Analyser et concevoir les systèmes énergétiques du futur

Autor(en): **Maréchal, François**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **104 (2013)**

Heft 3

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-856466

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Analyser et concevoir les systèmes énergétiques du futur

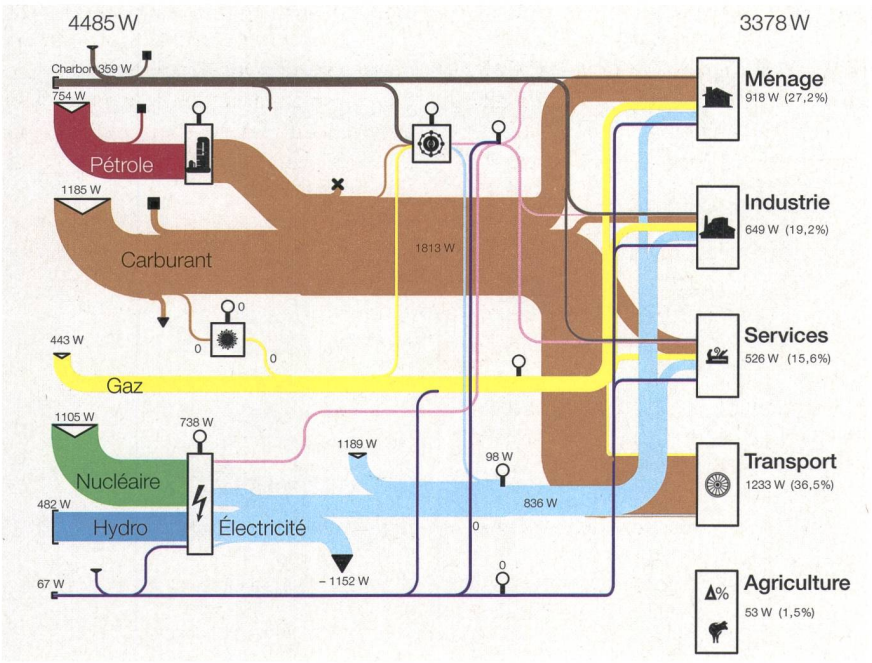
Méthode et application au concept de la société à 2000 W

La conception du futur système énergétique de la Suisse est un défi pour les ingénieurs. Afin de soutenir le développement de technologies de conversion d'énergie intégrant les ressources renouvelables, ainsi que de systèmes énergétiques les valorisant au mieux, l'EPFL met au point des outils d'aide à la décision basés sur des méthodes de simulation et d'optimisation avancées. Cette approche est illustrée par plusieurs exemples, dont celui d'un système énergétique répondant aux critères d'une société à moins de 2000 W.

François Maréchal

L'accident de Fukushima et le réchauffement climatique ont induit des décisions politiques qui ont mis en lumière l'importance de l'énergie pour notre société. Si dans les médias, les problèmes de l'impact environnemental, de la sécurité d'approvisionnement, du coût de l'énergie et de l'héritage pour nos enfants sont souvent mis en exergue, pour l'ingénieur, cette problématique se pose comme un défi. Quelles sont les meilleures solutions technologiques pour satisfaire les besoins de la société avec les ressources dont nous disposons sans atteinte à notre bien-être, à notre croissance, ni à la qualité de notre environnement, et ce, sans pénaliser l'avenir de nos enfants ? Pour y répondre, l'ingénieur se doit d'adopter une approche systémique, de disposer d'indicateurs pertinents et d'intégrer les développements technologiques de plus en plus nombreux.

Dans cet objectif, le groupe de recherche « Industrial Process and Energy Systems Engineering » de l'EPFL développe des outils d'aide à la décision pour analyser et concevoir les procédés et systèmes énergétiques du futur. Cet article présente la démarche suivie, ainsi que des exemples illustrant l'intérêt de cette approche notamment pour la conception du futur système énergétique de la Suisse dans la perspective de la société à 2000 W sans nucléaire avec moins d'1 t/an/hab. d'émissions de CO_2.



EPFL, adapté de [1]

Figure 1 Le système énergétique de la Suisse en 2011.

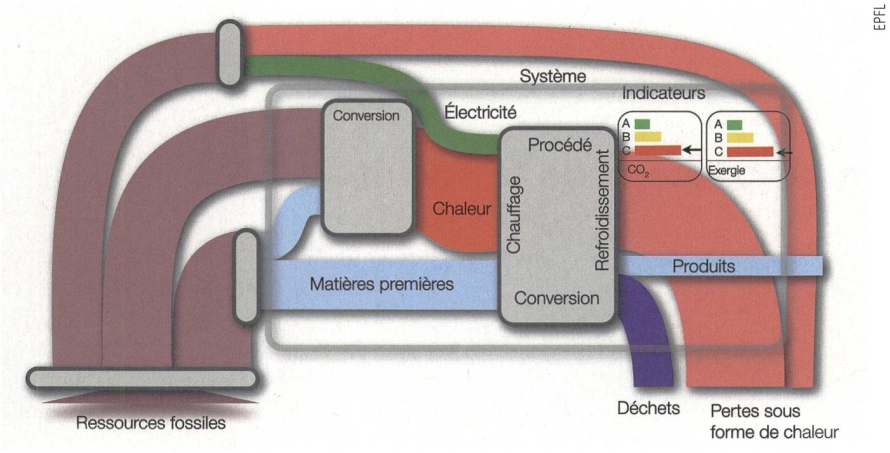
Représentation des systèmes énergétiques

La figure 1 présente les flux d'intensité énergétique de la Suisse en 2011 [1], exprimés en Wan/an/hab. selon le concept de la société à 2000 W [1]. Les ressources énergétiques importées ou endogènes sont converties (centrales électriques, raffineries, etc.) puis distribuées sous forme de carburant, d'électricité ou de gaz aux utilisateurs finaux (ménages, industrie, entreprise de service, etc.) afin de pourvoir aux services requis : habitat, mobilité, produits industriels. Cette analyse statistique permet de définir une consommation énergétique globale de 4485 Wan/an/hab. et de calculer un rendement global pour la conversion de 75 %.

D'une manière très schématique (figure 2), chaque élément d'un système énergétique peut être décrit comme un processus de conversion de matières premières (dont les ressources énergétiques) en produits ou services énergétiques. Dans ce processus, l'énergie sous différentes formes telles que la chaleur, le travail ou l'électricité, est employée comme moteur de la conversion. Elle doit donc être produite à partir de ressources énergétiques et distribuée pour être finalement utilisée dans le processus de production. Le rendement de la conversion et donc l'efficacité du système énergétique dépendent de la capacité qu'auront les ingénieurs à comprendre l'énergétique du système et à optimiser les processus de conversion et d'utilisation de l'énergie.

Analyser les systèmes de conversion d'énergie

La méthode développée pour analyser et comprendre l'énergétique des systèmes de conversion d'énergie consiste en la



EPFL

Figure 2 Le système de conversion d'énergie.

succession parfois itérative des étapes suivantes [2].

Définition de la demande énergétique

La première étape consiste à caractériser le type, la quantité, la qualité et la temporalité des demandes énergétiques du système étudié. Cette analyse permet de déterminer les options technologiques aptes à répondre à ces demandes. Il en résulte une liste d'options qui interagissent les unes avec les autres. Le modèle défini devra tenir compte de la dimension temporelle de la demande, ainsi que des impacts environnementaux induits par ces décisions en intégrant le cycle de vie des produits utilisés et les émissions correspondantes.

Choix des processus thermo-chimiques de conversion d'énergie

Les processus de conversion d'énergie ont pour objectif de changer la forme de l'énergie. A partir de la définition en quantité, qualité, disponibilité, impact environnemental et coûts des ressources d'énergie disponibles, il est nécessaire d'étudier les divers processus de conversion possibles et les technologies qui permettent de les réaliser. Une approche multiservice est dès lors indispensable afin de pouvoir profiter de synergies lorsqu'il s'agit de fournir plusieurs produits ou services simultanément.

Chaque processus de conversion sera défini par un modèle mathématique permettant de calculer son rendement de conversion, son coût d'opération et d'investissement et son impact environnemental en étudiant son cycle de vie complet.

Bases de données

Compte tenu de la complexité du système, il est important de structurer l'information et d'y accéder par l'utilisation de bases de données de différents types :

- la base de données du problème, qui comprend les informations géographiques permettant de caractériser tant les demandes que les ressources dans un contexte géolocalisé [3] ;
- la base de données des technologies, qui réunit l'ensemble des modèles mettant en relation les demandes et les performances thermo-économiques des technologies de conversion d'énergie ;
- la base de données d'inventaire de cycle de vie, qui permet le calcul de l'impact environnemental (émissions liées à la production des équipements, à l'utilisation et l'extraction des ressources, au démantèlement et au traitement des déchets).

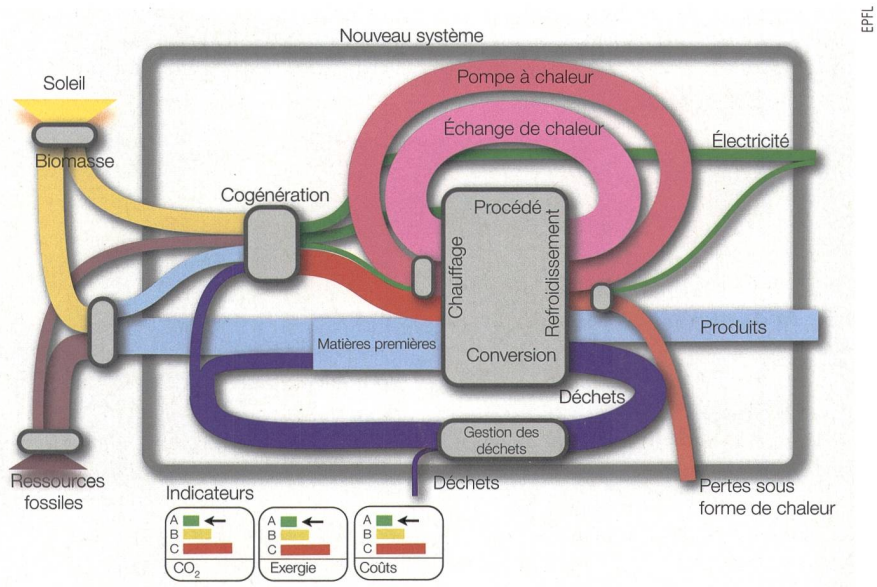
Ces données ainsi structurées permettent de définir le contexte, les frontières et les éléments du système, tout comme les objectifs du problème à résoudre.

Intégration énergétique et génération de superstructures

L'énergétique vise à comprendre la manière dont l'énergie est utilisée dans les processus de conversion et d'utilisation de l'énergie. Elle s'appuie sur deux notions importantes :

- Le premier principe de la thermodynamique, qui indique que tant la matière que l'énergie se conservent. L'énergie qui entre dans un système de conversion devra donc le quitter sous différentes formes : chimique, électrique ou thermique.
- Le second principe de la thermodynamique exprimé en énergétique par le concept d'exergie [4]. En référence à l'environnement, l'exergie représente la quantité maximale de travail qu'il soit possible de produire à partir d'un état thermodynamique ou d'une source d'énergie. Par extension, comme les processus sont réversibles, ce concept permet également de quantifier la quantité minimale de travail qui sera nécessaire pour fournir un service énergétique.

La combinaison de ces deux principes conduit les ingénieurs à étudier la chaîne de conversion de l'énergie et à combiner les processus afin de réaliser la conversion la plus efficace possible, par exemple en récupérant l'énergie excédentaire d'un processus pour satisfaire les besoins d'un autre. Pour ce faire, il est nécessaire de



EPFL

Figure 3 Nouveau système de conversion d'énergie bénéficiant de l'intégration énergétique.

disposer d'outils qui permettent de modéliser toutes les interactions possibles au sein du système, qu'elles soient au niveau de la matière ou de l'énergie.

Les méthodes du design automatique des procédés et les techniques de l'intégration énergétique (théorie du pincement [5]) permettent d'identifier les meilleures solutions, alors que les techniques de génération de superstructures et de recherche opérationnelle permettent de générer de manière systématique les meilleures combinaisons d'équipements au sein du système. Le système générique présenté dans la **figure 2** peut ainsi être remplacé par celui de la **figure 3**, combinant grâce à l'intégration énergétique, efficacité des procédés, récupération de chaleur, cogénération, pompes à chaleur, conversion des déchets et intégration des énergies renouvelables.

Dimensionnement et estimation des coûts

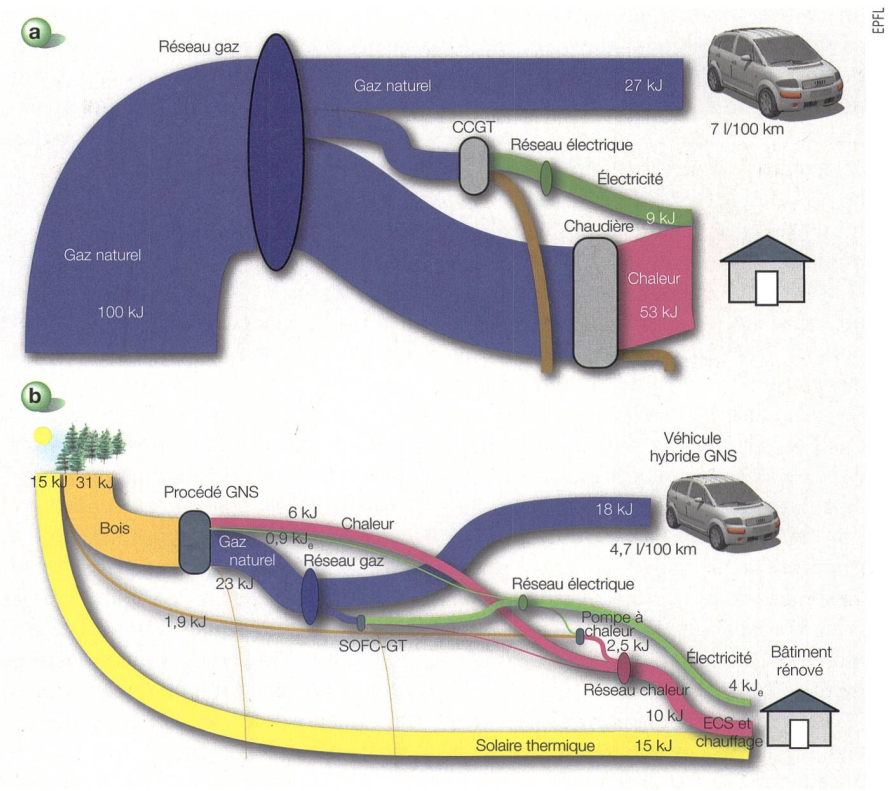
Une fois les équipements sélectionnés et la configuration du système de conversion établie, il s'agit de calculer leur taille et l'investissement qui y est associé. Le dimensionnement dépend de la dynamique du système puisqu'il est nécessaire de considérer les variations des demandes, de la disponibilité des ressources et des stratégies de pilotage du système. Il est lié aux synergies au sein des systèmes lorsque plusieurs technologies de conversion sont utilisées, ainsi qu'à l'utilisation de techniques de stockage.

Indicateurs de performances

La qualité du système énergétique peut alors être caractérisée par différents indicateurs :

- Le coût total du système est calculé en prenant en compte les coûts opératoires, de maintenance et le coût d'investissement.
- Les rendements thermodynamiques : le rendement énergétique caractérise la quantité d'énergie utile produite et quantifie les pertes du système, alors que le rendement exergétique permet de caractériser la qualité de la conversion de l'énergie dans le système.
- L'impact environnemental basé sur une analyse du cycle de vie permet d'étendre les frontières du système et d'en caractériser la performance globale.

Les indicateurs de performances seront utilisés comme objectifs dans le travail d'optimisation et comme critères d'évaluation dans le processus de sélection de la meilleure solution.



EPFL

Figure 4 Exemples de systèmes énergétiques pour un ménage : (a) système traditionnel basé sur du gaz naturel avec production d'électricité par une centrale gaz à cycle combiné (CCGT), (b) système avancé à base d'énergies renouvelables.

Optimisation multi-objectif

La génération des solutions consiste à définir la valeur des variables de décision du problème, telles que l'existence des équipements, leur taille et leurs conditions opératoires. Un outil d'optimisation multi-objectif basé sur des algorithmes évolutifs [6] est utilisé pour explorer l'espace des décisions possibles et générer de manière systématique des solutions dites « Pareto optimales » dans le domaine d'objectifs conflictuels. Cette approche permet par exemple de confronter les coûts d'investissement et les coûts opératoires, le rendement thermodynamique et l'impact environnemental.

Analyse des solutions

Une analyse multicritère permet de comparer les différentes solutions obtenues et d'identifier la solution finale. Afin de comprendre et de vérifier la pertinence des solutions proposées, des représentations graphiques permettant de visualiser la qualité de l'intégration, d'analyser les flux de matière ou d'énergie, et/ou d'identifier les contributions principales à l'impact environnemental seront utilisées.

Exemples d'application

La méthode présentée ci-dessus a été notamment utilisée pour le développement de nouveaux procédés de production d'électricité, tels qu'un système hybride turbine à gaz/pile à combustible présentant une efficacité électrique de plus de 80 % tout en séparant le CO_2 [7,8] ou encore un système destiné aux pays sous stress hydrique visant à produire de l'électricité par un procédé thermique à haute température en limitant l'utilisation d'eau comme source froide [9].

Vers le système énergétique du futur

Cette méthode a aussi permis de proposer une alternative **(figure 4)** au système énergétique d'un ménage moyen suisse dont les besoins sont fournis à partir de gaz naturel en le remplaçant par un système avancé basé sur l'utilisation des énergies renouvelables (soleil, biomasse et chaleur du sol). Ce dernier offre des services énergétiques identiques grâce à la mise en œuvre de nouvelles technologies de conversion.

Pour le même confort, les besoins de l'habitation sont tout d'abord diminués (meilleurs équipements, contrôle et isolation) [3]. L'électricité est fournie par

un système hybride pile à combustible à oxyde solide/turbine à gaz à cogénération (SOFC-GT) [7] dont la chaleur résiduelle est utilisée sur un réseau de chauffage urbain. Ce dernier collecte également la chaleur résiduelle issue de la production de gaz naturel de synthèse (GNS) à partir de bois, celle d'une pompe à chaleur et la chaleur solaire [3,10]. Dans ce calcul, la disponibilité du soleil qui ne permet pas de fournir plus de 60 % des besoins annuels de chaleur et d'eau chaude sanitaire (ECS) de la maison rénovée est prise en compte [11]. Le gaz naturel est utilisé dans un véhicule hybride à gaz naturel ce qui permet de réduire sa consommation de 32 % [12]. Le nouveau système remplace ainsi 100 kJ de gaz naturel fossile par 48 kJ d'énergie renouvelable dont 31 kJ de bois, 15 kJ de solaire thermique et 2 kJ de chaleur de l'environnement.

Dans les procédés considérés, le captage du CO_2 est possible tant lors de la production du gaz naturel de synthèse [13] que lors de celle de l'électricité. Si un site de séquestration existe, ce système présentera donc un bilan négatif de CO_2. Le déploiement d'une telle configuration requiert le développement des infrastructures des réseaux de gaz naturel, d'électricité, de chaleur et de CO_2. Ceci suppose une bonne maîtrise de la planification [3,10,14] et de la gestion de ces réseaux [15,16]. A noter que la solution présentée n'est bien entendu qu'une possibilité parmi l'ensemble de solutions qui peuvent être proposées.

La Suisse à moins de 2000 W

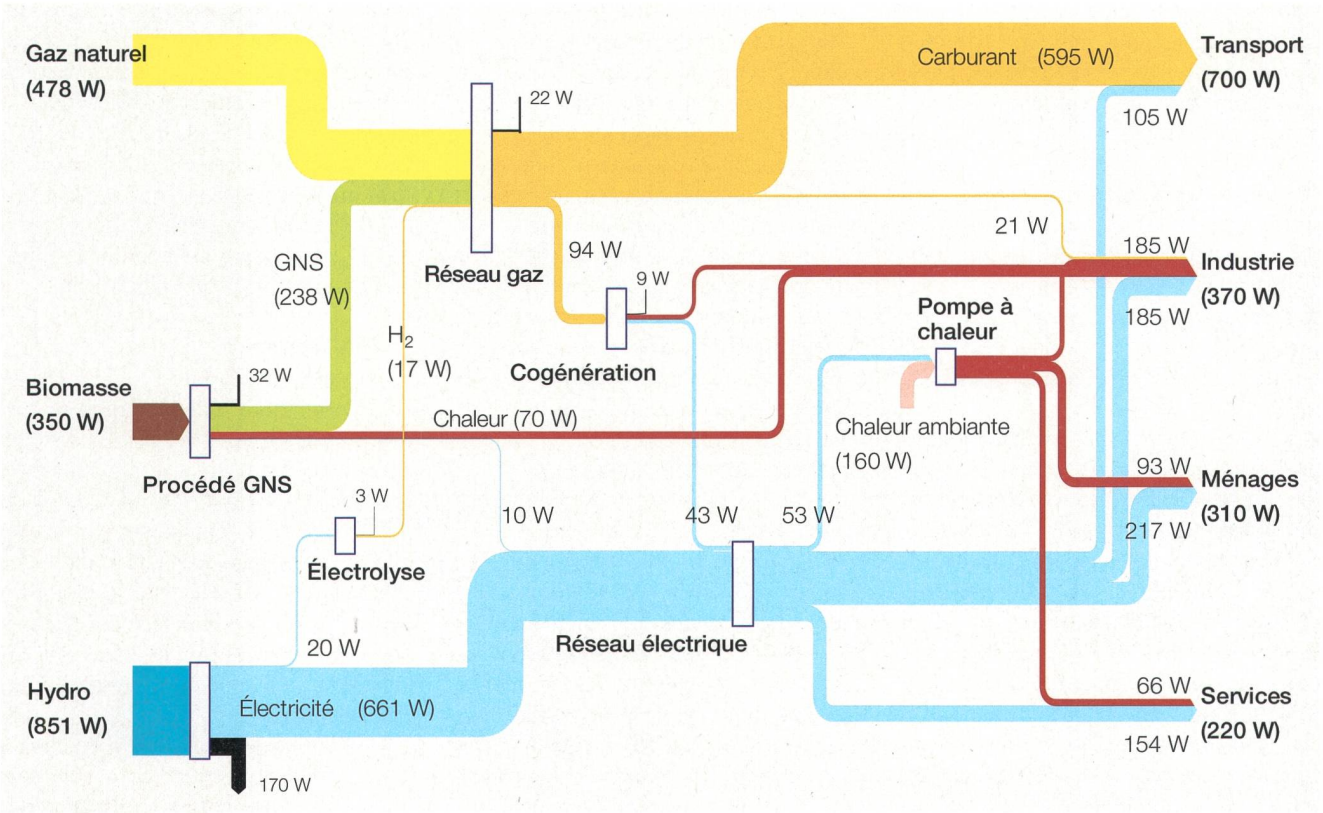
Sur la base de l'analyse du développement des technologies, de la disponibilité des ressources endogènes [17] et de la réduction de la demande [18], il est possible de recalculer le système énergétique de la Suisse présenté à la **figure 1**. La **figure 5** illustre une option permettant d'atteindre une consommation énergétique de 1600 Wan/an/hab. pour une consommation d'énergie primaire de 1679 Wan/an/hab. et des émissions de CO_2 d'1 t/an/hab.. La seule énergie importée est le gaz naturel qui représente 30 % de la consommation finale, mais dont la quantité importée reste similaire aux valeurs actuelles alors que la quantité distribuée est bien supérieure.

La connaissance des technologies permet également d'estimer l'investissement requis. Dans ce cas, il correspondrait approximativement à 500 CHF/hab. pour la conversion de la biomasse endogène de la Suisse [20]. Outre la création d'emplois pour la collecte, la conversion et la distribution de cette énergie renouvelable, cette solution permettrait à elle seule de réduire de 13 à 24 % les émissions de CO_2 dans le cas où le biogaz produit serait utilisé dans des véhicules performants.

Conclusions

Notre société doit aujourd'hui relever les défis de la nouvelle stratégie énergétique et les ingénieurs ont pour mission de proposer des solutions technologiques adéquates. L'ingénierie des procédés et l'intégration énergétique permettent à ces derniers de concevoir et caractériser d'un point de vue thermo-économique les solutions technologiques innovantes qui formeront le système énergétique du futur.

Cette méthode s'applique à l'analyse des procédés industriels et des systèmes énergétiques, ainsi qu'au développement de nouvelles technologies de conversion d'énergie. Elle est également appliquée pour la mise en œuvre de ces technologies et leur intégration dans les systèmes énergétiques urbains ou industriels. La solution passe par une vision holistique qui étudie l'énergétique du système dans son ensemble et propose des solutions adaptées à chaque situation afin de valoriser au mieux les opportunités et les synergies identifiées pour le système étudié.



EPFL [19]

Figure 5 La Suisse à moins de 2000 W.

Zusammenfassung

Analyse und Entwurf von künftigen Energiesystemen

Methode und Anwendung auf das Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft

Der Entwurf des künftigen Energiesystems der Schweiz stellt für Ingenieure eine Herausforderung dar. Um die Entwicklung von Technologien zur Energieumwandlung unter Einbindung der erneuerbaren Energien zu unterstützen sowie von Energiesystemen, die diese optimal nutzen, entwickelt die EPFL (Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne) Tools zur Entscheidungsfindung, die auf fortschrittlichen Simulations- und Optimierungsmethoden basieren. Die Methode geht von einer ganzheitlichen Vision aus, die die Energetik des Systems als Ganzes untersucht und situationsgerechte Lösungen vorschlägt, um die für das fragliche System erkannten Möglichkeiten und Synergien optimal zu nutzen.

Die hier vorgestellte Methode wurde für die Entwicklung neuer Stromerzeugungsverfahren sowie für die Suche nach Alternativen zu diversen bereits bestehenden Energiesystemen verwendet. Mit einem Beispiel eines Energiesystems, das die Kriterien einer Gesellschaft mit einem Verbrauch von weniger als 2000 Watt erfüllt, wird dieser Ansatz illustriert. CHe

Références

[1] Office fédéral de l'énergie: Statistique globale de l'énergie 2011. OFEN, 2012. www.bundespublikationen.admin.ch/redirect.php?lang=fr&itemnumber=805.006.11.

[2] M. Gassner and F. Maréchal: Methodology for the optimal thermo-economic, multi-objective design of thermochemical fuel production from biomass. Computers and Chemical Engineering, 33 (3), pp. 769-781, 2009.

[3] L. Girardin, F. Maréchal, M. Dubuis, N. Calame-Darbellay and D. Favrat: EnerGis: A geographical information based system for the evaluation of integrated energy conversion systems in urban areas. Energy, 35 (2), pp. 830-840, February 2010.

[4] L. Borel et D .Favrat: Thermodynamique et énergétique (Volume 1): de l'énergie à l'exergie. Presses Polytechniques Universitaires Romandes, ISBN: 2-88074-545-4, 2005.

[5] F. Maréchal: Pinch analysis. UNESCO Encyclopedia of Life Support Systems, chapter 3.19.1.7, EOLSS Publishers Co Ltd, 2008.

[6] A. Molyneaux, G. Leyland and D. Favrat: Environomic multi-objective optimisation of a district heating network considering centralized and decentralized heat pumps. Energy, 35 (2), pp. 751-758, February 2010.

[7] E. Facchinetti, D. Favrat and F. Maréchal: Innovative hybrid cycle solid oxide fuel cell-inverted gas turbine with CO_2 separation. Fuel Cells, 11 (4), pp. 565-572, August 2011.

[8] E. Facchinetti, D. Favrat and F. Maréchal: Hybrid cycle SOFC – Inverted gas turbine with CO_2 separation. Patent WO/2011/001311, 2011.

[9] Raphaël Sandoz: Thermoeconomic analysis and optimisation of air-based bottoming cycles for water-free hybrid solar-gas turbine power plants. Travail de diplôme, EPFL, 2012.

[10] S. Fazlollahi, P. Mandel, G. Becker and F. Maréchal: Methods for multi-objective investment and operating optimization of complex energy systems. Energy, 45 (1), pp. 12-22, September 2012.

[11] J. Rager, L. Girardin and F. Maréchal: Solar potential assessment on roofs of urban areas and its integration. In EPFL/UNESCO Chair International Scientific Conference on Technologies for Development, Lausanne, February 8-10, 2010.

[12] Adam Molyneaux: A practical evolutionary method for the multi-objective optimisation of complex integrated energy systems including vehicle drivetrains. PhD thesis No. 2636, STI, EPFL, Lausanne, 2002.

[13] M. Gassner and F. Maréchal: Thermo-economic optimisation of the polygeneration of synthetic natural gas (SNG), power and heat from lignocellulosic biomass by gasification and methanation. Energy and Environmental Science, 5 (2), pp. 5768-5789, 2012.

[14] L. Gerber, S. Fazlollahi and F. Maréchal: Environomic optimal design and synthesis of energy conversion systems in urban areas. Computer Aided Chemical Engineering, 30 (22nd European Symposium on Computer Aided Process Engineering), pp. 41-45, 2012.

[15] Andres Collazos, Francois Maréchal and Conradt Gaehler: Predictive optimal management method for the control of polygeneration systems. Computers and Chemical Engineering, 33 (10), pp. 1584-1592, October 2009.

[16] R.P. Menon and F. Maréchal: Optimal predictive control strategies for polygeneration systems. Chemical Engineering Transactions, 29, pp. 913-918, 2012.

[17] B. Steubing, R. Zah, P. Waeger and C. Ludwig: Bioenergy in Switzerland: Assessing the domestic sustainable biomass potential. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14 (8), pp. 2256-2265, October 2010.

[18] F. Maréchal, D. Favrat and E. Jochem: Energy in the perspective of the sustainable development: The 2000 W society challenge. Resources, Conservation and Recycling, 44 (3), pp. 245-262, 2005.

[19] Martin Gassner: Process design methodology for thermochemical production of fuels from biomass. EPFL thesis No. 4693, 2010. Doi: 10.5075/epfl-thesis-4693.

[20] M. Gassner, F. Vogel, G. Heyen and F. Maréchal: Optimal process design for the polygeneration of SNG, power and heat by hydrothermal gasification of waste biomass: Process optimisation for selected substrates. Energy and Environmental Science, 4 (5), pp. 1742-1758, 2011.

Informations sur l'auteur

François Maréchal est professeur à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Il a obtenu un diplôme d'ingénieur chimiste et un doctorat de l'Université de Liège (Belgique) dans le domaine de l'analyse et la synthèse énergétique des procédés industriels. Il a rejoint l'EPFL en 2001 où il dirige un groupe de recherche dans le domaine de l'ingénierie des procédés et des systèmes énergétiques.

SCI-STI-FM, Station 9, EPFL, 1015 Lausanne, francois.marechal@epfl.ch

[1] La société à 2000 W correspond à une société dont la consommation énergétique annuelle totale par habitant équivaudrait à la quantité d'énergie consommée par un appareil d'une puissance de 2000 W qui fonctionnerait en permanence pendant un an, d'où l'unité Wan/an/hab..

Anzeige

TECHNOLOGIE **PANORAMA**

Une adoption massive des LED est attendue dès 2014

Le 30 janvier dernier, le centre de congrès de Beaulieu a accueilli à Lausanne la deuxième édition francophone du Forum LED. Organisée notamment par l'ITG d'Electrosuisse, cette manifestation a permis aux participants de suivre de captivants exposés et de découvrir les solutions d'éclairage proposées par les nombreux exposants.

Le Forum LED s'élève au rang de tradition. Organisé chaque année au mois de janvier, tour à tour à Lausanne et à Zurich, sa formule combinant exposés et exposition rencontre un vif succès. Cette deuxième édition en terre romande n'a pas échappé à la règle puisque plus de 270 participants s'y sont rendus.

Il faut dire que le programme était bien ficelé. Mis sur pied par un comité réunissant les représentants de diverses associations et entreprises actives dans le domaine des LED, il était constitué d'exposés sur des thèmes variés et complémentaires. Des sujets aussi divers que la conception des LED et luminaires, leurs performances et applications dans les éclairages urbains et intérieurs, ainsi que les aspects écologiques et la question du recyclage ont ainsi été traités. Quelques exemples d'applications plutôt novateurs ont également été présentés.

Un marché en plein essor

Comme l'a expliqué Milan Rosina, Yole Développement, une adoption massive des LED est attendue dès l'année prochaine, et ce, grâce à des prix d'acquisition de plus en plus bas. Cependant, le développement du marché serait plus soutenu si des standards étaient mis sur pied et adoptés au niveau de la fabrication. Ceci permettrait une meilleure harmonisation de la chaîne de valeur, donc une baisse supplémentaire des prix, et laisserait en outre plus de liberté aux intégrateurs lors de la conception de projets.

L'importance de l'optique

Bien entendu, les développements technologiques jouent également un rôle majeur pour une meilleure intégration des LED. Parmi les composants en constante amélioration, le système optique revêt une importance particulière selon Michel Clerc, Erco Lighting SA. La combinaison d'une optique optimisée et de lumière projetée, plutôt que réfléchie, permet par exemple de réduire la puissance absorbée tout en offrant une flexibilité dans la forme des faisceaux apte à répondre à toutes les attentes.

Des simulations optiques, telles que celles présentées par Erny Niederer de l'Ecole d'ingénieurs de Lucerne, sont en outre un moyen efficace d'améliorer les produits tout en réduisant les coûts de développement.

Un autre moteur d'intégration : les possibilités offertes sur le plan artistique. De très jolis exemples ont été présentés par les maisons Wider Sàrl et Excel-Ray – Audio Images, tous basés sur l'utilisation de fibres optiques dont la gaine micro-perforée diffuse latéralement la lumière fournie par une source LED. Cette idée a permis l'élaboration de luminaires époustouflants, de présentoirs originaux, mais aussi de dessins lumineux intégrés dans des parois semi-transparentes en marbre acrylique.

Prix du meilleur exposant

Le Forum LED, c'est également une exposition réunissant les plus grandes et les plus innovantes entreprises du domaine. Les dernières nouveautés en termes de luminaires pour l'éclairage urbain ou professionnel, pour la mise en valeur de produits dans des magasins ou d'œuvres d'art dans des lieux d'exposition, ainsi que des solutions pour l'éclairage intérieur ou domestique, ont pu être admirées. L'occasion rêvée de prendre contact avec les acteurs du domaine et de comparer les différentes solutions...

Cette année, pour la première fois, les participants ont pu élire l'exposant qui les a le plus marqués. Cet honneur est revenu à la firme Regent Lighting. La participation au vote a également été récompensée : son nom ayant été tiré au sort, Pierre-Yves Rapaz de la Commune de Bex est reparti avec une lampe de chevet Zett gracieusement offerte par l'entreprise Baltensweiler.

L'année prochaine, le Forum LED aura lieu le 15 janvier au Kongresshaus de Zurich et il sera de retour à Lausanne en janvier 2015. Nul doute que le programme saura vous ravir ! Cynthia Hengsberger

Que ce soit pour un éclairage d'ambiance avec un design résolument moderne ...

... ou un éclairage urbain s'intégrant avec douceur dans les lieux témoins de notre passé, les LED s'adaptent à chaque situation.

Photos : CHe