Zeitschrift: Archives des sciences [2004-ff.]
Herausgeber: Société de Physique et d'histoire Naturelle de Genève
Band: 59 (2006)
Heft: 2-3

Artikel: Le Rhône genevois et l'énergie
Autor: Lachal, Bernard
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-738337

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: 02.07.2025

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

Le Rhône genevois et l'énergie

Bernard LACHAL[1]

Ms. reçu le 16 juin 2006, accepté le 17 juillet 2006

Abstract

The «Rhône genevois» and the Energy. - *After a rapid survey of the world energy demand, in Switzerland and more particularly to Geneva, a closer attention is paid tothe place of hydro-electric of plain (typically the dam of Verbois) in the swiss electric balance.*

But, if the energy use of the Rhone deeply modified its form, its mode and thus its «nature», this river also strongly structured the energy and industrial system of Geneva. In fact, these are not only electric kWh that produces the Rhone, it also lends its water for the evacuation of surplus non usable heat waste, and for the transport of the household refuse, without forgetting the thousands of m³ of floating wood that it receives on average per year from the Arve river, which, valorised, would constitute a new renewable energy resource for the canton.

Keywords: *Rhône, energy, electricity, Geneva canton*

Résumé

Après une rapide mise en perspective temporelle de la demande en énergie dans le monde, en Suisse et à Genève, une attention plus particulière est portée sur la place de l'hydroélectricité de plaine (barrage de Verbois) dans le paysage électrique suisse.

Mais, si l'utilisation énergétique du Rhône a profondément modifié sa forme, son régime et donc sa «nature», ce fleuve a aussi très fortement structuré le système énergétique et industriel du canton de Genève. Car ce ne sont pas seulement des kWh électriques que le Rhône produit, il prête également ses eaux d'une part pour l'évacuation de nombreuses sources de chaleur excédentaire non utilisable et d'autre part pour le transport fluvial des ordures ménagères, sans oublier les quelques milliers de m³ de bois flottants qu'il reçoit en moyenne par année de l'Arve et qui, valorisés, constitueraient une nouvelle ressource énergétique renouvelable pour le canton.

Mots clefs: *Rhône, énergie, électricité, canton de Genève*

Le système énergétique actuel: basé sur les énergies non renouvelables

Chaque année, l'humanité consomme plus de 10 milliards de tonnes d'équivalent pétrole (TEP), quantité contenue dans un cube d'environ 2.3 km d'arête. Cela représente 1.5 tonnes par habitant ou 2 kW de puissance continue (1 fer à repasser à chaque main, continuellement allumé...). Le prix de l'énergie, qui est *grosso-modo* resté stable depuis quelques décennies, peut-être qualifié de bas puisque le litre de mazout a le même prix, en Europe, que l'eau minérale, qui est une ressource renouvelable, abondante à l'échelle régionale. Les habitants des pays du nord disposent donc très facilement de toute l'énergie nécessaire et ne se privent pas pour le superflu. Pour le citoyen peu au fait des réalités des problèmes de l'énergie, cela peut sembler le signe d'une très grande abondance en énergie, alors que près de 85% des ressources utilisées ne sont pas renouvelables.

Cette première constatation doit être relativisée par les inégalités profondes qui existent entre la consommation des individus selon les continents (Fig. 1). Ainsi, un américain moyen va consommer 8 tonnes (équivalentes) de pétrole par année contre 0,3 pour le citoyen de certains pays d'Afrique ou d'Asie. Il s'agit de moyenne et on se gardera ici de comparer la consommation d'énergie des 5% les plus riches de la planète à celle des 5% les plus pauvres, qui correspond à peine au minimum vital. On estime à 2 milliards le nombre d'individus vivant sans électricité.

[1] *Cuepe, Centre Universitaire d'études des problèmes de l'énergie, Université de Genève, 7, rte de Drize, CH-1227 Carouge, bernard.lachal@cuepe.unige.ch, http://www.cuepe.ch*

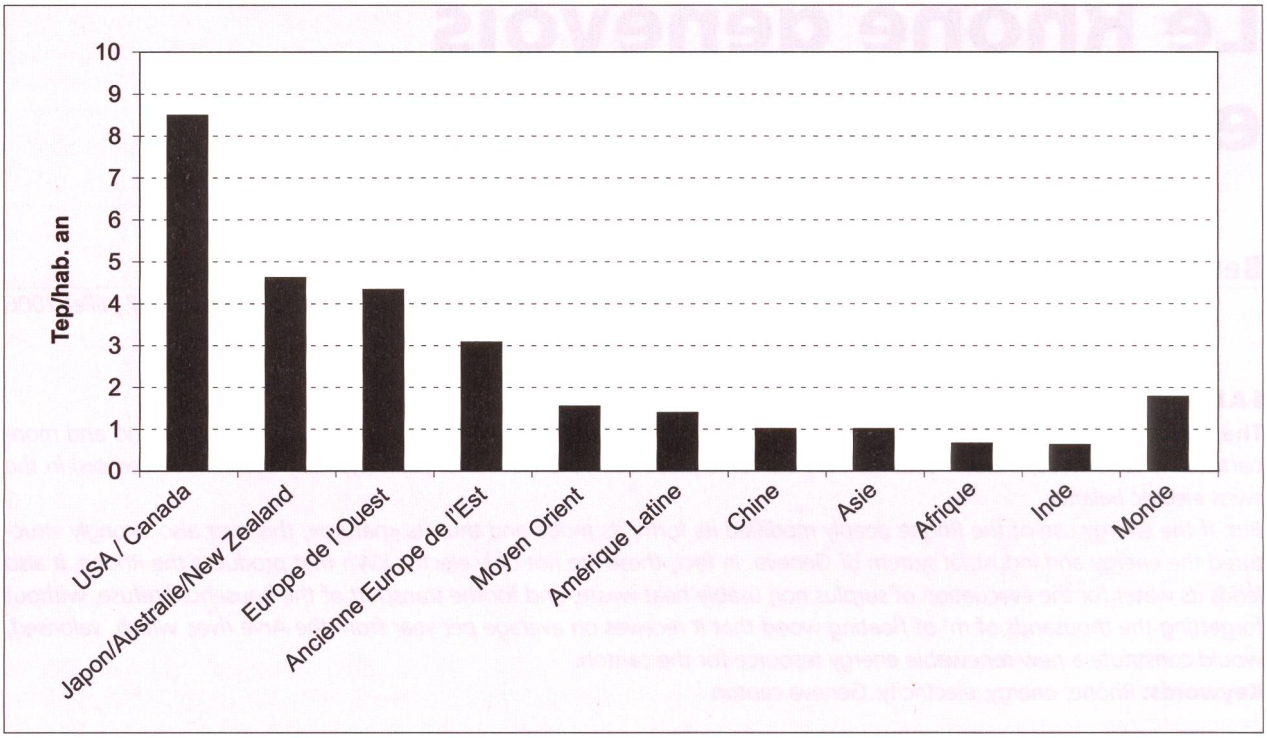

Fig. 1: Consommation d'énergie en Tonnes équivalent pétrole (Tep) par habitant et par année pour les différentes régions mondiales. D'après AIE 2004.

En 2002, les agents énergétiques se répartissent selon le tableau 1

Tableau 1: Energie primaire (charbon, pétrole, gaz). Total: 10785 MTEP, 2002 (d'après AIE 2004. World Energy Outlook) 1 Tep = 10 MWh / 1 Mtep = 10000 GWh

Agents	Electricité	Autres	Total
Fossiles	25.30%	51.30%	76.60%
charbon	*15.20%*	*7%*	*22.20%*
pétrole	*2.70%*	*31.40%*	*34.10%*
gaz	*7.40%*	*12.90%*	*20.30%*
Nucléaire*	6.30%	-	**6.30%**
Hydroélectrique*	6.20%	-	**6.20%**
Renouvelable**	0.30%	0.20%	**0.50%**
Biomasse***	0.50%	9.90%	**10.40%**
TOTAL	38.60%	61.40%	**100.00%**

** la part de l'électricité a été «valorisée», c'est à dire ramenée à l'énergie primaire nécessaire à la produire dans une centrale thermique classique. Le facteur multiplicatif est 3, ce qui correspond à un rendement de conversion chaleur – électricité de ~ 40% et une efficacité de combustion de ~ 80%.*

*** géothermie, éolien,..*

**** la part de la biomasse, essentielle dans de nombreux pays du sud, est souvent écartée des statistiques officielles car celles-ci ne prennent en compte que les énergies liées à des flux financiers, aisément comptabilisés.*

L'évolution d'une année sur l'autre relative à la part des différents agents énergétiques est lente, le système possède en effet une inertie considérable du fait de l'importance et de la durée des infrastructures mises en jeu. Il faut ainsi des dizaines d'années pour qu'une nouvelle filière n'émerge et se fasse sa place. Ces chiffres amènent quelques remarques:

- les énergies fossiles fournissent près de 80% de l'énergie mondiale,
- le nucléaire ne joue, somme toute, qu'un faible rôle dans l'approvisionnement énergétique mondial (6.3%),
- Actuellement, l'hydroélectrique est la seule ressource renouvelable qui contribue de façon réelle aux besoins humains, la biomasse étant en grande partie gérée comme une ressource non renouvelable (problème de la désertification). Cette marginalisation des énergies renouvelables dans l'approvisionnement mondial d'énergie est récente: on date à la fin du XIXe siècle le moment où la contribution du charbon est devenue majoritaire et où le monde entrait dans l'ère industrielle et celle des énergies fossiles (Debeir et al. 1986).

Si on considère l'énergie finalement consommée (dite «finale» ou «utile»), la part de l'électricité tombe à moins de 20%, ce qui indique, d'une part, le médiocre rendement de conversion en électricité des processus utilisés par le système énergétique actuel

et, d'autre part, la difficulté de prendre en compte dans des statistiques globales la spécificité de l'électricité.

L'électricité en Suisse et à Genève: le rôle de l'hydroélectricité.

La figure 2 représente l'évolution historique de la consommation d'énergie en Suisse depuis la fin de deuxième guerre mondiale. Si on s'intéresse à la consommation finale (partie droite du graphique), le premier élément qui frappe est la forte augmentation qui a eu lieu depuis 1950 jusqu'au premier choc pétrolier (1973) et la quasi-saturation que l'on observe aujourd'hui (du moins en énergie finale). Comme au niveau mondial, les énergies fossiles (pétrole et gaz) contribuent encore très majoritairement à l'offre énergétique – près de 70% de l'énergie finale. Quant à l'électricité, et même pour un pays aussi électrifié que la Suisse, sa contribution ne dépasse pas 23% – toujours en énergie finale. Le rôle grandissant des transports est bien traduit par la part croissante des carburants.

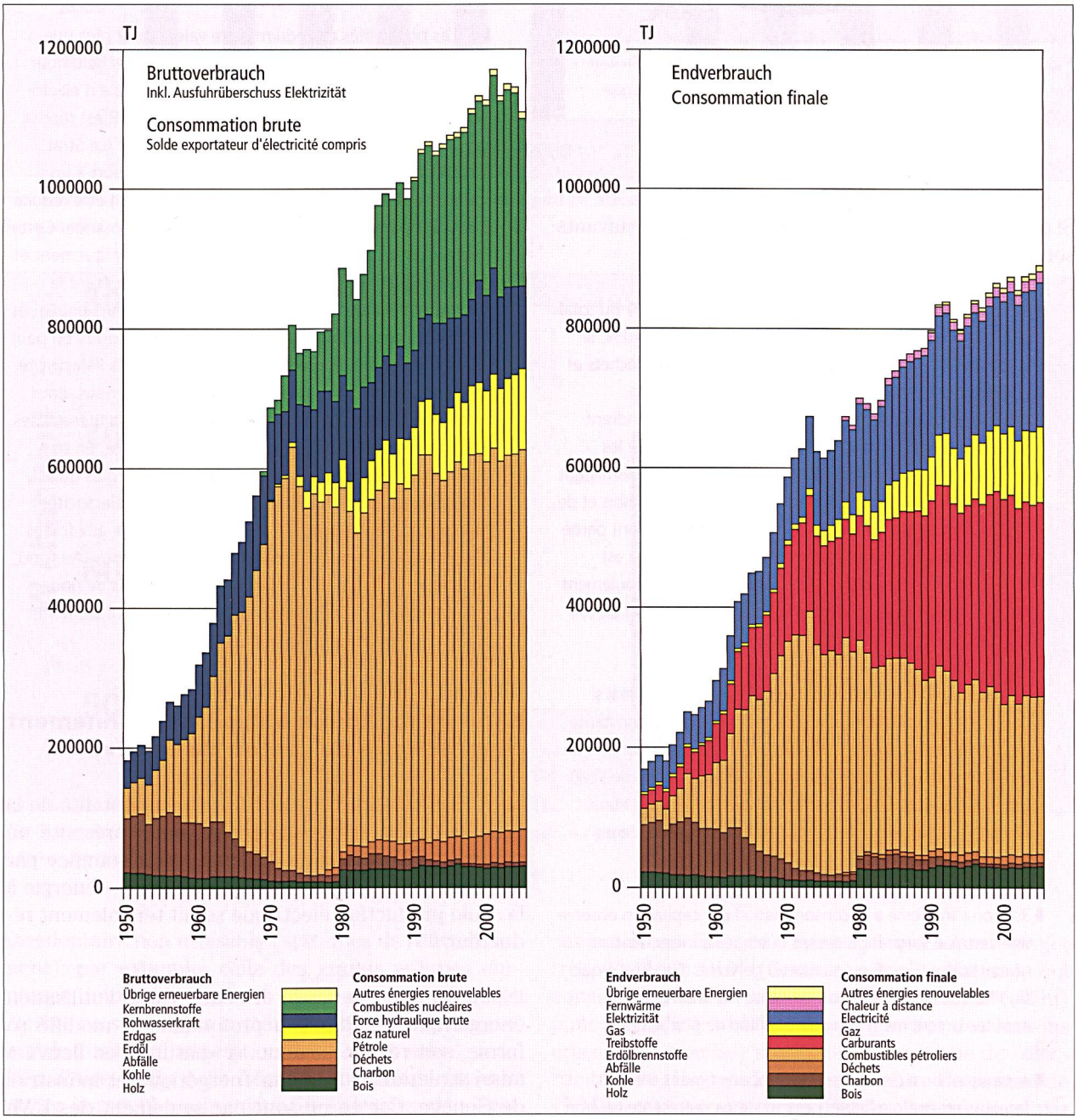

Fig. 2: Evolution historique de la consommation d'énergie en Suisse. Source: Gesamtenergistatistik 2005, Office federal de l'énergie.

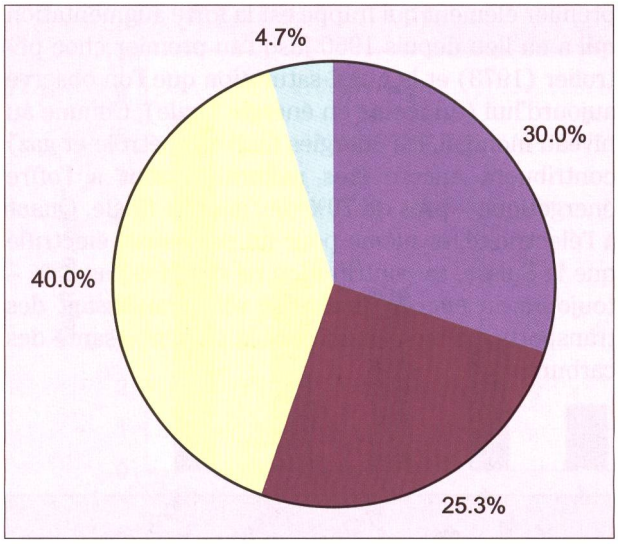

Fig. 3: Sources de production d'électricité en 2004, Suisse. Source: VSE, www.vse.ch, miroir statistique de la Suisse 2004.

Si on se concentre sur l'électricité, les points suivants sont à souligner.

1. En 2004, l'hydroélectricité a produit plus de 55% du total (Fig. 3), alors que la part du nucléaire se monte à 40%, le solde (moins de 5%) étant fourni par du gaz, les déchets et diverses ressources renouvelables.
Fait moins connu, les centrales au fil de l'eau engendrent presque la même quantité d'électricité (25.3%) que les centrales à accumulation («barrages alpins»), qui fournissent 30% de l'électricité. Les barrages du Seujet, de Verbois et de Chancy-Pougny, sur le cours du Rhône Genevois, font partie des centrales au fil de l'eau, même si leur puissance est fortement modulée grâce au réglage du débit d'écoulement de l'exutoire du bassin d'accumulation monumental qu'est le Léman.

2. Cette répartition de production est proche de l'idéal si l'on s'intéresse à la contrainte de temps: la partie constante de la production («ruban») est très bien couverte par le nucléaire et par les centrales hydroélectriques au fil de l'eau (non ou peu réglable), la partie variable («pointes») étant elle pris en charge par les centrales à accumulation, très souples d'usage.

3. Si on s'intéresse à la consommation par capita, on observe une certaine stagnation depuis quelques années, tant au niveau suisse (Fig. 4) qu'au niveau genevois (Fig. 5). Ce qui signifie que l'augmentation de consommation peut être imputée uniquement à l'augmentation de population.

4. La situation à Genève est donnée aux figures 6 et 7. Toujours en énergie finale, l'électricité ne représente environ qu'un quart de la consommation énergétique, malgré l'importance du secteur tertiaire. La part produite sur le canton a tendance plutôt à stagner aux alentours de 30%, voir à diminuer. Il est intéressant de noter que cette production est en quasi-totalité effectuée dans la région de Verbois ou le long du Rhône (centrales hydroélectriques de Verbois, de Chancy-Pougny quelques km en aval, et du Seujet sur le Rhône urbain, usine d'incinération des ordures ménagères, sans oublier la centrale solaire de 1 MWp toujours sur le site de Verbois).

5. Chaque genevois consomme en permanence plus de 700 W d'électricité. C'est une valeur assez considérable, si on se rappelle que la puissance mécanique d'un être humain ne dépasse pas quelques dizaines de watts en moyenne, avec des pointes en plein effort physique à quelques centaines de watts.

6. Les possibilités de réduire cette valeur pour plus que compenser l'augmentation de la population et se diriger ainsi vers une baisse de la consommation totale d'électricité sont bien cernées. Par exemple, la figure 8 est reprise d'une étude réalisée pour les SIG par Détente (Le Strat 2004). qui a montré que, en 2020 et par rapport à un scénario tendanciel, la consommation pourrait être réduite de 25% par des mesures de maitrise de la demande. Cette valeur peut sembler élevée, mais elle est techniquement et économiquement réaliste ; le facteur limitant étant la volonté réelle des consommateurs et des acteurs impliqués à réaliser ces potentiels. De fait, et malgré ce que l'on peut lire ou entendre, le prix de l'énergie, y compris l'électricité, est encore très bas par rapport aux services rendus. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer sa ou maintenant ses factures de téléphone et sa facture d'électricité, en se demandant de plus quelle est la prestation la plus utile... Toute politique de maitrise de la demande d'électricité, aussi volontariste soit-elle à Genève, se heurte aux forces d'inertie, bien trop présentes en chacun de nous. Au fond, pourquoi changer nos habitudes, investir dans de nouveaux équipements pour quelque chose qui, finalement, coûte si peu et est si facile à se procurer?

Apport du Rhône à l'approvisionnement énergétique du canton de Genève

Le Rhône est directement lié à la quasi-totalité de la production électrique genevoise, qui représente un peu moins d'un tiers de l'électricité consommée par le canton. Mais, limiter la relation Rhône – énergie à la seule production électrique serait terriblement réducteur.

Il faut en effet élargir le discours, car si l'utilisation énergétique du Rhône a profondément modifié sa forme, son régime et donc sa «nature», ce fleuve a aussi structuré le système énergétique et industriel de Genève. Car ce ne sont pas seulement des kWh électriques que le Rhône produit, il prête également ses eaux pour l'évacuation de beaucoup de chaleur

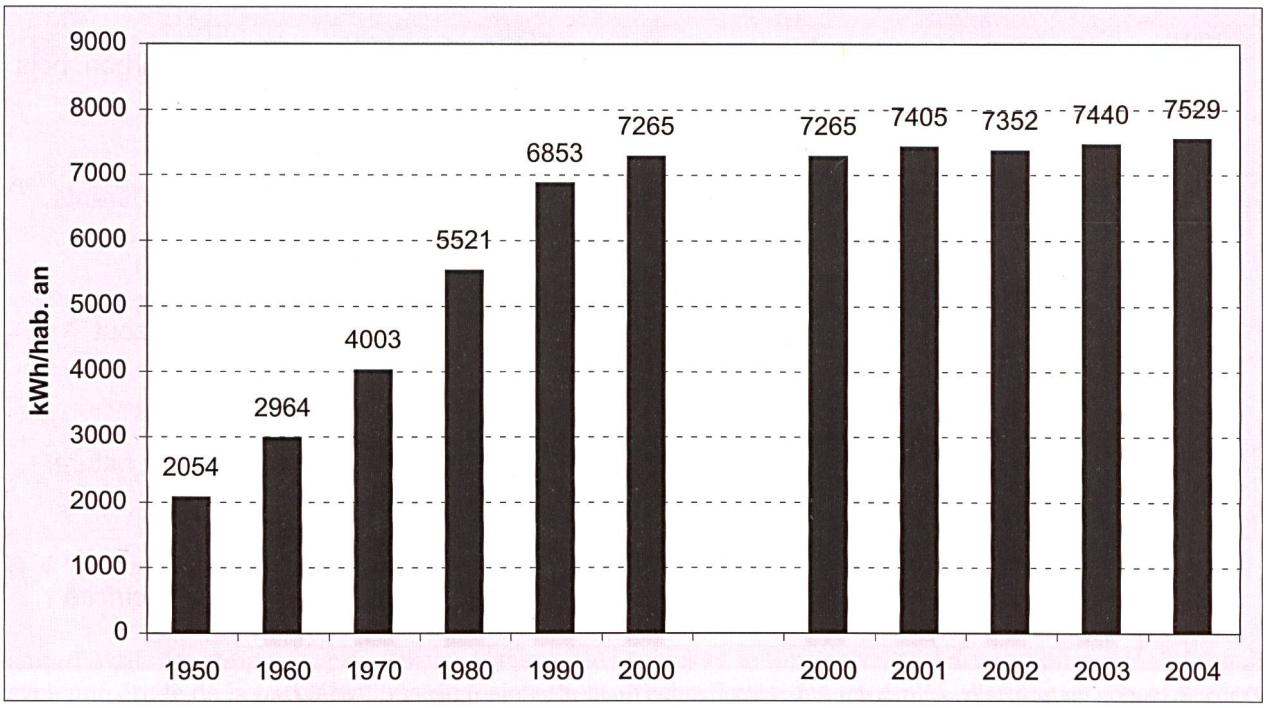

Fig. 4: Evolution de la consommation finale d'électricité per capita en Suisse, 1950-2004.
Source: VSE, www.vse.ch, miroir statistique de la Suisse 2004.

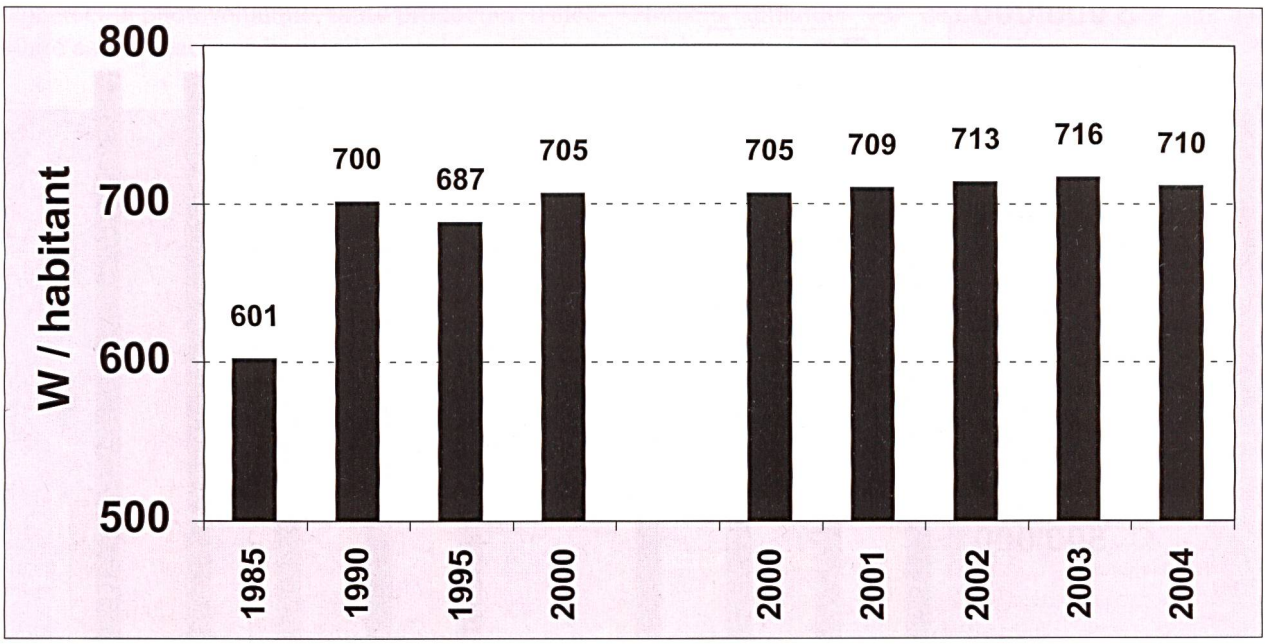

Fig. 5: Evolution de la consommation finale d'électricité per capita à Genève, 1985-2004.
Source: Service cantonal de statistique 2005.

excédentaire non utilisable (systèmes de refroidissement): par exemple, celle des grands groupes chimiques implantés sur ses rives et sans lesquels Genève ne serait plus la même, une partie de la chaleur de l'usine d'incinération des Cheneviers et de la Step d'Aire, enfin celle dégagée en période estivale par les immeubles administratifs et les grands magasins du centre ville. L'ensemble des concessions et autorisations octroyées par le Canton sont montrées sur la figure 9. Dans ce contexte, il faut noter le projet très novateur GLN (Genève – Lac – Nation), qui consiste à utiliser l'eau du fond du Petit lac (-35m) pour refroidir les bâtiments du quartier des Nations unies et économiser ainsi une bonne partie de l'électricité des groupes de froid existants. Ce réseau de 17 MWt est en cours de réalisation. Il a été choisi par la Commission européenne comme projet pilote du programme concerto (TetraEner 2006).

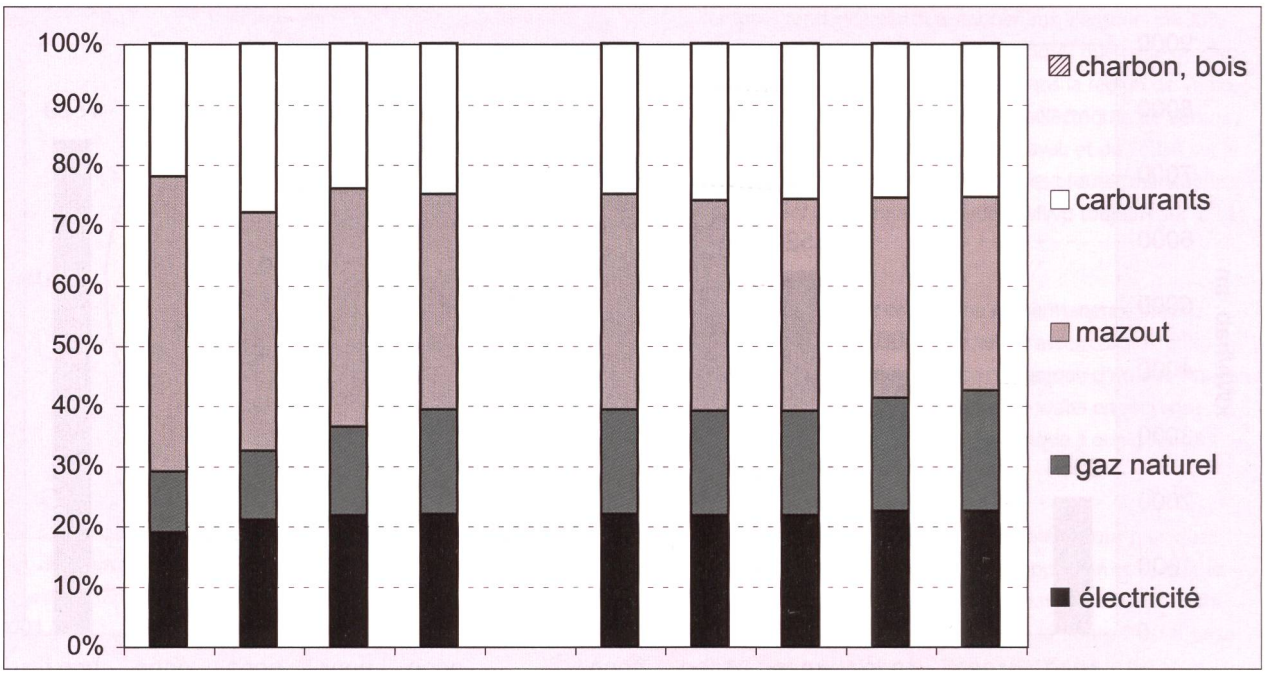

Fig. 6: Evolution du type de ressources dans la consommation finale d'énergie à Genève, 1985-2004.
Souce: Service cantonal de statistique 2005.

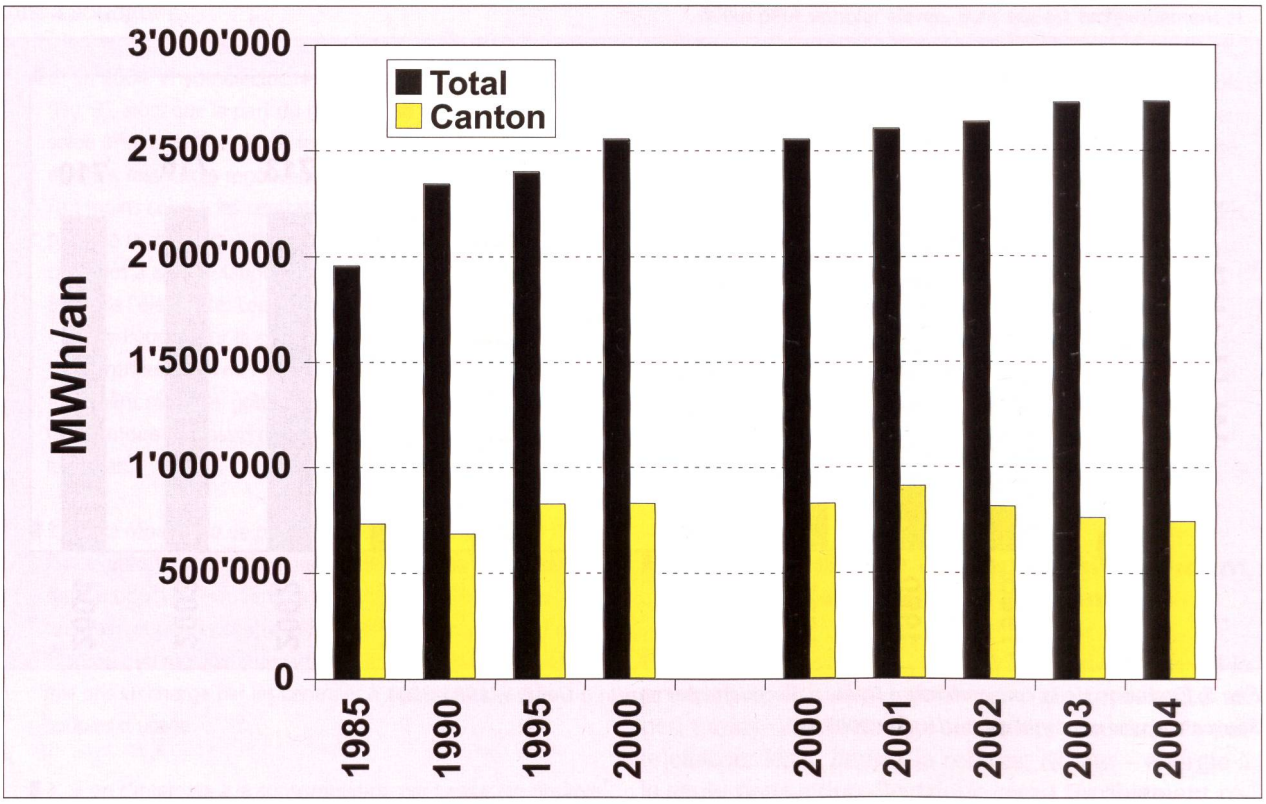

Fig. 7: Evolution de la consommation finale et de la production d'électricité à Genève, 1985-2004.
Souce: Service cantonal de statistique 2005.

Pour clin d'œil et pour relativiser le niveau atteint par les déchets thermiques actuels, on rappellera le rejet thermique du projet jamais réalisé de centrale nucléaire de Verbois (1000 MWe, 2000 MW de puissance-chaleur à dissiper), prévue sur le site (Bonnard et Gardel, 1975) où l'on a installé la centrale photovoltaïque de puissance ... 1MW. Dessinée sur la figure 9, la représentation de ce projet recouvrirait toute la carte! Egalement présents, les déchets thermiques du CERN, qui arrivent à Verbois via le

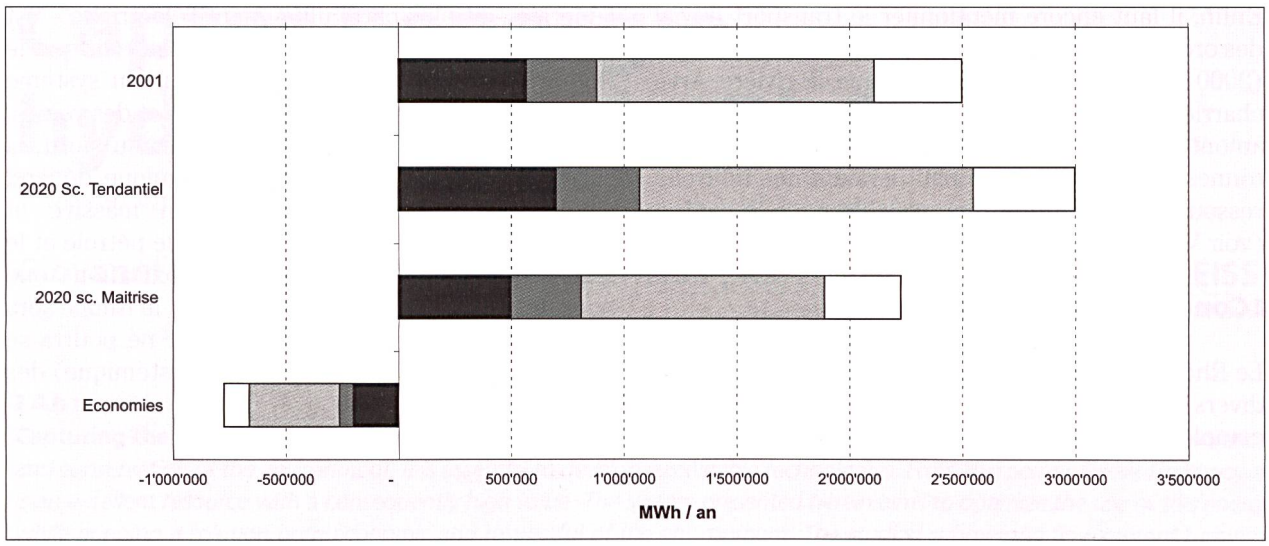

Fig. 8: Consommation électrique en 2020 par rapport à 2001 à Genève pour différents scénarios. Source: Le Strat (2004).

Nant d'Avril. On trouvera par ailleurs dans cette revue une étude de la problématique des rejets thermiques dans le Rhône urbain (Beauchamp et al. 2006). N'oublions pas aussi que, exceptées les ressources encore très marginales en Suisse que sont l'éolien et le photovoltaïque, toute production d'électricité a un impact sur l'eau, que se soit par les retenues et le turbinage aux barrages ou par les déchets calorifiques des centrales thermiques. Sauvegarder de l'électricité par l'utilisation de la ressource froide du Rhône ou du Lac (soit directement, soit pour évacuer la chaleur extraite du compresseur) va indirectement diminuer les impacts thermiques sur le Rhône… ou les autres cours d'eau.

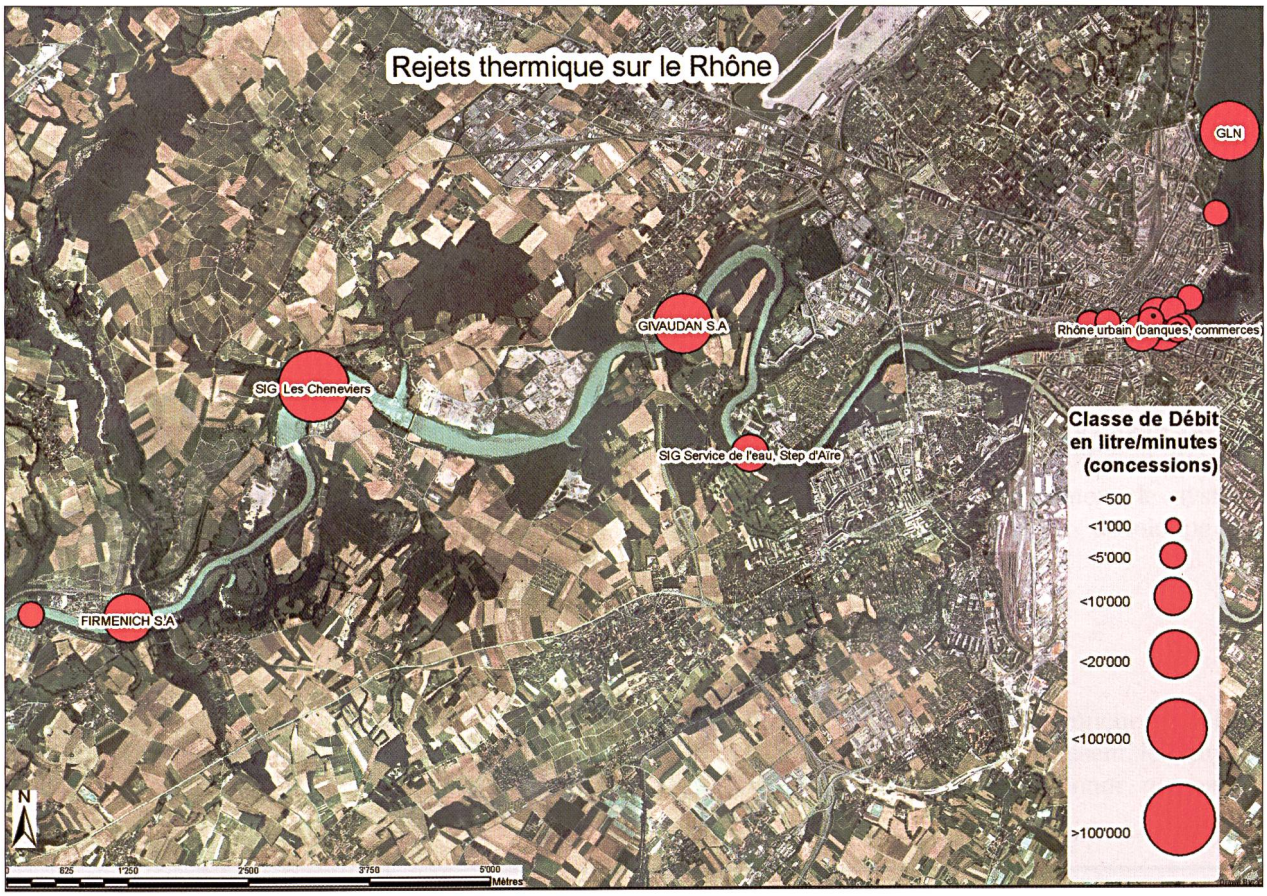

Fig. 9: Rejets thermiques dans le Rhône (concessions) selon leur taille. Sources: SITG, DomEau, Etat de Genève (2006). Plan reproduit avec l'autorisation de la Direction cantonale de la mensuration officielle du 6 juin 2007.

Enfin, il faut encore mentionner le transport fluvial des ordures ménagères ou les quelques milliers de m^3 (2000 tonnes) de bois flottants que la rivière Arve charrie en moyenne par année et qui s'accumulent en amont du barrage de Verbois. Valorisés, ces 500 tonnes de bois anhydre constitueraient une nouvelle ressource énergétique renouvelable pour le canton (voir Viquerat et al., 2006).

Conclusion et perspectives

Le Rhône genevois, dans ses multiples aspects et les divers usages que l'on en fait, constitue un système complexe, où l'énergie est très présente. En fait, si l'énergie – et plus particulièrement l'électricité – est le sang de l'économie, on peut alors soutenir que le Rhône constitue pour Genève le cœur du système sanguin, ainsi qu'une partie des artères et des veines. Mais comme pour l'ensemble des pays du Nord, la survie de notre système socio-économique dépend encore largement de la transfusion massive et continue de 2 fluides venus d'ailleurs, le pétrole et le gaz naturel. Pour la «cure de désintoxication» que nous devrons entreprendre tôt ou tard, le Rhône sera encore plus mis à contribution, ce qui ne pourra se faire qu'avec une approche globale (systémique) des problèmes.

Références

- **Beauchamp H, Beetschen C, Haas P, Lachal B, Viquerat P-A, Pampaloni E.** 2006. Rejets thermiques dans le Rhône urbain genevois: mesures et modelisation. Arch. Sci. 59: 291-298.
- **Bonnard & Gardel.** 1975. Elaboration d'une règlementation relative aux rejets thermiques dans les eaux du canton de Genève, Rapport d'étude au département des travaux publics, Direction du génie civil, Section lacs et cours d'eau.
- **Debeir JC, Deléage JP, Hémery D.** 1986. Les servitudes de la puissance. Une histoire de l'énergie. Flammarion.
- **Le Strat.** 2004. Analyse de la demande d'électricité du canton de Genève. Étude pour les SIG.
- **TetraEner.** 2006. http://www.unige.ch/cuepe/html/recherche/rapport_u.php?id=47
- **Viquerat P-A, Lachal B, Deck S, Pampaloni E, Sella F.** 2006. Bois flottants à Verbois: déchets ou ressource? Caractérisation physico-chimique et valorisation énergétique. Arch. Sci. 59: 279-290.