

L'avenir de l'économie suisse de l'énergie

Autor(en): **Hærry, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **67 (1941)**

Heft 1

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-51313>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Tous ces efforts sont immédiatement calculables dès qu'on a fixé la valeur des facteurs initiaux A et B , et par suite celle de leurs « dérivées » successives, comme indiqué ci-dessus. Cette détermination dépend de conditions aux contours, qu'on fixe au milieu de la portée ($\sin \lambda \frac{x}{r} = \sin \frac{\pi}{2} = 1$) pour le moment M_φ , l'effort tranchant Q_φ et la poussée méridienne N_φ ; on donne la valeur de l'effort tangentiel $N_{x\varphi}$ à l'appui ($\cos \lambda \frac{x}{r} = \cos 0 = 1$).

Une autre condition d'appui consiste à fixer la position de la tangente, immobile en cas d'encastrement ou solidaire en cas de continuité parfaite et de charge unilatérale. La solution le long du bord ($w = 0$) s'exprime par 5)

$$w = \frac{\partial w}{\partial \varphi} = \frac{r}{D(1-\mu^2)\lambda^2} \left[(2 + \mu - \lambda^2) A^{(3)} + \left(2 - \frac{1}{\lambda^2} \right) A^{(5)} - \frac{1}{\lambda^2} A^{(7)} \right]_1 \times \sin \lambda \frac{x}{r}$$

avec

$$A^{(5)} = A^{(4)} - B^{(4)}$$

$$A^{(7)} = (\alpha^3 - 3\alpha\beta^2) A^{(4)} + (\beta^3 - 3\alpha^2\beta) B^{(4)}.$$

Tous ces facteurs A et B sont unis, selon les lois de la dérivation, par une formule de récurrence, que M. Flugge écrit

$$A^{(\mu)} = \alpha A^{(\mu-1)} - \beta B^{(\mu-1)}$$

$$B^{(\mu)} = \alpha A^{(\mu-1)} + \beta B^{(\mu-1)}.$$

(A suivre.)

LES PROBLÈMES DE L'HEURE

L'avenir de l'économie suisse de l'énergie

par A. HÆRRY, ingénieur, Zurich.¹

L'article « Restrictions et économies dans le domaine de l'énergie » que M. Ed. Delley, ingénieur, a publié dans le n° 19 du *Bulletin technique* du 21 septembre 1940, donne un aperçu très intéressant de la situation actuelle de nos ressources en énergie. M. Delley insiste avec raison sur les économies réalisables et indique divers moyens d'arriver à une meilleure utilisation de nos disponibilités et à une mise en valeur plus judicieuse de l'énergie indigène et de l'énergie importée.

Les échanges avec l'étranger sont pour notre pays une nécessité; c'est à cette condition qu'il peut acquérir les matières premières et les produits alimentaires qui lui sont indispensables. Cet état de chose exige une utilisation toujours plus intensive de nos ressources naturelles afin de couvrir nos propres besoins et d'assurer notre commerce extérieur. Parmi ces appoints indigènes susceptibles de rendre d'importants services, figure en bonne place l'énergie hydro-électrique.

Les tableaux I, II et III sont significatifs. Ils donnent une image claire de la consommation totale d'énergie dans notre pays et du développement de cette consommation.

¹ Nous ne pouvons, faute de place, reproduire « in extenso » l'intéressant mémoire que nous a transmis M. Hærry. Nos lecteurs prendront connaissance toutefois avec grand intérêt des lignes suivantes, où se trouve exposé le point de vue d'une personnalité dont le nom est depuis de longues années attaché aux questions relatives au développement dans notre pays de l'utilisation de nos ressources hydro-électriques. (Réd.)

TABLEAU I.

Consommation de carburants, de combustibles et d'énergie électrique en Suisse.

	En 1909	En 1938
Bois de feu (sans le bois de râperie)	1 248 000 t	1 245 207 t
Tourbe.	12 782 t	2 757 t
Charbon de bois	10 281 t	4 171 t
Energie électrique	1000 mio kWh	5506 mio kWh
Gaz	126 mio m ³	263 mio m ³
Coke (importé et d'usines à gaz)	496 178 t	1 384 521 t
Houille (sans les usines à gaz)	2 080 349 t	1 508 818 t
Lignite.	142 532 t	255 792 t
Résidus de pétrole (huile brute, huile de chauffage)	4 348 t	169 579 t
Benzine et benzol pour moteurs	10 183 t	200 525 t
Pétrole et succédanés (huiles minérales et bitumeuses)	66 536 t	24 493 t
Dito, pour moteurs de véhicules.	—	17 914 t

N.B. La production des usines à gaz ne figure qu'en partie dans ce tableau, car ces usines tirent de la houille non seulement le gaz et le coke, mais aussi d'autres produits qui ne servent que partiellement de carburants et de combustibles.

TABLEAU II.

Consommation de houille et production des usines à gaz.

	En 1909	En 1938
Consommation de houille	409 548 t	684 715 t
Production pour le marché :		
Gaz	126 mio m ³	263 mio m ³
Coke.	192 447 t	399 384 t
Goudron brut	20 693 t	29 488 t
Ammoniaque pure	993 t	694 t
Eau ammoniacale conc.	1 924 t	1 334 t
Sulfate	126 t	1 544 t
Benzol brut (de lavage)	—	3 000 t

En ce qui concerne l'emploi de l'énergie électrique, la statistique dressée par l'Union des centrales suisses d'électricité et publiée par l'Office fédéral de l'économie électrique nous fournit les renseignements du tableau III.

TABLEAU III.

Répartition de l'énergie électrique utilisée en Suisse.

Consommateurs	En 1909	En 1938
	Mio kWh	Mio kWh
Ménages et artisanat	520	1329
Industrie en général		770
Electrochimie, électrometallurgie, électrothermie	280	1452
Chaudières électriques	—	496
Chemins de fer	60	722
Pertes et installations de pompage	140	737
Total	1000	5506

Le tableau I montre que, de 1909 à 1938, la consommation du bois de feu est restée sensiblement stationnaire, tandis que celle de la tourbe et du charbon de bois a fortement diminué. Ce dernier est en majeure partie importé. La consommation de l'énergie électrique a quintuplé, celle du gaz a plus que doublé. La vente du coke a très fortement augmenté et n'a pu être couverte qu'en faible partie par la production accrue des usines à gaz. La consommation de la houille a diminué, mais celle du lignite a par contre augmenté. La consommation des résidus de pétrole (huile brute, gasoil) présente une forte augmentation, surtout celle de la benzine et du benzol, tandis que la consommation des huiles minérales et bitumeuses (pétrole) a diminué.

Pour calculer les quantités de combustibles économisés du fait de l'extension de l'aménagement des forces hydrauliques, on peut partir de différentes données. En supposant que l'énergie produite par les forces hydrauliques le soit par des centrales à vapeur modernes, il aurait fallu environ 3,1 millions de tonnes de houille, la consommation des chaudières électriques étant également remplacée par du charbon. Le prix global des divers carburants et combustibles utilisés annuellement en Suisse a passé de 329 millions de francs en 1909 à 756 millions de francs en 1938 (prix à Zurich, en admettant pour 1909 les mêmes prix qu'en 1938). Le prix total de l'énergie électrique consommée a passé, durant la même époque, de 46 à 275 millions de francs, soit *du 13,8 % au 36,5 % de la valeur* de tous les carburants et combustibles utilisés annuellement.

Le développement de l'économie suisse de l'énergie doit, dans le cadre de notre économie nationale, partir des principes suivants :

a) La production, l'importation et la transformation des carburants et combustibles doivent se faire dans la mesure des besoins à couvrir.

b) Les carburants et combustibles indigènes doivent être utilisés en tenant compte des frais de production et des prix pouvant être obtenus sur le marché.

c) L'économie libre ne doit être limitée que dans la mesure où notre défense nationale et des intérêts particuliers vitaux l'exigent.

A l'aide de statistiques parfois incomplètes, nous avons étudié les possibilités d'une extension de l'emploi de l'énergie électrique et dressé le tableau IV.

TABLEAU IV.

Augmentations annuelles de la consommation d'énergie dans les quinze années prochaines.

	Mio kWh
1° Ménages : Quart de la quantité d'énergie nécessaire pour une électrification complète ¹	70,0
2° Agriculture : Commandes de moteurs, chaudrons, séchoirs, séchage du foin	30,0
3° Artisanat : Electrification complète de la moitié des boulangeries, pâtisseries et boucheries, de $\frac{1}{10}$ de l'hôtellerie, diverses applications thermiques	30,0
4° Industrie en général (y compris les chaudières électriques) : Conformément au développement de 1931 à 1938	50,0
5° Chimie, métallurgie et applications thermiques : $\frac{3}{4}$ de l'augmentation annuelle de 1931 à 1938	55,0
6° Transports : Electrification de tous les chemins de fer, lignes de trolleybus, transformation à accumulateurs du 10 % des camions et du 30 % des voiturettes, véhicules à accumulateurs électriques	15,0
7° Chauffage des locaux : Consommation de 40 000 radiateurs à 250 kWh, soit le quintuple de la consommation actuelle	10,0
8° Grands consommateurs d'énergie électrique : Traitement des minerais, synthèse de l'essence, laine artificielle, exportation	pour mémoire
Augmentation totale annuelle	260,0

Ce tableau indique une augmentation annuelle de la consommation d'énergie électrique de 260 mio kWh, ce qui correspond à une production d'environ 300 mio kWh aux usines, soit 4,5 milliards de kWh en quinze ans. Les besoins éventuels des grandes entreprises industrielles (traitement des minerais, synthèse de l'essence, etc.), ainsi que ceux de l'exportation, ne figurent pas dans ce total.

Les frais annuels d'installations correspondants s'élèveraient, pour les usines hydroélectriques et les réseaux de

¹ A. HARRY, ing., *L'utilisation plus intensive de l'électricité dans les ménages*. Imprimerie La Concorde, Lausanne. Nov. 1940.

transport et de distribution, à environ 130 millions de francs, en admettant un renchérissement de 20 % ; à ce chiffre viennent s'ajouter les frais d'installations, d'appareils, etc., chez les consommateurs, frais qu'il est toutefois difficile d'estimer.

Les possibilités d'accroissement de la puissance des usines hydroélectriques suisses ont fait l'objet d'estimations approximatives de la part de l'Office fédéral de l'économie hydraulique. La production totale annuelle des installations hydroélectriques construites et susceptibles d'être encore aménagées est estimée à 21 milliards de kWh, correspondant à une puissance globale d'environ 5,5 millions de kW. Ces chiffres sont considérés comme un minimum, car les progrès réalisés en technique, ainsi que la valorisation de l'énergie hydroélectrique, rendront probablement possible la construction d'usines non prévues à cette statistique. La production des usines existantes pouvant atteindre environ 7,8 milliards de kWh pour une puissance de 1,964 millions de kW, c'est 13 milliards de kWh au minimum qui pourraient être produits, en augmentant la puissance de 3,5 millions de kW. Ce chiffre n'est pas considéré comme trop élevé, car un relevé des projets d'usines hydroélectriques étudiés montre qu'il serait possible de construire des usines à bassins d'accumulation pour une puissance de 2 487 000 kW et des usines à basse chute pour 776 000 kW, soit au total 3 263 000 kW, et une production annuelle de 11,5 milliards de kWh.

La couverture des besoins supplémentaires en énergie, indiqués au tableau IV, durant les quinze années à venir, pourrait être ainsi largement assurée par les usines hydroélectriques susceptibles d'être encore aménagées.

Remarques concernant le chauffage.

Même en admettant que le chauffage électrique puisse se faire avec un rendement nettement supérieur à celui du chauffage par combustibles, nos usines hydroélectriques ne suffiraient pas à satisfaire les besoins de chaleur tout en faisant face à leurs obligations résultant de la consommation habituelle d'énergie. Les milieux compétents de l'hydraulique et de l'électricité ont montré, dans de nombreuses publications, qu'un tel chauffage est impossible. Par contre, l'électricité peut rendre de précieux services pour le chauffage d'appoint et de mi-saison, permettant ainsi d'économiser de grandes quantités de combustibles. Les centaines de milliers de radiateurs électriques qui fonctionnent actuellement en Suisse, permettent de parer, en partie, à la pénurie des combustibles et de se procurer la chaleur nécessaire.

Rôle du gaz dans notre économie de l'énergie.

M. Delley est d'avis qu'il est très peu économique de brûler du charbon dans les ménages et qu'il serait préférable d'utiliser du coke d'usines à gaz. Il en conclut que les usines à gaz doivent être agrandies et que la consommation de gaz dans les ménages doit être accrue. Nous ne partageons pas ce dernier point de vue, car nous estimons que le gaz doit être également considéré comme une matière première précieuse et être transformé chimiquement en produits dont nous avons un besoin urgent.

L'électrification complète des ménages permet de couvrir, avec un seul réseau de distribution, tous les besoins qui le sont jusqu'ici par l'énergie électrique et par le gaz et exigent de ce fait un double réseau de distribution. Un calcul comparatif montrerait qu'il est souvent préférable de renoncer à une double installation pour l'alimentation de nouveaux quartiers ou de bâtiments individuels et de ne procéder qu'à la pose de canalisations électriques, puisque l'énergie électrique est absolument nécessaire.

Les considérations d'économie nationale priment d'ailleurs les calculs d'exploitation. Le temps est venu de s'occuper sérieusement, en Suisse, de ce problème et de ne pas reculer devant les conséquences inéluctables. Actuellement 77 usines à gaz, réparties dans toutes les régions de la Suisse, transforment la houille importée en gaz, coke, goudron, produits ammoniacaux et benzol. Le 85 % du gaz produit est brûlé dans les ménages pour la cuisson et pour la préparation d'eau chaude. Or, si le gaz peut être remplacé économiquement par de l'énergie hydraulique indigène, la question qui se pose est la suivante : La Suisse doit-elle renoncer à transformer le charbon, laisser le soin de cette transformation aux cokeries étrangères et n'importer que les produits transformés ? Un examen basé sur des considérations purement économiques montrerait peut-être que cette solution est préférable. Mais il faut également considérer que la Suisse possède des capitaux et une main-d'œuvre qui lui permettent de transformer le charbon chez elle. On doit logiquement en conclure que la transformation de la houille doit se faire par un procédé répondant à nos conditions économiques naturelles. Le gaz ne doit alors plus être brûlé, mais transformé, en sa qualité de précieuse matière première chimique, en produits indispensables, que nous ne pouvons pas tirer de nos ressources indigènes. La transformation de la houille doit se faire dans des cokeries ou dans de grandes usines à gaz, où le gaz sera également transformé chimiquement en produits importants. Le schéma ci-dessous donne un aperçu de ces possibilités de transformations.

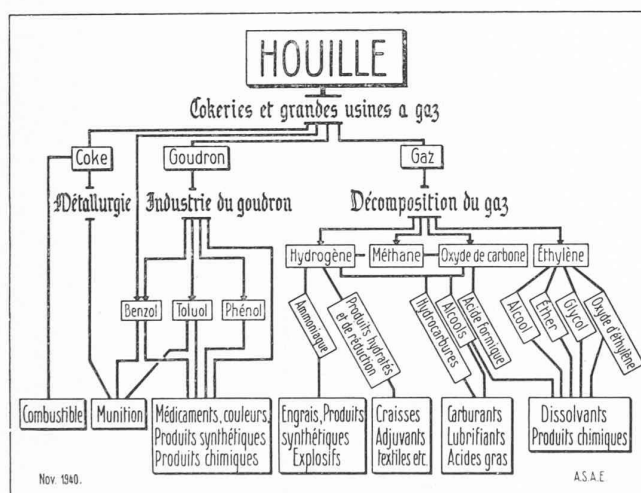


Schéma d'une transformation rationnelle de la houille en Suisse.

M. Delley lui-même a mentionné dans son article les possibilités d'une utilisation rationnelle du gaz, lorsqu'il propose que le gaz libéré au cours du traitement électrique des minerais soit transformé en essence. M. Guyer, professeur à l'E. P. F., a également parlé en détail de ces problèmes du traitement du gaz, dans une conférence à l'assemblée du 22 octobre 1939, à Zurich, de la Société suisse de l'Industrie du gaz et des eaux.

A cet égard, un exemple nous est également fourni par l'Italie, qui en est réduite comme la Suisse à importer du charbon et qui possède actuellement un grand nombre de cokeries, dont la production du gaz n'est pas distribuée, mais transformée. La production italienne de coke métallurgique a passé de 817 000 t en 1934 à 1 550 000 t en 1937. L'importation de coke, qui dépassait encore 1 million de tonnes en 1935 a été ramenée à 198 000 t en 1938 et est actuellement pratiquement nulle. L'Italie a donc réalisé son autarcie dans le domaine du coke. Parmi les grandes cokeries italiennes,

mentionnons celle de San Giuseppe di Cairo (Savone) de la Kokitalia, qui fait partie du groupe Montecatini et qui est aménagée depuis 1936 pour transformer plus de 1 million de tonnes de houille. La production de coke de cette entreprise atteint actuellement 750 000 t. Le gaz produit dans cette cokerie est transformé par la Società Ammonia e Derivati en produits chimiques, principalement en azote et en alcool.

Une transformation rationnelle du charbon brut ne peut s'effectuer que dans de grandes exploitations. Actuellement, les 10 plus grandes usines à gaz de Suisse utilisent le 73 % de la consommation de charbon à gaz, le reste étant utilisé par 63 usines de moindre importance. Il est probable que seules les 6 plus grandes usines à gaz consommant annuellement plus de 20 000 t de houille chacune pourront servir de cokeries.

Les usines à gaz et les distributions de gaz qui ne donnent pas de bénéfices en temps normal ou qui travaillent même à perte, devraient être désaffectées aussi rapidement que possible. L'extension et le renouvellement de toutes les autres distributions de gaz devrait être abandonnée et il faudrait examiner quelles sont les grandes usines à gaz qui sont susceptibles d'être transformées en cokeries, au besoin en relation avec une grande cokerie construite à un emplacement judicieusement choisi.

Cette réadaptation devra probablement s'étendre sur quelques dizaines d'années, car il faudra éviter de détruire des valeurs économiques et d'augmenter le chômage. Le tableau IV tient précisément compte de ces exigences.

Il faut se rappeler que la matière première à transformer, la houille, provient en totalité de l'étranger. Actuellement déjà, les houillères suivent avec une grande attention la transformation de la houille dans d'autres industries, car ces installations de transformation travaillent avec de bons bénéfices et permettraient d'améliorer les bénéfices parfois précaires des houillères. Ces dernières s'efforcent par conséquent d'adopter un aussi grand nombre que possible d'échelons de transformation à leurs propres exploitations et pourraient être, au besoin, capables d'exercer une certaine pression dans ce domaine. Si le projet allemand d'une économie européenne du charbon, réglant d'une manière uniforme les conditions du marché, se réalisait, les usines à gaz actuelles et les cokeries projetées auraient à faire face à des problèmes entièrement nouveaux ; il en irait de même pour la raffinerie d'huile qu'il est question d'aménager en Suisse. Par contre, pour d'autres industries de transformation, telles que l'industrie de la cellulose, qui peuvent travailler avec des matières premières indigènes, les conditions sont plus favorables.

Le développement de nos ressources en matière d'énergie et celui de la navigation fluviale qui en dépend, constitue, sans aucun doute un excellent moyen de créer des *occasions de travail productif*. La Suisse dispose d'une industrie capable de créer elle-même les instruments de ce développement, de sorte qu'un faible pourcentage des frais d'installation irait à l'étranger pour l'achat des matières premières seules et de quelques produits semi-fabriqués.

La dépense annuelle de 130 millions, coût de l'extension de nos moyens de production d'énergie (voir plus haut) est raisonnable, comparée aux sommes investies jusqu'ici, et il n'y aurait probablement pas lieu de craindre dans ce domaine une pléthore préjudiciable à d'autres branches de notre économie.

Le plan proposé ici pourrait être exécuté, sans modification de la législation, par collaboration des autorités et des entreprises.

Au début de 1941, l'Association suisse pour l'aménagement des eaux prendra position au sujet de ces divers problèmes lors d'une assemblée de discussion.