



Malgré une forte consommation d'énergie, la Suède a de faibles émissions de carbone.

ÉNERGIE :

Produire de l'énergie pour un avenir durable

Technologies de pointe, abondance de ressources naturelles et longue tradition de recherche énergétique – à l'heure où le monde s'apprête à passer à des systèmes énergétiques plus durables, la Suède est en bonne place.

Dans son rapport de 2008, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) classe la Suède parmi les pays les plus avancés selon la plupart de ses critères : faibles émissions de dioxyde de carbone, forte proportion de carburants renouvelables et un marché de l'électricité performant (« La Suède est un des véritables pionniers de la libéralisation du secteur de l'électricité »). Depuis la crise pétrolière des premières années 1970, la Suède a massivement investi dans la recherche de sources d'énergie alternatives. Son plan de sortie du pétrole est en bonne voie d'avancement. En 1970, le pétrole représentait plus de 75 pour cent de l'approvisionnement en énergie ; en 2006, le chiffre était d'à peine 32 pour cent, principalement grâce au recul de la consommation de fioul domestique.

L'approvisionnement suédois en énergie provient à 43 pour cent de sources renouvelables. C'est plus que dans la plupart des pays de l'Union européenne. Une grande partie des mesures adoptées en Suède se

fondent sur la *Directive sur les énergies renouvelables*. À cela s'ajoutent les exigences du protocole de Kyoto concernant la réduction des émissions de carbone et autres gaz à effet de serre au niveau mondial et national.

La Suède a défini sa politique énergétique actuelle en 1997. Le gouvernement entendait promouvoir « une utilisation efficace et durable de l'énergie et un approvisionnement énergétique rentable » propre à « faciliter la transition vers une société écologiquement durable ». L'Agence suédoise de l'énergie a été mise en place pour conduire et surveiller cette action.

Forte consommation d'énergie – faibles émissions

La Suède est une grande consommatrice d'énergie par habitant (17 000 kWh par personne et par an). Seuls l'Islande, la Norvège et le Canada en consomment plus. Pourtant, ses émissions de carbone sont faibles par rapport aux autres pays.

Chaque Suédois rejette en moyenne 5,8 tonnes de dioxyde de carbone par an dans l'atmosphère, alors que la moyenne européenne est de 8,6 tonnes et la moyenne des États-Unis de 19,7 tonnes.

Ce faible taux d'émissions est dû à ce qu'environ 90 pour cent de l'électricité suédoise proviennent de centrales nucléaires et hydrauliques, qui ne génèrent ni l'une ni l'autre d'émissions de carbone. Les centrales de cogénération, pour la production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE), fournissent en outre 10 pour cent de la production d'électricité, et elles sont essentiellement alimentées par des biocombustibles.

Électricité renouvelable

En 2003, des certificats d'électricité verte ont été introduits en Suède pour encourager l'emploi d'énergie renouvelable. Pour être certifiée verte, l'électricité doit provenir de sources renouvelables – éolien, solaire, énergie des vagues, géothermie,

L'AVENIR DE L'APPROVISIONNEMENT EN ÉNERGIE

L'énergie renouvelable représentera dans l'avenir une part plus élevée de l'électricité aussi bien que des carburants. Et une combinaison des deux aura vraisemblablement de plus en plus de succès – par exemple, des voitures alimentées par des batteries chargées à l'électricité éolienne.

ÉOLIEN ET BIOÉNERGIE

L'énergie éolienne et la bioénergie sont appelées à se développer rapidement. La Suède a plus de forêts que la plupart des autres pays – 58 pour cent, alors que la moyenne mondiale est de 30 pour cent. Environ 90 pour cent des bioénergies actuellement utilisées en Suède proviennent du secteur forestier. Dans son rapport de 2006, la Commission contre la dépendance pétrolière prévoyait que la production suédoise de bioénergie pourrait passer de 108 TWh à 228 TWh d'ici à 2050.

SOLAIRE

Une percée est à escompter pour la technologie des cellules solaires une fois que leur coût aura baissé.

HYDROGÈNE

La production d'énergie par des piles à combustible est une autre technologie à suivre. Une pile à combustible est une pile qui, au lieu d'être rechargée à l'électricité, est alimentée par un combustible, l'hydrogène, et le produit de la combustion est de l'eau.

Pour la mise au point d'un procédé de fabrication de l'hydrogène, les scientifiques suédois cherchent à imiter la photosynthèse des plantes, un processus qui ne demande que de la lumière solaire et de l'eau. Mais il faudra encore des années avant que cette piste produise des résultats.

VAGUES

Les chercheurs du Laboratoire Ångström de l'université d'Uppsala testent actuellement un nouveau type d'énergie des vagues à Lysekil, au large de la côte ouest de la Suède, utilisant uniquement des bouées (flotteurs) et un générateur actionné par un piston. Le professeur Mats Leijon, chef du projet, prédit que l'énergie des vagues pourra un jour fournir globalement jusqu'à 2 000 TWh. Lire l'article *L'énergie des vagues au service de tous* : www.sweden.se.



PHOTO : SESSE LINDLUNK IMAGE

Voitures hybrides et carburants alternatifs sont dans les tuyaux.

biocombustibles ou petites installations hydroélectriques. Les consommateurs d'électricité doivent acheter un certain nombre de certificats verts – via leur facture d'électricité – et les producteurs reçoivent un certificat pour chaque mégawattheure (MWh) d'électricité renouvelable générée. L'objectif est d'accroître la production d'électricité renouvelable de 17 TWh (térawattheures) de 2002 à 2016. L'énergie éolienne est en outre subventionnée par des déductions fiscales en vigueur jusqu'en 2009.

L'éolien est la source d'énergie renouvelable qui a progressé le plus vite ces dernières années. La puissance installée a triplé au cours de la décennie écoulée. En 2007, le plus grand parc d'éoliennes d'Europe du Nord a été inauguré dans l'Öresund, au large de la côte sud de la Suède. Au total, 48 turbines éoliennes sont en place, générant en tout 110 MWh, ce qui répond aux besoins d'électricité de 60 000 foyers.

Carburants alternatifs

La Suède travaille activement à développer des carburants alternatifs renouvelables. La recherche sur l'éthanol, où la Suède est parmi les leaders mondiaux, a commencé dans les années 1980.

La majeure partie de l'éthanol vendu aujourd'hui provient de céréales, ce qui a diverses incidences sur le climat. Du point de vue du cycle de vie – en mesurant l'impact sur le climat tout au long de la chaîne allant de la production à la consommation – l'éthanol extrait de la canne à sucre est préférable. Les chercheurs suédois se penchent particulièrement sur la production d'éthanol à partir de cellulose, ou biocarburants de deuxième génération. Dans la plu-

part des cas, c'est un procédé plus efficace que la production à base de céréales. Mieux, ce type d'éthanol n'affecte pas les cultures alimentaires. Parmi les autres biocarburants intéressants figurent divers types de biogaz pouvant être extraits de lisier et de déchets entre autres.

L'Union européenne demande que 7,75 pour cent des carburants proviennent de sources renouvelables d'ici à 2010. En 2006, la Suède avait atteint 3,1 pour cent, principalement grâce à l'utilisation croissante de l'éthanol. Pour faire avancer les choses, une « loi sur les pompes » a été adoptée en 2006, imposant à toutes les stations-service qui vendent plus de 3 000 mètres cubes d'essence ou de gazole par an de proposer au moins un type de carburant renouvelable.

Les véhicules hybrides, c'est-à-dire les voitures pouvant fonctionner à l'électricité (batteries) et avec du carburant, ont le vent en poupe. La combinaison électricité-biocarburants est une piste prometteuse. La prochaine étape sera celle des hybrides rechargeables – des voitures équipées de batteries plus puissantes rechargées directement sur le réseau électrique. Au printemps 2008, l'Agence suédoise de l'énergie, Volvo, Saab et la compagnie d'électricité Vattenfall entre autres se sont engagés dans un projet ambitieux pour la réalisation de la prochaine génération d'hybrides rechargeables. En juillet 2008 a été annoncée une co-entreprise Suède-États-Unis pour le développement d'un nouveau type d'hybrides rechargeables.

Maîtrise de l'énergie dans l'industrie

En 2005, la Suède a lancé un programme spécial destiné à améliorer le rendement

DESIGN BASSE ÉNERGIE

L'Institut interactif de Stockholm a développé divers prototypes reflétant les comportements humains, entre autres la *Flower Lamp*, citée par le *Time Magazine* comme une des meilleures inventions de 2006. Pour que la fleur s'épanouisse entièrement, la consommation d'énergie de la maison doit être aussi faible que possible. Si la consommation augmente, la lampe ferme ses « pétales » et l'éclairage diminue.

L'exposition Visual Voltage présente d'autres concepts de design :

www.tii.se/visualvoltage.

RELEVÉ DES COMPTEURS À DISTANCE

Tous les fournisseurs d'électricité de Suède devront passer au relevé des compteurs à distance d'ici au 1^{er} juillet 2009. Les consommateurs recevront alors une facture mensuelle pour leur consommation effective d'électricité (et non comme avant pour la consommation estimée). La plupart des entreprises s'y sont déjà converties. Au total, cinq millions de compteurs électriques doivent être modifiés. La prochaine étape consistera à laisser les usagers faire eux-mêmes leur relevé, ce qui leur permettra de mieux contrôler leur consommation.

UN MARCHÉ ÉLECTRIQUE DE CLASSE MONDIALE

Depuis sa déréglementation en 1996, le marché suédois de l'électricité fait figure de modèle international, selon l'Agence internationale de l'énergie. Depuis plus d'une décennie, les consommateurs usagers sont libres de choisir leur fournisseur d'électricité. Aujourd'hui, la Suède compte plus de cent sociétés qui vendent de l'électricité aux consommateurs.

COMMERCE DE L'ÉLECTRICITÉ

Nord Pool, à Oslo, est la bourse de l'énergie où la plupart des fournisseurs d'électricité d'espace nordique s'approvisionnent en électricité pour la revendre aux consommateurs. Elle comporte un marché au comptant où les prix sont fixés heure par heure, et un marché à terme.

Étant donné la part importante de l'hydroélectricité en Norvège et en Suède, le prix de l'énergie est largement déterminé par les disponibilités en eau. Les années sèches, les réserves d'eau des centrales hydroélectriques baissent, ce qui fait monter les prix. Les années pluvieuses ont généralement un effet inverse.



PHOTO : GÖRAN GUSTAFSSON/SCANPIX

Lillgrund, inauguré en 2007, est le plus grand parc d'éoliennes du nord de l'Europe.

énergétique dans l'industrie. Ce programme, auquel participent quelque 180 industries à haute intensité d'énergie, prévoit des allègements fiscaux en échange de l'élaboration de plans énergétiques et de l'adoption de mesures pour réduire leur consommation d'énergie. À ce jour, le programme a abouti à des économies d'énergie d'environ 1 TWh par an, ce qui équivaut à quelque 500 millions de SEK (63 millions d'USD/47 millions d'EUR).

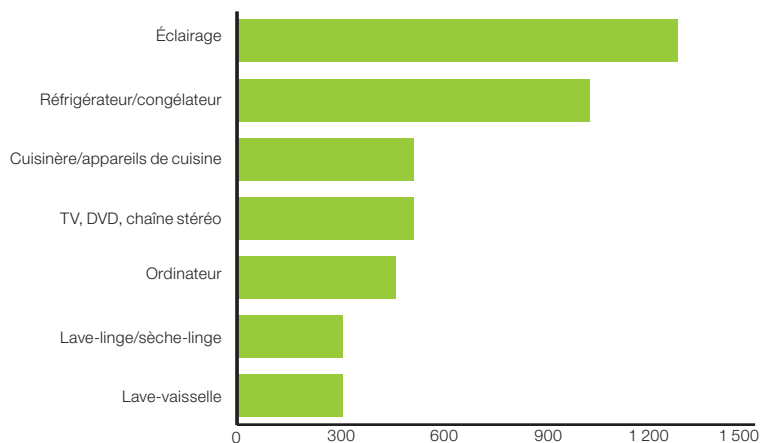
Dans le secteur du bâtiment, le gouvernement entend réduire la consommation d'énergie de 20 pour cent dans le parc immobilier d'ici à 2020 (par rapport à 1995) et de 50 pour cent par unité de surface chauffée d'ici à 2050. Cela a accru l'intérêt pour les maisons basse énergie. Les maisons passives en sont un exemple. Construites sans système de chauffage conventionnel, elles utilisent la chaleur dégagée par les

occupants. Une isolation renforcée et des systèmes de ventilation intelligents assurent une faible consommation d'énergie.

Depuis le 1^{er} janvier 2008, une loi nouvelle sur la déclaration énergétique est en vigueur en Suède. Fondée sur une directive européenne, elle s'applique à tous les propriétaires de maisons individuelles, d'immeubles collectifs et autres locaux et vise à promouvoir une utilisation plus efficace de l'énergie.

Le gouvernement investit largement dans l'information et le conseil sur la maîtrise de l'énergie à l'intention des ménages. Chaque commune – il y en a 290 en Suède – dispose d'un conseiller en énergie auquel les habitants peuvent s'adresser pour trouver des idées d'économies. Par exemple remplacer les fenêtres, utiliser des ampoules à faible consommation, changer d'installation de chauffage, entre autres. ■

Consommation d'électricité des ménages (kWh)



Les lampes et les réfrigérateurs/congélateurs sont les appareils domestiques qui consomment le plus d'électricité dans les ménages suédois.

STOCKAGE DE DIOXYDE DE CARBONE

Il est à peu près impossible à court terme de se passer des combustibles fossiles. Un moyen de rendre leur utilisation plus acceptable au regard de l'environnement est de séparer le dioxyde de carbone généré par la production d'énergie et de le stocker dans le sous-sol. (Carbon Capture and Storage, CCS).

La compagnie d'électricité suédoise Vattenfall a été l'une des premières au monde à mettre en œuvre la technologie CCS en ouvrant une installation pilote, Schwarze Pumpe, près de Berlin en septembre 2008. Vattenfall est propriétaire de plusieurs centrales à charbon en Allemagne, qui toutes ont de fortes émissions de dioxyde de carbone. Vattenfall projette maintenant d'autres installations d'essais et doit mettre en service sa première installation CCS commerciale en 2020. La Commission européenne, elle aussi, attend beaucoup du CCS.

La lutte internationale contre le changement climatique

Le protocole de Kyoto préconise une réduction des émissions de gaz à effet de serre afin d'écartier le « risque d'interférence anthropique dangereuse avec le système climatique ». Mais tous les pays n'ont pas ratifié le traité. C'est le cas notamment des États-Unis. Aux termes de l'accord, les signataires s'engagent à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre de 5 pour cent (par rapport à 1990) de 2008 à 2012.

La mesure la plus controversée concerne le commerce des permis d'émission. Le système communautaire d'échange de quotas d'émission, lancé en 2005, fixe un plafond pour les émissions de carbone dans les États membres de l'Union européenne. Ensuite, chaque État doit partager et répartir les permis d'émission à l'échelon national. En Suède, le système concerne au premier chef les grandes en-

treprises industrielles et énergétiques.

Le protocole de Kyoto prévoit des dispositifs tels que Clean Development Mechanism (Mécanisme de développement propre) et Joint Implementation (Mise en œuvre conjointe) qui permettent aux économies d'atteindre leurs objectifs concernant les émissions de gaz à effet de serre en achetant des réductions ailleurs. La Suède supervise des projets en Chine, au Brésil, en Inde et dans les pays de la Baltique qui emploient des technologies suédoises pour réduire leurs émissions de carbone. On espère qu'un nouvel accord sera prêt lors de la Conférence des Nations Unies sur le changement climatique qui se tiendra à Copenhague en novembre 2009. Le nouvel accord devrait prendre le relais du protocole de Kyoto, qui expire en 2012. ■

PUISSANCE ET ÉNERGIE

PUISSANCE = ÉNERGIE PAR UNITÉ DE TEMPS

(exprimée en watts)

- 1 kW (kilowatt) = 1 000 W
- 1 MW (mégawatt) = 1 000 kW
- 1 GW (gigawatt) = 1 000 000 kW
- 1 TW (térawatt) = 1 000 000 000 kW

ÉNERGIE = PUISSANCE X TEMPS

(exprimée en wattheures)

- 1 Wh = 1 W pendant une heure
- 1 kWh = 1 kW pendant une heure (1 kilowattheure)
- 1 MWh = 1 000 kWh
- 1 GWh = 1 000 000 kWh
- 1 TWh = 1 000 000 000 kWh

Liens utiles

- www.energimyndigheten.se – Agence suédoise de l'énergie, en charge de la politique énergétique
- www.elforsk.se – Centre de recherche-développement de l'industrie énergétique suédoise
- www.energimarknadsinspektionen.se – Inspection des marchés de l'énergie, autorité régulatrice pour les marchés de l'électricité, du gaz naturel et du chauffage urbain
- www.svenskenergi.se – Swedenergy, organisation sans but lucratif représentant le secteur de la production, de la distribution et du commerce de l'électricité en Suède
- www.naturvardsverket.se – Administration suédoise de la protection de l'environnement, en charge de la politique environnementale de la Suède
- www.vr.se – Conseil suédois de la recherche scientifique
- www.energikunskap.se – Banque de connaissances sur l'énergie développée par l'Agence suédoise de l'énergie (en suédois)
- www.energy.eu – Portail européen de l'énergie
- www.iea.org – Agence internationale de l'énergie
- www.ipcc.ch – Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
- www.managenergy.net – Initiative de la Commission européenne destinée aux agences locales et régionales de gestion de l'énergie

Publié par l'Institut suédois
 Janvier 2009 FI 3
 Dernière mise à jour : octobre 2008
 Pour plus d'informations, voir
www.sweden.se.

SI.
 Swedish Institute

Ce texte est publié par l'Institut suédois et peut être consulté sur www.sweden.se. Il ne peut être utilisé sans autorisation préalable de l'Institut suédois. Pour obtenir l'autorisation d'utiliser le texte, veuillez prendre contact avec : webmaster@sweden.se. Les photos ou illustrations ne peuvent être reproduites séparément.

L'Institut suédois (SI) est une agence publique chargée de promouvoir l'intérêt et la confiance portés à la Suède dans le monde. Il encourage la coopération et les relations durables avec les autres pays par une communication stratégique et des échanges dans le domaine de la culture, de l'éducation, des sciences et des affaires.

Pour en savoir plus sur la Suède :
www.sweden.se, l'ambassade ou le consulat de Suède dans votre pays, ou l'Institut suédois, Box 7434, SE-103 91 Stockholm (Suède)
 Téléphone : +46 8 453 78 00 Courriel : si@si.se
www.si.se, www.swedenbookshop.com