

Transition énergétique et électricité

Cette publication veut inciter le lecteur à se forger une opinion fondée concernant notre approvisionnement en énergie.
Texte original: Josef Jenni

LA SITUATION

L'électricité fait tellement partie de notre quotidien que nous considérons normal d'en disposer à volonté. Cela ne va pourtant pas de soi! De nos jours, parler d'énergie renouvelable, c'est penser électricité, mais on oublie le fait que seuls 25% de nos besoins énergétiques sont couverts par l'électricité. L'essentiel du reste provient en effet du pétrole et du gaz.

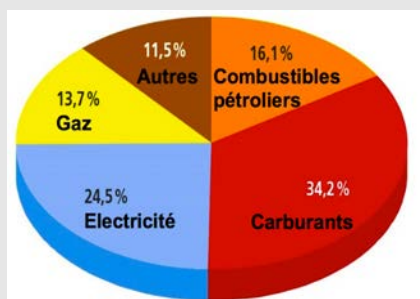


Fig. 1 Consommation d'énergie en 2016 selon son origine >>Tabl. 3

L'électricité s'obtient uniquement à partir d'autres formes d'énergie, dites énergies primaires (hydraulique, hydrocarbure, nucléaire, etc.). Il faut ainsi 3 à 5kWh d'énergie primaire pour disposer de 1kWh d'électricité à la prise. Le coût environnemental et énergétique de la production d'électricité est donc très élevé.

L'énergie nucléaire, source importante pour notre approvisionnement électrique, cause des problèmes environnementaux majeurs, non seulement par la production de déchets radioactifs pendant des millénaires, mais également lors de l'enrichissement de l'uranium. Et comme l'histoire l'a hélas montré, l'exploitation des centrales est tout sauf sans risque. Il est donc impératif que les centrales nucléaires soient mises hors service le plus rapidement possible, tant les nôtres que celles de l'étranger.

Pour remplacer l'électricité d'origine nucléaire, la construction de centrales thermiques à gaz ou l'utilisation de charbon est tout sauf souhaitable pour des raisons environnementales. Que ces centrales soient sur notre territoire ou à l'étranger ne change rien à leur nocivité.

REPLACER LES ENERGIES FOSSILES

Pour diminuer nos émissions de gaz à effet de serre, il est courant de penser tout faire avec l'électricité. Le chauffage de nos bâtiments et la production d'eau chaude seraient assurés au moyen de pompes à chaleur. Le transport individuel serait quant à lui possible grâce à l'usage de batteries, voire d'hydrogène produite avec de l'électricité. Cette perspective conduit inévitablement à une augmentation massive de la demande électrique, avec une forte pointe en hiver.

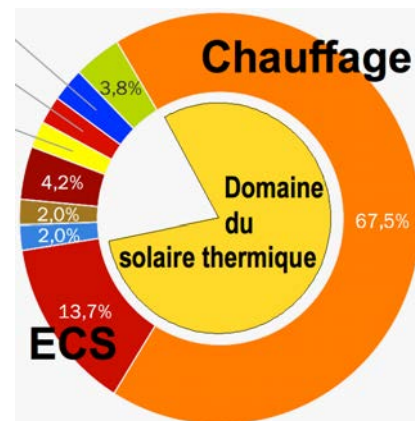


Fig. 2 Consommation d'énergie des ménages privés en Suisse >>Tabl. 2

L'arrêt prévu des centrales nucléaires rend le problème d'autant plus critique. Les économies d'électricité et la production électrique renouvelable ne suffiront pas à assurer le nécessaire. Sous nos latitudes, le défi de la transition énergétique se pose avant tout en janvier, et pour ce qui est du stockage d'énergie à long terme, en février-mars. La transition énergétique ne pourra réussir que si nous parvenons à trouver une solution pour ces mois critiques. Pour cette raison cette publication ne traitera presque exclusivement que de la période hivernale.

Les données chiffrées de cette publication seront exprimées en gigawatt (le Watt étant l'unité de la puissance). Un gigawatt (GW) correspond de près à la puissance électrique des centrales nucléaires de Gösgen ou de Leibstadt. Une puissance de 1GW à l'œuvre pendant une heure correspond à une énergie de 1 gigawattheure (GWh).

Les statistiques énergétiques suisses indiquent que notre pays consomme – toutes énergies confondues – 237'306GWh (>>Tab. 1) d'énergie par an. Cela correspond à une puissance moyenne tout au long de l'année, seconde par seconde, de 27GW. Or, en janvier, les besoins s'élèvent à une puissance moyenne de 45GW.

Le défi est posé.



LA SITUATION ENERGETIQUE EN SUISSE

La puissance électrique moyenne dont nous avons besoin au cours du semestre d'hiver est de 7 à 8GW. Cette consommation a très peu augmenté ces 10 à 20 dernières années. Ceci est très positif et peut certainement être attribué à la politique d'économie d'énergie.

Il faut cependant ajouter que l'approvisionnement électrique hivernal de la Suisse repose de plus en plus sur des importations de l'étranger à dominante fossile. Ainsi, durant le semestre d'hiver 2016/17 la consommation moyenne était de 8,2GW, dont 2,2GW net ont été importé (>25%). Ceci est extrêmement inquiétant au vu de l'évolution énergétique prévisible en Suisse et en Europe. En cela, la Suisse est avant tout concernée par l'évolution en Allemagne et en France. Aujourd'hui déjà, lorsque des centrales nucléaires suisses sont hors service, la Suisse doit importer jusqu'à la moitié de son électricité en hiver.

Le potentiel de stockage hydro-électrique considéré du point de vue économique est épuisé: d'éventuelles extensions sont hors de prix. D'autres types de stockage permettant de disposer d'électricité en l'hiver n'ont qu'un très faible potentiel.

Pour le chauffage et l'eau chaude, nous consommons actuellement en Suisse quelque 3'209'000 tonnes de mazout et 26'000GWh de gaz par an. Cela correspond à 64'200GWh. En janvier, lors d'une journée moyennement froide, la Suisse consomme environ 640GWh de mazout et de gaz. Pour produire cette énergie, par l'intermédiaire des pompes à chaleur il faut journalièrement environ 320GWh d'électricité, soit une puissance moyenne de 13,3GW. En pareille circonstance, la consommation électrique actuelle doublerait, nécessitant du coup un

apport équivalant à la production journalière d'au moins 10 grandes centrales nucléaires.

Le secteur des transports utilise annuellement 6'801'000 tonnes de carburants. Cela représente une puissance moyenne de 9,25GW. Si l'on part de l'hypothèse plutôt optimiste qu'un véhicule électrique consomme en hiver seulement un tiers de l'énergie d'un véhicule thermique, c'est malgré tout une puissance moyenne supplémentaire de 3GW d'électricité qu'il faudrait produire.

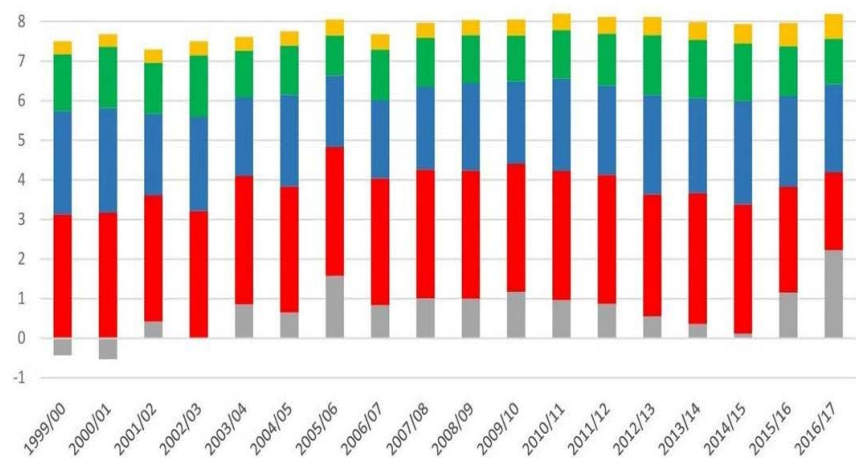


Fig. 3 Consommation électrique selon provenance hivers 1999 à 2017
Les rectangles gris représentent l'importation hivernale d'électricité >>Tabl. 1
Importation nucléaire barrages à accumulation, au fil de l'eau thermique

LE STOCKAGE D'ENERGIE EN SUISSE

Grâce à ses nombreux barrages, la Suisse dispose actuellement d'une capacité de stockage à long terme d'environ 8'840 GWh. Entre 2000 et 2017 cette capacité a augmenté de 340 GWh (+ 4% en 17 ans). En pratique, quelque 80 % de cette capacité totale de stockage peut être utilisée durant le semestre d'hiver. Ceci correspond à une puissance moyenne de 1,6 GW. Or comme mentionné ci-dessus les besoins moyens en électricité se montent pour l'hiver à 8.2GW. Sans nucléaire et sans importation il y a donc à terme un manque énorme. La multiplication des pompes à chaleur appelées à remplacer les chauffages au mazout va encore grossir ce manque. Si les batteries ont un certain intérêt pour le stockage

individuel à court terme, elles sont inopérantes pour stocker en vue de l'hiver (long terme). Si chaque habitant de la Suisse disposait d'une batterie de 100 kWh et la chargeait en vue de l'hiver, cela ne couvrirait que 2% de la puissance moyenne nécessaire. Au prix actuel, ces batteries coûteraient environ 160 milliards de francs suisses.

Compte tenu des dommages causés à l'environnement par leur fabrication, de leur durée de vie d'environ 10 ans ainsi que de l'auto-décharge, le recours aux batteries reste une idée complètement irréaliste.

En pratique, tant pour l'électricité que pour la chaleur, seule l'eau permet de stocker de

l'énergie à long terme afin de pouvoir en disposer en hiver. Pour ce qui est de l'électricité, l'eau stockée dans les barrages peut en tout temps produire de l'électricité. Pour ce qui est de la chaleur, l'eau chauffée en bonne saison grâce au solaire thermique et stockée dans des cuves isolées permet de subvenir au besoin hivernal de chaleur.



LA SITUATION ENERGETIQUE DANS LES PAYS VOISINS >>Fig. 8

En Allemagne

En hiver, l'Allemagne a une demande d'électricité d'environ 60 à 80 GW. Cette électricité est majoritairement fournie par le lignite, la houille et le gaz naturel. En ce qui concerne la couverture des besoins énergétiques en janvier, il faut noter l'énorme potentiel de l'éolien. Il y a bien sûr des jours avec peu de vent, mais il y a aussi des périodes pendant lesquelles la production d'électricité conventionnelle peut être massivement réduite grâce à l'énergie éolienne.

Cela n'est pas le cas pour le photovoltaïque allemand, pourtant massivement présent. Le potentiel du PV à contribuer au tournant énergétique, au mois de janvier, reste marginal. Rien ne permet d'imaginer qu'il en aille différemment en Suisse. Le courant photovoltaïque n'est donc pas une solution pour assurer le chauffage des bâtiments à l'électricité par l'inter-

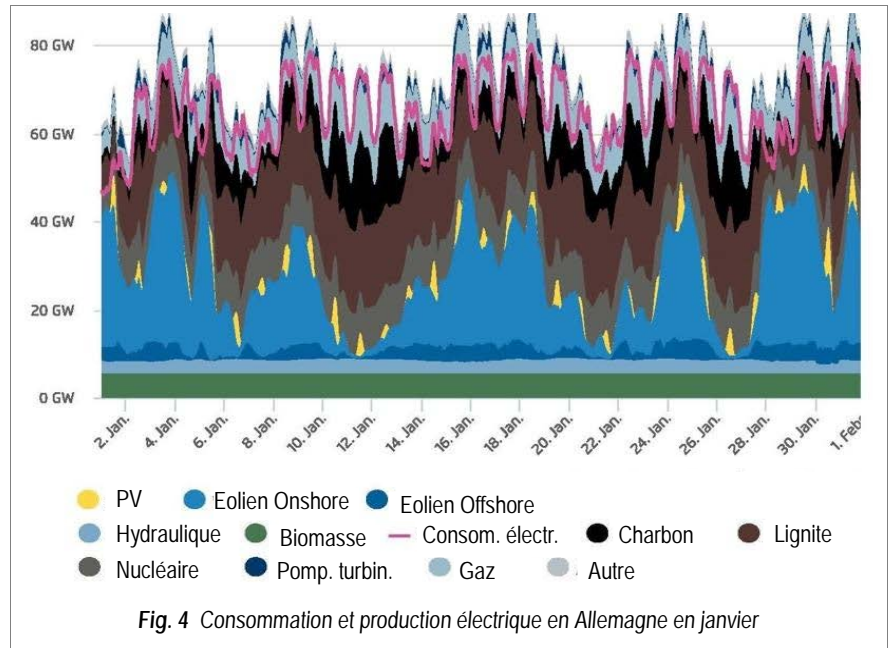


Fig. 4 Consommation et production électrique en Allemagne en janvier

médiaire de pompes à chaleur.

D'ici 2022, des centrales nucléaires d'une puissance totale de 9.5GW implantées au sud du pays vont être ar-

rêtées. Dès lors l'Allemagne ne pourra plus guère nous fournir aux moments critiques.

En France

En comparaison internationale, la France affiche une très forte production d'énergie nucléaire. comme le chauffage électrique direct y est très

répandu, il arrive, par jours d'hiver froids, que l'électricité devienne une denrée très rare. De ce fait, l'approvisionnement en électricité a déjà été limité à plusieurs reprises par des cou-

pures de courant et des appels à l'épargne. En pareille situation, la France dépend elle-même d'importations d'électricité et n'a donc pas d'électricité à exporter vers la Suisse.

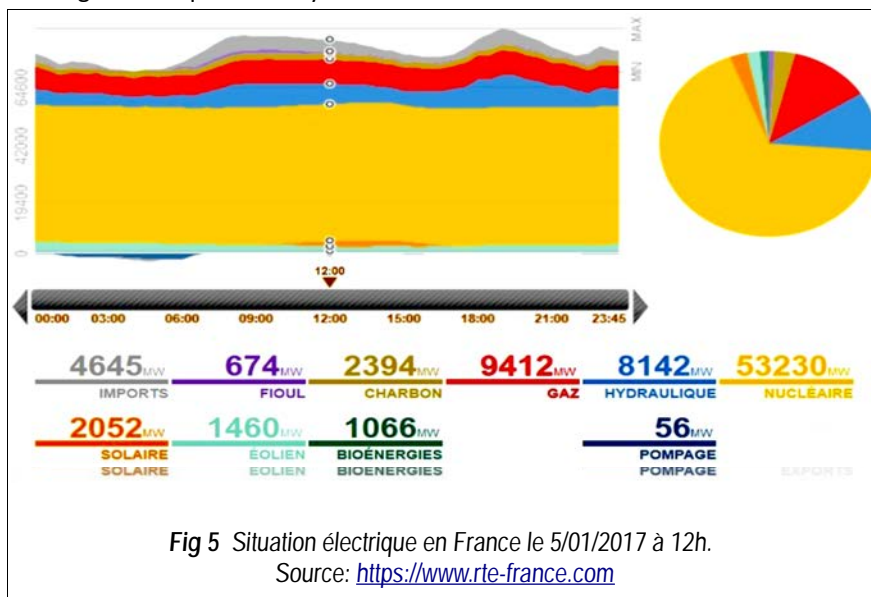


Fig 5 Situation électrique en France le 5/01/2017 à 12h.

Source: <https://www.rte-france.com>

En Autriche

Pour ce qui est de l'hydroélectricité, la situation de l'Autriche est comparable à celle de la Suisse. Ne possédant pas de centrales nucléaires, ce pays est tributaire d'électricité importée. En 2016, il a importé en moyenne annuelle près de 1 GW; certainement plus en hiver.

En Italie

L'Italie dispose d'un nombre relativement important d'installations photovoltaïques et peut s'auto-alimenter en électricité lorsqu'il y a du soleil. En son absence, le pays dépend d'importations considérables.

L'approvisionnement électrique est si vital, qu'il doit être du ressort du domaine public.

Si nous ne changeons pas de politique énergétique, la Suisse manquera d'électricité en hiver.

TROIS PRINCIPES POUR UNE SOLUTION REALISTE

1) Ménager l'usage de l'électricité en hiver

Les idées qui consistent à généraliser l'usage des pompes à chaleur pour le chauffage et à vouloir produire de l'électricité pour couvrir la quasi totalité des besoins énergétiques ne constituent pas une solution. Elles sont illusoire et engendrent de faux espoirs. La raison en est simple: il n'est tout simplement pas possible de consommer de l'électricité qui n'est pas produite exactement au moment où on en a besoin. Ces belles idées se heurtent au problème du stockage de l'électricité. Il est parfaitement illusoire de remplacer inconsiderement l'énergie fossile par de l'électricité sous prétexte qu'il est possible de produire de l'électricité avec des panneaux solaires photovoltaïques. La production photovoltaïque n'a de signification pour l'hiver seulement si elle est stockable.

Ce qui fait par contre sens est d'utiliser l'énergie, et surtout l'électricité, de la manière la plus économe et la plus efficace possible. C'est ainsi que l'électricité stockée sous forme d'énergie potentielle dans nos barrages doit être ménagée autant que possible en priorisant l'utilisation d'énergies éolienne et photovoltaïque. C'est de la sorte que les centrales à accumulation peuvent être en mesure de fournir

de l'électricité lorsque d'autres moyens de production s'avèrent insuffisants. Ce service, d'intérêt général doit être rétribué. Cela vaut aussi pour des installations photovoltaïques qui sont en mesure de fournir du courant lorsque ce dernier se fait rare.

2) Faire jouer l'offre et la demande

Il faut que le prix de l'électricité soit variable en fonction du marché. Et ceci jusqu'à l'utilisateur final. Ainsi s'il manque d'électricité, son prix augmentera jusqu'à ce que la demande diminue.

3) En finir avec les subventions

Les subventions assorties de conditions souvent bien intentionnées, mais discriminatoires et capricieuses, faussent le marché et sont absolument contre-productives. La frénésie réglementaire qui sévit aujourd'hui met à mal le plaisir de ceux qui travaillent dans le domaine des énergies renouvelables ; parfois jusqu'à l'abandon. La transition énergétique ne peut aboutir qu'en parvenant à une collaboration constructive : selon la devise « un pour tous, tous pour un ».

SOLUTIONS TECHNIQUES

1) Réduire la consommation

- améliorer l'isolation des maisons et y installer des systèmes de chauffage à basse température
- utiliser des véhicules électriques légers pour le trafic individuel. Les bolides électriques n'ont absolument rien à voir avec la transition énergétique
- remplacer tous les chauffages électriques directs
- découpler ponctuellement les grands consommateurs thermiques fonctionnant à l'électricité. Ces installations doivent disposer d'une source d'alimentation alternative, idéalement d'une installation de couplage chaleur force.

2) Le solaire thermique

Utilisée de manière adéquate, l'énergie solaire thermique est la technologie la plus respectueuse de l'environnement et la plus efficace pour générer de la chaleur, directement stockable et consommable sur place. Son stockage est simple et peut même être à long terme (saisonnier). En comparaison avec l'utilisation de pompes à chaleur, l'énergie solaire thermique permet d'économiser beaucoup d'électricité.

3) Le solaire photovoltaïque

La pose de panneaux photovoltaïques est possible pratiquement partout, car elle n'est pas tributaire d'un bâtiment. De ce fait les toits et les façades devraient être prioritairement utilisés pour la pose de capteurs thermiques



qui eux doivent justement rester liés au bâtiment auquel ils fournissent de la chaleur.

Les panneaux photovoltaïques devraient quant à eux, par principe, être orientés de manière à obtenir le rendement hivernal le plus élevé possible, car c'est à ce moment que le besoin en électricité est le plus grand. Des rendements nettement plus élevés peuvent être obtenus dans les zones rurales en altitude, par exemple dans les Préalpes. Dans ces zones l'irradiation est en effet nettement plus forte. En plus le smog et le brouillard y sont moindre qu'en plaine. Les climat moins chaud et plus venteux qui y règne augmente le rendement des panneaux PV. Des installations dans le terrain sont judicieuses dans de telles zones. Toujours est-il qu'une augmentation même massive de la production photovoltaïque ne saurait assurer notre approvisionnement énergétique en hiver.

4) L'énergie éolienne

Le potentiel hivernal des éoliennes est plus grand que celui du photovoltaïque. Il peut avantageusement remplacer une partie du potentiel hydroélectrique à accumulation afin que ce dernier reste disponible quand il n'y a pas d'autres ressources en suffisance.



5) L'énergie bois

Le bois, source d'énergie stockable, est appelé à jouer un rôle essentiel pour la transition énergétique. Il doit toutefois être utilisé de manière économe et judicieuse quand les autres énergies renouvelables manquent. Le bois destiné à la production de chaleur est disponible en quantité suffisante s'il est utilisé intelligemment.



6) Le couplage chaleur-force

Pour les grands systèmes thermiques, les installations chaleur-force doivent devenir obligatoires. Mais celles-ci ne seront en service seulement tant que leurs rejets thermiques sont entièrement utilisables. L'électricité sera ainsi automatiquement produite au moment opportun, consommée sur place, le surplus pouvant bien sûr être injecté dans le réseau. Le couplage chaleur-force, appelé aussi cogénération, utilisé à bon escient est une technologie efficace. Elle contribue à assurer une alimentation électrique constante à l'échelle nationale, permet par effet de lissage un recours accru aux énergies renouvelables et favorise ainsi la réduction des émissions de CO₂.

En cas de pénurie électrique, les pompes à chaleur air/eau devraient être alimentées exclusivement par des centrales de cogénération décentralisées dont la chaleur rejetée peut être entièrement utilisée. Utilisées à bon escient selon les critères ci-dessus, les centrales de cogénération profitent à tous. Par conséquent, la réalisation de ce genre d'installations ne devrait pas être entravée par des exigences inatteignables concernant les gaz d'échappement.



CONCLUSION

Avoir assez d'électricité en hiver est un défi qui ne concerne pas que la Suisse. Les pays limitrophes sont confrontés aux mêmes exigences. Essentiellement en hiver, l'électricité peut devenir temporairement une denrée très rare d'un jour à l'autre. Lorsque cela arrive, qui pourra et voudra fournir de l'électricité à un pays voisin si certaines élections se remportent grâce à un slogan du genre "notre pays d'abord". La possibilité d'importer de l'électricité dépend à la fois des capacités de réserve instantanée à l'étranger et des lignes de transport adéquates.

Si nous voulons vraiment convertir notre approvisionnement énergétique et économiser l'énergie, il est primordial de recourir le moins possible à l'électricité. Ceci vaut avant tout pour l'hiver. Notre situation énergétique, et la nécessaire transition énergétique, doivent être abordées de la façon la plus objective possible, car ne pas regarder les choses en face c'est tabler sur des illusions qui conduisent à l'échec de la transition énergétique.

Si la multiplication du photovoltaïque donne lieu à un accroissement général du recours à l'électricité, qu'on le veuille ou non, celle-ci ne pourra être produite qu'avec

de l'énergie d'origine fossile et nucléaire. Un approvisionnement en énergie, qui soit garanti même pour l'hiver, va nécessiter des investissements conséquents.

Relever ce défi financier à l'interne de notre propre pays sera de loin la meilleure solution du point de vue économique. En effet cela crée de nombreuses places de travail et une grande part de la valeur ajoutée reste au pays.

Il n'y a pas de production d'électricité sans impact environnemental. Le photovoltaïque n'y échappe pas. Cet impact doit être mis en relation avec celui de la production conventionnelle d'énergie, à remplacer. Nous devons chercher des solutions qui résistent à une analyse globale.

Les subventions sont généralement contre-productives et font plus de mal que de bien. Elles conduisent à construire des installations beaucoup trop coûteuses, car optimisées en termes de subventions et non d'énergie. Cela freine l'innovation. Le devoir de l'Etat est de mettre en place une profonde réforme fiscale reposant sur des critères écologiques.

Josef Jenni

Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse 2017

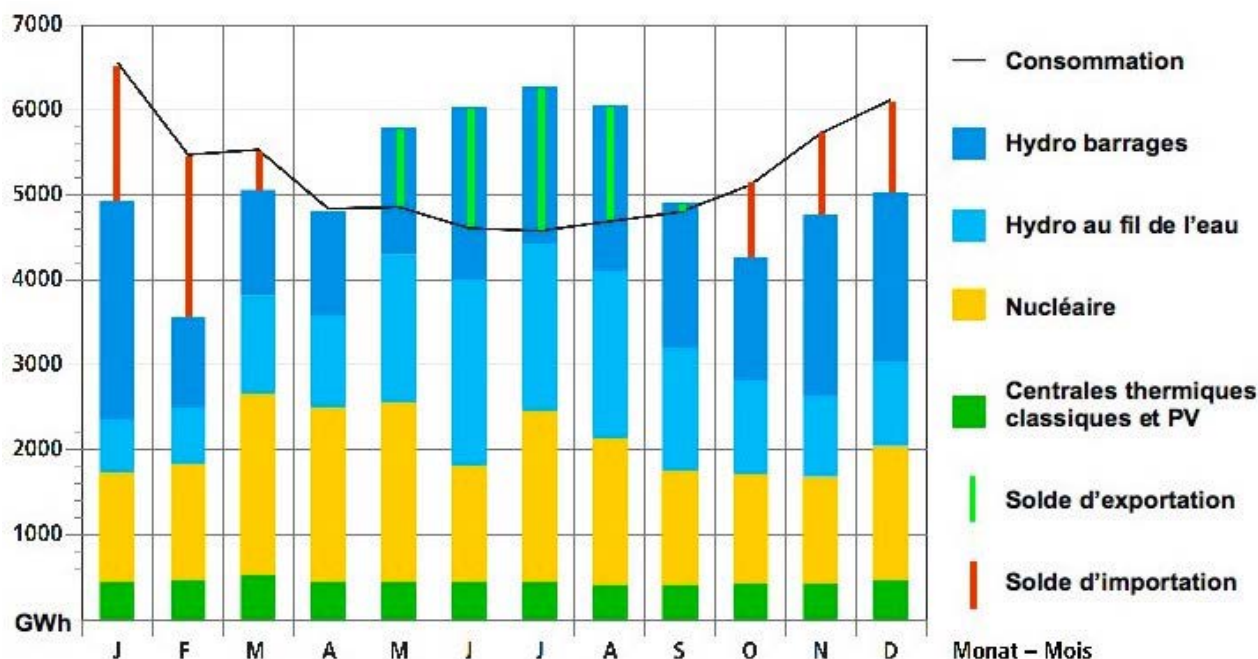
Tabl. 1 >>Fig. 6 Doc. original >> www.sebasol.ch/documents

Périodes	Production d'électricité								Consommation		
	Hydroélectrique				Nucléaire	Autre ***	Dédution pompage-turbinage	nette	+ import - export	Perte entre production et consom.	finale
	Fil de l'eau	Barrages	Remplis.*	Total							
	GWh		%	GWh					GWh		
Janvier	627	2572	26.9	3199	1293	437	199	4730	+ 1830	413	6147
Février	669	1056	19.7	1725	1369	465	246	3313	+ 2161	386	5088
Mars	1158	1246	14.2	2404	2129	522	289	4766	+ 763	382	5147
Avril	1083	1240	10.7	2323	2059	434	240	4576	+ 256	366	4466
Mai	1741	1504	23.1	3245	2101	449	372	5423	- 567	348	4508
Juin	2188	2034	52.2	4222	1360	452	475	5559	- 951	309	4299
Juillet	1981	1848	67.7	3829	2017	433	482	5797	- 1222	342	4233
Août	1983	1944	83.0	3927	1706	415	453	5595	- 905	346	4344
Septembre	1449	1706	87.3	3155	1340	411	362	4544	+ 251	335	4460
Octobre	1110	1457	82.7	2567	1287	421	366	3909	+ 1205	372	4742
Novembre	960	2121	66.6	3081	1252	425	354	4404	+ 1321	385	5340
Décembre	997	1992	50.9	2989	1586	458	322	4711	+ 1408	410	5709
Année civile 17	15'946	20'720		36'666	19'499	5'322	4'160	57'327	+ 5'550	4'394	62'877
Oct.16–mars 17	5017	9747		14764	8613	2746	1372	24751	+ 9754	2347	32158
Avril 17–sept. 17	10425	10276		20701	10583	2594	2384	31494	- 3138	2046	26310
Année hydr. **	15442	20023		35465	19196	5340	3756	56245	+ 6616	4393	58458

* Degré de remplissage des barrages fin de mois cf. Fig. 7 ** année hydrologique: oct à sept *** Centrale thermique classique + PV

Production électrique mensuelle par secteurs et consommation

Fig. 6 >>Tab 1



Consommation par consommateurs

Tabl. 2 >>Fig. 2 Doc. original www.sebasol.ch/ / ...

Catégories de consommateur	Consommation finale en GWh	% de la consom. totale
Ménages	66'863 GWh	28.2
Industrie	43'283 GWh	18.2
Services	39'444 GWh	16.6
Transport	85'511 GWh	36
Différence statist. + agriculture	2'205 GWh	-
Total	237'306 GWh	100



Fig. 7 >>Tab. 1 Degré de remplissage des barrages en 2016 et 2017 en %

Statistique énergétique suisse 2016

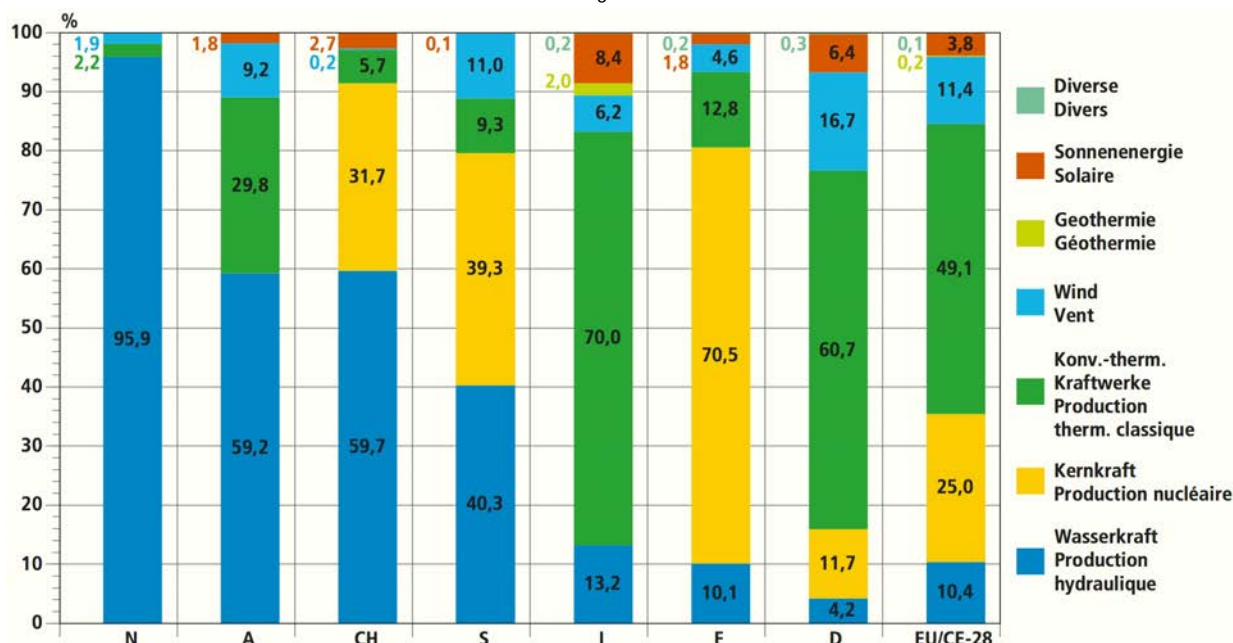
Tabl. 3 >>Fig. 1 Doc. original www.sebasol.ch/ / ...

Agents énergétiques	Consom. en GWh	% de la consom. totale
Combustibles pétroliers *	38'122	16.1
Mazout	36763	15.5
Autres	1.359	0.6
Carburants **	81'061	34.2
Essence	28541	12
Aviation	20602	8.7
Diesel	31916	13.4
Electricité	58'239	24.5
Gaz	32'563	13.7
Autres	27'319	11.5
Charbon	1330	0.6
Bois	10966	4.6
Chal. à distance	5444	2.3
Déchets industr.	10790	1.3
Carburant biogène	2997	0.4
Biogaz ***	486	0.2
Soleil	680	0.3
Chaleur ambiante	4425	1.9
Consommation totale	237'306	100

* = 3'209'000 tonnes ** = 6'801'000 t *** % de la consommation totale
 **** en 2016, 277 GWh ont été injectés dans le réseau de gaz naturel. Ils sont comptabilisés sous gaz.

Structure de production électrique de divers pays en 2017

Fig. 8



LE SOLAIRE THERMIQUE + BOIS

Chauffer une maison bien isolée et avoir l'eau chaude toute l'année grâce à 18 m² de capteurs solaires thermiques et 1 à 3 stères de bois, bûches ou pellets, c'est possible et ne nécessite pas plus de 100 kWh d'électricité à l'année.



Un champ de capteurs Sebasol

Les **capteurs solaires thermiques** chauffent l'eau du stock. D'une entre-saison à l'autre, le soleil produit toute l'eau chaude nécessaire. En hiver, le bois, stock d'énergie renouvelable neutre en CO₂, fournit via une poêle hydraulique de la chaleur selon les besoins liés aux conditions météo. Ce dernier, placé dans l'appartement, chauffe à la fois son environnement direct et le stock d'eau lorsque le solaire n'y suffit pas. Nul besoin de constamment mettre du bois au feu, car l'énergie d'un bon feu au moment opportun est stockée dans un réservoir d'eau d'où la chaleur alimente les radiateurs en tout temps.



Un poêle hydraulique "Momo"

Une maison équipée de la sorte a déjà opéré la transition énergétique. Elle n'hypothèque pas la fourniture d'électricité hivernale. Et ses émissions CO₂ sont minimales. En 20 ans, fabrication, entretien et recyclage compris l'énergie fournie à la maison est à raison de 80 à 90 % d'origine renouvelable. L'association Sebasol propose la réalisation de ce type d'installation en autoconstruction ou en clé-en-main.



EN SAVOIR PLUS Statistiques et divers liens >> www.sebasol.ch/plus/documents

IMPRESSUM Document original: Jenni Energietechnik; Traduction et adaptation française: Miro Luginbühl, Rolf Hausherr, Jean Marschall; Editeur: Sebasol