# MÉMOIRE

*Sur les questions proposées par la Société Royale d'émulation de Bourg-en-Bresse, pour garantir les prairies de la Reissouze de toutes inondations, sans nuire au travail des moulins établis sur cette riviere.*

*Oritur sol, non diutius paludium incolæ vociferabunt.*

LA Société d'émulation de Bourg-en-Bresse a proposé, pour sujet d'un prix qu'elle a adjugé en 1787, les questions suivantes :

1°. Quelle seroit la maniere la plus facile & la moins dispendieuse, de curer la riviere de Reissouze en évitant les inconvénients, même momentanés, qui pourroient résulter de l'enlevement de sa vase ?

2°. Quel seroit l'emploi le plus avantageux de cette vase pour les engrais des prairies & des terres riveraines ? Comment seroit-il possible de subvenir à la dépense de ce curage, par qui & dans quelle proportion cette dépense devroit-elle être supportée ?

3°. La Société désire que dans le mémoire on détermine une ligne de profil qui fixe irrévocablement la hauteur des bancs de graviers des moulins situés sur la Reissouze, de maniere que, sans nuire à leur travail, on donne plus de pente à ses eaux, & que les prés & les terres riveraines soient à l'abri de toute inondation.

Toutes ces questions proposées ainsi généralement, & sans autres données, exigent des connoissances du local; des opérations & des expériences qu'il est difficile de se procurer dans l'éloignement pour les traiter dans leur étendue; mais comme la solution que j'en donne, par l'essai d'une théorie qui pourra paroître neuve, peut s'y appliquer, il sera facile de l'adapter aux événements que je n'aurois pu prévoir, & sur lesquels j'aurois été mal renseigné.

Je diviserai donc cet ouvrage en deux sections, en traitant, dans la premiere, des causes des inondations de la riviere dont il est question, & des moyens d'y remédier.

Et dans la seconde, des imperfections des moulins qui en obstruent le cours, en indiquant la maniere la plus avantageuse de les rectifier sans en supprimer aucun, l'objet d'une pareille question devant porter sur la plus grande économie des destructions, & sur le calcul des risques à courir dans un dérangement inconsidéré de l'ordre physique.

## SECTION PREMIERE.

*Sur la maniere la plus expéditive & la moins dispendieuse de curer le lit de la riviere.*

(1). Il seroit inutile de curer le lit de la Reissouze, si on ne se proposoit en même temps d'en augmenter la pente aux dépens des retenues des moulins, puisqu'on ne fourniroit par cette opération qu'un réservoir momentané aux eaux dont le régime est déterminé.

(2). Ce curage doit donc être proportionné à l'abaissement des seuils des écluses & des épanchoirs, de la hauteur desquels on peut retrancher 18 pouces, sans que les moulins puissent en souffrir aucun dérangement, comme on le démontrera à la suite, & le produit des vases qui proviendront de ce curage, ne doit pas avoir une autre destination que celle d'en former des banquettes sur les bords même de la riviere, qui serviront à encaisser son canal de maniere à empêcher les eaux des grandes crues de s'étendre dans les prairies & dans les terres riveraines, en faisant la même opération, suivant qu'elle deviendroit nécessaire, aux ruisseaux affluents.

(3). La plus grande profondeur de ce curage peut donc se réduire à 18 pouces au droit des seuils des retenues des moulins, & à zéro sous les roues actuelles; ce qui donnera 9 pouces de profondeur moyenne dans chaque biez, en fournissant les déblais nécessaires pour donner un pied de hauteur

réduite, & 8 à 9 pieds de largeur, aux banquettes, qu'on soutiendra par une plantation en dehors.

(4). Mais toutes ces proportions étant nécessairemet subordonnées au travail des moulins qui sont sur cette riviere, nous commencerons par examiner les inconvénients qui résultent de la distribution & de la construction arbitraire de ces artifices.

*Description du cours de la Reissouze, & de l'état actuel des moulins qui se trouvent sur son canal.*

(5). La Reissouze coule du levant au couchant, sa source est dans les montagnes de Bresse, à 542 toises en dessus de Tossia, & elle tombe dans la Saône, à 2941 toises en dessous de Pont-de-Vaux, suivant les mesures prises sur ses bords.

(6). Elle parcourt dans cet espace 38926 toises, qui font 16 lieues ¼ de 2400 toises, & elle est employée en entier à faire tourner 38 moulins qui en obstruent le cours, de maniere que les prairies dont elle est bordée en sont toutes marécageuses.

(7). Du nombre de ces moulins, il y en a six dans une distance de 6442 toises, depuis sa source jusqu'à celui des Jacobins, qu'on peut laisser intacts, parce que cette riviere naissante ayant beaucoup de chûtes dans cet espace, sa vîtesse uniforme n'est acquise qu'au débouché des vallons dans lesquels elle est resserrée; en sorte qu'on estime que les travaux qu'on propose ne doivent commencer qu'à 5900 toises en dessous de Tossia, au moulin même des Jacobins.

(8).

(8). Moyennant cela les autres moulins, auxquels il y aura des changements à faire, seront au nombre de 32, depuis celui des Jacobins jusqu'à celui de Pont-de-Vaux, dans une distance de 29543 toises 3 pieds.

(9). Pour avoir la pente pratique de cette riviere, on l'a nivelée dans la distance du moulin de Creve-Cœur à celui de St. Julien, qui est de 16955 toises, & la chûte a été trouvée de 137 pieds; ce qui donne une ligne & $\frac{1}{6}$ de pente par toise (*a*).

(10). A l'égard du bassin dans lequel coule cette riviere, depuis le moulin des Jacobins jusqu'à Pont-de-Vaux, dans la longueur de 29543 toises, comme on l'a dit (8), sa largeur réduite, entre les deux coteaux qui servent de limites aux inondations, étant de 175 toises, il s'ensuit que l'étendue des prairies, submergée par les inondations, est de 3846 arpents de roi, dont le produit doubleroit, si les circonstances, qui rendent le foin de ces prairies d'une mauvaise qualité, n'avarioient encore très-souvent cette récolte, en ajoutant à ces inconvénients que c'est aux exhalaisons putrides de ces marais qu'on doit les fievres qui se renouvellent toutes les années dans ce canton; en sorte que ces fléaux méritoient qu'une académie en fît la matiere d'une question intéressante.

---

(*a*) La Deune, petite riviere semblable qui tombe dans la Saône, a 2 lieues $\frac{1}{3}$ de pente par toise; & la Bourbesier, qui tombe dans la Loire, a précisément la même pente que la Reissouze.

*Sur les causes des inondations de cette riviere, & sur les mesures à prendre pour y remédier.*

(11). Nous avons dit (8) qu'il restoit 32 moulins sur cette riviere, depuis celui des Jacobins jusqu'à celui de Pont-de-Vaux, dans une distance de 29543 toises, dont la pente naturelle est de 239 pieds 4 pouces 3 lignes.

(12). Mais cette pente étant interceptée dans cet intervalle par autant d'écluses dont les retenues ont 2 pieds 10 pouces 6 lignes de hauteur chacune, il s'ensuit que quelle que soit la pente effective, jusqu'à ce qu'elle soit vérifiée par la dépense, ces retenues en retranchent toujours 92 pieds, qui donnent $\frac{1}{12}$ de ligne par toise; en sorte que cette pente étant d'une ligne $\frac{1}{6}$ (9), il est évident qu'il n'en reste plus que $\frac{3}{4}$ de ligne pour celle des biez intermédiaires, en supposant les moulins à des distances égales dans la question générale.

La distribution de ces moulins, par rapport à leurs chûtes, a donc été graduée en dépit des regles, puisque la plupart, essentiellement ceux qui sont les plus près les uns des autres, sont submergés par l'effet de l'amplitude du remoux des écluses inférieures, & les expériences qui nous ont été fournies sur cela, servent à le confirmer.

(13). Nous nous arrêterons seulement à celles de ces expériences qui ont rapport aux chûtes des deux moulins de Creve-Cœur & de la Charité, qui sont semblables aux autres, parce que c'est sur ces deux moulins d'ailleurs qu'ont été

faites toutes les jauges néceſſaires pour pouvoir traiter cette queſtion à fond.

(14). Ces expériences, & la figure (3) qui en eſt ci-jointe, établiſſent,

1°. Que la diſtance de l'un de ces deux moulins à l'autre eſt de 523 toiſes 3 pieds, d'axe en axe des roues, de F en A.

(15). 2°. Que la chûte de chaque écluſe eſt de 5 pieds 6 pouces 6 lignes, à compter depuis le ſommet de l'eau de la retenue en K, juſque ſous la roue de chaque moulin en M.

(16). 3°. Que la hauteur du ſeuil de chaque écluſe eſt de 2 pieds 10 pouces 6 lignes au-deſſus de la pente naturelle du lit de la riviere de M en L.

(17). 4°. Que la hauteur de l'eau dans chaque écluſe eſt de 2 pieds 8 pouces de L en K.

(18). 5°. Que la pente primordiale de la riviere entre ces deux moulins eſt de 8 pieds 6 pouces 8 lignes, ou de 2 lignes ½ par toiſe, à compter depuis le deſſous du courſier du moulin ſupérieur, juſqu'au deſſous de celui d'aval de E en C.

(19). 6°. Que cette pente, ſoulevée par la hauteur du ſeuil de l'écluſe d'aval, qui eſt (16) de 2 pieds 10 pouces 6 lignes, à compter du fond du courſier ſous les roues, ſe réduit à 5 pieds 8 pouces 2 lignes, ou une ligne ½ par toiſe dans la longueur du biez, qui a 522 toiſes un pied 6 pouces de F en D.

(20). 7°. Enfin, que la pente de la ſurface de l'eau du même biez eſt de 4 pieds dans la même longueur de F en D;

ce qui donne dans cet eſpace une ligne par toiſe, à compter depuis le deſſus du courſier en amont, dans l'état où il eſt ſubmergé d'un pied, juſqu'à ſon niveau contre la retenue de l'écluſe en aval, & qu'enfin cette pente ſe réduit à $\frac{10}{12}$, ou $\frac{1}{4}$ de ligne lorſque l'amplitude du remoux n'arrive qu'au niveau du fond du courſier d'amont dans les baſſes eaux ordinaires, toutes ces données faiſant voir qu'à la premiere hauteur que prennent les eaux, les aubes des roues du moulin ſupérieur ſont ſubmergées & noyées, & qu'il s'en faut de 144 toiſes environ, que ce moulin n'ait été placé aſſez haut, ou que celui d'aval n'ait été deſcendu aſſez bas.

Il ne reſte donc plus d'autre moyen aujourd'hui, pour remédier à ces inconvénients de poſitions, que d'abaiſſer les ſeuils des écluſes de ces moulins pour donner de la chaſſe aux eaux qui les ſubmergent, & pour éviter les inondations enſemble.

*Examen du regne de cette riviere par rapport à ſa recette & à ſa dépenſe.*

(21). Suivant les jauges qui nous ont été fournies, la ſection du canal de la Reiſſouze a 20 pieds de largeur, & ſa hauteur réduite eſt de 3 pieds 5 pouces lorſqu'elle eſt à pleins bords, en ſorte que ſa profondeur eſt à peu près le ſixieme de ſa largeur.

(22). Suivant ces dimenſions, l'aire de cette ſection ſera de 68 pieds 4 pouces.

(23). On a choisi le moulin de la Charité pour jauger la dépense de cette riviere, parce que toutes les eaux supérieures y sont réunies, & que le déchargeoir en est isolé.

Il paroît du reste que les eaux qui affluent dans la partie inférieure, n'ajoutent rien au volume des eaux supérieures, quelle qu'en soit la dépense, parce qu'en tombant des coteaux, elles acquierent une chûte qui ajoute beaucoup à leur vîtesse initiale, & que le tout devient égal par cette compensation.

(24). On a donc remarqué, dans l'état où cette riviere est à pleins bords, que toutes les vannes de l'écluse de ce moulin sont levées en entier ; en sorte que la dépense est égale par ces pertuis comme par le canal comblé dans le même temps, & que lorsque la crue est à son plus grand période, on leve de plus toutes les pelles du déchargeoir, & qu'alors les moulins ne peuvent plus moudre, parce que le refoulement est complet.

(25). En suivant l'ordre de ces événements, on aura donc la dépense constante de cette riviere par le premier, & la mesure du volume d'eau qui excede ses bords pour se répandre dans les prairies riveraines, par le second.

(26). Car, comme les pertuis de ce moulin ont ensemble 5 pieds 9 pouces de largeur, & 2 pieds 10 pouces de hauteur lorsque les pelles sont levées en entier, la base de la colonne d'eau à laquelle ces pertuis donnent passage, sera de 16 pieds 3 pouces 6 lignes, dont il faut distraire ce que le déchet d'orifice en emporte, il restera 12 pieds 2 pouces 7 lignes $\frac{1}{2}$.

(27). Nous prenons ici le déchet pour $\frac{1}{4}$, parce que la

conduite additionnelle des coursiers n'a lieu que dans la hauteur de 15 à 16 pouces, & que du reste la colonne d'eau est isolée dans la hauteur de 18 pouces au-dessus des bords de ces coursiers après le passage des empellements, dont les épaisseurs sont de 10 pouces.

Nous supposons d'ailleurs que la multitude des connoissances théoriques & expérimentales, qui sont nécessaires pour modifier les éléments dont on fait usage ici, n'est pas ignorée.

(28). On sait donc, moyennant cela, que la vîtesse de la colonne d'eau que fournissent les pertuis de ces moulins, devant répondre aux $\frac{4}{9}$ de leur hauteur, la chûte sera de 13 pouces une ligne $\frac{1}{3}$, qui donne par les regles ordinaires pour cette vîtesse par chaque seconde, 8 pieds 9 lignes; d'où il suit que la dépense effective de ces pertuis ensemble est de 99 pieds 3 pouces 3 lignes $\frac{1}{8}$ par seconde, que nous prendrons pour 100 pieds, afin de renfermer les fractions.

(29). Cette dépense est donc celle de la riviere, comme nous l'avons dit, lorsque son canal est à pleins bords (25).

(30). Nous aurons de la même maniere la dépense du déchargeoir, dont les pertuis ont ensemble 6 pieds 5 pouces de largeur, & 2 pieds 10 pouces de hauteur réduite; en sorte que la base du prisme d'eau qui s'en échappe étant de 18 pieds 2 pouces 2 lignes, il en reste, après le déchet prélevé, 13 pieds 7 pouces 7 lignes; & comme la vîtesse moyenne est la même, puisque la chûte est égale, il s'ensuit que la dépense effective de ce déchargeoir est de 110 pieds 9 pouces une ligne,

que nous réduisons néanmoins à 100 pieds pour la facilité des calculs qui suivent, d'autant que quelques circonstances accessoires permettent cette réduction.

(31). Cette dépense du déchargeoir est donc l'excès de celle de la riviere, en sorte qu'il s'en épanche autant par-dessus ses bords qu'il s'en débite par son canal.

(32). Or, s'il est constant que la dépense à laquelle ce canal peut fournir est de 100 pieds cubes (28), & que l'aire de sa section soit de 68 pieds 4 pouces (22), la vîtesse moyenne par laquelle ces eaux doivent se débiter, sera de 18 pouces par seconde, & cette vîtesse, quelle que soit la chûte ou la pente à laquelle elle est due, renfermera nécessairement le déchet ou le frottement; en sorte que s'il n'y avoit aucune contraction, la vîtesse à la surface seroit la même.

(33). Mais les expériences qui ont été faites sur la vîtesse de cette riviere dans ce même cas, apprennent que celle de la surface est de 30 à 32 pouces par seconde au fil de l'eau, qu'on trouve réduite à 27 pouces par la retardation de celle des bords; le déchet de la dépense naturelle est donc de $\frac{1}{3}$, & la pente due à la vîtesse moyenne de 18 pouces est nécessairement dans un rapport quelconque avec ce déchet.

(34). Cependant, comme la théorie ni même les expériences connues ne donnent aucunes lumieres sur cette question abstraite, je me suis déterminé à en faire une dans la similitude même de la nature de la Reissouze, pour parvenir à la connoissance de la pente intermédiaire qui est entre celle de son lit & celle de la surface de l'eau, & à laquelle est due sa vîtesse moyenne.

*EXPÉRIENCE.*

(35). J'ai fait établir pour cet effet un canal artificiel de dérivation dans le concours de la pente d'une petite riviere qui avoit 4 pouces 2 lignes de pente par 100 toiſes, ou $\frac{1}{2}$ ligne par toiſe.

(36). Ce canal étoit en madriers, il avoit 26 toiſes, 4 pieds de longueur, 24 pouces de largeur, & 8 pouces de hauteur de bords, avec deux lignes de jauge intérieures, à 4 pouces de hauteur pour marquer celle de l'eau courante, qui devoit être de $\frac{1}{6}$ de ſa largeur (21).

(37). Le fond de ce canal étoit garni de gravier ſur un pouce d'épaiſſeur, retenu par des liteaux en travers, de 12 en 12 pieds, en ſorte que le frottement pouvoit imiter celui du lit de la riviere.

(38). L'eau introduite dans ce canal artificiel avec les convenances néceſſaires d'ailleurs, a fait connoître en jaugeant ſa dépenſe, au moyen d'un cuvier qui contenoit 21 pieds cubes, & qui ſe rempliſſoit en 20 ſecondes, minutiées par des pendules, que la vîteſſe moyenne à laquelle la dépenſe étoit due, étoit de 18 pouces par ſeconde, celle de la ſurface, meſurée avec des corps flottants, ayant été trouvée de 21 pouces 4 lignes.

(39). Le déchet de la dépenſe naturelle, donné par cette expérience, a donc été de $\frac{1}{8}$, puiſque cette dépenſe eût été de 24 pieds cubes ſans la circonſtance du frottement.

(40). Mais ſi ce déchet eût été d'un tiers au lieu de $\frac{1}{8}$, comme

comme on l'a expérimenté ſur la Reiſſouze (33), parce que le lit du canal artificiel ſe ſeroit trouvé obſtrué de la même maniere, il eſt clair que, ſous la même chûte & ſous la même hauteur d'eau, la vîteſſe moyenne de 18 pouces eût été réduite à 14 pouces $\frac{1}{3}$, parce que les petits orifices donnent moins à proportion que les grands, à cauſe du rapport des périmetres.

(41). Il eſt donc queſtion actuellement de rechercher la pente à laquelle cette vîteſſe eſt due, puiſqu'elle n'eſt pas la même que celle du lit ni que celle de la ſurface, & qu'en général chaque vîteſſe a ſa pente & ſa chûte; & comme c'eſt en vertu de cette pente intermédiaire & de la vîteſſe moyenne à laquelle elle eſt due, que ſe fait la dépenſe effective, il s'enſuit qu'elle eſt indépendante de tout contact de frottement, & que par conſéquent elle eſt interpoſée entre la force accélératrice & la réſiſtance du lit.

(42). Cette pente ſera donc ſtatique, puiſqu'elle en renferme les conditions, & que c'eſt par la vîteſſe qui lui eſt due, que ſe fait la dépenſe effective; en ſorte que ſon rapport avec cette vîteſſe rentrera dans les loix de la théorie ſuivant laquelle ces vîteſſes ſont comme les racines carrées des hauteurs de ces pentes.

(43). Les effets de ces pentes ſont eſſentiellement remarquables dans la premiere eau qu'on introduit dans un canal; on voit qu'elle ſe gonfle depuis l'origine du frottement, en proportion de ce que la vîteſſe diminue d'accélération juſqu'à ce que cette vîteſſe ſoit devenue uniforme; il faut donc, pour

qu'elle se maintienne dans cette uniformité, que cet effet soit continuel & identique dans chaque intervalle parcouru.

Il est évident, par une suite de la même hypothese, que dans un canal qui n'a aucune pente, & dans lequel l'eau ne coule qu'en vertu de sa chûte initiale, la pente statique due à la vîtesse moyenne est inverse, & cette vîtesse rétrograde, en sorte que ce n'est plus que par son énergie qu'elle s'écoule.

Aussi voit-on que dans toutes les petites rivieres fluviatiles, les ondulations ne sont produites que par les efforts que font leurs eaux pour surmonter la résistance du lit, en se gonflant par identité pour acquérir une nouvelle chûte; en sorte même que lorsque cette résistance devient en équilibre avec la fluctuation, ces rivieres cessent totalement de couler; ce qui fait dire aux personnes peu versées dans ces questions physiques, qu'elles se perdent dans leurs sables (*a*).

Ces effets sont encore confirmés par l'expérience qu'en a rapporté M. l'abbé le Bossu, ( *Fig. 46* ) de son hydraudinamique, ( tome 2 ), sur laquelle il n'est question que de jeter les yeux pour les sentir.

Cela posé, ce probleme se réduit donc à l'énoncé qui suit.

---

(*a*) Voyez dans M. l'abbé le Bossu, la citation qu'il fait de ces événements dans les tuyaux de conduite.

*Déterminer la hauteur à laquelle répond la vîtesse moyenne d'une eau courante pour connoître la région de sa pente statique.*

Nous prendrons pour cela le canal même qui a servi à notre expérience (36), puisque les sections de ce canal & celles de la Reissouze sont semblables entr'elles.

(44). Soit donc le profil longitudinal de ce canal (*Fig. 2re.*) dans un espace RL, dont la pente est d'une $\frac{1}{2}$ ligne par toise, & dont la hauteur d'eau NB est de 4 pouces, comme on l'a vu (36).

(45). Nous avons trouvé (40) que la vîtesse moyenne de l'eau devoit être de 14 pouces $\frac{1}{3}$; or, les vîtesses étant comme les racines carrées de leurs chûtes, on aura 3 lignes $\frac{1}{4}$ pour celle due à la vîtesse de 14 pouces $\frac{1}{3}$.

(46). Cette chûte à la fin de l'espace RL, pourra donc être exprimée par l'abscisse AD de la parabole AGB, & sa vîtesse correspondante par l'ordonnée DE.

(47). Nommons actuellement l'abscisse AD ($c$), & $x$, la hauteur entiere AB, BD sera $x - c$, & le parametre sera $= a$.

Il est question d'abord d'avoir la largeur de la section contractée sous la hauteur où l'eau est réduite par le déchet de la section naturelle.

(48). Puisque nous avons dit (40) que ce déchet étoit de $\frac{1}{3}$, & que la section naturelle est de 96 pouces (36), l'aire de la section contractée se trouvera réduite à 64 pouces.

Or, comme ces ſections ſont ſemblables par l'hypotheſe, & que leurs côtés homologues ſont proportionnels, on aura cette largeur par l'analogie qui ſuit.

96 : 64 : : 576 : 384, dont la racine = 19 pouces 7 lignes, que nous nommerons $l$.

Or, par la nature du problême NB $= \frac{1}{6} l$.

Cela poſé, on aura DE $= \sqrt{ac}$, & BG $= \sqrt{ax}$.

La moyenne ordonnée, entre DE & BG, ſera donc $\frac{\frac{2}{3} x\sqrt{ax} - \frac{2}{3} c\sqrt{ac}}{x - c}$.

Or, cette ordonnée multipliée par $x - c$, donne l'aire d'un ſegment parabolique BDEG $= \frac{2}{3} x\sqrt{ax} - \frac{2}{3} c\sqrt{ac}$.

D'un autre côté, on a NB × DE $= \frac{1}{6} l\sqrt{ac}$.

Il faut donc, pour que les dépenſes ſoient égales dans les deux cas, ſous la même largeur $l$, avoir cette équation $\frac{2}{3} x\sqrt{ax} - \frac{2}{3} c\sqrt{ac} = \frac{1}{6} l\sqrt{ac}$, ou $\frac{2}{3} x\sqrt{ax} = \frac{1}{6} l\sqrt{ac} + \frac{2}{3} c\sqrt{ac}$; & élevant au carré, on a $\frac{1}{36} llac + \frac{2}{9} lacc + \frac{4}{9} ac^3 = \frac{4}{9} ax^3$; & diviſant par $\frac{4}{9} a$, il vient $x^3 = \frac{1}{16} llc + \frac{1}{2} lcc + c^3$; & enfin $x = \sqrt[3]{\frac{1}{16} llc + \frac{1}{2} lcc + c^3} =$ 1 pouces 11 lignes $\frac{1}{2}$, dont, ôtant $c =$ 3 lignes $\frac{1}{4}$, il reſte 1 pouce 8 lignes $\frac{1}{2}$ pour la hauteur BD, à laquelle eſt la région de la pente ſtatique due à la vîteſſe moyenne DE.

(49). Pour conſtruire actuellement ce problême, il faut le rapporter aux deux ſections abcd, & efgh de la figure 2me, dans laquelle l'aire de la ſection contractée efgh étant réduite aux $\frac{2}{3}$ par le déchet, on a 3 pouces 3 lignes 2 points $= \frac{1}{6} l$, pour la hauteur fh de cette ſection.

Ainſi la différence de 4 pouces, avec 3 pouces 3 lignes 2 points, qui eſt de 8 lignes 10 points, ſera l'épaiſſeur de l'eau conſidérée comme adhérente au fond & aux bords par la réſiſtance du lit; or, ſi la vîteſſe moyenne qui répond à la région de la pente ſtatique eſt au centre de la ſection contractée, parce que la preſſion de l'eau ambiante eſt la même en tout ſens, cette pente ſera à 2 pouces 4 lignes 5 points au-deſſus du fond du canal, quel que ſoit l'eſpace que l'eau parcoure depuis l'origine de ſa chûte, où le frottement prend naiſſance, juſqu'à ce qu'elle ait acquiſe une vîteſſe uniforme; en ſorte que ſi la pente & la réſiſtance du lit ſont les mêmes dans tout ſon cours, elle ſera décompoſée par des eſpaces finis ſemblables, dont les chûtes ſtatiques ſeront égales, dans les mêmes principes que le ſont les chûtes, les pentes & les vîteſſes théoriques.

Il ſuit donc de là que connoiſſant par des jauges exactes la dépenſe d'une riviere, ou ſa vîteſſe moyenne, ſa pente ſtatique & ſes chûtes, à la fin de chaque eſpace parcouru, donneront ſa pente totale plus exactement que par la voie des nivellements pratiques.

(50). On voit donc par la conſtruction de ce problême, que la région de la pente ſtatique étant à 2 pouces 4 lignes 5 points au-deſſus du fond, c d, de la ſection naturelle, elle eſt à un pouce 8 lignes au-deſſus de celui, g h, de la ſection contractée; en ſorte que cette théorie eſt d'accord avec l'expérience du déchet, & qu'il eſt évident d'ailleurs que plus la vîteſſe moyenne augmente, plus la pente ſtatique à

laquelle elle répond approche de celle du lit ; ce qui ſert à confirmer que les frottements décroiſſent en proportion de ce que les vîteſſes augmentent.

(51). Il ne reſte donc plus maintenant qu'à connoître le rapport de cette pente avec celle du lit ; or, puiſque celle-ci eſt de 4 pouces 2 lignes par 100 toiſes (35), & que la vîteſſe à la ſurface eſt de 21 pouces 4 lignes par ſeconde ſous une chûte de 8 lignes (un peu moins), il faut que l'eau ait parcouru un eſpace de 625 toiſes de R en L (*Fig. 2re.*) avec une pente de 26 pouces 0 lignes 6 points, avant d'avoir acquis cette vîteſſe uniforme, en employant pour cela 35 minutes & 9 ſecondes.

Car, puiſque la vîteſſe théorique d'une eau qui coule dans un canal de niveau en vertu de ſa chûte, ne devient uniforme qu'après avoir parcouru un eſpace de 100 toiſes, c'eſt la même choſe que ſi elle couloit ſans contact de frottement ſur une pente de 100 toiſes, dont la hauteur fût la même que celle de ſa chûte.

(52). Ainſi, ce n'eſt donc qu'à la fin d'un eſpace de 625 toiſes que le régime du canal peut être déterminé & conſtant, parce que l'équilibre ſe trouve alors établi entre la force accélératrice & le frottement, qui a ſon origine au commencement de cet eſpace.

(53). Or, ſi de la pente totale de cet eſpace, qui eſt de 26 pouces 0 lignes $\frac{5}{12}$, on en ôte 2 pouces 4 lignes $\frac{5}{12}$ (50), il reſtera 23 pouces 8 lignes.

La pente du lit & la pente ſtatique dans chaque eſpace

ſont donc entr'elles comme 26 pouces 0 lignes . 6 points : 23 pouces . 8 lignes, ou comme 12 à 11, c'eſt-à-dire, que la pente naturelle, qui étoit de $\frac{1}{2}$ ligne, ſe trouve réduite à 5 points $\frac{1}{2}$, en perdant $\frac{1}{12}$ de ſa hauteur, & c'eſt ce qu'il falloit démontrer.

La méthode dont je viens de faire uſage paroît donc ſoumettre les circonſtances phyſiques de cette queſtion à une théorie qui devient conforme aux expériences, & ſur laquelle la géométrie ne pouvoit avoir de priſe.

(54). Mais puiſque nous avons fait connoître en premier lieu (12), qu'après les obſtacles des écluſes des moulins il ne reſteroit plus que $\frac{1}{4}$ de lignes par toiſe de la pente naturelle & primordiale de la riviere, & qu'il eſt poſſible d'abaiſſer les ſeuils de ces écluſes de 18 pouces, après avoir dit (19) que leur auteur actuelle eſt de 2 pieds 10 pouces 6 lignes, il s'enſuit que nous pouvons reſtituer 48 pieds de chûte en total à la pente des biez, ou $\frac{1}{4}$ de ligne par toiſe; en ſorte que cette pente ſera d'une ligne, & que partant, il reſtera 16 pouces 6 lignes pour la hauteur de chaque retenue, à compter du niveau du fond des anciens courſiers; en ſorte qu'élevant le ſaut actuel (*Fig. 4me.*) de 8 pouces, la pente des nouveaux courſiers ſera de 8 pouces 6 lignes depuis le ſeuil des pertuis juſque ſous les roues (42).

(55). Et comme nous avons dit d'ailleurs que les carrés des vîteſſes moyennes devoient être entr'eux comme les pentes ſtatiques auxquelles ces vîteſſes ont rapport, nous aurons la pente ſtatique qui ſe trouve due à la vîteſſe

moyenne de la Reissouze, (laquelle est de 18 pouces), par la connoissance que nous avons (40) de la vîtesse moyenne & de la pente statique (53) du canal factice de notre expérience (35), dont la section est semblable à celle de cette riviere.

Ainsi cette pente qui approche d'autant plus de celle du lit que la vîtesse moyenne de 18 pouces, à laquelle elle est due, est plus grande que celle de 14 pouces $\frac{1}{3}$, sera de 8 points $\frac{2}{3}$, & par conséquent de $\frac{1}{12}$ moindre que celle du lit, & c'est ce qu'il restoit à démontrer sur cela.

Maintenant que nous connoissons l'existence de cette pente, qu'elle est désobstruée de tout obstacle de frottement, & qu'il est question de l'augmenter dans un rapport de 9 à 12, ou de 3 à 4, (très à peu près), nous pourrons nous dispenser d'avoir recours à une suite de calculs plus étendus pour rechercher la vîtesse moyenne qui sera due à cette pente accrue, pour fournir une plus grande dépense que celle de 100 pieds cubes, en nous en rapportant aux expériences qui nous ont été fournies par M. l'abbé le Bossu, pour un cas pareil d'abstraction de frottement, puisque nous les avons fait évanouir ici.

Suivant les expériences LIII & LIV de cet auteur, lorsque les dépenses sont doubles par les mêmes pentes, sans contact de frottements, les vîtesses sont entr'elles : : 24 : 29; ainsi, dans la these actuelle, où la dépense doit doubler, sa vîtesse moyenne, par la même pente statique, sera de 21 pouces 9 lignes; & lorsque la pente augmente ensuite, comme dans

le

le rapport que nous avons établi (54), ces vîteſſes croiſſent dans la raiſon de 9 à 10, (un peu plus de 10); en ſorte qu'ajoutant un peu plus de $\frac{1}{9}$ à 21 pouces 9 lignes, on aura 25 pouces pour la vîteſſe moyenne de la Reiſſouze, dans l'état où toutes ſes eaux ſeroient raſſemblées dans un canal dont le lit auroit une ligne de pente par toiſe, après avoir baiſſé les retenues des écluſes de 18 pouces.

(56). Maintenant que nous ſavons que cette riviere fournit 200 pieds cubes d'eau par ſeconde, ſi nous diviſons cette dépenſe par ſa vîteſſe de 25 pouces, nous aurons 96 pieds pour l'aire de la ſection du canal qui doit contenir tout le volume donné par les jauges, & ces 96 pieds diviſés par la largeur de 20 pieds, qui eſt celle de cette riviere, donneront pour la hauteur que doivent prendre ces eaux, 4 pieds 9 pouces 7 lignes.

Or, comme la profondeur actuelle de cette riviere eſt de 3 pieds 5 pouces (21), ces eaux prendront donc 16 pouces 7 lignes de hauteur de plus que les bords actuels.

Il ſuit donc de là qu'en baiſſant le lit de 9 pouces de hauteur réduite par le curage des vaſes, & en élevant ces bords d'un pied par les banquettes dont il a été queſtion, l'encaiſſement de ce canal aura 5 pieds 2 pouces de profondeur, & par conſéquent 4 pouces 5 lignes en deſſus de la ſurface des eaux qu'il contiendra, & même plus, ſuivant qu'on voudra réduire la largeur des levées ou banquettes pour leur donner plus de hauteur; en ſorte que la queſtion traitée par cette premiere ſection eſt réſolue.

## SECTION SECONDE.

*Examen de la force d'impulsion employée pour faire tourner les moulins, par lequel on démontre que cette force est plus avantageuse en baissant les seuils des écluses qu'en les laissant subsister dans leur état actuel, sans apporter d'ailleurs aucun dérangement aux parties intérieures de ces artifices.*

La suite des expériences que nous avons rapportées dans la section précédente, constate, à l'égard de l'effet de ces moulins,

(57). 1°. Que la hauteur de la chûte KM (*Fig. 3*), lorsque l'écluse est pleine, est de 5 pieds 6 pouces 6 lignes (15), à compter depuis le sommet de l'eau jusque sur le coursier, sous la roue; en sorte que prenant 2 pouces pour l'épaisseur du plafond de ce coursier qui est établi sur une lambourde de 8 pouces de hauteur, posée sur le terrain naturel, ce coursier se trouve élevé de 10 pouces au-dessus du lit de la riviere, cette hauteur formant toute la chûte du saut qui doit servir à la fuite de l'eau qui sort de ce même coursier.

(58). 2°. Que la hauteur vive de l'eau qui étoit retenue au moment de l'expérience dans l'écluse, étoit de 2 pieds 8 pouces depuis le fond L qui est au niveau du seuil du pertuis de ce moulin, jusqu'à son sommet K, en observant que c'est sur celui qui est à gauche que cette expérience a été faite, parce que le moulin est d'ailleurs à 3 roues.

(59). 3°. Que la largeur de ce pertuis par lequel on donne l'eau, est de 18 pouces, & l'épaisseur de sa paroi de 10 pouces.

(60). 4°. Qu'au moment de cette expérience, où le moulin étoit en plein travail, la pelle de ce pertuis étoit levée de 17 pouces.

(61). 5°. Que dans cet état les eaux étoient à un pied au-dessus de l'étiage, en sorte que la roue étoit submergée de la même hauteur, & qu'il n'y avoit par conséquent plus de fuite, le meunier ayant indiqué du reste que lorsque la riviere est plus basse, on ne leve la pelle que de 13 pouces; d'où il suit que c'est le refoulement de l'eau en aval qui oblige à donner une impulsion plus forte à la machine pour vaincre cette résistance.

(62). 6°. Que les aubes de cette roue, & en général de tous ces moulins qui sont semblables, ont 18 pouces de hauteur sur 9 pouces de largeur, & qu'elles sont au nombre de 30.

(63). 7°. Que le diametre de ces roues est de 9 pieds, d'où il suit que, réduit au centre d'impulsion des aubes, il n'est que de 7 pieds 6 pouces; en sorte que la circonférence moyenne de ces roues est de 283 pouces.

(64). 8°. Enfin, que cette roue, dans sa rotation, fait 224 tours en 15 minutes, en parcourant 70 pouces $\frac{1}{4}$ par seconde, ou 5 pieds 10 pouces $\frac{1}{4}$, dans lequel espace il s'échappe 4 aubes.

(65). D'après toutes les données que nous venons de voir, il suit d'abord que l'aire d'une aube est d'un pied un pouce 6 lignes.

Or, comme la chûte moyenne entre la hauteur KM & KL est de 3 pieds 8 pouces 6 lignes, la vîtesse due à cette chûte sera de 15 pieds (un peu moins) par seconde.

(66). Cela posé, la force d'impulsion contre les aubes, dans leur état de repos, sera égale au poids d'un prisme d'eau qui auroit pour base une de ces aubes, & pour hauteur la chûte due à la vîtesse de 15 pieds, puisque dans les principes connus, les carrés des vîtesses sont comme leurs chûtes, ou les vîtesses comme les racines de ces chûtes.

(67). Ce prisme contiendra donc 4 pieds 2 pouces cubes, dont chaque pied pesant 70 livres, son poids sera entre 290 & 291 livres, qui est l'équivalent de cette force d'impulsion.

(68). Mais puisque dans les basses eaux le refoulement au derriere des aubes n'apporte aucun obstacle au mouvement de la roue, dont la rotation est la même, quoiqu'on ne leve alors la pelle du pertuis que de 13 pouces (61), la résistance qu'oppose ce refoulement à la force d'impulsion, qui équivaut ici à 291 livres, sera donc dans le rapport de la dépense de ces différentes eaux, c'est-à-dire, comme 13 à 17 directement, puisque la largeur du pertuis ne change point, si toutefois la hauteur de la chûte étoit la même; mais comme elle est dans l'expérience de 3 pieds 8 pouces 6 lignes (65), & dans l'hypothese de 3 pieds 10 pouces, le rapport de 13 à 17 doit se changer dans celui de 13 à 16 $\frac{1}{4}$; d'où on conclut que la dépense de l'eau est d'abord d'un quart de plus lorsqu'il y a un obstacle qui s'oppose à sa fuite après avoir fait tourner la roue, & que cette roue est noyée par l'effet de

la retenue de l'écluſe d'aval qui fait refouler l'eau juſqu'au deſſus du fond du courſier d'amont ; ce qu'il étoit important de démontrer avant d'entrer dans les détails qui ſuivent.

(69). D'un autre côté, ſi on meſure la dépenſe de l'eau que fournit le pertuis dans le même temps, & dont l'aire eſt de 2 pieds un pouce 6 lignes (59 & 60), & qu'on en déduiſe $\frac{3}{16}$ pour la contraction d'orifice, d'après les expériences connues, il reſtera un pied 8 pouces 8 lignes, leſquels, multipliés par 3 pieds 8 pouces 6 lignes, donnent 6 pieds 4 pouces 7 lignes, dont l'excès au-deſſus de 4 pieds 2 pouces (67) exprime encore la perte d'eau que font ces moulins dans leur état actuel, laquelle équivaut à plus de la moitié de celle qui eſt employée par la force d'impulſion ; en ſorte qu'ayant déjà trouvé $\frac{1}{4}$ par ce qui précede (68), cette perte, comme on le voit, excede de plus de $\frac{1}{4}$ la quantité d'eau qu'il ſuffiroit de retenir pour faire tourner ces moulins, ſi la dépenſe en étoit bien dirigée ; & on voit par-là que ſi ces aubes avoient un pied 8 pouces 8 lignes de ſuperficie, au lieu d'un pied un pouce 6 lignes (65), la force d'impulſion ſeroit la même ſous la chûte priſe ſimplement de la hauteur vive de l'eau par le pertuis actuel, en ajoutant, à la plus grande rigueur, 5 pouces $\frac{5}{12}$ à la hauteur moyenne de cette chûte (65) ; ce qui donne pour la chûte réduite, qui ſeroit ſuffiſante, 2 pieds 4 pouces 7 lignes.

C'eſt par une ſuite du même calcul qu'on peut conclure que dans de plus grandes crues, où le refoulement oppoſe plus d'obſtacles en arriere des aubes, la perte de l'eau

s'accroît jusqu'à excéder le double de celle qui devroit suffire pour faire tourner ces moulins, s'ils étoient construits dans des principes mieux entendus; en sorte que ceci se rapporte à la jauge que nous avons donnée de ces eaux dans la premiere section, & que l'une de ces expériences sert à confirmer l'autre, & qu'enfin il devient inutile de retenir autant d'eau, puisque la moitié peut suffire.

(70). Il devient donc constant, par ce que nous venons de voir, qu'en retranchant 18 pouces de la hauteur actuelle de ces retenues, dont il resteroit 16 pouces 6 lignes, à compter du niveau du fond des anciens coursiers, cette hauteur seroit encore fort au-dessus de la jauge nécessaire pour faire tourner ces moulins, en augmentant seulement l'étendue des aubes, & c'est ce qui reste à chercher.

Mais il faut établir, avant tout, le rapport de la vîtesse des roues de ces moulins avec celle de la veine d'eau qui les fait tourner, pour le plus grand effet, puisque sans cet accord la machine seroit imparfaite.

(71). Nous avons vu que la vîtesse de la roue étoit de 5 pieds 10 pouces 9 lignes (64) par seconde; la vîtesse respective de la veine d'eau sous laquelle l'aube fuit, se réduit donc à 9 pieds un pouce 3 lignes, laquelle répond à une chûte d'un pied 4 pouces 7 lignes.

Ainsi la vraie force dans le moment de l'effet, que nous appellerons force poussante, puisqu'elle a une action, & que la force d'impulsion ne renferme aucun mouvement, se réduit au poids d'une colonne d'eau de même base que la

précédente (65), mais dont la hauteur n'eſt que d'un pied 4 pouces 7 lignes, laquelle équivaut à 108 ou 109 livres.

(72). Il eſt donc évident que puiſque le moment de la force pouſſante, qui eſt égale au moment de l'effet, eſt comme la chûte due à l'excès de la vîteſſe de la veine d'eau qui frappe les aubes, ſur celle que prend la roue, cette force pourra être exprimée auſſi par le carré de cette vîteſſe reſpective.

(73). Or, ſi on nomme $u$ la vîteſſe entiere de la veine, $x$ celle de rotation, la vîteſſe reſpective ſera $u - x$, & ſon carré qui eſt $uu - 2ux + xx$, exprimera cette force pouſſante, laquelle étant multipliée par l'eſpace parcouru, qui eſt $x$, donnera le moment d'effet $= uux - 2uxx + x^3$, qui eſt un *maximum*, dont la différentielle eſt $uudx - 4uxdx + 3x^2dx = 0$, qui donne $uu - 4ux + 3x^2 = 0$, d'où on tire $x = \frac{u}{3}$.

(74). Cette regle établit donc que pour qu'une machine de ce genre ſoit capable du plus grand effet, il faut que la vîteſſe de la roue ſoit le $\frac{1}{3}$ de celle de la veine d'eau employée pour la faire mouvoir.

Cependant ceux qui ont traité de l'hydraulique, ont été d'accord que cette vîteſſe devoit être entre le tiers & les $\frac{2}{5}$, & l'expérience actuelle (64) y eſt aſſez conforme.

Nous croyons bien que pour toutes les autres machines pareillement mues par un courant d'eau, la proportion de $\frac{2}{5}$ eſt convenable, mais nous ne penſons pas qu'elle puiſſe s'adapter avec le même ſuccès aux moulins à farine.

Nous ſommes inſtruits d'ailleurs que le pain qui ſe fait à Bourg-en-Breſſe n'eſt bon que lorſqu'il eſt nouvellement cuit, & qu'en 24 heures il devient compacte & ſans goût; on pourroit donc attribuer cette mauvaiſe qualité à la trop grande trituration du bled, dont la farine rendue impalpable ſe reſſerre dans la manipulation & par la coction, comme il arrive à tous les corps dont les parties ont été fortement broyées & atténuées.

(75). Nous réduirons donc cette vîteſſe de la roue à 5 pieds par ſeconde, au lieu de 5 pieds 10 pouces 9 lignes (64), en ſorte que la vîteſſe entiere de la veine d'eau ſera de 12 pieds 6 pouces; ce qui établira la hauteur moyenne & conſtante de la chûte due à cette vîteſſe de 2 pieds 7 pouces $\frac{1}{4}$, en ſorte qu'elle ſera déjà plus forte que celle de 2 pieds 4 pouces 7 lignes dans l'hypotheſe que nous en avions poſée (69); & c'eſt ce qu'il étoit eſſentiel de déterminer d'une maniere exacte.

Cette vîteſſe de rotation n'éprouvera d'ailleurs aucune tardivité par le raccourciſſement du diametre des nouvelles roues, qui doit être de 6 pouces, ſuivant la *Figure 4*, attendu que les centres d'impreſſion reſtent dans le même éloignement de l'axe, parce que la veine d'eau qui doit frapper les aubes dans cette figure ne devant prendre que 12 pouces de hauteur, le centre d'impreſſion ne prendra que 6 pouces du rayon de cette roue, tandis qu'il en prend 9 pouces dans celle de la *Figure 3*.

Au ſurplus, comme ce n'eſt pas abſolument de la plus grande

grande vîteſſe des roues que dépendent les plus grands effets de ces moulins, mais bien de la plus grande quantité de grain qu'ils peuvent moudre à la fois, on gagne plus en augmentant l'action de la puiſſance, qu'on ne perd par la diminution de la rotation ; or, c'eſt cette augmentation d'action qui reſte actuellement à connoître, parce qu'elle dépendoit d'abord de la hauteur de la chûte qu'il falloit déterminer (75).

(76). On eſt inſtruit aujourd'hui que dans les machines qui ſont agitées par la ſeule impulſion de l'eau, dirigée perpendiculairement ſur le plan qui reçoit le coup, la réſiſtance que ce plan oppoſe, s'il eſt plus étendu que la baſe de la colonne d'eau par laquelle il eſt frappé, eſt égale au poids de la même colonne qui auroit pour hauteur le double de la chûte due à la vîteſſe de l'eau ; en ſorte que ce principe n'ayant pas beſoin de nouveaux commentaires, & l'auteur de ce mémoire en ayant déjà traité précédemment à l'égard de la force d'impulſion des courants, on peut en conclure qu'en diſpoſant les aubes des moulins dont il eſt ici queſtion, de la même maniere, la force d'impulſion ſeroit double ſous la même chûte qu'ils ont aujourd'hui, & partant, égale ſous la moitié de cette même chûte, ſi les aubes ont une étendue double, ou ſeulement plus grande que la baſe de la veine d'eau.

(77). Il ſuit donc de là qu'il s'en faudroit déjà de fort peu que la chûte moyenne de la hauteur de l'eau retenue dans chaque écluſe (65), ne dût ſuffire pour faire tourner ces

moulins, comme on l'a déjà obſervé ; d'où on voit que le ſeuil de ces écluſes pourroit être ſupprimé en entier, s'il ne devoit reſter un ſaut ſous les roues pour la fuite de l'eau qui s'échappe des courſiers après avoir frappé les aubes.

(78). Mais comme nous avons eſtimé en premier lieu qu'il ſuffiroit que ces ſeuils fuſſent baiſſés de 18 pouces, après avoir fait voir que leur hauteur actuelle eſt de 2 pieds 10 pouces 6 lignes, ils auront donc encore 16 pouces 6 lignes, comme nous l'avons dit, à compter du fond des anciens courſiers, *Figure 3*, & 8 pouces 6 lignes, à compter du fond de ceux de la *Figure 4*, qui ſeront élevés de 8 pouces de plus, *Figure 3*.

D'où il ſuit, 1°. que la pente de ces nouveaux courſiers ſera de 8 pouces depuis le ſeuil de la priſe d'eau juſque ſous les roues ; 2°. que la hauteur du ſaut PQ ſera de 18 pouces ; 3°. qu'il reſtera 6 lignes de jeu entre les aubes & le fond du courſier à ſon extrémité ; 4°. & enfin, que la hauteur moyenne de la chûte d'eau ſera de 2 pieds 7 pouces $\frac{1}{4}$ (un peu plus), tous les ſeuils des déchargeoirs devant être baiſſés de la même quantité de 18 pouces.

(79). A ces diſpoſitions, il ne reſte donc plus à ajouter que la forme à donner en conſéquence aux roues, aux aubes & aux courſiers.

Il convient d'abord de réduire le diametre de toutes les roues à 8 pieds 6 pouces comme dans la *Figure 4*, & d'y ajouter des doubles rayons & des doubles jantes, eſpacées entr'elles de 9 à 10 pouces, pour avoir des aubes de 2 pieds

de largeur, ajuſtées de maniere que la colonne d'eau commence à les frapper par la partie la plus baſſe en ſortant du courſier, dont le calibre doit être d'un pied à ſon extrémité, & dont la largeur doit être d'un pied un pouce ſous la rotation de la roue.

A l'égard de la hauteur qu'on doit donner à ces aubes, elle dépend de l'élévation du remoux due à la vîteſſe de l'eau ; il eſt évident que cette vîteſſe reſpective étant de 7 pieds 6 pouces, ſuivant le calcul, la hauteur de ſa chûte, qui eſt de 11 pouces $\frac{1}{4}$, devroit être la meſure de ce remoux, ſi la réſiſtance de l'air & les frottements ne s'y oppoſoient ; & comme en outre la veine doit ſe dilater en tout ſens ſur ces aubes au moment de l'effet, on ne doit évaluer ce remoux qu'au quart ; en ſorte qu'il ſuffira de régler la hauteur de ces aubes à 15 pouces, en obſervant d'en fixer le nombre à 24, conformément à la *Figure 4*, pour que celles qui ſont en avant n'interceptent pas le coup de celles qui fuient.

Il réſultera de ces diſpoſitions, ſuivant leſquelles les aubes préſenteront une ſurface de 2 pieds 6 pouces à l'impulſion de l'eau, que la force employée pour faire tourner les roues ſera équivalente à 370 livres, & qu'en la comparant à 291 livres (67), elle l'emportera de près d'un tiers ſur l'effet actuel de ces machines, indépendamment de ce que le refoulement des écluſes inférieures, qui apporte, en l'état actuel, un grand obſtacle à leur travail, ceſſera totalement par l'exhauſſement du ſaut des courſiers, & par la chaſſe que les eaux acquerront en baiſſant toutes les retenues de 18 pouces,

& qu'en outre il n'y aura aucune déperdition d'eau dans cette maniere de faire mouvoir ces machines, parce qu'elle sera toute employée contre la surface qu'elle choquera, ou perpendiculairement, ou latéralement, par l'effet de sa dilatation.

Le calibre du coursier à son extrémité n'étant point d'ailleurs une chose arbitraire & soumise au contraire à l'épaisseur que la colonne d'eau doit prendre au bas de ce coursier, on peut le déterminer par les autres dimensions données, suivant les regles ordinaires.

Pour cela il faut se rappeller que l'aire de l'orifice du pertuis contracté est d'un pied 8 pouces 8 lignes (69), c'est-à-dire, qu'il sort un pied 8 pouces 8 lignes d'eau par une vîtesse de 8 pieds 11 pouces 4 lignes, & que la vîtesse de ce prisme d'eau au bas du coursier, est de 12 pieds 7 pouces.

Or, les bases de ces prismes tronqués pouvant être considérés comme les vîtesses inverses, la base au bas du coursier sera d'un pied 2 pouces 8 lignes, qu'il faut encore réduire dans le rapport de 16 à 13, il restera précisément un pied en carré, & c'est ce qui restoit à démontrer.

Quant aux changements à faire aux roues de ces moulins pour les conformer aux regles d'hydraulique que nous venons d'établir, il paroît que les espaces que laissent entr'eux les bâtiments qui sont à cheval sur la riviere en donnent toute la liberté, sans rien déranger d'ailleurs aux corps intérieurs de ces artifices; en sorte qu'on se croit fondé à regarder ces réparations comme les moins dispendieuses qu'on puisse

proposer aux propriétaires de ces moulins, & même comme les plus avantageux, en considérant que ces machines, qui sont très-utiles en général, sont bien plus nuisibles dans leur état d'imperfection actuelle, par les torts qu'ils font à la fortune, à la vie & à la santé des habitants que la nécessité a placés sur les bords de la Reissouze.

*Évaluation de la dépense du curage de la riviere.*

Moyennant les dispositions qui ont été indiquées dans le second paragraphe de la premiere section, on sera dispensé des frais de transport des vases qui proviendront du curage de cette riviere pour les déposer dans les prairies & terres riveraines, & par conséquent d'un remuage de plus, qui, en les divisant sous une surface plus étendue que celle qu'elles doivent occuper dans les levées dont il a été question, produiroit une plus grande masse d'évaporations dangereuses, au lieu que ces évaporations se trouveront concentrées par l'emploi immédiat de ces vases dans ces levées & banquettes auxquelles elles sont naturellement destinées d'ailleurs.

Comme nous avons dit que la longueur totale des biez, dans chacun desquels cette opération doit être faite, est de 29543 toises, il s'ensuit que le produit de ce curage, sur une largeur de 20 pieds & une profondeur réduite de 9 pouces, doit être de 12209 toises 3 pieds cubes, dont on estime que chaque toise doit coûter pour fouilles, draguages, régalement, outils & faux frais, 5 livres 10 sous; ce qui fait,

pour les 12209 toiſes 3 pieds, une ſomme de 67152 livres 5 ſous.

Laquelle ſomme revient par toiſe courante du canal, de chaque bord, à 20 ſous 8 deniers, & partant, à 2 livres 1 ſou 5 deniers des deux bords.

On voit donc qu'en ſpéculant ſur le produit de ces prairies améliorées par ce curage & par les autres opérations indiquées, cette dépenſe n'équivaudroit tout au plus qu'au tiers d'une année de leur revenu, lors même qu'elles n'acquerroient que les $\frac{2}{5}$ de plus de leur valeur actuelle.

Car, puiſque la quantité d'arpents ſubmergés monte à 3846, dont on eſtime que chaque arpent ne rapporte en l'état que 30 livres, à raiſon de 4 livres la coupée, ce ſeroit bien peu ſi on n'en eſpéroit que 50 livres lorſque ces marais ſeront convertis en prés inſubmerſibles & arroſables au contraire à diſcrétion.

A l'égard des moyens de ſe procurer les fonds néceſſaires pour ſubvenir à ces frais, on eſt dans le ſentiment que tous les propriétaires riverains devant participer au bénéfice, ils doivent tous y contribuer, chacun en droit ſoi, en raiſon de la longueur de leurs poſſeſſions, ſi toutefois on n'a rien à diſcuter avec les propriétaires des moulins, à raiſon des dommages auxquels leur établiſſement a donné lieu.

Quant à ce qui concerne les changements à faire à ces moulins pour concourir au rétabliſſement de l'ordre primitif de la riviere qui en a été conſidérablement dérangée, on croit qu'ils doivent être à la charge des propriétaires même

de ces artifices, puiſqu'il eſt démontré, d'une maniere irréſiſtible, que ces établiſſements auroient pu être différemment diſtribués, & avoir une forme autrement avantageuſe à ces propriétaires, & beaucoup moins nuiſible au public; d'où on conclut que ces moulins ſont contraires, dans leur état actuel, au droit de la nature & au droit des gens.

*Des moyens & de la manutention du curage de cette riviere.*

Comme il eſt néceſſaire que le curage ſoit expédié dans le plus court délai poſſible, & qu'il eſt important qu'on ne s'en occupe qu'en hiver, pour ne point expoſer la ſanté des habitants riverains & la vie des ouvriers qui y ſeroient employés, on ſera obligé pour cela d'en raſſembler le plus grand nombre qu'on pourra, dans lequel cas on ne peut ſe propoſer de donner cet ouvrage par adjudication au rabais, comme pourroient le penſer des adminiſtrateurs municipaux, peu verſés dans des détails de manutention de cette nature, & que des expériences n'ont pu inſtruire.

On penſe donc que cet ouvrage doit être fait par régie, mais qu'on pourroit en prendre occaſion d'y occuper des ateliers de charité, qui, indépendamment des piqueurs qui les dirigeroient, ſeroient ſurveillés par une compagnie de recteurs des pauvres, compoſée comme celles qui ſont à la tête des hôpitaux, & dans laquelle il y auroit un tréſorier chargé de la recette & de la diſtribution des fonds.

Le premier emploi de ces fonds devroit ſervir à équiper

gratuitement ces pauvres de gilets croiſés, de bonnets & d'outils qui leur reſteroient pour gratification, en, par eux, rempliſſant l'engagement de ne point quitter ces travaux avant leur perfection ſans motifs recevables.

Il ſeroit indiſpenſable auſſi de fournir de l'eau de vie à ces ouvriers, & même le pain : ces détails ne ſont ni plus étendus, ni plus compliqués que ceux dont ſont chargés les munitionnaires d'une troupe militaire ; & comme tout concourt à la néceſſité d'avoir des feux ſur tous ces ateliers, de diſtance en diſtance, pour purifier l'air & pour réchauffer ces ouvriers, on leur fourniroit encore le bois néceſſaire pour entretenir ces feux, moyennant quoi tous ces manœuvres trouvant leurs beſoins phyſiques dans ces travaux, leurs ſalaires du reſte ſe réduiroient à une paye modique qu'ils auroient encore à peu près de reſte à la fin de ces travaux, & il n'y a pas de doute qu'à ces conditions on trouveroit de ces ouvriers autant qu'on en voudroit.

Je penſe donc avoir indiqué par les regles que j'ai démontrées à l'appui des expériences locales, & par les voies les plus économiques, tous les moyens qu'il eſt néceſſaire d'employer pour le ſuccès général d'une opération auſſi utile au bien public, & avoir ſatisfait à la queſtion propoſée dans toute l'étendue qu'elle exigeoit.

RAPPORT