Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 79 (1988)

Heft: 6

Artikel: Economiser de l'énergie par substitution

Autor: Diébold, J. / Grobet, M. / Roth, M.-F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904007

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: 09.12.2025

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

Economiser de l'énergie par substitution

J. Diébold, M. Grobet et M.-F. Roth

L'utilisation rationnelle d'énergie grâce à un choix judicieux de l'agent énergétique employé contribue non seulement à économiser l'énergie, mais souvent aussi à protéger l'environnement. Deux exploitations industrielles montrent, à titre d'exemple, la réduction des émissions polluantes qu'elles ont obtenu grâce à la substitution.

Rationelle Energienutzung durch zweckmässige Wahl des eingesetzten Energieträgers ermöglicht nicht nur einen Beitrag zum Energiesparen, sondern vielfach auch zum Umweltschutz. Zwei Beispiele von Industriebetrieben zeigen die dank Substitution erzielte Reduktion des Schadstoffausstosses auf.

Exposés présentés à l'occasion d'une Journée de presse «Substitution énergétique en pays de Vaud», le 12 novembre 1987 à Lucens et Moudon.

Adresses des auteurs

Jacques Diébold, Directeur, Fonderies de Moudon S.A., 1510 Moudon.

Michel Grobet, Directeur technique, Isover S.A., 1522 Lucens.

Max-François Roth, Directeur, Office d'électricité de la Suisse romande (OFEL), case postale 307, 1000 Lausanne 9.

1. Substitution énergétique: le rôle de l'électricité

Substituer veut dire mettre une autre chose à la place de l'état existant. On pourrait alors très vite tirer la conclusion c'est bonnet blanc, blanc bonnet ou bien, en parlant énergétiquement, c'est engager de l'électricité à la place du fuel, du gaz à la place de électricité, de l'électricité à la place du gaz. C'est, en fait, beaucoup plus que cela.

La politique de substitution s'inscrit dans la volonté de promotion des économies d'énergie. Economiser de l'énergie peut prendre beaucoup de sens, dont:

- renoncer, c'est-à-dire se priver,
- rationaliser, c'est-à-dire faire la même chose avec une dépense moindre d'énergie,
- récupérer, c'est-à-dire faire plus avec la même consommation. On peut récupérer des pertes d'énergie et augmenter ainsi le rendement global,
- renouveler, c'est-à-dire utiliser les sources d'énergie renouvelables,
- planifier, c'est-à-dire utiliser les énergies au bon moment, en appoint,
- substituer, enfin, c'est-à-dire utiliser une autre énergie primaire plus favorable, moins polluante.

Ainsi la politique de substitution englobe le plus souvent toutes ces démarches: rationaliser, récupérer, renouveler, planifier, substituer. Dans la réalisation, tout ne sera pas possible mais on doit relever, surtout dans l'industrie, la volonté d'un concept global qui n'écarte aucune potentialité d'économie d'énergie.

Le succès d'une politique de substitution dépend, dans une économie libérale, de deux facteurs décisifs:

- le bilan énergétique doit être favorable pour l'entreprise, soit les coûts d'exploitation, y compris les investissements, doivent être plus avantageux à l'unité de production qu'auparavant,
- le bilan de la charge de l'environnement doit être favorable aussi bien pour l'entreprise que pour la communauté, une diminution donc des émissions nocives.

On doit insister sur le caractère économique de l'opération, car personne n'est prêt à investir pour le seul bien de la communauté. A plus forte raison une entreprise, soumise à de nombreuses contraintes dont celle de la concurrence, est dans l'obligation de serrer ses coûts de production. Il est d'autant plus remarquable que cette politique de substitution permet une convergence des intérêts généraux et privés.

Dans une certaine mesure, la substitution est entrée dans les faits. La part du pétrole est descendue de 79 à 66% entre 1972 et 1986. L'électricité de son côté, pour la même période, a vu sa part augmenter de 16 à 21%, le gaz de 1,5 à 7%. Cette diminution du poids du pétrole n'est que relative; dans l'absolu, on a consommé en 1986 presque autant de pétrole qu'en 1972.

> «La politique de substitution s'inscrit dans la volonté de promotion des économies d'énergie.»

Dans l'assainissement des bilans énergétiques des entreprises, le choix, dans la substitution, est souvent porté sur l'électricité. Les industriels sont des hommes sereins et systématiques, ce choix n'a donc rien d'émotionnel. Une évaluation soigneuse des avantages et

des inconvénients de chaque agent énergétique, aussi bien au plan de la souplesse dans l'emploi qu'au plan des coûts, les amène dans la plupart des cas à opter pour une substitution en faveur de l'électricité. Si, en même temps, ce choix représente une contribution à la protection de l'environnement, il donne aussi une caution à ces efforts. Ceux-ci ne visent pas une politique tout électrique, mais au positionnement d'une énergie en bonne partie renouvelable, à l'approvisionnement sûr, respectueuse de l'environnement, peu dépendante de l'étranger et d'une grande souplesse d'engagement.

❝Le succès d'une politique de substitution dépend de deux facteurs décisifs: le bilan énergétique et le bilan de la charge de l'environnement doivent être favorables.❞

Dans le vaste débat des économies d'énergie, l'opinion prévaut, dans de larges couches de la population, qu'un effort est demandé principalement aux ménages mais que l'industrie et les services accusent une croissance de consommation énergétique coupable. Tel n'est pas le cas.

Ainsi, dans l'industrie, la progression de la consommation d'énergie des huit dernières années est nettement inférieure à la moyenne globale. Au cours de l'année précédente, l'industrie a eu principalement recours à l'énergie électrique (36%), puis aux produits pétroliers (28%), le gaz (17%), le charbon (11%) et les autres produits énergétiques (8%). Cette consommation énergétique est fort différente dans sa structure que celle des ménages où dominent les combustibles fossiles.

Dans ce contexte, on doit rendre hommage à l'industrie suisse. Dans une statistique récente publiée par la Banque mondiale, il apparaît que la Suisse détient un record mondial, celui de la plus faible consommation d'énergie par dollar de produit social brut. Même si l'on tient compte que la valeur ajoutée est particulièrement élevée en Suisse et que la grande industrie (acier, automobiles, chantiers navals, etc.) grosse consommatrice d'énergie n'y est que peu présentée, ce résultat témoigne d'un grand souci d'efficacité énergétique. La Suisse précède de peu le Japon mais requiert, par dollar de produit social brut, moins de la moitié d'énergie qu'un pays volontiers cité en exemple, la Suède.

La qualité de l'air, aujourd'hui fortement et directement menacée, ne semble pas être une préoccupation majeure dans l'opinion publique. Pourtant, si on veut bien dépasser les émotions déclenchées par Tchernobyl, force est de constater que seule l'électricité est en mesure d'apporter des solutions réelles et respectueuses de l'environnement dans les deux grands domaines qui polluent le plus: le chauffage et la circulation routière. Mais l'économie électrique, qui doit consentir d'importants efforts d'équipement au niveau de la production et du transport, ne sera bientôt plus en mesure, pour des raisons essentiellement politiques, de répondre à cette demande. Or, celle-ci, au titre de la protection de l'environnement et de l'automatisation, représente un besoin fondamental pour notre pays.

2. Conversion du mazout à l'électricité chez Isover SA

De par ses produits, destinés principalement à l'isolation thermique et phonique des bâtiments, Isover SA contribue de façon prépondérante – il est le premier fabricant suisse – à la lutte pour la protection de l'environnement. Dotée d'un équipement de production à la pointe du progrès, l'entreprise se devait de veiller à ce que les atteintes à l'environnement provenant de son fait soient aussi réduites que possible. Ce constant souci a amené la société à mettre en place et à développer des installations d'épuration des eaux et des fumées au fur et à mesure que se développaient les installations de production et les techniques de l'épuration.

❝Dans l'assainissement des bilans énergétiques des entreprises, le choix, dans la substitution, est souvent porté sur l'électricité.❞

C'est avec fierte qu'on peut, en cette année 1987 où l'entreprise fête ces 50 ans d'existence, dire que cela fait 13 ans déjà qu'ont été mises en service les installations modernes de protection de l'eau et de l'air, dont la cheminée de 50 m n'est que l'élément le plus visible. Onze années avant la mise en vigueur de l'Ordonnance fédérale sur la protection de l'air (Opair) en 1985, Isover avait, sous le contrôle des autorités vaudoises compétentes, dépensé 5 millions de francs pour des installations qui répondent, aujourd'hui encore, aux exigences de la loi. La société a parallèlement développé son information vis-à-vis de la population de Lucens et de la Broye: des journées «portes ouvertes» sont organisées régulièrement qui permettent de «prendre le pouls»; les autorités locales, tant législatives qu'exécutives, sont invitées pour des séances d'information et des visites détaillées.

Ceci dit, les techniques, les connaissances évoluent en permanence, et les résultats de la lutte contre la pollution peuvent être améliorés:

Isover SA en bref

Société créée en	1937
Usine et siège social	Lucens
Nombre de collaborateurs	250
Capital	13,5 mio. Filiale du Groupe Saint-Gobain
Production	Fabrication de matériaux d'isolation en fibres de verre pour l'isolation thermique et acoustique
Marché	Pour le bâtiment et pour l'industrie (électroménager), marché suisse uniquement
Distribution	Les marchands de matériaux
Chiffre d'affaires	70 mio
Production annuelle	env. 20 000 t

- en augmentant les rendements d'épuration: on capte mieux les polluants,
- en mettant en œuvre de nouvelles matières premières moins polluantes,
- en modifiant les techniques de fabrication.

On pourrait donner des exemples concernant l'entreprise pour ces trois types d'interventions. Voici un exemple sur la troisième de ces possibilités.

Jusqu'à l'année dernière, le verre utilisé etait élaboré à partir de ses éléments constitutifs (sable, soude, chaux) dans un four chauffé au fuel lourd. On sait que la combustion du fuel entraîne, outre des dégagements de gaz carbonique CO_2, la formation de SO_2 (anhydride sulfureux). Une des premières mesures a été l'achat de fuel à bas soufre, mais il n'existe pas de fuel sans soufre. D'autre part, les matières premières sont très pulvérulentes et on retrouvait donc aussi certaines quantités de poussières dans les fumées (tab. I).

L'évolution de la technique, ces toutes dernières années, a permis d'envisager de passer à la fusion électrique. Dans cette technique, l'apport d'énergie se fait au moyen de courant électrique circulant entre des électrodes placées à l'intérieur du bain de verre, celui-ci étant en effet conducteur à l'état liquide. Dans un tel système, il n'y a plus de flammes, donc plus de fumées. Et comme il n'y a pas non plus d'envols de matières premières, il en résulte un important progrès par rapport à la solution four à flammes qui, sur une base de 20 000 t de verre par an, rejetait 240 t/an.

Le four installé à Lucens depuis l'été 1986 (qui a déjà produit plus de 20 000 t) occupe une surface de 25 m².

Emissions	Fuel lourd (en t/an)	Gaz naturel (en t/an)
Poussières	270	270
SO_2	86	-
CO_2	9 768	6 933
N_2	43 745	47 952
NO_x *	7 720	4 170

* Valeur théorique pour une combustion avec excès d'air de 1,3 %

Tableau I Emissions d'un four verrier à flammes sur la base d'une production annuelle de 20 000 t

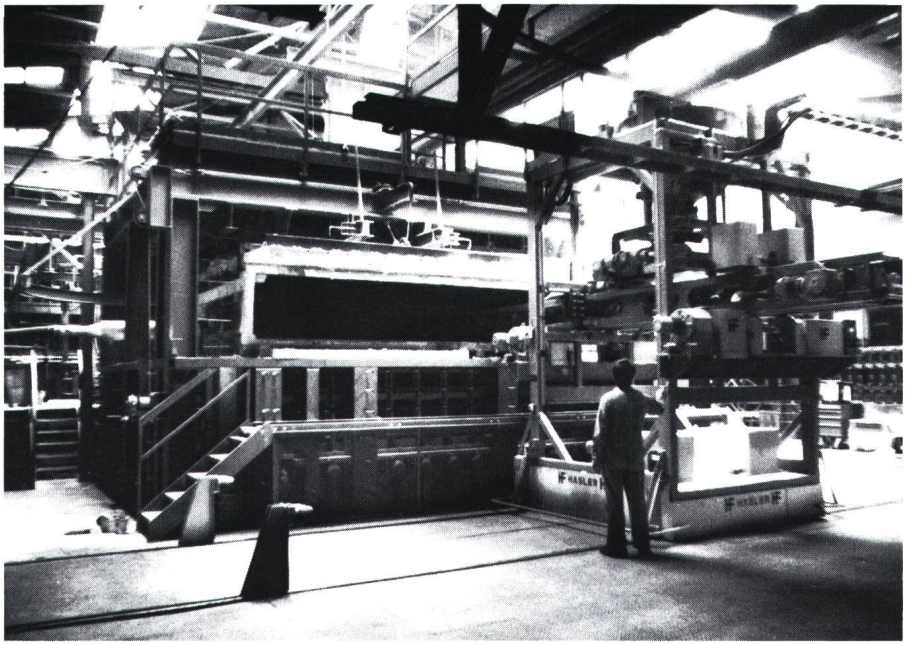

Figure 1 Vue du four électrique chez Isover SA pour une production journalière de 100 t de verre.

La puissance électrique installée est de 5000 kVA et il atteint une production journalière de 100 t. La température moyenne du verre en fusion est de 1450°C environ. La consommation d'énergie du four est d'environ 1 kWh par kg de verre, soit inférieure de plus de la moitié à ce qu'elle était avec la fusion à flammes. Ce dernier point s'explique principalement par le meilleur rendement de la fusion électrique mais aussi par la plus grande facilité de conduite du four. Il est facile de mesurer des tensions, des ampérages, il est facile d'asservir ces grandeurs à certains paramètres au moyen de régulations. Il est beaucoup plus difficile, sinon impossible, de le faire sur un four à flammes, la température de l'air de combustion et l'état des brûleurs se modifiant sans cesse.

Mieux fondre le verre et améliorer ainsi sa qualité, permet de réduire davantage la dispersion des caractéristiques physiques des produits en décharge, c'est là-aussi indirectement une contribution à la protection de l'environnement.

Il est clair qu'en passant à la fusion électrique, Isover SA a fait le pari d'un approvisionnement assuré en énergie électrique. Cette condition n'est cependant pas suffisante, il faut encore, avec une consommation de l'ordre de 30 à 40 millions de kWh par année, que cette énergie soit aussi bon marché que possible et, en tout cas, pas plus chère qu'ailleurs, notamment dans les pays limitrophes.

3. Conversion du charbon à l'électricité aux Fonderies de Moudon: un premier bilan

Les fonderies ont longtemps été synonyme d'émission de fumées et de poussières. En effet, l'outil de fusion principal du fondeur durant plusieurs décennies a été le cubilot: un four utilisant du coke comme combustible et recarburant.

Or, ce coke produit notamment du monoxyde de carbone et du dioxyde de soufre, gaz peu appréciés par notre environnement. Conscientes de ce fait, les Fonderies de Moudon SA ont, dès 1978, installé des laveurs de fumée qui ont sensiblement amélioré la situation. Mais en 1980, l'autorité fédérale édictait des directives limitant les émissions des cubilots à 120 g de poussière par tonne coulée, avec un délai d'application au 30 novembre 1985. Les rejets atteignaient alors 600 mg/m³.

Pour faire face à ces nouvelles exigences et malgré une conjoncture déjà difficile, l'entreprise entreprit une étude approfondie sur son moyen de fu-

sion futur. Cette étude, où le critère écologique prenait une large place dans le cahier des charges, déboucha sur le choix d'une nouvelle fusion entièrement électrique. Cette orientation prise permettait également d'augmenter la qualité du métal et offrait une flexibilité plus grande, de plus en plus indispensable.

La nouvelle installation, en service depuis l'automne 1984, comprend deux fours à induction de 8 tonnes de capacité, à la fréquence du réseau. La puissance totale est de 4800 kW et la consommation à la tonne d'environ 680 kWh.

Avec les deux fours de 1500 kg préexistants, l'entreprise a donc aujourd'hui en service 4 fours au total, et la consommation électrique annuelle a passé de 3,8 mio de kWh en 1983 à 12 mio de kWh en 1986, dont 8 mio pour la fusion.

Les émissions de fumée ont été réduites au-dessous de 5 mg/m³, soit nettement inférieures à la limite fixée. La nouvelle installation permet également de travailler avec des charges métalliques constituées de 90% de récupération!

Elle utilise enfin des déchets de verre, ce qui complète sa fonction de défense de l'environnement.

De pollueuse qu'elle était, l'entreprise est en passe de devenir un exemple en matière de lutte contre les émissions nocives. Mais la conséquence de cette évolution heureuse est que la proportion «énergie» dans les coûts de fabrication est devenue beaucoup plus importante.

Par conséquent, l'incidence des tarifs électriques met, plus qu'auparavant, la compétitivité de l'entreprise en jeu.

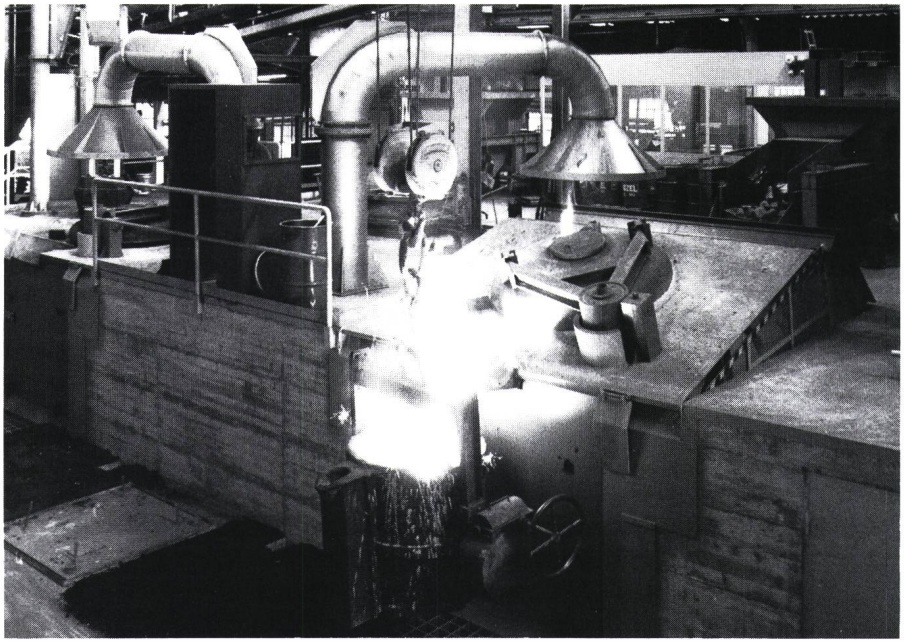

Figure 2 Les 2 fours chez les fonderies de Moudon sont alimentés par des matières premières ferreuses manutentionnées par des électro-aimants et trémies vibrantes. Une puissance de 2360 kW permet d'obtenir de chaque four une production voisine de 2,5 t/h. La coulée est assurée par des poches pouvant recevoir jusqu'à 6 t de fonte liquide.

Les Fonderies de Moudon SA en bref

Fondation de l'entreprise	1863
Siège social	Moudon (VD)
Effectifs	env. 180 à Moudon env. 20 dans 4 sociétés affiliées
Capital	1 200 000 (env. ⅔ Von Roll)
Produits	Pièces en fonte grise à graphite lamellaire et sphéroïdal, brutes, ébauchées ou usinées pour l'industrie des machines, le génie civil et le bâtiment, les chemins de fer
Clientèle	Fabricants de machines et de machines-outils - industries diverses - grossistes (commerces de fer et matériaux pour le bâtiment) - chemins de fer (CFF et privés)
Marchés (directs)	Suisse: 95%, étranger: 5%
Chiffre d'affaires	env. 31 mio
Tonnage annuel	env. 9000 t