

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 88 (1962)
Heft: 8: S.I.A. - centenaire de la section neuchâteloise

Artikel: Réflexions sur l'approvisionnement énergétique de la ville de Neuchâtel
Autor: Ramseyer, H. / Freudweiler, Ph.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-771837>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 04.05.2025

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

RÉFLEXIONS SUR L'APPROVISIONNEMENT ÉNERGÉTIQUE DE LA VILLE DE NEUCHÂTEL

par H. RAMSEYER, ing. E.P.F., et PH. FREUDWEILER, ing. EPUL

Les Romains de l'antiquité réclamaient « Panem et circenses ». Outre que le pain de nos jours doit s'agrémenter de nourritures dont la diversité tient tant à la qualité qu'au prix et à l'origine (l'exotisme fleurit de plus en plus dans ce domaine), les « circenses », débordant les joies simples et débonnaires (?) des jeux du cirque, se sont aussi multipliés et diversifiés à mesure aussi qu'au nom de la civilisation l'homme, sous prétexte de travailler, imaginait toutes manières de créer, absorber et dépenser de l'énergie.

Non content d'user et d'abuser de son énergie propre dite « animale », l'« homo sapiens » s'est ingénié à prélever de la nature qui l'entoure des quantités sans cesse croissantes d'énergie qu'il s'empresse de dépenser, voire de vilipender pour mieux pouvoir en prélever de nouvelles.

Sans retracer les étapes de l'asservissement des forces de la nature par l'homme, qu'il nous suffise ici d'énumérer sommairement les sources principales d'énergie dont l'être civilisé, que nous prétendons être, dispose.

Rappelons toutefois que malgré tout son génie, l'homme ne saurait créer l'énergie : il se borne à la capter, la dompter et la transformer... et ce n'est déjà pas si mal ! Quelles sont donc ses sources principales ?

A tout seigneur tout honneur : le *soleil* qui nous dispense sous nom de rayonnement toutes sortes d'énergies dont nous n'avons sans doute pas encore fait l'inventaire complet : énergie lumineuse, thermique, ultraviolette, etc. Outre que nous bénéficions, souvent à notre insu, de tous ces rayons divers, des tentatives ont été faites et le sont encore de nos jours, de capter et dompter certains d'entre eux et notamment le rayonnement thermique dans les fours solaires.

Le *vent* met en mouvement non plus tant les moulins à vent (dont d'aucuns voient de nos jours leurs ailes entraînées par des moteurs électriques), mais des hélices perfectionnées qui entraînent des génératrices électriques. Ces centrales anémomotrices ou éoliennes ne sont rentables que dans de rares régions où les vents sont réguliers.

L'eau alimente :

Les *centrales marémotrices*, dont certaines, notamment celle de l'estuaire de la Rance en Bretagne, semblent avoir dépassé le stade expérimental.

Les *centrales hydrauliques* dont les deux grandes variétés « au fil de l'eau » et à « accumulation » sont d'une importance économique primordiale en Suisse.

Les *combustibles naturels* solides, liquides ou gazeux dont l'éloge n'est plus à faire tant leur apport en énergies sous forme mécanique, thermique ou lumineuse est entré dans les mœurs.

Il est enfin à peine nécessaire d'évoquer la dernière en date des conquêtes énergétiques, celle qui sous le

nom d'*énergie nucléaire* nous promet tant de réjouissances de tous genres dans un avenir de plus en plus proche.

Et que fait l'homme de tant d'énergies exploitées ? Les utilisations de l'énergie sont encore plus diverses que ses sources. En grands traits, elles se répartissent en trois ou quatre catégories :

L'homme a besoin de la *lumière* pour accroître son domaine d'investigation dans l'espace et le temps en rendant visible ce qui était confiné aux espaces obscurs et prolongeant son temps d'activité au-delà des limites naturelles du jour.

Il lui faut de la *force motrice* pour multiplier ses possibilités d'action sur la matière et de la *chaleur* pour vaincre l'engourdissement que l'hiver impose aux autres animaux ou la transformer à son gré en d'autres formes.

Enfin, les divers aspects de la *chimie* lui permettent, en modifiant la structure intime de la matière, soit d'en extraire l'une ou l'autre des formes fondamentales de l'énergie, soit de transformer la matière pour lui conférer des propriétés nouvelles dont il s'empresse d'user pour sa plus grande joie ou son simple agrément.

Des diverses sources d'énergie énumérées ci-dessus bon nombre ne sont utilisables que sur place. Seuls sont plus ou moins économiquement transportables les combustibles et, sous certaines conditions toutefois et à grand renfort de canaux en déclivité, l'eau courante.

L'invention à la fin du siècle dernier des génératrices d'*électricité* devait conduire à une véritable révolution en permettant dorénavant de transformer sur place en énergie électrique, toute forme d'énergie naturelle pour en transporter l'effet à distance et la distribuer à frais et encombrement plus réduits que ceux du transport des combustibles.

D'autre part, la facilité que connaît l'énergie électrique de se transformer à rendements élevés en toute forme souhaitable d'utilisation, devait nécessairement en faire un élément de concurrence dangereux pour certains autres agents énergétiques.

La victime principale de cette révolution a été surtout le gaz de ville qui vit d'abord, au cours de la guerre 1914-1918, lui échapper le débouché important que représentait pour lui l'éclairage. Ensuite, les applications thermiques de l'électricité s'emparant du marché des chauffe-eau, puis — et de plus en plus — de celui des réchauds et cuisinières, l'électricité et le gaz voient s'allumer entre eux une véritable guerre dans laquelle, comme en tout conflit, les deux partis devaient récolter plaies et bosses.

La raison ne se rétablit guère qu'en fin du dernier conflit mondial au cours duquel l'électricité connut un

triomphe facile et démesuré sur un adversaire affaibli par la carence du marché mondial des matières premières. Nous n'exagérons guère en prétendant qu'un triomphe total risquait d'être fatal au gagnant. Aussi bien, comme nous l'allons démontrer tout à l'heure, ne sont-ce pas que des raisons sentimentales qui ont conduit à la doctrine présente de la coexistence harmonieuse et à l'entraide, mais bien le souci d'une saine économie au service de la collectivité.

Cela s'est produit à Neuchâtel comme un peu partout ailleurs et notamment dans les principaux centres économiques de notre pays et les préoccupations des Services industriels de la Ville de Neuchâtel sont de même espèce, bien qu'à échelle réduite, que celles de leurs grands homologues du pays.

Pour ce qui est de l'approvisionnement en énergie électrique, la statistique démontre que Neuchâtel suit assez exactement la loi universellement reconnue du doublement tous les dix ans de l'énergie électrique consommée, ce qui revient à dire que, bon an mal an, la consommation d'énergie électrique s'accroît en moyenne d'environ 7 % relativement à l'année précédente.

Pour faire face à cette demande sans cesse accrue, le souci du distributeur est double :

1. Assurer les possibilités d'approvisionnement et de distribution.
2. Contrôler de son mieux la « cadence » de la consommation, en ce sens que l'appel d'énergie s'étale le plus possible tout au long des vingt-quatre heures d'une journée et des 365 (ou 366) jours de l'année.

Pour son approvisionnement, Neuchâtel dispose :

- 1^o des forces motrices de l'Areuse, qu'elle utilise grâce aux quatre alternateurs de l'usine du Chanet et au droit d'eau dont elle dispose à Combe-Garot, représentant le 30 % de l'eau motrice disponible à cette usine, le solde de 70 % revenant en partage aux villes de La Chaux-de-Fonds et du Locle ;
- 2^o de l'énergie que lui fournit aux portes de la ville l'Electricité Neuchâteloise S.A. (ENSA) ;
- 3^o de l'énergie de secours et d'appoint que peut lui fournir le groupe générateur à turbine à gaz installé en 1940 à Champ-Bougin.

Les usines de l'Areuse sont du type « au fil de l'eau ». C'est dire que l'énergie qu'elles fournissent doit être consommée au fur et à mesure de sa production. Au demeurant, le régime torrentiel de la rivière ne permet d'utiliser en plein la puissance installée que pendant environ 240 jours par an en moyenne, l'étiage se produisant généralement en hiver soit en période de forte demande. Néanmoins, l'apport de cette production propre est loin d'être négligeable, puisqu'il représente encore maintenant quelque 40 % de l'énergie totale annuelle.

L'achat d'énergie auprès d'ENSA, de simple appoint qu'il était encore avant la dernière guerre, est devenu l'apport majeur d'énergie à la ville.

Quant à la production de l'usine thermique de Champ-Bougin, son coût unitaire élevé en limite l'usage au secours occasionnel et, surtout, à la couverture des heures de pointe.

Le souci d'utiliser au mieux l'énergie disponible n'est pas étranger à la guerre que se sont naguère faite gaz et électricité. A sa construction, l'usine du Chanet, faute de preneur, devait laisser se perdre d'importantes quantités d'énergie, notamment la nuit et à la pause méridienne.

Pour utiliser l'énergie perdue de nuit, il était sage d'encourager l'installation de chauffe-eau à accumulation en livrant pour cela l'énergie à un prix très bas, au prix de l'énergie de déchet. Pour remplir le « creux » de midi, la propagande accompagnée d'un prix de combat de l'énergie dite de cuisson, s'évertuait à encourager l'installation de cuisinières électriques. Tout s'acheminait ainsi vers le meilleur des mondes quand le conflit mondial s'en vint tout bousculer, comme il est dit ci-dessus. Si bien que l'énergie de déchet n'existe plus et qu'au « creux » de midi se substitue une pointe dont la cime ascendante menace de renverser l'équilibre si minutieusement élaboré.

Tout tient cependant grâce au remaniement complet, mené à chef en dix ans, de la structure fondamentale des réseaux. Ce travail de longue haleine et solidement charpenté assure l'avenir immédiat tout en ménageant la possibilité de développement que nécessitera l'extension prévisible de la ville.

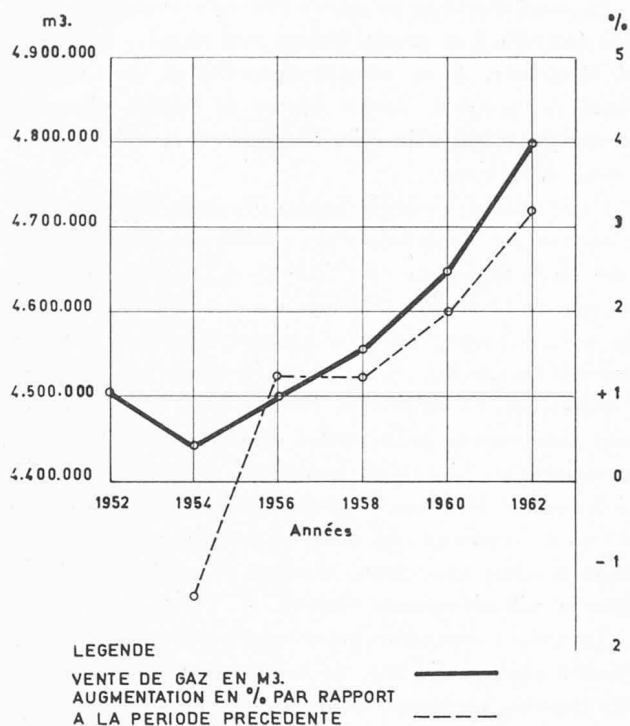
Mais il était temps ! Et il était temps aussi de prendre conscience que si l'électricité peut se transformer en lumière, en force motrice, en chaleur, elle ne doit pas prétendre à tout faire. La pointe dont la couverture est si onéreuse tant par le coût de l'énergie d'appoint que par les investissements nécessités par un équipement technique à faible rentabilité, peut et doit être aplanie par l'apport énergétique du gaz dans un domaine où il excelle, les applications thermiques ; et l'exposé qui suit démontre qu'il dispose à cet effet de moyens qui se trouvent précisément compléter ce qui manque à notre équipement électrique, notamment la possibilité d'accumulation et de production « sur demande ».

* * *

En ce qui concerne le **gaz**, l'accroissement constant des besoins en énergie se confirme également, témoin en est le tableau ci-dessous, illustré par le graphique qui l'accompagne.

	m ³	m ³	Augmentation par rapport à la période précédente %	Par année
1952	4 505 529	— 61 459	— 1,36	— 0,78
1954	4 444 070	56 144	+ 1,26	+ 0,63
1956	4 500 214	57 043	+ 1,26	+ 0,63
1958	4 557 257	93 516	+ 2,05	+ 1,02
1960	4 650 773	149 227	+ 3,20	+ 1,60
1962	4 800 000 *			

* Prévisions.



En valeur absolue, le développement du gaz est moins important que celui de l'électricité. En effet, les applications sont considérablement moins nombreuses, les domaines d'utilisation se limitant

à la cuisson,
 la préparation de l'eau chaude,
 la grande cuisine,
 le chauffage,
 l'industrie.

Mais en valeur relative depuis 1956, les accroissements annuels sont en constante augmentation. On constate que la progression de ces accroissements est homologue à celle de l'électricité.

Comme nous venons de le constater, pour rationaliser au mieux la distribution d'électricité, il est nécessaire d'introduire un facteur régulateur. Sur quels utilisateurs d'énergie électrique peut-on agir ?

L'électricité utilisée à des fins thermiques étant l'une des causes majeures des surcharges que l'on cherche à éviter, cette demande d'énergie pouvant être satisfaite également par le gaz, il devient intéressant d'étudier les répercussions d'un important appel d'énergie « Gaz » aux heures de pointe sur la situation technique et financière du Service du gaz.

Structure du prix de revient du gaz

Pour permettre une comparaison rapide, nous avons calculé ce prix de revient du gaz en « équivalent kWh » étant donné que le pouvoir calorifique supérieur d'un Nm³ est de 4200 kcal/Nm³ et que ce gaz est compté, puis utilisé aux conditions ambiantes de pression et de température

(équivalence : 1 m³ (20° C 720 mm Hg) correspond à 3,4 kWh)

La structure du prix de revient 1961 est la suivante :

	%	Cumul en %
1. Prix de revient « matières », dans lequel entrent les matières premières nécessaires à la fabrication du gaz, dont est déduite la vente des sous-produits . .	25,6	25,6
2. Prix de revient sortie usine, avec la main-d'œuvre nécessaire à la production et l'entretien de l'usine	21,8	47,4
3. Prix de revient du gaz distribué, qui comprend les frais d'entretien du réseau	7,7	55,1
4. Prix de revient d'exploitation, avec les frais généraux et d'administration . .	27,0	82,1
5. Prix de revient global, dans lequel les frais de capitaux sont compris	17,9	100,0
	100,0	

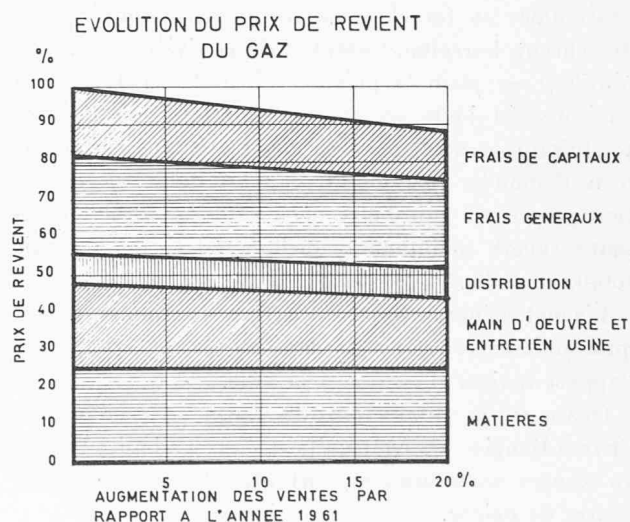
Rappelons que les gazomètres représentent un élément essentiel de la distribution du gaz. Construits aux centres de gravité des zones de consommation, ils permettent d'absorber les pointes de la distribution sans surcharger le réseau de transport et l'usine de production.

Les demandes instantanées de gaz très importantes auxquelles le réseau devra répondre solliciteront le réseau de distribution et les gazomètres, par contre le réseau de transport et l'usine de production ne ressentiront qu'une augmentation supportable de leur taux de travail journalier, voire hebdomadaire.

Un facteur reste à notre disposition pour soutenir le réseau de distribution. La réserve gazométrique de Neuchâtel étant essentiellement constituée à haute pression, il devient possible d'augmenter la pression de distribution au fur et à mesure de l'appel d'énergie pour compenser les pertes de charge dans les conduites, des gazomètres aux consommateurs.

Nous constatons donc que les ouvrages qu'il faudra multiplier, s'ils ne suffisent pas, seront en premier lieu, les gazomètres puis l'usine de production, le réseau de transport, le réseau de distribution étant normalement amélioré et entretenu.

Ces considérations sommaires ne peuvent avoir la prétention d'exactitude d'une étude longue et complète



qui n'aurait pas de sens ici. Pour schématiser et simplifier ce texte, il nous est nécessaire d'admettre certaines hypothèses qui en premières approximations ont été contrôlées par la pratique.

Revenons au prix de revient détaillé plus haut, nous allons admettre que le gaz devrait répondre à une demande supplémentaire d'énergie de 20 % pour couvrir les pointes « thermiques » constatées dans la distribution d'électricité.

Cette augmentation de production pourrait être supportée sans nouveaux investissements, la réserve de puissance des installations étant encore suffisante.

Le prix de revient matières (1) et les frais de distribution (3) sont sensiblement proportionnels aux quantités de gaz fabriqué, par contre, les postes 2, 4, 5 constituent des charges fixes indépendantes de la production, pour autant que celle-ci ne dépasse pas certaine limite.

Si E représente la quantité d'« équivalent kWh » à vendre et que E_{61} = vente de 1961 = 16 000 000 kWh

le prix de revient répondrait à $Pr = a + b \frac{E_{61}}{E}$

a = part des frais proportionnels 1961 ;

b = part des frais fixes 1961.

Une augmentation des ventes de 20 % soit en valeur absolue de 3 200 000 kWh représenterait une baisse de 0,85 ct par kWh fabriqué.

Si nous désirons ne faire bénéficier de la baisse que la tranche fabriquée correspondant à cette augmentation de 20 %, le prix de revient de la fabrication 1961 restant inchangé, les calculs font que le prix de revient de cette tranche de 3 200 000 kWh serait de 5,0 ct/kWh plus bas que le prix de revient 1961.

Il n'est pas nécessaire de pousser trop loin ces calculs. Ces chiffres cités nous permettent déjà de constater que l'orientation que nous voulons donner aux utilisateurs d'énergie thermique se soldera 1^o par un abaissement du prix de revient du kWh vendu et 2^o encore plus largement de l'« équivalent kWh » sous forme de gaz.

Nous avons donc tout intérêt à orienter les consommateurs d'énergie thermique vers le gaz.

Les calculs que nous venons de voir ne sont valables que pour autant que la quantité supplémentaire de gaz à fabriquer soit relativement faible, ce qui n'entraîne pas d'augmentation en valeur absolue des frais fixes.

Qu'advient-il si la coordination énergétique recherchée se réalise pleinement et que la grande

majorité de consommateurs d'énergie thermique se tourne vers le gaz ? L'augmentation supposée de 20 % sera largement dépassée, les calculs précédents ne sont donc plus valables.

Heureusement que, pour répondre à ce problème, les nouvelles techniques de production de gaz nous permettent de trouver une solution élégante.

Le craquage

L'usine de craquage que nous projetons pour Neuchâtel sera composée de deux lignes marchant automatiquement et ne nécessitant que la surveillance d'un machiniste.

L'entretien de ces lignes sera peu important. Par contre, l'investissement à prévoir sera conséquent, mais pour une capacité de production double de la capacité actuelle (pour la première étape seulement).

La structure du prix de revient du gaz de craquage sera donc différente de celle du gaz de houille. Le prix matière sera peu changé. Les frais de main-d'œuvre et d'entretien de l'usine baisseront considérablement. Les frais de distribution et les frais généraux ne seront pratiquement pas influencés, par contre, les frais capitaux subiront une importante augmentation. Toutefois, le prix de revient global du gaz craqué, pour une même production, sera plus bas que celui du gaz de houille.

La nécessité de développer la production, que nous avons comprise pour l'usine actuelle, deviendra impérieuse pour l'usine de craquage.

En effet, la part des charges fixes ayant augmenté proportionnellement aux frais variables, plus la production sera élevée et plus le prix de revient par m³ fabriqué sera bas.

Sans entrer dans plus de détails, nous voyons que la coordination que nous avons déjà recherchée avec l'usine à houille, nous devons nous efforcer de la rendre plus efficace et plus marquée encore au moment où la future usine de craquage sera mise en service.

Il est intéressant de noter pour conclure que l'analogie électricité et gaz, constatée dans plusieurs domaines, est également valable dans le domaine économique des distributeurs. Les prix de revient des deux énergies sont très semblables, les prix de vente également. Les réflexions que nous venons de faire ne se cantonnent donc pas dans un domaine théorique mais elles trouvent une application dans les problèmes pratiques de tous les jours.

DIVERS

Le réacteur de Halden fonctionne avec sa seconde charge de combustible

Le réacteur à eau lourde bouillante de Halden (projet de l'Agence européenne pour l'Energie nucléaire de l'OCDE) commence à nouveau à fonctionner avec une seconde charge de combustible ; la mise en service a eu lieu tout récemment. La seconde charge, constituée par de l'oxyde d'uranium enrichi, permettra de porter

la puissance du réacteur à 20 000 kW, soit environ quatre fois la puissance atteinte avec la première charge d'uranium naturel.

Le projet de Halden est l'une des entreprises internationales communes de l'Agence européenne pour l'Energie nucléaire de l'OCDE. Le réacteur, qui est une installation expérimentale de production industrielle de vapeur, est actuellement utilisé pour des études fondamentales sur les techniques et l'exploitation des réacteurs bouillants. L'exploitation avec la première charge a duré de juin 1959 à avril 1961 et a permis d'atteindre