Zeitschrift: Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel

Herausgeber: Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel

Band: 14 (1883-1884)

Artikel: Réfutation des erreurs contenues dans le rapport de la commission nommée par le Grand Conseil concernant l'utilisation de la Reuse et des sources des gorges

Autor: Ritter, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-88213

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Siehe Rechtliche Hinweise.

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. Voir Informations légales.

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. See Legal notice.

Download PDF: 25.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

RÉFUTATION

DES

ERREURS CONTENUES DANS LE RAPPORT DE LA COMMISSION NOMMÉE PAR LE GRAND CONSEIL

CONCERNANT

L'UTILISATION DE LA REUSE ET DES SOURCES DES GORGES

Par M. G. Ritter, ingénieur.

I

Partie hydrologique.

Je viens soumettre à votre appréciation quelques faits et démonstrations destinés à réfuter certaines théories émises dans le rapport de la Commission nommée par le Conseil d'Etat pour examiner les demandes en concession des forces de la Reuse et de la question des eaux.

L'année dernière, je n'ai pas eu de peine à vous démontrer que la source supérieure de Combe-Garrot, rive droite, jaugeant 3600 litres à l'étiage, ne pouvait être hydrologiquement expliquée que par un apport considérable d'eau de la Reuse, filtrée et rafraîchie dans d'excellentes conditions.

Ma démonstration était fondée :

1° Sur le fait que le bassin hydrologique fixé par notre honorable collègue, M. Jaccard, pour cette source, alimentait déjà un si grand nombre de sources dont il ignorait alors l'existence, qu'il était impossible

d'ajouter, comme provenance, toutes ces eaux avec celle de Combe-Garrot, sans arriver à des chiffres d'absorption d'eau de pluie tout à fait absurdes. L'alimentation des sources visibles et desservies par le bassin en question, représente le 35 % de l'eau tombée, sans celle de Combe-Garrot, et avec celle-ci, on aurait 58 %, ce qui n'est pas admissible. (1)

2° Ma démonstration était encore fondée sur le fait indéniable que la Reuse chevauche depuis le Saut-de-Brot, où elle les traverse, jusqu'au Saut de la Verrière où elle les retraverse, sur les bancs mêmes du Jurassique supérieur, presque verticalement dressés sous la rivière, bancs qui absorbent l'eau qu'elle charrie avec la même facilité que l'eau de pluie; que, d'autre part, les bancs mentionnés plus haut étant en relation directe avec ce que j'appelle le nœud géologique de Combe-Garrot, situé à 80 mèt. au-dessous,il est hors de doute que l'abondance des eaux surgissant en ce point, leur fixité de volume et de température sont des faits corollaires de cet état de choses en amont, une cause permanente produisant des effets identiques.

Je ne reviendrai que peu là-dessus, Messieurs; j'attends encore les démonstrations qui infirmeront mes preuves et qui établiront que ma théorie est fausse, car le rapport de la Commission ne renferme pas un mot, pas un profil contradictoire ou de raisonnement contraire sur cette question. En revanche, je dois reconnaître qu'il est riche en affirmations.

Mais, en matière scientifique, toute affirmation concernant des quantités et qui n'est pas appuyée d'un système mensurateur justificatif quelconque, d'un coup de compas sur une carte pour les surfaces, de l'emploi

(1) Voir Bull. Soc. sc. nat. 1883, tome XIII, p. 329 et suiv.

d'un litre ou d'un mètre pour les volumes et cubes, devra fatalement et irrévocablement plier bagage devant une théorie présentée par un adversaire, quelque minuscule soit-il, si celle-ci est justifiée par des faits palpables et tangibles, par des calculs démonstratifs exacts ou des mensurations effectives.

Cela dit, je passe sans transition à cette grande trouvaille de la source inférieure, rive droite, de Combe-Garrot, source dont le volume, si curieusement mesuré, grâce au thermomètre de l'observateur, *est de plus de 10 000 litres pendant les basses eaux de la Reuse*, soit, pour l'année 1883, au 1er septembre, étiage d'été de toutes les autres sources observées dans la région des Gorges.

Il faut avouer que cette importante découverte arrive bien à point pour rendre plus hésitante la Municipalité de Neuchâtel, à laquelle j'avais offert, pour la dépense projetée de 1 250 000 francs, de lui amener au Plan, sans pompage aucun, 6 000 litres d'eau par minute au lieu de 3 à 4 000 que l'on se propose de pomper, proposition fort compromettante pour les partisans du pompage des eaux de Combe-Garrot.

Eh bien! Messieurs, examinons un peu la valeur de ce nouvel atout jeté si inopinément sur le tapis dans la question des eaux; faisons l'autopsie du système hydrologique qui nous enfante cette merveille inattendue d'une source nouvelle de plus de dix mille litres à l'étiage, source plus forte en volume que toutes les eaux des sources réunies du Champ-du-Moulin. Et d'abord, il est encore permis de se demander si le volume annoncé de l'eau de cette source existe réellement.

J'avoue que pour moi, j'ai de sérieux doutes sur ce volume, quelle que soit sa provenance et la sagacité de l'observateur, et voici pour quelles raisons : M. Jaccard nous dit dans la lettre que j'ai eu l'honneur de vous lire, que la constatation de ce volume d'eau a été faite le 1er septembre.

Or, Messieurs, le 25 août, soit 6 jours auparavant, M. de Tribolet, notre collègue, a constaté avec moi une légère infiltration d'eau des roches supportant le bloc de granit qui cache la source. Mais nous n'avons rien vu du bouillonnement extraordinaire, dont parle la lettre ; j'ajoute que j'ai examiné le bloc dessous, devant et en amont, et j'avoue que, malgré cet examen assez complet, je n'ai pas vu le bouillonnement extraordinaire annoncé et visible le 1er septembre, soit 6 jours après, mais que j'ai constaté un arrivage d'eau à peine visible et peu important au bord de la Reuse.

D'autre part, il est assurément curieux et difficile de s'expliquer pourquoi, au printemps, lorsque la Reuse hausse de 0m,50 à 1 mètre, par exemple, la source jaillit vivement d'une manière très visible, avec un volume apparent de 1 500 à 1 600 litres, peut-être 1 800 ou 2 000 litres par minute ; tandis que, lorsque la Reuse baisse, la source de plus de 10 000 litres à l'étiage perd sa force et qu'il faille, comme on nous le dit, une grande attention pour l'apercevoir, malgré son énorme volume. Il est aussi étonnant que, lorsque l'eau jaillit du milieu des hautes eaux de la Reuse, elle marque une température de 7°,4, son volume étant moindre proportionnellement que le volume de la rivière, tandis que lorsque les 10 000 litres surgissent avec force des eaux de la

basse Reuse, qui doivent alors se mêler moins avec un volume aussi considérable d'eau de source, sa température soit de 9°,3, c'est-à-dire 2° plus élevée.

Toutefois, laissons-là, Messieurs, ces inductions que je considère comme des hypothèses discutables; la nature ayant parfois des secrets bien autrement étranges à première vue et souvent fort difficiles à expliquer; passons au fait capital, d'un examen facile, aux conclusions péremptoires qui vont réduire à leur juste valeur les singulières données avec lesquelles on a bâti si intempestivement l'échafaudage hydrologique, pour ne pas dire le château de cartes doctrinal qui doit tout expliquer.

La source de plus de 10 000 litres en basses eaux a pour surface alimentaire la montagne de Boudry et son prolongement Sud-Ouest, sur une étendue d'environ 8 à 10 kilomètres carrés.

Tel est le texte du rapport de la Commission. Quant à celui de la sous-Commission hydrologique, il n'est pas davantage explicite à cet égard.

Dans notre dernière séance, M. Hirsch nous a déjà manifesté son étonnement de ce que pareille énormité puisse apparaître dans un rapport signé par tant de noms avantageusement connus dans le monde technique et scientifique.

A mon tour, Messieurs, je me propose de vous prouver par des chiffres précis et carte en main que c'est là une erreur jetée sur le papier avec une grande légèreté, sans examen sérieux des facteurs qui accompagnent un semblable problème, facteurs qui le limitent si bien qu'ils en démontrent la complète absurdité par voie synthétique ou plutôt différentielle.

En effet, si les auteurs du rapport avaient pris la

peine d'examiner toutes les conditions auxquelles la surface alimentaire qu'ils indiquent et le massif hydrologique de pénétration des eaux qu'elle recouvre doivent répondre, avant de satisfaire à leur desideratum, c'est-à-dire à l'alimentation de la deuxième source de Combe-Garrot, ils n'eussent point écrit, ni fait signer semblable chose à des ingénieurs et techniciens du dehors, qui n'en peuvent mais, et qui seraient, j'en ai la ferme conviction, fort étonnés s'ils pouvaient assister à notre séance de ce jour.

Entrant maintenant dans le vif de la question, commençons par déterminer les volumes d'eau connus qui sont alimentés indiscutablement par la même surface avec son massif perméable inférieur, puis nous verrons ce qu'il doit rester pour Combe-Garrot.

Le connu une fois calculé, une simple différence va nous permettre de faire la part de l'inconnu. Puis, cette part faite, nous l'expédierons à Combe-Garrot, si toutefois il en vaut la peine, ou si elle peut s'y rendre hydrauliquement ou mieux hydrostatiquement parlant.

Rappelons d'abord que 1 kilomètre carré représente 1 000 000 de mètres carrés en surface et qu'à raison d'une réception annuelle de 1 mètre d'épaisseur d'eau tombée, cela donnerait, recueillie entièrement, sans perte aucune et s'écoulant régulièrement et uniformément par un canal, un volume de $\frac{1\,000\,000\,000 \text{ litres}}{525\,600 \text{ minutes}} = 1902$ litres par minute, soit 1900 en chiffres ronds.

Par conséquent, pour plus de 10 000 litres à l'étiage et pour 9 kilomètres carrés, moyenne des deux chiffres indiqués dans le rapport pour la source Garrot

aval, on aurait : eau tombée = 17 100 litres en *écoulement total constant et permanent*, du 1er janvier au 31 décembre ; si donc l'eau d'infiltration absorbée uniquement pour la source par la surface alimentaire fixée était de 20 %, le chiffre utile deviendrait seulement de . . . . . 3 420 litres
s'il était de 40 %, le chiffre utile ne
serait encore que de . . . . . 6 840 »
mais il doit être de 60 % pour atteindre 10 260 »
soit le chiffre minimum fixé pour la source.

Ainsi donc, MM. les commissaires des eaux de la Reuse admettent que 60 % de l'eau du ciel va se rendre de tous les points de la surface qu'ils ont déterminée, peu à peu et mathématiquement régularisée, du 1er janvier au 31 décembre, au point unique désigné, et surgir là, sans perte aucune, sous le bloc mystérieux qui empêche pour le moment de dire de combien la source est supérieure à 10 000 litres.

Malgré la déclaration formelle contenue dans le rapport de la Commission, de mon incompétence en matière hydrologique, j'ose encore affirmer que la gymnastique si régulière et si complète que l'on prétend faire exécuter aux 60 %, pour ne pas dire 70 ou 80 % (puisqu'il ne s'agit ici que de l'étiage de la source) de cette eau tombée sur les 9 kilom. carrés est chose absolument impossible. Et les preuves sur lesquelles je base mon incrédulité absolue, les voici :

Veuillez jeter un coup d'œil sur la carte grossièrement façonnée que je mets sous vos yeux. (Fig. 1.)

Elle représente la montagne de Boudry et son prolongement Sud-Ouest jusqu'au Mont-Aubert, séparés par le ruisseau de Vaumarcus.

La surface pointillée de 30,60 kilomètres carrés,

disons 30 kilom². en chiffres ronds, contient assurément les 9 kilom². indiqués dans le rapport, comme surface alimentaire de la source inférieure de Combe-Garrot.

La surface limitée par un double pointillé, qui fait suite à la précédente au Nord, de 9 ½ kilom²., représente la surface du versant Nord de la montagne de Boudry et le Dos-d'Ane limitant le Creux-du-Van ; c'est la *superficie alimentaire de la source* supérieure de Combe-Garrot, toujours *selon la Commission*. C'est cette même surface qui, fournissant déjà 35 ½ % de l'eau tombée aux sources rive droite du Champ-du-Moulin, *en raison des circonstances exceptionnelles que je vous ai indiquées* l'année dernière, devraient encore fournir 23 % surnuméraires pour satisfaire au débit de cette source supérieure et les y conduire d'une extrémité de la bande à l'autre, malgré les ravins, déchirures, accidents orographiques de toute nature qui s'y opposent. Cette fourniture supplémentaire formerait un chiffre total de 58 % absolument inadmissible.

Vous remarquerez encore dans cette surface les affleurements des bancs jurassiques qui, d'après les hydrologues de la Commission, sont les conducteurs de ces 23 % d'eau, bancs dont les bases ou pieds, recourbés en plissement synclinal, plongent dans la Reuse et même la portent sur un long parcours, mais à l'eau de laquelle il leur est interdit de sucer la moindre goutte, malgré leur perméabilité, pour la conduire avec les dits 23 % d'eau de pluie à Combe-Garrot.

Il faut avouer qu'on ne saurait être plus particulariste en la matière !

Mais reprenons le versant dont nous nous occupons spécialement, celui de 30,6 kilom². de surface, incliné vers le Sud. Il représente la surface alimentaire de tous les cours d'eaux, ruisselets, rigoles, conduites d'eau qui alimentent la contrée immédiatement au-dessous jusqu'au lac; ce fait ne saurait être contesté un instant.

Eh bien! faisons la nomenclature de tous les exutoires qui se fournissent d'eau aux dépens de cette surface alimentaire.

Procédons d'abord par le visible, l'invisible restant pourra être supputé ensuite.

Le premier ruisseau connu est celui de Saint-Aubin, qui fait mouvoir toute l'année des scieries, moulins et ateliers mécaniques. Ce ruisseau, lors des eaux abondantes, débite jusqu'à 8 000 et même 10 000 litres d'eau par minute; les eaux de surface contribuent à son débit. Pendant les basses eaux, il donne 3 000 litres environ. Je dois à M. Lambert, fils, propriétaire de deux usines à Gorgier et à Saint-Aubin, fabricant de pièces d'horlogerie, les renseignements que je donne ici. Voulant contrôler ses assertions, je l'interrogeai sur la force utilisée au minimum dans ses ateliers.

A Saint-Aubin, me dit-il, nous n'avons jamais moins de 4 chevaux en été avec une chute de 7 mètres. Le calcul donne, x étant le volume en litres de l'eau disponible pour une seconde :

$$\frac{x \times 7}{75 \text{ kgm.}} = \overset{\text{Ch.}}{4}$$

d'où $x = 45$ litres p. seconde,

soit par minute 2700 litres.

Avec la réduction de la force due au moteur, on me permettra bien d'admettre pour les eaux d'été des années ordinaires où il tombe un mètre d'eau, le chiffre de . . . . 3 000 à 3 500 l.

Or, ce cours d'eau vient sourdre des bancs crétacés au Nord-Ouest du village, à 450 et 475 mètres environ au-dessus de la mer, c'est-à-dire à 85 mètres pour l'une des sorties et 50 mètres pour l'autre au-dessous du niveau de la source inférieure de Combe-Garrot qui nous occupe ici et qui est à 535 mètres sur mer. Voilà un fait et des chiffres que chacun peut contrôler.

Passons à l'examen du ruisseau de Gorgier. M. Lambert, qui a eu l'obligeance de m'accompagner dans mes explorations autour du village, en amont, m'a déclaré que le déversoir de trop plein de son usine n'avait pas cessé de fonctionner depuis quatre années. Au reste, a-t-il ajouté, l'usine voisine de la sienne a toujours de l'eau pour deux meules, avec 8 m. de chute. Donc, on peut admettre au minimum 2000 lit., et pour moyenne *des eaux d'été*, lorsqu'il tombe $1^{m},00$ d'eau pendant l'année, on peut bien fixer de . 2 500 à 3 000 l.

L'eau est fournie au ruisseau par des échappements souterrains appelés

A reporter . . . 5 500 à 6 500 l.

Report . . . 5 500 à 6 500 l.

tannes, par une source sortant du rocher près du château de Gorgier et enfin par divers légers filets d'eau.

J'ai constaté en eaux abondantes, mesurées au déversoir, 7 000 à 7 500 litres à l'usine Lambert, dont le canal contient tout ce qui descend de la montagne dans cette région. Altitude de sortie des *tannes* 450 à 460 m. sur mer. Altitude de la source du château 500 m. au maximum. Il y a donc encore ici une différence d'avec Combe-Garrot, de 80 et 35 mètres, en contre-bas de cette source.

Si, de Gorgier nous passons à Bevaix, nous trouvons le ruisseau de Treytel . . . . . 200 à 300 l.

Celui du Néverin mesure environ. 200 à 300 l.

Celui du Biot près Bevaix, qui est quelquefois à sec un ou deux mois et que je note seulement pour. . . 50 à 100 l.
comme moyenne d'eau d'été, bien entendu.

A Bevaix, nous constatons au Nord-Est du village une grande étendue marécageuse, qui sert de récepteur à toutes les eaux du versant terminal Est de la montagne de Boudry. Or, les Sagnes, comme on les appelle, alimentent :

A reporter . . . 5 950 à 7 200 l.

Report . . .	5 950 à 7 200 l.
1° Le ruisseau des Moulins de Bevaix.	
2° Celui de la Tuilerie de Bevaix, qui fait marcher les engins de cette fabrique précisément en été, seule saison pendant laquelle on y travaille.	
3° Enfin, le ruisseau de Belmont, descendant à Boudry.	
D'après tous les renseignements fournis, on peut supputer que ces trois ruisseaux fournissent ensemble, en été, un volume minimum de . .	3 000 à 3 500 l.
Je passe sous silence les nombreuses fontaines, si abondantes, de Bevaix, des Prises-de-Belmont et des environs, qui prennent cependant aussi leur eau dans la région des 30,6 kilomètres carrés indiqués.	
Total des eaux moyennes d'été	8 950 à 10 700 l.

Admettons 9 000 litres à 11 000 pour la facilité des calculs. Ce volume provient incontestablement des eaux emmagasinées dans le sol et rendues peu à peu pendant l'été aux cours d'eau et nullement, comme je viens de l'expliquer, des eaux de surface de la saison pluvieuse ou du dégel exceptionnel des neiges. Or, *l'eau totale tombée*, sur 30,6 kilom. carrés, à raison de 1 900 litres en eau courante par minute et par kilom. carré, donnerait 58 140 litres, ce qui, en admettant le régime d'été pour toute l'année, représente pour les cours d'eau précédents 16 à 19 % de

l'eau totale tombée. En admettant le régime moyen, tel que le donne l'eau de toute l'année, non compris cependant les pluies diluviennes exceptionnelles qui font sortir les torrents de leur lit, il faudrait porter le chiffre d'étiage maximum ci-dessus de 11 000 litres, à 20 000 ou 25 000 environ, ce qui représente 34 à 43 $^0/_0$ de l'eau totale tombée.

Eh bien ! ce chiffre est si considérable qu'on serait vraiment fort embarrassé d'y ajouter quelque chose pour alimenter la source de Combe-Garrot, située aux confins du système hydrologique que nous venons d'examiner.

Quelques comparaisons avec des cours d'eau étudiés à fond seront intéressantes à faire ici.

En Suisse, je ne connais pas de cours d'eau sur lesquels des jaugeages effectifs et répétés, et des comparaisons avec l'eau tombée, aient été faits pendant un temps un peu long. Toute cette étude comparative est à faire. Je n'en cite donc point. Lors des travaux intéressants et des études hydrologiques remarquables, poursuivies dans le but de résoudre la question des eaux pour la ville de Paris, il a été établi par des jaugeages exacts faits sur le bassin de la Vanne, de 900 kilom^2., sur celui de la Somme Sonde, de 300 kilom^2., que l'eau restituée par les cours d'eau de ces vallées devait être supputée de $^1/_5$ à $^1/_3$ du volume de l'eau tombée.

Le bassin de la Seine, sur lequel de semblables mesurages ont été faits, fournit aussi un chiffre qui ne dépasse pas 30 $^0/_0$. Or, il s'agit de contrées où il tombe 60 centimètres d'eau, où le sol est très imprégnable, enfin où les déclivités sont peu considérables, comparées à celles de nos montagnes dont

les eaux de surface s'écoulent rapidement, conditions favorables pour une plus grande absorption et régularisation de l'eau emmagasinée et une restitution lente aux rivières. En revanche, l'évaporation doit y être plus active.

Quoi qu'il en soit, pour le cas dont il s'agit ici, on voit aisément que les chiffres de 16 à 19 % de l'eau tombée comme correspondant aux étiages d'été et de 34 à 43 % comme correspondant aux eaux moyennes de l'année entière, prouvent qu'on n'est assurément pas éloigné de la limite vraie admissible.

Dès lors, s'il faut encore venir ajouter à cette absorption, qui nourrit les cours d'eau visibles et connus, 20 % pour alimenter la source problématique de plus de 10 000 litres en basses eaux de Combe-Garrot, il faudrait admettre comme absorption par le sol, de 55 à 65 % ou plus de l'eau tombée. C'est, je le répète, absolument inadmissible. Il est établi aujourd'hui, par des expériences récentes dont j'aurai l'honneur de vous parler dans une autre circonstance, qu'il faut une pluie de 35 millimètres pour imprégner un sol sec de 30 centimètres d'épaisseur. Ce seul chiffre nous indique quelle quantité d'eau inutile aux sources il tombe dans l'année sur le mètre cube d'épaisseur d'eau dont nous sommes dotés en moyenne.

Il est un point dans ma thèse, qui me paraît obscur et que je voudrais mieux démontrer. La séparation des deux bassins ou surfaces alimentaires ne peut être certainement défini comme je l'ai fait, car je suppose toujours que les sources du Champ-du-Moulin mettent à contribution plus fortement le sommet de la montagne que je ne l'ai figuré sur le plan ci-con-

tre, car les 35 % d'absorption de l'eau du ciel, nécessaires pour alimenter les sources Nord, me paraissent extraordinaires. Dès lors, il conviendrait d'ajouter toutes les eaux visibles sortant des deux bassins, ainsi que les deux surfaces alimentaires, puis de comparer. On aurait :

Moyenne de l'eau d'été des cours d'eau, de Saint-Aubin à Boudry, que j'admets, pour simplifier, par minute, à	10 000 l.
Eau des sources du Champ-du-Moulin, rive droite (Voir mon Mémoire de 1882) .	7 500 l.
Total . . . litres par minute	17 500 l.

Pour les 40 kilom². des deux surfaces réunies, à 1 900 litres par kilom²., on a 76 000 litres ; on obtient donc la proportion de 23 % environ.	
Avec les eaux moyennes de toute l'année, on aura : cours d'eau et divers écoulements sur le versant de Boudry.	22 000 litres
Sources du Champ-du-Moulin, rive droite, au moins	8 000 »
Total . . .	30 000 litres

On obtient 40 % comme proportion, ce qui est déjà trop considérable.

Mais avec Combe-Garrot, soit, selon la Commission, 15 000 litres ou plus pour les deux sources, rive droite, on aura :

1er Cas $\left\{\begin{matrix}17\,500\\15\,000\end{matrix}\right\} = 32\,500$, soit 42 % de l'eau tombée.

2e Cas $\left\{\begin{matrix}30\,000\\15\,000\end{matrix}\right\} = 45\,000$, soit 60 % »

Ces chiffres sont tellement significatifs qu'une plus longue discussion me paraît superflue et que l'on peut conclure hardiment :

1° Qu'il ne peut être question de fixer sur le versant Sud de la montagne de Boudry une surface alimentaire spéciale de 8 à 10 kilom². pour fournir l'eau à Combe-Garrot, d'une source de plus de 10 000 litres par minute, ce qui supposerait une absorption de 60 % au moins des eaux de pluie totales parfaitement régularisées et réparties uniformément du 1er janvier au 31 décembre.

2° Qu'un bassin plus étendu pourrait encore moins être admis, puisque les sources et cours d'eau connus qui en découlent, fournissent déjà comme étiage d'été jusqu'à 19 % de l'eau tombée, ou jusqu'à 35 ou 40 % de cette même eau tombée, si on prend la moyenne annuelle des cours d'eau, les grandes eaux exceptionnelles non comprises.

Toutefois, avant de clore ce chapitre, qu'il me soit encore permis de vous rendre attentifs ici à diverses circonstances qui rendent impossible la supposition d'une alimentation à si grande distance de la source inférieure de Combe-Garrot.

Je veux d'abord parler de la circonstance géologique que tous les bancs du Jurassique supérieur, d'où vient sourdre l'eau, sont coupés par la gorge même de la Reuse en aval de la source sur plus de 6 à 700 mètres de longueur et sur une profondeur de 30 à 40 mètres au moins au-dessous du niveau de la dite source.

En conséquence, comment admettre que tous ces bancs, si perméables qu'ils assurent la concentration

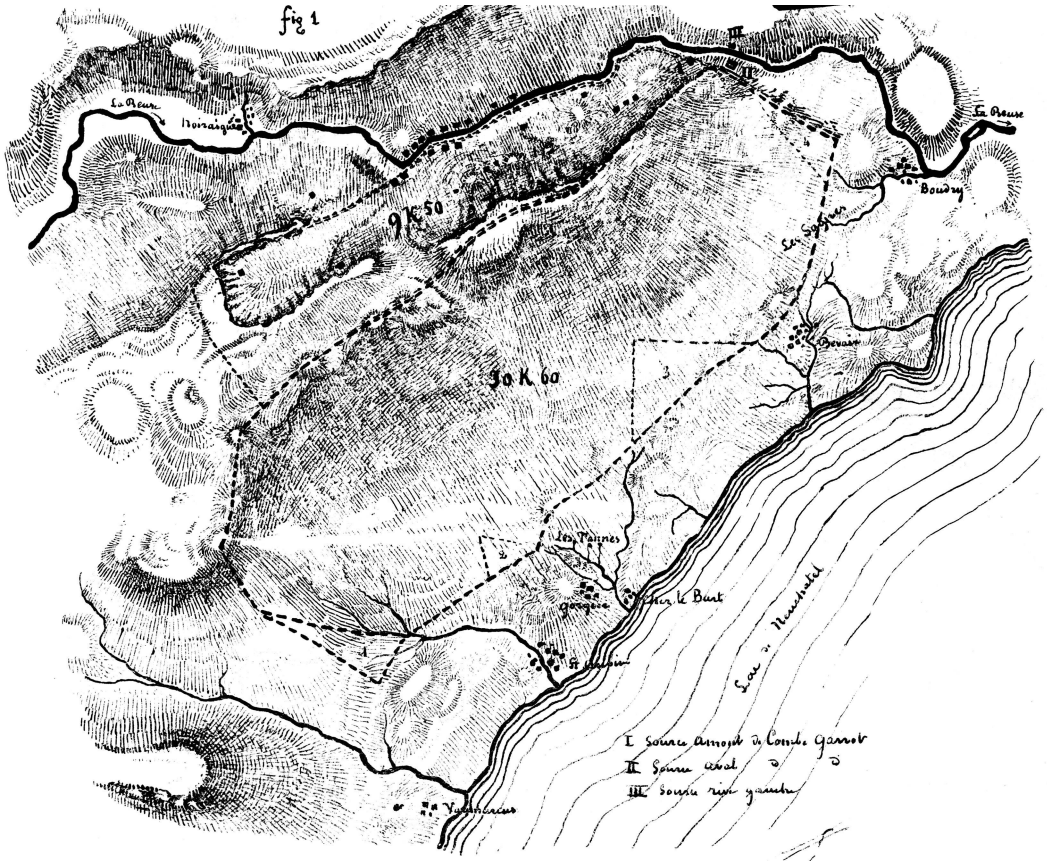
fig 1
La Reuse
Noiraigue
La Reuse
Boudry
9 K 50
30 K 60
Les Sagnes
Les Tannes
Gorgier
Chez le Bart
St Aubin
Lac de Neuchâtel
Vaumarcus
I Source amont de Combe Garrot
II Source aval
III Source rive gauche

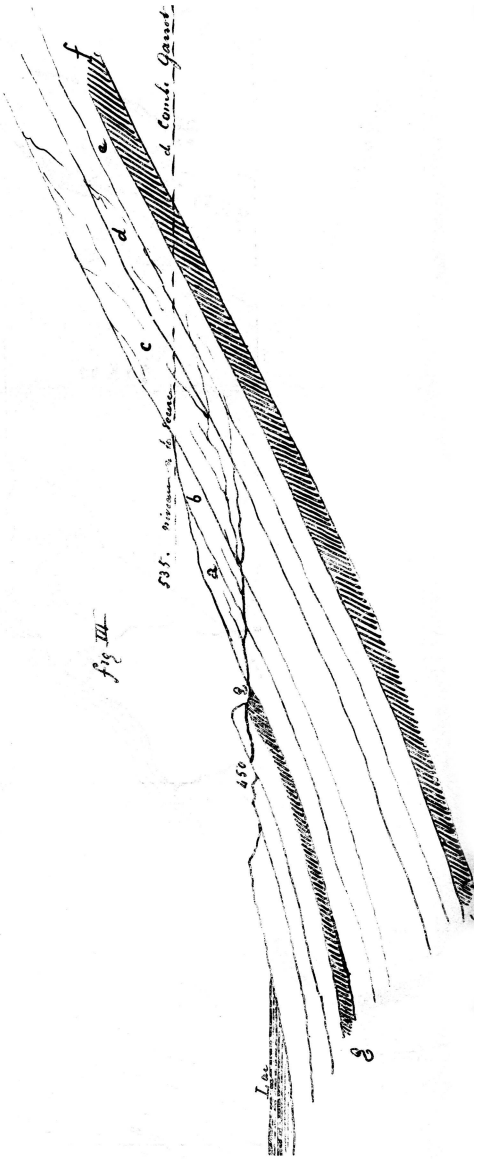
fig III
535. niveau de la Source
450
Lac

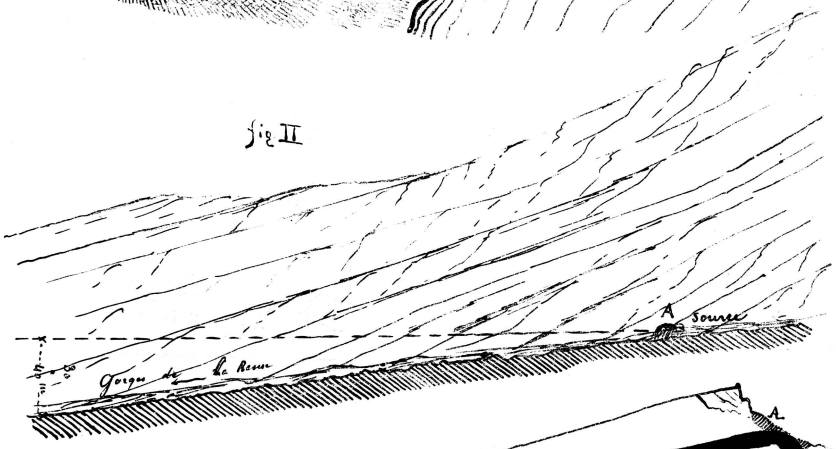
fig II
A Source
Gorges de la Reuse

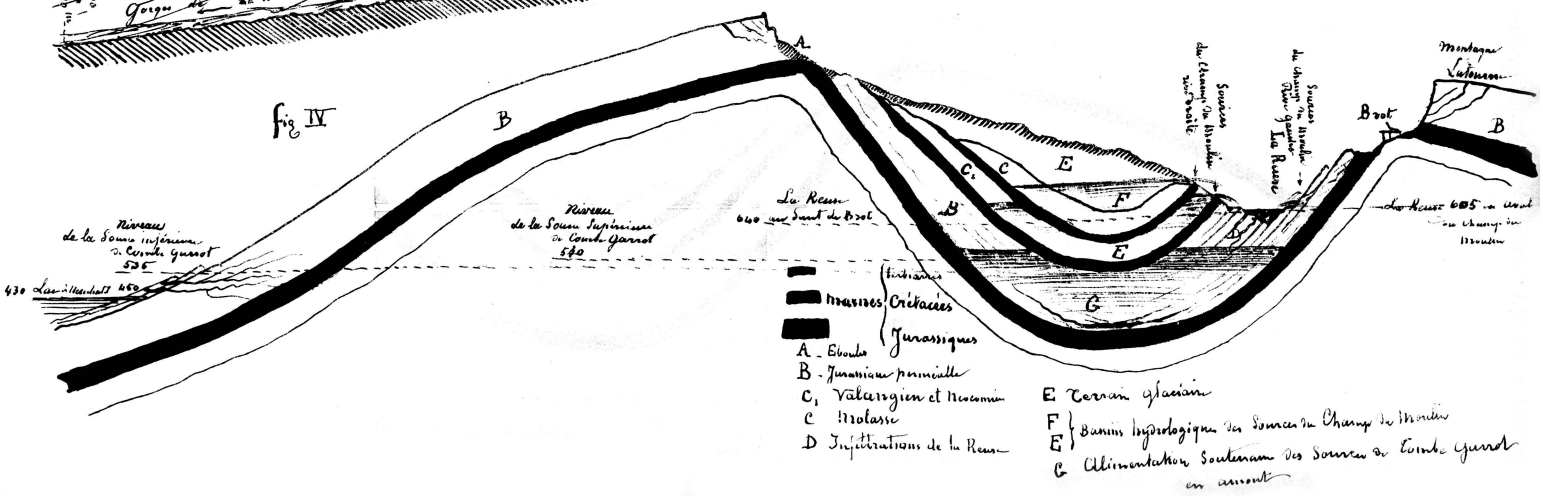
fig IV
A
B
Niveau de la Source inférieure de Combe Garrot 535
430 Lac de Neuchâtel 450
Niveau de la Source Supérieure de Combe Garrot 540
La Reuse 640 au Saut de Brot
Sources du Champ du Moulin rive droite
Sources du Champ du Moulin rive gauche
La Reuse
Brot
Montagne Latourne
La Reuse 605 en aval du Champ du Moulin
Marnes
Tertiaires
Crétacées
Jurassiques
A - Eboulis
B - Jurassique perméable
C1 Valangien et Neocomien
C Molasse
D Infiltrations de la Reuse
E Terrain glaciaire
F E Bassins hydrologiques des Sources du Champ du Moulin
G Alimentation Souterraine des Sources de Combe Garrot en amont

en un seul point de toutes les eaux absorbées sur les 10 kilom. alimentaires, se trouvent tout à coup sur leur affleurement escarpé et coupé par la gorge, absolument étanches, si étanches même qu'ils forceraient l'eau à sortir par le seul et unique point A de la source qui fournit les 10 000 litres d'eau aujourd'hui annoncés. Ajoutons que cette imperméabilité, qu'on ne constate nulle part, puisqu'il y a des suintements partout, devrait résister à des pressions très fortes, puisqu'il s'agit de la zone la plus basse du système. (Voir fig. II.)

Admettre d'un côté, pour ne rien perdre des 60 % absorbés de l'eau tombée, une faculté de perméabilité extraordinaire et de pénétration complète, nécessaire à la thèse que l'on soutient, pour ensuite devoir annuler ou refuser radicalement cette même faculté aux mêmes bancs de rocher en aval de la source, sous peine de voir réduit à néant le système que l'on préconise, tel est le dilemme que la Commission voudra bien résoudre : comment, je n'en sais rien, et je lui en laisse le soin.

Deuxième fait :

Comment admettre encore que les bancs *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, (figure III) imprégnés par l'eau absorbée, bancs qui sont par des fissures en communication avec des échappements situés à la cote 450, par exemple à Saint-Aubin, ne soient pas drainés à un niveau tel que l'eau restant sous pression entre les marnes néocomiennes *g* d'un côté et oxfordiennes *f* de l'autre, puisse en général monter à un niveau supérieur à 535 mètres, cote de la source de Combe-Garrot, soit 80 mètres plus haut, sans parler de la pente qui lui

est nécessaire pour s'y rendre, c'est encore inadmissible. Ceci s'applique non-seulement au ruisseau de Saint-Aubin, aux *tannes* de Gorgier, à la source du château, mais encore et surtout aux Sagnes de Bevaix, accumulation d'eau dont la cote est à 490-500 mètres, qui s'alimente perpétuellement au massif jurassique supérieur, dont les eaux de pénétration descendent peu à peu, traversent les graviers quaternaires et finissent par se rendre dans cette cuvette imperméable fermée par la molasse en dessous, et y former ce réservoir inépuisable des trois ruisseaux de Bevaix et Boudry, dont je viens de parler. Ainsi, sur toute la longueur de la surface alimentaire supposée de la source de Combe-Garrot, le massif souterrain imprégné est en communication avec de véritables exutoires qui existent sur toute sa longueur et sont situés à des niveaux inférieurs de beaucoup à celui de la source. Ces sorties libres rendent assurément impossible un courant d'eau souterrain important sur 10 kilomètres de longueur, de l'Ouest à l'Est, à un niveau supérieur à celui de ces échappements d'eau. Ce massif est donc le réservoir pierreux, dont les fissures engorgées d'eau se déchargent peu à peu par ces exutoires, pour alimenter les cours d'eau connus et bien déterminés que je viens de vous décrire, à un niveau inférieur à la source de Combe-Garrot. Ces faits laissent donc pour celle-ci peu de chance de trouver dans ce même massif l'eau qui en ferait une source et non simplement, pour sa majeure partie, un dérivé filtré et rafraîchi des eaux de la Reuse elle-même, surtout s'il s'agit d'un volume considérable de 10 000 litres au moins, comme celui qui est indiqué par la Commission et dont je conteste formellement l'existence.

Vous remarquerez sur la coupe (figure IV) la zone d'assèchement des coins d'eau qui puisent leur liquide dans le massif, les niveaux des deux sources de Combe-Garrot ; vous remarquerez enfin le système hydrologique qui fonctionne probablement pour alimenter les magnifiques sources rive droite du Champ-du-Moulin, comme aussi le plissement dont les couches synclinales portent la Reuse, système qui se prolonge jusqu'à Combe-Garrot, lieu où, avant de remonter dans la direction de Rochefort par la Combe-aux-Epines, ce chenal souterrain longitudinal se décharge forcément de ses eaux, quelle que soit leur provenance, et alimente ainsi le groupe des sources de Combe-Garrot.

Je ne sais si ce profil parle aussi éloquemment à vos yeux qu'aux miens, mais si vous le comparez aux divers profils théoriques qui figurent dans mon Mémoire de l'année dernière et qui représentent la forme du plissement à Combe-Garrot, le doute est-il encore possible sur ce qui se passe souterrainement dans ces régions et hydrologiquement parlant. Cette abondance permanente du volume de la source de Combe-Garrot-dessus, qui varie moins que celui des deux autres sources, sa température presque fixe, ne se justifient-elles pas bien mieux par des causes fixes de production de son eau, puisée dans un réservoir toujours suffisant, la Reuse, plutôt que par des absorptions superficielles qui suffisent déjà à peine aux sources qui en dérivent directement et qui feraient incontestablement varier son volume, comme cela se passe partout ailleurs dans notre Jura.

Relativement aux calculs qui précèdent, on objectera peut-être que si l'on défalque les 10 kilom^2. de la surface alimentaire de la source inférieure de

Combe-Garrot des 30,6 kilom². que j'ai indiqués, les surfaces restantes suffisent pour l'alimentation des ruisseaux qui sortent de la région et se rendent au lac.

Mais si l'on défalque les 10 kilom². des 30,6 kilom²., il reste 20,6 kilom². et dans ce cas, les 34 à 42 % d'eau nécessaire pour les ruisseaux et pour 30,6 kilom². deviendraient 50 à 66 %, ce qui donnerait enfin 10 kilom². à 60 % pour Combe-Garrot d'un côté, et 20 kilom². de 50 à 60 % pour les ruisseaux.

Ces chiffres portent en eux leur propre réfutation, puisqu'ils ne comprennent pas même les eaux torrentielles.

J'ajoute encore que la surface de 30,6 kilom². devrait, après examen local, être réduite de beaucoup : les zones marquées 1, 2, 3, 4 et 5 (figure I) ne fournissant point entièrement leurs eaux aux cours d'eau indiqués. Et la surface effective doit plutôt se rapprocher de 27 à 28 kilom². que de 30,6 kilom²., mais j'ai voulu fixer des limites et des bases indiscutables pour mes calculs.

Je termine enfin en faisant remarquer que l'eau cherchant pour s'échapper souterrainement et superficiellement le chemin de moindre résistance et de plus grande pente, pour des raisons hydrostatiques et géologiques que je n'ai pas à vous démontrer ici, un écoulement longitudinal dans le massif trois fois plus long que large, à égalité de fissuration, exigerait une pente beaucoup plus considérable pour se rendre longitudinalement à Combe-Garrot plutôt qu'aux lieux de décharge transversaux si nombreux que j'ai indiqués et qui sont déjà de 35 à 85 mètres plus bas que l'orifice de la source.

NOTE SUPPLÉMENTAIRE. — Je devrais donner ici le chapitre que j'ai lu à la Société sur les volumes indiqués par la Commission et diminués par elle de 35 % pour les sources rive droite du Champ-du-Moulin, volumes indiqués dans le rapport par 3024 litres au lieu de 4092 fournis par les jaugeages officiels, mais cette partie offrant un intérêt plus local que scientifique, il est inutile d'en publier le contenu dans nos annales.

Un avenir prochain et de nouveaux documents jetteront un jour définitif et complet sur cette question des volumes d'eau disponible, si intéressante pour la population neuchâteloise, tant du Vignoble que des Montagnes; alors les jaugeages de la fameuse source aval de Combe-Garrot, de 10 000 litres au moins en basses eaux seront faits et nous auront dévoilé sa véritable origine. En outre, son volume nous aura alors aussi irrévocablement renseignés sur les procédés d'estimation des hydrologues de la Commission des eaux de la Reuse, avec lesquels je suis en complet désaccord.

II

Partie concernant le transport des forces par l'électricité.

J'ai eu l'avantage de présenter à la Société la réfutation complète des chiffres avancés par MM. Turettini et Dietrich; je me permets d'extraire de mon travail les points saillants relatifs à leurs assertions afin de ne pas surcharger le Bulletin de la Société de détails que l'on peut sans inconvénients omettre dans cette publication.

Je ne suis pas spécialiste en électricité; aussi, à peine le rapport des électriciens connu et désirant contrôler leurs affirmations, je partis pour Paris et m'adressai à M. Marcel Deprez, l'illustre savant et praticien qui personnifie presque en lui l'application des hautes tensions pour le transport des forces à distance; en d'autres termes, à l'homme le plus qualifié pour donner son avis en l'occurence (1). Je lui exposai mon projet et les doutes émis.

M. Marcel Deprez m'a affirmé que le problème de transmission de forces à grandes distances pouvait être considéré comme résolu. Que les expériences faites par lui à Grenoble, expériences qu'il considère comme industrielles, parce qu'elles ont été faites pendant six semaines, jour par jour, dans des conditions atmosphériques variables et souvent mauvaises, et qui ont donné 62 % de rendement pour une force transmise au départ, de 12 chevaux, et rendue à 14 kilomètres de distance; que ces expériences, suite de l'épreuve scientifique de Munich, de l'épreuve pratique à la gare du Nord, à Paris, enfin contrôlées sous tous les rapports par des commissions, démontraient définitivement la possibilité d'appliquer le système dans la pratique.

Il m'a déclaré que j'avais raison, et mieux que cela, comme preuve, il m'annonça qu'il était occupé dans ce moment à installer à Creil, près Paris, (57 kilomètres) une transmission de 100 chevaux de force à recevoir à Paris, au moyen d'un fil de cuivre de cinq millimètres de diamètre et avec une tension

(1) M. Marcel Deprez est aussi l'auteur d'innombrables inventions et applications pratiques dans le domaine de la mécanique. (Voir la *Revue des deux Mondes*, 15 octobre 1883.)

électrique de 7500 volts. Ce serait là l'épreuve économique et la démonstration finale pour la transmission électrique des grandes forces à distance.

Il m'est agréable, Messieurs, de vous annoncer ici que M. Deprez, sur ma demande, me déclara être tout disposé à se mettre à la disposition du gouvernement neuchâtelois, si celui-ci, comme je le lui disais, se considérant comme mal informé, en appelait à de nouvelles lumières sur cette question.

M. Napoli, l'électricien de la Compagnie de l'Est, à Paris, inventeur de la plupart des magnifiques appareils exposés par la Compagnie à l'Exposition d'électricité de Paris (1881) m'a également affirmé que, pour des distances de 15 à 20 kilomètres, le problème de la transmission des forces par l'électricité était résolu et entrait dans la pratique.

Enfin, événement heureux pour moi, MM. les rapporteurs font souvent appel à un ouvrage paru en 1883, mais ne s'en servent que *là où il peut être utile à leurs visées*. Car, chose assurément curieuse et plaisante, on y lit, comme nous le verrons plus loin, *absolument le contraire de ce qu'ils avancent dans leur rapport !* Je veux parler de l'ouvrage de Beringer (Berlin, 1883) sur les divers systèmes de transmissions de force, leur prix de revient, leur rendement, le coût de la force transmise, etc.

Comme cet ouvrage spécial, et pratique avant tout, est admirablement lucide, riche en calculs et renseignements précis, d'autant plus précieux pour ce qui nous occupe ici, qu'il a pour auteur un homme pratique par excellence, puisqu'il est préposé comme ingénieur mécanicien à l'inspection des constructions mécaniques de l'Etat à Berlin, qu'enfin cet ouvrage

a été couronné par la Société des électriciens de Berlin, le moment de sa publication ne pouvait mieux tomber pour nous.

Ainsi armé, abordons maintenant le rapport Turettini et consorts.

Je ne m'arrêterai pas à la frayeur qu'inspire à ces Messieurs l'usage des hautes tensions (voir pages 27 et 31), ni à la nomenclature des dangers des effets physiologiques qu'elles présentent ou produisent ; enfin, des précautions à prendre pour les appliquer en industrie, etc., car ils veulent bien enfin reconnaître qu'on ne peut cependant rejeter absolument le système des hautes tensions pour cette raison.

Je l'espère bien ! car il ne manquerait vraiment plus que cela.

Si l'on voulait raisonner ainsi pour rejeter toute application mécanique, physique, ou manipulation chimique pouvant tuer l'homme, il faudrait du coup supprimer la moitié des industries, le travail des mines (grisou), la navigation, la pêche, les chemins de fer, la pyrotechnie, la dynamite, la poudre, voire même les tuyaux de poêle avec leurs bascules qui tueront, tout inoffensifs qu'ils paraissent, plus d'hommes que les câbles électriques ne le feront jamais. — Mais passons.

Vient ensuite la durée des câbles et appareils, pour laquelle, disent-ils, il n'y a aucune expérience probante.

Chose vraiment singulière, ces Messieurs paraissent gnorer les expériences concluantes de Grenoble. Beringer, d'autre part, compte 4 % dans ses calculs pour l'entretien des systèmes de transmission élec-

trique, non sans motifs, il faut le croire, et avec des courants de 1500 volts.

M. Marcel Deprez m'a déclaré que je pouvais considérer les chiffres de cet auteur comme des maxima. Dès lors, quelle valeur attribuer aux affirmations de la Commission? Absolument aucune.

Mais arrivons aux faits majeurs, caractéristiques et décisifs pour nous.

D'abord, prenons les chiffres de Beringer pour le coût des transmissions, par cheval de force.

Transport de force en chevaux	La longueur de la transmission étant de					
	100 m.	500	1000	5000	10000	20000
	Frs	Frs	Frs	Frs	Frs	Frs
Pour 5 chevaux	1917	1987	2075	2775	3650	5400
» 10 »	1325	1377	1444	1962	2625	3937
» 50 »	1015	1045	1082	1382	1757	2507
» 100 »	819	846	882	1150	1512	2212

Ce tableau, comme le suivant, est calculé pour des forces transmises avec des courants de 1500 volts de tension.

Voici maintenant le tableau du coût, par cheval et par heure, de la force reçue sur l'arbre de la machine réceptrice, en admettant 5 % d'intérêt, 5 % d'amortissement et 4 % de frais d'entretien, y compris le prix de la force initiale de la vapeur ou de la force hydraulique.

Prix de la force en cheval-heure, fournie par des machines à vapeur.	Prix de la force transmise par l'électricité et par cheval-heure							
	Force transmise	Distance en mètres						Moteur
		100	500	1000	5000	10000	20000	
	Chev.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	
Petites 0 fr. 40	5	0,23	0,24	0,25	0,30	0,34	0,54	Vapeur
Moy. 0,27 $^1/_2$	10	0,21	0,21	0,22	0,26	0,32	0,50	Vapeur
Grand. 0,10 $^1/_2$	50	0,19	0,20	0,21	0,24	0,28	0,44	Vapeur
	100	0,19	0,19	0,20	0,23	0,27	0,42	Vapeur
Comme force vapeur transmise, il n'intervient ici que le prix des grandes machines.	5	0,036	0,037	0,038	0,046	0,054	0,087	Force hydraulique
	10	0,027	0,029	0,030	0,037	0,049	0,074	Force hydraulique
	50	0,023	0,025	0,027	0,030	0,032	0,057	Force hydraulique
	100	0,021	0,022	0,024	0,027	0,034	0,052	Force hydraulique

M. Beringer conclut encore comme suit :

« Il résulte de tout cela le fait intéressant qu'on « peut décrire autour d'une force hydraulique à bon « marché un rayon de 30 kilomètres pour circons- « crire la région dans laquelle il sera profitable à « l'industrie d'utiliser cette force par transmission « électrique. — Au-delà seulement de 30 kilomètres, « la force vapeur sera plus économique. »

Voulant maintenant analyser la valeur du projet Berthoud, Borel et Cie, de transport de force de Trois-Rods à Auvernier, Messieurs les rapporteurs arrivent, par divers calculs, au prix du cheval, par heure de :

3,2 et 4,0 centimes.
Beringer donne 2,6 — pour 4 kilomètres.
Différence : 23 et 53 % du prix de ce dernier.

Avec le chiffre vrai, Messieurs les rapporteurs auraient donc pu dire que la force hydraulique de Trois-Rods, transportée à Auvernier avec un système analogue à celui de MM. Berthoud, Borel et Cie coûterait 4 fois moins que celle d'une machine à vapeur installée sur les lieux et la fournissant à 10,6 centimes, chiffre admis par Beringer, au lieu de dire qu'elle pourrait coûter également cher.

Mais passons au cas le plus intéressant, celui où il s'agissait de battre en brèche le projet Ritter, c'est-à-dire le cas de la transmission des forces de Trois-Rods à Chaux-de-Fonds (voir page 53).

Ces Messieurs, par des calculs du même genre, arrivent au prix du cheval-heure, à fr. 0,168 et fr. 0,190 suivant le câble employé.

Beringer donne fr. 0,045 pour 16 000 mètres de distance. Différence 3 à 400 % en sus du prix de ce dernier.

Donc, au lieu de dire comme conclusion, page 53 :

« Si donc l'on peut obtenir avec une grande ma-
« chine à vapeur le cheval-heure à 10,6 centimes,
« il faudrait considérer le transport de la force de
« Trois-Rods à la Chaux-de-Fonds comme complète-
« ment irrationnel.

« Une grosse machine à vapeur, installée à la
« Chaux-de-Fonds, et dont la puissance serait distri-
« buée par un système de transmission quelconque,
« livrerait la force à beaucoup meilleur marché,
« pourvu qu'elle eût une force de 40 à 50 chevaux. »

Ils auraient dû dire avec Beringer, qu'ils citent à tout propos :

« La vérité est que la force de la Reuse reçue à la « Chaux-de-Fonds coûterait fr. 0,045 au lieu de « fr. 0,106, c'est-à-dire 2 $^1/_3$ fois moins cher.

Si les rapporteurs ont raison, il ne reste plus à Beringer qu'à jeter son livre au feu et aux électriciens berlinois, qui l'ont couronné, de recevoir publiquement le plus beau certificat de bêtise que l'on puisse imaginer.

Mais, que les uns et les autres se rassurent, s'il y a erreur, c'est encore en trop plutôt qu'en trop peu.

Marcel Deprez m'a déclaré que les résultats de Beringer, comme rendement, étaient trop bas en raison de la tension de 1500 volts qui leur servait de base, comparée à celle de 7 à 8000 volts à laquelle on arriverait et on s'habituerait bien vite.

Vous le voyez, Messieurs, il y a calculs et calculs. Aussi, ne m'appesantirai-je pas longuement pour réfuter toutes les jolies choses écrites comme corollaires dans les pages 54 et 61 du rapport. Car la base étant fausse de par le verdict et l'expérience d'autorités bien autrement rompues aux difficultés du problème que celles dont je réfute les conclusions, tout le reste croule.

Disons encore que M. Turettini, qui se garde bien de donner les tables et chiffres de Beringer dans son rapport, (chiffres qu'il remplace par les prix de 19 centimes et de 16,8 centimes, résultant de son système, sans doute pour engager les Neuchâtelois à ne pas trop s'occuper de la Reuse) s'empresse, d'autre part, de donner aux Genevois, page 197 de son rapport sur les projets du Rhône, la table de Beringer tout entière sans en omettre un chiffre.

De ce tableau il ressort que le transport de

5 chevaux	à 20 kilom.,	coûte l'heure-cheval	Fr.	0,087
10 —	—	—		0,074
50 —	—	—		0,057
100 —	—	—		0,052

En d'autres termes, il dit :

Aux Genevois : Ce système ne coûte que *un*, on peut l'employer ;

Aux Neuchâtelois : Rejetez le système. Il vous coûtera *quatre*. Quelle mystification !

Mais ce n'est pas tout : la sortie des Gorges de la Reuse des eaux potables pour Neuchâtel et Chaux-de-Fonds réunis coûtera 7 à 800 000 francs, et avec 200 000 francs de plus, on donnera à l'aqueduc une section telle qu'il pourra dériver à la fois,

12 à 15000 litres d'eau potable par minute.

et 4 à 5 mètres cubes d'eau industrielle par seconde.

Ce dernier volume, arrivé à Chambrelien, donnera, avec une chute de 150 à 160 mètres, 9 à 10 000 chevaux de force, qui seront ainsi obtenus au prix de revient dérisoire de 20 à 25 francs par cheval, c'est-à-dire coûtant 1 fr. 50 par année pour l'installation de la chute et du canal, soit presque rien !

Telle est la grande économie de mon projet et son immense avantage industriel pour notre avenir. Mais bien habile sera celui qui découvrira dans le rapport une syllabe sur ce sujet qui est le point capital de ma conception.

A Genève, le coût d'établissement du cheval-force

sur l'arbre des turbines sera de 1500 fr.; dans mon projet il atteindra le $^1/_4$ ou le $^1/_5$ de ce prix.

Avec Zurich, la disproportion serait encore plus grande.

Me basant sur ce chiffre de 25 francs le cheval pour la chute et admettant 250 000 francs pour les turbines, bâtiments et accessoires nécessaires à des moteurs pour 1000 chevaux travaillant sous une chute de 50 à 60 mètres, je puis prouver avec Beringer en main, que l'on pourra produire et transporter avec une dépense de 500 000 francs.

400	chevaux à	5	kilomètres de	Chambrelien.
300	—	10	—	—
250	—	16	—	—

Qu'il sera possible de livrer la force à domicile comme suit, pour la Chaux-de-Fonds et les Montagnes :

L'homme-fore de 15 kilogrammètres à 50 centimes par jour.

Cette force équivaut à deux hommes ordinaires travaillant 10 heures.

Le cheval-vapeur aux $^2/_3$ du prix ordinaire pour les petites et moyennes forces et les $^3/_5$ pour les grandes.

Et, avec de pareils résultats assurés au moyen d'une si minime dépense, il faudrait renvoyer l'ère d'application d'un bienfait à notre industrie, renoncer au soulagement qui en résulterait pour nos ouvriers travaillant soit à domicile, soit à l'atelier ?

Cela est absolument inadmissible !