

# Modélisation et simulation de la lumière naturelle au moyen des logiciels *Sketchup*, *Su2ds* et *Daysim*.

---

**Corentin HAUBRUGE**

**Magali BODART**

Mai 2012

Projet METRICS, financement Electrabel



Architecture et Climat  
LOC - UCL



Ce projet de recherche a été réalisé par Magali BODART et Corentin HAUBRUGE, chercheurs chez Architecture et Climat, de la faculté LOCI, UCL.



**ARCHITECTURE ET CLIMAT**  
Université catholique de Louvain  
Centre de Recherches en Architecture



Faculté d'architecture,  
d'ingénierie architecturale,  
d'urbanisme

Cette recherche a été financée par Electrabel, et soutenue par Electrabel, Laborelec, la Fondation Louvain et la Région Wallonne.



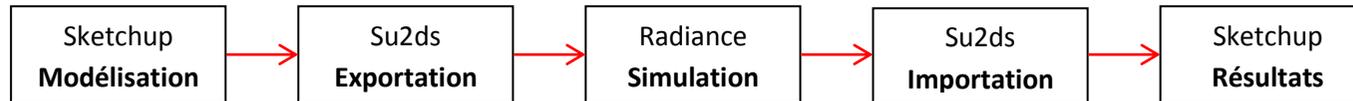
## Table des matières - Didacticiel Sketchup – Su2ds

1. Introduction.....	4
2. Installer le plug-in Su2ds .....	4
3. Modéliser un projet dans Sketchup .....	6
3.1. Présentation du modèle étudié.....	6
3.2. Modéliser la géométrie .....	6
3.3. Appliquer des matériaux .....	7
3.4. Définir la localisation .....	8
4. Créer une grille de points de mesures .....	9
5. Exporter le modèle au moyen de Su2ds .....	10
6. Lancer la simulation sur Daysim.....	12
7. Importer les résultats de Daysim dans Sketchup .....	15



## 1. Introduction

Le programme Su2ds est un plug-in Sketchup conçu pour faciliter la simulation de la lumière naturelle lors de la modélisation d'un projet architectural. Il permet d'utiliser la géométrie d'un modèle créé dans Sketchup pour l'analyser dans Daysim<sup>1</sup>, avant de réimporter les résultats numériques de cette simulation dans Sketchup, afin d'interpréter visuellement les résultats.



Le programme Su2ds est téléchargeable gratuitement en suivant le lien suivant : <http://code.google.com/p/su2ds/>

Au cours de ce tutoriel, un modèle simple de bureau sera modélisé et paramétré dans Sketchup, puis exporté vers Daysim via su2ds, afin d'être analysé. Les résultats de cette analyse seront ensuite renvoyés vers Sketchup pour visualisation des métriques dynamiques.

## 2. Installer le plug-in Su2ds

Pour réussir cette simulation, il est nécessaire d'avoir au préalable installé Sketchup (version 7 ou supérieure), ainsi que Daysim. La version utilisée dans ce document est Daysim 2.1, la version Daysim 3.0 étant disponible en *pre-release*. Le plug-in Su2ds ne peut être utilisé que lorsque Sketchup est installé.

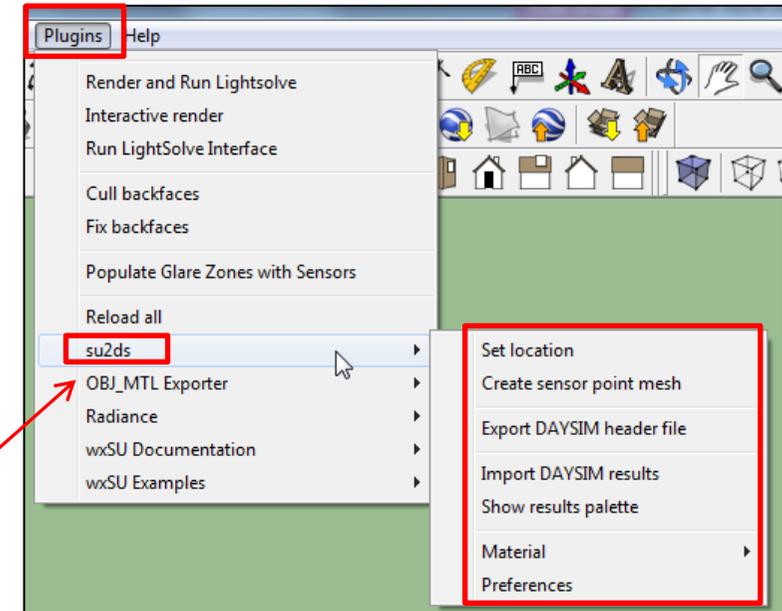
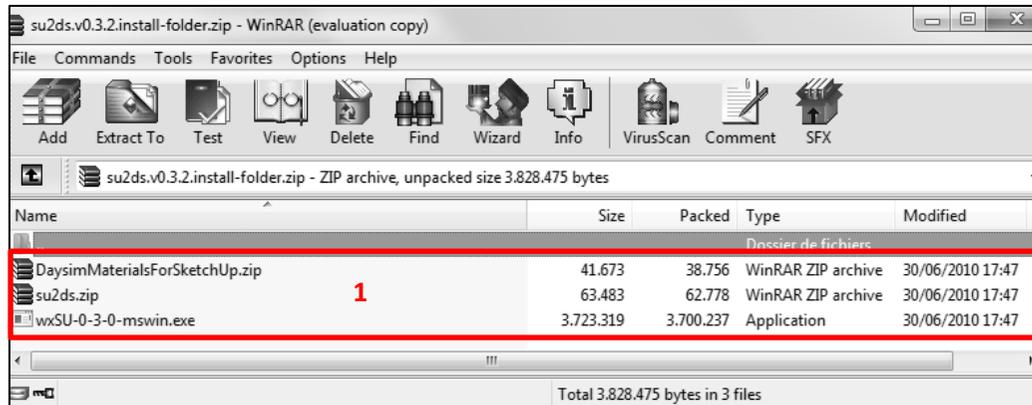
---

<sup>1</sup> Daysim est un logiciel d'analyse de la lumière naturelle qui se base sur les algorithmes de Radiance.



Pour installer le plug-in, vous devez suivre les étapes suivantes.

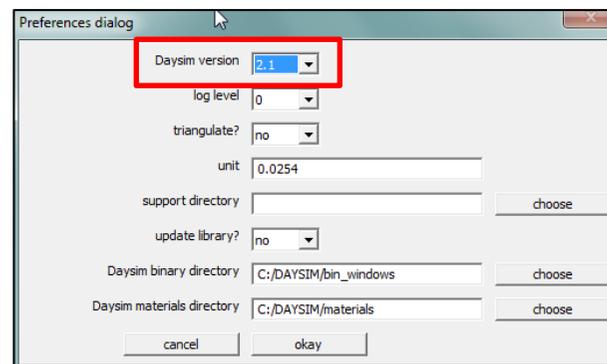
- Téléchargez le dossier d'installation « su2ds ». Un dossier contenant trois fichiers s'ouvre (1)
- Installez le plug-in wxSU, qui génère les éléments d'interface.
- Décompressez le fichier « su2ds.zip » dans le dossier « Plugins » de Sketchup.



En redémarrant Sketchup, sous l'onglet « Plugins », vous avez dès lors accès à Su2ds :

Avant de continuer, vous devez encoder votre version de Daysim dans Su2ds :

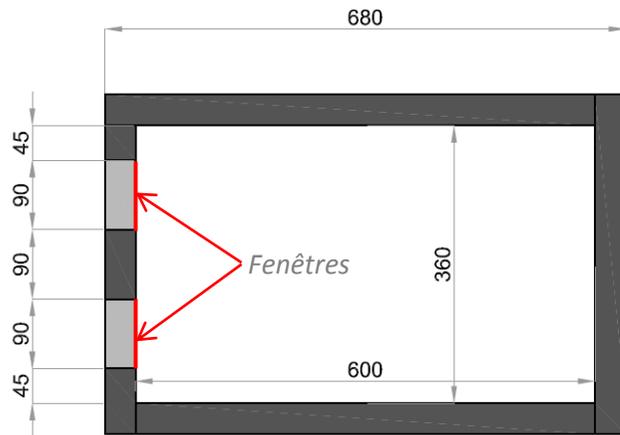
*Sketchup > Plugins > Su2ds > Preferences > Daysim version.*



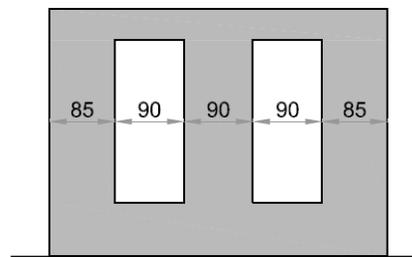
### 3. Modéliser un projet dans Sketchup

#### 3.1. Présentation du modèle étudié

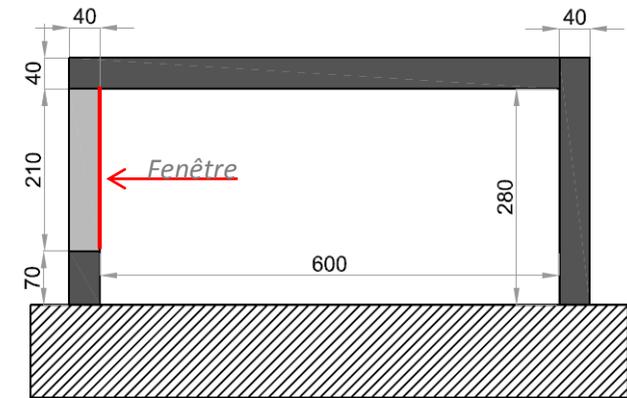
La première étape consiste à modéliser votre projet avant de paramétrer une simulation de la lumière naturelle. La géométrie retenue pour ce tutoriel est un modèle simple d'un local de bureau qui comprend deux ouvertures de fenêtre sur une des façades. Nous faisons également l'hypothèse que ce local se situe à Bruxelles, et que les fenêtres sont orientées Sud. Les figures ci-dessous indiquent les mesures principales en centimètres.



*Plan du local*



*Élévation de la façade avec fenêtres*



*Coupe longitudinale*

#### 3.2. Modéliser la géométrie

La modélisation se fait directement sur Sketchup. Pensez à modéliser un socle autour du modèle afin de modéliser le sol, dont les dimensions doivent être supérieures au double de la plus grande longueur (en hauteur ou en longueur) de votre scène (voir image page suivante). Dans le cas contraire, de la lumière serait perdue et cela fausserait votre simulation.



### 3.3. Appliquer des matériaux

Ouvrez la palette des matériaux, et choisissez la bibliothèque des matériaux paramétrés pour Daysim.

*Sketchup > Window > Materials > Select > DaysimMaterialsForSketchup*

Vous pouvez ensuite appliquer les matériaux à votre modèle, en choisissant le vitrage « *GenericDoubleGlazing72* » pour chacune des deux fenêtres.

Avant de continuer, il est conseillé de vérifier un paramètre de la géométrie de votre scène. Dans Radiance (qui est utilisé par Daysim au moment du calcul de simulation), une simple surface ne peut recevoir qu'un seul matériau, qui est assigné à la face avant et à la face arrière.

Cependant, dans Sketchup, la face avant et la face arrière peuvent chacune recevoir un matériau différent. Afin d'éviter toute erreur vis-à-vis de ce problème, Su2ds contient une fonction qui permet de résoudre ces conflits de faces.

Vous pouvez compter le nombre de faces qui posent problème dans votre modèle :

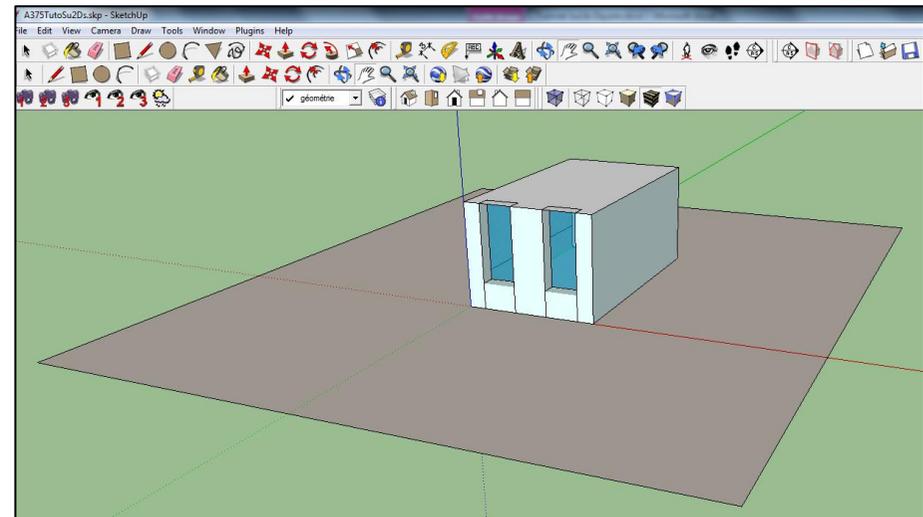
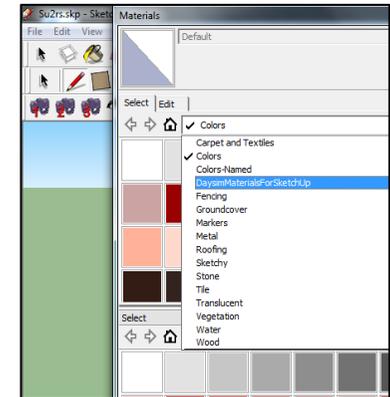
*Sketchup > Pulgins > Su2ds > material > count conflicts.*

Sélectionnez ensuite la commande suivante :

*Sketchup > Plugins > Su3ds > materiel > resolve conflicts*

Voici quelles sont les modifications engendrées par cette fonction :

- Les surfaces dont la paroi 1 a été paramétrée (« matériau 1 » sur la face 1) recevront le même « matériau 1 » pour la seconde face. Les deux faces de la surface ont donc finalement le même matériau.
- Les surfaces dont les deux parois ont été paramétrées (« matériau 1 » sur la face 1 et « matériau 2 » sur la face 2) seront modifiées de sorte que la face arrière reçoive le même matériau que la face 1 (« matériau 1 »).



### 3.4. Définir la localisation

Utilisez la commande

*Sketchup > Plugins > Su2ds > Set location*

Une fenêtre s'ouvre, avec les paramètres suivants :

- Ville et pays (facultatif, ne modifie pas les calculs)
- Latitude
- Longitude
- Décalage horaire
- Altitude
- Orientation du nord (angle)
- Afficher la direction du nord sur la carte (oui/non)

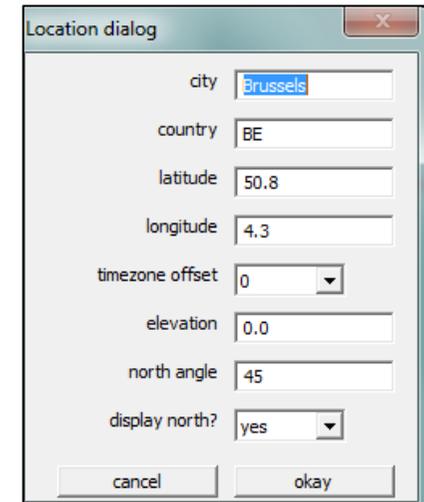
Si vous utilisez Daysim 2.1, vous pouvez facilement tourner l'entièreté de votre géométrie afin de modifier l'orientation du nord.

Dans DaySim 3.0, cette opération se fait au sein même du logiciel de simulation.

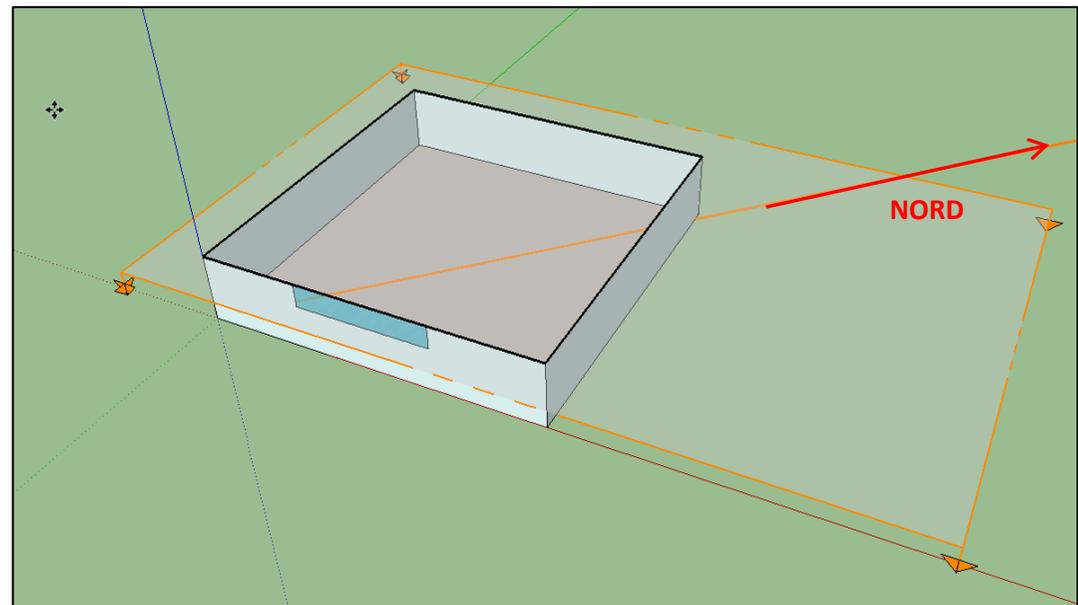
Il est également possible d'orienter directement le modèle dans Sketchup.

Sur cette scène, le nord est orienté à 45° et apparaît tracé en orange sur le plan Sketchup. Vous pouvez décider de l'afficher ou non.

Ci-contre : les paramètres introduits pour notre simulation de bureau à Bruxelles.



Parameter	Value
city	Brussels
country	BE
latitude	50.8
longitude	4.3
timezone offset	0
elevation	0.0
north angle	45
display north?	yes



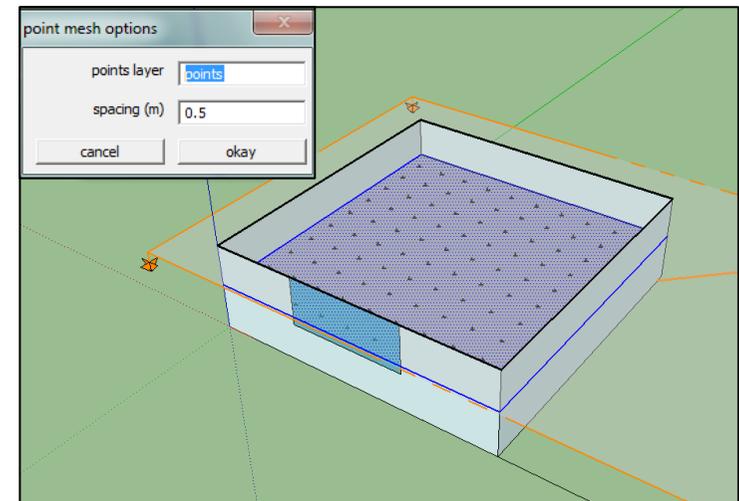
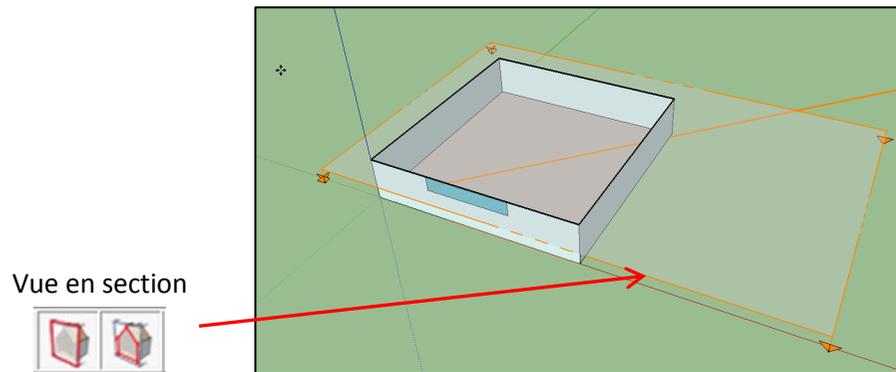
## 4. Créer une grille de points de mesures

Daysim calcule les métriques d'éclairage naturel sur certains points spécifiques disposés sur un maillage. Pour calculer l'éclairage sur un plan, il sera donc au préalable nécessaire de le discrétiser, c'est-à-dire créer un ensemble de points qui caractérisent la géométrie de la surface de calcul. Pour créer un maillage de points avec Su2ds, vous devez d'abord définir une nouvelle couche dans Sketchup, que vous pouvez nommer « Points ».

Une fois la couche créée, rendez-la active. Ensuite, dessinez une surface dans cette couche, qui représente le plan de travail sur lequel l'éclairage doit être calculé. Placez cette surface à 80cm du sol, ce qui est la hauteur habituelle pour les plans de travail de bureau.

Sachez qu'il est possible de créer plusieurs surfaces de calcul, qui peuvent se trouver à différentes hauteurs, et qu'il est également possible de créer des surfaces de calcul comprenant des creux.

Pour créer cette surface, il est plus facile de créer une section de votre modèle sur Sketchup, comme illustré ci-dessous :



Pour paramétrer le maillage, utilisez la commande suivante :

*Sketchup > Plugins > Su2ds > Create sensor point mesh*

Une boîte d'interface s'ouvre alors, vous permettant de régler deux paramètres :

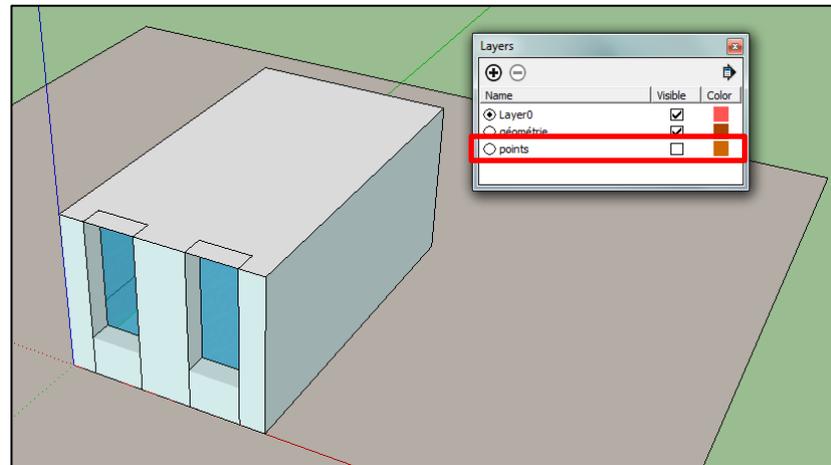
- Le choix de la couche sur laquelle vous avez placé la surface de calcul
- L'espacement entre chaque capteur, entre chaque nœud (en mètres).

Vous pourrez toujours changer le nombre de points sur le maillage par après, mais vous devrez recommencer le calcul de simulation.



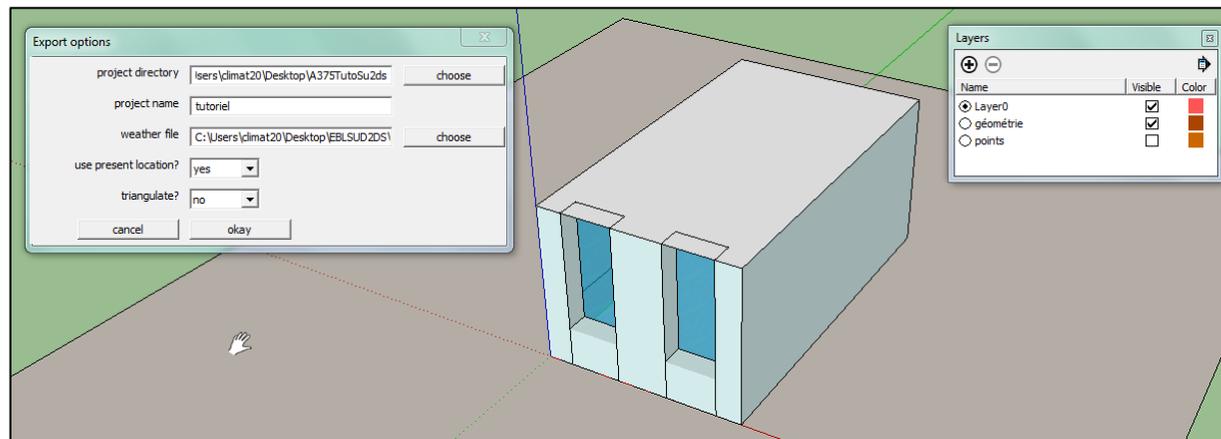
## 5. Exporter le modèle au moyen de Su2ds

Après avoir paramétré la géométrie, les matériaux, la localisation et le maillage de votre modèle, vous pouvez entamer l'analyse sur Daysim. Avant d'exporter le modèle, vous devez d'abord éteindre la (ou les) couche(s) Sketchup qui ont servi à créer les maillages.



Suivez la commande :

*Sketchup > Plugins > Su2ds > Export Daysim header file*



Une boîte de dialogue s'ouvre, et plusieurs champs à compléter apparaissent :

- *Project directory* : emplacement du dossier qui contiendra les fichiers du projet nécessaires au calcul sous Daysim. Il est conseillé de ne pas laisser d'espaces dans les noms de fichiers utilisés par Daysim.
- *Project name* : indique le nom du projet, et le nom du fichier « project.name.hea » qui sera créé lors de l'exportation.
- *Weather file* : nécessite de joindre le chemin d'accès au fichier de données météorologiques associé au projet. Vous pouvez choisir un fichier « .wea » ou un fichier « .epw », qui sera directement converti pour être utilisé dans Daysim.
- *Use present location* : « yes » (conserve la localisation paramétrée lors de l'étape 3.4)
- *Triangulate* : « no » (cette fonction permet de créer un ensemble de triangles à partir de la géométrie créée, afin de créer un maillage d'éléments finis. Dans notre cas, cette application est inutile, puisque le modèle est assez simple et ne contient aucune forme complexe).

Cliquez ensuite sur ok, afin d'exporter le projet, et cinq fichiers vont alors être créés :

- Un dossier météorologique, copié depuis l'emplacement renseigné ci-avant.
- Un dossier « Points » (.pts) qui décrit le maillage de points de calcul
- Un dossier « Radiance » (.rad) qui décrit la géométrie et les matériaux du projet
- Un dossier « Daysim » (.hea) qui contient la description du projet, faisant référence aux trois dossiers précédents
- Un dossier « Log » qui contient les messages générés par Daysim pendant l'exportation.

Nom	Modifié le	Type	Taille
 BEL_Brussels.064510_IWEC_60min.wea	14/05/2012 17:01	Weather Data File	152 Ko
 unnamed_project.hea	14/05/2012 17:01	Daysim project file	2 Ko
 unnamed_project.log	14/05/2012 17:01	Document texte	2 Ko
 unnamed_project.pts	14/05/2012 17:01	Fichier PTS	3 Ko
 unnamed_project.rad	14/05/2012 17:01	Fichier RAD	8 Ko

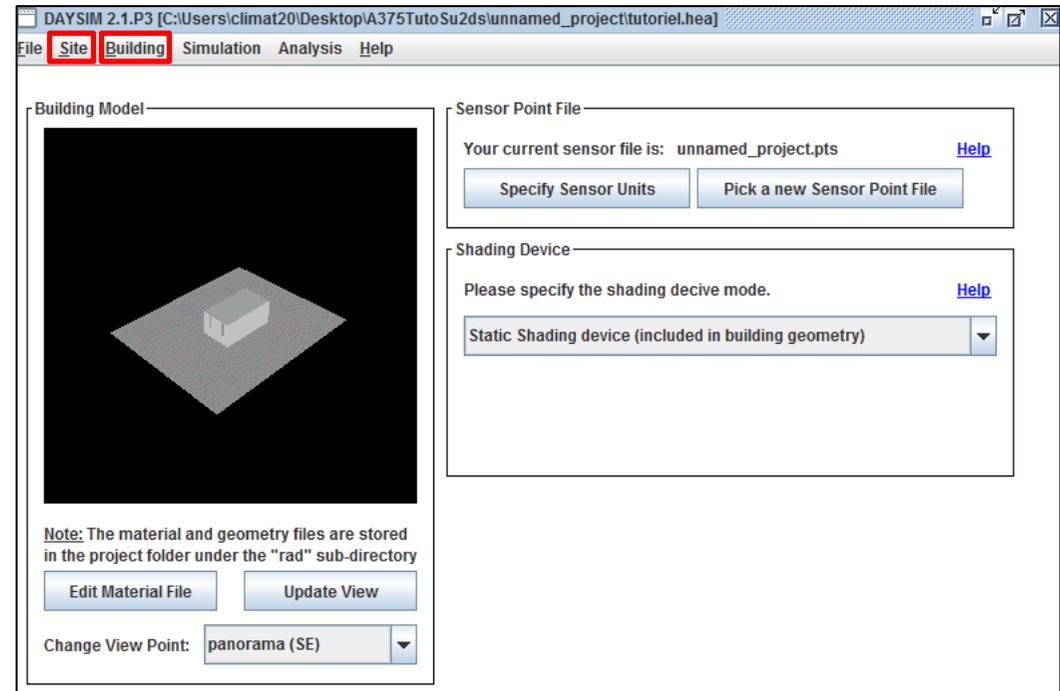
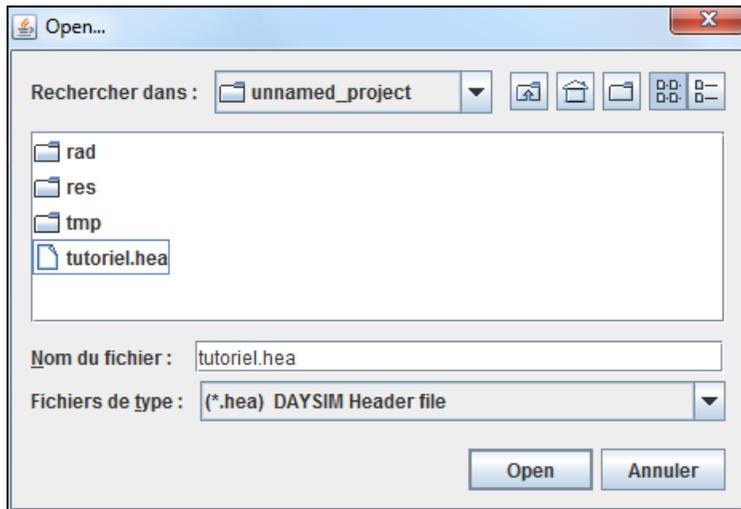


## 6. Lancer la simulation sur Daysim

Vous pouvez ensuite lancer Daysim afin d'y ouvrir le projet d'exportation.

Suivez donc la commande *Daysim > File > Open project*

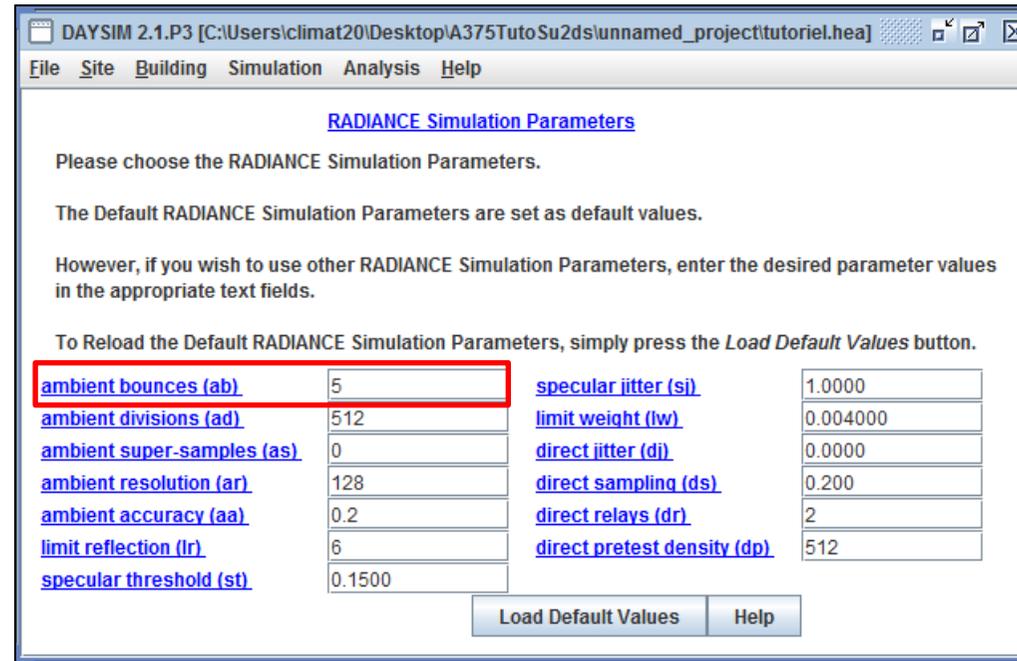
Sélectionnez le dossier que vous avez créé à l'étape 5 précédemment, et le projet est chargé dans Daysim.



Une fois le modèle importé, vous pouvez vérifier les paramètres de site et du bâtiment importés à partir des onglets de la barre de tâches.

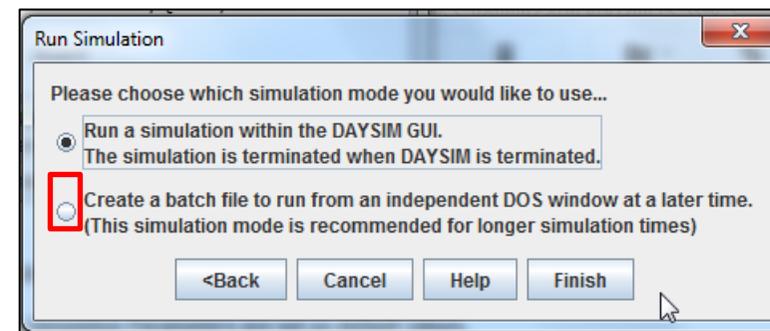
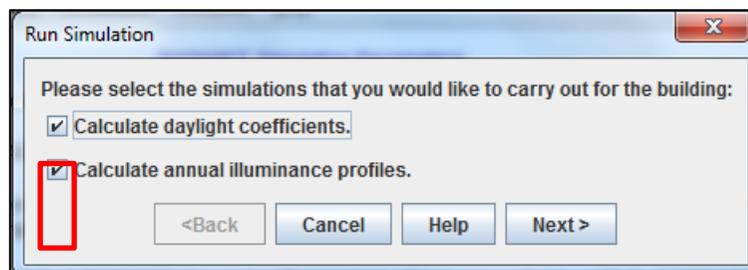


Vous devez ensuite paramétrer la simulation. Il est conseillé d'augmenter le paramètre « ab », nombre de rebonds diffus, et de l'établir à 5. Pour plus d'informations sur le choix de ces paramètres, vous pouvez vous référer au manuel d'utilisation de Daysim, *Tutorial on the Use of Daysim Simulations for Sustainable Design*, écrit par Dr. Christoph F. Reinhart (Harvard University, 2010).



Lancez la simulation :

*Daysim > Simulation > Run simulation*



A la fin du calcul, vous pouvez lancer l'analyse dynamique des résultats :

Daysim > Analysis > Start Analysis

The screenshot shows the DAYSIM 2.1.P3 software interface. The window title is "DAYSIM 2.1.P3 [C:\Users\climat20\Desktop\A375TutoSu2ds\unnamed\_project\tutoriel.he]". The menu bar includes File, Site, Building, Simulation, Analysis, and Help. The interface is divided into several sections:

- Zone Description:** A text input field containing "zone".
- Occupancy Profile:** Includes fields for Arrival Time (08.00), Departure Time (17.00), and checkboxes for Lunch & Intermediate Breaks and Daylight Savings Time (both checked).
- User Requirements and Behavior:** Includes a field for Minimum Illuminance Level (500) and dropdown menus for Lighting Use and Blind Use (both set to "Mix of Both").
- Lighting and Shading Control System:** Includes fields for Installed Lighting Power Density (1.5), Zone Size (0.0), a dropdown for Blind Control (Manual), and a dropdown for Lighting Control (Manual on/off switch near the door). There is also a "Specify Work Plane" button.

A red box highlights the "Start Daylighting Analysis" button at the bottom center of the interface.

Voici les résultats qui s'affichent après simulation, qui s'ouvrent directement dans une fenêtre Internet :

Daysim > Analysis > View Daylighting Analysis results

## Daysim Simulation Report

**Warning:** No core workplane sensors have been selected. Daysim will therefore interpret all illuminance sensors as workplane sensors, i.e. Daysim assumes that the core workplane extends over all illuminance sensors in your lighting zone. (Note: To select a work plane sensor, go to ANALYSIS>>'SPECIFY WORKPLANE'.)

### In short...

- **Daylight Factor (DF) Analysis:** 44% of all illuminance sensors have a daylight factor of 2% or higher. If the sensors are evenly distributed across 'all spaces occupied for critical visual tasks', the investigated lighting zone would not qualify for the LEED-NC 2.1 daylighting credit 8.1 as the area ratio of sensors with a daylight factor over 2% would need to be 75% or higher (see [www.usgbc.org/LEED/](http://www.usgbc.org/LEED/)).
- **Daylight Autonomy (DA) Analysis:** The daylight autonomies for all core workplane sensors lie between 21% and 83% .
- **Useful Daylight Index (UDI) Analysis:** The Useful Daylight Indices for the Lighting Zone are  $UDI_{<100}=30\%$ ,  $UDI_{100-2000}=10\%$ ,  $UDI_{>2000}=59\%$  .
- **Continuous Daylight Autonomy ( $DA_{con}$ ) and  $DA_{max}$  Analysis:** 66% of all illuminance sensors have a  $DA_{con}$  above 60% . 25% of all illuminance sensors have a  $DA_{max}$  above 5% .
- **Electric Lighting Use:** The predicted annual electric lighting energy use in the investigated lighting zone is: 2.6 kWh/unit area.



## 7. Importer les résultats de Daysim dans Sketchup

Lors de la simulation de Daysim, plusieurs métriques dynamiques ont été calculées. Les résultats de ces calculs sont enregistrés dans un fichier qui peut être importé et analysé sous forme de cartographie dans Sketchup.

Dans le modèle établi dans Sketchup, suivez les commandes suivantes :

*Sketchup > Plugins > Su2ds > Import Daysim results*

Sélectionnez le fichier qui contient le « header file » qui a été créé au chapitre 5.

A l'intérieur de ce dossier se trouve un dossier nommé « res » qui contient les fichiers de résultats générés par Daysim.

Les fichiers en question se nomment de la façon suivante : <project name>.<daylight metric name>.DA.

Pour afficher les résultats d'une métrique, sélectionnez-la et cliquez sur « Open ». Une grille colorée apparaît alors dans le modèle Sketchup, représentant la distribution de la métrique dynamique sur la surface de points de calculs.

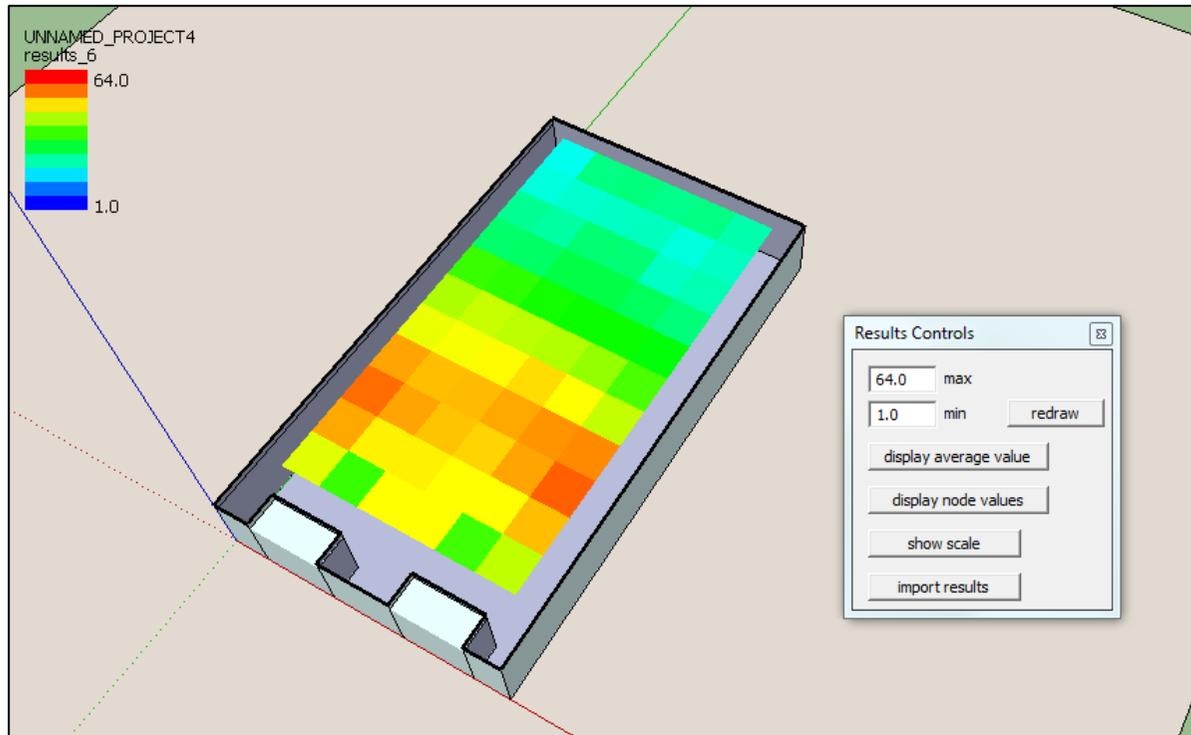
Voici les différentes métriques évaluées et exportables depuis Daysim vers Sketchup :

- L'autonomie dynamique continue.
- L'autonomie dynamique maximum.
- Le facteur lumière du jour.
- L'éclairement naturel utile inférieur à 100lux.
- L'éclairement naturel utile compris entre 100 et 2000lux.
- L'éclairement naturel utile supérieur à 2000lux.

Une échelle de représentation des résultats est aussi disponible, et permet de paramétrer l'affichage. Vous constaterez que cette fenêtre d'échelle disparaît parfois lors de l'utilisation du plug-in. Vous pouvez la restaurer en utilisant la commande :

*Sketchup > Plugins > Su2ds > Show results palette*





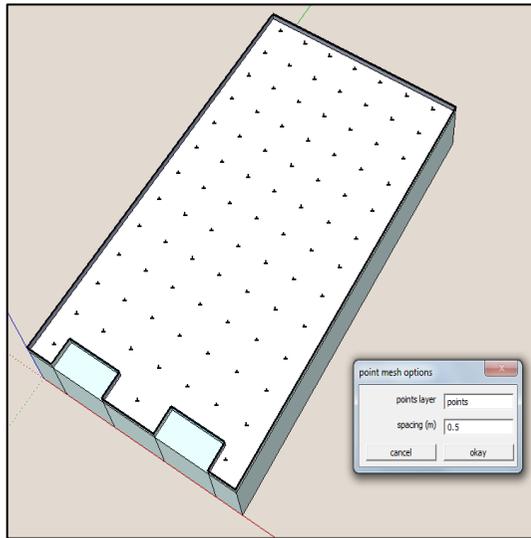
L'affichage des résultats peut être modifié de plusieurs manières.

- Tout d'abord en renommant la couche des résultats, simplement nommée « results » par défaut. Donnez-lui le nom indiquant la métrique utilisée, et contenant une information du maillage paramétré (DA 10x5 par exemple)
- Vous pouvez également modifier l'échelle du maillage en ajustant les bornes « min » et « max », dans le panneau « Results controls », et en cliquant sur « redraw ».
- Finalement, vous avez aussi l'occasion d'afficher les valeurs calculées pour chacune métrique sur les nœuds du maillage en cliquant sur « display average value ». Notez également qu'il est parfois plus facile d'évaluer les métriques dynamiques en choisissant une bonne vue en plan.

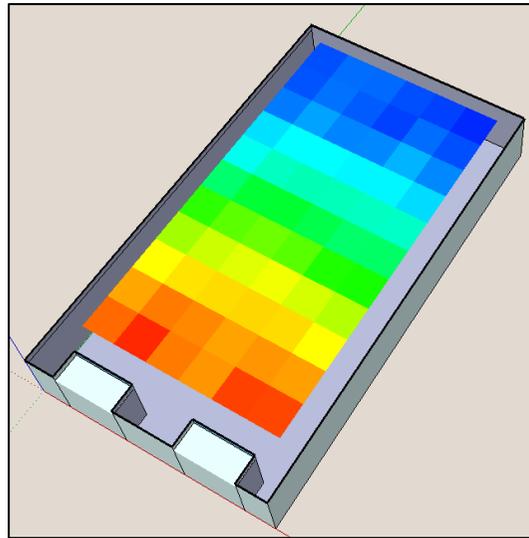
Plusieurs métriques peuvent être ouvertes l'une à la suite de l'autre, et apparaîtront chacune dans une nouvelle couche sur Sketchup.



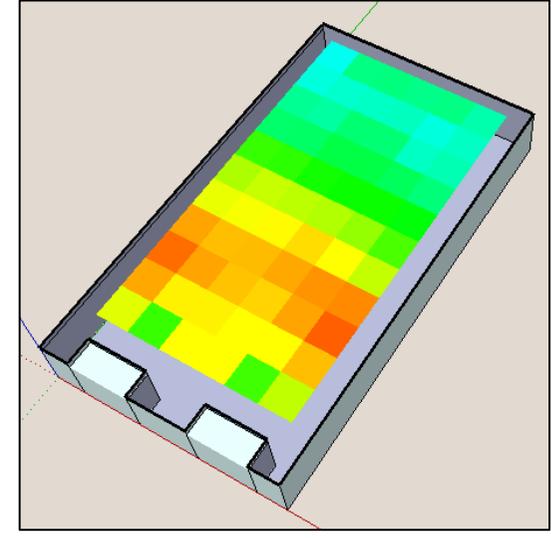
Voici quelques illustrations de cartographie de rendus de simulation dynamique, chacune représentant une métrique :



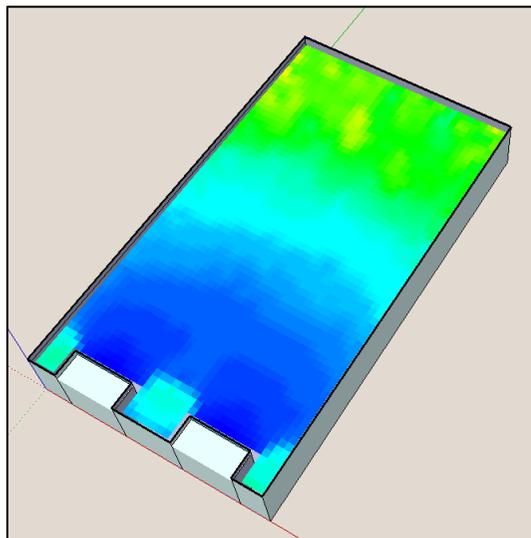
Maillage seul (0.5m)



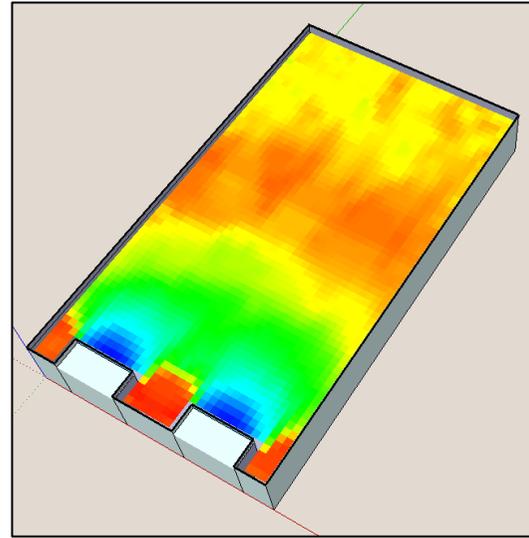
Autonomie dynamique (maillage 0.5m)



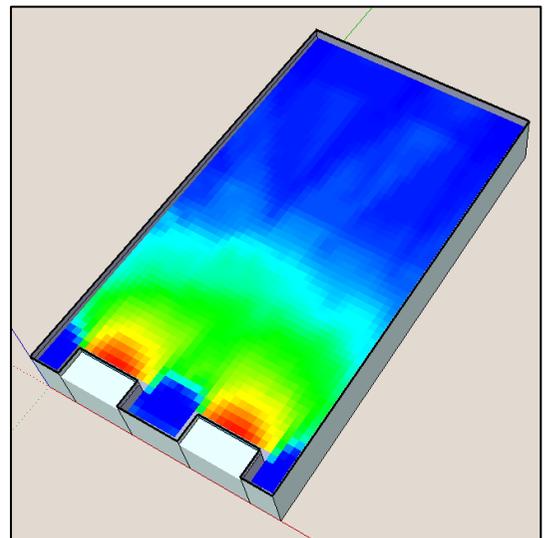
Autonomie dynamique continue (0.5m)



UDI < 100 lux (maillage 0.1 m)



UDI 100-2000 lux (maillage 0.1m)



UDI > 2000 lux (maillage 0.1m)



