Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 51 (1925)
Heft: 23

Artikel: Considérations sur le développement récent de la production et de la distribution de l'énergie électrique en Suisse
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-39546

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

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

m étant le nombre de côtés du polygone. L'erreur relative des valeurs de k calculée au moyen de l'expression précédente ne dépasse pas 3 pour 100 dans le cas du carré ($m = 4$) et elle diminue quand m augmente.

Enfin, pour le *triangle rectangle isocèle*, $k = 0{,}0257$. (*Comptes Rendus*, T. 179, 1824, p. 379 et suiv.)

Le cas du rectangle a une importance particulière. Pour ce cas, la valeur de k a été indiquée par de *Saint Venant* sous forme d'une série simple de tangentes hyperboliques.

En utilisant une méthode de calcul qui est due à notre compatriote *Walter Ritz*, on peut donner aussi de k une expression curieuse, sous forme de série double assez rapidement convergente. Voici cette expression, a et b étant les demi-côtés du rectangle :

$$(8) \qquad k = \left(\frac{2}{\pi}\right)^6 \sum_{m=1,3,5\ldots} \sum_{n=1,3,5\ldots} \frac{1}{m^2 n^2 \left(\frac{b}{a} m^2 + \frac{a}{b} n^2\right)},$$

Cette expression permet le calcul de k sans nécessiter l'emploi de tables de fonctions hyperboliques.

Pour le cas particulier du carré, l'expression (8) se réduit à

$$k = \left(\frac{2}{\pi}\right)^6 \sum_{m=1,3,5\ldots} \sum_{n=1,3,5\ldots} \frac{1}{m^2 n^2 (m^2 + n^2)}$$

(*Comptes Rendus*, T. 158, 1914, p. 1743).

La valeur de k avec cinq chiffres significatifs exacts est, pour le carré, $k = 0{,}035166$, ce qui donne, a étant le côté du carré, $J = 2{,}2506\, a^2$ au lieu de $J = 2{,}281\, a^2$, valeur donnée par *Föppl*, dans *Drang und Zwang*, T. 2, p. 141.

Dans le cas où a est grand par rapport à b, on peut négliger $\frac{b}{a}$ devant $\frac{a}{b}$ dans (8) et il vient alors pour k l'expression suivante, approchée par excès et qui n'est rigoureuse que pour $\frac{a}{b} = \infty$,

$$k = \left(\frac{2}{\pi}\right)^6 \sum_{m=1,3,5} \sum_{n=1,3,5} \frac{1}{m^2 n^2 \left(\frac{a}{b} n^2\right)}.$$

Si l'on remarque que

$$\frac{\pi}{8} = \sum_{n=1,3,5} \frac{1}{(2n-1)^2}$$

et que

$$\frac{\pi^4}{96} = \sum_{n=1,3,5} \frac{1}{(2n-1)^6},$$

il vient pour k, dans ce cas, l'expression

$$k = \frac{b}{a} \frac{1}{12} \quad \text{et} \quad J = \frac{16}{3} a b^3.$$

Alors, en utilisant les remarques faites à la fin du § 6, on voit que pour les sections formées par la juxtaposition de rectangles étroits et allongés, ⊏, I, etc., etc., on aura

$$(9) \qquad J = \frac{16}{3} \sum_i a_i b_i^3$$

$2a$ et $2b$ étant respectivement le grand et le petit côté s du rectangle i.

Föppl, en 1921, a fait des essais destinés à donner une idée de l'exactitude de la formule (9). L'expérience lui a montré qu'on devait prendre pour J l'expression

$$(9) \qquad J = \frac{16}{3} \mu \sum_i a_i b_i^3,$$

où le cœfficient μ a les valeurs que voici pour les types de fers que nous indiquons ci-après :

		μ
Cornières à ailes égales	N^{os} 5-12	1,03
Cornières à ailes inégales	N^{os} 4/8-8/12	0,99
Fers en **U**, P. N.	N^{os} 8-30	1,12
Fers en **T**		1,13
Fers en double **T**, P. N.	N^{os} 10-30	1,31
Fers en double **T**, Differdange	N^{os} 16-24	1,29.

Il faut remarquer à ce propos combien la résistance à la torsion de ces types de fers, tout spécialement celle des fers en **U** et des fers en double **T** est faible si on la compare à leur résistance à la flexion. On doit se garder de négliger, sans une étude spéciale, pour ces fers, l'effet d'un couple de torsion, même si celui-ci est très faible quand on le compare au moment fléchissant auquel ces fers sont susceptibles de résister normalement.

Considérations sur le développement récent de la production et de la distribution de l'énergie électrique en Suisse.

L'Association suisse des Electriciens avait organisé, les 2 et 3 avril dernier, sous la présidence de M. Ringwald, directeur des Central-Schweizer Kraftwerke, à Lucerne, et président de l'Union des Centrales suisses d'électricité, des séances de discussion, au cours desquelles de très remarquables communications et rapports ont été lus et discutés.

Le premier de ces rapports, intitulé « Considérations de nature économique et enseignements découlant du développement récent de notre production d'énergie électrique », avait pour auteur M. le D^r *B. Bauer*, directeur de la Société suisse pour le transport et la distribution d'énergie électrique, à Berne.

Comparant, à l'aide de statistiques, l'approvisionnement en énergie électrique des pays voisins de la Suisse avec celui de la Suisse même, M. Bauer dresse le tableau suivant qui se rapporte à l'année 1922/23.

Puissance installée	Allemagne	France	Italie	Suisse
Hydraulique, millions de KW	0.27	0.88	1.2	0.64
Thermique » » »	2.71	1.32	0.40	0.06
TOTALE	2.98	2.20	1.60	0.70
Par habitant	49 watts	56 watts	42 watts	179 watts

M. Bauer, estimant que la production d'énergie rapportée au kilomètre carré de territoire desservi est une mesure plus adéquate de la densité de l'approvisionnement, a dressé une

carte très suggestive de la Suisse où les différents « degrés » de densité sont représentés par une teinte plus ou moins foncée. De cette étude, il ressort que notre production totale dessert seulement le 60 % environ de la superficie de la Suisse, ce qui correspond à une « densité » de 120 kwh/km² (abstraction faite de l'énergie pour la traction des chemins de fer

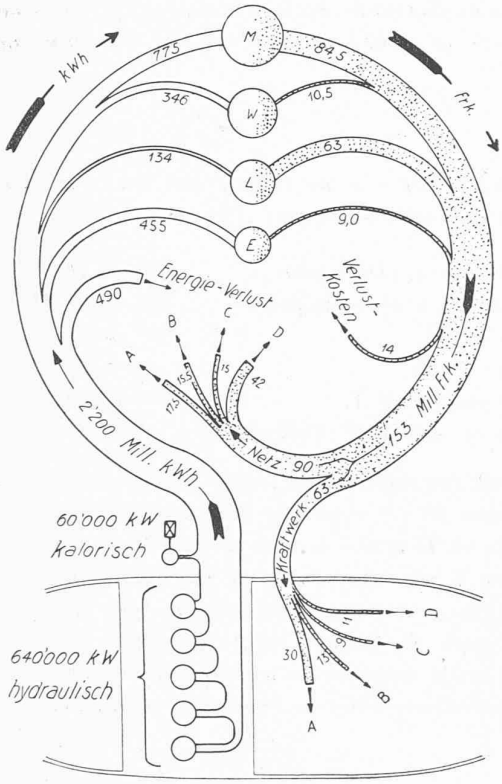

Fig. 1.
Production d'énergie et recettes correspondantes, en 1923.
Puissance totale des récepteurs : 1 690 000 kW.

A = intérêts des capitaux engagés ;
B = amortissements et réserves ;
C = impôts, taxes et institutions patronales ;
D = administration, exploitation et entretien ;
M = moteurs ; W = applications thermiques ;
L = lumière ; E = exportation.

et de l'énergie produite par les industriels pour leurs propres besoins) ou à une densité de 72 kwh/km² rapportée à la superficie *totale* de la Suisse.

Cette densité semble faible en comparaison de celle qu'on constate dans certaines régions telles que le Piémont : 45 000kwh/km² ; la Lombardie : 60 000 kwh/km² ; la Ligurie : 120 000 kwh/km² ; mais ce qui caractérise avantageusement notre pays c'est l'uniformité de la répartition de l'énergie sur tout le territoire approvisionné ; en effet, en 1923, le 95 % des communes suisses étaient approvisionnées en électricité, tandis qu'il n'y en avait que le 60 % environ en Italie et le 26 % en France.

M. Bauer analyse ensuite au moyen de l'ingénieux croquis ci-dessus (fig. 1) la répartition entre les différents genres de récepteurs de l'énergie produite et les recettes qui en découlent. Il convient de relever, parmi les faits que ce croquis met en lumière, la grandeur des dépenses relatives aux réseaux de transport et de distribution, à savoir 90 millions de francs contre 63 millions pour les centrales. La première somme correspond à 26 % et la seconde, à 11 % des capitaux engagés.

Ce coût si élevé de la transmission et de la distribution est la conséquence de la densité extraordinairement grande de notre réseau qui est certainement le plus serré de l'Europe. A noter aussi le montant élevé des dépenses classées sous la rubrique D «Administration, exploitation et entretien », « qui a pour cause l'interposition entre le producteur et le consommateur d'une série d'entreprises indépendantes exerçant le commerce de l'énergie électrique. Le courant, chez nous, doit « suer » beaucoup de francs, dit M. Bauer, sur son parcours de l'usine génératrice au lieu de consommation. C'est là certainement une conséquence fâcheuse du développement tumultueux de notre industrie électrique », de ce développement dont on a peut-être trop vanté l'avantage d'avoir été entrepris par tous les intéressés« Cantons, communes et particuliers, indépendamment de tout programme et de toute intervention de l'Etat ». A ce propos, M. Bauer critique les bénéfices abusifs que prélèvent beaucoup de communes pour la rémunération de leurs services d'intermédiaire.

En fin de compte, les capitaux engagés dans la construction des réseaux rapportent un intérêt de 5 % et ceux qui sont engagés dans les centrales, un intérêt de 5,4 %.

Ainsi donc, notre industrie de la production et de la distribution de l'énergie électrique ne laisse aucun bénéfice dit « d'entrepreneur » (c'est-à-dire une différence entre le rendement des capitaux engagés dans l'entreprise et le taux normal de l'intérêt des bons placements.) Cela est regrettable, estime M. Bauer, car cela n'est pas fait pour stimuler la collaboration des financiers. Malheureusement, il y a encore trop de gens pour soutenir, à tort, que les entreprises dites « mixtes » (associations de communautés publiques avec des particuliers) présentent, sur les entreprises privées, l'avantage de faire abstraction de tout bénéfice d'entrepreneur. « Il est déplorable, pense M. Bauer, que ces gens ne veuillent pas comprendre qu'avec un tel programme, ils compromettraient l'avenir de nos entreprises électriques ».

Comparant ensuite les recettes provenant de la vente de l'énergie avec les prix de revient de cette énergie, au départ

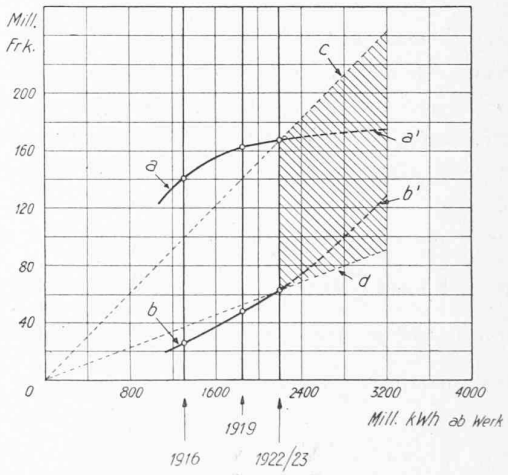

Fig. 2. — Prix de revient de l'énergie et recettes correspondantes de toutes les centrales de la Suisse.

a = recettes perçues des abonnés ;
b = prix de revient de l'énergie au départ des usines ;
a' = suite conjecturée de a ;
b' = » » de b ;
c = allure la plus favorable des recettes perçues des abonnés, pour l'avenir ;
d = allure la plus favorable du prix de revient au départ des usines, pour l'avenir.

de la centrale, le tout en fonction de la production totale en *kwh*, M. Bauer constate que la courbe des recettes (a), voir fig. 2, tend vers une asymptote à la direction de l'axe des *kwh*, tandis que la courbe des prix de revient est convexe du côté du même axe. Il en résulte que l'intervalle entre ces deux courbes, représentant la marge disponible pour le transport et la distribution, va s'étrécissant.

A l'aide de ce graphique, M. Bauer discute les moyens de rendre l'allure de ces courbes plus favorable. De cette discussion qui figure in extenso dans le numéro 5 *bis*, 1925, du

Bulletin de l'Association suisse des Electriciens, nous ne relèverons que les points suivants :

La figure 3 représente les caractéristiques économiques de l'aménagement d'un cours d'eau (Rhin supérieur) en fonction du débit utilisé. Le prix de revient atteignant son minimum pour un débit utilisé de 350 m³ environ, égal à 2,3 fois le débit minimum, convient-il d'aménager les installations pour ce débit de 350 m³ ou pour un débit supérieur ? La ré-

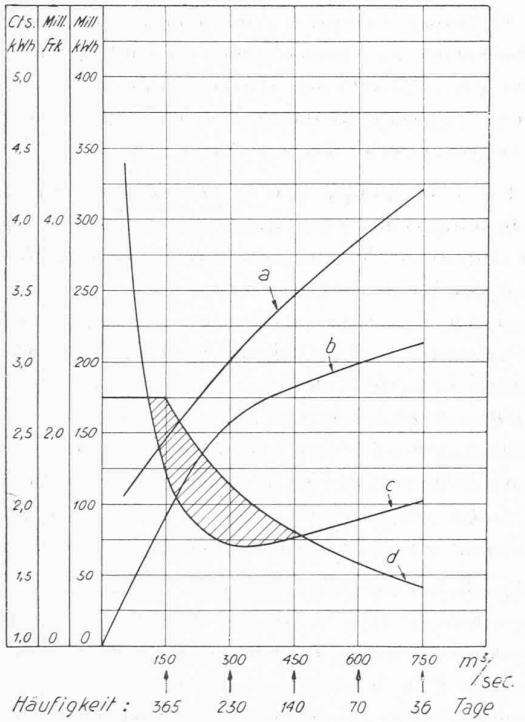

Fig. 3. — Quantité, prix de revient et valeur marchande, en fonction de la puissance installée, de l'énergie produite par une usine située sur un cours d'eau alpin.

a = dépenses annuelles en millions de francs ;
b = production annuelle en millions de kWh ;
c = prix de revient de l'énergie en cts/kWh ;
d = valeur marchande de l'énergie en cts/kWh ;
Häufigkeit = fréquence. — *Tage* = jours.
(Débit minimum moyen : 150 m³/sec.)

ponse à cette question dépendra des usages auxquels l'énergie est destinée. L'énergie constante étant la plus estimée, ce qui est produit en excédent perd de sa valeur marchande et d'autant plus que ces excédents sont plus abondants. La valeur marchande de l'énergie peut être représentée, en fonction de la production, par une courbe (d), fig. 3, dont l'intersection avec la courbe (c) des prix de revient marque la limite des aménagements économiques.

M. Bauer admet « qu'à l'avenir comme aujourd'hui les consommateurs demandant avant tout de l'énergie constante on ne devrait plus chercher des débouchés pour l'énergie variable. Mais, si on veut s'en tenir au principe de ne mettre sur le marché que de l'énergie constante, il faudra que les usines puissent disposer d'une certaine quantité d'énergie de complément destinée à transformer la production variable en production constante. Le graphique de la figure 4 montre qu'une usine peut être aménagée pour utiliser économiquement un débit égal à plusieurs fois le débit minimum, moyennant *achat* d'énergie complémentaire fournie par une usine avec bassin d'accumulation ou par une installation thermique.

Et M. Bauer tire de son analyse la conclusion suivante : « La grandeur de l'aménagement de nos nouvelles usines doit être déterminée moins par les besoins futurs, calculés par extrapolation, du territoire desservi que par les nécessités de « conjuguer » ces usines avec les usines de complément correspondantes, dans le sens de l'économie maximum ».

La situation topographique et hydrologique de la Suisse est, d'ailleurs, favorable à la réalisation de ce programme car notre territoire de consommation est enclavé entre les grandes usines à basse chute de l'Aar et du Rhin, d'une part, et les usines à accumulation, présentes ou futures, de la région des Alpes, d'autre part. De plus, ces dernières disposent d'un excédent d'énergie par rapport à celle qui est nécessaire pour servir de complément aux usines futures à basse chute. Un calcul superficiel montre que les usines à accumulation projetées sur la Reuss supérieure et sur le Rhin antérieur suffiront pour transformer en énergie constante de 24 heures pendant toute l'année la production des usines projetées à Schwörstadt, Dogern, Reckingen, Böttstein et Wildegg-Brugg.

M. Bauer estime qu'il ne serait pas économique de faire faire par ces usines à accumulation éloignées le service des pointes journalières mais qu'il conviendrait d'en charger une installation *thermique* centrale, pour autant que les usines à basse chute ne pourraient être munies de réservoirs jour-

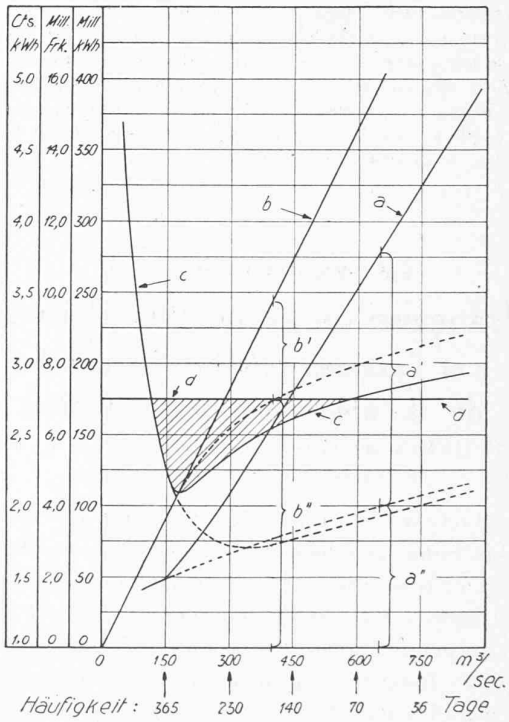

Fig. 4. — Caractéristiques économiques, en fonction de la puissance installée, d'une usine située sur un cours d'eau alpin et achetant de l'énergie de complément.

a = dépenses annuelles totales en millions de francs ;
a'' = dépenses annuelles relatives à l'usine ;
a' = » » » à l'énergie de complément ;
b = quantité an. totale d'énergie vendue, en millions de kWh ;
b'' = quantité d'énergie annelle produite par l'usine ;
b' = énergie de complément ;
c = prix de revient de l'énergie, en cts/kWh ;
d = valeur marchande de l'énergie, en cts/kWh.
(Débit minimum moyen : 150 m³/sec.)

naliers. Cette installation thermique centrale serait, au surplus, fort utile dans les périodes de basses eaux exceptionnelles.

Mais, l'exécution de ce programme d'aménagement rationnel impliquant, nous l'avons vu, la supputation des besoins futurs, M. Bauer entend parer aux aléas inévitables de cette supputation par la création « d'organismes aptes à exporter à l'étranger les excédents d'énergie et, inversément, à importer de l'énergie pendant les périodes de pénurie jusqu'à ce que de nouvelles usines soient prêtes à fonctionner ». Car,

en dépit des programmes les plus prudemment élaborés, il est impossible d'adapter exactement l'aménagement aux besoins supputés. « Les échanges avec l'étranger constitueront un régulateur propre à parer à l'accroissement par à-coups de la production et à ses répercussions sur l'approvisionnement et le marché de l'énergie ».

Dans la discussion qui suivit la lecture de cette communication, M. le professeur Wyssling déclara partager l'avis de M. le Dr Bauer qu'il faut s'efforcer de rendre aussi constante que possible la puissance disponible de l'ensemble des usines génératrices suisses. Corollaire : la construction de nouvelles usines à basse chute ne devrait être entreprise que simultanément avec celle d'usines avec accumulation propres à équilibrer la puissance d'hiver et celle d'été. Mais comme un équilibrage complet est irréalisable, tout au moins dans un avenir prévisible, il faudra longtemps encore compter avec des excédents d'énergie disponibles en été surtout pour lesquels, faute de preneurs dans le pays, on devra chercher des débouchés à l'étranger. Au surplus, cette exportation d'énergie d'été pourrait avantageusement avoir comme contre-partie une importation, en hiver, d'énergie d'origine thermique, transportée en Suisse au moyen des conduites destinées à l'exportation, pour suppléer à nos déficits éventuels.

D'autre part, comme la puissance installée doit faire face à toutes les « pointes », même les plus momentanées, il convient de s'efforcer de réduire l'amplitude de ces pointes au moyen d'une propagande visant au développement de toutes les applications de l'électricité propres à atténuer les intermittences de la consommation.

Le nouveau projet de loi française sur les brevets d'invention et l'examen préalable facultatif de la nouveauté des inventions

par A. BUGNION, ingénieur-conseil, à Genève, physicien diplômé de l'Ecole polytechnique fédérale.

Le cataclysme de la guerre mondiale a été suivi d'un véritable bouleversement dans la législation industrielle des pays civilisés : loi sur le chômage, loi sur la journée de huit heures, etc. ; le domaine de la Propriété intellectuelle, un peu figé avant 1914, n'a pas été épargné par ce besoin de changement. Depuis 1918, les lois nouvelles, ou les modifications des lois existantes, venant des quatre points de l'horizon mondial, se succèdent avec une rapidité quelque peu déconcertante, même pour le professionnel. Les Etats européens nés de la guerre, Jougoslavie, Tchécoslovaquie, Pologne, Esthonie, Lettonie, Lithuanie et Finlande ont déjà tous légiféré sur la question ; la Grèce les a suivis et la Russie, même, vient de se doter d'une nouvelle loi sur les brevets d'invention, très bien comprise, fort moderne par certains côtés et où la propriété industrielle est l'objet d'une vive sollicitude. En outre, toute une série de pays : Brésil, Canada, Espagne, Grande-Bretagne, Italie, Japon, Hollande, Norvège, pour ne citer que les principaux, ont procédé à une refonte complète ou partielle de leur législation dans ce domaine. Et voilà, nos voisins d'outre-Jura de se mettre en mouvement ; ils vivaient, depuis 80 ans, sous le régime de la Loi de 1844, doyenne des lois en vigueur dans la matière, légèrement rafraîchie en 1902, et paraissaient s'en trouver fort bien ; aussi, le dépôt, le 29 juillet 1924 sur le Bureau de la Chambre des Députés d'un projet constituant une refonte complète de cette loi est-il un événement à sensation.

Mon intention n'est pas de faire ici une analyse complète de ce projet[1] qui, d'ailleurs, aura sans doute bien des modifications à subir. Je désire simplement en signaler les points susceptibles d'intéresser plus particulièrement les inventeurs, à savoir : *a*) l'augmentation de la durée des brevets qui serait portée de 15 à 20 ans ; *b*) la suppression de la déchéance du brevet pour défaut d'exploitation et la substitution à cette déchéance de l'obligation pour le breveté qui n'exploite pas, d'accorder des licences de son brevet ; *c*) l'examen préalable et facultatif de la nouveauté et de la brevetabilité des inventions.

a) Il y a longtemps que les inventeurs réclament au sujet de la durée de 15 ans, trop courte à leur gré, accordée par la plupart des lois, aux brevets d'invention. En effet, la prise des brevets dans certains pays, ceux à examen par exemple, dure souvent deux ans ou plus. La recherche d'un capitaliste ou d'un industriel voulant bien fabriquer le produit, et la mise au point de cette fabrication prennent souvent beaucoup plus de temps ; il arrive donc fréquemment que six à sept ans peuvent s'écouler, à savoir la moitié de la vie d'un brevet, avant qu'une invention rapporte à son propriétaire. Cette augmentation de durée répond donc à un désir légitime, semble-t-il, des inventeurs.

b) La déchéance du brevet pour défaut d'exploitation qui se retrouve dans la plupart des lois sur les brevets d'invention constitue, souvent, pour l'inventeur qui n'est pas en état d'exploiter lui-même son invention, un obstacle insurmontable et, disons-le, une mesure un peu barbare, le délai d'exploitation, fixé à 3 ans en général, étant tout à fait insuffisant, surtout pour l'exploitation à l'étranger. Le remplacement de cette déchéance par l'obligation pour le breveté d'accorder une licence à l'industriel qui la demande est beaucoup plus équitable. Il serait à désirer que ce système, déjà pratiqué en Angleterre et en Espagne et qui vient d'être introduit en Russie puisse s'établir en France et de là se répandre dans les autres pays.

c) Reste le point capital du nouveau projet de loi, à savoir l'examen préalable et facultatif de la nouveauté et de la brevetabilité des inventions. En Suisse, où l'on a le respect du brevet allemand porté jusqu'à la superstition, on comprend difficilement que le peuple français, l'un des plus inventifs du monde, puisse s'accommoder d'une loi qui ne se base pas sur l'examen de la nouveauté. Les discussions que le nouveau projet a provoquées en France, montrent, à l'évidence, que si nos voisins ne sont pas encore dotés de cet examen, ce n'est pas par conservatisme exagéré ou par négligence des questions concernant la propriété industrielle mais bien, par suite d'une volonté arrêtée et basée, il faut le reconnaître, sur des arguments sérieux. La grande majorité non seulement

[1] Ce projet de loi a fait l'objet, dans la séance du 13 février dernier de la *Société des ingénieurs civils de France*, d'un exposé et d'une longue discussion fort intéressants reproduits dans le « Procès-Verbal » N° 3 de ladite Société. *Réd.*