

(fig. 44). On voit que cette hélice peut donner un effort de poussée d'environ 50 kgs pour 7,89 chevaux, elle tourne alors à environ 470 tours par minute.

Enfin, des résultats d'essais on déduit, en appliquant les formules établies au début :

$$\text{Moyenne de } \frac{P^3}{T^2} = 0,382$$

$$\text{Qualité de cette hélice } Q = 0,96.$$

$$\text{Qualité des ailes (rapportée à la surface totale)} = \frac{S'}{A} = 6,9$$

Les formules de construction appliquées à cette hélice donnent :

$$P = 0,0206 N^2 D^4$$

$$T = 0,0120 N^3 D^5$$

Renard avait donné pour ses hélices à rectangles tordus :

$$P = 0,0234 N^2 D^4 \left\{ \begin{array}{l} \frac{P^3}{T^2} = 0,105 \\ Q = 0,676 \\ \frac{S'}{A} = 2,97 \end{array} \right.$$

$$E = 0,017 N^3 D^5$$

Leurs dimensions caractéristiques étaient :

Diamètre 1^m525, avec 4 ailes d'une largeur uniforme en rectangle tordu :

Longueur des ailes suivant le rayon . .	0 ^m 520
Largeur	0 ^m 200
Surface totale (0,104 × 4)	0 ^m 416

Mais comme nous le disions plus haut, la qualité d'une hélice est fonction du nombre d'ailes, il serait donc plus rationnel de comparer cette hélice aux hélices à deux branches que Renard a essayées plus tard, et qui l'ont conduit à donner pour son hélice, dite *optima*, les formules suivantes :

$$P = 0,026 N^2 D^4 \left\{ \begin{array}{l} Q = 1,14; \\ T = 0,01521 N^3 D^5 \end{array} \right.$$

les hélices de Renard avaient un pas égal aux trois quarts du diamètre.

CONCLUSIONS

Telles sont, dans ses grandes lignes, l'organisation et l'installation de la Section des Machines du *Laboratoire d'Essai du Conservatoire National des Arts et Métiers*.

Cette section peut, comme on le voit, faire face aux essais de machines les plus variés qui lui sont demandés. Elle n'opère pas seulement dans les locaux que nous venons de décrire, mais elle se transporte aussi à l'extérieur, à pied d'œuvre, auprès des groupes trop importants pour être installés au Laboratoire. Et c'est surtout à l'extérieur qu'elle a effectué le plus grand nombre de ses essais, parmi lesquels sont évidemment les plus importants.

Les bénéfices restreints, qu'elle peut espérer retirer de ses tarifs très modérés, sont employés à perfectionner de plus en plus son matériel. La création de ce Laboratoire, encore assez récente, et dont la nécessité se faisait sentir depuis si longtemps, rend certainement de grands services aux industriels qui savent en utiliser les ressources.

Par les hommes éminents qui sont à la tête de sa Commission Technique, et par la manière judicieuse dont ses services dépendent de ceux du Conservatoire, le Laboratoire d'Essai présente toutes les garanties d'impartialité et de sécurité nécessaires à une organisation de cette importance.

BOYER-GUILLON,

Ingénieur civil des Mines,

Chef de la section des essais de machines au Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers.

LA DIMINUTION DES PLUIES

Communication présentée le 5 août 1908 au Congrès de Clermont-Ferrand de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, par M. G. GUILBERT, météorologiste à Caen

Il est utile, croyons-nous, d'appeler l'attention des météorologistes sur un phénomène extrêmement bizarre et vraiment inattendu : la diminution progressive, et probablement générale, en tous cas certainement locale, des précipitations atmosphériques sous toutes leurs formes dans nos régions.

C'est en devenant secrétaire de la Commission météorologique départementale, en 1893, que nous pûmes constater cette diminution des pluies dans le département du Calvados.

Dans le bulletin mensuel de décembre 1894, nous établissons qu'à l'Observatoire de Sainte-Honorine-du-Fay, il était tombé durant la période 1873-1881, soit huit années, une moyenne annuelle de 803 mm. 9 d'eau et que pendant les quatre dernières années 1890-1893, cette moyenne s'abaissait à 621 mm. 6. La diminution était voisine d'un quart.

Depuis lors, et malgré deux années très pluvieuses, 1894 avec 720 mm. et 1903 avec 803 mm. 9, la moyenne s'est maintenue pour cette longue période de quatorze ans, à 655 mm. 7. Mais l'année 1907 n'ayant versé que 584 millimètres et 1908 jusqu'ici étant fort peu humide, on peut présumer que la période quinquennale, qui va se terminer avec décembre 1908, révélera une nouvelle et sensible diminution de la pluie annuelle dans le département du Calvados (1).

Le phénomène, nous le reconnaissons volontiers, n'aurait qu'un intérêt fort limité, s'il était particulier à ce seul département, mais il est loin d'en être ainsi.

L'Observatoire le plus renommé de France, celui du Parc Saint-Maur, a fait la même constatation.

La première période trentenaire d'observations expirait à la fin de 1903. M. Moureaux a établi ainsi les moyennes décennales :

1 ^{re} période : 1874-1893,	moyenne annuelle :	597 mm. 7.
2 ^e — 1884-1893,	—	549 mm. 7.
3 ^e — 1894-1903,	—	522 mm. 8.

La diminution progressive des pluies ressort de ce tableau avec évidence. Elle l'est bien davantage encore sur d'autres points de la France.

A Nancy, par exemple, les observations n'ont commencé qu'en 1878, au lieu de 1873 comme à Sainte-Honorine-du-Fay et au Parc Saint-Maur. La première période trentenaire ne fait donc que de se terminer avec 1907. Or, M. Millot, le savant secrétaire de la Commission de Meurthe-et-Moselle, révèle une diminution vraiment considérable des moyennes annuelles.

En voici le tableau pour six périodes quinquennales :

1 ^{re} période : 1878-1882,	moyenne annuelle :	896 mm. 1.
2 ^e — 1883-1887,	—	794 mm.
3 ^e — 1888-1892,	—	760 mm. 4.
4 ^e — 1893-1897,	—	680 mm. 5.
5 ^e — 1898-1902,	—	688 mm. 9.
6 ^e — 1903-1907,	—	628 mm. 1.

Il est impossible de ne pas être frappé par de semblables chiffres. La diminution des pluies, que nous constatons dès 1894 dans le Calvados, ne peut plus être considérée comme un fait local. Elle peut même être envisagée comme un phénomène général, du moins en France, partout où l'on signale des phénomènes d'assèchement véritablement prodigieux depuis un siècle.

Il est telles et telles rivières, alors navigables, qui ne sont plus aujourd'hui que de maigres ruisseaux. Il est tel pays marécageux, comme les environs de Reims, qui ne conserve même plus de traces d'un régime complètement disparu. Il est des régions, aussi bien dans le Calvados que dans la Beauce, où tous les puits doivent être approfondis. Il en est d'autres, comme dans la Somme ou dans l'Allier, où le débit des rivières a diminué d'une façon considérable.

Tous ces faits réunis montrent bien qu'actuellement nous traversons une période d'assèchement général.

(1) Il n'est en effet tombé en 1908, à l'Observatoire de Sainte-Honorine-du-Fay, que 554,1 mm. d'eau. La dernière période quinquennale donne une moyenne de 630,9 millimètres (Note des *Comptes-Rendus*).

Cette hypothèse se trouve confirmée par l'observation des glaciers alpins ou pyrénéens. Partout où des mesures, encore récentes, ont pu être prises, le phénomène de régression des glaciers a été constaté. Si nous attribuons aux chutes de neige la formation et surtout l'entretien des glaciers, on peut en conclure que les chutes de neige ont partout diminué. Et rien n'est plus logique, puisque les mesures pluviométriques sont partout en diminution. La pluie n'étant autre chose que de la *neige fondue*, la diminution de l'une n'est à son tour que la conséquence de la diminution de l'autre. Moins de pluie, donc, moins de neige.

De ces faits d'assèchement, irrécusables au moins en France, plusieurs problèmes s'imposent à l'examen.

Tout d'abord, la diminution des pluies est-elle générale, au moins en France ? C'est là, pensons-nous, une question fort simple à résoudre. Il est, en effet, un certain nombre de stations sérieuses qui, comme Saint-Maur, Sainte-Honorme et Nancy, comptent maintenant quelque trente années d'existence, rien ne serait plus facile que d'en compiler les archives et d'en établir les moyennes.

La seconde question est plus complexe : cette diminution des pluies, une fois reconnue, est-elle localisée à nos régions ou s'étend-elle à tout le globe ? Problème des plus troublants, car, dans ce cas, il s'agirait d'un phénomène d'ordre physique, intéressant l'histoire de notre planète, et suffisant, à lui seul, pour caractériser une époque géologique.

Or, mille faits déjà signalés semblent prouver que la diminution des pluies, que nous avons tout d'abord établie pour le Calvados, a lieu aussi bien en Amérique qu'en Asie, dans l'Afrique comme dans l'Australie. Aucune des parties du monde n'échapperait à son atteinte. Le Niger, en Afrique, voit ses crues se réduire aussi bien que celles de la Somme en France. Les déserts de l'Asie s'étendent d'année en année aussi bien que les sables de l'Afrique qui envahissent le Tchad et menacent l'existence de cette mer intérieure. L'Australie, sans eau, pousse le même cri d'alarme que certains États de l'Amérique du Nord, tels le Wisconsin, où malgré un sol imperméable constitué par des terrains primaires, la pluie a, depuis vingt-cinq ans, prodigieusement diminué, amenant une diminution correspondante des fleuves et même des sources.

Il y a là un ensemble de faits très suggestifs, qui devient encore plus probant si l'on considère les glaciers du monde entier. En général, ces glaciers sont partout en baisse et leur régression s'observe jusque dans les régions polaires. Et non pas seulement, — constatation décisive, — près du pôle arctique, mais aussi dans le voisinage du pôle opposé.

Les précipitations atmosphériques, en relations directes, de cause à effet, avec les glaciers, fleuves et sources, seraient donc en diminution générale, *universelle*.

Sans rechercher la cause de ce phénomène qui nous paraît fort obscure, on est entraîné à se demander si cette période actuelle d'assèchement est toute momentanée ; si elle a été précédée, dans les temps anciens ou modernes, par des périodes semblables ; si elle fait partie d'oscillations d'une amplitude plus ou moins considérable, en un mot, si il existe une succession de périodes plus ou moins longues, alternativement sèches ou humides ? Dans ce cas, devrions-nous pronostiquer la prochaine arrivée d'une ère pluvieuse, succédant à la période actuelle, incontestablement sèche ?

La réponse n'est pas douteuse. Il doit exister fatalement un ordre de succession dans les diverses périodes météorologiques. Sans cela, comme le dit M. Millot, « si la diminution des pluies continuait, progressive comme depuis quelque trente ans, avant un siècle, la France serait devenue un autre Sahara (1) ». Il ne peut certes en être ainsi et, par suite, on est amené à considérer comme certaine une oscillation périodique dans les quantités annuelles de pluies et, logiquement, l'approche d'une nouvelle période pluvieuse.

Mais cette conclusion, si vraisemblable qu'elle paraisse, est combattue, au moins partiellement, par l'étude des phénomènes d'assèchement antérieurement survenus.

S'il est incontestable que les glaciers, les fleuves, les sources diminuent de nos jours, il n'est pas moins certain que les uns et les autres ont diminué dans le passé.

Si même actuellement les cours d'eau s'abaissent, leur diminution présente n'est que peu de chose par rapport à leur diminution durant les périodes antérieures. Tous les témoignages, ou d'ordre physique ou d'ordre historique, s'accordent sur ce point capital.

La géologie montre les rivières primitives et de beaucoup plus nombreuses et de beaucoup plus profondes que celles de nos jours, tandis que les historiens font mention de marécages qui n'existent plus ou de fleuves disparus à peu près complètement en quelques dix ou vingt siècles. C'est ainsi que dans le Calvados, l'histoire raconte qu'avant de livrer la bataille du Val des Dunes, Guillaume le Conquérant cherchait pour son armée un gué pour traverser la rivière de la Muance. Or, de nos jours, à peine la Muance existe-t-elle ? A peu près desséchée durant l'été, elle n'est plus en hiver qu'un mince ruisseau.

Mille faits de cette nature démontreraient aisément l'affaiblissement considérable du régime fluvial dans notre pays et, par suite, la *diminution progressive des pluies depuis les temps préhistoriques*. Si donc la pluie a diminué constamment, dans une proportion considérable, aux âges passés, il est logique de conclure que le phénomène ne peut que se poursuivre et qu'en dépit d'une oscillation inévitable dans les périodes pluvieuses et sèches, l'assèchement de notre sol ne pourra qu'augmenter. Les futures périodes pluvieuses le seront moins que les périodes antérieures de même nature, tandis que les périodes sèches seront encore plus tranchées que dans le passé. En un mot, si l'expression bien connue : *le passé répond de l'avenir* est aussi vraie dans l'ordre physique que dans l'ordre moral, nous devons prévoir la continuation de ce phénomène plus qu'étrange : la diminution générale et progressive des pluies dans l'avenir, de même que dans les âges passés où le phénomène s'est poursuivi implacable et sans arrêt.

Les observations des glaciers dans les temps préhistoriques appuient cette thèse aussi bien que les mêmes observations dans les temps actuels.

Des études récentes, résumées notamment par M. Arctowski (1), montrent que la période glaciaire s'est étendue *universellement* par tout le globe, *même sous l'Equateur*. C'est un fait acquis. Or, c'est un fait également que tous ces glaciers ont régressé considérablement depuis lors. Ils sont *remontés* de plusieurs centaines de mètres, d'un mètre même en général. Donc, la diminution des glaciers que nous constatons de nos yeux aujourd'hui, et que nous attribuons à la diminution correspondante des neiges, n'est que le prolongement d'un phénomène dont l'origine remonte à plusieurs milliers d'années et qui doit logiquement se continuer dans l'avenir.

L'assèchement continu du globe terrestre, par suite d'une diminution progressive des pluies, nous paraît donc inévitable.

Si ce phénomène ne s'observait que dans les pays civilisés, on pourrait incriminer la main de l'homme et surtout le déboisement qui est son œuvre. Le remède serait tout indiqué : puisque la destruction des forêts entraîne la diminution des pluies, il faut reboiser et la pluie reviendra. Mais si cet argument reste exact en théorie, comme en pratique, il n'en est pas moins vrai que ce reboisement ne peut être qu'un palliatif et ne peut rien contre une cause supérieure, absolument inconnue, qui fait qu'en pleins déserts boisés, comme sur les rives du Niger inférieur, la pluie devient comme en Europe, de moins en moins abondante et les fleuves, par conséquent, de moins en moins navigables.

Il n'est guère possible d'envisager un fait si important que celui-là sans se demander quelle est sa cause et son origine. La cause, nous avouons sans pitié qu'elle nous échappe. Nous dirons même que le fait de la diminution universelle et progressive de la pluie paraît vraisemblable : nous ne pouvons exprimer davantage qu'il est pour nous inexplicable.

Quand à l'origine du phénomène, si elle est encore tout à fait obscure, elle permet cependant de hasarder quelques hypothèses vraisemblables.

Puisque le globe terrestre a eu, c'est de toute évidence, un commencement, la pluie, elle aussi, a eu un commencement. D'après nos études météorologiques, la pluie, n'étant que de la neige fondue, a été *impossible* tant que le froid des hautes régions aériennes n'était pas suffisant pour produire le *cirrus* ou nuage de glace, seul générateur de la neige et, par suite, des pluies par vraies gouttes d'eau.

Ce refroidissement des couches supérieures existait-il dès l'origine de la Terre ? dès l'apparition des premières montagnes, dès l'époque houillère, par exemple ? Nous en doutons fort. Tant que le climat fut uniforme sur tout le globe, les variations de température furent nulles dans l'immense atmosphère de cette époque et par conséquent la pluie, par fusion de la neige, absolument impos-

(1) La pluie à Nancy, 1908

(1) Ciel et Terre, 15 mai 1908.

sible. Le soleil d'ailleurs, ne semblait pas encore éclairer la terre ; l'évaporation, les refroidissements nocturnes, toutes les conditions réputées nécessaires à la formation de la pluie paraissent alors inexistantes ? Le vent même alors était-il possible ?

Sans doute, durant les époques suivantes, la diversité des climats s'est accusée ; les rayons solaires atteignaient directement le sol ; les pôles se précisaient : Cependant aucune époque géologique ne présente universellement de traces sensibles d'une circulation intense des eaux pluviales avant la fin de l'époque tertiaire. La pluie, la vraie pluie, par fusion de la neige, existait-elle auparavant ? Nous ne le pensons pas.

En effet, la pluie étant, par hypothèse et aussi d'après les faits reconnus en diminution progressive et constante, il est difficile d'admettre qu'elle ait tout d'abord débuté par de faibles chutes pour s'accroître ensuite et diminuer progressivement depuis lors. Nous pensons, tout au contraire, que l'époque du maximum des précipitations aqueuses est précisément l'époque même de leur origine. Et nous faisons remonter l'origine de la neige, et par conséquent de la pluie par vraies gouttes d'eau (à l'exclusion de la pluie fine possible, à toute époque) lors de l'époque pléistocène ou au début du quaternaire. Les glaciers alors se montrèrent sur toute la terre et les phénomènes d'érosion et de circulation des eaux devinrent, comme on le sait, vraiment prodigieux à la surface du globe.

La conclusion de cette communication est qu'il faut établir, par des chiffres exacts et précis si, au moins en France, la diminution des pluies est générale, quelle que soit la topographie et l'importance du régime forestier de la région considérée.

En second lieu, si, comme nous le croyons, les régions boisées subissent moins que toutes les autres l'assèchement dont se plaignent les pays dénudés, il serait à souhaiter que l'Association émette le vœu qu'une loi protège l'existence des forêts encore existantes et qu'une autre loi active le reboisement, principalement sur les hauteurs incultes ou en friche. Car il n'est guère de fléau plus grave, pour l'humanité entière, que celui d'un assèchement universel et il n'est pas trop des efforts de tout le genre humain pour se préserver d'une éventualité aussi redoutable.

INSTRUCTIONS SUR LE MONTAGE DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

Instructions rédigées par les Associations françaises de Propriétaires d'Appareils à vapeur ayant un service électrique (Amiens, Lyon, Marseille, Mulhouse-Nancy, par l'Association des Industriels du Nord de la France (Lille), et par l'Association normande pour prévenir les accidents.

(Suite et fin)

E. — MONTAGE DES LIGNES

§ 34. — *Protection.* — a) Tous les conducteurs et appareils doivent être installés de telle façon qu'on puisse en tout temps les contrôler ou les remplacer.

b) On devra munir d'enveloppes protectrices toutes les parties des lignes exposées à des déformations mécaniques (en particulier aux traversées des planchers).

Ces enveloppes pourront être constituées par des tubes et des moulures ou des caissettes, grillages et filets.

c) On devra veiller attentivement à ce que les fils et leurs supports ne soient jamais enduits de substances pouvant attaquer l'isolant ou le conducteur. Partout où les fils et les supports seront susceptibles d'être passés à la chaux ou exposés à des vapeurs corrosives, ils devront être, dès le montage, enduits d'au moins deux couches de peinture laquée.

d) Les câbles sous plomb ne doivent jamais être mis en contact immédiat avec des corps qui attaquent le plomb (le plâtre pur n'attaque pas le plomb). Ils ne doivent pas être noyés dans la maçonnerie. Aux points de fixation, l'enveloppe de plomb ne doit être ni écrasée ni entamée : l'emploi de crochets à tuyaux pour la fixation est donc prohibé.

§ 35. — *Connexions. Epissures.* — a) Les connexions des lignes avec les tableaux et les appareils ne doivent pas être réalisées par soudures ou ligatures, mais par serrage de vis assurant un contact suffisant et durable.

b) Les conducteurs ayant plus de 25 millim. carrés de sec-

tion et tous les câbles devront être pourvus de pièces terminales appropriées ou d'un dispositif équivalent.

c) Les connexions des fils et câbles entre eux ne peuvent être effectuées que par soudure ou un mode de jonction équivalent.

d) Les épissures ne doivent avoir à supporter aucun effort de traction. Elles seront isolées avec soin et conformément à la nature de l'isolation des conducteurs reliés.

e) Les connexions de câbles sous plomb étanche (§ 27) entre eux et à d'autres conducteurs et appareils ne peuvent se faire qu'à l'aide de manchons, boîtes de dérivation ou appareils analogues empêchant sûrement l'intrusion de l'humidité.

§ 36. — *Traversées des murs et plafonds.* — a) Le passage des murs, cloisons et plafonds pourra s'effectuer soit par une ouverture de dimensions telles que l'écartement du conducteur et des parois reste celui prévu au paragraphe 38-e et f, soit en encastrant dans les murs des tuyaux isolants inaltérables et résistants.

La dimension et la forme de ces tuyaux ainsi que leur saillie sur les parois seront appropriées à la tension du courant.

b) Quand la traversée se fera vers l'extérieur ou vers un local mouillé, on ne pourra employer, comme tube isolant, que la porcelaine, le verre ou des matières analogues et la disposition du tube devra empêcher l'entrée et l'accumulation de l'eau, ce qui est réalisé en général en donnant aux extrémités la forme de pipes.

c) Pour les traversées, on doit, en règle générale, ne mettre qu'un fil par tube.

Pour la moyenne et la haute tension, l'observation de cette règle est indispensable.

§ 37. — *Lignes extérieures et aériennes.* — a) Les conducteurs doivent avoir une résistance mécanique suffisante pour qu'il n'y ait aucun danger de rupture sous l'action des efforts qu'ils auront à supporter (Dimensions minima, voir § 29).

b) Les supports doivent présenter toutes les garanties de solidité nécessaires. En particulier, les supports en bois doivent être prémunis contre l'action de l'humidité.

c) Pour les lignes extérieures non protégées contre la pluie, on ne pourra employer que des isolateurs à cloches placés verticalement ou des dispositifs équivalents appropriés à la tension (1).

d) Les distances minima admises entre conducteurs nus ou entre ceux-ci et toute partie du bâtiment seront déterminées par la règle suivante : 1 cm. par 1.000 volts, plus 1 cm. par mètre de portée avec un minimum de 10 centimètres.

Pour l'entrée dans les appareils, on devra maintenir autant que possible ces mêmes écartements des murs.

e) En dehors des voies publiques et quand il n'y a pas d'autres règlements à appliquer, les conducteurs nus seront placés à une hauteur de 4 m. au moins au-dessus du sol.

Pour la moyenne et la haute tension, cette hauteur sera portée à 6 mètres.

Pour les conducteurs passant sur les toits ou le long des bâtiments, il faudra observer les règles suivantes :

Basse tension. — Mettre les conducteurs nus autant que possible hors de portée.

Moyenne tension. — Isoler à 600 mégohms tous les conducteurs qui ne pourront pas être mis sûrement hors de portée (la gaine extérieure devra résister aux intempéries).

Haute tension. — Éviter le passage des conducteurs sur les toits et le long des bâtiments, ou les entourer de filets ou grillages protecteurs mis à la terre.

f) Lorsqu'une ligne de télécommunication (sonnerie, téléphone, etc.) est posée sur les mêmes supports que les lignes industrielles, elle doit toujours être placée au-dessous de ces dernières.

En outre, des précautions spéciales devront être prises pour écarter tout danger en cas de contact entre les deux lignes (coupe-circuits, tapis isolants, montage soigné). Dans ce cas, les lignes de télécommunication doivent être assimilées comme montage aux lignes industrielles qu'elles suivent, tant en lignes courantes qu'à l'intérieur des bâtiments, et les appareils auxquels elles aboutissent doivent être protégés et disposés de manière à écarter tout danger (coupe-circuit, tapis isolant, etc.).

g) Pour la moyenne et la haute tension, on prendra en plus les précautions suivantes :

(1) Pour les lignes de contact, telles que celles employées pour la traction, deux isolateurs simples placés en série dans l'appareil de suspension seront considérés comme équivalents à un isolateur à double cloche.