse, qu'elles n'occupent pas un grand espace, & que le vase ou le lieu ne conviennent pas; ces molécules ne fermentent point, ou elles passent brusquement de l'état d'aigreur à celui de putridité, sans donner aucun signe d'esprit ardent, semblables alors à celle de la gelée animale, où la nature, bien loin de chercher à remplir ces conditions requises, les a au contraire évitées partout.

Par exemple, dans les végétaux, le corps muqueux est distribué, entre les lames d'un tissu cellulaire ferré, qui interrompent sa continuité sans cesse, & qui ne lui laissent de communication que par des pores & des tuyaux capillaires; ou de même à peu près dans les ruches, les abeilles (*m*) ont si bien mesuré les alvéoles qu'assez grandes pour contenir la provision du miel, elles ne le sont pourtant pas assez, pour en permettre la fermentation: de plus, si quelqu'accident fait suinter la sève, ou couler le miel, comme aucun vaisseau n'est prêt à les recevoir, l'aggrégation de la matière, quoique convenable alors, n'est pourtant pas moins inutile. Ainsi la grande analogie des muqueux des deux regnes, qui souvent les fait confondre dans la voye des combinaisons, & qui semble manquer ici absolument, n'est point en défaut; car, si le développement spiritueux n'est possible qu'à l'art, que lui seul puisse

Add.

(*m*) Ne doit-on pas excuser Paracelse qui trouvoit ces insectes presque aussi sages que les hommes! Leurs alvéoles, par la physico-mathématique qui y brille, excitaient autant les géomètres que les chymistes: l'ordre de leur gouvernement est peut-être plus sublime encore aux yeux des politiques, & leur miel est délicieux.



puisse remplir les conditions nécessaires, & qu'il ne soit pas celui de la nature; bien loin de trouver que l'analogie manque, je crois au contraire qu'elle n'est que mieux constatée, & que l'art par quelque correction pourroit les identifier. D'ailleurs, si la gradation de toutes les métamorphoses du moult est étonnante, s'il en naît mille êtres nouveaux, des esprits des huiles légères & pesantes, des alkalis fixes & volatils, des acides qui renferment peut-être tous les autres, car entre celui de l'esprit de vin, & celui du tartre vitriolé, il y a une distance infinie: de même la gelée dans la digestion produit des substances nouvelles, par une progression non moins surprenante: elle offre aussi des acides, des huiles, des esprits, des terres d'un caractère alkalin, & n'est pas moins créative.

Mais, pour se décider tout à fait, voyons si les autres substances végétales ont, dans leur parallèle avec la gelée, des rapports & un caractère aussi coincidens.

#### *De la partie colorante du vin.*

La partie colorante du vin est liée de si près à la substance que nous quittons, elle est d'ailleurs dans tant de corps, que je ne saurois poursuivre par d'autres.

Le raisin n'est point coloré partout également, sa couleur concentrée à la surface, est étrangère à la substance intérieure, & son siège est dans la pellicule qui l'enveloppe; en sorte que, pour faire du vin très blanc avec le raisin noir, il ne faut que dégager le moult de la pellicule dès qu'il est pressé, & éviter cette macération nommée cuvage, qui en extrait la noirceur.

Cette partie colorante joue un grand rôle dans le vin; on l'y distingue dans l'arrière-goût, lorsque l'esprit & le tartre ont frappé le palais; elle en fait connoître l'origine, parce que sans elle le vin n'a point de goût propre, mais seulement plus ou moins de feu ou de force; & que, variant autant que les climats & les terres, elle en modifie la saveur, en raison du terroir. Aussi l'art mystérieux d'imiter

d'imiter les vins, ou de leur donner le goût que l'on souhaite, ne consiste qu'à y introduire cette substance, en l'extraitant de quelqu'autre, ou plus simplement d'en faire un heureux mélange: c'est le cas, dit-on, de ceux de Bordeaux; mais l'avantage essentiel qu'en retirent les vins, c'est d'en être conservés, d'en être rendus plus durables: parce que cette substance, n'entrant pas en fermentation dans les deux premiers degrés, & y restant toujours suspendue uniformément; ses molécules mettent un obstacle à la réaction de celle du vin, en se trouvant interposées partout, c'est pourquoi les vins qui en sont chargés, tels que ceux de Bordeaux, durent très longtems, & sont les plus propres à passer les mers. L'on fait aussi qu'on ne conserve la

Add. la bière que par le houblon dont la partie qui sert à la bière, en est une espèce: cette matière est soluble dans une infinité de menstrues; on a vu qu'elle l'étoit dans le moust, dans le vin, dans le vinaigre, puisqu'elle y restoit suspendue uniformément: elle l'est aussi dans l'eau & dans l'esprit de vin; car on l'extrait également avec ces deux substances, des résidus dont elle peut faire partie; elle l'est de même dans tous les huileux, & bien différente des muqueux par cette solubilité; elle s'en éloigne encore par sa combustion, qui la rapproche beaucoup des résines (n).

Je ne l'ai remarquée que dans les raisins, mais elle se trouve dans bien d'autres parties des végétaux; & même, dans la plupart de celles des animaux; on verra que les physiologistes l'ont tout à fait méconnue dans le sang, dont elle fait la rougeur.

Par sa couleur elle fournit beaucoup de matériaux à la teinture, & par sa solubilité elle est plus essentielle encore dans la médecine: parce qu'elle passe dans les secondes voyes, où ses vertus spécifiques peuvent se développer: l'aloës & la myrrhe en sont des exemples frappans.

Une

(n) M<sup>r</sup>. Ronelle l'appelle par cette raison *extracts résineuse*.





Une substance aussi aisée à reconnoître n'a pu être méconnue par les bons observateurs; aussi n'échapa-t-elle pas à la sagacité du savant Beecher, qui la regarde comme la substance moyenne du vin; mais les regards de Mr. Rouelle l'ont distinguée partout, & les expériences l'ont rendue palpable. Il est évident qu'elle n'est pas d'un usage essentiel pour la nutrition, puisqu'on peut s'en passer, & qu'elle est d'ailleurs en trop petite quantité pour y suffire; ainsi je passe aux autres matières alimentaires. Peut-être me suis-je trop étendu sur son sujet; mais l'utilité accessoire dont elle est & le jour qu'elle peut jetter sur les sécrétions des animaux, m'ont engagé de n'en pas trop fermer les limites.

*Des substances oléagineuses.*

Lorsqu'on perd de vue les corps glutino-gélatineux, & qu'on passe aux autres substances alimentaires; on ne voit point sans quelque surprise, qu'à peine il en reste quelqu'une, qui puisse seulement par sa quantité servir à la nutrition, le regne végétal semble épuisé: on ne remarque plus que ces corps huileux contenus dans les semences émulsives, qui fassent un objet sensible; c'est donc par eux qu'il faut poursuivre nos recherches.

Add.

Lorsqu'on les a dégagé de ces semences par l'expression, & qu'on les a privés de toute matière hétérogène; ils sont sans odeur sensible, sans saveur, d'une douceur extrême au toucher: & d'une transparence si moëlleuse, qu'ils sont encore plus doux à l'oeil.

Ces huiles, dans la voye des combinaisons, ne démontrent aucune affinité avec l'eau, elles y sont au contraire immiscibles: on peut bien par la trituration ou par la confusion de leurs vapeurs, les mêler, & les tenir divisées; mais ce n'est jamais qu'une suspension sans durée: il en est de même avec l'esprit de vin, & avec l'éther, qui n'attaque pas même les huiles (a) essentielles, mais elles s'unissent

au

(a) Je suis pourtant venu à bout de cette combinaison: mon secret est de mêler l'éther à une eau aromatique & de le verser ensuite sur une dissolution d'huile

au mieux, avec les effences, les baumes, les résines & tous les individus de ce genre.

Les alkalis les dissolvent, tout le monde connoît ce mélange sous le nom de savon: mais beaucoup de gens ignorent, qu'il ne doit la fermeté qu'il a chez le marchand qu'au sël marin, & que sans lui il est tout à fait mollassé, ce qui est assez singulier (p). Sans doute qu'on prend assez garde sans que je le fasse remarquer, combien cette combinaison diffère de celle des muqueux, avec ce même alkali, dont le mélange est si clair, si coagulable, & qui s'opère par la seule chaleur; tandis que le savon ne se fait qu'à force de trituration.

Les acides concentrés s'y unissent avec une rapidité & une effervescence terrible: on fait que par l'effet de leur réaction, ces corps passent en un instant de l'état bitumineux à celui de charbon ardent; ils s'enflamment avec impétuosité.

Les vapeurs des acides les pénètrent en leur donnant une consistance sébacée; mais, si l'on couvre l'huile d'olive, celles de l'esprit de nitre, lorsqu'il dissout un métal chargé de phlogistique, outre cette consistance, il devient écumeux.

Les acides trop foibles n'agissent pas sur elles: leur action est en raison inverse du phlegme.

Jusqu'ici les rapports des huiles avec ceux de la gelée sont tout opposés; le seul qui leur soit commun, c'est de n'être pas solubles dans l'esprit de vin: bien loin d'avoir comme les muqueux une affinité intime avec elle, leur antipathie est marquée, & dans leurs combinaisons avec les mêmes corps, ils présentent des phénomènes tous différens: on ne sauroit donc leur trouver d'analogie par cette voye: en est-il davantage dans celle de la distillation? le premier coup d'oeil les rapproche, mais la réflexion les éloigne beaucoup.

Ces essentielles dans l'esprit de vin, ce qui cause une double décomposition, où l'éther change de place & s'unit à l'huile: l'esprit aromatique prend aussi quelque part à cette composition.

(p) Ce qui ne l'est pas moins, c'est qu'il soit soluble dans le vin.

Ces huiles grasses au degré de l'eau bouillante ne donnent rien; en augmentant le feu il passe du phlegme, un peu d'acide, & de l'huile ensuite, si l'on se sert de celle d'olive, l'huile passe figée. (g), mais on la rend fluide en la redistillant. Le résidu est un petit charbon.

Par la rectification on augmente leur fluidité, & cela d'autant plus qu'on la répète plus souvent: à chaque fois on produit un peu de charbon, & cette opération uniforme, dure jusqu'à l'épuisement de la matière.

Dans cette analyse, la séparation de l'acide & de l'huile qu'elles souffrent, est évidemment leur seule analogie avec celle des muqueux; mais elle a une certaine apparence qui pourroit en imposer & paroître difficile à renverser: c'est pourquoi je prie qu'on pese les considérations suivantes.

Les huiles, quoique distillées, sont toujours des huiles; les rectifications répétées, ne leur causent que de l'atténuation, qu'un peu plus de volatilité & de liquidité: elles ne laissent dans la cornue que la partie d'elles-mêmes la plus grossière, celle dont la réaction a réuni des principes salins & ignés: en sorte qu'on ne leur cause pas une décomposition, mais une perte; & qu'elles conservent leurs propriétés. Qu'on se rappelle à présent de la même analyse sur la gelée, de ce débris de substances, aériennes, terrestres, acides & huileuses, qui sont chacune bien éloignées d'avoir les propriétés de leur origine, de cette vraie destruction; & je crois qu'on cessera de leur trouver aucune parité, on voit aussi que les muqueux végétaux se rapprocher toujours plus des autres par la raison contraire.

L'action du tems produit sur ces huiles des phénomènes assez analogues à ceux de la distillation: il les fait fermenter; mais dans le premier degré de leur dépravation, c'est une rancissure qu'on peut enlever en les distillant; & dans le second, c'est une putréfaction,

(g) Elle a une odeur de cire.

Add.

Add.



qui est commune à toutes les parties des végétaux: ainsi elles ne se rapprochent pas mieux de la gelée par la fermentation.

### *Des huiles essentielles.*

Si les huiles grasses sont insuffisantes pour substantier les animaux, ne fut-ce que par leur disette, il suit clairement de cette même cause, que les huiles dites essentielles ont encore bien moins ce pouvoir, & qu'on seroit en droit de les passer sous silence; ainsi que les baumes, les résines & tous les corps de cette trempe; on pourroit par cette exclusion qui laisse aux seuls glutu-gélatineux la faculté de nourrir, ne s'arrêter que sur les conséquences qu'on en doit tirer: mais il peut encore s'élever des doutes. Il est possible, par exemple, qu'il existe quelqu'autre substance, qui s'unissant aux huiles les rende nutritives; ou bien que la gelée même ne soit qu'une combinaison pareille: il faut donc pour s'en éclaircir poursuivre l'examen des autres substances alimentaires, & ce doit être naturellement par les huiles essentielles.

L'histoire de ces essences, est moins leur propre histoire que celle d'un principe subtil, souvent incommensurable, qui fait toute leur vertu: car, là comme partout ailleurs, la nature pour animer les masses, n'emploie que des atomes, mais où elle accumule toutes ses forces.

Un grand nombre de plantes, & même la classe entière des labiées, contiennent ces especes d'huile; on les reconnoit aussitôt qu'on les froisse, à leur odeur qui s'émane des vésicules écrasées où elles étoient contenues.

Si l'on distille une de ces plantes, avec l'appareil ordinaire, & qu'on lui fasse éprouver un degré de feu moyen, entre celui de la glace & celui de l'eau bouillante, on observe les phénomènes suivans: il passé à ce degré une eau mobile, qui emporte toute l'odeur de la plante, & l'on n'a pas une seule goutte d'huile: si l'on augmente  
le

le feu jusqu'à l'ébullition du bain marie, il passe de cette eau odorante, & de plus, une huile de même odeur. Add.

Si l'on met la plante dans l'eau même bouillante, on retire beaucoup de cette huile, & très peu de l'eau. Si l'on ne la met que lorsque toute l'eau odorante est dissipée, pour lors on ne retire plus une seule goutte d'huile: c'est donc à cet esprit, cet être du parfum, que l'huile essentielle doit sa légèreté dans la distillation, puisqu'il en vient plus ou moins, en raison inverse de celle de cet esprit; mais elle lui doit aussi en partie sa liquidité; car si l'on donne à ces huiles, un feu tel que l'esprit seul s'en dissipe, elles prennent de la consistance, à proportion de cette dissipation, & paroissent sous la forme de baumes & de résines; comme Mr. Rouelle le démontre, en rendant l'esprit à ces corps, qui reprennent par là leur liquidité. C'est donc à cet esprit essentiel, qu'il faut s'attacher, puisque sans lui les huiles deviennent ordinaires.

### *De l'esprit essentiel.*

Tous les êtres doués d'organes, quelques uns même des minéraux, ont une émanation de molécules particulières à chacun d'eux, mais qui dans tous est d'une volatilité extrême: c'est ce qu'on nomme leur esprit. Ces molécules, souvent insensibles à l'odorat, seroient douter de leur existence, sans les suites funestes qui ne les démontrent que trop: comme on en a des exemples dans les diverses espèces de Belladonna; mais singulièrement dans le Toxicodendron (*r*), dont les Chinois ne se garantissent, quand ils s'en servent, que par des précautions extrêmes.

L'émanation de celles dont l'odeur est sensible, n'est pas si perfide; & l'instinct des animaux ne s'y trompe jamais. Celles-ci ne sont pas si impalpables, & l'esprit de la plupart, & surtout des aromatiques, se peut peser & mesurer: les autres sont de vrais infiniment petits.

Pour

(*r*) Tout leur corps est couvert, & l'air qu'ils respirent vient derrière eux de très loin au moyen d'un masque fait exprès.

Pour l'ordinaire cet esprit est placé dans des vésicules, avec l'huile essentielle; mais il ne l'est pas toujours, & cela trompe beaucoup de distillateurs.

Ils cherchent une essence dans les plantes qui leur promettent de loin par leur parfum, comme dans les liliacées; & ils choisissent justement celles qui en ont le moins, parce que cet esprit ne se dissipe que faute de lien: par une raison contraire, il faut que ces émanations délicieuses de l'Isle de Ceylan, qui en annoncent l'approche aux voyageurs, lorsqu'ils sont encore à plusieurs lieues en mer, ne viennent point immédiatement de la nature, mais du travail des Hollandois: car le cannelier qui en est la source, ne peut répandre son esprit, ainsi que toutes les autres espèces de lauriers, que lorsqu'on blesse les vésicules huileuses où il est engagé.

Add.

On obtient aisément cet esprit par la distillation, mais on le détruit aussi fort facilement: car pour peu qu'on pousse trop le feu, où qu'on n'entende pas son régime, on cause une réaction dans ses principes, qui le met hors d'état d'être conservé: c'étoit seurement la cause de la prompte altération de l'esprit de Romarin fait par Mr. Boerhaave; car Mr. Rouelle en a distillé, qui bien loin d'être gâté au bout de l'année comme l'autre, se conserve de puis plus de quinze ans sans avoir perdu de sa force, ni déposé de sédiment.

Si l'on cohobe cet esprit sur de nouvelles plantes, & qu'on répète cette opération plusieurs fois, ses principes odorans en sont concentrés, & de gracieux & balsamiques, ils deviennent insoutenables, car par ce procédé l'eau de Jasmin est rendue plus puante que la charogne.

L'action du tems détruit aussi très aisément la connexion de ses principes; il devient même un ferment de putréfaction dans les huiles; & c'est ce qu'on éprouve dans celle d'olives, où l'on a fait entrer l'esprit de jasmin, qui hâte si fort sa décomposition, qu'elle est gâtée à la moitié de son terme, au bout de dix à douze mois.

Cet



Cet esprit essentiel s'unit à beaucoup de corps; car, si les huiles s'en imbreignent, les graines, l'esprit de vin, le sucre, l'eau s'en chargent aussi; & l'éther entr' autres, ce qui fait une combinaison nouvelle, & précieuse, dont j'ay éprouvé les bons effets sur moi-même: cet esprit dans ces diverses unions, devient un intermède qui rend solubles les uns dans les autres ces divers corps.

Il n'est pas difficile d'imaginer, puisqu'il a seul toutes les vertus qu'on remarque dans les huiles, qu'il doit être le principe mystérieux des liqueurs fines, & celui des spécifiques aromatiques; car là où l'huile essentielle racle & irrite le gosier, ou cautérise les membranes de l'estomac en y adhérant; l'esprit employé seul flatte sans déchirer ensuite, & fait tout le bien sans le mal. Mais on ne trouve rien dans ces mêmes vertus, qui contribue à donner aux huiles le caractère des muqueux; elles en deviennent volatiles, pénétrantes, solubles même avec le sucre, comme on le voit dans *l'oleo-saccharum*; mais elles reprennent leurs premières qualités au plus léger degré du feu, elles s'en séparent avec une facilité extrême; & n'en sont pas mieux miscibles à l'eau: il faut donc chercher si quelqu'autre substance remplit mieux cette fonction.

#### *Des substances co-extractives.*

Les pharmaciens ont confondu sous le même nom d'extrait, des corps tous différens: mais surtout deux substances qu'on trouve souvent réunies, & qui sont toutes deux colorées; l'une est cette partie extractive, soluble dans tant de menstrues, qui colore le vin, & dont nous avons déjà parlé. L'autre est aussi une partie extractive, mais seulement par l'eau, ce qui donne des moyens bien aisés de la distinguer. Le guayac en fournit un exemple; lorsqu'on en a épuisé toute la teinture qu'en peut tirer l'esprit de vin, il en reste encore une extractile par l'eau, & c'est celle dont nous parlons.

Elle entre pour beaucoup dans la flamme que produisent les plantes par la combustion: car, lorsqu'on met brûler le romarain après

D

avoir



avoir épuisé celle qu'il contient, de façon que l'eau n'en reçoit plus de saveur par la décoction; à peine alors jette-t-il quelque flamme: ce qui explique la cause de la déperdition des bois qui ont souffert le flottage, dont l'eau a enlevé cette matiere aquo-extractile, qui fait en eux, sinon le principal, du moins une grande partie de l'aliment du feu.

Cette matiere diffère par le goût & par la saveur, autant que les divers individus où elle naît: noire dans le romarain, verte dans la fumeterre, brúnatre dans l'écorce de Quinquina, car le prétendu sel qu'on en tire à la façon de Mr. de la Guaraye, n'est que cet aquo-extractif desséché; elle a mille variétés accidentelles; mais elle est toujours constante dans ses propriétés positives, toujours soluble dans l'eau, toujours inflammable, & toujours donnant de l'acide, de l'huile dans sa distillation, & de l'alkali fixe dans ses cendres.

La lâche connexion de ses principes pourroit aussi servir à la caractériser, car elle est si facile à décomposer, qu'on ne peut la purifier sans la détruire: à chaque fois qu'on passe sa dissolution sur le filtre, il s'y dépose de la terre, il s'en forme même beaucoup dès la première, & elle se réduit toute ainsi à proportion qu'on pousse les purifications; d'où l'on voit le cas qu'on doit faire de celles des pharmaciens qui y prennent tant de soins.

Il est, je pense inutile, de vouloir prouver que ces substances co-extractives puissent être nutritives, ou le devenir par leur mélange avec les huiles: elles sont elles-mêmes trop huileuses, ou plutôt trop résineuses (\*), pour en corriger les défauts; & d'ailleurs leur grande impossibilité, c'est de n'être pas dans une quantité suffisante pour servir à cet usage. Les mêmes raisons excluent les autres substances, qui peuvent encore se trouver dans les alimens, & laissent aux muqueux seuls ce grand privilege: en sorte qu'on peut les ob-

mettre,

(\*) Comme cette matiere verte qui couvre la surface de toutes les parties herbacées, matiere d'une nature si résineuse qu'elle brule comme les résines, & se dissout dans les mêmes menstres.

Add.





mettre, & passer aux conséquences qui suivent de toutes ces observations; mais on peut faire quelques questions sur la nature du corps muqueux, qu'il est essentiel de résoudre auparavant.

*Quest. on sur le corps muqueux.*

Si le corps muqueux est la seule partie nourrissante des alimens, que tous les autres en modifient seulement l'uniformité, & que les oléagineux soyent insuffisans pour substantier, soit lorsqu'on les considère séparément, ou qu'on les considère en combinaison, quelle est donc la composition de cette substance nutritive, & pourquoi fournir-elle de l'huile? Cette question importante n'en seroit point une s'il falloit s'en tenir à la décision du célèbre Sthal, & peut-être à celle d'autres grands hommes, qui pensent d'après lui que le muqueux est composé d'huile & d'acide; mais comme la définition de ce Chymiste immortel (†), telle qu'on la lit dans sa théorie de la fermentation, ne me paroît point juste, j'oserai proposer mes idées & la discuter.

„La fermentation, dit *Sthal*, est ce mouvement par lequel „des molécules innombrables, composées de sel, d'huile, & de terres „liées entr'elles, non intimément, ni très strictement, mais d'une „certaine maniere, se heurtent &c.“

Ce qui choque d'abord dans cette définition, c'est la connexion lâche, dont *Sthal* suppose les molécules liées entr'elles; mais, comme ce n'étoit pas toujours sa façon de penser, & qu'ailleurs il la peint bien différente; pour ne pas s'arrêter à combattre cette opinion, je n'ai qu'à le citer lui-même. Ch. 4.

„Le moust récent est une liqueur diaphane & uniforme, où il „est si difficile d'appercevoir le moindre vestige d'huile, qu'on le pren- „droit

(†) T. de F. ch. 2. *Fermentatio est numerosissimarum molecularum ex sale, oleo, & terra, (non intime quidem & firmissime, aliquantum tamen,) connexarum motus per fluidum aqueum, collisivus & attritorius, quo nexur - - - seufim labe factatur.*



„droit pour une vraie dissolution saline; le sucre fait aussi une liqueur des plus limpides & des plus uniformes lorsqu'il est dissout & clarifié”.

On pourroit ajouter qu'alors il ne dépose point & qu'il fait de grands cristaux: mais il est inutile d'en dire davantage: je remarquerai seulement que cette définition semble faire exprès pour ce co-extractif aqueux, dont nous venons de parler; ce qui n'est pas un de ses moindres défauts.

Une omission essentielle infirme aussi cette définition: parmi les principes dont Sthal compose le corps muqueux, il néglige celui de l'air, il n'en dit pas un seul mot, & cependant il en contient une si grande quantité, qu'il enure pour un cinquième, ou un quart même, dans le tartre, qui n'est que son produit. Or, comme on fait par les démonstrations modernes, que l'air ne peut entrer dans une combinaison, que lorsque ses particules individuelles y sont en dissolution, que dès qu'elles se réunissent, devenant élastiques par leur aggrégation, elles ne peuvent rester engagées, mais s'échappent aussitôt: il faut nécessairement que l'air y entre comme principe constituant, & peut-être comme le plus essentiel.

Mais la supposition de l'huile est-elle fondée? C'est ce que je combats principalement, & que je crois renverser par les considérations suivantes.

Add.

Si l'huile en substance seroit à la composition du corps muqueux, l'une ou l'autre de ces deux suppositions seroit indispensable, il faudroit 1°. que l'huile fut préexistente aux végétaux dans les élémens pour parvenir de là dans leurs organes. Ou 2°. qu'elle fût dans ces organes eux-mêmes. Or cette première préexistence de l'huile requiert pour agens créateurs, des élémens tels que l'air ou la terre, qu'il me paroît bien difficile de rendre propres à remplir cette fonction; mais de plus elle requiert une solubilité aqueuse dans cette huile, qui est impossible, qui n'existe point, sans laquelle elle ne pourroit s'introduire dans les pores aspirans des racines, & des plantes qui  
sont



sont toujours sous l'eau (u), ce qui rend nulle par cela même cette création.

L'huile de pétrole eût pu jadis former quelque objection sur cette préexistence, mais je ne m'étendrai point à prouver combien elle y est inutile; puisque les observations modernes ne permettent plus de douter, qu'elle est d'origine végétale, qu'elle vient des bois enfevelis & changés en charbon de terre, après d'anciens bouleversemens, d'où les feux souterrains l'ont ensuite sublimée & rectifiée; que d'ailleurs elle est insoluble dans l'eau, qu'elle ne peut se mêler avec elle, & qu'on l'y trouve toujours surnageante; en sorte que, si les spéculations pouvoient faire naître quelques soupçons sur la création élémentaire de cette huile, l'analyse en démontreroit bientôt toute l'inutilité.

Mais, si la préexistence de l'huile hors des organes des plantes n'est pas fondée, ne peut-elle pas avoir lieu dans ces organes eux mêmes? L'histoire de la germination le décidera.

L'intérêt a observé celle du blé, lorsqu'on en veut faire de la bière: les regards avides & vigilans de cette divinité l'ont examinée très soigneusement: nous profiterons de ses remarques.

Pour exciter la germination du blé, on l'humecte, on le fait macérer, & on l'étend par couche dans des gréniers, en l'arrosant d'eau chaude. Alors arrive le phénomène solutionnaire: il germe; mais s'il a trop germé, que la radicule ait plus de deux lignes, même d'une ligne & demie, c'est autant de perdu pour la bière, & l'on en a d'autant moins, que la germination passe les bornes. Or la bière n'est que le corps muqueux changé en liqueur vineuse, c'est un fait qu'on ne conteste plus: lors donc que le grain se consume pour la plante, ce ne sont pas des huiles qui, les premières créées, forment le muqueux  
au

(u) Tous les jours on fait croître des plantes dans des vases on il n'entre que de l'eau, & leurs fleurs en sont pourtant aussi belles que celles qui viennent dans les parterres: on y a même fait croître des arbres, & les expériences de Mr. Du Hamelle sont sur cet article on ne peut plus décisives.



au détriment de la bière; mais c'est au contraire le muqueux qui déjà fait & créé, s'emploie tout à former l'acide de l'herbe naissante, & qui auroit donné des esprits & diverses huiles, si l'on l'eût ménagé: donc elle ne crée point le muqueux, mais elle en est au contraire la créature, comme le vin, le vinaigre, & tous les autres produits.

Cette remarque de la perte du muqueux à proportion que la plante germe, jette aussi, ce me semble, le plus grand jour sur les phénomènes de la végétation; & décide qu'elle lui doit tout son être.

Mais, si l'huile n'entre pas dans la composition du corps muqueux, quelle est donc la substance qui en joue le rôle, puisque ce corps en fournit tant, & qu'est-il lui même? Il me paroît qu'il ne falloit qu'une distinction pour résoudre toutes ces difficultés: c'est qu'au lieu des substances dont on le veut composer, il ne faut prendre que les élémens de ces substances, & non les composés tout faits. Si Sthal n'eût pas confondu l'huile, telle qu'il la définissoit, avec celle qu'il soumettoit à l'analyse, je l'aurois cru volontiers sur la voye de la vérité (x); car dans la définition des huiles, il les dit composées du principe aqueux, uni à celui du feu, ce qui sans doute est un des mixtes du corps muqueux; mais ce n'est point l'huile qu'il distilloit, ou qu'il donne d'ailleurs pour exemple; puisqu'il est démontré par une simple digestion avec l'alkali fixe, que l'huile la plus tenue contient un acide (V. art. du vin.) & peut-être, pour toucher à la vraie définition de cette substance, ne faudroit-il plus qu'ajouter l'air à cette fausse huile de Sthal, à ce mixte composé d'eau & de phlogistique, mettant pour base un acide.

### *Résumé.*

Dans les alimens il n'est qu'une seule substance nourrissante, & les autres n'en sont que l'assaisonnement; cette substance qu'on nomme le corps muqueux, jouit de ce privilège parce qu'elle est

com-

(x) T. de la F. ch. 12, §2. *Constat ex una numero particula & una numero aërea, oleum.*



composée de principes qui peuvent se prêter à toutes sortes de combinaisons, & non de substances déjà formées qui seroient immuables: en sorte que, dès qu'elle est décomposée, les êtres auxquels elle donne naissance, ne sont plus propres à cet usage; parce qu'ils ne peuvent se changer en nos humeurs, ni se recombinaer comme auparavant, & de là suit: que la gelée est essentiellement un muqueux non décomposé (y), ainsi que l'indique sa consistance gluto-gélatineuse, & que tous les corps de ce genre n'ont qu'une seule & même composition; mais modifiée autant que la combinaison des matieres étrangères peut y causer de variation.

Aussi leur sympathie, leur confusion, le sentiment de plaisir qu'ils font éprouver dans la nutrition, concourent également, à les faire juger par cette fameuse regle des affinités; cette regle qu'a dicté une expérience de tous les tems: (*Similia similibus gaudent.*)

## SECONDE PARTIE.

La premiere partie de ce discours a été destinée à déterminer les parties vraiment nourrissantes des corps alimentaires; on a essayé avec le secours d'Hermès, d'effacer le coloris par lequel nos regards arrêtés pouvoient prendre pour des différences essentielles, de simples apparences; on a cru voir, lorsque leur obscur tissu a été découvert, une seule & même substance, dont l'identité n'étoit altérée que par quelques molécules qui l'assaisoionnoient, où par des modifications dont la variété distinctive démontroit un art d'autant plus infini, que la simplicité en est extrême.

Cette seconde partie sera employée à découvrir l'usage de cette substance dans l'économie animale, & à éclaircir les faits qui peuvent répondre aux demandes accessoires de l'Academie.

*Des*

(y) Sa différence paroît venir de quelque matiere grasse atténuée, & c'est sans doute ce qui lui donne ce penchant à se putréfier: car Sthal observe ch. 20. p. 282. T. de term. que l'huile ténue mêlée aux muqueux qui fermentent, les fait pourrir.



### *Des préliminaires de la digestion.*

Dès que les humeurs sont dissipées des vaisseaux, qu'ils sont à vuide; l'animal n'éprouvant plus cette réaction des solides sur les fluides, cet espede d'équilibre, dont dépend la liberté des fonctions; il tombe dans l'affaiffement; mais le premier des besoins, la faim, le tire bientôt de cet état.

La faim s'annonce par une legere chaleur dans l'estomac, par un chatouillement qui dégénere en une irritation brûlante, l'animal baaille, sa bouche devient sèche & puante; son pouls est plus fréquent; il tombe ensuite dans des syncopes réitérées, & la mort suivie de la putréfaction la plus prompte & la plus fétide en est la fin.

Ce terrible besoin force tous les animaux d'en chercher la délivrance; la brute, quoique naissante, guidée dès lors par un instinct sûr se porte immédiatement à la source qui doit le soulager; mais l'enfant réduit aux cris & aux plaintes ouvre vainement la bouche.

Dès que l'estomac est rempli, la faim cesse, les alimens en distendant les parois de ce viscere; diminuent, effacent le froncement de ses vaisseaux; & l'irritation famélique dont le siege étoit dans ses plis, à cause du sang qui s'y arrêtoit, se dissipe avec leur dégorgeement. Mais, avant que les alimens soyent parvenus dans l'estomac, ils ont éprouvé une action qui les a réduits en pâte; une rosée de salive, qui pleut de toute la surface intérieure de la bouche, les a pénétrés en même tems qu'ils étoient hachés par les puissances destinées à la mastication. Quelle est la nature de cette rosée, & comment agit-elle?

### *De la salive.*

Suivant le systeme reçu des physiologistes, la salive est un espede de savon, ou tout au moins d'un caractère savonneux; car, suivant eux, elle moussé, elle se mêle à l'eau, aux huiles essentielles, & d'ailleurs en remplit les fonctions: mais l'on voit des substances, telles que le blanc d'oeuf où l'on ne peut soupçonner aucun savon, devenir

venir mouffeuſé avec une facilité extrême, & d'autres, quoique de nature auſſi peu favonneuſé, telles que le ſucré & le jaune d'oeuf, s'unir aux huiles eſſentieles auſſi facilement que la ſalive; en ſorte que ces rapports, bien loin de la rapprocher des favons, la rangent par m des corps abſolument oppoſés. De même des expériences moins fondées ſur une ſimple apparence l'en éloignent plus encore: l'alkali fixe qui ne dénature point le favon; détruit une partie de la ſalive, la change en eſprit urineux, & ſe coagule avec l'autre.

Les acides qui décompoſent le favon, quelque'afſoiblis qu'ils ſoyent, n'operent ſur la ſalive qu'une coagulation, & il en eſt de même de l'eſprit de vin, tandis qu'il diſſout ce premier: d'ailleurs, ſi l'on veut oppoſer le phyſique au phyſique, décrire ſa douceur, ſa transparence & ſa viſcoſité; bien loin de la trouver analogue au favon, on la verra s'identifier au contraire avec les corps muqueux lymphatiques.

Une ſeule circonſtance pouroit jeter quelque doute, ſinon ſur la baſe de la ſalive, qui eſt évidemment un muqueux animalisé; du moins ſur cette partie, dont il s'éleve un eſprit urineux par l'alkali fixe: on pouroit la ſouſçonner d'être de nature ammoniacale, ſi elle n'eſt pas favonneuſé, & ces ſouſçons ſeroient fondés: pour en terminer l'incertitude, je crus que la voye des doubles combinaifons, étoit le meilleur moyen poſſible: en conſéquence, je fis une diſſolution de vitriol bleu, je verſai deſſus de la ſalive & je remuai ce mélange très longtems; la ſalive ſe coagula, prit un oeil bleuâtre, mais ne ſubit aucune décompoſition, non plus que le vitriol, quoique laiſſé enſuite en repos très longtems. Or, comme l'acide vitriolique n'eût pu rencontrer l'alkali volatil prétendu ſans s'y unir, & ſans que le cuivre ne fut précipité; il ſuit puiſque, la choſe n'arrive pas, que cet eſprit urineux eſt le produit d'une deſtruction, & non celui d'un ſimple dégagement, que l'alkali fixe le crée & ne le développe pas ſeulement des liens de ſa combinaifon: ce qui démontre que ce principe n'eſt nullement favonneux, ni ammoniacal.

E

Mais

Mais qu'est-il donc? Il me paroît qu'on peut l'appréhender d'une maniere juste, si l'on juge de sa nature par celle du principe qu'on a vu plus haut, à l'article de la gelée, jouer les mêmes phénomènes; dont l'alkali volatil détruisant la composition, crée un esprit urineux, dont la fermentation étoit si prompte, & dont les propriétés m'engagerent de le ranger parmi les corps qu'on nomme esprits: il me paroît par la conformité de leurs effets, qu'il est de même un esprit; & de plus, en considérant les raisons de sa présence dans la salive, qu'on peut en déterminer jusqu'à l'espece.

Les glandes, comme le savent les anatomistes, sont plus tissues de nerfs qu'aucune autre partie; & l'on ne le remarque que trop, lorsqu'elles sont cancéreuses, par l'atrocité des douleurs qu'elles causent. Or les glandes salivaires, surtout les parotides, en sont si fort entrelacées, qu'une forêt ne l'est pas plus de ses rameaux: c'est la comparaison des gens de l'art: en conséquence leur sécretion doit s'en ressentir; les filets nerveux qui s'y terminent, doivent nécessairement y verser la liqueur qu'ils filtrent (z), & cette liqueur ne peut être que nerveuse: mais c'est celle qui s'unit à la lymphe de la salive, c'est aussi celle qui devient urineuse par l'alkali fixe (a); donc ce principe est l'esprit nerveux.

En partant d'après ces conséquences, il suit que la salive est composée de lymphe & de beaucoup d'esprit nerveux: si elle mouffe, c'est sans doute que le sang qui arrive aux glandes salivaires, a presque toute sa chaleur, & sa vitesse primordiale; car, poussé dans une courbe aussi douce que l'est la crosse de l'aorte, il doit entrer aux carotides, comme fortant immédiatement du coeur, & des carotides aux glandes; le chemin est si court, qu'il ne peut-être beaucoup

(z) En exprimant un nerf, on en fait couler une humeur très claire.

(a) On voit que l'alkali fixe en le détruisant donne le moyen d'en calculer la quantité; qu'on peut par un acide retenir l'alkali & le peser ensuite: on sçauroit par là la quantité au moins relative de l'esprit nerveux de chaque humeur &c. Cela ne sçauroit être difficile à ceux qui ont les instrumens nécessaires.





coup retardé. La sécrétion elle même se fait promptement, elle est chargée d'esprit; il faut bien qu'en raison de ces causes réunies, la lymphe soit plus moussueuse que celle du système lymphatique.

Après toutes ces particularités sur la salive, on n'est plus étonné de son extrême facilité à recevoir toutes les impressions, & à s'impreigner de tous les miasmes: si le levain de l'hydrophobie communique sa vertu pour peu qu'il pénètre les humeurs; si la salive en prend le caractère en un instant, lorsque les animaux entrent en fureur, comme il paroît par leur morsure, même celle de l'homme, qui est suivie de convulsions & des autres fâcheux symptômes de la rage; on ne trouve dans ces étranges phénomènes qu'une suite nécessaire de la quantité d'esprit nerveux, dont la salive est douée, de leur atténuation, & de leur grande corruptibilité.

On sent de quelle importance son action doit être dans la digestion, ce qu'on doit perdre en la perdant: d'où vient qu'une mastication précipitée, rend les alimens si lourds sur l'estomac, & pourquoy les personnes âgées machent si longtems. Il est inutile de remarquer, que, par cet interméde lymphatique nerveux, les molécules alimentaires sont détrempées & pénétrées d'un levain, qui les prépare à la fermentation animale.

De même, les raisons de tous les changemens de la salive, suivant les divers états de la machine, paroissent aussi nécessaires que simples. Si celle du matin est amère & désagréable; c'est que pendant le sommeil, où toutes les fonctions sont suspendues, où les humeurs croupissent & se dépravent; la nature a voulu tirer parti de cette dépravation même, & corriger tous les accidens les uns par les autres: dans ce dessein, l'estomac qui s'étoit engourdi, de même que les autres viscères oisifs, reçoit une salive devenue légèrement purgative, qui le reveille, qui l'irrite & le débarrasse: en sorte que, par cet art, la faim & tous les desirs renaissent à la fois.

La salive est, comme on voit, d'une utilité essentielle dans l'action préparatoire à la digestion; mais non à la digestion elle-même.



elle pouroit à la rigueur s'en passer: cherchons quelles circonstances, quelles conditions y sont absolument nécessaires: & pour cet effet connoissons les phénomènes qui suivent de cette belle opération de la nature.

### *De la digestion.*

Lorsque le bol alimentaire est entré au pharynx, à l'aide des muscles déglutiteurs, du voile du palais & de la base de la langue; il parvient de là dans l'œsophage, qui se contractant aussitôt, s'en dégorge dans l'estomac; forcé de s'ouvrir cette voye par les obstacles supérieurs, ce viscere étant rempli, on sent peu de tems après un gonflement près du scrobicule, la respiration devient haute, & moins aisée, on éprouve un engourdissement qui conduit au sommeil: le visage s'anime, les yeux s'enflamment, mais la vue & l'imagination ont moins de netteté. Environ une heure après, un nouveau gonflement naît dans la région hypogastrique; on rend des urines claires, qui participent de l'odeur des alimens, la transpiration diminue, & les excréments sont retenus, à moins qu'on n'ait comme le pigeon, un tempérament lâche. Est-ce l'action des suc gastriques; est-ce la trituration des parois de ce viscere, ou la fermentation que les alimens y subissent, qui produisent tous ces symptômes de la digestion? En les examinant chacun à part, il sera facile de répondre à cette question.

### *Du suc gastrique.*

Le suc gastrique, regardé jadis comme un ferment universel dont la force changeoit les corps étrangers en sa propre substance, fut en conséquence réputé l'auteur de la digestion: mais les observations qu'on fit par la suite, le démentent bien complètement d'une fonction aussi corrosive: on vit qu'il ne pourroit être si destructif, sans détruire le lieu même où il est toujours; on vit que sa destination devoit être d'adoucir plutôt que d'irriter, & que s'il ne préferoit les tuniques de l'estomac du frottement des corps, ce viscere  
entre-



entroit dans des contractions continuelles, ainsi qu'on l'éprouve dans le gastritis, même au premier degré; où les fucs n'éant plus filtrés, à cause de la constriction phlegmonique, l'estomac, par sa nudité, est blessé, & offensé de tout.

D'ailleurs, comme l'expérience enseigne que le suc s'épaissit sur le feu, de même que le bouillon; & qu'il a toutes les autres propriétés des gélatineux, excepté peut-être une altération de matière fermentante, que semble indiquer son goût fade & désagréable: il est clair qu'il n'est pas plus le menstrue transmutatif des alimens, que ne le seroit la gelée, ou toute autre matière muqueuse chargée d'un levain qui pouroit hâter & faciliter les phénomènes de leur décomposition, mais non les créer: ce qui est l'esprit de la prétention. La véritable action de ses fucs est d'achever l'amollissement des parties succulentes concretes, de les réduire en bouillie, & vraisemblablement de déterminer à la fermentation tout ce qui en est susceptible.

Ils préparent les molécules alimentaires, à peu près comme le sont les grains de blé destinés à faire de la bière: ces grains par les travaux préliminaires se sont amollis & distendus; la partie farineuse s'est adoucie, est devenue émulsive, on peut l'exprimer & l'extraire aisément de son enveloppe: de même les molécules alimentaires sont liquéfiées & rendues laiteuses; mais, au lieu que le blé n'est imbu que d'eau pure; le chyme l'est de fucs animaux fermentans, propres à l'assimiler.

La trituration gastrique peut-elle être, davantage que le suc, l'agent décomposeur des alimens?

### *De la trituration gastrique.*

Des esprits plus inclinés aux forces apparentes de la Mécanique qu'à celle de la Chymie, en bannirent jusqu'au moindre effet dans les phénomènes de la digestion: on vit Pittcairn & Hecquet attribuer aux plis de l'estomac, l'action que produiroient d'énormes pilons: mais ces triturans, aussi pitoyables anatomistes qu'ignorans





Chymistes, ne remarquoient pas qu'au rebours de leur système, plus l'estomac est plein, plus il perd de ses plis; & qu'on peut les couper tous, sans intéresser les autres membranes: ils imaginoient de grandes forces dans un foible velouté, & ils en admettoient où elles sont inutiles: car les machoires ayant fait les fraix du travail mécanique, l'estomac ne peut avoir d'autres fonctions à remplir, qu'à se prêter à la fermentation de la pâte alimentaire, comme sa capacité l'indique assez.

#### *De la fermentation alimentaire.*

La ridiculité de la fermentation gastrique se démontrant de reste par la seule inspection de ce viscère; de meme les suc dont il est abreuvé, n'étant qu'accessoirs à la digestion, il ne reste que l'action naturelle de la matiere même alimentaire, que sa fermentation qui puisse en être l'auteur, & répondre à tous les phénomènes de sa décomposition. En effet, lorsque les alimens ont reçu leur dernière préparation dans l'estomac; il survient un nouveau gonflement qui n'a point de rapport avec le premier: celui-ci ne venoit que de la masse alimentaire; l'autre est la fuite du boursoufflement de cette masse; son introition dans les intestins, qui auroit du la diminuer, bien loin de là, l'augmente partout: ce qui ne peut arriver que par une autre cause.

Dans ce même tems, l'air se développe, il se mêle aux vapeurs des alimens, & se raréfiant par la chaleur, il s'ouvre une issue, & forme ces premiers rapports, qui participent si fort de l'odeur des mets: par la fuite, devenus plus fades & plus dégoutans, ils prennent toute la fadeur d'une matiere qui fermente; & leur odeur est insoutenable, soit qu'on vomisse, ou qu'on ouvre alors les animaux.

Ces phénomènes caractéristiques sont des signes auxquels, à ce qu'il me paroît, on ne peut méconnoître la fermentation; & qui démontrent à la fois la nécessité de cet agent spontané pour la digestion, comme celle du corps muqueux pour, s'y prêter: mais pour  
s'en



s'en convaincre mieux encore, suivons les jusqu'à la fin; voyons si le chyle n'est pas fait, ce qui en fera la démonstration.

*Du chyle.*

Lorsque ce boursoufflement du chyme se fait sentir, il s'éleve un esprit fade, qui relâche le sphincter du pylore, & qui le fait couler par son propre poids dans le duodenum; la tumeur qu'il forme, fuit les alimens: parvenus dans la région ombilicale, ils la dilatent: le diaphragme en est gêné; l'aorte ventrale en est comprimée, & de là tous les accidens qui arrivent aux sens & à la respiration. Car, l'origine des nerfs étant comprimée par le refoulement du sang inférieur, il se filtre moins d'esprits, l'animal s'endort, il n'aspire qu'au repos, & Vénus même n'a plus d'attraits pour lui.

Le chyme introduit dans le duodenum, se trouve dans un viscere dont les circonvolutions sont uniques, dont l'espace est si considérable qu'il égale quelquefois celui de l'estomac, & dont la texture donne passage à deux menstres abondans dès son origine, en même tems qu'elle fourmille de sources, par les lacunes dont elle est percée d'un bout jusqu'à l'autre. Ces deux menstres qui sont l'humeur pancréatique, & la bile, inondent le chyme quand il s'introduit dans le duodenum, ils le dissolvent; les sources des lacunes en augmentent l'action: & en conséquence tout mouvement de fermentation cesse, ainsi que toute sa décomposition spontanée; & cependant c'est alors que le chyle est aspiré; il faut donc que la fermentation gastrique en ait opéré la digestion, & qu'elle en soit la condition essentielle: car les humeurs qui l'inondent ne font que le liquéfier, le dissoudre & le rendre plus extractible: en les considérant on s'en convaincra tout a fait.

*Du suc pancréatique.*

Tous les auteurs s'accordent sur la parité de l'humeur pancréatique avec celle des glandes salivaires, à l'égard de sa viscosité & de

de sa forme moussueuse; mais quelques uns y admettent une acidité, qui, suivant eux, la différencie. Silvius & Verrheyen surtout, qui acheta une vache, uniquement pour l'employer à éclaircir ce doute, assurent d'après leurs expériences, que cette humeur est acide; mais, en supposant le fait, je demande si la conformité des humeurs chez les animaux est telle que la nature de l'une puisse décider de la nature de l'autre: & si l'acidité de l'humeur pancréatique de l'homme, est bien démontrée parce qu'elle l'est dans la vache.

D'ailleurs, peut-on bien compter sur des démonstrations pareilles, & peut-on conclure par les résultats des tentatives faites sur des animaux martirisés & irrités, qu'une humeur contient telle ou telle substance, dans l'état de tranquillité & de bien-être. Ne cause-t-on pas aux animaux qu'on déchire les plus terribles inflammations? Et dans ce cas toute l'économie animale n'est-elle pas troublée? On ne peut nier que les parties insensibles ne le deviennent alors vivement; que le sang rouge n'injecte les vaisseaux, où il ne circuloit que du sang blanc: & je demande s'il est aisé alors, de décider de semblables questions par des observations aussi infidèles.

J'avoue que, considérant sous ce point de vue toutes ces expériences cruelles, & ne croyant pas qu'on puisse enrichir l'art, en s'y prenant ainsi, d'aucune vérité sûre & hors de doute, sinon des suites funestes de la destruction; en conséquence je n'en ai point fait, que je ne me suis pas même servi de celles des autres, & que j'espère avoir évité la peine de méditer sur des incertitudes.

Il est de même aisé de sentir que l'anatomie ne peut résoudre ce point de discussion chimique. Car, quoiqu'elle démontre que la construction du pancréas, & celle des glandes salivaires, comme les parotides, sont d'une si parfaite conformité, qu'aucun anatomiste ne sauroit les distinguer sur des tranches coupées à chacune d'elles; cependant ce n'est point une preuve que leurs sécrétions soient aussi semblables, & ce n'est tout au plus qu'une induction.

Mais



Mais, si l'Anatomie ne décide pas du suc pancréatique, elle en-  
seigne d'autres vérités sur le pancréas lui-même, qui décident de l'usa-  
ge de son suc: elle démontre par sa grosseur, qui l'emporte de beau-  
coup sur celle de toutes les glandes salivaires réunies, combien la sécré-  
tion doit en être abondante; elle le marque encore par le nombre de  
vaisseaux qu'il reçoit de la splénique, dont le sang y est entraîné par  
son propre poids: elle démontre, par sa position, la chaleur active du  
liquide qui s'y filtre, le tems où se fait la sécrétion, & par là, quelle  
en est la vraie fonction: car, situé derrière l'estomac, environné de par-  
tout, appliqué obliquement dans son milieu sur le corps des vertèbres,  
comme une langue, & s'unissant vers son extrémité au duodenum, il  
se dégorge dans l'instant que le chyme s'écoule de l'estomac, qui est  
aussi celui où il est comprimé par le viscère, & confond son humeur  
avec le chyme: en sorte que son action est de dissoudre & de fondre  
ce qui est succulent, d'en achever la détrempe, en conséquence d'en ar-  
rêter toute fermentation, qui n'a lieu qu'avec le repos; & de donner  
la liquidité requise au chyle pour son extraction; mais non de créer,  
ou de changer les molécules alimentaires en molécules chyleuses; ce à  
quoi ce menstree n'est pas plus propre, que le suc gastrique, ou la sali-  
ve. La bile qui produit de concert avec lui tous ces effets, n'est pas  
plus transmutative; on le voit déjà,

#### *De la Bile.*

La bile est un liquide brunâtre, très visqueux, sans odeur,  
d'une amertume affreuse, qui ne fait aucune effervescence avec les  
menstrees corrosifs, & qui peut servir d'intermede pour unir les hui-  
les essentielles à l'eau.

Cette particularité qui lui vient de la matiere amere & brune  
qui est jointe à sa base visqueuse est aussi celle qui la distingue des autres  
humeurs lymphatiques; car d'ailleurs elle s'unit intimement avec tous  
les muqueux, & en a toutes les propriétés essentielles. Cette matiere

F

qui

qui sans doute seroit très intéressante à connoître, à cause des altérations qu'elle doit causer au chyle, ne l'est point encore.

L'Anatomie indique bien le mécanisme de cette sécrétion fongueuse; elle découvre que la veine porte qui ramasse le sang de toutes les veines des intestins, va se décharger dans le foye; que le sang en est amer & noirâtre; on dit même chargé de bulles bilieuses à la vue, tandis que celui de l'artère hépatique est vermeil & ordinaire. La Physiologie moderne remonte même à l'origine de ces bulles bilieuses: elle remarque que la marche des alimens est retardée dans les flexuosités des gros intestins, comme du colon; que leur fermentation y est favorisée, & que les esprits pénétrants qui s'en exhalent, s'introduisant dans les intestins, s'unissent aux liquides onctueux des membranes qui les soutiennent, & y forment la bile.

On soupçonne aussi que la rate y entre pour sa part: que distendue lorsque l'estomac est à jeun, elle se gorge en occupant ce vuide, d'un sang qui séjourne, qui se décompose, & s'en décharge dans la veine porte lorsque l'estomac la comprime en se remplissant. Mais l'explication de ce mécanisme, qui sans doute est un grand pas dans l'avancement de cette route obscure, ne donne aucune idée positive sur la nature de la bile, elle ne démontre point la cause matérielle de sa couleur, de son amertume; & ces choses, toutes du ressort de la Chymie, sont encore inconnues.

Comme on a remarqué que les animaux qui n'avoient pas le sang rouge, n'avoient pas non plus une humeur bilieuse, qu'ils manquoient de foye, & que sans doute la cause de ces privations dépend du même principe; j'attendrai pour tâcher d'éclaircir ce sujet d'être à l'article du sang.

Cependant, quoique cette matière brunâtre de la bile soit inconnue, il est clair qu'elle n'altère autrement le chyme, qu'en ajoutant un nouveau corps à sa composition, qu'en le surcomposant, qu'en développant tour à tour les molécules chyleuses, & non en les créant.

*De*



*De l'extraction du chyle.*

Les alimens ayant éprouvé l'action de toutes les humeurs du duodenum, les molécules chyleuses sont liquéfiées; la fibre ligneuse intacte, comme il est aisé de le voir dans les excréments, en est séparée, & le liquide chyleux est à peine arrivé dans le jejunum, qu'en un instant il est aspiré: la surface veloutée de cet intestin, que la quantité de ses valvules rend triple; la contraction de ses tuniques musculaires, & celle de tous les muscles du bas ventre, sont des moyens avec lesquels le chyle ne peut croupir. Des pores absorbans de ce viscere, le liquide entre dans les vaisseaux lactés; de là il se rend dans la cavité des glandes mesaraïques, où la lymphe & la sécrétion du sang artériel qui s'y trouvent aussi, se confondent avec lui: le mélange arrive dans le réservoir de Pecquet, gagne le canal thorachique, & se perd avec le sang de la veine souclaviere, dans le torrent de la circulation.

Jusqu'ici la Nature s'est servie de tous les moyens qu'une Chymie douce, tranquille, mais toujours laborieuse, pourroit employer pour une décomposition. Elle a divisé la matiere alimentaire par les forces mécaniques de la bouche, elle l'a digérée par cette espèce de fermentation que permet l'estomac; circonstance qui en est la condition essentielle: & ensuite, par l'action des menstrues du duodenum, elle a rendu facile, l'extraction des molécules chyliifiées.

Ici changeant tout à coup de méthode, elle se sert des forces les plus actives, & par toute l'atténuation que peut causer un frottement excessif, elle donne la dernière main à son ouvrage.

*Du changement du chyle en sang.*

Le chyle, parvenu dans la veine souclaviere, se précipite avec le sang veineux dans la cavité droite du cœur: les fibres tenues & sensibles de ce muscle creux, entrent en contraction; elles le lancent dans l'artere pulmonaire; il en parcourt en un instant toutes les subdivisions, & arrive dans ces vaisseaux intermédiaires entre les veines & les arteres,



dont l'épanouissement couvre les vésicules qui terminent les bronches: là, divisé comme les vapeurs, son cours seroit suspendu, si l'inspiration ne l'en faisoit partir, avec toute la vitesse que peut communiquer une masse d'air fortement comprimée: cet effort est même si grand, qu'il reflue un peu dans l'artere, & qu'il traverse ensuite les veines, aussi vite que les conduits artériels. Reçu de ces vaisseaux veineux dans la cavité gauche du cœur, du nouveau ventricule qu'il irrite, il est renvoyé dans le torrent de la circulation universelle, & après quelques heures de révolutions semblables, on ne le reconnoit plus; son apparence laiteuse s'évanouit, & sa substance n'offre plus qu'un liquide animalisé & changé en sang rouge. Cependant le changement que cause cette atténuation est moins grand qu'on ne pense: pour s'en assurer il suffit de revenir sur ses pas: le chyle qu'on regarde unanimement comme une espece de lait, en contient sans doute les matériaux, il est composé comme lui de serum, & de corps muqueux coagulable; mais il a de plus des parties colorées que son mélange avec la bile lui a communiquées: & c'est ce qui lui donne cette couleur grisé, qui l'en fait différer, & qui doit l'en faire distinguer.

Ainsi la circulation a bien changé les accidens de la couleur, elle l'a, si l'on veut, transmuée; mais elle n'a pas créé la substance ni la partie colorante de la bile, qui en est la source, comme la description du sang achevera de le justifier.

Je m'interromps ici, car je ne puis passer sous silence l'opinion des Physiologistes, sur les huiles du chyle: ils considerent la partie qui est soluble dans l'eau, comme une huile qui lui est unie d'une façon intime, & ils considerent encore comme une huile, celle qui est indissoluble, & qui trouble la transparence de la liqueur; ajoutant à la vérité, qu'elle n'est que suspendue & non dissoute: comme si ces deux huiles n'avoient pas subi la même atténuation, & n'avoient pas eu les mêmes intermedes pour s'unir à l'eau.

*Descrip-*

*Description du sang.*

Le mot de sang est générique; il comprend aussi la lymphe qu'on nomme le sang blanc, qui bien plus essentielle se trouve dans tous les animaux.

Celui dont nous parlons est différent dans chaque animal, il l'est d'homme à homme, il l'est même dans l'individu à chaque heure du jour, & cette disparité perpétuelle vient des accidens de sa couleur: les autres altérations qu'il peut éprouver, comme lors qu'il est imprégné de miasmes contagieux, ou de virus, sont insensibles à l'observation.

En le recevant dans un vase, on lui voit perdre peu à peu sa consistance, & changer un peu de couleur; laissé en repos, il se sépare en deux substances, dont l'une toujours liquide & décolorée en partie, devient transparente, & dont l'autre au contraire se caille, & semble attirer à elle toute la rougeur.

Si le vase contient de l'eau, il s'y dissout, & la colore vivement, quoiqu'elle y soit même dans une quantité très disproportionnée à la sienne.

L'esprit de vin se teint aussi de sa couleur, mais le rouge en est moins vif que celui de l'eau. Je m'arrête à ces phénomènes, qui déjà jettent assez de jour sur la couleur du sang, pour en tirer des conséquences absolument opposées à celles qui sont reçues, laissant pour un moment tout ce qui concerne son coagulum, son odeur, & ses autres particularités.

On trouve établi dans tous les livres de Physiologie, que la couleur du sang n'est qu'accidentelle; que la cause en est due à la réunion de ses globules, & que, dès qu'ils souffrent une certaine division, elle n'existe plus: cependant d'après les expériences positives que je viens d'énoncer, on voit au contraire une couleur qui se soutient dans l'eau, quelque division qu'elle éprouve, une couleur que l'esprit de vin peut

Add. extraire, & qui teint les corps. Or se peut-il qu'un simple accident soit extractible, soit teignant, & que la cause ne soit pas un corps particulier, un corps colorant?

Ces prétentions, fondées d'après des observations faites au microscope, qui n'avoient trait en conséquence qu'à des phénomènes physiques; lorsqu'elles ont décidé de la nature même du sang, ont sans doute passé les bornes de cet instrument, & ont pris la réalité pour l'illusion. Les découvertes du célèbre Leuvenhœk sont la source de cette erreur: cet observateur vit sur l'animal vivant, que lorsque les globules rouges entroient dans les vaisseaux capillaires, de sphériques ils devenoient oblongs; que, dans une filière plus fine, la forme oblongue augmentoit, & que, dans une plus fine encore, le globule ne s'étendoit plus, mais se divisoit en d'autres plus petits: point de disgrégation qui étoit aussi celui du phénomène illusoire; les globules nés de la division n'étoient plus rouges, mais jaunes; & par une subdivision successive & analogue, leur couleur diminuant dans la même proportion, ils paroissent enfin blancs. Lorsqu'au contraire ces globules, par une aggrégation inverse, se réunissoient en un seul, ils reprenoient leur couleur en suivant la même gradation; & le sang redevenoit rouge. Mais les couleurs ne perdent-elles pas de leur intensité à proportion qu'elles sont divisées & étendues! La couleur du vaisseau n'étoit-elle pas un fond propre à affoiblir encore celle du liquide! Et ne falloit-il point appuyer de quelques expériences, un phénomène d'optique, où l'illusion peut se glisser si aisément, surtout dès qu'il s'agissoit d'une assertion, que la considération des particules intégrantes sembloit combattre (b)! Aussi l'observa-

Add.

(b) L'illustre Mr. Rouelle, bien loin de tomber dans cette erreur, non seulement a regardé la cause de cette rougeur du sang comme une substance réelle; mais encore lui a assigné une place parmi ces corps qu'il nomme extracto-résineux qui sont solubles dans tant de menstrues. Je dois aussi rendre justice à une autre personne de grand mérite, à Mr. Petit. Je lui entendu observer que le sang sembloit devoir sa couleur à quelqu'autre cause qu'à la simple division de ses globules, puis qu'étendu dans l'eau il conservoit sa rougeur, & la lui communiquoit.



feruation des faits positifs, qui prouvoient dans le sang un principe colorant particulier: la source de ce principe qui remontoit originairement à la bile; la comparaison du sang rouge à la lymphe proprement dite, telle qu'elle est dans la salive, où l'on ne voit aucune couleur; l'existence du fer démontrée par les modernes dans le sang, me prouuerent non seulement qu'il contient une partie colorante, mais de plus que cette partie colorante, tient elle-même sa couleur du fer; ce qui étoit d'ailleurs le soupçon de Mr. Rouelle. En conséquence je tentai les expériences suivantes pour plus de sûreté, & elles m'oterent toute incertitude.

Je jettai de l'alkali fixe en poudre sur le sang de bœuf, je fis chauffer le mélange, il s'en fit une dissolution, & la couleur ne fut point altérée. Pour en dégager le fer, je tentai la voye des doubles combinaisons, le vitriol bleu me sembla la matiere la plus convenable à cette épreuve; & ce fut celle dont je me servis. En effet, lorsque j'eus étendu dans l'eau tous ces corps pour faciliter leur réaction, à peine eus-je versé le vitriol bleu, que la liqueur se troubla, qu'elle perdit sa couleur, sa transparence, qu'elle devint noire & fit de l'encre.

Add.

Je fis aussi une combinaison plus simple; ce fut une dissolution de ce vitriol bleu avec une de ce même sang, & le résultat ne fut pas moins démonstratif; ce mélange se troubla, devint opaque, & lorsque je l'eus filtré, la liqueur dont le cuivre avoit été précipité par le fer, se trouva verte. Le filtre démontra la même vérité d'une autre maniere; le cuivre resté dessus avec le magma sanguin qui s'y déposa, conservant son éclat, ainsi qu'il lui arrive lorsqu'il est chassé par le fer, présenta au jour une surface brune, luisante, métallique & dont l'aspect seul étoit démonstratif.

Add.

Ces tentatives sur l'art de dégager le fer du sang m'ayant réussi, je les répérai de la même maniere sur le fiel; & par les changemens que sa couleur éprouva, de même que par la précipitation du métal de la liqueur vitriolique, j'eus des preuves certaines que le fer est aussi

Add.

la



la cause matérielle de sa couleur, ainsi que de toutes celles que l'on remarque dans nos humeurs, & que la bile (c) est essentielle pour la composition du sang rouge. Mais je dois avertir que les phénomènes sont moins frappans avec la bile qu'avec le sang, plus lents à paroître, & que j'ai laissé le mélange quelque tems en digestion, avant que de me décider.

**Add.** Ces expériences des doubles combinaisons étant si aisées & si lumineuses; je ne m'en tins pas aux matières colorées animales; je les fis aussi sur celles des végétaux, où l'on soupçonnoit de même la présence du fer: je pris des fleurs dont les couleurs simples, mais primitives, pouvoient faire loi pour toutes les autres, j'en exprimai le suc coloré; je l'érendis dans l'eau, & aussitôt que la dissolution du vitriol bleu y fut versée & dissoute, la liqueur se décomposa, changea de couleur, & laissa le cuivre avec le marc sur le filtre, comme il arrive au sang: en sorte qu'on ne peut douter que le fer (d) ne soit la source du coloris de tous les êtres organisés.

**Add.** Quoique le cuivre qui reste sur le filtre dans toutes ces épreuves, soit assez apparent par son seul éclat métallique; on peut le reconnoître encore en l'extraisant par les menstrues (e) qui lui sont propres: & c'est le complément de la démonstration du fer dans ces corps colorés, puisque le vitriol bleu ne se décomposeroit pas sans lui.

Comme les observations microscopiques n'ont jetté que de l'erreur dans la partie colorante du sang, par la même raison, je dois négliger la description minutieuse de ces parties rameuses, fibreuses & flosculeuses.

(c) Il suit de là que la bile est une lympe unie à une partie extractive, & de plus, par les choses précédentes, que la fermentation en est la cause efficiente, puisqu'elle est produite par les suites de la digestion.

(d) Il est inutile de remarquer que le fer lui-même doit son coloris aux phlogistiques.

(e) Suivant le menstrue dont on se sert, on voit naître des couleurs nouvelles d'une beauté si éclatante & si fine qu'elle étouffe le spectateur: il est facile à ceux qui sont chymistes de le trouver.



culeufes, dont le détail qu'on a si soigneusement fait, d'après de pareilles observations, n'est propre qu'à obscurcir la véritable composition du sang. Il est clair que le microscope n'est qu'un auxiliaire de l'oeil, dont le secours augmente le pouvoir de l'organe; mais qui, pour étendre ses bornes, ne les rend point infinies, & ne peut lui faire discerner ces molécules invisibles & incommensurables, dont l'aggrégation forme les corps. En conséquence je passe aux substances que l'analyse peut y observer, qui sont au nombre de deux: l'une est ce principe volatil d'une odeur fade, dont l'émanation est si considérable, à ce que prétendent quelques Physiciens, que son poids en diminue considérablement. L'autre est cette matière coagulable qui est la base de sa composition, dont la nature est si manifestement muqueuse, soit par les caillots qu'elle forme en se refroidissant, soit par toutes ses propriétés dans les diverses voyes de l'analyse, que je ne crois pas devoir insister là dessus. On fait que Mr. Maquer, dans la distillation du sang dont il donne les détails dans ses Elémens de Chymie pratique, a obtenu de ce corps les mêmes principes; lui a vu suivre le même ordre dans sa décomposition, que dans celle de toute autre matière animale: & tout le confirme, jusqu'à la remarque qu'il ajoute concernant la manipulation: car il conseille de mettre du verre pilé pour obvier au danger du gonflement extrême qui arrive alors: circonstance qui est particulière aux corps muqueux.

Il en est de même de la voye des combinaisons, surtout de celle qui se fait avec l'alkali fixe en poudre, à peu près à égales parties: le mélange mis sur le feu dans une fiole, se liquéfie & se confond; & lorsqu'on le laisse refroidir, se coagule en une masse tremblante, précisément comme fait la gelée. La partie colorante ne change pas autrement dans cette expérience; seulement elle pâlit dans le milieu, & prend un rouge plus vif aux points de la surface où la chaleur est forte.

(Add.)

On a dit que le sang contenoit une huile, mais je n'en ai jamais pu observer, & je crois que, pour en appercevoir, au moins dans

G

le





le sang parfait, il faut le détruire, ou regarder aussi le corps muqueux comme une espece d'huile.

A l'égard de l'acide, dont on a fait le sujet d'une question si longtems débattue, je n'en sçauois parler ni la discuter encore, tant elle est frivole sous le point de vue qu'on l'examine; car on ne demande point si le sang a un acide tout développé, ce qui sans doute seroit important; mais on recherche simplement s'il en contient après la distillation: d'ailleurs l'Auteur moderne qui a penché pour l'affirmative, l'a sans doute tout à fait décidée, quoiqu'il n'ait pas remarqué si le sang dont il s'est servi étoit parfait.

Il suit des connoissances positives que nous avons établies sur le sang; que c'est un surcomposé de muqueux animal, d'une matiere colorante, extractive, & d'une partie odorante: que tout le changement causé au chyle par la circulation est d'être si fortement atténué, que les principes du muqueux reçoivent des molécules onctueuses une accrécion inséparable, & les parties colorantes bilieuses une altération qui les exaltent.

(Add.)

En perdant de vue le sang, la lympe est la premiere des humeurs où s'arrêtent les regards; elle semble même, suivant les Physiologistes, n'être que le sang lui-même, introduit dans un nouveau genre de vaisseaux: & suivant ce système il seroit inutile de s'y arrêter, puisque le sang une fois connu, la lympe qui ne seroit que le sang même plus divisé, ne sçauroit être par cela seul d'une autre nature: mais je ne crois pas ce système fondé: la lympe me paroît différer essentiellement du sang; elle me semble le produit d'une véritable sécrétion; en conséquence je crois devoir, avant que d'en parler, établir quelques généralités préliminaires sur les sécrétions elles-mêmes, & ce sera ensuite la premiere dont je traiterai.

Des



*Des sécrétions.*

La nature, par le moyen de la digestion, crée des substances bien étonnantes; une humeur lymphatique qui s'organise à volonté: un principe subtil qui semble être l'esprit même, tant il s'unit intimement aux facultés de l'ame; & surtout cette vapeur fécondante qui, réunissant avec elle toutes les forces créatrices, les douces sympathies, les passions délicieuses, la vie même, assure la pérennité de l'ouvrage par les attraits du plaisir. Mais ces substances sont confondues; & l'art sublime qui les sépare, est aussi difficile à suivre que l'art qui les produit.

Jusqu'ici la Physiologie, en considérant le sang comme le réservoir de tous les humeurs, a cherché vainement, par divers systèmes, de trouver dans les mouvemens compliqués de la circulation, les agens nécessaires des sécrétions: elle a emprunté les secours de la Méchanique, de la Géométrie & de tout ce qu'embrace le Physicomathématique; mais les démonstrations de ces sciences triomphantes ne sont lumineuses que lorsqu'elles tirent des conséquences d'un principe vrai; & celui de la Physiologie ne l'étant pas, elle n'a enfanté que des chimères. Nous avons prouvé que le sang n'est point un fluide si hétérogène; qu'il n'est composé que du corps muqueux uni à une partie colorante qui ne le quitte point, parce qu'elle est soluble dans les mêmes menstrues que lui, & d'un principe vaporeux: ainsi le sang ne peut être la source des sécrétions où ces principes n'entrent pas; il peut l'être seulement de celles dont il est composé: & en conséquence, tous les systèmes fondés sur cette supposition s'éroulent avec elle.

Mais d'ailleurs, une foule d'animaux, & tous les individus du regne végétal, quoique privés d'un sang bouillant, & n'ayant pour moteur circulatoire, que la force qui cause l'ascension des liqueurs dans les tuyaux capillaires, aidée des oscillations de la chaleur, n'en ont pas moins une quantité de sécrétions parfaites: ainsi tout enga-



ge à leur chercher une autre origine, une origine moins particulière, & qui dépende d'une construction qui soit commune à tous les êtres organisés. C'est à quoi, ce me semble, les considérations physiologiques conduisent naturellement.

En suivant avec attention la dissection d'un corps, on remarque un tissu cellulaire uniforme, qui embrasse, qui lie tout, qui est le bloc où la tige nerveuse, introduisant & distribuant ses rameaux, a creusé tous les organes: on voit qu'en rapprochant quelques lames de ce tissu par son premier développement, il les a changées en membranes, & que par un épanouissement plus varié, ces membranes elles-mêmes ont formé une glande, un muscle, même un des sens, ou toute autre partie; mais cependant, sans empêcher que la trame où serpente ce système de nerfs, ne soit toujours celluleuse, perméable, absorbante, & pleines d'interstices, dont la communication ménage partout une introduction, & un réceptacle, à toutes sortes de fluides. C'est ce que démontrent ces enflures monstrueuses & bizarres, qui occupent toute la machine: comme ce gonflement élastique, aérien, qu'on nomme Emphyème; cette bouffissure pâteuse, molle, sereuse, qu'on nomme Oedème, hydropisie; & même l'embonpoint adipeux lorsqu'il est excessif.

Si je ne me trompe, c'est par une suite de cette construction, que les cellules du tissu cellulaire sont nécessairement le réservoir commun des humeurs, & la source des diverses sécrétions; car les tegumens qui couvrent & contiennent les parties internes, étant d'un tissu beaucoup plus serré, & d'une température bien inégale, à cause de la fraîcheur que leur communique l'atmosphère; ils condensent & renvoient les vapeurs de toute espèce, qui s'en élèvent sans cesse, dans les lames plus lâches du tissu intermédiaire adipeux, où les autres fluides qui s'y trouvent, se combinent avec elles suivant les loix des rapports chymiques; & forment les matériaux des divers humeurs.



meurs. C'est de ces lieux ensuite, que, par le jeu & l'action contractile des viscères, s'influant & se séparant partout, en raison de leur nature, & de la difficulté des obstacles, ces matériaux arrivent ébauchés aux organes sécrétoires, qui achevent leur préparation. Cette voye est douce, simple, elle peut être universelle; car tous les êtres organisés ont un tissu cellulaire: & elle doit être aussi, ce me semble, celle de la nature.

Si l'on demande d'où vient tant d'irrégularité dans les sécrétions des animaux; d'où vient que la bile & le sang passent quelquefois par les pores de la sueur, par les conduits des larmes, & par les canaux du lait: qu'un saisissement détermine l'humeur & la transpiration vers les lacunes des intestins, & qu'une évacuation quelconque est tout à coup supprimée? il me paroît que la réponse est des plus simples, que cela vient de la double expansion du nerf, de celle qui donne à toutes les parties une irritabilité commune, qui les rend chacune participantes de l'affection que ressent une d'elles, & de ce second épanouissement nerveux dont le tact est unique, ainsi que la forme; qui donne à chaque organe une façon de sentir & d'agir particulière, d'où il devient un véritable sens, & en conséquence un ministre, qui peut quelquefois se refuser au service de sa fonction: c'est de là que, lorsqu'une commotion, ou qu'une passion violente resserre les pores aspirans & leur donne une tension qui ne permet plus à l'humeur sécrétoire de pénétrer, cette humeur renvoyée, au moyen de la grande communication des cellules du tissu cellulaire, dans d'autres émunctoires moins roidis, toute l'économie animale est troublée.

C'est aussi de là que lorsque le filtre est averti agréablement par l'imagination, la sécrétion part même avant le tems de sa fonction: comme la salive qui jaillit dans la bouche à la vue d'un aliment désiré; ou comme ce fluide dont l'expression est plus attestée encore par sa présence voluptueuse: les larmes se font sentir aussi d'une façon invincible,

G 3

Mais



Mais ces particularités du règne animal n'empêchent point que les mysteres des sécrétions ne s'accomplissent dans les cellules du tissu cellulaire, comme dans le règne le plus insensible, & même dans celles de la grande machine, dans les cavernes du globe : car les vapeurs de l'atmosphère que les montagnes condensent & retiennent dans leurs antres, pour en former les sources, *mutatis mutandis*, font l'image de ce qui se passe dans toute la Nature.

#### *De la lympe.*

L'être qui anime le système nerveux, démontre la vie naissante, du point glutineux qui organise, en aspirant, la lympe où il nage. On observe dans l'œuf, que les premiers degrés de l'accroissement de l'embryon se font aux dépens de la lympe qui l'environne : on observe que les solides de l'animal en acquièrent tout leur accroissement, & conséquemment, que l'état intermédiaire en dépend de même. La lympe se mêle aussi à toutes les sécrétions, elle est le liquide essentiel, le suc parfait pour la nutrition, l'humeur glutu-gélatineuse animalisée d'une façon exquise. Comment se forme-t-elle?

La Physiologie moderne la tire du sang, elle la confond même avec le sang, elle n'y voit que des différences accidentelles, & croit le prouver par l'Anatomie ; mais, si l'on a découvert les vaisseaux qui la rapportent lorsqu'elle est filtrée, il me paroît qu'on ne connoit point ceux qui la filtrent, & que, lorsqu'on les a vus comme une subdivision d'artères, où le sang par un cours continu, dégénere en lympe, on a vu des chimères. Tous les observateurs séduits par l'agréable système de Loewenhoek, disent que, dès que la série des vaisseaux artériels est parvenue au point de former des globules blancs, cette subdivision est telle, que le sang se change en lympe, & que les vaisseaux qui la charrient, sont alors des vaisseaux lymphatiques : c'est encore d'après ces idées, qu'on dit, que les vaisseaux lymphatiques sont enflammés, lorsque le sang rouge passe & circule, où il ne paroît que du sang blanc.



blanc. Mais il est évident que cette lympe prétendue n'est que du sang, & que les vaisseaux qui la conduisent, ne sont que des artérioles, où il souffre une grande division; il est évident que le sang rouge, quelque décoloré qu'il soit par la séparation de ses globules, tient toujours en dissolution une matière extractive ferrugineuse, comme je l'ai prouvé; & que la lympe parfaite, telle qu'elle est dans la salive n'en contient point. D'ailleurs, qu'on fasse subir aux molécules de la lympe exquise toutes les réunions & séparations possibles, jamais elle ne changera de couleur, & jamais elle ne perdre sa transparence, quel que soit le canal qu'elle parcourt: on la voit aussi limpide que l'eau de roche dans le réservoir de Pecquet, dans les conduits valvulaires qui y aboutissent, & même dans les hydatides où elle est en stase.

En partant d'après ces faits, peut-on donc regarder la lympe comme le même fluide qui sort & rentre sans cesse des artères dans les veines? N'est-ce pas une méprise des physiologistes? Et, dès qu'on observe dans ces liquides des différences si essentielles, ne doit-on pas chercher des pores aspirans, & quelque organe préparatoire, au lieu d'artérioles lymphatiques? Il me semble que l'Anatomie même l'inspire, & que l'appareil seul des réservoirs où elle est mise en dépôt, annonce une sécrétion: car elle ne rentre dans la masse du sang qu'après quelques stations, comme les humeurs récrémentielles; & ne se rend au réservoir de Pecquet, qu'après s'être arrêtée en divers endroits, comme dans les glandes inguinales, dans les axillaires, & dans celle des plis du coude. Mais où donc la lympe prend-elle naissance?

Pour bien répondre à cette question, je crois nécessaire de développer auparavant la formation du lait; car, lorsque l'origine d'une humeur aussi hétérogène aura achevé de détruire la source chimérique où l'on puise les sécrétions; qu'on aura vu que le sang n'y est qu'accessoire, & qu'il ne peut y contribuer que par la vapeur qui en émane: non seulement l'origine de la lympe deviendra sensible, mais

encore

encore celle de toutes les autres sécrétions, selon que j'ai tâché de le faire entendre dans l'esquisse antécédente.

*Du lait.*

Le dernier développement du système nerveux s'opere à l'âge de puberté; ses derniers efforts sont de caractériser & de rendre aussi complet qu'il est possible, tout ce qui tient aux organes de la génération. Ce dernier des sens est celui qui sert essentiellement à la nature; elle en fait son chef-d'oeuvre. Chez les femmes les mammelles s'élevent; un amas de houpes nerveuses rendues saillantes au mammelon, donnent à ces parties une sensibilité exquise; des faisceaux de nerfs se distribuent aussi dans ces réservoirs laiteux, dans ces follicules dont l'ordre le dispute par la régularité à la forme extérieure; & dans tous ces changemens, le tissu cellulaire est la partie souffrante: ses lames sont écartées, rapprochées, relâchées, elles s'organisent sous les nerfs; & dès-lors les cellules de ce tissu communiquent librement avec celles des autres parties; les molécules graisseuses s'y frayent une route, elles y circulent & donnent aux seins en s'y arrêtant cette agréable hémisphéricité qu'on y admire; vers ce même tems une irritation inconnue s'y fait sentir, une foible sérosité suinte de l'aréole, & lorsque le tissu cellulaire restue de sucs, comme après l'accouchement, l'effusion du lait ne dépend plus que de quelque sucçement; il ne faut pour ainsi dire que presser le tissu, pour que le lait jaillisse.

D'après ces circonstances du tissu cellulaire, si sensiblement essentielles à la naissance du lait; on pourroit déjà décider que ces cellules en font le réservoir, & que les vaisseaux sanguins n'y sont qu'accessoires; mais il est encore tant de cas dont les exemples ne sont pas moins frappans, qu'on ne sçauroit s'y refuser: tel est celui qu'on a tous les jours sous les yeux, & toujours avec grande surprise, de l'enfant allaité, dont la nourrice exprime du lait à volonté, quoiqu'évidemment ses seins ne soyent pas alors des glandes galactophores; mais seule-

Add.

ment



ment un tissu cellulaire lâche & pléthorique: tels sont encore tous ceux qu'on trouve dans les relations avérées, & si peu crues parce qu'elles sont regardées comme extraordinaires; d'hommes dont le sein a donné du lait, qui auroient pu nourrir, s'ils ne l'ont pas fait, & de femmes qui en ont perdu par des lieux singuliers, comme par la cuisse, ou quelqu'autre extrémité.

Tel est même celui des fluxions qui suppurent après une bonne coction; car le plus louable n'est qu'une espèce de lait, selon la juste & lumineuse comparaison d'un excellent Observateur (f). Add.

Mais, pour le démontrer complètement, pour lever jusqu'au moindre doute, il faut considérer le lait lui-même, & comparer sa composition à celle du sang; car sa disparité force de recourir à une autre origine.

Le lait, ainsi qu'il est connu de tout le monde, se sépare de lui-même, en trois substances très distinctes: l'une est cette huile opaque, qui surnage, qu'on nomme la crème, qu'il est si facile d'enlever; l'autre est cette liqueur muqueuse qu'on reconnoit en la caillant, dont on fait le fromage, & la troisième est le serum, où est noyé ce corps salin qu'on cristallise par l'évaporation du phlegme qui le tenoit en dissolution, & qu'on appelle du nom de sucre de lait. Add.

Or je prie qu'on se rappelle la décomposition spontanée du sang, de ses caillors qui se résolvent entièrement en liqueur séreuse, où l'on ne distingue qu'une substance muqueuse unie à une partie colorante; & je demande s'il est possible de vouloir ensuite en tirer par quelque filtration une huile, & un corps salin cristallisable.

De plus le lait dans sa distillation ne fournit point d'alkali volatil, & le sang fait le contraire. II

(f) Mr. Petit de l'Académie Royale des Sciences, qui fait tant d'honneur à l'humanité & à la République des lettres.

Il faut donc nécessairement que le lait n'en provienne pas, & comme il ne reste d'autre ressource pour sa production, que de le tirer des humeurs qui occupent les cellules du tissu cellulaire, que d'ailleurs cela s'accorde avec toutes les observations; il suit évidemment que ces cellules sont les lieux, les seuls lieux où il puisse se former, & où ces diverses substances puissent subir cette combinaison; légère, si opposée aux effets de la circulation.

C'est en partant de là, que s'expliquent comme d'elles mêmes, une foule de singularités concernant le lait: on n'est plus étonné de ce qu'il conserve tout le caractère des aliments qui l'ont produit, de ce qu'il varie chez les vaches, autant que les herbes qu'elles broutent; de ce que certaines plantes à fleurs jaunes, telles que la luzerne, donne une crème dont le beurre est si haut en couleur, & bien d'autres phénomènes pareils; car les molécules alimentaires qui entrent dans la composition du lait, se ressentent encore de leur origine, parce qu'elles ne sont pas dénaturées par la circulation.

De même, la différence de la moëlle avec la graisse, dont la cause n'a pas été remarquée, n'est qu'une suite fort simple de leur origine. La graisse sans cesse rafraîchie par les molécules grasses des aliments, doit acquérir le caractère des huiles végétales; & la moëlle au contraire, qui n'est renouvelée que par la vapeur, qui peut pénétrer à travers les lames du réseau osseux où elle est déposée, & un peu sans doute par les membranes des vaisseaux mêmes qui y pénètrent, doit conserver toute sa nature animale.

On n'est plus surpris des malheureuses suites de la fièvre critique, que se causent les femmes qui se font passer leur lait; de ces dépôts affreux, de ces maladies putrides, & des morts cruelles dont la plupart sont victimes: un mélange aussi hétérogène que le lait, lorsqu'il est détourné à contre-tems, des canaux par où il devoit s'écouler, & qui peut parcourir une infinité de lieux, puisque les cellules où il suinte, communiquent toutes; doit naturellement se décompo-

se.

Add.





ser, se porter par metastase aux endroits les plus foibles, les plus délicats, qui présentent le moins d'obstacles, ce qui est ordinairement quelque organe intéressant; & là par son altération, causer tous les ravages qu'on observe.

Mais, s'il est démontré que le lait est formé par la combinaison des humeurs, qui vont & viennent dans les cellules du tissu cellulaire, il ne faut plus qu'un pas pour y trouver aussi le trésor, d'où la nature tire la lymphe & les autres sécrétions; car le lait seul, dans son analyse spontanée, les présente toutes: il est évident que la crème n'est qu'une espece de graisse, le caséux qu'une espece de mucus, de lymphe; & le serum, qu'un sucre uni au corps salin: il n'est que les esprits qui paroissent venir d'ailleurs, & qui méritent un éclaircissement plus circonstancié.

Add.

#### *Des esprits animaux.*

On parle de plusieurs sortes d'esprits; les uns, dit-on, sont moteurs, les autres animaux, les autres nerveux: mais on les distingue plus par des mots, que par des différences positives: & il est en effet très difficile de les connoître.

Il me paroît que leur nature est originaiement une, qu'ils s'élévent de la fermentation dans le tems que la matiere alimentaire se digere depuis l'estomac jusqu'au coecum; qu'ils reçoivent dans la circulation du sang, l'élaboration qui les perfectionne; & que de là ils se modifient ensuite aussi diversément que les organes où ils pénètrent, peuvent eux-mêmes être modifiés.

Ces esprits souffrans, par l'intermede du sang, les efforts d'une action rapide, mille & mille fois répétée; le froissement d'un liquide, dont le cours est brisé, interrompu à chaque instant par la subdivision & le retrécissement de ses conduits; s'échauffent, s'atténuent, se subliment & s'exhalent, lorsqu'il est ralenti dans le pletonnement de quelque labyrinthe glanduleux. Ce sont ces esprits alors

H 2

assez

assez puissans pour caractériser l'animal par leur odeur, & de plus la source de tous les autres, qu'il faudroit désigner, à ce qu'il me semble, par le nom d'esprits animaux: les autres tiroient leurs dénominations des lieux où ils se trouvent.

On voit que si le sang n'est plus ce cahos d'humeurs, d'où sortent toutes les sécrétions; il est cependant par cette nouvelle fonction, quoique plus simple & plus bornée, d'un usage non moins important: embrasé par la circulation, il sublime, dans les lieux où il est retardé, les vapeurs pleines de feu dont il est l'intermede, & anime toute la machine: c'est par là que dans les anfractuosités infinies du cerveau, l'humeur qui s'écoule entre le tissu des nerfs, acquiert cette qualité spiritueuse, qui donne la vie végétative aux parties, & que dans les replis prodigieux de l'organe de la génération, le sperme s'empreint d'une vapeur qui en fait toute la vertu.

Add.

J'avoue que je ne comprends rien à la nature de ces esprits moteurs, qui, véhicules du sentiment & de la volonté, en égalent la célérité, quelque presté qu'elle soit: ils semblent être l'esprit du feu même, comme dans les regards étincelans de certains animaux; & paroissent avoir quelque affinité avec la chaleur, le fluide électrique, & tout ce qui est de nature étherée.

Les autres esprits plus grossiers & plus matériels, sont aussi plus reconnoissables: tel est l'esprit nerveux, que tant de miasmes, de virus, d'exhalaisons, & même les menstrues ordinaires, comme l'alkali fixe, ont le pouvoir d'attaquer. Peut-être n'est-ce qu'une lympe phosphorique: car les lieux où il naît, doivent lui donner pour base quelque humeur lymphatique, comme la grande variété d'odeurs qu'il fait sentir dans le court espace de temps qu'il met à parcourir toute sa fermentation, semble aussi le démontrer; & pour la substance phosphorique, je me fonde sur l'observation si souvent attestée, des viandes noctiluques, sur celle des étincelles dites électriques, qu'on tire du dos d'un chat en le frottant; ces



les encore d'une chemise secouée brusquement dès qu'on la quitte, & enfin cette destruction urineuse qu'en fait l'alkali fixe.

*Conclusion.*

Le but essentiel des demandes de l'Académie étoit de déterminer, d'une façon précise, la substance qui se convertit en sucs animaux, parmi toutes celles qui composent les alimens. Nous espérons en être venu à bout, & par les démonstrations de l'analyse, & par les considérations physiologiques; car, si nous avons prouvé par nos observations, que cette substance est encore sensiblement de nature muqueuse, lors même qu'elle est animalisée: de même par la description des phénomènes de la digestion, nous en avons fait remarquer constamment la nécessité jusqu'à la fin. Puisqu'aucune autre substance, prise seule, ne pourroit fournir par sa fermentation, des huiles, des esprits si divers, & tous ces liquides hétérogènes qui inondent le tissu cellulaire.

Quant aux autres vues qui ne sont qu'accessoires & dépendantes de cette première explication, nous croyons y satisfaire, en ne les traitant que comme de simples conséquences du principe dont nous avons résolu le nœud. Ainsi, pour discerner du premier coup d'œil quels corps peuvent nourrir, & fournir, après quelques préparations, des ressources précieuses dans des occasions pressantes: il est clair qu'il ne faut s'arrêter, que sur les muqueux; & que tous peuvent le faire depuis le plus pur, tel qu'est le sucre, jusqu'au plus altéré, comme la colle forte. Et en effet les animaux ne vivent souvent que de fruits doux, de substances toutes saccharines, & quelquefois aussi de viandes bouillies, exprimées, qui ne sont plus que des cuirs glutineux dont tout l'esprit est extrait.

On voit de même aisément, que, suivant la nature de la partie altérante, suivant sa cohérence & son atténuation, la digestion sera plus ou moins facile; aussi l'on digère au mieux les fruits délicats & fondans,



dans, qui ne sont chargés que d'une legere matiere extractive; on digere moins bien ces fruits huileux dont la combinaison est cependant foible, comme les amandes emulsives; & qu'avec un travail penible ceux dont la tenacité est aussi forte que permanente (g), comme le sont les semences des légumineux du genre des feves & des haricots.

Il est de même évident que les alimens exquis seront ceux qui sont les plus analogues à nos humeurs, telles que les chairs encore palpitantes, dont aucune force réactive n'a dissipé les esprits. C'est sans doute par une raison contraire que les Caffres qui ne vivent que de viandes corrompues, ne parcourent que la moitié de la carrière, dont tous les autres peuples atteignent également les bornes: car le même corps substantiel est la base de tous leurs alimens, & le vice des parties étrangères qui l'assaisonnent, peut seule causer d'aussi grandes différences.

L'excellence des acides préparés, sinon pour guérir les maux, du moins pour les prévenir, me semble aussi découler sensiblement de toutes les propositions précédentes; car leur affinité avec les humeurs muqueuses les rend propre à pénétrer partout; leur qualité antiputride s'oppose à la leur; & s'ils ne réintègrent pas les esprits, ils donnent toujours le tems à la nature d'en créer de nouveaux: y ils sont un Prophétique universel, s'ils ne sont pas une Panacée.

F I N.



DISSER-

(g) Comme ils ont par cette même raison l'avantage de soutenir plus longtems, ils sont sans doute la base de ces poudres mystérieuses qu'on prétend nourrir beaucoup, quoique prises en tres petite quantité.

DISSERTATION  
SUR  
LA VIS D'ARCHIMEDE

QUI A  
REMPORTÉ LE PRIX DE MATHÉMATIQUE

ADJUGÉ  
PAR L'ACADÉMIE ROYALE  
DES  
SCIENCES ET BELLES-LETTRES DE PRUSSE,

EN MDCCLXVI.

PAR  
M. JEAN FRÉDÉRIC HENNERT,  
Professeur de Mathématique à Utrecht, & Membre de la Société des Sciences  
de Harlem.

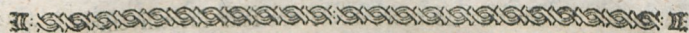
---

*Avec une Piece qui a concouru.*

DEVISE:

*Onus quod leve fertur, bene fertur.*





## §. 1.

**S'**il m'étoit permis d'examiner la théorie de la Vis d'Archimede par les principes de la Statique, je pourrois m'en rapporter au Mémoire de Mr. *Pitot*, inféré dans ceux de l'Académie des Sciences de Paris de l'année 1736. Il ne s'agiroit plus que d'appliquer la théorie aux expériences. Mais, depuis que l'illustre Mr. *Euler* a enrichi la Méchanique d'une nouvelle branche, concernant les machines en mouvement; depuis que ce sublime Geomètre a développé par le secours des plus hautes Mathématiques, les vrais principes hydrauliques, & qu'il les a appliqués avec un art & une adresse admirable aux Machines: il n'est guères permis aux Mathématiciens de nos jours de borner leurs recherches mécaniques à la simple Statique. La Statique nous montre les Machines dans l'inaction. Elle nous fait connoître les momens de forces requis pour tenir les puissances en repos. Les résultats des recherches sur les Machines, considérées en équilibre ou en mouvement, diffèrent en effet considérablement, surtout quant-aux Machines hydrauliques. Nos recherches sur la vis d'Archimede en fournissent une preuve bien convaincante. Une Machine en équilibre ne produisant encore aucun effet, il est évident qu'il faut des forces internes & externes pour la mettre en mouvement. J'entends par forces internes, toutes les forces qui se déduisent de la nature de chaque mouvement en particulier, par la seule Géométrie. Toutes les autres forces, je les appelle externes. Elles dépendent ordinairement de quelque loix physiques des corps. Telles sont la gravité, la compression de l'eau, dans la plupart des Machines hydrauliques.

§. 2. Si je parlois à des lecteurs moins instruits, il ne leur seroit peut-être pas, désagréable de lire en abrégé les progrès, que  
I les



les grands Géomètres de notre siècle ont faits successivement pour perfectionner la théorie des Machines hydrauliques, & surtout la théorie des corps fluides, agités par le mouvement de rotation. Mais, comme parmi l'illustre Société, à laquelle j'ai l'honneur d'adresser ce discours, se trouve un savant Membre, qui a le plus contribué à ces théories, on regarderoit l'histoire des progrès dans cette belle matière, comme très déplacée. Qu'il me soit permis de dire en deux mots, que Mr. *Jean Bernoulli*, le pere des Geomètres de nos jours, a frayé le chemin par la solution du probleme, de déterminer le mouvement d'un corps mù sur un plan incliné, lorsque le plan incliné a reçu un mouvement progressif. Ce problème a été plus généralement résolu par Mr. *Clairaut*. Enfin Mr. *Euler* en a donné, dans ses opuscules, une solution applicable à tout cas. Presque dans le même tems, Mrs. *Euler*, & *D. Bernoulli*, ont examiné le choc de deux corps quelconques, lorsque la direction du choc ne passe pas par les centres de gravité des corps. Il en doit alors résulter un mouvement de rotation. Mr. *D. Bernoulli* a ensuite donné des principes généraux du mouvement d'un corps dans un tuyau mobile autour d'un point fixe. Mais personne que Mr. *Euler* n'a fait voir l'utilité de la théorie des corps solides & fluides, entraînés par le mouvement de rotation. Cet illustre savant a découvert les vraies propriétés des corps qui tournent, ayant établi des principes, par lesquels on peut juger du mouvement, & surtout de la situation, des axes des corps qui tournent. Dans son excellent ouvrage de la science navale, dans son mémoire sur la précession des équinoxes, dans ses recherches sur les Machines hydrauliques de Mrs. *Segner*, de *Mour* & sur la Vis d'Archimède &c. se trouvent des preuves incontestables de la fécondité de sa théorie. Il a enfin plus particulièrement détaillé dans le sixieme Tome des nouveaux Commentaires de *Petersbourg*, la théorie des fluides mus dans des tuyaux mobiles autour d'un axe fixe. Le grand *D'Alembert* a de même fait usage des principes du mouvement de





de rotation dans ses savantes recherches sur la précession des équinoxes.

§. 3. Voilà donc ces chef-d'œuvres, où j'ai du puiser les matériaux de mon mémoire. Car qui ne voit pas au premier coup d'oeil, que l'eau monte dans la vis d'Archimede en vertu du mouvement de rotation? Je me dispenserai donc d'entrer dans le détail des principes du mouvement de rotation, dont je me suis servi, m'en rapportant aux ouvrages que je viens de citer. Si cependant ma dissertation avoit le bonheur de plaire à l'illustre Académie, j'y voudrois volontiers ajouter les éclairciffemens en faveur du public.

§. 4. Avant que d'entrer en matiere, je vais exposer la construction & les propriétés de l'hélice, qui environne le cylindre de la Vis d'Archimede. L'hélice s'éleve depuis la base jusqu'à l'extrémité du cylindre. Soit ABGF un cylindre, sur la hauteur duquel on a erigé la perpendiculaire AD, qui égale un certain nombre de circonferences de la base AB. Qu'on tire la ligne FD, alors enveloppant le triangle FAD autour du cylindre, l'hypothénuse FD tracera l'hélice sur le corps du cylindre. Soit  $a$  le rayon de la base,  $1:\pi$  le rapport du diametre à la circonferéce,  $c$  la hauteur de la vis AF; que  $n$  exprime le nombre des circonferences de la base, qu'égale la ligne AD; soit  $\varphi$  l'angle FDA, qui est l'angle de l'inclinaison de l'hélice avec la base du cylindre, on aura donc  $AD = 2na\pi$ , &  $c = 2na\pi \operatorname{tang} \varphi$ , où  $\frac{c}{2na\pi} = \operatorname{tang} \varphi$ . Soit AL, la circonferéce de la base, & AE la distance d'une circonvolution de l'hélice à l'autre, on aura  $AE = 2a\pi \operatorname{tang} \varphi$ .

§. 5. La longueur de l'hélice égale à l'hypothénuse FD  $= 2na\pi \sec. \varphi = \frac{c}{\sin \varphi}$ , & la longueur d'une circonvolution de l'hélice sera  $= 2a\varphi \sec. \varphi$ . Soit  $h^2$  l'amplitude de l'hélice, &  $m$ ,  
I 2 pesant

pefant un pié cube d'eau, on aura  $\frac{m h^2 c}{\sin \Phi}$  pour la quantité d'eau, dont la vis est chargée. Si l'on prend un arc quelconque  $AM = A = Aa$  &  $AZ$  pour la perpendiculaire ou ordonnée de l'arc  $AZ$  de l'hélice, on aura  $AZ = MZ$ , &  $AZ = \frac{A}{\cos \Phi}$  &  $ZM = A \tan \Phi$ .

§. 6. Comme  $AL$  ou  $AB: Ae = Aa$ , ou  $AM:AZ$  ou  $ZM$ , on déterminera moyennant cette proportion tous les points de l'hélice pour l'ordonnée  $ZM = \frac{A b}{\pi a}$ , posant  $b =$  un pas d'hélice  $Ae$ . Il paroît par cette équation, si  $A$  égale la circonférence  $2 a \pi$ , alors  $Ae = 2 b = 2 HB$ .

§. 7. Pour connoître la nature de l'hélice, lorsque le cylindre est incliné, nous tirerons par le point la ligne  $AI$  parallèle à l'horizon. Soit  $\epsilon$  l'angle de l'inclinaison de la base avec l'horizon  $= IAB$ . Nous avons trouvé que l'ordonnée  $ZM = \frac{Ac}{\pi a}$ , appellant  $x = CP$ , on aura  $A = \int \frac{a dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)}}$  partant  $ZM = \frac{b}{\pi} \int \frac{dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)}}$  dont on prendra la seconde différence pour déterminer le point de rebroussement, on aura  $-\frac{x dx^2}{(a^2 - x^2)^{\frac{3}{2}}} = 0$ , ce qui donne  $x = 0$ : d'ou l'on voit, que le point de rebroussement répond à l'ordonnée  $CQ$  tirée du centre de la base.

§. 8. Considérant que l'hélice a un point de rebroussement, & que d'ailleurs les ordonnées, à cause de l'inclinaison de la vis, doivent d'un côté croître & de l'autre côté décroître, on sera porté à chercher les

les

les plus grandes & les plus petites ordonnées. Dans cette vue, j'abaissai les perpendiculaires RS, ZV sur l'horizon, il est clair que  $RS = RO + OS$ , de même que  $ZV = ZT + TV$ . Mais abaissant les perpendiculaires RL, ZN, sur le diamètre de la base, on aura  $RS = A \operatorname{tang} \phi \operatorname{cosec} \theta + (a + x) \sin \theta$ . Mais, à cause de  $A = -\int \frac{a dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)}}$  on aura  $d.RS = -\frac{a dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)}} + \sin \theta dx = 0$ , d'où l'on deduit  $x = \pm a \frac{\sqrt{(\sin \theta^2 - \sin \phi^2)}}{\sin \theta \operatorname{cosec} \theta}$ . D'où il s'ensuit

1) qu'il y aura deux ordonnées RS pour le *maximum*, & l'autre ZV pour le *minimum*, 2) que les points R & S sont à égale hauteur sur l'horizon, en sorte que, la vis étant arrêtée, l'eau se mettra au niveau, remplissant l'arc compris entre S & R: cet arc se peut appeller *Hydrophore*. 3) Il faut qu'il soit  $\sin \theta > \sin \phi$ , c'est à dire, l'angle de l'hélice avec la base doit être plus petit que l'angle que la base fait avec l'horizon.

§. 9. Nous allons résoudre plusieurs problèmes, dont la solution nous menera à la théorie de la Vis d'Archimede. Nous n'avons eu pour but que de résoudre les questions précisément relatives à la pratique. C'est pourquoi nous avons passé sous silence un nombre de problèmes, qui ont un rapport plus éloigné de la pratique. Nous avons pris ces mesures avec d'autant plus de raison, que nous proposerons un nombre d'expériences suffisant pour vérifier notre théorie.

### PROBLEME I.

§. 10. Trouver les forces que l'eau en mouvement exerce dans la vis, étant données les dimensions de la machine & la vitesse de rotation.

Fig. ●

### SOLUTION.

La vis peut être considérée comme un tuyau à double courbure, qui tourne autour de l'axe CL. Ainsi, pour examiner le mou-

vement de l'eau dans la vis, il faudra le décomposer selon les directions des trois ordonnées CP, PM, MZ ou  $x, y, z$ . La vis ne peut être mise en mouvement que de A vers B, pour que l'eau monte. Soit l'arc AE =  $a$ , parcouru par la vitesse de rotation  $\sqrt{k}$ , dans le même tems  $t$ , où l'eau aura monté le long de l'arc EZ = S avec la vitesse  $\sqrt{u}$ . Si l'eau se mouvoit dans le tuyau circulaire BEA, elle n'exerceroit que les forces selon CM, & Mm, perpendiculaire à CM. Mais, parce que l'eau monte sur l'élément Zz, il est nécessaire de rapporter le mouvement selon Mm, ou Zy, à la direction EZ. Parce que CM est perpendiculaire sur Mm, la force selon CM n'affectera pas le mouvement selon Mm. Ainsi nous ne chercherons que la force selon Mm, qui dépend des forces sollicitantes CP, PM. Le grand principe des mouvemens accélérés nous fournira les expressions des forces accélératrices, CP, PM, ZM, favoir

$$\text{Force CP} = \frac{2ddx}{dt^2}, \text{ Force PM} = \frac{2ddy}{dt^2}, \text{ Force ZM} = \frac{2ddz}{dt^2}.$$

Qu'on abaisse du point Z la perpendiculaire ZM, qui se trouve dans la surface du cylindre, & qu'on pose l'arc EM = A, on aura

$$AM = a - A, \text{ donc } x = a \cos \frac{a-A}{a}, y = a \sin \frac{a-A}{a}, \text{ pre-}$$

nant  $a$  pour le rayon de la base du cylindre. Soit  $\phi$  = l'angle de l'inclinaison de l'hélice avec la base, donc  $Z = A \tan \phi$  §. 4. Puisque

$$dx = -(da - dA) \sin \frac{a-A}{a}, \text{ \& } dy = (da - dA) \cos \frac{a-A}{a},$$

$$\text{on aura } ddx = -\frac{(da - dA)^2}{a} \cos \frac{a-A}{a} - d.(da - dA) \sin \frac{a-A}{a},$$

$$\text{\& } ddy = -\frac{(da - dA)^2}{a} \sin \frac{a-A}{a} + d.(da - dA) \cos \frac{a-A}{a}.$$

Ensuite



Ensuite  $ddZ = ddA \cdot \text{rang. } \phi$ . Substituant ces valeurs dans les équations précédentes, on aura

$$\text{force accél. CP} = -\frac{2}{dt^2} \left( \frac{(d\alpha - dA)^2}{a} \cos \frac{\alpha - A}{a} + d.(d\alpha - dA) \sin \frac{\alpha - A}{a} \right)$$

$$\text{force accél. PM} = \frac{2}{dt^2} \left( -\frac{(d\alpha - dA)^2}{a} \sin \frac{\alpha - A}{a} + d.(d\alpha - dA) \cos \frac{\alpha - A}{a} \right)$$

$$\text{force accél. MZ} = \frac{2 d d A \cdot \text{rang. } \phi}{dt^2}$$

La force selon  $Mm$  résulte des forces CP, PM, elle sera donc  
 $= \text{force CP} \cdot \sin \frac{\alpha - A}{a} - \text{force PM} \cdot \cos \frac{\alpha - A}{a} = -\frac{2}{dt^2} (d.(d\alpha - dA))$

Il reste à déterminer le mouvement de l'eau selon  $Zz$ . La force qui produit le mouvement selon  $Zz$ , dépend des forces ZM,  $Zy$ , ou  $Mm$ , en sorte que la force accélératrice  $Zz$  sera  $= \text{force } Mm \cdot \cos \phi$   
 $+ \text{force ZM} \cdot \sin \phi = -\frac{2 \cos \phi}{dt^2} d.(d\alpha - dA) + \frac{2 \sin \phi}{dt^2} ddA \cdot \sin \gamma \phi$   
 $= \frac{2}{dt^2} \cos \phi (d.(dA - d\alpha \cdot \cos \phi)^2)$ .

### PROBLEME 2.

§. II. Trouver la force accélératrice de l'eau selon  $ZZ$ , qui résulte de sa pesanteur.

### SOLUTION.

Abaisant la perpendiculaire  $Ab$ , qui représente la direction de la pesanteur de l'eau, on décomposera  $Ab = 1$ , selon les directions  $bC$ ,  $CA$ , donc  $bC = \cos \epsilon$ , &  $bA = \sin \epsilon$ . La force résultante de la gravité selon  $Mm = \sin \theta \sin \frac{\alpha - A}{a}$ , ainsi réduisant,

comme



comme auparavant, §. 9. les forces  $Mm$  &  $bC$ , selon  $Zz$ , on aura la force accél. de la gravité de l'eau selon  $Zz = +$  force  $Mm \cos \varphi$   
 — force  $G.C. \sin \varphi = \sin \theta \sin \frac{a-A}{a} \cos \varphi - \cos \theta. \sin \varphi.$

PROBLÈME 3.

§. 12. Trouver le moment de résistance de l'eau, qu'elle oppose au mouvement de rotation, la vis étant remplie d'eau.

SOLUTION.

Cherchons d'abord la pression de l'eau sur les parois de la vis, qui se fait perpendiculairement sur la vis dans la direction  $ZT$ . Cette pression dépend évidemment des forces de la gravité de l'eau selon  $Zy$  &  $ZM$ , en sorte que cette pression sera  $=$  grav.  $ZM \cos \varphi$   
 $+ \text{grav. } Zy \sin \varphi. = \cos \theta. \cos \varphi. + \sin \theta. \sin \varphi. \sin \frac{a-A}{a}.$  §. 10.

Il sera maintenant facile de déterminer la résistance que la pression de l'eau oppose au mouvement de rotation selon  $Zy$  ou  $Mm$ , car on n'aura qu'à réduire la pression trouvée à la direction  $Zy$ : partant la résistance de l'eau opposée au mouvement de rotation sera  $=$  pression de l'eau  $ZT \sin \varphi = \cos \theta. \sin \varphi \cos \varphi + \sin \theta \sin \varphi^2 \sin \frac{a-A}{a}.$

Pour trouver le moment de cette résistance, on la multipliera par la masse d'eau  $\frac{m h^2 dA}{\cos \varphi}$  & par le rayon  $a$ . §. 4. Ce produit sera

$a m h^2 \left( \cos \theta \sin \varphi + \sin \theta \sin \varphi \operatorname{tang} \varphi \sin \frac{a-A}{a} \right) dA$   
 dont l'intégrale donnera le moment cherché  $=$

$a m h^2 \left( \cos \theta \sin \varphi. A + \sin \theta \sin \varphi. \operatorname{tang} \varphi \cos \frac{a-A}{a} \right) + C,$   
 posant la vitesse de rotation, ou  $\omega$  constante. Pour trouver la constante  $C$ ,

te C, il faut poser  $A = 0$ , car alors le moment de la résistance sera nul: donc le moment cherché =

$$amh^2 \left( \cos\theta \sin\phi . A + a \sin\theta \sin\phi \operatorname{tang}\phi \left( \cos\frac{\alpha-\Lambda}{a} - \cos\frac{\alpha}{a} \right) \right).$$

Pour avoir le moment de la résistance entière, lorsque la vis est remplie d'eau, il faut remarquer qu'alors  $A = \frac{c \cos\phi}{\sin\phi}$ , §. 4. Soit le moment de rotation  $Rr$ , on aura  $Rr =$

$$amh^2 \left( c \cdot \cos\theta \cdot \cos\phi + a \sin\theta \sin\phi \cdot \operatorname{tang}\phi \left( \frac{\cos\alpha - c \cos\phi}{a} - \frac{\cos\alpha}{a} \right) \right).$$

COROLLAIRE.

§. 13. Il faut donc en sorte disposer le moment de rotation  $Rr$ , qu'il surpasse le moment de la résistance de l'eau, plus les momens de frottement & d'inertie des parties de la Machine, autrement elle ne prendra pas du mouvement. Soient  $Ff$ ,  $Ii$ , les momens de frottement & d'inertie, par conséquent  $Rr$  doit être plus grand que  $amh^2 \left( c \cdot \cos\theta \cdot \cos\phi + a \sin\theta \sin\phi \operatorname{tang}\phi \left( \cos\frac{\alpha - c \cos\phi}{a} - \cos\frac{\alpha}{a} \right) \right) + Ff + Ii$ . Mais, quand le mouvement sera devenu uniforme, ces deux quantités s'égalent.

PROBLEME 4.

§. 14. *Trouver l'état de la compression de l'eau dans la Vis d'Archimede.*

SOLUTION.

La compression de l'eau à chaque point  $Z$ , d'un tuyau rempli d'eau peut être évalué par la hauteur  $p$ , à laquelle l'eau monteroit si l'on faisoit une ouverture en  $Z$ . Partant la compression de l'eau en  $Z$  sera  $h^2 p$ , & au point  $z$  elle sera  $(p + dp)h^2$ , elle doit donc être  $h^2 dp$  le long de l'élément  $Zz$ , si l'on divise la force de compression

K

$h^2 dp$



$h^2 dp$  par le volume d'eau  $\frac{h^2 dA}{\cos \Phi}$ , on aura la force accélératrice

$= \frac{\cos \Phi \cdot dp}{d^2 A}$ , le long de l'élément  $Zz$ . Mais nous avons trouvé

que la force interne qui produit le mouvement de l'eau selon  $Zz$  est

$= -\frac{2 \cos \Phi}{dt^2} d.(da - dA) + \frac{2 \sin \Phi}{d \cdot 2} \operatorname{tang} \Phi \cdot ddA$ . §. 9. Or les

forces de compression & de gravité selon  $Zz$  sont opposées à la force interne selon  $Zz$ , en conséquence de quoi, nous obtiendrons l'équation suivante

$= -\frac{2 \cos \Phi}{dt^2} d.(da - dA) + \frac{2 \sin \Phi}{d \cdot 2} \operatorname{tang} \Phi \cdot ddA =$

$= -\frac{\cos \Phi \cdot dp}{dA} + \sin \theta \cos \Phi \cdot \sin \frac{a-A}{a} - \cos \theta \sin \Phi$ . §. 10. Pour

intégrer cette équation, je la multiplierai par  $da - dA$ , & j'aurai

pour intégrale savoir,  $= -\frac{\cos \Phi}{dt^2} (da - dA)^2 + \frac{2 \sin \Phi^2}{dt^2 \cos \Phi} \int (da \cdot ddA - \frac{dA^2}{2})$

$= -\int \frac{\cos \Phi \cdot dp \cdot da}{dA} + p \cdot \cos \Phi - a \sin \theta \cos \Phi \cdot \sin \frac{a-A}{a} - \cos \theta \cdot \sin \Phi \cdot (a-A) + C$ .

Il faut déduire la constante  $C$  des circonstances du mouvement, comme je le ferai voir dans le problème suivant.

### PROBLEME 5.

§. 15. Déterminer la vitesse avec laquelle l'eau sort de la Vis.

#### SOLUTION.

Afin de déterminer la vitesse de l'eau, nous n'aurons qu'à débarrasser de la quantité  $p$ , l'équation du problème précédent. Je remarque d'abord que la compression de l'eau  $p$  est nulle à l'ouverture  $O$ , où l'eau se dégorge. Ce cas nous fournira la constante  $C$ ; posant

$A = \frac{a \cdot \cos \Phi}{\sin \Phi}$ . §. 4. on mettra  $p = 0$ . Soient  $\sqrt{k}$ ,  $\sqrt{v}$ , les vitesses

de





de rotation & de l'eau, donc  $da = dt\sqrt{k}$ ,  $dS = dt\sqrt{v}$ . donc

$dA = dt \cos\phi \sqrt{v}$ . §. 9. Ainsi  $\frac{\sqrt{k}}{\sqrt{v}} = \frac{\cos\phi \cdot da}{dA}$ . Posons pour l'en-

droit O, que  $\frac{c\phi}{dt^2} \cdot (da - dA)^2 = M$ , &  $\frac{2\sin\phi^2}{c\phi dt^2} \cdot (f \cdot da \cdot dA - \frac{dA^2}{2}) = N$ ,

on aura  $C = M + N + a \sin\theta \cdot \cos\phi \cdot \cos \frac{a - c \cos\phi}{a} + \cos\theta \cdot \sin\phi \cdot (a - c \cdot \cos\phi)$ .

Ainsi l'équation du probleme précédent se changera en celle - ci

$-\frac{\cos\phi}{dt^2} \cdot (da - dA)^2 + \frac{2\sin\phi^2}{\cos\phi dt^2} \cdot (f \cdot da \cdot dA - \frac{dA^2}{2}) = -\frac{c\phi dp da}{dA} + p \cdot \cos\phi$

$-a \sin\theta \cos\phi \cos \frac{a - A}{a} - \cos\theta \sin\phi \cdot (a - A) - M + N + a \sin\theta \cos\phi \cdot \cos \frac{a - c \cdot \cos\phi}{a}$

$+ \cos\theta \cdot \sin\phi \cdot (a - c \cdot \cos\phi)$ . Mais en bas de la vis en E, la com-

pression de l'eau égale la hauteur de l'eau au-dessus de E, moins la

hauteur  $v$ , due à la vitesse, avec laquelle l'eau entre en E. Soit  $h =$  hau-

teur de l'eau au dessus du point B, ainsi  $h - a \sin\theta$  sera la hauteur de

l'eau au dessus du centre de la base. Si le point E se trouve au des-

sus de  $90^\circ$ , il faut, soustraire de  $h - a \sin\theta$  la quantité  $a \sin\theta \cos \frac{a}{a}$ .

Mais, si le point E se trouve au dessous de  $90^\circ$ , on ajoutera

$a \sin\theta \cos \frac{a}{a}$ , pour avoir la hauteur de l'eau au dessus de E.

Ainsi la compression de l'eau en E sera  $h - a \sin\theta \mp a \sin\theta \cos \frac{a}{a} - v = p$ .

Parce que, au bout de quelque tems, le mouvement dans les machines

devient uniforme, on pourra supposer  $\sqrt{v}$  constante; c'est pourquoi  $p$

sera aussi une quantité constante pour le point E. On aura donc

$\int \frac{\cos\phi dp da}{dA} = \int \frac{dp \sqrt{k}}{\sqrt{v}} = \frac{p \sqrt{k}}{\sqrt{v}} = \left( h - a \sin\theta \mp a \sin\theta \cos \frac{a}{a} - v \right) \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{v}}$ .

De plus, l'arc A sera nul au point E, ainsi  $dA$  &  $ddA = 0$ , partant



$$-\frac{\cos\phi}{dt^2} (da - dA)^2 = -\frac{\cos\phi}{dt^2} (d\alpha)^2 = -\cos\phi \cdot k \quad \&$$

$$\frac{2 \sin\phi^2}{\cos\phi dt^2} + (fd\alpha d dA - \frac{dA^2}{2} = 0. \quad \text{Parce que les termes}$$

M, N, se rapportent au point O, de plus que la vitesse de l'eau est supposée uniforme, on obtiendra  $M = -\cos\phi \cdot (\sqrt{k} - \cos\phi \sqrt{v})^2$  &  $N = 2 \sin\phi^2 \sqrt{kv} - \cos\phi \cdot \sin\phi^2 \cdot v$ . Ainsi la dernière équation

se changera en celle-ci  $-k \cos\phi = -\left(h - a \sin\theta \mp a \sin\theta \cos\frac{\alpha}{a} - v\right) \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{v}}$

$$+ \left(h - a \sin\theta \mp a \sin\theta \cos\frac{\alpha}{a} - v\right) \cos\phi - a \sin\theta \cos\phi \cos\frac{\alpha}{a} - \cos\phi \cdot \sqrt{(k - \cos\phi \sqrt{v})^2}$$

$$+ 2 \sin\phi^2 \sqrt{kv} - \cos\phi \cdot \sin\phi^2 v + a \sin\theta \cdot \cos\phi \cdot \cos\frac{\alpha - c \cos\phi}{a} + \cos\phi \cdot \sin\phi (a - c \cos\phi),$$

ou bien, ordonnant les termes selon les dimensions de  $\sqrt{v}$ , on aura

$$v^{\frac{3}{2}} - \frac{3 v \sqrt{k}}{2 \cos\phi}$$

$$+ \left(c \cos\theta - h + a \sin\theta \pm a \sin\theta \cos\frac{\alpha}{a} + a \sin\theta \cdot \cos\frac{\alpha}{a} - a \sin\theta \cos\frac{\alpha - c \cos\phi}{a} - \cos\theta \cdot \text{rang}\phi \cdot \alpha\right) \frac{\sqrt{v}}{2}$$

$$+ \left(h - a \sin\theta \mp a \sin\theta \cos\frac{\alpha}{a}\right) \frac{\sqrt{k}}{2 \cos\phi} = 0.$$

Je suppose  $\frac{3\sqrt{k}}{2 \cos\phi} = \beta$ ,  $c \cdot \cos\theta - h + a \sin\theta$

$$\frac{a \sin\theta \cos\frac{\alpha}{a} + a \sin\theta \cos\frac{\alpha}{a} - a \sin\theta \cos\frac{\alpha - c \cos\phi}{a} - \cos\theta \cdot \text{rang}\phi \cdot \alpha}{2} = \gamma,$$

$$\& \left(h - a \sin\theta \mp a \sin\theta \cos\frac{\alpha}{a}\right) \frac{\sqrt{k}}{2 \cos\phi} = \delta. \quad \text{Ensuite je pose}$$

posera  $\sqrt{v} = y + \frac{\beta}{3}$ ; l'équation transformée sera  
 $y^3 + (\gamma - \frac{1}{3}\beta^2)y + \delta - \frac{2}{27}\beta^3 + \frac{\beta\gamma}{3} = 0$ . Comme  $\gamma$   
 sera toujours plus grand que  $\frac{1}{3}\beta^2$ , il est constant que cette équation  
 aura une racine réelle & deux imaginaires. La Règle de Cardan  
 fournit  $\sqrt{v} =$

$$\sqrt[3]{\left(-\frac{1}{2}\left(\delta - \frac{2}{27}\beta^3 + \frac{\beta\gamma}{3}\right) + \sqrt{\left(\frac{\left(\gamma - \frac{1}{3}\beta^2\right)^3}{27} + \frac{\left(\delta - \frac{2}{27}\beta^3 + \frac{\beta\gamma}{3}\right)^2}{4}\right)}\right)} \\
- \sqrt[3]{\left(\left(\delta - \frac{2}{27}\beta^3 + \frac{\beta\gamma}{3}\right)\frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{\left(\delta - \frac{2}{27}\beta^3 + \frac{\beta\gamma}{3}\right)^2}{4} + \frac{\left(\gamma - \frac{1}{3}\beta^2\right)^3}{27}\right)}\right)} + \frac{\beta}{3},$$

ce qu'il faut multiplier par 160, pour avoir la vitesse en pieds par se-  
 condes. Il est facile de voir que la valeur de  $y$  sera négative, mais  
 encore celle de la vitesse de l'eau ou de  $\sqrt{v}$  sera toujours négative,  
 parce que  $\frac{\epsilon}{3}$  est fort petit. Pour peu qu'on réfléchisse sur le mouve-  
 ment de l'eau dans la vis d'Archimède, on ne sera pas surpris de ce que  
 nous avons trouvé la vitesse de l'eau négative. On conviendra plu-  
 tôt que la chose doit être telle. Car l'eau entre dans la vis en mon-  
 tant, & elle sort en descendant; or la descente & l'ascension sont des  
 mouvemens en sens contraire. Mais cette opposition des mouve-  
 mens s'exprime par les signes + & -.

### PROBLEME 6.

§. 16. Trouver la quantité d'eau, que la vis d'Archimède  
 fournit dans un tems donné.

K 3

SOLU.



## SOLUTION.

Il est constant, que la quantité d'eau, que fournit un canal ou un tuyau, égale le produit de l'amplitude du tuyau par la vitesse de l'eau, dans un tems donné. Cependant il ne suffit pas d'estimer ainsi la dépense de la vis d'Archimede. Il ne s'ensuit pas, de ce que la vis a donné  $h^2vu$  pieds cubes d'eau dans une seconde, qu'elle fournira  $mh^2vu$  pieds d'eau en  $m$  secondes, (désignant l'amplitude de l'hélice par  $h^2$ ). Car il est à remarquer que l'écoulement de la vis n'est pas continu. Il est visible, que l'eau ne sortira plus, lorsque l'extrémité de l'hélice commence à remonter, après avoir parcouru le demi-cercle. Cependant la vis cesse de dégorger l'eau avant que d'avoir achevé le demi-tour. On l'a remarqué, & je l'ai aussi observé, que la vis finissoit plus tard de donner de l'eau, lorsque elle va plus vite. On a pu très exactement faire cette observation sur les vis d'Archimede, dont on s'est servi en Hollande, & dont je parlerai après. Chaque vis est garnie de trois hélices, dont les ouvertures sont à  $120^\circ$  l'une de l'autre. Tantôt une hélice cessoit de donner de l'eau, lorsque la suivante commençoit à verser de l'eau. Tantôt l'une finissoit de couler, lorsque la suivante n'avoit pas encore commencé à dégorger. D'où il paroît que, dans le premier cas, la dépense d'eau est exactement les deux tiers de la dépense entiere que donne le calcul pour la vis, lorsqu'elle auroit coulé sans interruption. Dans l'autre cas, la quantité d'eau est moindre que les deux tiers de la dépense entiere, que la vis auroit fourni, si elle donnoit de l'eau pendant une révolution entiere. N'ayant pu trouver rien de satisfaisant sur ce sujet, j'ai eu recours à l'expérience, conformément aux conditions du Programme de l'illustre Académie. J'ai trouvé, lorsque la vis décrit par seconde un arc moindre que  $90^\circ$ , qu'il faut prendre les  $\frac{1}{3}$  de l'action entiere, supposant que l'eau cesse de sortir, quand l'hélice aura décrit un arc de  $100^\circ$ . Lorsque la vis décrit par seconde un arc plus grand que  $90^\circ$ , mais moindre que  $120^\circ$ ,



il ne faudra' employer que la  $\frac{2}{3}$  partie. Lorsque la vis parcourt un arc plus grand que  $120^\circ$ , il faut prendre le tiers de l'action entiere. Enfin, si la vis décrit un arc plus grand que  $140^\circ$ , ce sera la  $\frac{1}{3}$  partie: ou qu'on prenne plutôt les deux tiers du résultat des calculs pour toutes les expériences. Les remarques que nous venons de faire sont très importantes pour la théorie de cette machine. Elles ont échappé aux Méchaniciens. Cependant elles ne laissent pas que de rendre la théorie un peu incertaine. On verra par les expériences, combien notre théorie approche du vrai, & que nos estimations sont suffisantes pour la pratique.

R E M A R Q U E.

§. 17. La vis d'Archimede a été longtems employée en Hollande pour mettre à sec les prairies. La vis est adaptée à un moulin à vent, & elle est couchée presque horizontalement. Lorsqu'on employe ces Machines, appellées, *Waater-Moolen*, pour entretenir à sec les prairies, l'eau qu'on épuise, se jette dans des fossés ou des canaux, creusés aux environs des prairies. Il n'est pas alors nécessaire de porter l'eau à une grande hauteur. Il suffit que la vis dégorge une assez grande quantité d'eau. Mais, quand il s'agit de lécher de grands terrains qui sont sous l'eau à plusieurs pieds, comme les terrains d'où on a pris les tourbes, il faut en même tems porter l'eau à une hauteur considérable, pour qu'elle se jette enfin dans quelque riviere ou lac. Alors les *Waatermoolen* ne sont plus d'aucune utilité. On se sert dans ces occasions des moulins à épuiser (*Sheprad-moolen*). Ces moulins ne peuvent porter l'eau tout au plus qu'à une hauteur de quatre piés. Lorsque l'eau doit être conduite à une hauteur de seize piés, comme dans l'entreprise faite dernièrement dans la Seigneurie de *Hazerswoude*, près de *Leide*, on devoit employer quatre de ces moulins, dont l'un fournit l'autre jusqu'au dernier. Il seroit donc avantageux de mettre en usage une machine,



machine, qui monte l'eau à une hauteur double ou triple, & qui en même tems épuise une quantité considérable d'eau.

§. 18. Environ vers l'année 1754. quelques constructeurs de Moulin imaginerent de donner à la vis une plus grande élévation, qu'elle n'a dans les *Waater-moolen*. On fixa l'inclinaison à 60°. Peut-être avoit-on appris que Mr. *D. Bernpulli* avoit trouvé le *maximum* de cette machine pour un angle de 60°. Nous en parlerons dans la suite. De cette maniere on a rendu la vis d'Archimede plus propre à épuiser l'eau pour une plus grande hauteur. Mais, si d'un côté on gagna par la hauteur, on perdit de l'autre la quantité considerable d'eau qu'épuisent les *Shepyadmoolen*. Ce point divisé encore les sentimens des savans & des artistes. Les inventeurs des moulins à vis, (*Vyzel-moolen*) communiquèrent leur projet au célèbre Professeur *Lulofs*, qui, charmé de cette decouverte, tâcha de faire mettre ces Machines en exécution. Sans les recherches de ce savant si zélé pour le bien de sa patrie, les moulins à vis seroient entièrement tombés dans l'oubli, comme bien d'autres belles inventions. Les meuniers artisans s'élevèrent contre la vis d'Archimede parce qu'elle étoit à l'avantage du public, mais à leur désavantage. Malgré tout cela, on est venu à bout de construire quelques moulins à vis.

§. 19. Pour comparer les produits à épuiser & à vis, on a nommé des Commissaires, qu'on a divisé en deux bandes. Pour ne pas entrer dans un détail de la maniere dont ces expériences ont été prises, il suffit de savoir qu'on a creusé des canaux, qui aboutissoient aux moulins. On observa le tems dans lequel l'un & l'autre moulin épuisoient l'eau à une certaine hauteur, ou dans lequel ils remplirent le canal. Le moulin à vis avoit quatre ailes, dont la volée étoit de 84 pieds. La longueur de chaque aile est de 39 pieds, 8 pouces. La plus grande largeur de 7 pieds, 7 pouces. L'arbre des ailes porte une roue à champ, garnie de 57 dents, dans cette roue en-  
graine



graine dans une roue horizontale de 51 dents, qui fait tourner un arbre vertical. Le bout de cet arbre porte aussi une roue garnie de 63 dents, dans lesquelles engrainent les lanternes, que portent les essieux des vis. Il y a trois vis, dont les lanternes prennent dans la roue inférieure de l'arbre vertical. Chaque lanterne a 49 fuseaux. Ainsi chaque vis fera à très peu près un tour & demi, pendant que les ailes ne feront qu'un tour. Nous distinguerons les trois vis selon leur situation, savoir la vis du Nord, du milieu, du Sud. Chaque vis est garnie de trois hélices, dont les ouvertures carrées sont à égales distances l'une de l'autre. Les essieux des vis sont carrés ayant 16 pouces de diamètre. L'ouverture des hélices de la vis du Nord a 1, 36 pieds carrés, celle du milieu 1, 46, & celle du Sud 1, 41 pieds carrés. Les rayons des cylindres des trois vis sont comme 35, 37, 36 pouces. La distance d'une spire à l'autre est comme 23, 22, 24 pouces. Ainsi les angles  $\phi$ , sont de  $11^\circ, 55'$ ;  $14^\circ, 42'$ ;  $11^\circ, 54'$ . L'angle  $\theta$  est de  $30^\circ$ . La longueur des vis est de 14, 5 pieds & elles étoient à peu près à 4 pieds sous l'eau: donc  $h = 4$ . Les Commissaires ont marqué le tems pendant lequel le moulin a travaillé, & la quantité d'eau fournie dans ce tems, de même que le nombre des révolutions des ailes du moulin. Parce que la vitesse de rotation peut être supposée uniforme, je l'ai mesurée par les parties de la circonférence du cylindre parcourues dans une seconde: ainsi  $\omega = \sqrt{60k}$ . La cinquième colonne de la table suivante donne le résultat du calcul, ou la quantité d'eau dans une minute, en pieds cubes. Il faut se souvenir que chaque vis a trois hélices, c'est pourquoi il faut multiplier le terme  $h^2 \sqrt{v}$  par 3. La 3<sup>me</sup> colonne renferme les réductions, conformément à ce qui a été dit §. 15. Pour cet effet on trouvera dans la troisième colonne les arcs  $\omega$ , que décrit la vis dans une seconde.

§. 20. Je vais d'abord indiquer les expériences qui ont été faites depuis le mois de Juillet jusqu'au mois d'Août. La seconde colonne ren-

L

ferme



ferme les vitesses de rotation de la vis en pieds & la troisieme contient la quantité d'eau en pieds cubes par minute.

Expériences faites avec la vis du Nord.

1	2	3	4	5	
2, 5	4, 04	4, 48	4, 61	5, 96	La quatrième rangée marque le tems en minutes pendant lequel l'expérience a été prise.
101	182 $\frac{3}{4}$	226	196	273	
9	78 $\frac{1}{2}$	49	25 $\frac{1}{4}$	57 $\frac{1}{2}$	

Expériences faites avec la vis du milieu.

6	7	8	9	10	11
4, 16	4, 30	4, 59	5, 73	6, 84	7, 00
196	217	226	294	326	352
34	55	51	36	15 $\frac{3}{4}$	44

Expériences faites avec la vis du Sud.

12	13
6, 53	7, 4
364	380
43	13 $\frac{3}{4}$

Expériences faites avec les vis du Nord & du milieu.

14
4, 5
4, 64
412
14 $\frac{1}{4}$

Expériences faites avec les vis du milieu & du Sud.

15
6, 52
6, 35
648
22

Expériences faites avec les trois vis.

16	17
5, 06	9, 41
5, 51	0, 02
5, 20	9, 75
861	1140
15	24 $\frac{1}{2}$

Pour





Pour peu qu'on examine ces expériences, on s'appercvra qu'elles ne pourront être également employées pour confirmer notre théorie. Je remarque d'abord que plusieurs expériences doivent être entièrement rejetées, parce qu'elles donnent des résultats contradictoires. Telles sont la troisieme & quatrieme expérience, car la vitesse de rotation n'est que d'un  $\frac{1}{10}$  de pied plus grande que celle de la troisieme expérience, & cependant la quatrieme expérience fournit 30 pieds cubes d'eau au moins. Dans la dixieme & onzieme expérience, les vitesses de rotation différent à peu près d'un  $\frac{1}{2}$  de pied: cependant les résultats des deux expériences différent de 26 pieds cubes, ce qui est beaucoup trop à l'égard des expériences. C'est pourquoi j'ai choisi la quatrieme & onzieme expérience, ayant rejeté la troisieme, & la dixieme. Je remarque en second lieu, que les expériences qui ont été faites dans un plus grand espace de tems, sont à préférer, parce que les erreurs se compensent mieux, & se partagent en moindres parties sur le tout. De plus, le mouvement dans une machine ne devient uniforme qu'après un certain tems, tel que nous avons supposé le mouvement. Par ces raisons nous rejettons la premiere, quatrieme, dixieme, treizieme, quatorzieme, seizieme expérience. La seconde est la meilleure de toutes elle a duré plus d'une heure. Elle doit servir de pierre de touche à notre théorie. Aussi s'accorde-t-elle parfaitement bien avec nos expériences. Voici la Table dont il a été fait mention dans l'article précédent.

Expér.	Vitesse de rotation par 1" en pieds.	Vitesse de l'eau par 1".	Angles de rotation ou $\frac{a}{a}$	Résultats de la théorie pour une minute.	Théorie réduite selon ces.	Refultats des expériences.	Différences.	Noms des Vis.	
2	4, 10	1, 12	81°	273	182	181	1	Vis du Nord.	
3	4, 95	1, 63	98° 30'	386	258	227	31		
5	5, 93	2, 17	117°	529	353	273	80		
7	4, 50	1, 56	79°	406	271	217	54	Vis du Milieu.	
8	4, 60	1, 39	85° 30'	365	243	228	25		
9	6, 94	1, 85	108°	487	325	294	31		
11	7, 00	2, 48	130°	659	430	356	74	Vis du Sud.	
12	6, 59	2, 60	124°	557	371	367	4		
15	6, 52 6, 35	1, 94 2, 25	121° 30'	500 568 1068	712	648	64 fait 32 pour chaque Vis.		Vis du Milieu & du Sud.
17	9, 46 10, 00 9, 77	4, 42 4, 34 4, 17	187° 15'	720 757 706 2183	1453	1140	313 donné 104 pour chaque Vis.	Les trois Vis.	

§. 21. Pour faire voir le parfait accord de la théorie avec l'expérience, nous remarquerons plusieurs choses. 1) Parmi les dix expériences que nous avons choisies, il n'y en a que deux, sçavoir la cinquième & septième qui s'écartent beaucoup de la théorie, car les erreurs montent à une troisième & quatrième partie du produit entier. 2) Toutes les erreurs sont positives, comme cela doit être, parce que nous n'avons pas fait attention au frottement de l'eau contre les parois de l'hélice, ni à l'inertie des parties de la Machine. 3) Les erreurs dans la troisième, huitième, neuvième, quinzième expérience, ne montent



tent qu'à une neuvieme partie du produit total: cette erreur peut bien être compensée par le frottement & l'inertie. 4) La seconde & douzieme expérience s'approchent trop près de la théorie; cependant la seconde expérience, qui est préférable aux autres, prouve évidemment que notre théorie s'approche extrêmement du vrai. 5) Nous avons remarqué dans l'article 17, que la réduction faite par les  $\frac{2}{3}$  de l'action entiere n'est vraie qu'à peu près, parce que l'eau cesse de sortir avant que la vis ait parcouru un arc de  $120^\circ$ , lorsque les vitesses sont fort grandes. Si nous supposons que l'eau ne dégorge plus, la vis ayant décrit un arc de  $105^\circ$ , il faut prendre les  $\frac{7}{8}$  de l'action entiere. Dans ce cas la réduction donnera 384 pieds cubes pour la onzieme expérience, & une erreur de 28. Pour la dernière expérience, le résultat de la réduction fournit 1273, & une erreur de 133 pour les trois vis. Les erreurs ne mentent qu'à un neuvieme & dixieme du produit entier, ce qui est conforme à notre troisieme remarque. On voit donc que la réduction faite par un  $\frac{7}{8}$  ne s'écarte pas du vrai. 6) Qu'on considère que la force du vent n'est pas constante. La vitesse du courant de l'air change à chaque instant. Cependant on ne peut prendre qu'un milieu entre les nombres des tours que les ailes du moulin ont faits dans un certain tems, pour en tirer la vitesse par seconde ou par minute. Au reste, l'on ne doit pas s'attendre à une exactitude géométrique dans des expériences faites en grand. Elles sont d'une nature bien différente de celles qu'on fait dans les Cours de Physique avec des Machines bien soignées & scrupuleusement dressées. Pour peu qu'on ait de connoissance de la mécanique des arts, on ne saura qu'applaudir à l'accord de notre théorie avec l'expérience. Aussi suis-je assuré que la question proposée ne pourra être décidée que pas les Géomètres qui ont connoissance des expériences faites en Hollande, parce qu'on n'a nulle part fait des expériences si ample-ment sur la Machine en question.



§. 22. Il ne fera peut-être pas inutile de communiquer au Lecteur la méthode abrégée que j'ai suivie dans mes calculs. Je remarque d'abord que dans la valeur de  $\gamma$ , §. 15. se trouvent deux quantités égales qui se détruisent, sçavoir  $a \sin \theta \operatorname{col} \frac{a}{a}$  &  $- a \sin \theta. \operatorname{col} \frac{a - c \operatorname{col} \Phi}{a}$ , car  $c \operatorname{col} \Phi$  designe un certain nombre de circonférences de la base. §. A cause des signes ambigus, qui précèdent les termes  $a \sin \theta \operatorname{col} \frac{a}{a}$  dans les pressions de  $\beta$  & de  $\delta$ , il faut noter que les signes de ces termes seront toujours, positifs dans  $\delta$ , & négatifs dans  $\gamma$ , que  $a$  soit plus grand ou plus petit que  $90^\circ$ , mais il faut prendre  $\operatorname{col} \frac{a}{a}$  en plus, que  $a$  soit plus grand ou plus petit que  $90^\circ$ . On aura donc

$$\gamma = \frac{1}{2} (c \operatorname{col} \theta - h + a \sin \theta - a \theta \operatorname{col} \frac{a}{a} - \operatorname{col} \theta \operatorname{tang} \Phi \times a)$$

$$\& \quad \delta = \left( h - a \sin \theta + a \sin \theta \operatorname{col} \frac{a}{a} \right) \frac{\sqrt{k}}{2 \operatorname{col} \Phi}.$$

## R E M A R Q U E S

sur la maniere dont l'eau monte dans la vis d'Archimede.

§. 23. Mr. Pitot a fait des recherches sur la vis d'Archimede selon les principes de la Statique. Il prétend, qu'à chaque révolution de la vis se dégorge un arc hydrophore, §. Parce que l'eau monte & descend sur l'hélice, comme sur des plans inclinés, on peut considérer l'hélice comme des tuyaux inclinés & recourbés, qui se communiquent. Or il est constant que dans des tuyaux communiquans, l'eau se soutient à hauteurs égales: cet espace que l'eau occupe dans l'hélice, étant à hauteurs égales, s'appelle l'arc hydrophore.

Pour



Pour peu que l'on réfléchisse sur la théorie de Mr. *Pitot*, on appercevra qu'elle ne pourra avoir lieu, que pour le moment ou l'on arrête la vis. Alors l'eau doit s'arrêter à hauteurs égales dans l'hélice, pour se mettre au niveau. Mais, dès qu'on aura mis la Machine en mouvement, le niveau viendra à être troublé, en sorte que l'arc hydrophore n'entre plus en ligne de compte, quand il s'agit de rechercher le mouvement de la vis d'Archimède. Il suivroit de cette théorie que les quantités d'eau, que la vis fournit, sont en raison de la vitesse de rotation, si la vis verfoit à chaque révolution un arc hydrophore. Qu'on jette les yeux sur les expériences, on verra, combien l'expérience dément le sentiment de Mr. *Pitot*. Il s'uit de tout cela, qu'il faudra recourir à notre théorie, pour expliquer la manière dont l'eau s'élève dans la vis. Il faut avoir égard à la gravité & à la compression de l'eau, & aux forces internes: §. 1. qui dépendent de la nature du mouvement & de la courbure de l'hélice. On voit enfin, que le mouvement de rotation élève l'eau au dessus du niveau qu'elle tient dans l'arc hydrophore. Tout ceci étant rapporté à ce qui a été dit dans l'article 9, suffit pour expliquer la manière dont l'eau s'élève dans la vis d'Archimède. Notre théorie donne un lustre aux Mathématiques sublimes, sans le secours desquelles l'on n'auroit pu exécuter la vis d'Archimède, ni aucune Machine hydraulique. Dans la plupart des autres Machines les vitesses des fardeaux suivent d'assez près le rapport des bras du levier, ou le rapport réciproque des puissances. Aussi pour la recherche de ces sortes de Machines suffisent souvent les Loix de la Statique. Mais les Machines hydrauliques sont d'une nature bien différente. La vitesse de l'eau n'est pas comme en raison de la puissance de rotation, C'est pourquoi l'on ne sauroit découvrir la véritable théorie des Machines hydrauliques par la seule Statique.

§. 24. Il me reste un troisième point à discuter pour satisfaire entièrement au sujet que l'Académie a proposé. Je vais examiner la disposition la plus avantageuse de la vis d'Archimède. Cet

te



re recherche nous apprendra a connoître la disposition & le rapport des parties qui composent cette partie.

PROBLEME.

§. 25. Déterminer les conditions requises pour donner à la vis d'Archimede la plus parfaite & la plus avantageuse disposition.

SOLUTION.

Le plus grand effet qu'on attend de la vis d'Archimede consiste à porter une quantité considérable d'eau à une assez grande hauteur. Cependant il n'en faut pas conclure, que le *maximum* du produit de la hauteur de la vis multipliée par la dépense de l'eau, nous fasse connoître le plus parfait état de la Machine. On pourra par ce moyen comparer les effets de deux Machines, qui portent en tems égaux, l'eau à différentes hauteurs. Mais la dépense de l'eau considérée en elle-même ne pourra être combinée avec la hauteur à laquelle l'eau est élevé. Cette considération n'a lieu que dans les Machines destinées à élever des fardeaux, vu que les fardeaux sont des puissances mortes, qui prennent des vitesses proportionnelles aux bras de levier. Mais l'eau acquiert dans la vis des vitesses, qui ne dépendent pas uniquement de la hauteur ou de la puissance de rotation, mais de plusieurs causes ensemble, que nous avons détaillées dans les problemes précédens. Enfin la dépense de l'eau seule détermine l'effet absolu des Machines semblables à celle dont nous parlons. La solution du probleme se réduit donc à chercher le *maximum* de la dépense d'eau, c'est à dire, à déterminer les dimensions de la Machine propres à produire la plus grande dépense d'eau. Considérant l'expression de la dépense d'eau trouvée §. , on verra que les 7 élémens suivans y entrent,

- 1) Le rayon du cylindre  $a$ .
- 2) La vitesse de rotation de la vis  $g \vee k$  ou  $\alpha$ .

3) L'an-



- 3) L'angle de l'inclinaison de l'hélice avec la base, ou l'angle  $\phi$ .
- 4) L'angle de l'inclinaison de la base de la vis, ou l'angle  $\theta$ .
- 5) La longueur de la vis  $c$ .
- 6) La hauteur de l'eau  $h$ , sous laquelle se trouve la base de la vis,
- 7) L'amplitude des ouvertures de l'hélice,  $m^2$ .

Il est convenable de ne faire qu'un de ces élémens variable, pour chercher le *maximum*, & principalement pour abrégé le calcul. Or il importe le plus, que la vis élève une quantité considérable d'eau à une assez grande hauteur: c'est pourquoi j'ai pris pour variable l'angle d'inclinaison  $\theta$ , d'où dépend la hauteur de la vis à laquelle l'eau pourra être élevée. Il est vrai que l'effet de la Machine dépend beaucoup de l'angle  $\phi$ , mais nous allons le déterminer par estime, crainte de tomber dans des calculs pénibles, qui cependant ne seroient d'aucune utilité pour la pratique. Les autres élémens dépendent de la construction, de la Machine, excepté la vitesse de rotation, savoir  $\sqrt{k}$  ou  $\omega$ , laquelle n'est pas constante pour tous les cas, mais elle varie selon la force du vent. Nous poserons  $\alpha = 90^\circ$ , donc  $\cos \frac{\alpha}{a} = 0$ .

$$\text{Nous aurons donc } \beta = \frac{3\sqrt{k}}{2 \cos \phi},$$

$$\gamma = \frac{1}{3} (c \cos \theta - h + a \sin \theta - \cos \theta \operatorname{tang} \phi \cdot 90^\circ),$$

$$\delta = (h - a \sin \theta) \frac{\sqrt{k}}{2 \cos \phi} = (h - a \sin \theta) \frac{\beta}{3}.$$

$$\text{Posons } \gamma - \frac{1}{3} \beta^2 = p, \quad \& \quad \delta - \frac{2}{27} \beta^3 + \frac{\beta \gamma}{13} = q.$$

$$\text{Nous aurons } m^2 \sqrt{v} =$$

$$m^2 \left( \frac{1}{3} \beta + \sqrt[3]{\left(-\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27}\right)}\right)} \right) - \sqrt[3]{\left(+\frac{1}{2}q + \sqrt{\left(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27}\right)}\right)}.$$

Il y a deux moyens de chercher le *maximum* de cette équation compliquée, savoir de la réduire en série, ou de différentier l'équation même.

M

Le



Le premier moyen nous conduit à une série divergente, ou du moins à une série qui converge lentement. Le second moyen est sans doute préférable au premier, mais il nous donne des calculs extrêmement compliqués, qu'il faudra pourtant abrégé par des approximations. Nous nous servirons de la seconde voye. La différence de l'équation en question sera,

$$-\frac{1}{2}dq + \frac{\frac{1}{2}q dq + \frac{p^2 dp}{18}}{V(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})} = \frac{\frac{1}{2}dq + \frac{q dq + \frac{p^3 dp}{18}}{4 + \frac{p^3}{27}}}{V(\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27})}$$

$$0 = \frac{\left(-\frac{1}{2}q + V(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})\right)^{-\frac{2}{3}}}{\left(\frac{1}{2}q + V(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})\right)^{-\frac{2}{3}}}$$

Soit

$$\frac{\left[-\frac{1}{2}q + V(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})\right]^{-\frac{2}{3}}}{\left[\frac{1}{2}q + V(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})\right]^{-\frac{2}{3}}} = \left[1 - \frac{q}{V(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})}\right]^{-\frac{2}{3}} = 1 + \frac{\frac{2}{3}q}{V(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})}$$

Cette valeur étant introduite dans l'équation du *maximum*, se changera en celle-ci,

$$0 = dq + \frac{q dq}{3V(\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27})} + \frac{q^2 dq}{6} + \frac{p^2 q dp}{27} + \frac{p^3}{\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27}}$$

Pofons  $V(\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}) = \frac{1}{2}q + \frac{p^3}{27q}$ , substituant cette expression dans la dernière équation, nous aurons,

$$0 = \frac{7q^2 dq}{4} + \frac{4p^3 dq}{27} + \frac{p^2 q dp}{9}$$

Sub-





Substituant les valeurs pour  $p, q, dp, dq$  on obtiendra une équation du huitième degré pour  $\sin \theta$ . De quelque manière qu'on traite cette équation, on sera toujours fort embarrassé. C'est pourquoi j'ai essayé d'abrégé encore l'équation déduite du *maximum*. Considérant que  $q$  est toujours plus petit que  $q$ , j'ai cru pouvoir négliger le terme  $\frac{7 q^2 dq}{4}$ ; il me restera donc  $4 p dq + 3 q dp = 0$ .

$$\text{Mais } p = (c \cdot \cos \theta - h + a \sin \theta - a \cos \theta \cdot \tan \Phi)^{\frac{1}{2}} - \frac{3k}{4 \cos \Phi^2},$$

$$\& q = \left( c \cdot \cos \theta + h - a \sin \theta - a \cdot \cos \theta \tan \Phi - \frac{k}{2 \cos \Phi^2} \right) \frac{\sqrt{k}}{4 \cos \Phi},$$

$$\text{donc } dp = (a \cos \theta - c \sin \theta + a \tan \Phi \cdot \sin \theta) \frac{d\theta}{2}, \quad \&$$

$$dq = - (c \cdot \sin \theta + a \cos \theta) \frac{d\theta}{4 \cos \Phi}. \quad \text{Ces valeurs étant sub-$$

stituées, l'équation du *maximum* se changera en celle-ci

$$\begin{aligned} & (c^2 - 10 a c \tan \Phi + a^2 + 3 a^2 \tan \Phi^2) \cos \theta \cdot \sin \theta \\ & - \left( h c + \frac{21 k c}{2 \cos \Phi^2} + 3 a h \cdot \tan \Phi - \frac{3 k}{2} a \tan \Phi \right) \sin \theta \\ & - \left( a h + \frac{9 a k}{2 \cos \Phi^2} \right) \cos \theta + 4 a a \sin \theta^2 \tan \Phi + a c - a a \tan \Phi. \end{aligned}$$

Pofant A, B, C, D, E, pour les coefficients des termes respectifs & résolvant l'équation des  $\sin \theta$ , au lieu des  $\cos \theta$ ; on trouvera l'équation suivante  $(A^2 + D^2) \sin \theta^4 - 2 (BD + AC) \sin \theta^3 + (C^2 + B^2 + 2DE - A^2) \sin \theta^2 + 2(AC - BE) \sin \theta + E^2 - C^2 = 0$ . Les valeurs des coefficients pour la vis du Nord seront, sçavoir  $A = 186, 16, B = 124, C = 12, 8, D = 4, 36, E = 40, 7$ . Substituant ces coefficients, on obtiendra

$$\sin \theta^4 - 0,608, \sin \theta^3 - 0,54, \sin \theta^2 - 0,15, \sin \theta + 0,04 = 0.$$

M 2

Quand

Quand on cherche les racines de cette équation par approximation, on trouve que la plus petite, qui donne un *maximum*, fournit  $\sin \theta = 0,20000$  à peu près, donné  $\sin \theta = \sin 120$ . Cependant nous ferons voir dans l'appendix qu'il y a deux *maxima*, l'un pour l'angle de  $30^\circ$ , & l'autre pour l'angle de  $70^\circ$ . Ce qui prouve que l'équation approchée est défectueuse. Si l'on vouloit même employer

$$\text{l'équation } \frac{7q^2 dq}{4} + \frac{4p^3 dq}{9} + \frac{p^2 q dp}{9} = 0, \text{ on entreroit}$$

dans un labyrinthe de calculs, qui ne promettent rien. C'est pour cela que j'ai préféré la méthode de l'induction dans l'addition, ayant calculé pour différentes élévations de la vis, les quantités d'eau.

Par rapport à l'angle  $\phi$ , il n'est gueres faisable de déterminer cet angle par la théorie. J'ai trouvé par les calculs de ma théorie, que plus grand on suppose l'angle  $\phi$ , ou l'angle d'inclinaison de l'hélice, plus d'eau fournit la vis. Ayant supposé l'angle  $\phi$  de  $33^\circ 38'$ , en sorte que l'hélice fera quatre tours autour du cylindre, j'ai trouvé pour la seconde expérience la vitesse de l'eau 1,7 pieds par seconde, & la quantité d'eau dégorgée dans une minute est de 277 pieds cubes, au lieu de 182 pieds cubes pour une inclinaison  $\phi$  de  $11^\circ$ . D'où il s'ensuit, que la Machine en question fera le plus grand effet, lorsqu'on donne à la vis une élévation, de  $60^\circ$ , & qu'on incline l'hélice sur la base sous un angle de  $33^\circ 38'$ . La vis ayant 14,5 pieds de longueur, & une base dont le rayon est de 2,3 pieds.

§. 26. L'angle d'inclinaison de la vis fera à peu près de  $80^\circ$  pour toutes les vis, quelle que soit, leur longueur, & quelque soit le rayon de leur base. J'ai cherché pour le cas de la seconde expérience; la quantité d'eau que donnent des vis de 16 & de 12 pieds. Celle de 16 pieds fournira 176 pieds cubes, & la vis de 12 pieds donnera 216 pieds. Mais la vis de  $14\frac{1}{2}$  pieds dépense 182 pieds cubes dans une minute. D'où il paroît que les plus longues vis doivent avoir plus d'inclinaison, & que les plus petites vis en doivent avoir moins. C'est



C'est à dire, que *cos* doit répondre à un angle d'inclinaison moindre que  $90^\circ$  & plus grand que  $60^\circ$  pour les grandes & les petites vis. En effet les sinus d'inclinaison sont à peu près en raison inversé des longueurs des vis. (voyez l'Addition) Il semble donc que par hazard les constructeurs des moulins ont préféré l'angle de  $60^\circ$ . Il est vrai que les angles de  $45^\circ$  & de  $60^\circ$  sont les plus faciles à exécuter dans la pratique: & comme l'angle de  $60^\circ$  donne à la vis une plus grande élévation, il est probable qu'on a préféré cet angle. Il se pourroit qu'on leur ait indiqué cet angle, conformément à ce que Mr. *D. Bernoulli* a proposé dans son Hydrodynamique. Mais il faut avouer que Mr. *Bernoulli* n'a pas tiré cet angle de sa théorie, mais plutôt par une simple induction, qui d'ailleurs est fondée sur des principes de Statique.

§. 27. Il n'est pas avantageux de donner une trop grande vitesse de rotation à la vis. On voit, par les expériences & par la théorie, que, les produits ne sont pas de beaucoup près si grands en comparaison de ceux qu'une moindre vitesse de rotation a fournis. Pour cet effet, il nous paroît que la proportion des dents & des fuseaux des roues & des lanternes a été très sagement établie, sçavoir que la vis fait un tour & demi dans le même tems que les ailes ne font qu'un tour. Encore, pour modérer la vitesse de rotation, on a très bien fait tourner deux ou trois vis à la fois, & de garnir chaque vis de trois hélices pour augmenter la résistance que la vis oppose au mouvement de rotation. Il paroît par les expériences, qu'il ne faut faire jouer qu'une vis, lorsque la vis décrit un arc moindre que  $90^\circ$  dans une seconde; qu'on fait jouer deux vis, lorsque l'arc parcouru est moindre que  $120^\circ$ , mais plus grand que  $90^\circ$ . Enfin, si le vent est encore plus fort, on fera jouer les trois vis ensemble.

§. 28. Par la disposition que nous avons donnée à la Machine, la résistance qu'elle oppose au mouvement de rotation, est avantageu-



rageusement établie. Nous venons de voir, que le mouvement de rotation ne doit pas être trop rapide; ainsi cette résistance ne doit pas être trop foible. La résistance que l'eau oppose au mouvement de rotation, a été trouvée égale,

$$amh^2 \left( c \cos \theta \cos \phi + a \sin \theta \cos \phi \operatorname{tang} \phi \left( \frac{\cos a - c \cos \phi}{a} - \cos \frac{a}{a} \right) \right). \S. II.$$

$\equiv amh^2 c \cos \theta \cos \phi$ , parce que  $a \equiv 90^\circ$ . Mais, comme chaque vis a trois hélices, le moment de résistance sera  $3amh^2 c \cos \theta \cos \phi$ .

Parce que  $\theta \equiv 30^\circ$ , par conséquent  $\cos \theta \equiv \frac{\sqrt{3}}{2}$ , de plus

$\phi \equiv 33^\circ 38'$ , donc  $\cos \phi \equiv 0,833$ , on aura

$$amh^2 c \cos \theta \cos \phi \equiv 1,075. amh^2 c$$

ou à peu près  $amh^2 c$ , pour la résistance de l'eau opposée au mouvement de rotation, dont le moment est en raison composée du rayon, de la longueur de la vis & de l'amplitude de l'hélice, les angles  $\phi$  &  $\theta$  étant donnés. La théorie de la vis d'Archimede pourroit aussi servir à perfectionner celle des moulins à vent. Il ne s'agiroit que de calculer le moment de la force du vent sur les ailes, & le réduire à la vis. Ce moment devoit être presque égal au produit  $amh^2 c$ ; car, à cause du frottement & de l'inertie des parties de la Machine, il doit surpasser la quantité  $amh^2 c$ . Mais cette recherche nous écarteroit trop de notre but.

§. 29. Nous rassemblerons enfin toutes les maximes requises pour donner à la vis d'Archimede une plus grande perfection.

- 1) L'angle d'inclinaison de la vis avec l'horizon doit être de  $60^\circ$  pour une vis de  $14\frac{1}{2}$  de longueur; il sera plus petit pour une plus longue vis, & plus grand pour une plus petite vis.
- 2) La vis doit tout au plus faire un tour & demi, pendant que les ailes ne feront qu'un tour.

3) Cha-



- 3) Chaque vis sera garnie de trois hélices, pour fournir un écoulement continu.
- 4) Le moulin doit pour le moins faire aller deux vis.
- 5) Chaque hélice ne fera que quatre tours autour du cylindre. Il sera facile aux Mechanistes de déterminer la distance d'un tour de l'hélice à l'autre. Qu'ils prennent sur une échelle la perpendiculaire  $CB =$  à la longueur de la vis, & la base  $AB =$ , quatre fois la demi-circonférence de la base. Qu'on tire la ligne  $AC$ . Soit  $AD =$  la demi-circonférence de la base, la perpendiculaire  $ED$  donnera la distance d'un tour de l'hélice à l'autre. Fig. 3. \*
- 6) L'arbre de la vis doit avoir un petit diametre. Si le rayon est de trois pieds on donnera  $1\frac{1}{2}$  pieds de diametre à l'arbre, afin que les ouvertures des hélices puissent être assez larges.
- 7) Quand les ailes du moulin feront moins de dix tours par minute, on fera aller une vis. Lorsque les ailes tourneront moins de quatorze fois par minute, on mettra deux vis en mouvement. Enfin les trois vis joueront, quand la vitesse du vent sera encore plus grande.

§. 30. Il ne suffit pas pour l'examen d'une Machine d'établir la construction & les moyens de s'en servir; il est aussi nécessaire de savoir, si l'exécution en est facile, ou si elle est assujettie à des inconvéniens, qui rendent l'entretien trop difficile. On m'a parlé entr'autres de trois inconvéniens. L'eau dépose dans l'hélice beaucoup de saletés, qu'on ne pourra ôter à cause des détours de l'hélice. J'avoue qu'on ne sauroit entièrement remédier à cette difficulté. Cependant elle sera beaucoup moins considérable, si l'hélice fait moins de tours sur ce cylindre, car alors elle approchera davantage d'une ligne droite, &

\*) L'auteur a négligé de joindre cette figure à son mémoire, mais il est facile de se la représenter.



& elle n'aura pas tant de recoins & replis creux, dans lesquels les dépôts de l'eau se peuvent commodément loger. D'autant plus, quand les ouvertures des hélices & le volume de l'hélice seront plus amples.

On prétend, en second lieu, que l'essieu de fer du cylindre s'use en peu de tems dans la crapaudine; ce qui ne se peut guères réparer sans démonter la Machine. Mais, il faut remarquer que l'essieu de fer étant incliné sur la crapaudine horizontale, devoit naturellement produire un frottement considérable. & bientôt rendre ovale la crapaudine. Si au contraire on avoit pris la précaution d'incliner la crapaudine sous le même angle que fait la vis, en sorte que l'essieu tourneroit perpendiculairement dans la crapaudine, l'on auroit aussi remédié à cet inconvénient.

On dit, en troisieme lieu, qu'il est très difficile d'arrêter la vis, lorsque le vent cesse. La vis étant chargée d'eau retourne alors en sens contraire, & attaque ainsi rudement les parties de la Machine. Mais ce défaut ne me paroît point irrémédiable. On fait qu'en faisant une ouverture dans un tuyau rempli d'eau, qui peut tourner librement autour d'un axe, le tuyau tournera en effet en sens contraire à l'ouverture. Pour que donc la vis ne retourne pas en sens contraire, seroit-il impossible de pratiquer dans la vis, un peu au dessus du niveau de l'eau, une ouverture dans le sens contraire du mouvement, laquelle on fermeroit moyennant une valvule, ou quelque chose de semblable. Alors l'eau contenue dans la vis s'écouleroit, & il n'y auroit pas à craindre que la gelée fit crêver l'hélice.

### ADDITION.

Parce que le *maximum* de l'angle d'inclinaison de la vis d'Archimede, propre à fournir la plus grande dépense d'eau, engage à faire des calculs des plus compliqués j'ai préféré de chercher par la théorie, les angles



gles d'inclinaison, sous lesquels la vis étant disposée donne le plus d'eau. J'ai en même tems posé que l'angle  $\varphi$ , que fait l'hélice avec la base, est de  $33^{\circ} 31'$ . J'ai donc trouvé pour la seconde expérience les résultats suivans.

Si l'angle  $\theta$ , ou l'angle que la base fait avec l'horizon, est de  $10^{\circ}$ , la quantité d'eau fournie dans une minute est de 215 pieds cubes

$\sin \theta = 20^{\circ}$ ,	_____	215
$\sin \theta = 30^{\circ}$ ,	_____	227
$\sin \theta = 40^{\circ}$ ,	_____	191
$\sin \theta = 50^{\circ}$ ,	_____	186
$\sin \theta = 60^{\circ}$ ,	_____	134
$\sin \theta = 70^{\circ}$ ,	_____	253

Si la vis étoit inclinée à  $80^{\circ}$ , elle auroit été entièrement submergée sous l'eau: ainsi j'ai dû borner les calculs à  $70^{\circ}$ . Faisant attention à ces différens résultats, on remarquera d'abord, que la vis fournira plus d'eau, quand les angles que fait l'hélice avec la base, ou l'angle  $\varphi$ , sont plus grands. Car nous avons vu que la seconde expérience n'a donné que 187 pieds cubes, sous la même inclinaison de  $\theta = 30^{\circ}$ , mais sous un plus petit angle  $\varphi$  de  $11^{\circ}$ . Cependant nos calculs fournissent 227 pieds cubes, ce qui fait un quart de plus. 2) On observera qu'il y a deux *maxima*. Ceci ne nous doit pas surprendre, parce que l'équation la plus approchée pour le *maximum* de l'angle  $\theta$  étoit du quatrième degré. Or il est constant, qu'il peut y avoir dans de pareils cas plusieurs *maxima* & *minima*. Le premier *maximum* se trouve à l'angle  $\theta$  de  $30^{\circ}$ , c'est à dire lorsque la vis sera inclinée sous un angle de  $60^{\circ}$ . Le second *maximum* se rapporte à l'angle  $\theta$  de  $70^{\circ}$ , ou à un angle d'inclinaison de  $20^{\circ}$ . Nous apprenons par là, que la vis peut donner une quantité considérable d'eau, si elle est inclinée sous un très petit angle, car on ne sauroit incliner la vis sous un plus petit angle que  $20^{\circ}$ , la hauteur de l'eau étant de 4 pieds. En effet l'expérience ne confirme que trop notre raisonnement. Nous avons déjà insinué plus haut, que les *Watter-moolen* donnent une grande quantité d'eau, parce que la vis fait un très petit angle avec l'horizon. Mais, quand il s'agit de porter l'eau à une plus grande

N

hau.



hauteur, il faudra incliner la vis sous un angle environ de  $60^\circ$ . Je dis environ, parce que la longueur de la vis change beaucoup l'angle d'inclinaison. Une vis de 16 pieds de longueur ne fournit, dans le cas de la seconde expérience, que 97 pieds cubes par minute, tandis qu'une vis de 12 pieds donnera 216 pieds cubes d'eau. Mais la vis de  $14\frac{1}{2}$  pieds a fourni 187 pieds. On voit par là que les plus petites vis sont plus avantageuses que les plus grandes. Il faudra donc incliner sous un plus petit angle les grandes vis, pour qu'elles donnent une assez grande quantité d'eau. Mais on diminuera ainsi la hauteur à laquelle l'eau pourroit être portée, si l'on n'avoit pas dû diminuer l'angle d'inclinaison. J'ai trouvé par la solution de l'équation du *maximum* §. 25, n'ayant pas négligé le troisième terme, que  $\cos^2$  ou le sinus de l'inclinaison de la vis

est comme  $h - \frac{k}{\cos^2 \phi}$  c'est à dire que le sinus de l'inclinaison de la

vis, toutes choses d'ailleurs égales, est à peu près en raison inverse de la longueur de la vis. Il faut se contenter d'un à peu près, parce que le rapport que nous venons d'employer, a été déduit par approximation. Cependant ce rapport est plus petit qu'en raison inverse des longueurs de la vis. Si nous supposons pour une vis de  $14\frac{1}{2}$  pieds le premier *maximum* à  $20^\circ$ ; on trouvera le *maximum* pour des vis de 16, 12, 10 pieds aux angles de  $18^\circ$ ,  $24^\circ$ ,  $30^\circ$ . Mais si on pose le second *maximum* à l'angle de  $60^\circ$ , on trouvera le *maximum* pour une vis de 16 pieds, à l'angle de  $50^\circ$ . Cependant on trouvera le *maximum* pour une vis de 12 pieds, sous un angle extrêmement grand, ce qui ne sauroit être. On voit par tout ceci que les grandes vis sont inférieures aux petites. Si l'on vouloit employer une vis de 16 pieds, sous l'angle de  $50^\circ$ , elle porteroit l'eau à la même hauteur, sçavoir à  $12\frac{1}{2}$  pieds, à laquelle la vis de  $14\frac{1}{2}$  pieds élève l'eau, étant disposée sous l'angle de  $60^\circ$ . Une vis de 12 pieds de longueur, disposée sous l'angle de  $60^\circ$ , qui portera l'eau à la hauteur de  $10\frac{1}{2}$  pieds, sera la plus avantageuse dont on se pourra servir, en lui donnant les dimensions nécessaires, & prenant les précautions que nous avons exposées.

F I N.



DISSER.



# DISSERTATION

SUR  
CES QUESTIONS:

*Comment l'eau s'élève-t-elle dans la vis d'Archimède ? Et  
quels seroient les moyens de porter cette machine à sa  
perfection ?*

QUI A CONCOURU.

N 2

DISSERTATION

DES QUESTIONS

DEVISE:

*Invitat pretiis animos, & præmia ponit.*

Virg. Eneid.





## §. 1.

**L**a machine connue sous le nom de vis d'Archimede, dont l'examen doit être le sujet de ce Mémoire pour répondre à la Question proposée par l'illustre Académie à qui j'ai l'honneur de le présenter, est composée d'un cylindre solide, mobile autour de son axe, & incliné à l'horizon, autour duquel est fixé un canal, en forme de spirale, dont tous les tours conservent la même obliquité sur le cylindre, l'extrémité inférieure de ce canal sera plongée dans l'eau qui doit s'élever, lorsqu'on fera tourner le cylindre autour de son axe. La Question proposée renferme deux parties: dans la première on doit analyser le mécanisme de cette vis pour expliquer comment l'eau s'élève dans le canal par le mouvement du cylindre; & dans la seconde il faut calculer l'effet que cette machine peut produire, examiner les inconvéniens auxquels elle est sujette, & chercher les moyens de la perfectionner.

§. 2. Pour répondre à la première partie, il est nécessaire d'examiner cette courbe à double courbure, que forme la spirale qui environne le cylindre, & de chercher d'abord la hauteur de chacun de ses élémens au dessus d'un plan horizontal qui passeroit par le bas du cylindre.



Cette courbe peut être considérée comme formée par le mouvement uniforme d'une ligne droite  $ac$  toujours parallèle à elle-même, autour du cylindre, tandis qu'un point  $b$  parcourt aussi uniformément la ligne  $ac$ : & c'est du rapport de la vitesse de ce point à la vitesse de la ligne, que dépend la nature de la courbe, ou son obliquité sur le cylindre.

Soit  $Aabc$  le cylindre incliné à l'horizon, sous un angle  $bas$ , Planche 2. dont le sinus soit  $f$ , le sinus total étant égal à l'unité.  $APaB$ , est la



circonférence du cercle de la base, & AMDC un arc entier de la courbe; soit la vitesse du point à celle de la ligne, ou ce qui est la même chose, la longueur PM à la longueur de l'arc AP, comme  $m$  à  $n$ : soit encore l'arc AP pris pour abscisse égal à  $x$ , &  $y$  son sinus versé, AN pour le rayon  $AO = r$ .

$$\text{on aura } PM = \frac{m}{n} x \text{ \& } MT = \frac{m}{n} f x$$

& la proportion:  $1:V(1-ff) = 2r-y:RT = (2r-y)V(1-ff)$ .  
 Donc, pour une abscisse  $AP = x$ , prise depuis l'origine A de la courbe sur la circonférence d'un cercle passant par A, la hauteur RM du point correspondant M de la courbe, au dessus d'un plan horizontal passant par a l'autre extrémité du diamètre du cercle de la base sera exprimée par  $\frac{m}{n} f x + (2r-y) V(1-ff) = z$ .

Voici quelques unes de ces hauteurs, en donnant à  $x$  différentes valeurs Soit  $c$  la circonférence du cercle dont le rayon est l'unité.

$$\text{Si } x = 0 \text{ on a } y = 0, \text{ \& } z = 2V(1-ff).r$$

$$x = \frac{1}{8} cr \text{ -- } y = (1 - \sqrt{\frac{1}{2}})r \text{ } z = \frac{1}{8} c \frac{m}{n} fr + 1,71V(1-ff).r$$

$$x = \frac{2}{8} cr \text{ -- } y = r \text{ -- } z = \frac{2}{8} c \frac{m}{n} fr + V(1-ff).r$$

$$x = \frac{3}{8} cr \text{ -- } y = (1 + \sqrt{\frac{1}{2}})r \text{ } z = \frac{3}{8} c \frac{m}{n} fr + 0,29V(1-ff).r$$

$$x = \frac{4}{8} cr \text{ -- } y = 2r \text{ -- } z = \frac{4}{8} c \frac{m}{n} fr$$

$$x = \frac{5}{8} cr \text{ -- } y = r \text{ -- } z = \frac{5}{8} c \frac{m}{n} fr + V(1-ff).r$$

$$x = \frac{6}{8} cr \text{ -- } y = 0 \text{ -- } z = \frac{6}{8} c \frac{m}{n} fr + 2V(1-ff).r$$

On



L'on peut voir par là, que pour les deux valeurs de  $x=0$ , &  $x=cr$ , les deux hauteurs  $z$  correspondantes diffèrent entr'elles de la quantité  $\frac{m}{n} fcr$ , c'est à dire que le point  $c$  de la vis est plus élevé que le point  $A$  de la quantité  $\frac{m}{n} fcr$ , en sorte que la distance  $Ac$  entre les pas de la vis est  $\frac{m}{n} cr$ .

§. 3. Pour commencer par le cas le plus simple, & avant que de supposer de l'eau dans le canal de la vis, voyons ce qui arriveroit à un corps rond, qu'on laisseroit descendre par l'extrémité supérieure de ce canal. Sera-t-il possible que ce corps s'arrête en quelque point sans rouler jusqu'au bas, le cylindre étant supposé immobile? Il est évident que pour que ce corps puisse être soutenu dans quelque point du canal, il faut que ce point soit plus bas qu'aucun de ceux qui sont immédiatement à côté, c'est à dire qu'il faut que la hauteur  $z$  soit un *minimum* dans cet endroit-là; or, par l'inspection des différentes valeurs de  $z$  que nous avons déterminées cy-dessus, il est aisé de voir que cela est possible. Car, par exemple, si les quantités  $m$ ,  $n$ , &  $f$  sont telles que la fonction  $\frac{m}{n} \frac{f}{\sqrt{(1-ff)}} c$  soit plus grande que  $1 - \sqrt{\frac{1}{2}}$ , & plus petite que  $\sqrt{\frac{1}{2}}$ , la valeur de  $z$  pour  $x = \frac{2}{3} cr$  sera plus petite que les deux valeurs qui correspondent à  $x = \frac{2}{3} cr$ , &  $x = \frac{4}{3} cr$ , en sorte que nécessairement, entre ces deux valeurs, il y en aura une où  $z$  sera un *minimum*. Nous déterminerons exactement dans un moment, quelle est la valeur de  $x$  ou de  $y$  qui correspond à ce *minimum*: mais l'on doit encore voir que, dès que  $x$  a passé le point  $a$ , ou est plus grand que le demi cercle, alors les hauteurs  $z$  vont en augmentant, jusqu'à ce que  $x$  ait fait le tour entier, parce qu'au delà de  $a$ ,  $x$  augmente &  $y$  diminue, deux causes qui contribuent

à



à augmenter la valeur de  $z$ , ce n'est donc que dans la demi-portion AMD que  $z$  peut devenir *minimum*, c'est à dire que le corps peut s'arrêter.

Pour déterminer maintenant ce point, il faut faire la différentielle  $dz$  égale à zéro: or on a  $dz = \frac{m}{n} f dx - dy \sqrt{1-ff}$ ,

& comme par la nature du cercle,  $dx = \frac{r dy}{\sqrt{2ry-yy}}$ ,  
on a  $dz = \left( \frac{m}{n} f \frac{r}{\sqrt{2ry-yy}} - \sqrt{1-ff} \right) dy$  qui  
égalée à zéro donne après la réduction:

$$y = r \pm r \sqrt{1 - \frac{m}{n} \frac{ff}{1-ff}} = r \left( 1 \pm \frac{V(gg-ff)}{g \sqrt{1-ff}} \right)$$

(en appellant  $g$  le sinus de l'angle constant que fait la courbe avec les lignes PM tirées sur la surface du cylindre parallèlement à son axe, ce qui donne:  $m:n = \sqrt{1-gg}:g$ ).

Ces deux valeurs de  $y$  dénotent que la courbe a son élément parallèle à l'horizon en deux endroits, dont l'un désigne le point le plus

haut où  $z$  est *maximum*, savoir  $y = r \left( 1 - \frac{V(gg-ff)}{g \sqrt{1-ff}} \right) = AG$ ,

& l'autre désigne le point le plus bas, où  $z$  est *minimum*, savoir

$$y = r \left( 1 + \frac{V(gg-ff)}{g \sqrt{1-ff}} \right) = AN.$$

Il y a donc trois points à considérer dans un arc de la vis ADC, savoir les deux M & L que nous venons de déterminer, & un troisième K autant élevé au dessus de l'horizon que le point le plus haut L, en sorte que, si l'on verse de l'eau dans le canal, elle s'éleva jusqu'à ce que sa surface atteigne la ligne LK, & remplira ainsi tout l'arc LMK.



§. 4. On peut, en examinant les valeurs de  $y$ , en tirer le corollaire suivant : si  $g = f$  les deux valeurs de  $y$  deviennent égales à  $r$ , c'est à dire que les deux points se confondent en H, l'arc LDK devient nul, il est alors impossible qu'il reste de l'eau dans la vis.

Si  $g < f$ , les deux valeurs deviennent imaginaires: donc pour que la vis puisse retenir l'eau, & par conséquent être de quelque usage, il faut nécessairement que  $g$  soit plus grand que  $f$ , c'est à dire que l'angle d'inclinaison du canal sur le cylindre, par rapport aux lignes PM, soit plus grand que l'angle que fait le cylindre avec l'horizon.

§. 5. Il n'est pas difficile, après ce que nous venons de dire, d'expliquer comment l'eau contenue dans l'arc LMK, ou bien le corps placé en M, qui est supposé le point le plus bas, s'élèvera lorsqu'on fera tourner le cylindre: car supposons d'abord que le cylindre ne tourne que d'une quantité infiniment petite égale à  $dx$ , le point M viendra en  $\mu$ , & s'élèvera d'une quantité égale à  $dy \sqrt{1 - ff}$ , & prenant  $mV = M\mu = dx$ , le point le plus bas se trouvera dans ce moment-là en V: car, quoiqu'on fasse tourner le cylindre, il doit toujours répondre à la même abscisse AP, (en prenant toujours l'origine A au point le plus élevé du cercle de la base;) or ce point V est plus élevé que M de la quantité  $\frac{V(1-gg)}{g} f dx$ . Donc le corps qui par

sa pesanteur tend toujours à descendre pour occuper le point le plus bas, se trouvera, après que le cylindre aura tourné, être dans le point V, & aura par conséquent été élevé d'une quantité égale à  $\frac{V(1-gg)}{g} f dx$ . On peut considérer ici deux mouvemens

dans le corps, l'un son mouvement propre dans le canal, par lequel il a parcouru le petit élément  $Mm$ , & est descendu de son propre poids; comme sur un plan incliné, & l'autre un mouvement commun avec le canal, par le quel il a parcouru l'arc  $M\mu$ . Le résultat de ces deux

O



deux mouvemens fait qu'il parcourt la ligne MV, & qu'il sera plus élevé qu'auparavant de la quantité  $\frac{V(1-gg)}{g} f dx$ , en sorte qu'on peut dire réellement que c'est en descendant dans le canal que le corps est élevé. Cette ascension du corps se fera précisément de la même manière pour l'élément suivant, & de même pour un tournoyement quelconque du cylindre, de façon que le corps se trouvera toujours sur le prolongement de la ligne PM, après un demi-tour il sera en E, & après le tour entier en F.

Je crois avoir expliqué bien clairement la manière dont l'eau s'élève dans la vis d'Archimede, & j'espère qu'après ce que je viens de dire, il ne restera plus aucune difficulté sur cette première partie de la question. Je passe maintenant à la seconde: *sur les moyens de porter cette machine à sa perfection.*

§. 6. Avant que de chercher les moyens de perfectionner une machine, il faut examiner auparavant, si elle en est susceptible, & si elle ne fait point déjà tout l'effet dans elle est capable; car, dans toute machine, il y a un certain point de perfection, au delà duquel il est inutile de prétendre pouvoir aller, il est même impossible d'y atteindre à cause d'un grand nombre d'effets inutiles, auxquels est nécessairement employée une partie de la force motrice, & c'est à les diminuer & à éviter autant qu'il est possible tous ces effets étrangers au but qu'on se propose, que consistent les recherches qu'on peut faire sur les moyens de perfectionner une machine. Ce point de perfection est lorsque l'effet seroit entièrement égal à la puissance motrice, j'entens par effet, le produit du poids que la machine doit élever par la vitesse avec laquelle il est élevé, car c'est à cela que peut se réduire l'effet d'une machine quelconque, & il ne faut pas croire qu'il y en ait aucune dans laquelle cet effet puisse surpasser la puissance motrice, de quelque nature qu'elle soit, cela seroit entièrement





ment contraire aux principes de la Méchanique: toutes les machines considérées dans la théorie reviennent au même; leur effet est toujours équivalent à la puissance motrice, ce n'est que dans la pratique que cet effet utile & essentiel est diminué plus ou moins. C'est ce qui établit la différence de perfection entre les différentes machines; les frottemens en sont une cause très considérable, ils absorbent une grande partie de la puissance motrice, & cela d'autant plus que la machine est plus composée. Mr. *Bernoulli*, dans son Hydrodynamique, calcule quelle partie de la puissance est employée utilement dans la fameuse machine de Marly, & il trouve, ce qui paroît presque incroyable, que cette partie n'est que  $\frac{1}{36}$  de la puissance entière.

§. 7. L'effet de la vis est d'élever une certaine quantité d'eau à une hauteur donnée, pendant un certain tems: cette quantité dépendra de la longueur de l'arc hydrofore LMK, qu'il s'agit donc de déterminer: l'inclinaison étant la même pour chaque élément de la courbe relativement à l'axe du cylindre, si on appelle  $du$  un petit élément de cette courbe qui corresponde à un petit arc  $dx$  de la base, on aura partout  $du = \frac{1}{g} dx$ , & par conséquent  $u = \frac{1}{g} x$  (en prenant la même origine pour  $u$  &  $x$ ).

L'arc LM compris entre le point le plus haut & le point le plus bas pourra donc se déterminer exactement, car l'arc de la base qui lui correspond est QP, dont la moitié a pour sinus GO, ou ON  $= r \left( \frac{V(gg-ff)}{gV(1-ff)} \right)$  & pour cosinus  $r \left( \frac{f}{g} \sqrt{\frac{1-gg}{1-ff}} \right)$  en sorte qu'on aura l'arc LM  $= \frac{1}{g}$  Arc. sin  $2 \frac{f}{g} \sqrt{\frac{1-gg}{1-ff}} = \frac{V(gg-ff)}{gV(1-ff)}$ .

Mais la connoissance de cet arc ne servira point à faire connoître l'arc LK, car on ne pourra le déterminer que par une approximation



de la maniere suivante : la hauteur du point L au dessus du plan  $as$ , est  $= \frac{m}{n} f \cdot (AQ) + V(1-ff) \cdot (Ga)$  comme nous l'avons trouvée

au §. 2. La hauteur du point K est  $= \frac{m}{n} f(Aaq) + V(1-ff) \cdot (ag)$ .

Mais, comme ces deux points sont supposés être également élevés au dessus de  $as$ , on aura une égalité entre ces deux hauteurs, savoir

$$\frac{m}{n} f \cdot (AQ) + V(1-ff) \cdot (aG) = \frac{m}{n} f(Aaq) + V(1-ff) \cdot (ag)$$

$$\text{ou } V(1-ff) (Gg) = \frac{m}{n} f (Qg),$$

$$\& Gg : Qg = \frac{m}{n} \frac{f}{V(1-ff)} : 1 = \frac{fV(1-gg)}{gV(1-ff)} : 1.$$

Soit  $QG$  le sinus de l'arc  $AQ$  égal à  $a$ , comme l'on a trouvé

$$\text{ci-dessus, } GO = \frac{V(gg-ff)}{gV(1-ff)}, \text{ on aura } a = \frac{fV(1-gg)}{gV(1-ff)}.$$

Donc on aura la proportion suivante

$$Qg : Gg = AO : GQ = 1 : a, \text{ \& en faisant } Og = z,$$

on aura

$$(\text{Arc. } z - A. \text{ Sin. } a) : z + V(1-aa) = 1 : a,$$

en sorte que, après avoir donné une valeur à la quantité  $a$ , on trouvera la quantité  $z$ , & par conséquent l'arc  $Qg$  correspondant à  $LMK$ , par l'équation :  $z + V(1-aa) = a(A. \text{Cof. } z - A. \text{Sin. } a)$  que l'on résoudra par quelque méthode d'approximation. En voici une dont je me sers ordinairement, qui est assez simple & d'une très grande généralité: on met d'abord l'équation sous cette forme

$$z = z - \frac{z + V(1-aa) - a(A. \text{C. } z - A. \text{S. } a)}{n},$$

&



& on déterminera ensuite la quantité  $z$  par cette condition, que la différentielle  $dz$  soit égale à la différentielle de

$$\frac{z + \sqrt{(1-aa)} - a \text{ (A. C. } z - \text{A. S. } a)}{z}$$

ce qui donnera  $dz = dz + \frac{adz}{\sqrt{(1-zz)}}$ , d'où l'on tire

$$z = 1 + \frac{a}{\sqrt{(1-zz)}}. \text{ (Il faut prendre le signe } - \text{ si A. cos } z$$

est plus petit que la demi-circonférence, & le signe + s'il est plus grand, nous verrons bientôt comment on peut distinguer ces deux cas.) Je ne donne pas ici la raison de ce procédé pour la détermination de  $z$ : je croirois sortir de mon sujet, d'ailleurs elle n'est pas difficile à trouver: voici simplement un exemple de cette méthode;

Soit  $a = \sqrt{\frac{1}{2}} = 0,7071$ , on a  $\sqrt{(1-aa)} = 0,7071$  & Arc. sin  $a = 45^\circ$ , essayons d'abord  $z = 0,9990 = \cos 2^\circ : 33'$ , on a  $\sqrt{(1-zz)} = 0,0445$ . Donc A. sin  $z = 182^\circ : 33'$ , (je fais dans ce cas-ci l'arc cos  $z$  plus grand que la demi-circonférence, parce qu'autrement on trouve après la réduction  $z$  plus grand que l'unité, ce qui est absurde) ce qui donne A. cos  $z - \text{A. sin } a = 137^\circ : 33' = \frac{10087}{4200}$  parties du rayon, &  $z = 1 + \frac{a}{\sqrt{(1-zz)}} = 16,89$ .

De là on trouve  $z = z - \frac{0,0079}{16,89} = z - 0,00046 = 0,9990 - 0,00046 = 0,99854 = \cos 3^\circ : 6'$ , ce qui rend l'arc  $Qq$  de  $138^\circ : 6'$ , on auroit une valeur encore plus approchée en faisant une seconde supposition de  $z = 0,99854$ .

§. 8. Pour connoître maintenant, si le point  $q$  tombe en deçà du point  $a$ , c'est à dire dans la demi-circonférence  $AQa$ , ou bien dans l'autre, au delà de  $a$ , comme dans la figure, afin de déterminer



si A. cōfz est plus grand ou plus petit que le demi-cercle, il faut chercher ce que doit être la quantité  $a$ , *c. ad.* où doit tomber le point Q pour que  $g$  tombe en  $a$ . Mettons pour cela  $n = 1$  dans notre équation qui deviendra  $1 \pm \sqrt{(1-aa)} = a (\frac{1}{2} \text{ Circ.} - A \sin a)$

ou  $a = \frac{1 \pm \sqrt{(1-aa)}}{\frac{1}{2} \text{ Circ.} - A \sin a}$ , & tirons en la valeur de  $a$ .

Qu'on essaye d'abord  $a = \sqrt{\frac{1}{2}} = 0,7071$ , alors  $\frac{1}{2} \text{ Circ.} - A \sin a$

$= 135^\circ = \frac{3}{4}$ . Donc  $a = \frac{1,7071}{\frac{3}{4}} = 0,7242 = \sin 46^\circ : 24'$ ,

si on substitue cette nouvelle valeur, on trouvera  $a = 0,7243 = \sin 46^\circ : 25'$ .

Puis donc que dans l'exemple ci-dessus, pour  $a = \sin 45^\circ$ , le point  $g$  tombe au delà de  $a$ , & que nous venons de voir que si  $a = \sin 46^\circ : 25'$ , le point  $g$  tombe en  $a$ , on peut en conclure que si  $a$  est plus petit que  $\sin 46^\circ : 25'$ , le point  $g$  tombera au delà de  $a$ , & qu'au contraire il tombera en deçà, si  $a$  est plus grand que  $\sin 46^\circ : 25'$ .

Donc, dans la formule où  $n = 1 \pm \frac{a}{\sqrt{(1-aa)}}$ , il faudra prendre le signe  $+$  si  $a < \sin 46^\circ : 25'$ , & le signe  $-$  si  $a > \sin 46^\circ : 25'$ .

On peut de même chercher quelle doit être la valeur de  $a$  pour que le point  $g$  tombe en B, l'équation devient alors  $a = \frac{\sqrt{(1-aa)}}{\frac{1}{2} \text{ Circ.} - A \sin a}$ , & après deux ou trois suppositions, on trouve à peu près  $a = 0,2171 = \sin 12^\circ : 32'$ , & si on fait  $a$  plus petit, le point  $g$  tombera entre les points A & B.

§. 9. Il faut donc se représenter trois différens cas, qui demandent chacun une formule différente :

1°. L'arc AQ étant plus petit que 12° : 32', la formule est :

$$z = z - \frac{z - \sqrt{(1-aa)} + a(A.\text{cof}z - A.\text{fin}a)}{n = 1 - \frac{a}{\sqrt{(1-zz)}}$$

& l'arc cofz sera plus grand que  $\frac{3}{4}$  circ. ou que 270 deg.

2°. AQ étant plus grand qua 12° : 32' & plus petit que 46° : 25', la formule sera

$$z = z - \frac{z + \sqrt{(1-aa)} - a(A.\text{cof}z - A.\text{fin}a)}{n = 1 + \frac{a}{\sqrt{(1-zz)}}$$

& l'arc cofz fera entre 180 & 270 deg.

3°. Enfin AQ étant un arc plus grand que 46° : 25', la formule est

$$z = z - \frac{z + \sqrt{(1-aa)} - a(A.\text{cof}z - A.\text{fin}a)}{n = 1 - \frac{a}{\sqrt{(1-zz)}}$$

& l'arc cofz sera plus petit que 180 deg.

Je me suis servi de ces formules pour former la petite table suivante, qui contient différentes déterminations de l'arc Qg.

Si AQ =	ou a =	on trouve z =	& l'arc Qg =
0°	0,0000	1,0000 = cof 360°	360°
10°	0,1736	0,1685 = cof 279° : 42'	269° : 42'
12° : 32'	0,2171	0,0000 = cof 270°	257° : 28'
20°	0,3420	0,4090 = cof 245° : 51'	225° : 51'
27° : 32'	0,4622	0,7071 = cof 25°	197° : 28'
30°	0,5000	0,7811 = cof 218° : 38'	188° : 38'
40°	0,6428	0,9681 = cof 94° : 30'	154° : 30'
45°	0,7071	0,9985 = cof 83° : 6'	138° : 6'
46° : 25'	0,7243	1,0000 = cof 80°	133° : 35'
50°	0,7660	0,9907 = cof 72° : 12'	122° : 12'
60°	0,8660	0,8730 = cof 50° : 48'	90° : 48'
67° : 37'	0,9246	0,7071 = cof 35°	67° : 23'
80°	0,9848	0,3365 = cof 109° : 40'	29° : 40'
90°	1,0000	0,0000 = cof 90°	0° : 0'

§. 10.



§. 10. En examinant cette table, on peut voir que l'arc  $Qg$  diminue à mesure que l'arc  $AQ$  augmente, & que si l'on prend plusieurs de ces arcs  $AQ$  en progression arithmétique, les valeurs de  $Qg$  correspondantes ne s'écartent pas beaucoup de former aussi une progression arithmétique.

L'arc  $KL$  qui porte l'eau étant  $= \frac{1}{g} Qg$ ; si la vis est donnée, c'est à dire que  $g$  soit déterminé, & qu'il ne s'agisse que de donner au cylindre une certaine inclinaison, il est évident que l'augmentation de  $f$  en produira une dans la quantité  $a$  qui est  $= \frac{fV(1-gg)}{gV(1-ff)}$  & par conséquent une diminution dans l'arc  $Qg$ , en sorte que le reste étant d'ailleurs égal, plus l'angle du cylindre avec l'horizon sera grand, plus l'arc hydrofore sera petit. Mais, si cet angle d'inclinaison du cylindre est donné, & que ce soit la quantité  $g$  qui reste à déterminer, on trouvera aisément que, plus l'angle dont  $g$  est le sinus sera grand, plus aussi la quantité  $\frac{1}{g} Qg$  ou l'arc  $LMK$  sera grand.

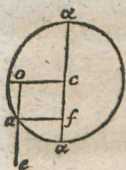
§. 11. Après avoir déterminé dans les §. §. précédens, la longueur de l'arc  $LMK$ , qui contient la plus grande quantité d'eau que la vis puisse fournir dans une révolution du cylindre, il est nécessaire de chercher à présent, quelle est la puissance requise pour faire tourner le cylindre, ou pour faire équilibre au poids de l'eau contenue dans un de ces arcs, qui sans cela le feroit tourner en sens contraire, & couleroit jusqu'au bas; je résoudrai ce probleme, en supposant d'abord qu'au lieu d'eau, il y ait un corps solide  $p$  placé en  $M$  dans l'endroit le plus bas de l'arc  $LMK$ . Soit  $r$  la puissance cherchée, que je suppose appliquée à la circonférence du cylindre, & agissant selon la tangente, c'est à dire sur un levier dont la longueur est  $r$ .

Que



Que l'on représente l'action de  $p$  par une ligne verticale  $ab$ , qu'il faudra décomposer en deux autres représentées par les lignes  $ad$ ,  $ae$ , qui sont dans un même plan vertical & parallèle à l'axe du cylindre, l'une  $ad$  parallèle à l'axe, & par conséquent inutile pour faire tourner le cylindre, & l'autre  $ae$  dans un plan perpendiculaire à l'axe. on trouvera cette dernière en disant  $\sin \text{Tot}$ :

$$\sin cba = p : ae = \frac{\sin cba}{\sin \text{Tot}} p = p \sqrt{1-ff}.$$



Soit  $aa$  une section circulaire du cylindre parallèle à la base, & passant par le plus bas point de la vis en  $a$ , le même que  $M$  de la figure première & son diamètre  $aa$  Planche 2. parallèle à  $Aa$ , on voit que cette puissance  $ae$  agit sur un levier  $af$  ou  $oc$  qui est le sinus de l'arc  $AP$  (fig. 1.) répondant au point le plus bas, & que nous avons trouvé ci-

dessus (§. 7.) égal à  $\frac{f}{g} \frac{V(1-gg)}{V(1-ff)} r$ . Donc l'effort du poids pour faire tourner le cylindre sera exprimé par  $\frac{fV(1-gg)}{g} r p$ , qu'il faut égaler à l'effort  $r\pi$  de la puissance qui lui fait équilibre, d'où l'on tirera  $\pi = \frac{fV(1-gg)}{g} p$  ou  $p : \pi = 1 : \frac{f}{g} V(1-gg)$ .

§. 12. On pouvoit parvenir au même résultat d'une autre manière, en considérant que lorsqu'il y a équilibre entre deux puissances, elles sont toujours entr'elles réciproquement comme le chemin qu'elles peuvent parcourir dans un même tems infiniment petit; or nous avons vu

P

(§. 5.)



(§. 5) que lorsque le cylindre tourne d'une quantité égale au petit arc  $dx$ , le corps sera élevé par là de la quantité  $\frac{V(1-gg)}{g} f dx$ . Donc la puissance  $\pi$  est à la résistance  $p$  réciproquement comme le chemin  $dx$  au chemin  $\frac{V(1-gg)}{g} f dx$ , c'est à dire  $p : \pi = 1 : \frac{f}{g} V(1-gg)$ ; Ceci est une preuve bien évidente de la justesse de nos principes & de nos calculs.

§. 13. Si l'arc LMK est rempli d'eau, on trouvera la puissance  $\pi$  qui lui fait équilibre, par une solution un peu différente de celle du §. 11. parce que le poids n'est pas concentré dans un seul point M, comme il l'étoit dans le cas du corps solide, mais qu'il est distribué dans tout l'arc LMK; il est aisé de prévoir en faisant le même raisonnement qu'au §. précédent, que l'on doit parvenir au même résultat, c'est à dire trouver  $P : \pi = 1 : \frac{fV(1-gg)}{g}$  (en appelant P le poids de toute l'eau contenue dans l'arc LMK) ce qui donne  $\pi = \frac{V(1-gg)}{g} fP$ ; je vai en donner la démonstration tirée des mêmes principes dont je me suis servi dans le §. 11.

Soit  $p$  le poids d'une portion du canal dont la longueur = 1. Que l'on prenne un arc quelconque ALM de la vis, auquel réponde l'abscisse AP =  $x$ . Soit AN =  $y$ , alors  $\frac{1}{g} p dx$  fera le poids de l'eau contenue dans l'élément  $Mm$  (§. 7) & l'effort de ce poids sera par





par ce que nous avons vu (§. 11.) égal à  $\frac{V(1-ff)}{g} p d\bar{x}$ .  $\sin \bar{x}$

$$= \frac{V(1-ff)}{g} p dy \left( \text{parce que } dx = \frac{dy}{\sin x} \right), \text{ \& } \frac{V(1-ff)}{g} py$$

fera l'effort d'une portion ALM du canal pleine d'eau. Mais, comme l'eau ne va que jusqu'en L, l'effort de la portion LM sera

$$= \frac{V(1-ff)}{g} p. (GN). \text{ Donc l'effort de toute l'eau contenue en}$$

LMK sera  $= \frac{V(1-ff)}{g} p (Gg)$ , ce qui donnera la puissance

$$\pi = \frac{V(1-ff)}{g} p (Gg) = \frac{V(1-ff)}{g} p (V(1-aa) \pm z) \text{ en}$$

prenant pour  $a$  &  $z$  les mêmes significations que dans le §. 7. le signe + servira si  $a > \sin 12^\circ : 32'$ , & la quantité  $z$  sera déterminée au moyen des formules que l'on a données dans ce §. 7.

Il est aisé de voir que les deux expressions  $\frac{V(1-gg)}{g} f p$ ,

&  $\frac{V(1-ff)}{g} p (Gg)$  sont absolument la même chose, comme nous

l'avons dit ci-dessus, car on a la proportion suivante

$$1:p = \frac{1}{g} Qq:P. \text{ donc } P = \frac{1}{g} p (Qq) = \frac{1}{g} p \frac{gV(1-ff)}{fV(1-gg)} (Gg) (\S. 7.)$$

§. 14. Puisque la longueur de l'arc LMK, & la puissance capable de faire équilibre au poids de l'eau contenue dans ce canal, dépendent des quantités  $g$  &  $f$ , on pourroit croire qu'il y a peut être une



inclinaison à donner au canal & au cylindre, pour produire le plus grand effet, c'est à dire pour élever la plus grande quantité d'eau, en employant la moindre puissance possible, indépendamment des frottemens & autres obstacles, mais je vai faire voir que l'effet de la vis, qui est directement proportionnel à la quantité d'eau montée dans un tour, & inversement comme la puissance capable de la faire monter, sera le même pour quelque valeur qu'on donne à  $g$  & à  $f$ ; car la quantité

d'eau est proportionnelle à  $\frac{1}{g} (A. \cos z - A. \sin a)$  (§. 7.) & la

puissance  $\pi = \frac{V(1-ff)}{g} p (V(1-aa) \pm z)$  doit être multi-

pliée par le nombre des arcs LK, ou des pas de la vis, pour avoir la puissance qui fait tourner le cylindre chargé dans chaque tour. Or, si  $h$  est la hauteur où l'eau doit monter, la distance des pas de la vis

étant (§. 2.)  $= \frac{m}{v} rc = \frac{V(1-gg)}{g} rc$ , leur nombre sera

$= \frac{g}{fV(1-gg)} \cdot \frac{h}{rc}$ , & la puissance cherchée sera

$= \frac{V(1-ff)}{fV(1-gg)} p (V(1-aa) \pm z)$ ; donc l'effet de la vis sera ex-

primé par  $\frac{\frac{1}{g} (A. \cos z - A. \sin a)}{\frac{V(1-ff)}{fV(1-gg)} (V(1-aa) \pm z)} = \frac{a(A. \cos z - A. \sin a)}{V(1-aa) \pm z}$

quantité constante, puisque  $z$  doit être déterminée par cette équation  $a(A. \cos z - A. \sin a) = V(1-aa) \pm z$ . En sorte que l'on peut changer à volonté & l'inclinaison du cylindre, & l'inclinaison de  
la



la vis sur le cylindre, sans changer en aucune façon le rapport de la quantité d'eau élevée, à la puissance nécessaire pour tourner la vis; la hauteur  $h$  demeurant la même.

§. 15. Si  $Q$  est le poids de l'eau que l'on peut élever à la hauteur  $h$  par un tour de la vis, c'est à dire pour un chemin de la puissance égal à  $rc$ , cette puissance requise sera  $= \frac{h}{rc} Q$ . Or, si l'on a un plan incliné dont la longueur soit  $= rc$ , & la hauteur  $= h$ , c'est à dire qui fasse avec l'horizon un angle dont le sinus soit  $= \frac{h}{rc}$ , & que l'on veuille par le moyen de ce plan, élever un poids  $Q$ , la puissance nécessaire se trouve être aussi  $= \frac{h}{rc} Q$ , & fera le même chemin que celle qui est appliquée à la vis. D'où l'on voit que la vis d'Archimede demande exactement la même puissance pour faire monter l'eau, que si l'on se servoit d'un simple plan incliné, auquel toutes les machines peuvent se rapporter; en sorte qu'elle ne fait rien de plus qu'une autre machine quelconque, si on les considère seulement dans la théorie, & que l'on fasse abstraction des frottemens & autres obstacles accidentels qui surviennent dans la pratique: ce qui peut servir à désabuser ceux qui croient que cette vis a la propriété particulière d'élever avec une moindre puissance, & dans un moindre tems, plus d'eau que les autres machines.

§. 16. Après avoir considéré la vis d'Archimede dans la pure théorie, & avoir vu qu'elle est dans le même cas de toutes les autres machines, nous devons étendre nos recherches jusques dans la pratique, où, comme nous l'avons déjà dit, il survient des obstacles qui absorbent une partie de la puissance motrice; en l'employant à des effets





inutiles & non essentiels, ce qui fait que cette machine devient un peu susceptible de perfection, & c'est à quoi nous devons maintenant travailler, en examinant quels sont ces obstacles, & quels seroient les moyens de les diminuer.

1°. Le plus considérable provient du frottement, causé par le poids de toute la machine dans les deux endroits où elle doit être soutenue, savoir les deux extrémités du cylindre, par le moyen de tourillons qui doivent s'appuyer & tourner, celui d'enbas dans une crapaudine, & celui d'enhaut dans une espee de collar ou d'anneau. Or, si l'on a attention de faire la machine aussi légère qu'il est possible, de diminuer les surfaces frottantes, & de les rendre très polies, on sent aisément qu'on parviendra par là à rendre le frottement moins considérable. Mais tous les différens moyens de diminuer le frottement sont trop connus pour que je m'étende davantage là dessus.

2°. L'application de la puissance motrice à la machine est encore souvent une cause de diminution dans son effet, lorsque cette puissance est de nature à ne pouvoir pas y être appliquée immédiatement, & qu'on est obligé alors de rendre la machine plus composée, en y faisant des additions qui ne peuvent qu'augmenter le frottement. La façon la plus simple de faire mouvoir la vis d'Archimede est par le moyen d'une manivelle à laquelle plusieurs personnes peuvent être appliquées: mais, si au lieu d'hommes, on vouloit se servir de boeufs ou de chevaux, cela ne suffiroit pas, on ne peut pas les appliquer à une simple manivelle, il faudroit nécessairement y ajouter quelque nouvelle pièce, comme par exemple un rouet & une lanterne, pour changer la direction de la puissance; & l'effet en seroit diminué. En général, plus une machine est simple, plus son effet sera considérable, toutes choses d'ailleurs égales, & la vis d'Archimede est assez recommandable à cet égard.

Une



Une attention qu'il faut avoir dans toutes les machines qui doivent être mises en mouvement par des hommes ou des animaux, est de faire en sorte qu'ils puissent exercer leur force de la maniere qui leur est la plus commode & la plus naturelle: ils en sont moins fatigués, & deviennent par là capable de continuer leur travail plus longtems.

§. 17. Quoiqu'il soit indifférent dans la théorie, quelle valeur l'on donne aux quantités  $g$  &  $f$  (§. 14.) il ne faut pas croire qu'elles soyent parfaitement arbitraires dans la pratique: il y a plusieurs considérations à faire qui serviront à les déterminer. Comme les frottemens proviennent principalement du poids de la machine elle-même, qui est plus considérable que celui de l'eau dont elle est chargée, ce qui fait que ces frottemens ne varient pas beaucoup, soit que la quantité d'eau soit plus ou moins grande, il y aura de l'avantage à augmenter cette quantité d'eau. Il faudroit pour cet effet rendre  $g$  très grand, &  $f$  très petit, car nous avons vu (§. 10.) que par ce moyen l'arc hydrofore LMK étoit rendu plus grand; mais il en résulte aussi des inconvéniens, surtout pour  $f$ ; car en faisant cette quantité fort petite, on ne pourra élever l'eau qu'à une très petite hauteur, puisque cette hauteur est toujours proportionnelle à  $f$ . Vitruve fait cet angle dont  $f$  est le sinus, de 45 degrés, mais je crois qu'à cet égard il faut consulter les circonstances, & faire cet angle plus ou moins grand, suivant la hauteur à laquelle on est obligé de faire monter l'eau. J'ajouterai encore que, plus le cylindre est vertical, moins il sera difficile de soutenir le poids de toute la machine.

Quant à l'angle dont  $g$  est le sinus, il paroît qu'il n'y a aucun obstacle à le faire très grand: on se met par là dans la possibilité d'augmenter la valeur de  $f$ , qui doit toujours être plus petite que  $g$ , (§. 4.) Vitruve ne le fait cependant que de 45 degrés, d'autres le font plus grand, De tout cela il résulte qu'il vaudroit peut-être mieux faire  
l'an-



l'angle *bas* plus grand que de 45 deg. mais au contraire rendre BAL dont *g* est le Cosinus, beaucoup plus petit, même au dessous de 10 degrés.

§. 18. Comme l'eau occupe toujours des arcs de la vis séparés les uns des autres, & qu'il est impossible qu'elle remplisse tout le canal, sans laisser d'intervalles entre ses différentes portions, il faut prendre garde qu'il n'y ait aucun obstacle à cette séparation de l'eau, ce qui pourroit facilement arriver, par le manque d'introduction de l'air extérieur par l'extrémité inférieure du canal. Il faut donc avoir égard à la quantité dont la base du cylindre doit être plongée dans l'eau, & éviter qu'elle y soit totalement, ce qui empêcheroit l'air d'entrer dans le canal: mais d'un autre côté, il faut qu'elle soit assez plongée, pour que l'arc de la vis capable de retenir l'eau, puisse se remplir entièrement, autrement chaque révolution du cylindre ne donneroit pas toute la quantité d'eau qu'il est capable de donner, il n'en donneroit même point du tout, si la surface de l'eau dans lequel il est plongé, n'atteint pas le point P qui répond au point M, le plus bas, de l'arc LMK; ainsi donc la quantité d'immersion, pour faire le plus grand effet possible, & pour éviter l'inconvénient dont nous venons de parler, sera jusqu'à ce que la surface atteigne le point Q de la base, qui répond au point L le plus haut, en sorte que la corde 2GQ de la partie de la base qui est hors de l'eau

doit être égale à  $2a$ , ou  $2 \frac{fV(1-gg)}{gV(1-ff)}$ .

Donnons un exemple :

Soit  $f = \sin 65^\circ = 0,9063$ , &  $g = \sin 77^\circ:50' = 0,9775$ ,  
on aura  $a = 0,4622 = \sin 27^\circ:32'$ , ce qui rend l'arc de la base,  
qui doit être hors de l'eau, d'environ 55 degrés, & celui qui doit être  
plongé, de 305 degrés, & par l'inspection de la tablelle (§. 9.) on trouve  
l'arc



l'arc  $Qq$  de  $197\frac{1}{2}$  degrés, ce qui fait environ les cinq neuvièmes de la circonférence, en sorte que l'arc  $LMK$  qui est rempli d'eau sera les  $\frac{5}{9}$  de l'arc entier  $AMDC$ , & sa longueur sera à peu près de trois fois & demi le rayon de la base: & si  $P$  est le poids de toute l'eau contenue dans cet arc, la puissance nécessaire pour faire tourner le cylindre

$$\text{sera} = \frac{7}{4} \frac{h}{r} P.$$

§. 19. Il ne resteroit plus qu'à confirmer tout ce que nous avons dit, par des expériences qui seront très utiles pour déterminer la proportion qu'il y a entre les forces mouvantes, employées à faire tourner la machine, & l'effet qui en résultera, pour établir par là quelle est la portion de ces forces, qui est employée à des effets inutiles, & voir si dans la pratique, la vis d'Archimede a réellement des avantages sur les autres machines dont l'on se sert pour le même usage. Cet examen demande la connoissance des forces de l'homme, c'est à dire de l'effet qu'il peut produire par son travail, effet qui peut & doit toujours être réduit à une certaine masse, élevée dans un certain tems, à une certaine hauteur. Il paroît par un très grand nombre d'observations qu'un homme appliqué à un travail qu'il puisse soutenir pendant 8 heures par jour, fera un effet équivalent à celui d'élever un poids d'environ 60 livres à la hauteur d'un pied pendant chaque seconde de tems, & que, si son travail est tel qu'il ne puisse le soutenir que pendant 4 heures par jour, l'effet qu'il produira sera à peu près le double, en sorte qu'on peut conclure que, de quelque espece que soit le travail, des fatigues égales donnent à peu près des effets égaux. On tire encore des mêmes observations, que la fatigue d'un homme appliqué à un travail quelconque, suit la raison composée de la pression qu'il exerce, de la vitesse de son point d'appuy, & du tems pendant lequel il agit; pourvu qu'on ne donne pas à ce principe

Q

cipe



cipe une trop grande étendue & qu'on ne sorte pas hors de certaines limites. Cela étant posé, il sera aisé de voir par le résultat des expériences, combien l'effet de la vis différera de celui que nous venons d'établir; & s'il ne s'en écarte pas beaucoup, cette machine sera aussi bonne & aussi parfaite qu'il est possible de l'espérer.

Ces expériences n'ont rien de difficile: dans l'exécution elles demandent seulement d'être faites en grand, & répétées plusieurs fois. Je les aurois entreprises, si je n'eusse pas été pressé par le terme du tems prescrit pour l'envoi des Mémoires, qui est très près de son expiration.

J'espère que les illustres Savans à qui j'ai l'honneur de présenter ce Mémoire, voudront bien avoir quelque indulgence pour la maniere dont il est écrit; heureux, si je puis me flatter d'avoir rempli leur attente pour l'essentiel, & mériter leur approbation!

F I N.





# DISSERTATIONS

*sur des Questions académiques qui se trouvent*

CHEZ HAUDE ET SPENER

à Berlin.

- 
- D**issertation sur la cause de l'Electricité des Corps & des Phénomènes qui en dépendent, par Mr. Waitz, 4. 1745. 14 Gr.
- — sur la cause générale des vents, par Mr. d'Alembert avec les pièces qui ont concouru, 4. 1747. 16 Gr.
- — sur le Systeme des Monades, avec les pièces qui ont concouru, 4. 1748. 1 Thlr. 16 Gr.
- — sur les progrès des armes Romaines en Allemagne, avec les pièces qui ont concouru, 4. 1751. 16 Gr.
- — sur la génération du nitre, 4. 1750. 8 Gr.
- — sur la résistance des Fluides, 4. 1752. 6 Gr.
- — sur les Evénemens fortuits, avec les pièces qui ont concouru, 4. 1751. 16 Gr.
- — sur les anciens Habitans des Marches, avec les pièces qui ont concouru, 4. 1753. 8 Gr.
- — sur le principe de l'action des muscles, avec les pièces qui ont concouru, 4. 1753. 12 Gr.
- — sur l'Optimisme, avec les pièces qui ont concouru, 4. 1755. 8 Gr.
- — sur le mouvement diurne de la Terre, 4. 1756. 6 Gr.
- — sur la question de l'influence du langage sur les opinions, & des opinions sur le langage, avec les pièces qui ont concouru, 4. 1760. 16 Gr.
- — sur la nature, les especes, & les degrés de l'Evidence, par Moses Mendelsohn, avec les pièces qui ont concouru, 4. 1764. 16 Gr.
- — sur la Topographie ancienne de la Marche de Brandebourg, par Mr. Buchholtz, 4. 1764. 6 Gr.
- — sur l'Epoque de la souveraineté des Papes en Italie, par Mr. Sabbathier, 4. 1764. 5 Gr.

Dissert.

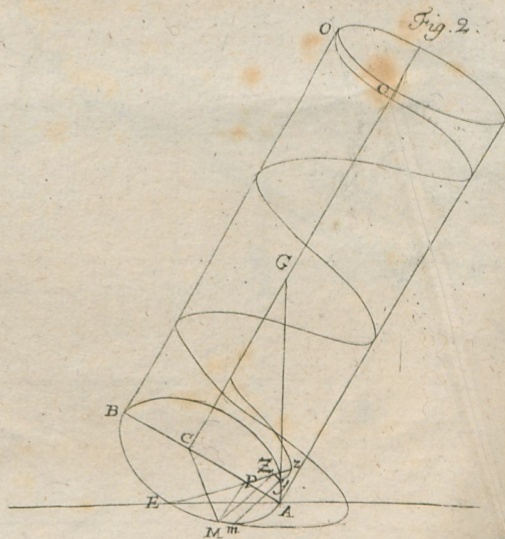
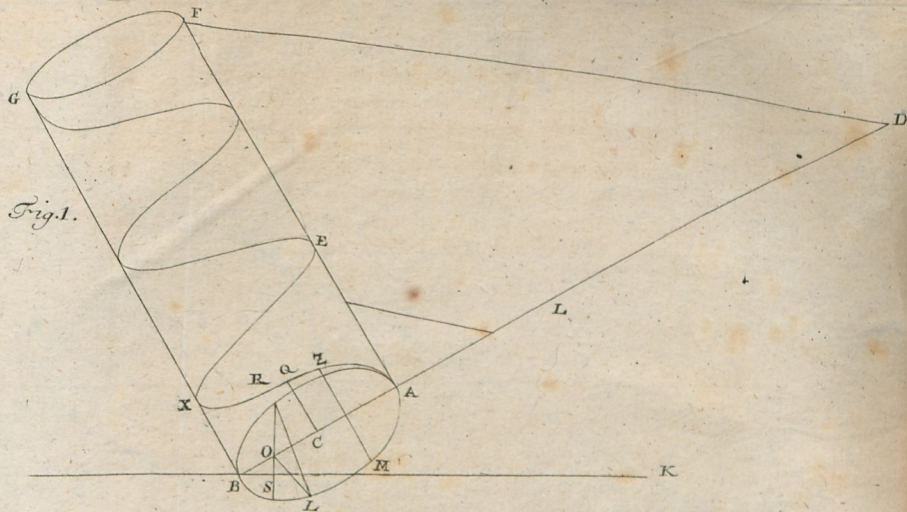
Dissertation sur le feu & sur l'ouste par Mr. Beltz, 4. 1764. 12 Gr.

- - sur la meilleure construction des Fours, pour bien cuire des briques, la chaux, & les ouvrages de poterie, tant pour épargner le Bois, que pour avoir une cuite égale dans les différens endroits du Four, avec fig. par Mr. Bauslan du Bignon, 4, 1766. 10 Gr.

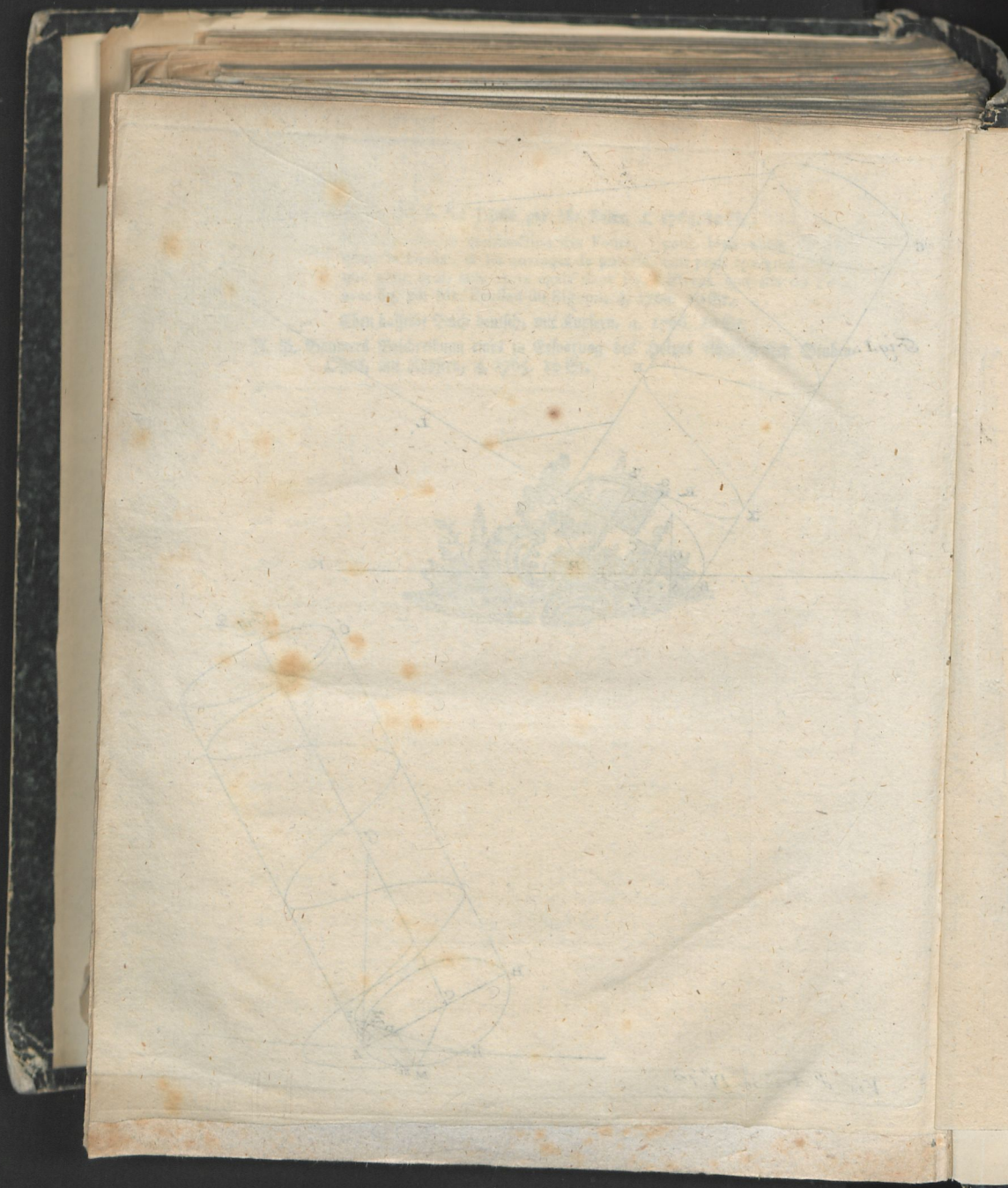
- - Eben dasselbe Buch deutsch, mit Kupfern, 4. 1766. 10 Gr.

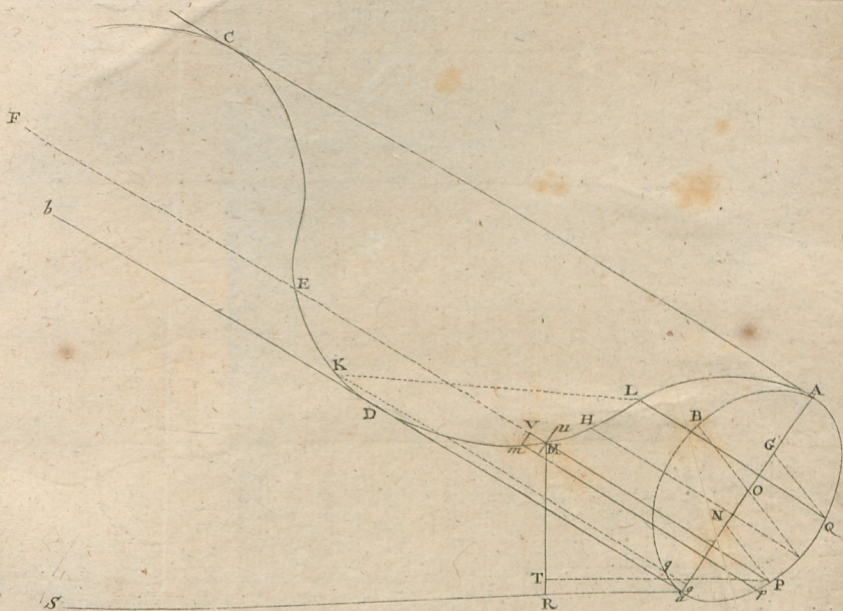
J. P. Baumers Beschreibung eines zu Ersparung des Holzes eingerichteten Stubens  
Ofens, mit Kupfern, 4. 1765. 10 Gr.





*Vis d'Archim. Pl. 12*





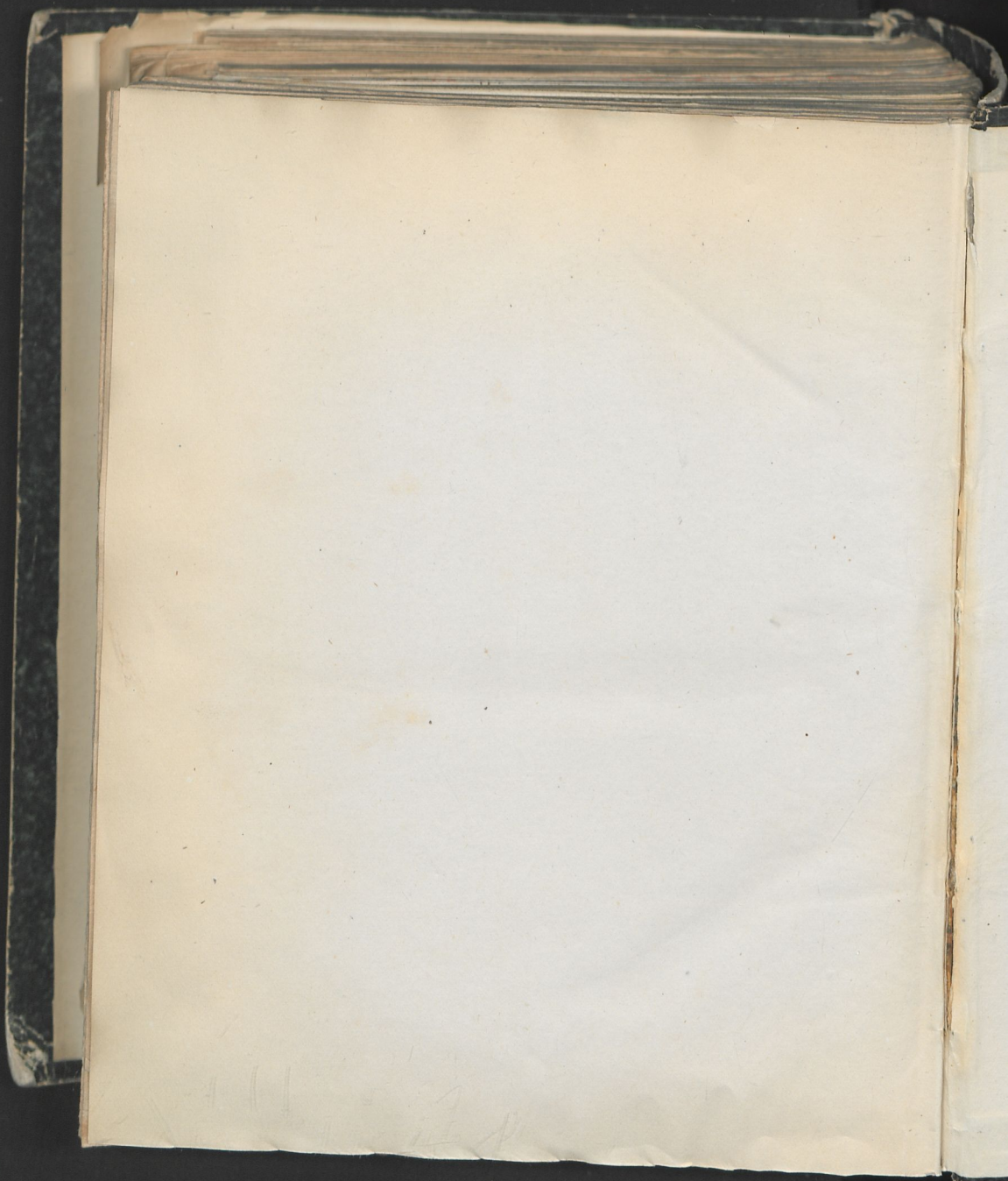
18  
*Vis d'Archim. Pl. 2.*



Von d. Herrn H. J.









94 A 7338

ULB Halle 3  
000 410 756



Sb.

VD 17







25

# DISSERTATIONS

QUI ONT  
REMPORTÉ LES PRIX ADJUGÉS

PAR  
L'ACADÉMIE ROYALE

DES  
SCIENCES  
ET  
BELLES-LETTRES DE PRUSSE  
EN MDCCLXVI.

*SUR LA NUTRITION  
ET  
SUR LA VIS D'ARCHIMEDE.*



---

À BERLIN  
CHEZ HAUDE ET SPENER,  
Libraires du Roi & de l'Académie  
MDCCLXVII,