

Cadastre solaire : recherche systématique des toits les plus appropriés pour les installations photovoltaïques

Autor(en): **Klauser, D. / Egret, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio**

Band (Jahr): **110 (2012)**

Heft 5

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-238271>

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.

Cadastre solaire: recherche systématique des toits les plus appropriés pour les installations photovoltaïques

En mai 2011, le Conseil fédéral a décidé de sortir du nucléaire. Les scénarios élaborés dans ce contexte par l'Office fédéral de l'énergie pour la nouvelle stratégie énergétique 2050 tablent sur un développement massif des énergies renouvelables. L'exploitation de l'énergie solaire sur les toits recèle en particulier un grand potentiel. Les entreprises électriques qui souhaitent élargir leur portefeuille d'activités de façon ciblée avec des installations photovoltaïques se voient confrontées au problème de la recherche de sites optimaux. Un cadastre solaire offre une précieuse base de planification dans ce domaine. Il permet en outre d'établir une estimation fiable du potentiel pour une zone précise. L'entreprise Meteotest a réalisé, à la demande de Romande Energie, un cadastre solaire pour tous les bâtiments de plus de 1000 m² de surface de base dans la zone de desserte de ce fournisseur d'électricité (Vaud, Bas-Valais).

Nel maggio 2011 il consiglio federale ha deciso l'uscita dal nucleare. I relativi scenari per il 2050, elaborati dall'Ufficio federale dell'energia, partono dal presupposto che ci sia una massiccia espansione delle energie rinnovabili. In particolare, un grosso potenziale è racchiuso nell'energia solare captata sui tetti delle case. Le centrali elettriche, che desiderano ampliare in modo mirato il loro portafoglio di produzione con impianti fotovoltaici, si vedono confrontate al compito di trovare i luoghi più indicati. A questo scopo, un catasto solare costituisce una preziosa base di progettazione e permette di fare una stima del potenziale esistente in una determinate zona. La ditta Meteotest ha realizzato, su incarico di Romande Energie, un catasto solare per tutti gli edifici con una superficie di oltre 1000 m² situati nella rete di approvvigionamento energetico di questo rifornitore (Vaud, Valle inferiore).

D. Klauser, Ch. Egret

Au cours des derniers mois, diverses grandes villes (Bâle et St-Gall) ont établi un cadastre solaire. Pour les villes et les communes, il s'agit en premier lieu de sensibiliser les propriétaires de maisons et de bâtiments par le biais d'une application Internet publique. Grâce au cadastre solaire, elles espèrent pouvoir inciter un plus grand nombre de propriétaires à réaliser une installation solaire. A St-Gall et Bâle, les cadastres solaires ont été accompagnés d'informations sur la protection des monuments pour avertir la population de restrictions possibles pour la construction d'installations solaires. Un cadastre solaire constitue aussi une excellente base pour l'élaboration d'une stratégie éner-

gétique ou d'un plan directeur dans le domaine de l'énergie.

Romande Energie est déjà fortement engagée dans le développement de la production reposant sur les nouvelles éner-

gies renouvelables, comme par exemple l'installation d'une des plus grandes centrales photovoltaïques de Suisse sur les toits de l'EPFL à Lausanne. Au cours des 10 prochaines années, le groupe prévoit la réalisation de 500 grandes installations photovoltaïques avec une production totale de 30 millions de kilowattheures. Pour identifier les toits les plus appropriés, Romande Energie a décidé d'établir un cadastre solaire pour tous les bâtiments de plus de 1000 m² de surface de base dans sa zone de desserte. Il s'agit-là d'un projet pionnier pour la Suisse, en particulier de par son envergure (une zone d'environ 3000 km²). Actuellement, Meteotest élabore des cadastres solaires pour diverses villes et communes.

Méthode

La réalisation d'un cadastre solaire comporte en gros trois étapes: tout d'abord, il s'agit de transformer les données de base SIG en un modèle numérique de surface sous forme de grille (MNS) et à partir de là, de calculer pour chaque point de la grille l'orientation et la pente en utilisant ArcGIS [1]. Lors d'une deuxième étape, le rayonnement global annuel est calculé avec IDL [1] pour chaque point de la grille sur la base des données météorologiques meteonorm [1]. Finalement, les résultats des calculs de rayonnement obtenus sous forme de grille sont agrégés en données par bâtiment et par surface de toiture et présentés à nouveau sous forme de carte avec ArcGIS.

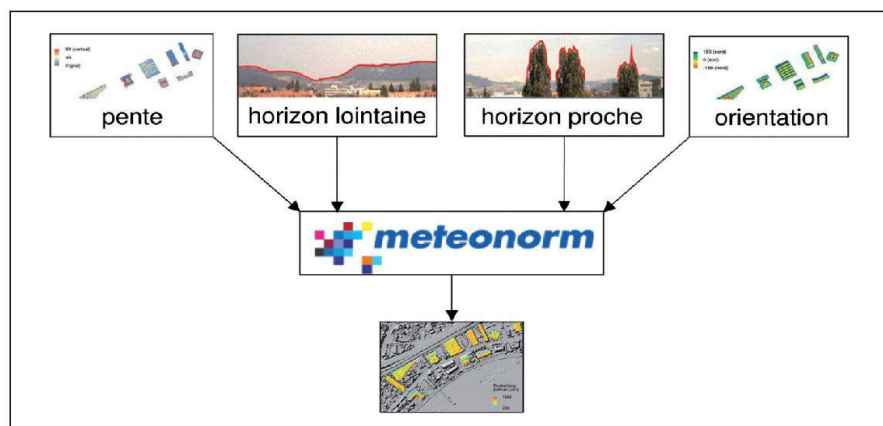


Fig. 1: Méthode de calcul pour un cadastre solaire.

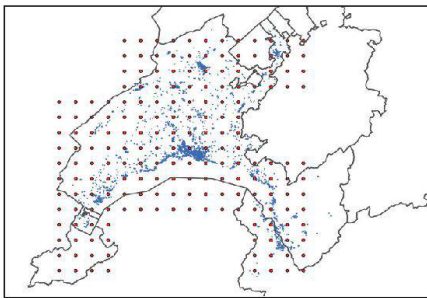


Fig. 2: Points de la grille de données météorologiques (en rouge) et bâtiments étudiés (en bleu).

Données de base

Alors que pour les premiers cadastres solaires des années 90, les informations sur les surfaces de toiture étaient obtenues par un traitement photogrammétrique des prises de vues aériennes [2], l'Airborne Laser Scanning a fourni, il y a quelques années, un nouveau moyen de collecter des données pour établir des cadastres solaires [3]. On peut aussi utiliser, en guise de données de base, un modèle existant de ville en 3D. Pour le traitement ultérieur, les données de base doivent être transformées en une grille d'altitude en 2.5 dimensions. La résolution du modèle d'altitude dépend de l'exactitude des données de base. Dans le présent projet, c'est le modèle numérique de surface MNS-MO de l'Office fédéral de la topographie qui a été utilisé. Les données de base MNS-MO présentent l'avantage d'être disponibles directement et pour l'ensemble de la Suisse. Leurs inconvénients sont d'une part la densité plutôt faible des points de mesure (1 point/m²) et d'autre part des données qui ne sont plus tout à fait actuelles (le MNS-MO a été réalisé dans les années 2000–2007).

Dans le canton de Vaud, les bâtiments à étudier ont été découpés dans le modèle numérique de surface à l'aide des plans de base des bâtiments afin de réduire le temps de calcul. L'orientation, la pente et l'horizon ont ensuite été déterminés à l'aide du modèle de surface pour chaque maille de la grille comprise dans la surface des bâtiments. L'horizon se compose d'un horizon proche (bâtiments voisins, arbres, etc.), qui a été calculé sur la base du modèle numérique de surface, et d'un horizon lointain (collines, montagnes), qui

a été déterminé grâce à un modèle de terrain avec un maillage de 100 m.

Calcul du rayonnement

Pour calculer le rayonnement dans la zone concernée, on a déterminé, avec le logiciel meteonorm, le rayonnement solaire global sur une surface horizontale ainsi que la position du soleil pour chaque heure d'une année typique pour les points de la grille (voir Fig. 2). Ces points de la grille de données météorologiques sont inscrits dans une grille avec un maillage de 5 km. Les données sont basées sur des mesures effectuées de 1986 à 2005 et sur des images satellite. A partir de ces données météorologiques, on a ensuite calculé le rayonnement direct et diffus pour chaque point de la grille compris dans les surfaces de base des bâtiments en tenant compte de l'orientation, de la pente et de la ligne d'horizon. Pour le rayonnement direct, on a déterminé pour chaque heure si le soleil était positionné au-dessus de la ligne d'horizon ou non. Si le soleil se trouvait au-dessus de l'horizon, le rayonnement direct à l'heure correspondante a été pris en compte. Pour le rayonnement diffus, la procédure était plus complexe. On a tout d'abord calculé pour chaque heure de l'année la distribution du rayonnement diffus dans l'hémisphère du ciel selon le modèle de Perez [4] (1 degré de résolution; voir Fig. 3, à gauche). Puis on a déterminé quelles parties de l'hémisphère du ciel sont situées au-dessus de la ligne d'horizon et lesquelles au-dessous (Fig. 3, au milieu). Par la suite, seule la proportion de rayonnement diffus qui est au-dessus de l'horizon a été prise en compte pour

les calculs (Fig.3, à droite). Fig. 4 présente le résultat du calcul du rayonnement.

Reconnaissance des surfaces de toiture

Comme il n'y avait pas de modèle en 3D disponible pour les bâtiments choisis, la géométrie des différentes surfaces de toiture a été déterminée à partir du modèle de surface. Dans le cadre du présent projet, la reconnaissance des surfaces de toiture s'est avérée difficile à cause de la faible densité de points de mesure du modèle MNS-MO. Pour simplifier le procédé, la reconnaissance des surfaces de toiture a été réalisée séparément pour chaque bâtiment. A cet effet, un modèle de surface a été extrait pour chaque bâtiment à l'aide de son plan de base. La reconnaissance des différentes surfaces de toiture a ensuite été réalisée avec un algorithme semblable à celui de [3]: à partir d'une surface plane initiale (seed area) on vérifie l'appartenance des points voisins à cette surface initiale dans la grille d'altitude; un agrandissement progressif des surfaces (region grow) permet de déterminer les surfaces de toiture. Le résultat (voir Fig. 5) dépend fortement de la qualité des données MNS et de la complexité des formes de toits. Alors que les formes de toits simples sont en général très bien reconnues, le résultat peut ne pas correspondre tout à fait à la réalité lorsqu'on a à faire à des structures de toits complexes ou des toitures avec de nombreuses constructions ajoutées. Les petits ajouts sur les toits ne peuvent pas être reconnus en raison de la résolution des données MNS d'environ 1 point/m².

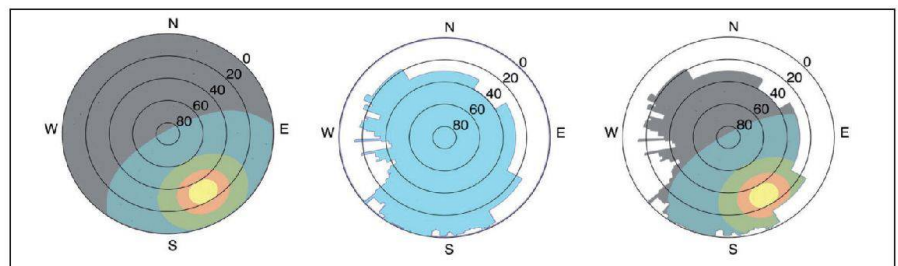


Fig. 3: Approche de l'analyse d'ombrage pour le rayonnement diffus: distribution du rayonnement (à gauche), ligne d'horizon (au milieu) et partie visible de la distribution du rayonnement (à droite).

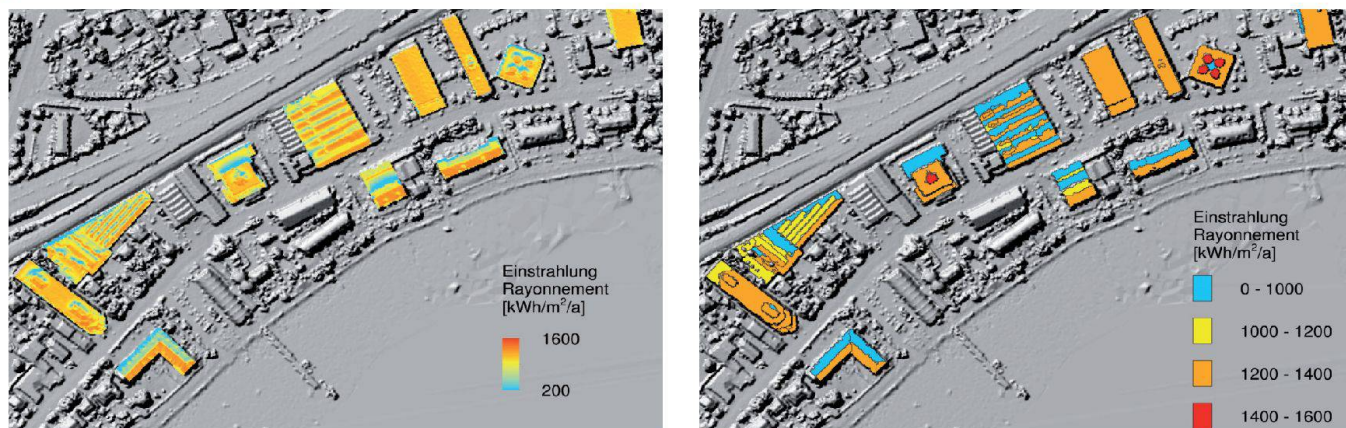


Fig. 4 et 5: Rayonnement global annuel en kWh/m²/an pour une zone située à Morges (gauche). Surfaces de toiture reconnues et leur rayonnement global moyen annuel en kWh/m²/an pour une zone située à Morges. Pour le calcul du rayonnement sur les toits plats, on a supposé la mise en place d'une installation solaire avec des supports inclinés, une orientation au sud et une pente de 30 degrés.

Résultats

Dans le cadre du présent projet, quelque 3500 bâtiments d'une surface totale de plus de 8 km² ont été analysés dans le canton de Vaud. Le rayonnement annuel total sur ces bâtiments se monte à environ 7.6 terawattheures. A côté du rayonnement, on a déterminé pour chaque surface de toiture divers autres paramètres comme l'orientation, la pente ou l'aptitude à accueillir des installations photovoltaïques. Le rendement énergétique attendu a également été déterminé en tenant compte d'un degré moyen d'efficacité pour les installations photovoltaïques. Ces résultats peuvent être utilisés d'une

part, comme dans le cas de Romande Energie, pour déterminer les meilleurs emplacements pour les installations photovoltaïques dans une zone assez grande. Sur la base des données calculées, les bâtiments peuvent être classés selon divers critères comme le rayonnement, la taille ou la forme des toitures, ce qui permet de choisir les bâtiments les plus appropriés pour les soumettre ensuite à une évaluation plus poussée. Les données disponibles peuvent également être rendues accessibles au public par le biais d'une application Web, comme c'est déjà le cas à Bâle et à St-Gall. Cela permet à la population de s'informer très facilement sur le potentiel d'énergie solaire sur ses toits. Il

est également possible d'exporter le cadastre solaire sous forme de fichier KLM et de le rendre accessible p.ex. dans Google Earth (Fig. 6).

Liens/littérature:

- [1] www.esri.com, www.meteonorm.com, www.exelisvis.com
- [2] Identification of roof areas suited for solar energy conversion systems, H. Wittmann et al., Renewable Energy, Vol. 11, no. 1, pp. 25–36, 1997.
- [3] Airborne laserscanning data for determination of suitable areas for photovoltaics, T. Voegtle et al., ISPRS WG III/3, III/4, V/3 Workshop «Laser scanning 2005», Enschede, the Netherlands, September 12–14, 2005.
- [4] All-weather model for sky luminance distribution – preliminary configuration and validation, R. Perez et al., Solar Energy, Vol. 50, No. 3, pp. 235–245, 1993.



Fig. 6: Exemple d'un cadastre solaire pour la région de Muesmatt à Berne.

Daniel Klauser
 Meteotest
 Fabrikstrasse 14
 3012 Bern
 daniel.klauser@meteotest.ch

Christoph Egret
 Romande Energie SA
 Rue de Lausanne 53
 1110 Morges
 Christophe.Egret@romande-energie.ch