

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 25 (1934)  
**Heft:** 11

**Artikel:** La Conférence Mondiale de l'Energie et le problème de la répartition et de l'utilisation des sources d'énergie  
**Autor:** Jobin, B. / Dietlin, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1060153>

### **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:** 03.04.2026

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

# SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

# BULLETIN

REDAKTION:  
Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des  
Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

VERLAG UND ADMINISTRATION:  
A.-G. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zürich 4  
Stauffacherquai 36/40

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXV. Jahrgang

N<sup>o</sup> 11

Mittwoch, 23. Mai 1934

## La Conférence Mondiale de l'Énergie et le problème de la répartition et de l'utilisation des sources d'énergie.

Par B. Jobin et J. Diellin, Bâle.

62(06) : 620.92

*A la suite de demandes qui lui ont été adressées de divers côtés, Monsieur le Dr. Ed. Tissot, Administrateur-Délégué de la Société Suisse d'Electricité et de Traction, à Bâle, Président du Comité National Suisse et Vice-Président du Comité Exécutif International de la Conférence Mondiale de l'Énergie, a donné à Bâle, le 23 janvier 1934, dans la salle du Bernoullianum, une conférence sur l'organisation et les buts économiques de ce groupement mondial. Cette conférence a été présentée dans une séance commune de la Société Bâloise de Statistique et d'Economie Publique, de la section bâloise de la Société Suisse des Ingénieurs et Architectes et de celle de l'Association des Anciens Elèves de l'Ecole Polytechnique Fédérale. Sur invitation de M. le professeur Dr. B. Bauer, M. le Dr. Ed. Tissot a répété cette conférence le 12 mai, dans le cadre des discussions académiques organisées par l'Ecole Polytechnique Fédérale à Zurich. Etant donné que l'organisation et les buts de la Conférence Mondiale de l'Énergie sont en général peu connus dans nos milieux techniques et que, d'autre part, en cherchant à illustrer les caractéristiques essentielles de son programme, M. Tissot a été amené à rassembler un matériel important sur les sources d'énergie disponibles dans le monde et la manière plus ou moins rationnelle et plus ou moins économique dont il en est tiré parti, il nous a paru intéressant de résumer dans cet article les points principaux de cette conférence en y joignant la reproduction de quelques-uns des tableaux graphiques et statistiques qui ont servi à l'illustrer.*

*Am 23. Januar 1934 hat Herr Dr. Ed. Tissot, Delegierter des Verwaltungsrates der Schweizerischen Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft, Basel, Präsident des Schweiz. Nationalkomitees und Vizepräsident des Internationalen Ausschusses der Weltkraftkonferenz, einem vielseitigen Wunsche entsprechend vor der Statistisch-volkswirtschaftlichen Gesellschaft, dem Basler Ingenieur- und Architektenverein und der Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidgenössischen Technischen Hochschule im Bernoullianum in Basel einen Vortrag über die Organisation und die wirtschaftlichen Zwecke der Weltkraftkonferenz gehalten. Auf Einladung von Herrn Prof. Dr. B. Bauer wiederholte Herr Dr. Tissot den gleichen Vortrag am 12. Mai im Rahmen der Akademischen Diskussionsvorträge in der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. Da die Tätigkeit dieser internationalen Organisation in unseren technischen Kreisen verhältnismässig wenig bekannt ist, Herr Dr. Tissot zur Erläuterung deren Hauptprogrammpunkte ausserdem ein interessantes Material über die vorhandenen Weltenergiequellen und die mehr oder weniger wirtschaftliche Art ihrer Ausnützung zusammengestellt hat, glauben wir, dass die Veröffentlichung einer Zusammenfassung der Hauptpunkte dieses Vortrages mit Wiedergabe einiger der für Illustrationszwecke angefertigten zahlreichen Tabellen gewisses Interesse bieten werde.*

Le fondateur de la Conférence Mondiale de l'Énergie (World Power Conference, Weltkraftkonferenz, en abrégé WPC) est Monsieur D. N. Dunlop, Administrateur-Délégué de la «British Electrical and Allied Manufacturer's Association» (en abrégé BEAMA) qui eut en vue de réunir tous les ingénieurs et hommes de science du monde, afin qu'ils apprennent à mieux se connaître, qu'ils aient ainsi l'occasion d'échanger leurs travaux (à ce moment-là on était encore sous l'influence de la guerre et de l'après-guerre) et qu'ils travaillent en commun au rétablissement de la paix, dans un monde bouleversé par les événements précédents.

A cet effet, M. Dunlop demanda l'aide de la BEAMA qui lui accorda l'appui financier nécessaire, tandis que l'appui moral lui fut fourni, non seulement par cette société, mais aussi par les personnalités de haute réputation scientifique, technique et industrielle de l'Angleterre. M. Dunlop

frappa ensuite à la porte du Gouvernement anglais et des représentants officiels des Dominions à Londres qui donnèrent une réponse favorable.

Puis le Gouvernement anglais lui-même sonda les gouvernements des autres pays importants qui adhèrent à ce projet, assurant ainsi le succès de la Conférence. Pour la première fois depuis la guerre, l'Allemagne fut invitée à participer à une Conférence Mondiale de ce genre; elle accepta d'y collaborer, ce qui scella l'esprit de bonne volonté dans lequel la Conférence devait se réunir. C'est dans ces conditions qu'eut lieu la première session plénière à Londres, en 1924, qui fut à l'origine de la création d'une institution permanente internationale.

Les statuts de la WPC stipulent, entre autres, que son but est d'étudier comment peuvent être utilisées, tant sur le terrain national qu'international,

les ressources d'énergie industrielles et scientifiques:

par l'étude des ressources potentielles de chaque pays en forces hydrauliques, en combustibles solides, liquides et gazeux,

par des conférences d'ingénieurs civils, électriciens, mécaniciens, des ingénieurs de la marine et des mines, d'experts techniques et de personnes faisant autorité en matière de recherches scientifiques et industrielles,

par la discussion des aspects financier et économique de l'industrie sur le terrain national et international,

par des conférences sur la possibilité de créer un bureau mondial permanent, pour recueillir des renseignements, en vue de la préparation d'un inventaire des ressources du monde et de l'échange d'informations industrielles et scientifiques entre des représentants désignés par les différents pays,

par la comparaison des expériences sur le développement de l'agriculture scientifique, de l'irrigation et des transports par terre, par air et par eau, etc.

Dans chaque pays adhérent (il y en a actuellement 49), il a été constitué un Comité national, composé autant que possible de représentants de son gouvernement, des organisations scientifiques, techniques et industrielles et des intérêts privés, en relation avec l'énergie, dans les conditions prévues par le programme de la Conférence.

L'Administration de la Conférence Mondiale de l'Energie a été confiée, par les Comités nationaux, à un Conseil exécutif international qui est l'organe d'exécution des décisions prises par l'ensemble des différents Comités nationaux et dont le siège est à Londres.

Le Conseil exécutif international se compose des représentants dûment qualifiés de chaque Comité national dont ils sont en général les présidents; c'est à ce titre que Monsieur Tissot participe aux travaux de ce Comité.

Les statuts indiquent qu'il y a deux sortes de sessions:

- a) les sessions plénières, qui s'occupent de toutes les questions contenues dans le programme très vaste de la Conférence. Il y en a eu deux jusqu'ici, la première à Londres, en 1924, avec 1100 à 1200 participants, et la seconde à Berlin en 1930, qui a réuni environ 3900 ingénieurs et techniciens de 54 pays différents;
- b) les sessions partielles ou sessions spéciales, qui se réunissent avec l'approbation et sous les auspices du Conseil exécutif international, pour discuter un programme limité à des sujets spécialisés, rentrant dans les objets généraux du programme de la Conférence.

Comme exemple de session partielle, on peut citer celle de Bâle, qui eut lieu en 1926, au cours de l'exposition de navigation fluviale et d'utilisation des forces hydrauliques, organisée dans les bâtiments de la Foire d'Echantillons<sup>1)</sup>. Elle réunit environ 800 participants, représentant 38 états, et avait comme objets à l'ordre du jour:

- 1° l'utilisation des forces hydrauliques en corrélation avec la navigation intérieure,
- 2° l'échange d'énergie entre pays,
- 3° rapports d'ordre économique entre l'énergie électrique d'origine hydraulique et l'énergie électrique d'origine thermique.
- 4° l'électrification dans l'agriculture,
- 5° l'électrification des chemins de fer.

<sup>1)</sup> Bull. ASE 1926, p. 234 et 337.

La dernière session partielle a eu lieu au cours de l'été 1933, dans les pays scandinaves<sup>2)</sup>. Son programme se rapportait principalement à des questions d'ordre thermique.

La Conférence Mondiale de l'Energie a sous son patronnage la Conférence des Combustibles (Fuel Conference) et la Commission Internationale des Grands Barrages, présidée par M. Gustave Mercier, à Paris.

L'ensemble de cette organisation a déjà été l'objet d'assez vives critiques. On lui reproche, en particulier, son programme beaucoup trop vaste qui se superpose à celui d'autres organisations internationales. Si ce point de vue peut en effet se soutenir, il faut cependant constater que ce programme étendu a une tendance très nette à s'épurer et que, d'autre part, la question des sources d'énergie qui domine tous les autres sujets, constitue, en elle-même, un problème propre de la WPC. On a également critiqué le nombre beaucoup trop élevé des rapports présentés lors des sessions, mais il ne s'agit là que d'un reproche également valable à l'adresse d'autres congrès et, en définitive, il n'en est pas moins vrai que tous ces rapports constituent une documentation très précieuse, à laquelle peuvent recourir les ingénieurs désirant approfondir certains chapitres relatifs à l'utilisation et à l'économie de l'énergie. La Conférence Mondiale de l'Energie a donc sa raison d'être et elle subsistera.

Le Comité national suisse, présidé par Monsieur Tissot<sup>3)</sup>, groupe les représentants des diverses institutions officielles de la Confédération (Service Fédéral des Eaux, Office Fédéral de l'Economie Electrique, Chemins de fer Fédéraux, Ecole Polytechnique Fédérale) de l'Ecole d'Ingénieurs de Lausanne, des principales associations techniques, des trusts pour entreprises électriques, des industries chimiques et électrochimiques, des constructeurs de machines et de matériel électrique les plus importants de la Suisse, de professeurs, d'ingénieurs-conseils et de divers intéressés. Ce Comité a provoqué ou encouragé la création de diverses organisations nationales qu'il a prises sous son égide; ce sont:

- a) le Comité national de la Commission internationale des grands Barrages. Ce comité est présidé par M. Dr. H. E. Gruner, à Bâle, qui est également vice-président de la Commission internationale;
- b) le Sous-Comité pour la statistique des forces hydrauliques, présidé par M. le Prof. Dr. Wyssling;
- c) la Commission d'examen des rapports présentés par des auteurs suisses, aux sessions de la WPC, présidée par M. Dr. Huber-Stockar;
- d) la Commission d'étude économique des problèmes d'énergie, présidée par M. le Prof. Dr. B. Bauer. Le programme de cette commission peut se résumer dans les quatre points suivants<sup>4)</sup>:

<sup>2)</sup> Bull. ASE 1933, p. 589.

<sup>3)</sup> 1<sup>er</sup> Vice-Président, M. E. Payot, Directeur de la Société Suisse pour l'Industrie Electrique, à Bâle; 2<sup>me</sup> Vice-Président, M. M. Thoma, Directeur du Service des Eaux et du Gaz de la Ville de Bâle; Secrétaire, M. E. H. Etienne, ingénieur de l'Office Fédéral de l'Economie Electrique, à Berne.

<sup>4)</sup> Bull. ASE 1933, p. 373.

- 1° les conséquences d'ordre économique de la production thermique d'énergie par les auto-producteurs industriels et de la combinaison de ces installations de production avec celles des entreprises électriques publiques;
- 2° l'importance de la production thermique d'énergie électrique dans de grandes centrales situées dans le pays et l'importation d'énergie électrique d'origine thermique du point de vue de l'économie nationale des forces hydro-électriques;
- 3° la répartition la plus rationnelle de l'alimentation du pays en énergie entre les usines à gaz;
- 4° les possibilités économiques de la production de chaleur au moyen de charbon, de gaz, de mazout et de l'électricité.

De ce qui est dit plus haut, concernant le programme de la Conférence, on conclut que le mot «*énergie*» doit être envisagé dans le sens de «*capacité de travail*», de «*travail emmagasiné*». Cette énergie, dite potentielle, est donc mesurée par le travail mécanique qu'elle est théoriquement susceptible d'effectuer. On sait que les machines motrices ont pour objet la transformation en travail directement utilisable de l'énergie des sources naturelles; elles sont d'autant plus parfaites qu'elles rendent disponible une partie plus grande de l'énergie que fournit la source première. Tout à l'heure, nous verrons que les machines opérant cette transformation sont encore loin d'être parfaites, quoique, certaines d'entre elles, soit: les turbines hydrauliques et les machines dynamos électriques, dont la construction a fait des progrès admirables pendant ces dernières décades, se rapprochent d'un certain degré de perfection.

Les sources naturelles d'énergie peuvent être rangées en deux grandes classes: les *sources épuisables*, comprenant les combustibles solides et liquides, bois et gaz naturels; les *sources inépuisables*, c'est-à-dire les forces hydrauliques et, dans l'état actuel, un peu le vent, la chaleur du soleil, et très peu les marées; ces sources ne sont inépuisables qu'humainement parlant car, en effet, elles se renouvellent constamment sous l'effet du soleil qui, en définitive, est notre grand et unique dispensateur d'énergie<sup>5)</sup>.

Il est assez remarquable de constater que l'économie mondiale est actuellement principalement organisée sur la base de l'utilisation des sources épuisables, qui sont d'un prix de revient généralement inférieur à celui des sources inépuisables, en dépit du labeur incessant et beaucoup plus pénible que leur exploitation impose à l'humanité.

Parmi les divers points du vaste programme de la Conférence Mondiale de l'Énergie, Monsieur Tissot s'est borné à retenir ceux d'une portée vraiment influente sur l'économie mondiale, c'est-à-dire:

- 1° la production et la consommation des combustibles;
- 2° l'énergie électrique;
- 3° l'établissement d'un inventaire des sources épuisables et inépuisables d'énergie;

<sup>5)</sup> Il serait prématuré de prendre en considération les énergies d'origine atomique ou celles provenant de la dissociation de la matière, car elles appartiennent au domaine de l'hypothèse scientifique, dont elles ne pourront peut-être jamais sortir. Quoique théoriquement limitées, ces énergies représentent toutefois des quantités dépassant toute imagination.

- 4° quelques moyens d'économiser les combustibles;
- 5° le problème de la récupération des pertes dont on s'est occupé à Berlin, en 1930, puis surtout à la session particulière de Stockholm, en 1933.

En Suisse, il est naturel que l'on se préoccupe presque uniquement des forces hydrauliques; c'est la raison pour laquelle Monsieur Tissot s'est borné à effleurer ce sujet en traitant principalement la question des combustibles qui est, en somme, moins familière à nos milieux techniques.

## 1° Les combustibles.

### a) Production.

Le développement de la production mondiale des combustibles est illustré par le graphique fig. 1 donnant les valeurs de 10 en 10 ans, de 1800 à 1930 pour les charbons (houille et lignites), et pour les huiles minérales. A partir de 1880, l'ascension est vertigineuse; pour les charbons, cela coïncide avec l'accroissement énorme de la consommation dû à l'introduction de la machine à vapeur, au développement gigantesque de l'industrie, des usines à gaz, des usines électriques, des moyens de transport,

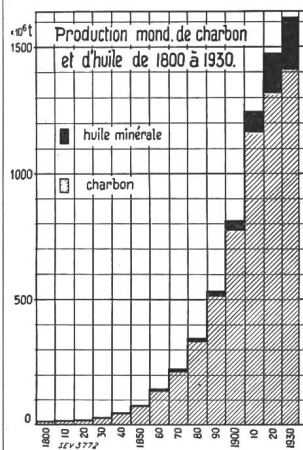


Fig. 1.  
Production mondiale de charbon et d'huile de 1800 à 1930 d'après W. Bareley-Parsons et Kloumann en millions de tonnes métriques.

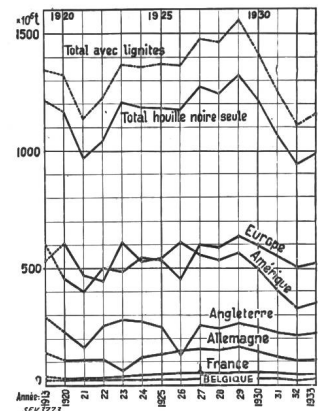


Fig. 2.  
Production mondiale de charbon de 1920 à 1933 en millions de tonnes métriques.

du chauffage, du confort, et, d'une manière générale, au progrès de la civilisation. En 1860, l'huile minérale fait son apparition; sa production passe de 100 000 tonnes pour cette année-là, à environ 200 millions de tonnes en 1930, accusant une augmentation dans la proportion de 1 : 2000 en l'espace de 50 ans. Cette augmentation suit le développement des moteurs à explosion, c'est-à-dire, celui des moteurs Diesel, de l'automobilisme et de l'aviation.

Ces dernières années, l'allure de la production s'est sensiblement modifiée, particulièrement pour les charbons, ainsi que l'on peut s'en rendre compte par le graphique fig. 2; il permet de suivre, dans leurs grandes lignes, les principaux événements économiques de cette dernière décade. Les baisses de la production de l'Angleterre, en 1921 et 1926, sont dues: la première, à une grève générale et à la fin

du boom d'après guerre pendant lequel les prix garantis aux producteurs étaient très supérieurs aux prix mondiaux; la seconde, à un lock-out de très longue durée, pendant lequel des contrats importants de fourniture ont été résiliés. La baisse de la production allemande en 1923 provient de l'occupation de la Ruhr.

A part quelques fluctuations momentanées, on constate une augmentation générale de la production jusqu'en 1929, suivie, sous l'effet de la crise actuelle, d'une baisse continue, ramenant la production de 1932 au-dessous du chiffre de 1921. Pour 1933, on peut remarquer une légère augmentation sur l'année précédente, 4 % environ.

A partir de l'année 1927, la répartition de la production entre les différents continents et les différents pays reste sensiblement constante; pour l'année 1929, qui accuse le maximum connu de production, soit 1322 millions de tonnes pour la houille noire, les chiffres de répartition, en %, sont les suivants:

Amérique:			
Etats-Unis . . . . .	41,7		
Autres pays . . . . .	1,1	42,8 %	
Europe:			
Angleterre . . . . .	19,7		
Allemagne . . . . .	12,1		
France . . . . .	4,2		
Belgique . . . . .	2,3		
Autres pays . . . . .	9,7	48,0 %	
Afrique, Asie, Australie . . . . .			
		9,2 %	
Total:		100,0 %	

Pour les *huiles minérales*, la production va également en augmentant constamment de 1923 à 1929, puis accuse, elle aussi, une diminution, mais qui se trouve proportionnellement moins sensible que pour les charbons. Les gros producteurs sont ici aussi les Etats-Unis d'Amérique. En 1929, sur une production mondiale de 206 millions de tonnes, on trouve la répartition en % suivante:

Amérique:			
Etats-Unis . . . . .	67,0		
Autres pays . . . . .	16,6	83,6 %	
Europe sans la Russie . . . . .			
		2,8 %	
Russie . . . . .		7,0 %	
Afrique, Asie . . . . .		6,6 %	
Total:		100,0 %	

En 1932, la production mondiale est tombée à 180 millions de tonnes, en recul de 12,6 % sur la production de 1929.

Dans le domaine des *gaz naturels*, les Etats-Unis d'Amérique viennent également en tête de liste. De 1923 à 1932, leur production a passé de 29 à 57 milliards de m<sup>3</sup>, représentant le 95,2 % de la production mondiale et permettant d'alimenter le 80 % des distributions du pays, les autres 20 % l'étant par des usines utilisant la houille.

#### b) Consommation.

La consommation de charbon des principaux pays d'Europe (Angleterre, Allemagne et France)

est illustrée par le graphique fig. 3. Celui-ci permet de suivre l'influence de la crise actuelle et ses répercussions différentes

dans les pays considérés. La répartition de la consommation entre les divers groupes d'utilisation varie d'un pays à l'autre, ainsi que le montrent les chiffres du tableau I (valeurs en % pour l'année 1929).

On constate qu'à eux seuls, les groupes «chauffage domestique» et «industrie» représentent en moyenne le 66,0 % de la consommation; ce chiffre est important à retenir.

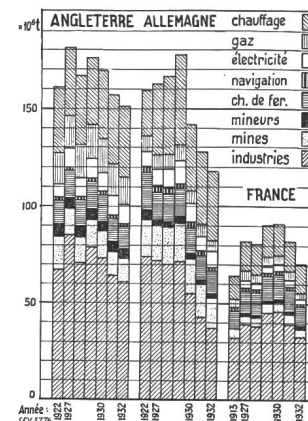


Fig. 3.  
Consommation annuelle de charbon en millions de tonnes métriques.

Tableau I.

	Angleterre %	Allemagne %	France %	Moyenne %
Chauffage . . . . .	19,8	25,9	17,7	21,0
Gaz . . . . .	9,9	4,5	5,3	6,5
Electricité . . . . .	5,6	6,7	4,0	5,5
Navigation . . . . .	0,8	1,6	1,6	1,5
Chemin de fer . . . . .	8,0	7,8	13,8	10,0
Mineurs . . . . .	3,1	2,2	1,4	2,5
Mines . . . . .	8,0	11,2	5,5	8,0
Industries . . . . .	44,8	40,1	50,7	45,0
Totaux	100,0	100,0	100,0	100,0

## 2° L'énergie électrique.

Au cours de ces dernières années, la production mondiale d'énergie électrique accuse, elle aussi, un développement continu, pour atteindre cependant un point culminant en 1930, avec un total de 285 milliards de kWh; ce total se répartit à raison de 49,4 % pour l'Amérique et 42,9 % pour l'Europe. Sur l'un et l'autre continent, la production d'origine thermique dépasse sensiblement la production d'origine hydraulique, particulièrement en Amérique. Le rapport moyen mondial entre ces deux sources était, en 1930, de 60 % pour la thermique et 40 % pour l'hydraulique. Dans les années suivantes, la diminution de production s'est fait plus sentir dans le groupe thermique. Des renseignements plus détaillés sont donnés par le graphique fig. 4.

Pour la comparaison du développement de l'économie électrique entre les divers pays, on se base généralement sur la consommation spécifique par tête d'habitant, dont on trouvera, dans le tableau fig. 5, les valeurs pour l'année maximum 1930, correspondant aux différents gros consommateurs. La Norvège et le Canada accusent des valeurs particulièrement élevées; ceci provient de ce que ces deux pays ont une population relativement faible, mais par contre des forces hydrauliques considérables, utilisées par les industries électrochimiques et élec-

trométallurgiques et par l'industrie papetière. Le chiffre indiqué pour la Suisse contient aussi la production destinée aux usines électrochimiques et métallurgiques, à la traction électrique des chemins de fer et à l'exportation.

Si l'on exclut par contre l'influence de ces industries spéciales (électrochimique et électrométallur-

Les réserves de charbon (houille noire, houille brune et lignites), réparties par continent, ont été déterminées par le 12<sup>me</sup> congrès international de géologie qui s'est tenu en 1913, à Toronto. L'inventaire en a été dressé jusqu'à 2000 m de profondeur. Ces réserves ont été groupées en deux catégories: l'une dite *certaine*, l'autre dite *probable*; on en trouvera au tableau II les valeurs principales, exprimées en millions de tonnes métriques.

Une fois de plus, on constate l'énorme richesse du continent américain, concentrée, pour la plus grande partie, aux Etats-Unis. Si l'on suppose que la consommation mondiale reste ce qu'elle a été en moyenne pendant les années 1924 à 1927, les réserves certaines seules seront épuisées en 730 ans et les réserves totales (certaines et probables), en 4000 ans. Si la consommation continue de croître dans la proportion de 1920 à 1927, soit de 2 % environ par an (25 millions de tonnes métriques), les réserves certaines seront épuisées en 225 ans et les réserves totales en 600 ans.

Les réserves d'huiles minérales ont été indiquées, en 1930, par le Prof. Wagemann, comme atteignant 6,2 milliards de tonnes; si l'on admet que la consommation annuelle se maintient à environ 170 millions de tonnes (consommation moyenne de 1924 à 1932), ces réserves seraient épuisées en 35 ans environ, à moins que l'on ne découvre de nouveaux gisements ou que l'on arrive, grâce à des produits synthétiques, à suppléer à la carence des huiles naturelles. Dans ce domaine, le succès n'est, à l'heure actuelle, pas encore assuré, mais on peut remarquer dès maintenant, par suite de l'orientation donnée aux recherches, que cette solution n'interviendra probablement qu'en accélérant l'épuisement des réserves d'autres combustibles.

Etant donné qu'il existe déjà des statistiques sur la production et la consommation des combustibles, et même un inventaire de leurs stocks, il peut paraître surprenant que la Conférence Mondiale de l'Energie s'en occupe de son côté et cherche à établir, elle aussi, un inventaire des ressources mondiales en énergie. Ceci se justifie du fait que tous les chiffres des inventaires donnés plus haut sont entachés d'une certaine incertitude du fait qu'ils n'ont pas été établis, dans les différents pays, sur des bases uniformes. Il y a en outre une assez grande difficulté pour l'estimation des charbons inférieurs (houille brune et lignites) dont les pouvoirs calorifiques sont très variables suivant les gisements. Même à l'intérieur d'un même pays, les divers bassins n'établissent pas toujours leurs statistiques sur des bases identiques et encore, il n'est question ici que des houilles et lignites, alors qu'il faut songer également aux huiles et gaz minéraux, au bois, à la tourbe, aux forces hydrauliques et

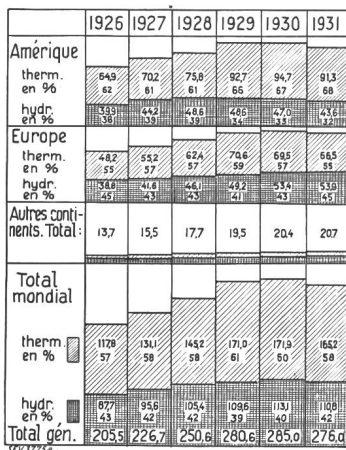


Fig. 4. Production mondiale d'énergie électrique en milliards de kWh.

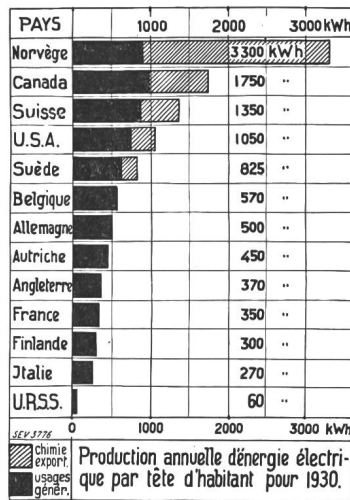


Fig. 5. Production mondiale d'énergie électrique par tête d'habitant pour 1930.

gique) et de l'exportation, on arrive à des chiffres plus aptes à donner une image de la vraie valeur relative du développement des divers pays; le graphique fig. 5 en tient compte pour les cinq premiers pays; la Norvège, le Canada, la Suisse, les Etats-Unis et la Suède. On trouvera des détails intéressants sur le mouvement d'énergie en Suisse, en 1932/33, dans un article paru dans le Bulletin ASE 1934, page 1.

### 3° L'inventaire des sources d'énergie.

#### a) Sources épuisables.

Comme il est dit plus haut, les sources épuisables comprennent principalement les charbons et les huiles minérales.

Tableau II.

Continents	Houille noire		Houille brune et lignites <sup>1)</sup>	
	Réserves certaines 10 <sup>6</sup> t	Réserves totales (certaines et probables) 10 <sup>6</sup> t	Réserves certaines 10 <sup>6</sup> t	Réserves totales (certaines et probables) 10 <sup>6</sup> t
Amérique . .	239 300	2 293 622	1 141 354	2 811 906
Europe . . .	254 420	772 838	19 023	75 157
Asie . . . .	27 032	772 093	297	13 485
Océanie . . .	2 373	134 157	12 106	35 298
Afrique . . .	345	56 805	154	1 054
<b>Total</b>	<b>523 470</b>	<b>4 029 515</b>	<b>1 172 934</b>	<b>2 936 900</b>

<sup>1)</sup> Valeurs en millions de tonnes métriques non rapportées à la houille noire.

autres sources inépuisables sur la définition desquels il y a nécessairement lieu de se mettre d'accord avant d'établir un inventaire général.

A cet effet, le Conseil Exécutif International de la WPC a désigné, avec l'aide des Comités nationaux, un Comité spécial intitulé «Subcommittee on Power Resources» (Sous-Comité pour les ressources mondiales d'énergie), chargé d'établir, pour les remettre aux comités nationaux, des instructions pour l'établissements des statistiques, auxquelles ont été annexés des questionnaires et des formulaires de tableaux à remplir par eux, et sous leur responsabilité.

*c) Réserves inépuisables.*

Jusqu'ici, les seules réserves inépuisables dont on se soit sérieusement préoccupé sont les forces hydrauliques; on en trouvera un inventaire dans le tableau fig. 6. Celui-ci indique en outre le % des forces actuellement mises en valeur. On remarquera que, pour la Suisse, sur un total disponible de 3 millions de kW, le 58 % est déjà équipé.

Ici encore, les chiffres indiqués n'ont pas été établis systématiquement sur des bases identiques dans tous les pays, de sorte que ces valeurs ne peuvent guère être considérées que comme un ordre de grandeur.

Cette insécurité justifie pleinement une intervention de la Conférence Mondiale de l'Energie; le sous-comité dont il est parlé plus haut a donc établi des instructions précises sur les conditions de chute, de débit, de puissance installée à prendre en considération pour l'établissement d'une nouvelle statistique. En ce qui concerne la Suisse, ce travail sera mené à chef par le sous-comité

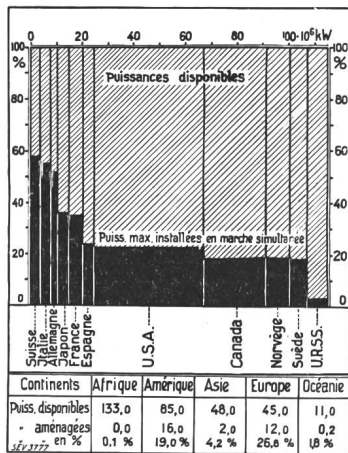


Fig. 6.

Puissances disponibles et aménagées des forces hydrauliques en millions de kW.

présidé par M. le Prof. Dr. Wyssling, dont il est fait mention dans la première partie de cet article.

On peut tout naturellement se demander dans quelle proportion les forces hydrauliques seront capables, un jour ou l'autre, de couvrir les besoins de l'humanité en force motrice ou en chaleur, le jour où les réserves de charbon et d'autres combustibles seront épuisées. Pour répondre à cette question, on a cherché à établir, dans le tableau III, une récapitulation de ces besoins, en ramenant à une même base (la grande calorie: kcal) la production des deux grandes sources d'énergie: les combustibles et les forces hydrauliques. Pour les premiers, nous

avons admis un coefficient théorique moyen d'utilisation de 50 % pour tenir compte du mauvais rendement théorique moyen (environ 20 à 25 %) de l'ensemble des moteurs thermiques, alors que tous les combustibles destinés au chauffage et aux autres buts industriels sont comptés avec une utilisation de 100 %. Les chiffres reproduits ci-après sont ceux de l'année maximum 1929.

Tableau III.

Sources d'énergie	Nombre effectif de calories 10 <sup>12</sup> kcal	Nombre de calories utiles (coefficient moyen d'utilisation des combustibles 50%) 10 <sup>12</sup> kcal
Charbons . . . . . 1400 · 10 <sup>6</sup> t	8 400	
Huiles minérales 206 · 10 <sup>6</sup> t	2 000	
Gaz naturels . . . . . 58 · 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	520	
Bois de feu . . . . . 400 · 10 <sup>6</sup> t	1 600	
Total des combustibles	12 520	6 260
Energie électrique d'origine hydraulique . 105 · 10 <sup>9</sup> kWh	90	90
Total général	12 610	6 350

Les besoins mondiaux pour l'année 1929 auraient donc été de . . . . . 6350 · 10<sup>12</sup> kcal que nous devrions chercher à couvrir avec nos seules sources inépuisables actuellement inventoriées, c'est-à-dire les forces hydrauliques. Celles-ci sont de l'ordre de 300 millions de kW (voir tableau fig. 6) qui, en admettant une utilisation annuelle de l'ordre de 3500 heures<sup>6)</sup> représentent une énergie annuelle d'environ . . . . . 900 · 10<sup>12</sup> kcal

On arrive ainsi au déficit énorme de . . . . . 5450 · 10<sup>12</sup> kcal c'est-à-dire que les forces hydrauliques mondiales ne pourraient assurer que le 15 % environ des besoins totaux actuels en énergie, et encore, notre estimation ne tient-elle pas compte de la répartition très inégale de ces forces à la surface de la terre, ce qui en augmente sensiblement les difficultés d'utilisation intégrale. On voit donc qu'un jour ou l'autre, l'humanité devra nécessairement avoir recours à des sources d'énergie nouvelles, de natures différentes de celles exploitées jusqu'ici.

Parmi les sources inépuisables, nous n'avons pas tenu compte de l'énergie du vent, des marées, ni de celle rayonnée directement par le soleil ou encore

<sup>6)</sup> Cette durée d'utilisation est estimée; elle correspond à l'état moyen actuel d'exploitation des forces hydrauliques. Elle pourrait être augmentée dans une notable proportion par l'amélioration de l'utilisation de l'énergie saisonnière, en développant des industries spéciales pouvant travailler par intermittence.

de l'énergie thermique des mers<sup>7</sup>). Aucune statistique n'existe dans ces matières; la Conférence Mondiale de l'Énergie songe également à combler cette lacune.

#### 4° Quelques moyens d'économiser les combustibles.

Avant de parler d'économie, voyons tout d'abord comment les combustibles sont utilisés, particulièrement pour la production de force motrice.

Les premières machines à vapeur fixes, sans condensation, avaient un rendement global de 2,5 %, puis, par l'amélioration des pressions, des températures et par l'introduction des condenseurs, ce rendement a été poussé jusque vers 15 % qui n'ont guère été dépassés. Une amélioration sensible a suivi l'introduction de la turbine à vapeur, dont les rendements ont passé de 15 % qu'ils étaient au début, à 20 ou 25 %, et même davantage, dans les installations les plus modernes. Ces progrès sont à inscrire à l'actif des très hautes pressions et des températures de surchauffe élevées.

Le moteur Diesel a été dans les premiers moteurs thermiques accusant des rendements relativement élevés; il a débuté vers 25 % pour atteindre maintenant 35 % environ.

En traction, les chiffres sont naturellement beaucoup plus défavorables; une bonne locomotive à vapeur moderne ne dépasse guère un rendement de 10 à 12 %.

A ces chiffres on peut opposer ceux correspondant aux turbines hydrauliques et aux machines électriques. Pour les premières, les rendements atteignent couramment 85 à 90 % et souvent davantage; pour les secondes, pour peu qu'il s'agisse de puissances un peu importantes, on tombe rarement en-dessous de 95 % pour les machines tournantes et 98 % pour les machines statiques.

On voit, par ces chiffres, que les moteurs thermiques ont, en somme, des rendements défavorables, dus, comme l'on sait, à une loi naturelle de la thermo-dynamique, contre laquelle l'ingéniosité des hommes est impuissante à agir. Il faut donc se contenter d'améliorer les facteurs accessibles, c'est-à-dire les pressions et les températures de vapeur, dont l'influence est considérable, ou encore les ren-

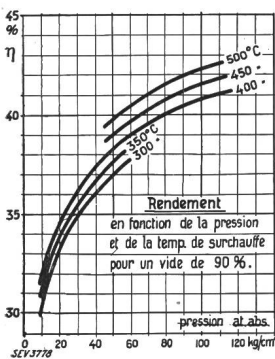


Fig. 7.

Rendement thermique théorique d'un cycle sans perte d'installation à vapeur d'après Brown Boveri.

dements mécaniques des machines, soit par leur perfectionnement soit par la concentration des installations pour permettre l'utilisation de grandes unités toujours plus économiques. On se rendra compte de cette influence des pressions et des températures par le graphique fig. 7 donnant le rendement thermique théorique d'un cycle vapeur sans perte. Pour une température de vapeur de 400° C, en augmentant la pression de 20 à 100 kg/cm<sup>2</sup>, le rendement théorique passe de 35,0 à 40,8 % et, pour cette dernière pression, le rendement s'améliore de 40,8 à 42,3 % en élevant la température de surchauffe de 400 à 500° C. Mais on remarque, par la forme même de ces courbes, que l'intérêt de dépasser des pressions de l'ordre de 100 kg/cm<sup>2</sup> est assez limité, tandis que l'on aurait plutôt avantage à pousser les températures, mais ici, la technique rencontre des difficultés assez graves, faute de matériel approprié pour résister à ces hautes températures.

De tout ceci, il résulte que, une fois un certain degré atteint, la marge des économies à réaliser est assez modeste et, de plus, elle paraît limitée, tant par les propriétés physiques de la vapeur d'eau que par les moyens techniques actuellement à disposition.

#### 5° Le problème de la récupération des pertes.

Sur la base des chiffres qui précèdent, on voit que le total des pertes théoriques des cycles thermiques proprement dits doivent atteindre, en moyenne, l'ordre de 75 à 80 % de l'énergie calorifique contenue dans les combustibles. Or, comme la part de charbon destinée à la production de force motrice est évaluée à 40 % de la production mondiale, on en arrive à conclure que le 30 % environ de cette production est perdu d'avance puisqu'il ne servira qu'à couvrir ces pertes, c'est-à-dire à réchauffer l'atmosphère ou les cours d'eau servant à la réfrigération des condenseurs. Ceci démontre que la technique de la condensation, qui s'est introduite systématiquement dans les installations de production, est, à vrai dire, un non-sens économique. Avec la condensation, la vapeur d'échappement des moteurs n'est susceptible d'aucune utilisation industrielle, tandis qu'en laissant échapper cette vapeur à une pression et une température se prêtant industriellement au chauffage, on pourrait récupérer pratiquement la plus grande partie de ces pertes; le rendement théorique du cycle serait lui-même porté du coup à 100 % et le rendement pratique serait couramment de l'ordre de 60 à 70 %. On voit donc l'intérêt énorme d'une application systématique de la contre-pression ou du soutirage de la vapeur et l'économie considérable de combustible que l'on peut en attendre. C'est ce problème de la collaboration des installations à vapeur destinées à produire l'énergie électrique ou mécanique, avec celles fournissant de la chaleur pour le chauffage, qui a fait l'objet de plusieurs rapports très intéressants, présentés à la session plénière de Berlin de la WPC, en 1930 déjà, puis à la session partielle de Stockholm, l'année dernière.

<sup>7</sup>) A cette énumération, on pourrait ajouter l'utilisation des différences de niveaux entre les mers et certaines dépressions continentales (Mer Morte, certaines cuvettes des déserts Nord-Africains) ou encore la puissance à tirer à l'aide d'un barrage en travers du détroit de Gibraltar, grâce à l'abaissement de la Mer Méditerranée sous l'effet de l'évaporation naturelle, etc. etc.

Le chauffage urbain, c'est-à-dire la distribution publique de chaleur à domicile, par des canalisations appropriées, est capable d'absorber une quantité considérable de calories<sup>8)</sup>. Le graphique fig. 3 montre en effet, que le chauffage domestique absorbe, à lui seul, plus du 20 % de la consommation mondiale de charbon et, abstraction faite de son caractère saisonnier, il ne constitue qu'une partie, importante il est vrai, des besoins urbains.

Dans certaines industries, où l'on absorbe de grandes quantités de chaleur, cette collaboration de la thermique et de la mécanique peut conduire à des résultats intéressants. L'énergie mécanique, obtenue par une première détente de la vapeur, peut être considérée comme un sous-produit de haute valeur commerciale, mais à faible prix de revient. Parmi les industries susceptibles de s'adapter à ces conditions, on peut citer: l'industrie papetière et celle de la cellulose, les usines de produits chimiques, l'industrie du caoutchouc, les brasseries, tanneries, sucreries, etc.

Dans tout ceci, il n'a pas encore été question des moteurs à combustion interne, des moteurs Diesel en particulier. Avec ce genre de moteur, on peut également envisager, dans un but de chauffage, de récupérer les pertes de chaleur provenant soit de l'échappement, soit de l'eau de réfrigération des organes du moteur lui-même. En tenant compte de la mise en valeur de cette chaleur, le rendement effectif d'une installation Diesel peut être porté de 35 à 80 %. D'une manière générale, les moteurs à combustion interne, dont le propre est de servir à l'équipement de stations mobiles (bateaux, avions, automobiles, locomotives, etc.) ne se prêtent pas aussi facilement à la récupération de la chaleur, que les centrales terrestres à vapeur.

En guise de conclusion, on peut relever que l'économie mondiale, dans le domaine des combustibles et des forces hydrauliques, est dominée davantage par la question de la chaleur que par celle de la force motrice, mais que, du fait de la structure même de nos installations de transformation, nos

<sup>8)</sup> Au sujet du chauffage urbain, on pourra utilement se référer au rapport No. 56, «Le chauffage urbain» de M. Ph. Schereschewsky présenté à la dernière session de Stockholm de la WPC.

sources d'énergie (forces hydrauliques mises à part) sont fort mal utilisées. La consommation des combustibles commence à prendre une ampleur telle qu'elle n'est plus proportionnée aux réserves mondiales; il est donc du devoir de tous ceux qui projettent d'exploiter des sources d'énergie thermique de faire des efforts intenses pour en réduire les applications, ou, tout au moins, en améliorer l'utilisation. Ces efforts doivent porter sur une collaboration plus rationnelle des installations produisant de l'énergie électrique ou du travail mécanique avec celles produisant du chauffage, puis sur la substitution progressive de l'énergie hydraulique à l'énergie thermique, partout où elle peut être réalisée convenablement. En procédant ainsi, on ralentira un peu l'utilisation de nos gisements de combustibles minéraux, sans, pour cela, supprimer la marche vers leur épuisement. L'humanité devra donc, un jour, utiliser des sources d'énergie nouvelles, c'est-à-dire des sources qui, aujourd'hui, ne sont pas exploitées, ou encore, dont l'existence n'est peut-être même pas soupçonnée. C'est dans cet ordre d'idées que des projets qui nous paraissent appartenir au domaine de l'utopie (tels ceux dont il est fait mention plus haut à propos de l'inventaire des sources d'énergie, § 3), parce qu'ils ne sont pas proportionnés à la structure économique de notre époque, s'imposeront peut-être d'eux-mêmes, dans un avenir plus ou moins lointain.

Pour terminer, Monsieur Tissot a résumé l'idée directrice de sa conférence en quelques mots sur lesquels les générations futures seront probablement amenées à réfléchir très sérieusement: «N'oublions pas que lorsque nous consommons de l'énergie électrique produite dans des usines thermiques, nous mangeons notre capital, alors qu'au contraire, en consommant l'énergie électrique produite dans des usines hydrauliques, nous ne mangeons que nos intérêts.»

NB. Les données statistiques contenues dans cet article ont été tirées partiellement des sources suivantes:

Vierteljahreshefte zur Konjunkturforschung, herausgegeben vom Institut für Konjunkturforschung, Sonderheft Nr. 19, Berlin 1930.

Statistik des Reichskohlenrates für das Jahr 1932, Berlin.

Annuaire statistique de la Société des Nations 1932/33.

Secrétariat du Comité National Suisse de la WPC.

## Metalldampflampen und ihre Anwendung.

Von J. Guanter, Zürich.

621.327

*Zusammenfassende Darstellung des Aufbaues und der Eigenschaften der Natriumdampf- und der Quecksilberdampflampe. Ueberblick über den Anwendungsbereich mit Beispielen.*

*Exposé sommaire de la construction et des propriétés des lampes à vapeur de sodium et à vapeur de mercure. Aperçu des possibilités d'application avec exemples.*

### Die Metalldampflampen.

Ueber das Wesen der Entladungsröhren, bei denen Metalldämpfe Licht emittieren, wurde hier schon berichtet<sup>1)</sup>. Im Laufe der letzten zwei Jahre sind die technischen Bedingun-

gen für eine hohe Lichtausbeute und Lebensdauer sowie für eine *regelmässige* Herstellungsqualität so weit gediehen, dass nunmehr von der OSRAM je zwei Typen der Natrium- und Quecksilberdampflampen fabrikmässig herausgebracht werden. Diese Metalldampflampen bilden eine fortlaufende Typenreihe mit folgenden Daten:

<sup>1)</sup> Bull. SEV 1932, Nr. 23, S. 629.