**Jurnal Internasional Mengenai Global Warming**

****

Nama Anggota Kelompok :

Anthoni Kusuma Wijaya - 32130026

Daniel Agusta - 32130040

Charlie Sandewo - 32130060

Richie - 32130127

Solar panel mengurangi baik pemanasan global dan pulau panas perkotaan  
 Valéry Masson1 \*, Marion Bonhomme2, Jean-Luc Salagnac3, Xavier Briottet4 dan Aude Lemonsu1  
• 1Météo-France / CNRS, Pusat Nasional de Recherches Météorologiques / Groupe d'étude de l'atmosphère Météorologique, Toulouse, Prancis  
• 2Laboratoire de Recherche en Arsitektur, Toulouse, Prancis  
• 3Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Marne-La-Vallée, Prancis  
• 4French Pusat Aerospatial Penelitian, Toulouse, Prancis  
Produksi energi surya di kota jelas merupakan cara untuk mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil, dan merupakan cara yang baik untuk mengurangi pemanasan global dengan menurunkan emisi gas rumah kaca. Namun, apa dampak dari panel surya secara lokal? Untuk mengevaluasi pengaruh mereka pada cuaca perkotaan, perlu untuk parameterisasi efek mereka dalam skema permukaan yang digabungkan untuk model atmosfer. Tulisan ini menyajikan cara untuk menerapkan panel surya dalam skema Kota Energy Balance, dengan mempertimbangkan produksi energi (untuk panel termal dan photovoltaic), yang berdampak pada bangunan bawah dan umpan balik terhadap iklim mikro perkotaan melalui fluks radiasi dan konveksi . Sebuah skenario besar tapi realistis penyebaran panel surya di wilayah metropolitan Paris kemudian disimulasikan. Hal ini menunjukkan bahwa panel surya, oleh bayangan atap, sedikit meningkatkan kebutuhan untuk pemanasan domestik (3%). Di musim panas, namun, panel surya mengurangi energi yang dibutuhkan untuk AC (12%) dan juga Urban Heat Island (UHI): 0,2 K hari dan hingga 0,3 K di malam hari. Dampak tersebut lebih besar dari yang ditemukan dalam karya-karya sebelumnya, karena penggunaan panel termal (yang lebih efisien daripada panel photovoltaic) dan posisi geografis Paris, yang relatif jauh dari laut. Ini berarti bahwa itu tidak dipengaruhi oleh angin laut, dan karenanya yang UHI yang lebih kuat daripada sebuah kota pesisir dengan ukuran yang sama. Tapi ini juga berarti bahwa strategi adaptasi lokal yang bertujuan untuk mengurangi UHI akan memiliki efek yang lebih kuat. Singkatnya, penyebaran panel surya yang baik baik secara global, untuk menghasilkan energi terbarukan (dan karenanya membatasi pemanasan iklim) dan lokal, untuk mengurangi UHI, terutama di musim panas, ketika dapat menjadi ancaman kesehatan.  
1. Perkenalan  
energi terbarukan dipandang sebagai langkah penting menuju pembangunan energi berkelanjutan, berkurangnya penggunaan bahan bakar fosil dan mitigasi perubahan iklim, seperti yang dinyatakan misalnya dengan Elliott (2000): "Dengan kekhawatiran tentang Perubahan Iklim tumbuh, perkembangan pesat dari energi terbarukan teknologi terlihat semakin penting. "Namun, analisis terbaru dari Nugent dan Sovacool (2014) menunjukkan bahwa, ketika mereka selesai siklus hidup dianggap, energi terbarukan tidak CO2 sink belum. Namun demikian tingkat emisi rumah kaca gas per satuan energi yang dihasilkan jauh lebih sedikit dibandingkan sumber energi berdasarkan pada bahan bakar fosil dan sedikit kurang dari untuk tenaga nuklir. Mereka juga "mengungkap praktik terbaik dalam angin dan desain surya dan penyebaran yang lebih baik dapat menginformasikan upaya mitigasi perubahan iklim di sektor listrik." Elliott (2000) menggarisbawahi bahwa penyebaran energi terbarukan membutuhkan paradigma baru, produksi energi desentralisasi dan sistem produksi kecil. Pelaksanaan energi terbarukan akan membutuhkan perubahan sosial dan kelembagaan, bahkan jika teknologi untuk sistem tersebut sudah ada (Gross et al., 2003, saat masih perlu perbaikan dan penelitian lebih lanjut Jader-Waldau, 2007). Pendanaan, kebijakan insentif dan kewajiban hukum dari pemasok listrik mungkin diperlukan untuk mengembangkan energi terbarukan yang lebih cepat. Lund (2007) menunjukkan bahwa, di Denmark, transisi menuju 100% dari produksi energi terbarukan adalah mungkin. Sovacool dan Ratan (2012) menyimpulkan bahwa sembilan faktor yang terkait dengan kebijakan, aspek sosial dan pasar mendukung atau membatasi pengembangan turbin angin dan energi surya, dan menjelaskan mengapa energi terbarukan berkembang cepat di Denmark dan Jerman dibandingkan dengan India dan Amerika Serikat.  
Sims et al. (2003) menunjukkan bahwa energi terbarukan yang paling bisa, dalam keadaan tertentu, mengurangi biaya serta emisi CO2, kecuali untuk tenaga surya, yang masih mahal. Namun, Hernandez et al. (2014) meninjau dampak lingkungan dari skala utilitas instalasi energi surya (solar peternakan), yang biasanya dilaksanakan di daerah pedesaan, dan menunjukkan bahwa mereka memiliki dampak lingkungan yang rendah dibandingkan dengan sistem energi lainnya, termasuk energi terbarukan lainnya. Selanjutnya, tenaga surya juga salah satu sumber energi terbarukan beberapa yang dapat diimplementasikan dalam skala besar di dalam kota sendiri. Arnette (2013) menunjukkan bahwa, dibandingkan dengan peternakan surya, atap individu panel surya yang sangat berarti biaya-efektif untuk meningkatkan pembangkit energi terbarukan dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Jadi mereka menyimpulkan bahwa implementasi panel surya di atap harus menjadi bagian dari pendekatan yang seimbang untuk produksi energi. Di sini, kami bertujuan untuk mengevaluasi dampak lingkungan pada iklim setempat, menerapkan strategi tersebut di skala kota.  
Dampak utama dari kota di cuaca lokal adalah Urban Heat Island (UHI). Kota yang lebih hangat daripada pedesaan sekitarnya, dan ini dapat menyebabkan krisis kesehatan selama gelombang panas, seperti yang terjadi di Paris pada tahun 2003 dengan 15.000 kematian dini (Fouillet et al., 2006) atau di Moskow dengan 11.000 kematian dini pada tahun 2010 ( Porfiriev 2014). Hal ini juga harus dipertimbangkan bahwa, akibat pemanasan iklim, dampak UHI akan menjadi lebih besar dari yang ada sekarang (Lemonsu et al., 2013). Oleh karena itu, beberapa strategi yang sedang dipelajari untuk mengurangi UHI di musim panas. Gago et al. (2013) telah meninjau beberapa karya penelitian menganalisis strategi untuk mengurangi UHI, termasuk perubahan ruang hijau, pohon-pohon, albedo, permukaan perkerasan, vegetasi, dan jenis bangunan dan bahan. Santamouris et al. (2011) telah meninjau beberapa sistem bahan keren canggih yang dapat digunakan untuk mengurangi UHI. Bahan tersebut dapat diterapkan pada atap untuk mencerminkan lebih banyak energi untuk langit (albedo tinggi, emisivitas tinggi) atau untuk menunda perpindahan panas ke arah dalam gedung (bahan perubahan fasa). Masson et al. (2013) menunjukkan bahwa perubahan dalam praktek pertanian di sekitar Paris dan penggunaan bahan keren untuk atap dan trotoar akan menurunkan UHI dengan 2 K dan 1 K, masing-masing. Namun, pertanyaan dari kemampuan panel surya untuk berkontribusi pada tujuan yang sama tidak dibahas dalam makalah ini, dan sangat sedikit penelitian berfokus pada, atau bahkan memperhitungkan, efek dari panel surya pada UHI.  
Dengan demikian perlu untuk menganalisis apakah dua tujuan mitigasi pemanasan iklim global dengan meningkatkan produksi energi terbarukan di kota, khususnya melalui panel surya, dan pelemahan UHI yang kompatibel. Solar panel memodifikasi sifat atap dan dengan demikian dapat mempengaruhi transfer energi ke atmosfer dan UHI yang dihasilkan. Tujuan dari makalah ini adalah kemudian untuk mengevaluasi dampak dari panel surya, dikenal baik untuk mitigasi pemanasan global, pada iklim setempat, terutama UHI.  
2. Solar Panel ke Kota Canopy Model TEB  
Tujuan dari bagian ini adalah untuk menyajikan bagaimana panel surya dapat dimasukkan di kota Neraca Energi (TEB, Masson, 2000) skema, baik dari segi produksi energi dan interaksi dengan atap di bawah ini (shading, modifikasi keseimbangan energi atap, dll). Panel surya sendiri dapat berupa panel photovoltaic atau panel termal yang memanaskan air.  
2.1. Strategi modeling  
Panel surya pertukaran energi dengan komponen lain dari sistem. Sangat sedikit parameterizations mengambil pertukaran ini ke rekening ada di literatur. Tingkat detail sangat bergantung pada tujuan dari penulis. Di satu sisi, ketika melihat skala bangunan, adalah mungkin untuk mempertimbangkan beberapa karakteristik pelaksanaan panel, seperti dalam Scherba et al. (2011), yang memodifikasi software Energi + (software didedikasikan untuk energetika bangunan) untuk memperbaiki model sebelumnya solar panel (yang hanya dihitung produksi energi). model panel surya mereka menganggap miring dari panel dan terkait langit-lihat faktor. Mereka kemudian melakukan analisis dampak beberapa jenis atap pada fluks panas yang masuk akal terhadap atmosfer, tetapi tidak dapat menghubungkan fluks ke UHI, yang perlu mengambil semua bangunan dari seluruh kota ke rekening. Di sisi lain, Taha (2013) mempelajari dampak dari panel surya di daerah perkotaan seluruh Los Angeles. Untuk melakukan hal ini, ia menggunakan pendekatan yang sangat sederhana dari albedo yang efektif, yang menyumbang baik Albedo dan efisiensi konversi solar (terkait dengan energi yang dihasilkan). Pendekatan ini memperkirakan dampak pada UHI, tetapi tidak memperhitungkan interaksi dengan kanopi perkotaan bawah (shadowing panel surya dapat menyebabkan energi pendinginan kurang digunakan di gedung-gedung misalnya, yang mengarah ke limbah panas kurang luar).  
Dalam rangka untuk mempelajari dampak dari panel implementasi surya di atmosfer urban dan pada populasi dan bangunan, kita perlu pendekatan yang terlihat pada kedua skala spasial: bangunan dan kota. Skema TEB mampu mensimulasikan energi, air dan momentum pertukaran antara kota dan atmosfer pada resolusi setinggi blok perkotaan (mengatakan ke 100 m dengan 100 m). Energetika bangunan juga telah dimasukkan dalam TEB oleh Bueno et al. (2012) dan Pigeon et al. (2014), untuk mensimulasikan perilaku energi dari perwakilan bangunan khas dari blok. Fokusnya adalah untuk menjaga maksimum proses kunci, sementara membuat beberapa perkiraan dalam geometri yang bersangkutan di skala blok (bentuk bangunan yang rata-rata dalam ngarai jalan, hanya satu zona thermal disimpan dalam bangunan, jendela individu rata-rata ke kaca sebuah fraksi, dll). Kebun dan greenroofs modul juga telah dilaksanakan (Lemonsu et al, 2012;. DeMunck et al, 2013a.). Strategi pemodelan dipilih di sini untuk pelaksanaan panel surya mirip: proses kunci disimpan sementara beberapa asumsi geometris yang dibuat untuk menghindari rincian yang tidak perlu dari bangunan individu.  
Di TEB, perlu memperhitungkan tidak hanya dari produksi energi dengan panel tetapi juga pengaruh panel di atap yang mendasari. oleh karena itu kita harus menghitung keseimbangan energi lengkap panel untuk menentukan apa yang ditukar dengan atap atau atmosfer. Model TEB maka akan dapat memperkirakan dampak dari implementasi panel surya di UHI di skala kota, serta produksi energi.  
2.2. Neraca Energi Panel Surya  
Geometris, panel surya diasumsikan horisontal ketika menghitung pertukaran panas radiasi dengan unsur-unsur lain: pertukaran antara atap, panel surya dan langit di atas dianggap murni vertikal (Gambar 1). Perhatikan bahwa kita mengambil kemiringan panel ke rekening untuk menghitung radiasi untuk produksi listrik.

GAMBAR 1  
   
Gambar 1. Skema diagram keseimbangan energi dari panel surya dan dampaknya terhadap radiasi yang diterima oleh atap (panah putus-putus: fluks matahari; panah polos: panjang gelombang fluks; bertitik panah: fluks panas yang masuk akal; bertitik-putus-putus panah: energi diproduksi).  
Persamaan keseimbangan energi dari panel surya ditulis:  
langit SW ↓ + langit LW ↓ + LW ↑ atap = SW ↑ panel + panel LW ↑ + panel LW ↓ + H + Eprod (1)  
Istilah di sisi kiri yang yang masuk energi untuk panel surya:  
SW ↓ langit adalah masuk radiasi gelombang pendek dari matahari. Hal ini dapat menyebar atau langsung, dan dianggap sebagai memaksa data untuk TEB.  
LW ↓ langit adalah masuk radiasi panjang gelombang dari atmosfer. Hal ini difus dan juga digunakan sebagai memaksa data untuk TEB.  
LW ↑ atap adalah radiasi panjang-Wave datang dari atap dan yang dicegat oleh panel surya. Hal ini dihitung dengan TEB dari atap emisivitas dan suhu permukaan dan radiasi gelombang panjang yang diterima oleh atap:  
LW ↑ atap = εroofσT4roof + (1-εroof) LW ↓ atap (2)  
Istilah di sisi kanan Persamaan (1) adalah energi keluar dari panel:  
panel SW ↑ adalah radiasi matahari yang dipantulkan oleh panel surya. Hal ini klasik parameterized menggunakan Albedo dari panel surya (αpanel): SW ↑ panel = panel αpanelSW ↓. Hal ini juga diasumsikan untuk kembali ke langit (kita mengabaikan efek dari kemiringan panel surya pada arah cahaya yang dipantulkan). Menurut Taha (2013), nilai albedo dari panel surya berkisar 0,06-0,1. Kami melakukan pengukuran albedo untuk sampel panel surya (di bawah beberapa kecenderungan) dengan mengintegrasikan reflektansi arah belahan otak diukur dengan goniometer (lihat bagian 2.4 untuk rincian). Dari pengukuran kami, nilai 0,11 digunakan untuk αpanel di dalam makalah ini.  
panel LW ↑ adalah radiasi gelombang panjang yang dipancarkan (dan tercermin) oleh panel surya ke langit. Hal ini tergantung pada suhu permukaan panel surya, yang diperkirakan mengikuti metode pusat Ispra:

TPanel = Tair + kTIrr (3)  
mana Tair adalah suhu udara, IRR adalah radiasi yang diterima oleh panel surya (cf bagian 2.5) dan kT adalah koefisien konstan sebesar 0,05 K / (Wm-2). Dalam formulasi ini, ketergantungan nokturnal dari suhu permukaan panel pada suhu langit yang diusulkan oleh Scherba et al. (2011) tidak digunakan. Ini akan menjadi perbaikan yang harus dipertimbangkan di masa depan. Juga menggunakan emisivitas dari εpanel panel surya, sama dengan 0,93 dalam pengukuran kami (bagian cf 2.4), ke atas radiasi gelombang panjang dari panel surya dapat ditulis:  
LW ↑ panel = εpanelσT4panel + (1-εpanel) LW ↓ langit (4)  
  
 panel LW ↓ adalah radiasi gelombang panjang yang dipancarkan oleh panel surya untuk atap (bawah). Hal ini dihitung berdasarkan hipotesis bahwa suhu muka ke bawah dari panel surya selalu kurang lebih sama dengan suhu udara. Ini mungkin keterbatasan model kami pada siang hari. Namun, bahkan jika suhu muka ke bawah dari panel surya diremehkan (karena pemanasan panel surya dan difusi panas di dalamnya), suhu ini masih akan lebih tinggi dari suhu langit. Jadi, dari sudut pandang atap di bawah panel surya, radiasi yang masuk akan lebih tinggi. Ini menangkap setidaknya urutan pertama efek dari panel surya di atap. Mengingat ketidakpastian, kami juga mengabaikan ketergantungan emisivitas untuk wajah ini panel. Hal ini memberikan:  
LW ↓ panel = σT 4air (5)  
   Eprod adalah energi yang dihasilkan oleh panel. Hal ini tergantung dari sifat (photovoltaic thermal atau) dan karakteristik panel, radiasi pada panel, kemiringan panel (tidak diperhitungkan dalam istilah lain), dan suhu udara. Rincian diberikan dalam bagian 2.5, 2.6 untuk PV dan termal panel, masing-masing.  
         H adalah fluks panas yang masuk akal dari panel surya ke atmosfer. Kami berasumsi bahwa panel surya tipis, tidak memiliki massa termal yang signifikan dan karenanya dalam kuasi-ekuilibrium. Ini berarti bahwa fluks panas yang masuk akal, satu-satunya istilah yang tidak parameter, diambil harus sama dengan residu dari anggaran energi panel surya. Selain fakta bahwa sulit untuk memiliki parameterisasi dari istilah ini, ini memastikan konservasi keseimbangan energi.

2.3. Modifikasi Energi Neraca Roof  
Untuk keseimbangan energi dari atap, parameter kunci yang paling penting akan, tentu saja, menjadi proporsi wilayah atap diduduki oleh panel surya. Seperti disebutkan di atas, kita hanya mempertimbangkan proyeksi panel ke permukaan horisontal (itu akan masuk akal untuk membuat perhitungan akurat mengambil kemiringan panel ke rekening-kecuali seperti yang tercantum di atas untuk produksi-saat itu sudah diasumsikan dalam TEB bahwa semua atap datar). Fraksi atap ditutupi oleh panel surya dicatat fpanel.  
Asumsi penyederhanaan berikut dibuat:  
• Suhu rata-rata masih dihitung untuk atap, tanpa membedakan antara bagian atap di bawah atau di samping panel. Hal ini wajar, khususnya untuk atap datar dengan panel miring, karena bayangan dilemparkan oleh panel dapat memodifikasi kontribusi radiasi ke atap samping serta bawah panel.  
• Koefisien untuk transfer panas dari atap ke fluks panas yang masuk akal tidak berubah (itu sudah di lingkungan yang heterogen dengan panjang kekasaran dari 5 cm).  
• Pengaruh kelembaban pada panel diabaikan: reservoir intersepsi air mengobati air hujan dan penguapan menyangkut seluruh permukaan atap.  
• Pengaruh panel surya di atas salju diabaikan. Salju mantel, jika ada, terakumulasi seragam di atap. Perhatikan bahwa salju mungkin mengubah energi yang dihasilkan oleh panel surya (tapi ini tidak diperhitungkan belum).  
Asumsi ini memungkinkan kita untuk mengubah hanya kontribusi radiasi untuk keseimbangan energi dari atap. Dengan asumsi bahwa luas permukaan bayangan sama dengan luas permukaan panel surya, radiasi matahari yang masuk di atap adalah:  
SW ↓ atap = (1-fpanel) langit SW ↓ (6)  
Panjang gelombang radiasi yang masuk di atap dimodifikasi oleh radiasi gelombang panjang yang dipancarkan ke bawah dengan panel surya:  
LW ↓ atap = (1-fpanel) LW ↓ langit + panel fpanelLW ↓ (7)  
Ini cara melaksanakan interaksi antara panel surya dan atap di bawah ini memungkinkan pertimbangan dari cara atap dibangun untuk lepas dari pertanyaan apakah ada panel surya di dalamnya atau tidak. Sebagai contoh, meskipun tidak terjadi dalam makalah ini, adalah mungkin untuk memiliki greenroofs dengan atau tanpa panel surya. Jika ada panel surya, vegetasi greenroof hanya akan lebih di tempat teduh dan menerima lebih banyak radiasi inframerah sedikit.  
2.4. Karakteristik radiasi dari Solar Panel  
Untuk membangun keseimbangan energi dari ngarai perkotaan setara, model TEB membutuhkan albedo (terintegrasi antara 0,4 dan 2,5 m) dan emisivitas di inframerah termal (terintegrasi antara 5 dan 12 pM) untuk bidang utama berikut: jalan, atap, fasad, kaca. Perancis Pusat Aerospace Research (ONERA) laboratorium memelihara sebuah database saat ini sifat optik dari bahan perkotaan. pengukuran spesifik dibuat untuk bahan muncul: cat putih kasar, panel surya fotovoltaik, cladding logam, dan kaca (termasuk emisivitas rendah). Pengukuran untuk sampel besar bahan, misalnya, untuk panel surya, dibuat dengan menggunakan goniometer (Gambar 2, kiri).  
GAMBAR 2  
   
Gambar 2. Kiri: goniometer digunakan untuk pengukuran albedo. Kanan: Instrumen yang digunakan untuk pengukuran emisivitas.  
Proses pengukuran sepenuhnya otomatis dalam domain spektral 0,4-2,5 um. Posisi pengukuran diakuisisi oleh detektor yang biasa di azimut (0-180 ° kisaran) dan zenith (0-60 ° kisaran) dengan akurasi sudut 1 °, kecuali untuk wilayah refleksi specular, yang menyatu lebih tepat.  
reflektansi diukur dengan mengacu pada referensi reflektansi (Spectralon). Setelah itu, reflektansi dari panel surya ditempatkan di pusat goniometer yang diperoleh untuk semua posisi tercatat detektor dan sumber cahaya. Pengukuran referensi diulang pada akhir proses.  
Albedo dari panel surya ini kemudian dihitung dengan mengintegrasikan cahaya ke segala arah selama rentang spektral seluruh. Ini biasanya bervariasi 11-16% tergantung pada posisi matahari dan kemiringan sensor. Ketika panel menguntungkan berorientasi relatif terhadap matahari (dan karenanya ketika radiasi yang masuk per meter persegi panel adalah yang terbesar), seperti yang biasanya dilaksanakan, albedo berada dalam kisaran rendah, dan setara dengan sekitar 11%.  
emisivitas diukur dengan menggunakan alat SOC 400T (Gambar 2, kanan). Mengukur reflektansi setengah bulat directional untuk panjang gelombang antara 2,5 dan 20 pm. emisivitas yang dihasilkan adalah 0,93 untuk panel surya.  
2.5. Energi Diproduksi oleh Panel Photovoltaic  
Dalam TEB, dua jenis panel surya: termal dan photovoltaic (PV) dianggap. Tujuan dari panel surya termal untuk menghangatkan air yang diperlukan bagi penghuni bangunan. Mereka jauh lebih efisien (dalam hal energi yang dihasilkan) dari panel photovolatic, tetapi hanya menghasilkan panas, tidak listrik.  
Untuk panel PV, energi yang dihasilkan biasanya parameterized sebagai:  
EPV prod = EffPV × IRR × R (TPanel) (W / m2 dari panel surya) (8)  
mana EffPV adalah efisiensi konversi dari panel PV dan R (TPanel) koefisien untuk mereproduksi fakta bahwa panel surya yang paling efisien pada 25 ° C dan menyajikan penurunan efisiensi untuk suhu panel hangat. Koefisien efisiensi bervariasi dari 5% sampai 19% (Taha, 2013), dengan nilai setinggi 30% mungkin di masa depan yang jauh (Nemet, 2009). Di Perancis, sebagian besar panel PV menggunakan kristal silikon (XSI) teknologi biasa (Leloux et al., 2012), yang efisiensi adalah sekitar EffPV = 14%. Untuk berhubungan radiasi yang diterima oleh panel (mungkin miring) untuk insiden radiasi pada permukaan horizontal (SW ↓ langit), adalah mungkin baik untuk melakukan perhitungan geometris pada posisi relatif matahari dan panel atau menerapkan faktor koreksi priori . kedua ini, pendekatan yang lebih sederhana dipilih di sini, dan koefisien dari Peraturan termal Perancis 2005 digunakan:  
IRR = FT × SW ↓ langit (W / m2 dari panel surya) (9)  
Faktor koreksi FT biasanya 1.11 rata-rata tahunan untuk South menghadap panel di Paris. Dengan asumsi bahwa panel surya ditempatkan cukup optimal, yaitu, dengan sekitar 30 ° tilt dan berorientasi antara Selatan-Timur dan Selatan-Barat (seperti yang biasanya terjadi di Perancis, Leloux et al., 2012), kita dapat memperkirakan bahwa koefisien FT sama dengan FT = 1.10 di Perancis. Suhu koefisien tergantung dapat ditulis sebagai:  
R (TPanel) = min {1; 1-,005 × (TPanel-298,15)} (10)  
Akhirnya, produksi panel PV adalah parameter, juga menggunakan hubungan antara temperatur panel dan radiasi, seperti:  
EPV prod = EffPV × FT × SW ↓ langit × min {1; 1-,005 × (Tair + kTFT × SW ↓ langit-298,15)} (W / m2 dari panel surya) (11)

2.6. Energi Diproduksi oleh Thermal Solar Panel  
Jumlah energi yang dihasilkan oleh panel surya termal biasanya didefinisikan secara tahunan (Philibert, 2006). Hal ini sebagian dapat dibenarkan oleh fakta bahwa pembatasan produksi energi tidak terkait semata-mata untuk sinar matahari yang tersedia tetapi juga untuk tujuan dalam hal kuantitas air dipanaskan (tidak ada gunanya pemanas air di luar set-point, biasanya 60 ° C untuk air panas, atau untuk lebih banyak orang daripada yang sebenarnya menempati bangunan, 32L per orang). Dari peraturan Perancis, untuk satu orang, produksi tahunan dengan panel surya termal adalah:  
prod ∫yearEther = 12 × 1,16 × 32ΔT (kWh / tahun / orang) (12)  
di mana AT adalah perbedaan suhu antara dingin dan air panas (biasanya 45 K di Perancis). Faktor 12  
berasal dari penyesuaian untuk memperhitungkan fakta bahwa hanya sebagian dari kebutuhan air hangat dapat ditutupi oleh energi surya. Faktor ini dapat bervariasi tergantung pada lokasi, iklim (frekuensi kehadiran awan), musiman (kurang radiasi matahari di musim dingin) dan fitur teknis instalasi (ADEME, 2002). Sebuah nilai khas 12  
diambil di sini. Selain itu, dianggap bahwa per kapita kebutuhan energi ini dapat dipenuhi oleh 1 m2 panel termal. Jadi, daya rata-rata sepanjang tahun akan menjadi:  
<Eter prod> = 12 × 1,16 × 32ΔT x 1000/24/365 (W / m2 dari panel surya) (13)  
Di sini, dalam rangka untuk lebih mengambil variabilitas produksi akibat radiasi matahari ke rekening, bukan sebuah perhitungan rata-rata tahunan, produksi seketika dianggap sehubungan dengan kebutuhan sehari-hari untuk air hangat. Ini meniru fakta bahwa air dipanaskan siang hari dan disimpan sampai digunakan selama 24 jam berikutnya. Jadi, dengan menggunakan informasi peraturan di atas, produksi energi target untuk 1 hari dapat didefinisikan sebagai:  
Target ether = 1,16 × 32ΔT × 1000/365 × 3600 (J / m2 dari panel surya) (14)

12  
Faktor telah menghilang di sini karena kami menganggap pemanasan ideal (yaitu, cerah) kondisi untuk definisi target. Produksi panel termal kemudian dihitung dalam tiga langkah:  
1. Produksi sesaat didefinisikan sebagai prod Eter = Effther × IRR (W / m2 dari panel surya) di mana Effther adalah koefisien efisiensi panel termal dan IRR radiasi yang diterima oleh panel. Efisiensi panel baru panas matahari biasanya berkisar antara 0,70 dan 0,80. Namun, dalam kondisi nyata penggunaan, terutama di kota-kota, kotoran dan debu pada panel mengurangi produksi energi. Elminir et al. (2006) menemukan penurunan antara 6% dan 20% di output daya akibat debu (17,4% untuk sudut kemiringan 45 ° dari panel surya). Efek yang sama kotoran sudah ditemukan oleh Garg (1974), dengan pelemahan dari 10-20% untuk sudut kemiringan antara 45 ° dan 30 °. Oleh karena itu, dalam penelitian ini Effther ditetapkan untuk 0.60.  
2. Jumlah total energi yang dihasilkan disimpulkan dari tengah malam malam sebelumnya ke waktu saat ini t: ∫tmidnight Eter prod dt (J / m2 panel).  
3. Jika jumlah energi yang dihasilkan sejak tengah malam mencapai target sasaran Eter, maka setiap tambahan produksi pada hari yang sama yang terbuang dan produksi energi lebih lanjut diatur ke nol.  
Untuk meringkas, untuk panel panas matahari, produksi parameterized sebagai:  
⎧⎩⎨⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪⎪if ∫tmidnightEther proddt <Target Ether kemudian Ether prod = Effther × Irrif ∫tmidnightEther proddt = Ether sasaran maka Ether prod = 0 (15)

2.7. Hipotesis tentang Jenis Solar Panel  
Sebagai model ini mampu mempertimbangkan baik termal dan PV panel surya, sekarang perlu untuk mendefinisikan beberapa hipotesis tentang penggunaan setiap jenis panel. Hal ini, tentu saja, elemen skenario-dependent, dalam arti bahwa hal itu dapat dimodifikasi untuk setiap studi. Misalnya, Taha (2013) hanya mempelajari pelaksanaan panel PV di wilayah metropolitan Los Angeles. Kepentingan juga mempertimbangkan penyebaran panel surya termal dalam makalah ini adalah bahwa teknologi produksi energi ini kurang memancarkan gas rumah kaca per unit energi yang dihasilkan (mempertimbangkan seluruh hidup-siklus) dari PV (Nugent dan Sovacool 2014). Di sini, sehingga akan menganggap bahwa kedua jenis panel yang mungkin. Hipotesis utama adalah:  
• Pada bangunan perumahan dan rumah-rumah, prioritas diberikan kepada panel surya termal, yang lebih efisien. Produksi panas ini tentu saja dibatasi oleh wilayah panel di atap tetapi juga dibatasi oleh penduduk di gedung: tidak perlu untuk memanaskan air lebih banyak dari yang dibutuhkan dengan jumlah orang yang akan menggunakannya. Oleh karena itu, sekali daerah yang diperlukan dari panel surya termal tercapai, ruang yang tersisa dialokasikan untuk panel surya di atap akan dikhususkan untuk panel PV.  
• Pada jenis lain dari bangunan (kantor, komersial, industri, dll ...) hanya panel PV akan diinstal.  
Total fraksi atap bangunan di mana panel surya (semua jenis) dapat diinstal dicatat fpanel (kuantitas ini juga tergantung skenario). Hal ini kemudian diperlukan untuk menentukan berapa proporsi wilayah atap diperlukan untuk panel termal, dan berapa banyak daerah tetap tersedia untuk panel PV. Di Perancis, di bangunan perumahan, kepadatan biasanya 1 penghuni per 30 m2 lantai area1. Selain itu, seperti disebutkan di atas, 1 m2 panel termal yang dibutuhkan per kapita. Ini berarti 1 m2 panel per 30 m2 luas lantai. Untuk akomodasi satu cerita, 1/30 dari atap kemudian dilengkapi dengan panel termal, dan (fpanel - 1/30) oleh panel PV. Jika bangunan memiliki dua cerita, panel termal akan menempati 30/2 daerah atap, dan sebagainya.  
Jadi jika Nfloor adalah jumlah lantai bangunan (variabel dihitung di TEB), proporsi panel termal (panel fther) dan panel PV (panel fphot) dihitung sebagai:  
fther panel = min (Nfloor / 30; fpanel) (16)  
panel FPV = max (panel fpanel-fther; 0) (17)  
Total produksi panel surya di atap kemudian dapat ditulis:  
Eprod = (fther panelEther prod + fphot prod panelEphot) / fpanel (W / m2 dari panel surya) (18)  
Ini adalah jumlah ini yang terlibat dalam keseimbangan energi dari panel (bagian 2.2).

3. Dampak Solar Panel pada Paris Urban Heat Pulau  
3.1. Konfigurasi simulasi dan Skenario  
Kami sekarang dapat mensimulasikan dampak dari implantasi panel surya di sebuah kota di UHI. Simulasi dilakukan pada daerah metropolitan Paris, dengan TEB, ditambah dengan skema vegetasi ISBA (Noilhan dan Planton, 1989) untuk daerah pedesaan, dalam pemodelan perangkat lunak SURFEX (Masson et al., 2013b). Domain simulasi 100 km dengan 100 km, dengan resolusi 1 km. Pada resolusi tersebut, hanya karakteristik utama dari bangunan dalam blok di grid mesh disimpan. parameter geometris dirata-ratakan untuk melestarikan daerah permukaan (untuk dinding, atap, kebun, jalan, air, daerah pedesaan), sementara aturan mayoritas berlaku untuk karakteristik arsitektur bangunan (usia, bahan, peralatan) dan penggunaan yang mereka dimasukkan (perumahan, perkantoran, komersial atau industri). Data-data perkotaan disediakan oleh database pada resolusi 250 m (Gambar 3 dari Masson et al., 2014), yang berisi jenis blok serta 60 indikator perkotaan. Beberapa parameter yang dibutuhkan oleh TEB, seperti albedo, karakteristik termal atau peralatan dalam bangunan, yang disimpulkan untuk setiap 1-km-by-1-km jaringan mesh dari jenis blok perkotaan dan dari penggunaan dan usia mayoritas bangunan. parameter pedesaan, seperti penggunaan lahan dan karakteristik vegetasi yang disimpulkan dari database ecoclimap pada resolusi km 1 (Masson et al., 2003). Metodologi yang disajikan dalam Masson et al. (2014), berdasarkan generator Lapisan Perkotaan Batas disederhanakan (Bueno et al, 2013;. Le Bras, 2014) yang dipilih, agar dapat melakukan simulasi lebih satu tahun. tahun studi pilihan adalah 2.003, karena menunjukkan dampak panel surya akan memiliki selama gelombang panas.  
Beberapa hipotesis harus dibuat pada proporsi atap dilengkapi dengan panel surya. Hipotesis mirip dengan yang disajikan sebagai "penyebaran yang cukup tinggi" di Taha (2013) yang diambil. Pada atap miring, biasanya di rumah domestik, tetapi juga bangunan Hausmannian tua di inti sejarah Paris, 34  
dari bagian atap berorientasi antara Selatan-Timur dan Selatan-Barat (setelah Leloux et al., 2012) diasumsikan ditutupi oleh panel surya (thermal atau PV, atau campuran dari dua). Hal ini terkait dengan sekitar 19% dari atap yang tertutup. Pada atap datar, bagaimanapun, lebih banyak ruang tersedia, dan panel surya yang diambil untuk dipasang pada 50% dari setiap atap. albedo saat atap sebelum pelaksanaan panel surya diperkirakan untuk setiap jenis bangunan dari analisisarsitektur.

bangunan Hausmannian bersejarah di pusat kota Paris yang beratap seng di atas kayu, sehingga albedo mereka sangat tinggi, set ke 0,6. Dalam hal ini, panel surya, bahkan yang mungkin termal, akan mengurangi albedo kota di sana, dan mungkin cenderung meningkatkan UHI. Namun, hanya sebagian kecil dari jenis bangunan memenuhi syarat untuk panel surya (19% dari atap di hipotesis kami), dan cakupan spasial dari jenis blok kota tua terbatas (lihat Gambar 3 dari Masson et al., 2014 ). Kecuali untuk bangunan terbaru industri (dibangun setelah 1975), yang atap Albedo adalah 0.5 dan yang, sekali lagi tidak mencakup bagian penting dari wilayah metropolitan, atap albedo untuk sebagian besar bangunan diperkirakan 0,2 (misalnya, ubin untuk rumah dan bangunan industri tua atau atap beton abu-abu untuk bangunan kolektif). Oleh karena itu, dampak dari panel surya di bangunan bersejarah atau industri mungkin diimbangi oleh bagian lain dari wilayah perkotaan, di mana panel surya mungkin akan mengurangi jumlah radiasi matahari diserap oleh bangunan (karena refleksi dan konversi menjadi energi oleh panel surya).  
Dua simulasi dijalankan: satu adalah simulasi referensi yang sesuai dengan Paris dalam keadaan yang sebenarnya (tanpa banyak panel surya) dan yang kedua adalah satu dengan penyebaran yang cukup tinggi dari panel surya. Sebuah perbandingan dari dua simulasi akan menilai efek dari panel surya di daerah perkotaan.  
3.2. Hasil untuk Produksi dan Konsumsi Energi  
Dampak dari panel surya dibahas dalam hal produksi energi, tentu saja, tetapi juga berdampak pada konsumsi energi dan, di bagian berikutnya, pada UHI dan kenyamanan termal. Pada skala kota, produksi oleh panel surya termal lebih besar daripada PV. Ini berasal baik dari fakta bahwa penyebaran mereka disukai untuk bangunan domestik dan dari efisiensi yang jauh lebih tinggi (mantan yang terkait dengan yang terakhir). Ini tetap harus dicatat bahwa, dari bulan April sampai Agustus produksi oleh thermal panel jenuh surya (cukup air panas yang dihasilkan), sehingga mereka menurun efisiensi nyata. Selama satu tahun, rata-rata untuk seluruh kota, panel surya termal akan menghasilkan sekitar 265 MJ / tahun / m2 bangunan dan panel PV 113 MJ / tahun / m2 bangunan. Ini akan mencakup setara dengan 28% dari konsumsi energi untuk pemanasan domestik dan AC.  
Panel surya juga sedikit memodifikasi konsumsi energi bangunan. Selama musim dingin, panel surya dapat menginduksi penurunan konsumsi energi karena energi yang lebih infra-merah mencapai atap, atau meningkatkan itu dengan mengurangi jumlah radiasi matahari yang diterima atau dengan efeknya pada UHI. Secara keseluruhan, dalam negeri pemanasan permintaan meningkat 3% per tahun dalam skenario kami. Selama musim panas kebutuhan untuk AC mungkin akan berkurang, berkat shading dari atap dan pendinginan diinduksi dalam iklim perkotaan (lihat di bawah). Perbandingan antara dua simulasi menunjukkan bahwa permintaan energi AC berkurang 12%. Karena konsumsi energi untuk AC adalah rendah dibandingkan dengan yang untuk pemanasan domestik, keseimbangan antara hilangnya energi di musim dingin dan keuntungan di musim panas menginduksi peningkatan dari total konsumsi energi oleh bangunan dari 1%. Namun, di masa depan, ketika pemanasan iklim menginduksi musim dingin ringan dan musim panas yang lebih panas, isolasi akan (mudah-mudahan) lebih baik dan AC peralatan, saat ini tidak banyak dipasang di Perancis, akan (mungkin) mengambil kepentingan yang lebih besar sehingga keseimbangan ini bisa berubah. Kemudian, instalasi besar panel surya bahkan mungkin bermanfaat untuk konsumsi energi.  
3.3. Hasil dari Urban Heat Pulau  
Penyebaran panel surya di wilayah metropolitan Paris tidak akan netral dalam hal iklim perkotaan. Gambar 3 menyajikan perbedaan suhu udara minimum dan maksimum harian antara dua simulasi (untuk dua bulan kontras: Januari dan Agustus). Pada musim dingin, ketika matahari rendah, dampak dari panel surya pada suhu udara relatif kecil. pelaksanaannya mengurangi suhu udara maksimum sekitar 0,05 K di pusat kota dan UHI oleh lebih dari 0,1 K di Paris dan pinggiran kota yang padat, dan dengan 0,05 K di daerah metropolitan seluruh. Namun, kita telah melihat bahwa ini adalah cukup besar untuk memiliki terlihat (jika terbatas) berpengaruh pada konsumsi energi untuk pemanasan domestik.  
GAMBAR 3  
   
Gambar 3. Perbedaan suhu udara minimum atau maksimum antara simulasi dengan dan tanpa panel surya. Setiap panel (A-D) adalah rata-rata bulanan. sumbu horisontal dan vertikal di km.  
Selama bulan Agustus, pada semester pertama yang terkenal 2003 gelombang panas terjadi, dampak dari panel surya di suhu udara akan lebih besar. Pada siang hari, kehadiran panel surya akan menurunkan suhu udara lebih dari 0,2 K, terutama di pinggiran kota yang padat, di mana kepadatan panel surya adalah yang tertinggi, karena kedua kepadatan tinggi bangunan dan fakta bahwa tidak seperti Haussmanian bangunan dari pusat kota, apartemen pinggiran kota dan bangunan komersial yang beratap datar. Nilai pendinginan ini konsisten dengan, meskipun lebih besar dari, nilai 0,05 K ditemukan Juli 2005 episode gelombang panas di daerah Los Angeles yang dilaporkan oleh Taha (2013) untuk panel PV hadir. Ketika efisiensi panel PV ditingkatkan (hingga 30%), Taha (2013) memprediksi bahwa pendinginan akan mencapai 0,15 K. Ada dua kemungkinan penjelasan untuk fakta bahwa lebih pendinginan intens disimulasikan untuk Paris. Pertama, kehadiran angin laut di Los Angeles bisa membatasi pendinginan lokal karena panel surya di kota sementara memperluas area pendinginan oleh adveksi dari (sedikit) udara dingin. Hal ini dapat menjelaskan mengapa sebagian besar wilayah metropolitan Los Angeles dipengaruhi oleh panel surya dalam simulasi ini. Kedua, hanya PV panel disimulasikan oleh Taha (2013). Efisiensi panel ini diasumsikan relatif tinggi (20%), lebih besar dari nilai yang digunakan dalam penelitian ini, namun jauh lebih kecil dari efisiensi panel surya termal (60%). Seperti kita menyelidiki skenario dengan penyebaran kedua jenis panel surya di sini, penyerapan energi lebih besar daripada untuk PV saja.  
Pada malam hari, dampak dari panel surya cukup kuat, bahkan lebih besar dari pada siang hari, dengan pendinginan mencapai 0,3 K. Untuk pengetahuan penulis, efek ini tidak diselidiki dalam literatur. Ini meningkat pendinginan pada malam hari adalah karena kombinasi dari beberapa proses iklim mikro perkotaan. Pertama, penyimpanan panas dalam bangunan berkurang di hadapan panel surya, terutama yang panas, karena mereka mencegat radiasi matahari. Pelaksanaan panel surya sebagai elemen yang terpisah dari sistem keseimbangan energi permukaan perkotaan, seperti yang dilakukan di sini, memungkinkan deskripsi denda dampaknya terhadap energetika bangunan yang mendasari. Kedua, pada malam hari, lapisan batas perkotaan jauh lebih tipis daripada siang hari (biasanya 200 m tinggi bukan 1500 m tinggi di musim panas). Jadi setiap modifikasi keseimbangan energi permukaan akan memiliki hingga 10 kali lebih berpengaruh pada suhu udara di malam hari. fenomena kontra-intuitif seperti ditemukan oleh DeMunck et al. (2013b) untuk AC, yang terbukti memiliki dampak yang lebih pada malam hari dibandingkan hari (meskipun pelepasan panas itu sendiri, tentu saja, lebih besar di siang hari). Di sini juga, sedangkan panel surya terutama memodifikasi proses siang hari (dengan penyerapan dan transformasi radiasi matahari menjadi energi panas atau listrik), pengaruh suhu udara lebih besar pada malam hari, karena kain perkotaan dan struktur lapisan batas.  
efek pendinginan ini, meskipun relatif kecil, dapat meningkatkan kenyamanan termal penghuni. Misalnya, mengurangi jumlah orang yang terkena setiap intensitas tertentu (misalnya, 2 K) dari UHI dengan 4% (± 0,5%) dari total penduduk wilayah metropolitan. Kenyamanan termal juga dapat dievaluasi dengan mempertimbangkan parameter lebih lingkungan, seperti angin, radiasi dan kelembaban, bahwa semua memiliki pengaruh pada fisiologi manusia. Universal Thermal Iklim Indeks, UTCI (www.utci.org/), adalah indikator tersebut. Gambar 4 menunjukkan proporsi penduduk daerah perkotaan yang berada di bawah stres panas moderat luar (di bawah naungan). Ini menampilkan jumlah jam per hari itu seseorang menghabiskan ini atau dalam tingkat yang lebih kuat dari stres. panel surya, mungkin dengan efeknya suhu, mengurangi tingkat stres termal dari populasi. Sebagai contoh, sementara 17% dari total populasi dipengaruhi oleh stres panas selama lebih dari setengah hari (12 jam) di kota ini, pelaksanaan panel surya akan mengurangi jumlah ini menjadi 13%. Sementara perbedaan ini tampaknya kecil, itu masih merupakan sejumlah besar orang. Rata-rata, sekitar 15 menit dari kenyamanan yang diperoleh untuk kondisi outdoor. sedikit perbaikan ini dalam paparan panas stres, meskipun tidak direncanakan (panel surya terutama diterapkan untuk produksi energi), dapat menambah yang lebih besar, khusus ditujukan untuk pendinginan iklim perkotaan, seperti penghijauan kota.  
GAMBAR 4  
   
Gambar 4. Penduduk terkena stres panas sedang pada bulan Agustus 2003 (rata-rata bulanan). Kiri: dengan panel surya. Kanan: tanpa panel surya. Angka tersebut berbunyi seperti ini: 100% dari populasi dipengaruhi oleh setidaknya 7 jam stres panas per hari, tetapi hanya beberapa persen (warna kuning) oleh lebih dari 14 jam dari stres panas per hari.  
4. Diskusi  
panel surya menyerap energi matahari untuk menghasilkan energi yang dapat digunakan di gedung-gedung, baik secara langsung dalam bentuk panas (biasanya untuk air hangat) atau listrik. Namun, dalam melakukannya, mereka mengubah keseimbangan energi permukaan perkotaan di kontak dengan atmosfer, dan jadi mungkin mempengaruhi iklim mikro perkotaan. Mereka juga mengubah radiasi yang diterima oleh atap, dan karenanya keseimbangan energi bangunan. Tulisan ini menyajikan cara untuk memasukkan panel surya dalam skema TEB. parameterisasi ini mensimulasikan produksi mereka dengan cara yang relatif tepat, karena tergantung pada kondisi meteorologi berkembang, bukan hanya menggunakan aturan produksi tahunan ibu jari seperti yang sering dilakukan dalam desain bangunan. Panel juga mempengaruhi energetika bangunan dan fluks panas (radiasi dan konveksi) ke atmosfer. Dengan demikian, adalah mungkin untuk mengevaluasi pengaruh panel surya strategi implementasi pada UHI.  
Sebuah skenario besar tapi realistis penyebaran panel surya di wilayah metropolitan Paris telah disimulasikan. Sebuah perbandingan dengan referensi, kota masa kini tanpa (banyak) panel surya, memungkinkan dampak skenario ini akan diperkirakan. Tidak seperti pekerjaan sebelumnya dilaporkan dalam literatur, penelitian ini dilaksanakan baik termal dan PV panel surya dalam model. Hal ini memungkinkan skenario realistis untuk disimulasikan, di mana panel termal diperkenalkan pertama. Hal ini menunjukkan bahwa panel surya, dengan shading dari atap, sedikit meningkatkan kebutuhan untuk pemanasan domestik (3%). Dengan perbaikan masa depan dalam isolasi, dampak ini mungkin akan kurang signifikan. Di musim panas, namun, panel surya mengurangi energi yang dibutuhkan untuk AC (12%), berkat shading atap. Mereka juga menyebabkan pengurangan UHI.  
Selama musim panas, ketika sinar matahari yang kuat, penyebaran panel surya dapat mengurangi suhu 0,2 K. Pada malam hari, analisis sederhana akan menunjukkan bahwa panel surya tidak berpengaruh (karena tidak ada sinar matahari). Namun, simulasi fisik yang dilakukan di sini menunjukkan bahwa kehadiran panel surya mengarah ke mitigasi hingga 0,3 K dari UHI di malam hari (jadi lebih dari siang hari). Hasil kontra-intuitif ini disebabkan interaksi antara keseimbangan perkotaan energi permukaan (evolusi yang telah dimodifikasi oleh panel surya) dan struktur malam-waktu dari lapisan atmosfer di atas kota. Dampak tersebut lebih besar dari yang ditemukan dalam karya-karya sebelumnya, karena penggunaan panel termal (yang lebih efisien daripada panel PV) dan karena posisi geografis Paris, yang relatif jauh dari laut. Ini berarti bahwa itu tidak dipengaruhi oleh angin laut, dan karenanya yang UHI yang lebih kuat daripada sebuah kota pesisir dengan ukuran yang sama. Tapi itu juga berarti bahwa strategi adaptasi lokal yang bertujuan mengurangi UHI akan memiliki efek yang lebih kuat.  
Selain hasil yang teoritis, beberapa masalah praktis harus dipertimbangkan dalam rangka untuk lebih menginformasikan pembuat keputusan. Menginstal panel PV atau kolektor surya termal pada atap bangunan yang ada akan mengubah tampilan visual dari daerah perkotaan yang bersangkutan. Perubahan ini mungkin menjadi masalah yang sulit di kota-kota seperti Paris, di mana industri pariwisata penting, dan instalasi mungkin tidak akan diterima pada semua permukaan potensial. Selain itu, lingkungan perkotaan luar ruangan sangat tercemar dan deposit kotoran di panel dan kolektor permukaan pasti akan menurunkan efektivitas peralatan surya. pembersihan secara teratur bisa menjadi cara untuk membatasi dampak ini namun konsekuensi dari kegiatan pemeliharaan ini perlu dievaluasi (mis, akses jalan, peralatan keamanan, tenaga kerja). resiko kebakaran juga dapat menjadi masalah untuk panel PV: serangkaian kasus yang tercatat untuk bangunan baru dilengkapi di Eropa pada tahun 2013. Produk terlibat ditarik dari pasar tetapi situasi ini panggilan untuk seleksi yang ketat dari produk dan kontraktor serta untuk rencana pemeliharaan instalasi. masalah yang disebutkan di atas memerlukan penyelidikan lebih lanjut dalam perspektif evaluasi ekonomi mengambil eksternalitas positif dan negatif ke rekening.  
Singkatnya, penyebaran panel surya yang baik baik untuk menghasilkan energi (dan karenanya memberikan kontribusi untuk penurunan emisi gas rumah kaca) dan untuk mengurangi UHI, terutama di musim panas, ketika bisa menjadi ancaman bagi kesehatan. Dalam kondisi iklim di masa depan, panel surya juga akan membantu untuk mengurangi permintaan AC. kerja masa depan akan fokus pada belajar strategi adaptasi perkotaan dalam jangka panjang (sejauh akhir abad kedua puluh satu) mengambil panel besar kemungkinan pilihan perencanaan menjadi pertimbangan, seperti penghijauan kota, peningkatan isolasi, perubahan perilaku penghuni ' , berbagai bentuk ekspansi perkotaan dan penyebaran sistem energi terbarukan.  
pendanaan

Karya ini telah menerima dukungan dari Badan Penelitian Nasional Prancis untuk proyek Muscade (referensi ANR-09-VILL-0003) dan dari jaringan penelitian lanjutan tematik pada Penerbangan dan Antariksa untuk proyek ACCLIMAT (RTRA STAE-ACCLIMAT).  
Benturan Pernyataan Tujuan  
Para penulis menyatakan bahwa penelitian yang dilakukan di tidak adanya hubungan komersial atau keuangan yang dapat ditafsirkan sebagai potensi konflik kepentingan.  
Ucapan Terima Kasih  
Para penulis terima Colette Marchadier untuk bekerja di manajemen Muscade dan ACCLIMAT proyek '.

catatan kaki  
1. ^ http:? //www.insee.fr/fr/themes/document.asp REF\_ID = ip1396

Referensi  
ADEME. (2002). "Eau chaude solaire - manuel pour la konsepsi, le dimensionnement et la réalisation des instalasi kolektif," di Laporan Teknis, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie di Perancis, 110.  
Arnette, A. N. (2013). Mengintegrasikan atap surya menjadi model optimasi perencanaan energi multi-sumber. Appl. Energ. 111, 456-467. doi: 10,1016 / j.apenergy.2013.05.003  
CrossRef Full Text  
Bueno, B., Hidalgo, J., Pigeon, G., Norford, L., dan Masson, V. (2013). Perhitungan suhu udara di atas kota kanopi lapisan dari pengukuran di sebuah stasiun cuaca operasional pedesaan. J. Appl. Meteorol. Climatol. 52, 472-483. doi: 10,1175 / JAMC-D-12-083.1  
CrossRef Full Text  
Bueno, B., Pigeon, G., Norford, L. K., Zibouche, K., dan Marchadier, C. (2012). Pengembangan dan evaluasi model energi bangunan terintegrasi dalam skema TEB. Geosci. Model Dev. 5, 433-448. doi: 10,5194 / GMD-5-433-2012

CrossRef Full Text  
DeMunck, C. S., Lemonsu, A., Bouzouidja, R., Masson, V., dan Claverie, R. (2013a). The greenroof modul (v7.3) untuk pemodelan atap hijau pertunjukan hidrologi dan energik dalam TEB. Geosci. Model Dev. 6, 1941-1960. doi: 10,5194 / GMD-6-1941-2013  
CrossRef Full Text  
DeMunck, C. S., Pigeon, G., Masson, V., Meunier, F., Bousquet, P., Tréméac, B., et al. (2013b). Berapa banyak AC dapat meningkatkan suhu udara untuk kota seperti Paris (Prancis)? Int. J. Climatol. 33, 210-227. doi: 10,1002 / joc.3415  
CrossRef Full Text  
Elliott, D. (2000). energi terbarukan dan masa depan yang berkelanjutan. Futures 32, 261-2747. doi: 10,1016 / S0016-3287 (99) 00096-8  
CrossRef Full Text  
Elminir, H. K., Ghitas, A. E., Hamid, R. H., El-Hussainy, F., Beheary, M. M., dan Abdel-Moneim, K. M. (2006). Pengaruh debu di sampul transparan kolektor surya. Energ. Conver. Manag. 47, 3192-3203. doi: 10,1016 / j.enconman.2006.02.014

CrossRef Full Text  
Fouillet, A., Rey, G., Laurent, F., Pavillon, G., Bellec, S., Guillenneuc-Jouyaux, C., et al. (2006). tingkat kematian yang berkaitan dengan gelombang panas Agustus 2003 di Prancis. Int. Lengkungan. Occup. Mengepung. Kesehatan 80, 16-24. doi: 10,1007 / s00420-006-0089-4  
Pubmed Abstrak | Pubmed Full Text | CrossRef Full Text  
Gago, E. J., Roldan, J., Pacheco-Torres, R., dan Ordonez, J. (2013). Pulau-pulau kota dan panas perkotaan: review dari strategi untuk mengurangi efek samping. Memperbarui. Sust. Energ. Wahyu 25, 749-758. doi: 10,1016 / j.rser.2013.05.057  
CrossRef Full Text  
Garg, H. P. (1974). Pengaruh kotoran pada sampul transparan di plat datar kolektor energi surya. Surya Energ. 15, 299-302. doi: 10,1016 / 0038-092X (74) 90019-X  
CrossRef Full Text  
Gross, R., Leach, M., dan Bauen, A. (2003). Kemajuan dalam energi terbarukan. Mengepung. Int. 29, 105-122. doi: 10,1016 / S0160-4120 (02) 00130-7  
Pubmed Abstrak | Pubmed Full Text | CrossRef Full Text  
Hernandez, R. R., Paskah, S. B., Murphy-Mariscal, M. L., Maestre, F. T., Tavassoli, M., Allen, E. B., et al. (2014). dampak lingkungan dari energi surya skala utilitas. Memperbarui. Sust. Energ. Wahyu 29, 766-779. doi: 10,1016 / j.rser.2013.08.041  
CrossRef Full Text

Jader-Waldau, A. (2007). Photovoltaics dan energi terbarukan di Eropa. Memperbarui. Sust. Energ. Wahyu 11, 1414-1437. doi: 10,1016 / j.rser.2005.11.001  
CrossRef Full Text  
Le Bras, J. (2014). "Model Cepat perkotaan pulau panas untuk studi kenyamanan termal," di 11 Simposium Urban Environment (Atlanta, CA: Amerika Meteorological Society).  
Leloux, J., Narvarte, L., dan Trebosc, D. (2012). Ulasan kinerja sistem PV perumahan di Perancis. Memperbarui. Sust. Energi. Wahyu 16, 1369-1376. doi: 10,1016 / j.rser.2011.07.145  
CrossRef Full Text  
Lemonsu, A., Kounkou-Arnaud, R., Desplat, J., Salagnac, J.-L., dan Masson, V. (2013). Evolusi iklim perkotaan Paris di bawah iklim perubahan global. Clim. Ubah 116, 679-692. doi: 10,1007 / s10584-012-0521-6  
CrossRef Full Text  
Lemonsu, A., Masson, V., Shashua-Bar, L., Erell, E., dan Pearlmutter, D. (2012). Pencantuman vegetasi dalam model keseimbangan energi kota untuk pemodelan daerah hijau kota. Geosci. Model Dev. 5, 1377-1393. doi: 10,5194 / gmdd-5-1295-2012  
CrossRef Full Text  
Lund, H. (2007). strategi energi terbarukan untuk pembangunan berkelanjutan. Energi 32, 912-919. doi: 10,1016 / j.energy.2006.10.017  
CrossRef Full Text  
Masson, V. (2000). Sebuah skema berbasis fisik untuk anggaran energi perkotaan dalam model atmosfer. Terikat. Lapisan Meteorol. 94, 357-397. doi: 10,1023 / A: 1002463829265  
CrossRef Full Text  
Masson, V., Champeaux, J.-L., Chauvin, F., Meriguet, C., dan Lacaze, R. (2003). Sebuah database global parameter permukaan tanah pada resolusi 1-km dalam model meteorologi dan iklim. J. Clim. 16, 1261-1282. doi: 10,1175 / 1520-0442-16.9.1261  
CrossRef Full Text  
Masson, V., LeMoigne, P., Martin, E., Faroux, S., Alias, A., Alkama, R., et al. (2013b). The SURFEXv7.2 tanah dan laut Platform permukaan untuk digabungkan atau offline simulasi variabel permukaan bumi dan fluks. Geosci. Model Dev. 6, 929-960. doi: 10,5194 / GMD-6-929-2013

CrossRef Full Text  
Masson, V., Singa, Y., Peter, A., Pigeon, G., Buyck, J., dan Brun, E. (2013). Grand Paris: perubahan lanskap daerah untuk beradaptasi kota untuk pemanasan iklim. Clim. Ubah 117, 769-782. doi: 10,1007 / s10584-012-0579-1  
CrossRef Full Text  
Masson, V., Marchadier, C., Adolphe, L., Aguejdad, R., Avner, P., Bonhomme, M., et al. (2014). Beradaptasi kota terhadap perubahan iklim: pendekatan model sistemik. Iklim perkotaan. doi: 10,1016 / j.uclim.2014.03.004  
CrossRef Full Text  
Nemet, G. F. (2009). radiasi bersih memaksa dari penyebaran luas photovoltaics. Mengepung. Sci. Technol. 43, 2173-2178. doi: 10.1021 / es801747c  
Pubmed Abstrak | Pubmed Full Text | CrossRef Full Text  
Noilhan, J., dan Planton, S. (1989). Sebuah parameterisasi sederhana permukaan tanah proses untuk model meteorologi. Mon. Wea. Rev. 117, 536-549. doi: 10,1175 / 1520-0493 (1989) 117 <0536: ASPOLS> 2.0.CO; 2  
CrossRef Full Text  
Nugent, D., dan Sovacool, B. K. (2014). Menilai emisi gas rumah kaca siklus hidup dari PV surya dan energi angin: survei meta kritis. Energ. Pol. 65, 229-244. doi: 10,1016 / j.enpol.2013.10.048

CrossRef Full Text  
Philibert, C. (2006). "Hambatan difusi teknologi: kasus teknologi panas matahari," dalam laporan Teknis, Badan Energi Internasional, Organisasi untuk Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan. Tersedia online di: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Solar\_Thermal.pdf  
Pigeon, G., Zibouche, K., Bueno, B., Le Bras, J., dan Masson, V. (2014). Evaluasi membangun simulasi energi dengan model TEB terhadap energyplus untuk satu set bangunan perwakilan di

Paris. Membangun. Mengepung. 76, 1-14. doi: 10,1016 / j.enbuild.2013.10.038  
CrossRef Full Text

Porfiriev, B. (2014). Evaluasi kerugian manusia dari bencana: kasus dari 2010 gelombang panas dan kebakaran hutan di Rusia. Int. J. Disast. Mengecil risiko. 7, 91-99. doi: 10,1016 / j.ijdrr.2013.12.007  
CrossRef Full Text  
Santamouris, M., Synnefa, A., dan Karlessi, T. (2011). Menggunakan bahan dingin maju dalam lingkungan binaan perkotaan untuk mengurangi pulau panas dan memperbaiki kondisi kenyamanan termal. Surya Energ. 85, 3085-3102. doi: 10,1016 / j.solener.2010.12.023  
CrossRef Full Text  
Scherba, A., Sailor, D. J., Rosenstiel, T. N., dan Wamser, C. C. (2011). Pemodelan dampak atap reflektifitas, panel photovoltaic terintegrasi dan sistem atap hijau pada fluks panas yang masuk akal dalam lingkungan perkotaan. Membangun. Mengepung. 46, 2542-2551. doi: 10,1016 / j.buildenv.2011.06.012  
CrossRef Full Text  
Sims, R. E. H., Rogner, HH, dan Gregory, K. (2003). emisi karbon dan perbandingan biaya mitigasi antara bahan bakar fosil, sumber daya nuklir dan energi terbarukan untuk pembangkit listrik. Energ. Pol. 31, 1315-1326. doi: 10,1016 / S0301-4215 (02) 00192-1  
CrossRef Full Text  
Sovacool, B. K., dan Ratan, P. L. (2012). Konseptualisasi penerimaan angin dan listrik tenaga surya. Memperbarui. Sust. Energ. Wahyu 16, 5268-5279. doi: 10,1016 / j.rser.2012.04.048  
CrossRef Full Text  
Taha, H. (2013). Potensi dampak udara suhu dari penyebaran skala besar dari array surya fotovoltaik di daerah perkotaan. Surya Energ. 91, 358-367. doi: 10,1016 / j.solener.2012.09.014  
CrossRef Full Text

Traisnel, J. P., Maizia, M., dan Roditi, D. (2004). Habitat et développement tahan lama: Les Perspektif offertes par le solaire thermique. Les cahier du klub d'ingénérie calon Energie et environnement 16, 3-46 (dalam bahasa Perancis).  
Kata kunci: urban heat island, energi surya, panel surya, kota, adaptasi perubahan iklim  
Kutipan: Masson V, Bonhomme M, Salagnac J-L, Briottet X dan Lemonsu A (2014) Solar panel mengurangi baik pemanasan global dan pulau panas perkotaan. Depan. Mengepung. Sci. 02:14. doi: 10,3389 / fenvs.2014.00014  
Menerima: 4 Maret 2014; Kertas tertunda diterbitkan: 31 Maret 2014;  
Diterima: 29 April 2014; Diterbitkan online: 04 Juni 2014.

Diedit oleh:  
Remy Roca, Laboratoire d'Etudes en Geophysique et Océanographie Spatiales, Prancis

Diperiksa oleh:  
Bijoy Vengasseril Thampi, Sistem Sains dan Aplikasi, Inc, USA  
David J. Sailor, Portland State University, USA

Copyright © 2014 Masson, Bonhomme, Salagnac, Briottet dan Lemonsu. Ini adalah sebuah artikel akses terbuka didistribusikan di bawah persyaratan Lisensi Creative Commons Attribution (CC BY). Penggunaan, distribusi atau reproduksi di forum lain diperbolehkan, asalkan penulis asli (s) atau pemberi lisensi dikreditkan dan bahwa publikasi asli dalam jurnal ini dikutip, sesuai dengan praktek akademik diterima. Tidak ada penggunaan, distribusi atau reproduksi diperbolehkan yang tidak mematuhi persyaratan ini.

\* Korespondensi: Valéry Masson, METEO-France / CNRS, Pusat Nasional de Recherches Météorologiques / Groupe d'étude de l'atmosphère Météorologique, 42 av Coriolis, 31057 Toulouse, Prancis e-mail: [valery.masson@meteo.fr](mailto:valery.masson@meteo.fr)

Google Terjemahan untuk Bisnis:[Perangkat Penerjemah](http://www.google.co.id/url?rs=rsmf&q=http://translate.google.com/toolkit%3Fhl%3Did).

Kesimpulan :

**Panel surya** adalah alat yang terdiri dari [sel surya](https://id.wikipedia.org/wiki/Sel_surya) yang mengubah [cahaya](https://id.wikipedia.org/wiki/Cahaya) menjadi [listrik](https://id.wikipedia.org/wiki/Listrik). Mereka disebut surya atas Matahari atau "sol" karena Matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut [sel photovoltaic](https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Sel_photovoltaic&action=edit&redlink=1), photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya-listrik". Sel surya atau sel PV bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi Matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan.  
Sehingga meminimalisir global warming