

Date de dépôt: 4 mai 2005

Messagerie

**Rapport du Conseil d'Etat
au Grand Conseil sur la motion de M^{mes} et MM. Sylvia
Leuenberger, Morgane Gauthier, Esther Alder, Christian Bavarel,
Anita Frei, David Hiler, Antonio Hodgers, Michèle Künzler, Ueli
Leuenberger, Anne Mahrer, Ariane Wisard-Blum concernant
l'inventaire des toitures pour la production d'énergie
renouvelable**

Mesdames et
Messieurs les députés,

En date du 28 février 2003, le Grand Conseil a renvoyé au Conseil d'Etat une motion qui a la teneur suivante :

*Le GRAND CONSEIL de la République et canton de Genève
considérant:*

- l'article 160E de notre Constitution ;*
- la nécessité de tout faire pour augmenter les sources d'énergie renouvelables ;*
- les fonds existants pour financer le développement des énergies renouvelables et les économies d'énergie,*

invite le Conseil d'Etat

- à effectuer l'inventaire des surfaces utilisables sur les bâtiments publics et à entreprendre une étude succincte de faisabilité technique et d'opportunité énergétique pour des installations solaires thermiques et photovoltaïques ;*
- à associer les communes qui le désirent à participer à cet inventaire pour les bâtiments qu'elles possèdent.*

1. Préambule

Globalement le rayonnement solaire incident sur la terre dépasse de 10 000 fois la consommation d'énergie mondiale journalière. Un potentiel inimaginable qu'il convient de valoriser par tous les moyens actuellement à notre disposition. Le rayonnement incident sur un panneau solaire à Genève peut être utilisé sous forme de chaleur ou transformé en électricité. C'est ainsi qu'une surface de 6 m² par habitant permettrait de générer 10 % des besoins en électricité du canton¹ tout en couvrant seulement une fraction des surfaces de toitures disponibles.

Le présent rapport met en évidence que jusqu'à 2 % de la consommation électrique du canton pourrait être produite grâce aux toitures des seuls bâtiments de l'Etat et des communes. Cependant, étant donné que la durée de vie des panneaux solaires est garantie pour 20 à 25 ans, leur installation doit impérativement être en phase avec la réfection planifiée des toitures.

2. L'énergie solaire thermique

2.1 Objectifs

Le développement de l'énergie solaire thermique vise à remplacer une part des énergies fossiles utilisées pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS). L'objectif de développement du solaire thermique tel que figurant dans le plan directeur de l'énergie est l'installation de 900 m² de panneaux par an pour le secteur immobilier et de 200 m² par an pour le secteur arts & métiers. Ceci devrait permettre d'atteindre une production de 33 TJ (9 GWh) en 2010, ce qui correspond à environ 18 000 m² de panneaux solaires (contre environ 10 000 m² en 2004). La vision à long terme du canton de Genève est l'installation de 0,5 m² par habitant, soit plus de 200 000 m².

2.2 Etat de la situation actuelle

Au contraire de l'énergie solaire photovoltaïque, qui peut être injectée dans le réseau, l'énergie solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire doit être valorisée directement dans le bâtiment sur lequel elle est installée. L'énergie solaire thermique prend toute sa signification en période

¹ La consommation d'énergie électrique de Genève est d'environ 2500 GWh par an, soit une moyenne de 6000 kWh/habitant. 1 GWh (3,6 TJ) équivaut à environ 1 million de kWh. Une installation solaire photovoltaïque de 1 kW produit 1000 kWh/an et occupe 10 à 20 m² en toiture.

estivale, quand l'ensoleillement est au maximum et que la chaudière peut être mise hors service. Ces conditions se rencontrent plutôt dans les immeubles locatifs que dans les bâtiments publics tels que visés dans la motion, car ces derniers sont composés essentiellement de locaux qui n'ont que peu ou pas de besoins en eau chaude sanitaire en période estivale (écoles, administrations, hangars, entrepôts, musées, etc.). C'est la raison pour laquelle l'étude du potentiel énergétique offert par les toitures publiques de l'Etat et des communes s'est focalisée sur les installations solaires pour la production d'énergie électrique en réseau, soit les installations solaires photovoltaïques.

Pendant, certains bâtiments publics, comme les EMS ou les centres sportifs, peuvent avoir de grands besoins en eau chaude sanitaire, de même que les bâtiments locatifs appartenant aux collectivités publiques. L'inventaire résumé plus loin comprend donc, selon l'invite de la motion, un module d'évaluation des surfaces de toitures ayant un potentiel pour le solaire thermique. Ce module est intégré dans la base de données que le service cantonal de l'énergie (ScanE) est en train de constituer et qui sera accessible dans le Système d'information du territoire genevois (SITG).

3. L'énergie solaire photovoltaïque

3.1 Etat de la situation en Suisse

Au niveau suisse, les programmes cantonaux de soutien à l'énergie photovoltaïque ont été généralement revus à la baisse. En 2003, la puissance installée et couplée au réseau (~16 MW) a progressé de seulement 5 % (dont la moitié due aux projets genevois). Plus de la moitié des cantons n'accorde plus de subventions directes pour l'énergie solaire photovoltaïque. Les offres d'énergie « verte » proposées par certaines entreprises électriques ne comportent qu'une part minimale d'électricité d'origine solaire. Aussi, pour atteindre l'objectif de SuisseEnergie en matière d'énergies renouvelables pour la production d'électricité (+500 GWh en 2010), l'énergie solaire photovoltaïque ne jouera qu'un rôle globalement marginal à l'échelle du pays.

3.2 Objectif de développement de l'énergie solaire photovoltaïque dans le canton de Genève

Le Conseil d'Etat avait déjà eu l'occasion de rapporter au Grand Conseil l'importance de l'énergie solaire photovoltaïque pour la politique énergétique genevoise dans sa réponse à la motion 1440 « demandant l'installation de panneaux solaires sur le toit de la halle 6 de Palexpo ».

Depuis lors, les Services industriels de Genève (SIG) ont clairement opté pour le développement de l'énergie solaire photovoltaïque en se fixant comme objectif d'augmenter fortement la production d'électricité solaire du canton pour atteindre 5 GWh en 2008 (ce qui correspond à 12W par personne). Cet objectif est en phase avec le Plan directeur cantonal de l'énergie qui prévoit une production de 21 TJ (6 GWh) en 2010 et le double en 2015. Ceci veut dire que le canton de Genève sera en avance par rapport à l'objectif européen qui vise à atteindre 10 W par personne en 2010. Cet objectif ambitieux montre la détermination des SIG s'agissant du développement de cette technologie. A plus long terme, l'objectif genevois est de couvrir 1 % (~0,6 m² par habitant) de la consommation électrique du canton en 2020.

3.3 Conditions cadres

Le canton de Genève a mis en place les conditions cadres pour passer d'un marché de niche, dans lequel l'énergie solaire photovoltaïque est subventionnée, à un marché de masse, dans lequel le distributeur assume l'entier de la mise sur le marché de l'énergie solaire.

C'est ainsi que, dès 1990, l'Etat a mis en place un système de subventions destinées à compenser le surcoût en énergie solaire photovoltaïque par rapport au courant conventionnel. Cette incitation a effectivement permis le déclenchement de nombreux projets d'installations solaires thermiques, mais elle n'a pas réussi à assurer un développement du solaire photovoltaïque suffisant pour atteindre les objectifs cantonaux dans ce domaine, inscrits dans la Conception générale de l'énergie 97 (CGE97). Suite au dépôt de la motion 1114 sur l'encouragement du solaire photovoltaïque, les SIG ont décidé de mettre en place, à l'instar d'autres villes suisses, un système de bourse solaire fondé sur l'existence d'une véritable demande pour une offre d'électricité 100 % solaire. Le système de subventions précité a ainsi pu être abandonné dès le 1^{er} janvier 2003. Cependant, le nombre limité de clients n'offrait pas de véritables perspectives de croissance. Constatant que, par le biais de cette filière, le taux de progression du photovoltaïque ne pouvait pas être maintenu, les SIG ont décidé de dynamiser le marché en intégrant directement une quote-part solaire dans son offre de courant.

Le produit SIG Vitale Vert, dont la qualité de production est garantie par le label *Nature made star*, comprend dorénavant une part minimale de 2,5 % d'électricité d'origine solaire, éolienne ou issue de la biomasse, le reste étant de source hydroélectrique.

Le défi de la commercialisation d'une énergie « solaire », plus chère que ses concurrentes, repose sur trois piliers : un prix de production réduit au strict minimum, des producteurs indépendants et une croissance continue de la demande. Pour assurer un prix de production moins élevé, les SIG prennent à leur charge la construction de grandes centrales de production d'énergie photovoltaïque. A partir du moment où les SIG sont leur propre investisseur, ils sont à même de s'assurer des coûts de production suffisamment bas (aux environs de 60 ct/kWh). A titre d'exemple, le projet de nouvelle centrale SIG Solar 3 de Verbois, d'une production prévue de 1 GWh, produira une électricité à 60 ct/kWh. Ceci leur permet de continuer à soutenir les producteurs indépendants qui, avec des installations plus petites et des coûts financiers importants, produisent une énergie plus chère (aux environs de 85 ct/kWh). Enfin, des mesures marketing soutenues permettent de faire progresser la demande.

Dans ce nouveau cadre, le rôle de l'Etat consiste à faciliter les opérations pour les différents acteurs : inventaire des toitures, contrat type de mise à disposition d'une toiture pour la production d'énergie, mise en place de partenariats bancaires, etc.

3.4 Méthodologie de l'inventaire

3.4.1 Modèle de calcul simplifié

Suite au dépôt de la motion M 1461, le ScanE a confié l'inventaire du potentiel solaire des toitures publiques au bureau NET Nowak Energie & Technologie SA en juin 2003². Le mandataire a utilisé une méthode déjà appliquée au canton de Fribourg (1998) et à la ville de Zurich (1999), avant de l'utiliser pour évaluer le potentiel solaire des pays membres de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) en 2002.

En recoupant les données de plusieurs études détaillées, le mandataire a constaté que l'ensemble des surfaces de toiture utilisables pour le solaire (c'est-à-dire bien orientées et exposées) correspond à environ un tiers de l'emprise au sol de l'ensemble des bâtiments considérés. Ce tiers représente le potentiel de l'énergie solaire photovoltaïque intégrée dans le bâti et est désigné ci-après par « potentiel PVIB ». L'emprise au sol des bâtiments est une donnée disponible dans le système d'information du territoire genevois (SITG).

² Le rapport, intitulé « le potentiel solaire dans le canton de Genève », daté de novembre 2004, est disponible sur le site internet du ScanE www.geneve.ch/scane, sur la page « A votre service / publications ».

Table 1

	Bâtiments (x1000)	Emprise au sol (km²)	Surface toiture utilisable (km²)
Suisse	7600	414	138
Genève	77	13	4,3

La table 1 résume les résultats du modèle appliqué à la Suisse et au canton de Genève. Elle indique notamment un potentiel de surface utilisable de plus de 4 km² pour le canton. Le rapport entre la surface utilisable et l'emprise au sol est appelé l'indice d'aptitude.

3.4.2 Méthodologie de l'inventaire des bâtiments publics

Une analyse plus fine du potentiel solaire des toitures des bâtiments publics nécessite d'examiner l'orthophoto³ de chaque bâtiment de manière individuelle. Pour plus d'efficacité face à ce travail considérable, le ScanE et le mandataire ont décidé de prendre en compte uniquement les bâtiments appartenant à l'Etat, à la Ville de Genève et aux communes et de fixer un seuil d'emprise au sol minimale de 300 m². Au final, quelques 1637 objets restaient à analyser, pour une emprise au sol totale de près de 2 km². Ce choix représente environ 20 % des bâtiments et 80 % des surfaces.

Le mandataire a ensuite classé les toitures selon leur indice d'aptitude en fonction de leurs caractéristiques solaires (exposition solaire, surfaces, ombrage) et architecturales (forme et orientation de la toiture, présence de cheminées, etc.). Cette méthodologie donne une information essentiellement géométrique, une approche qui présente évidemment des incertitudes ou inconnues qu'il faudra clarifier par d'autres moyens lors d'étapes successives. Pour des raisons de sécurité, un bâtiment public n'est pas forcément disponible pour des installations effectuées et accessibles par des tiers (par exemple, les prisons ou postes de police). En outre, la cartographie ne permet pas de prendre en compte les intérêts de protection du patrimoine construit ou paysager. Finalement, cette approche ne tient pas compte de certains facteurs architecturaux, de l'état de la toiture, de ses capacités à accepter une charge supplémentaire, ni encore de son histoire (réfections planifiées).

³ Reproduction photographique, dérivée d'une photographie perspective, dans laquelle ont été éliminées les déformations de l'image dues à l'inclinaison de l'appareil de prise de vues et au relief.

3.5 *Potentiel photovoltaïque*

Les surfaces utilisables des bâtiments appartenant à l'Etat, à la Ville de Genève et aux communes totalisent 0,65 km² pour 1637 bâtiments. Leur potentiel PVIB est de 50 MW, soit une production d'électricité correspondant à 2 % de la consommation annuelle du canton. L'indice d'aptitude, soit le rapport entre la surface utilisable et l'emprise au sol, est en moyenne de 0,34. Le potentiel PVIB le plus facilement réalisable se retrouve dans les complexes de bâtiments ayant une surface de toiture utile de plus de 1 000 m². Tous types de toitures confondus (toits plats, inclinés, etc.), quelque 90 bâtiments seraient concernés et donc aptes à recevoir une installation d'une grande importance (de plus de 100 kW)⁴.

En ce qui concerne le type de bâtiments, le potentiel le plus important d'installations photovoltaïques des grands bâtiments de l'Etat se retrouve dans les collèges. Cette caractéristique se rencontre aussi dans les écoles des communes et de la Ville de Genève.

3.6 *Consolidation de l'inventaire*

En juillet 2003, le ScanE a procédé à une campagne de sondage auprès des communes genevoises et de la Ville de Genève, afin de connaître leur intérêt pour cette étude. Elles ont toutes répondu positivement. En mai 2004, et sur la base des premiers résultats de l'étude de NET Nowak Energie & Technologie SA, le ScanE leur a envoyé la liste des toitures publiques utilisables se trouvant sur leur territoire. Cette liste était accompagnée d'une demande d'informations supplémentaires portant notamment sur l'âge et le type des toitures ainsi qu'un plan de rénovation de ces dernières. A ce jour, plus de la moitié des communes ont répondu. Il s'est avéré que les informations pertinentes sont difficiles à obtenir et que des analyses *in situ* sont nécessaires pour connaître la faisabilité technique. Par conséquent, le ScanE doit, d'une part, attendre l'arrivée de l'ensemble des réponses et, d'autre part, compléter, par des visites sur place, les informations données par les communes ayant répondu.

En août 2004, le ScanE a confié un mandat au Centre universitaire d'étude des problèmes de l'énergie (CUEPE) pour l'analyse *in situ* des toitures de 50 bâtiments à fort potentiel solaire propriété de l'Etat. Pour chacune de ces toitures, la faisabilité technique a été évaluée et environ un quart de la surface en toiture (50 000 m²) a reçu l'annotation « très

⁴ Pour des résultats détaillés, se référer au rapport « le potentiel solaire dans le canton de Genève ». Voir p. 6.

favorable ». Ce mandat a permis de récolter des informations détaillées indispensables sur le plan de la faisabilité technique et de confirmer la validité des informations géométriques de l'étude NET Nowak Energie & Technologie SA. En revanche, les analyses *in situ* demandent plus de ressources (investissement temps de 3 heures par objet contre 3 minutes par objet pour l'analyse à l'aide du SITG).

3.7 Conditions de mise à disposition des toitures

Le prix de production de l'énergie solaire dépend, pour la majeure partie, des frais financiers, les frais d'exploitation et d'entretien étant réduits. Le prix de production du kWh solaire est basé sur un amortissement des coûts de construction de l'installation sur 20 ans (la garantie sur les panneaux photovoltaïques est de 20 à 25 ans). Les SIG proposent ainsi des contrats de rachat de l'électricité photovoltaïque à tarif fixe pour une période de 20 ans.

Il faut donc que la mise à disposition d'une toiture par un propriétaire de bâtiment à un producteur d'énergie soit aussi garantie pour 20 ans au minimum.

L'état de la toiture constitue donc un critère décisif. Pour les toits plats, par exemple, une installation solaire peut être envisagée lorsque l'étanchéité est et restera impeccable pour les 25 années à venir et si l'isolation offre une résistance adéquate à la compression. Il est donc important que la planification des installations soit en phase avec les travaux de rénovation prévus.

Parmi les conditions d'utilisation qui doivent être réglées entre les deux parties, on peut citer, outre la durée initiale de 20 ans au minimum, le transfert de propriété, l'entretien de la toiture, l'accès à la toiture ainsi que la forme juridique de la convention. Une convention type est en préparation au ScanE. Celle-ci doit être débattue avec les intéressés, à savoir les services de l'Etat, la Ville de Genève et les communes ayant un certain potentiel PVIB.

3.8 Passage de l'inventaire à la réalisation

Une fois l'inventaire consolidé et la convention type agréée par les différents propriétaires, la couche SITG sera mise à jour périodiquement par le ScanE.

Les candidats producteurs adresseront leur demande au ScanE, en précisant la surface utile recherchée. Le ScanE proposera un échantillon de toitures aux candidats, qui devront estimer la faisabilité de leur projet sur les objets proposés et retourner un rapport technique au ScanE. Les données

techniques contenues dans le rapport seront introduites ou actualisées dans la base de données et rendues par la suite disponibles aux autres candidats producteurs.

3.9 Les bâtiments gérés par le DAEL

Les visites *in situ* des toitures de 50 bâtiments à fort potentiel solaire gérés par le DAEL ont mis en évidence que la technique de réfection qui rend les toitures aptes à recevoir une installation solaire entraîne des surcoûts par rapport à la pratique courante. Suite aux investigations de la division de la maintenance du DAEL, il apparaît qu'environ 70 000 m² de toitures nécessiteront une réfection dans les prochaines années. Pour couvrir les surcoûts, qui se montent globalement à 2 100 000 F, une demande de subvention sera faite au « Fonds énergie des collectivités publiques ».

Un projet de loi pour la rénovation des façades et toitures de 17 bâtiments d'enseignement et de l'administration sera présenté en automne 2005. Ces travaux sont envisagés pour la période quadriennale s'étendant de 2006 à 2009, à hauteur d'environ une quinzaine de millions par année.

Les services de la division maintenance examinent la possibilité de poser des panneaux solaires photovoltaïques, de la végétation et/ou une isolation thermique supérieure aux normes en vigueur lors de rénovation lourde des toitures et terrasses, comme par exemple au collège Voltaire.

Parmi d'autres exemples, la réfection de l'étanchéité d'une partie des toitures des bâtiments « Les Tattes » a permis la première étape de la pose de panneaux solaires thermiques (opération SEBASOL). D'autres rénovations de toitures, notamment celle du pavillon « Ronzades » au centre de Lullier, ont permis d'installer des panneaux solaires photovoltaïques.

En ce qui concerne les nouveaux projets de construction des bâtiments de l'Etat, tel le cycle d'orientation de Cayla, un toit végétalisé et une installation solaire photovoltaïque sont proposés. Pour le financement et l'exploitation de l'installation solaire, des tiers investisseurs seront activement recherchés.

4. Conclusion

Le besoin en eau chaude sanitaire des bâtiments publics visés par la motion étant minime, l'étude du potentiel énergétique offert pour les toitures publiques s'est focalisée sur les installations solaires photovoltaïques.

Considérant la surface construite par les collectivités publiques, et sous réserve de l'acceptabilité architecturale (zones protégées) ou technique (charge supplémentaire que représentent les panneaux sur les toitures),

l'objectif genevois de production d'électricité photovoltaïque pourrait être entièrement atteint en équipant les seuls bâtiments de l'Etat, de la Ville de Genève et des communes. Pour cela, il faudrait installer environ 1 MW de puissance photovoltaïque par année. Cette puissance nécessite une surface utilisable de 10 000 à 15 000 m². Ceci correspond approximativement à 2 % des surfaces utilisables identifiées sur les bâtiments publics sélectionnés. Ce taux paraît bas, sauf si l'on considère le fait que seuls 1 à 2 % des surfaces sont effectivement concernées par des travaux de réfection et de rénovation. Il s'agit par conséquent de saisir chaque possibilité de synergie entre travaux d'assainissement et installation de systèmes solaires. L'Etat s'efforce de s'assurer systématiquement que les projets de réfection des toitures de ses bâtiments soient réalisés en tenant compte de l'installation éventuelle de panneaux solaires sur le toit (étanchéité, résistance). Le surcoût représenté par ces aménagements peut être pris en charge par le fonds énergie des collectivités publiques.

De leur côté, les communes ont toutes été associées à l'inventaire. Chacune d'entre elles dispose d'une liste de toitures potentiellement utilisables. Certaines ont pris le parti d'approfondir leurs renseignements afin de valoriser le potentiel solaire de leurs toitures.

L'inventaire du potentiel PVIB des toitures publiques permettra aux SIG de planifier, dans une vision de long terme et de concert avec les collectivités publiques, la mise en place de grandes centrales solaires photovoltaïques. Il fournira également le cadre nécessaire au déclenchement de projets de petite à moyenne importance, qui sont, eux aussi, gage de la réussite d'une politique de développement du photovoltaïque à grande échelle.

Au bénéfice de ces explications, le Conseil d'Etat vous invite, Mesdames et Messieurs les députés, à prendre acte du présent rapport.

AU NOM DU CONSEIL D'ETAT

Le chancelier :
Robert Hensler

La présidente :
Martine Brunschwig Graf