



## Production LCZ Cerema

Utilisation de modeleurs QGIS3

**TUTORIEL**

Septembre 2022

# SOMMAIRE

<b>1 INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
1.1 Les LCZ.....	3
1.2 La méthode développée.....	3
<b>2 LOGICIELS NÉCESSAIRES.....</b>	<b>5</b>
<b>3 INSTALLATION DES MODELEURS.....</b>	<b>5</b>
<b>4 PRÉREQUIS AUX TRAITEMENTS.....</b>	<b>6</b>
4.1 Base de données PostGIS.....	6
4.1.1 Création de la base de données.....	6
4.1.2 Connexion à QGIS3.....	6
4.2 Mise en forme des données d'entrée.....	7
4.2.1 Fichier vecteur maillage.....	7
4.2.2 Fichier vecteur bâti 3D.....	7
4.2.3 Fichier raster OCS 6 classes.....	7
<b>5 EXÉCUTION DES MODELEURS.....</b>	<b>8</b>
5.1 Calcul des indicateurs de morphologie urbaine.....	8
5.2 Calcul des indicateurs d'occupation du sol.....	9
5.3 Classification LCZ.....	10
5.4 Modeleur d'enchaînement.....	11
<b>6 ANNEXES.....</b>	<b>12</b>
6.1 Définition des LCZ.....	12

## Table des figures

Figure 1 : Arbre de décision de la méthode LCZ Cerema.....	4
Figure 2 : Modeleur de calcul des indicateurs HRE.....	8
Figure 3 : Modeleur de calcul des indicateurs OCS.....	9
Figure 4 : Modeleur de classification LCZ.....	10
Figure 5 : Modeleur d'enchaînement de calcul des indicateurs et de classification LCZ.....	11



# 1 INTRODUCTION

## 1.1 Les LCZ

Les LCZ (*Local Climate Zones*) sont un système de classification utilisé pour l'étude de l'Îlot de Chaleur Urbain (ICU), et expliqué dans un article publié par Stewart & Oke en 2012<sup>1</sup>. Il décrit ces LCZ comme des zones uniformes en termes d'occupation du sol, de structure, de matériau, d'activités humaines ; et qui peuvent s'étendre de quelques centaines de mètres à plusieurs kilomètres de large.

Les LCZ sont au nombre de 17 (cf. Annexe 6.1) : 10 « bâties » (notées de 1 à 10) et 7 « naturelles » (notées de A à G). L'attribution d'une classe LCZ se fait par croisement de 10 indicateurs : 4 rendant compte de la morphologie, 3 liés à l'occupation du sol, et 3 qui sont des indicateurs thermo-physiques.

## 1.2 La méthode développée

Le but de ce document est d'expliquer une méthode simplifiée et opérationnelle de cartographie LCZ, développée à partir de modeleurs QGIS3. Celle-ci se base sur une transcription d'algorithmes Python, développés par le Pôle Sat' du Cerema. Elle utilise une succession d'indicateurs qui, par le jeu d'un arbre de décision, vont conduire à l'attribution d'une classe LCZ (cf. Figure 1).

Les indicateurs utilisés dans la méthode sont les suivants :

- HRE (*Height of Roughness Elements*) = hauteur moyenne du bâti
- ARE (*Area of Roughness Elements*) = surface moyenne du bâti
- BuR (*Built Rate*) = taux de bâti
- RoR (*Road Rate*) = taux de surface minérale imperméable
- BsR (*Baresoil Rate*) = taux de sol nu perméable
- WaR (*Water Rate*) = taux de surface en eau
- VeR (*Vegetation Rate*) = taux de végétation
- VHR (*High Vegetation Rate*) = proportion de végétation arborée par rapport à la végétation globale

---

<sup>1</sup> <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>

HRE = hauteur moyenne du bâti  
 ARE = superficie moyenne du bâti  
 BuR = taux de bâti  
 RoR = taux de route/surface minérale  
 imperméable  
 BsR = taux de sol nu perméable  
 WaR = taux de surface en eau  
 VeR = taux de végétation  
 VHR = part de la végétation haute sur la  
 végétation globale

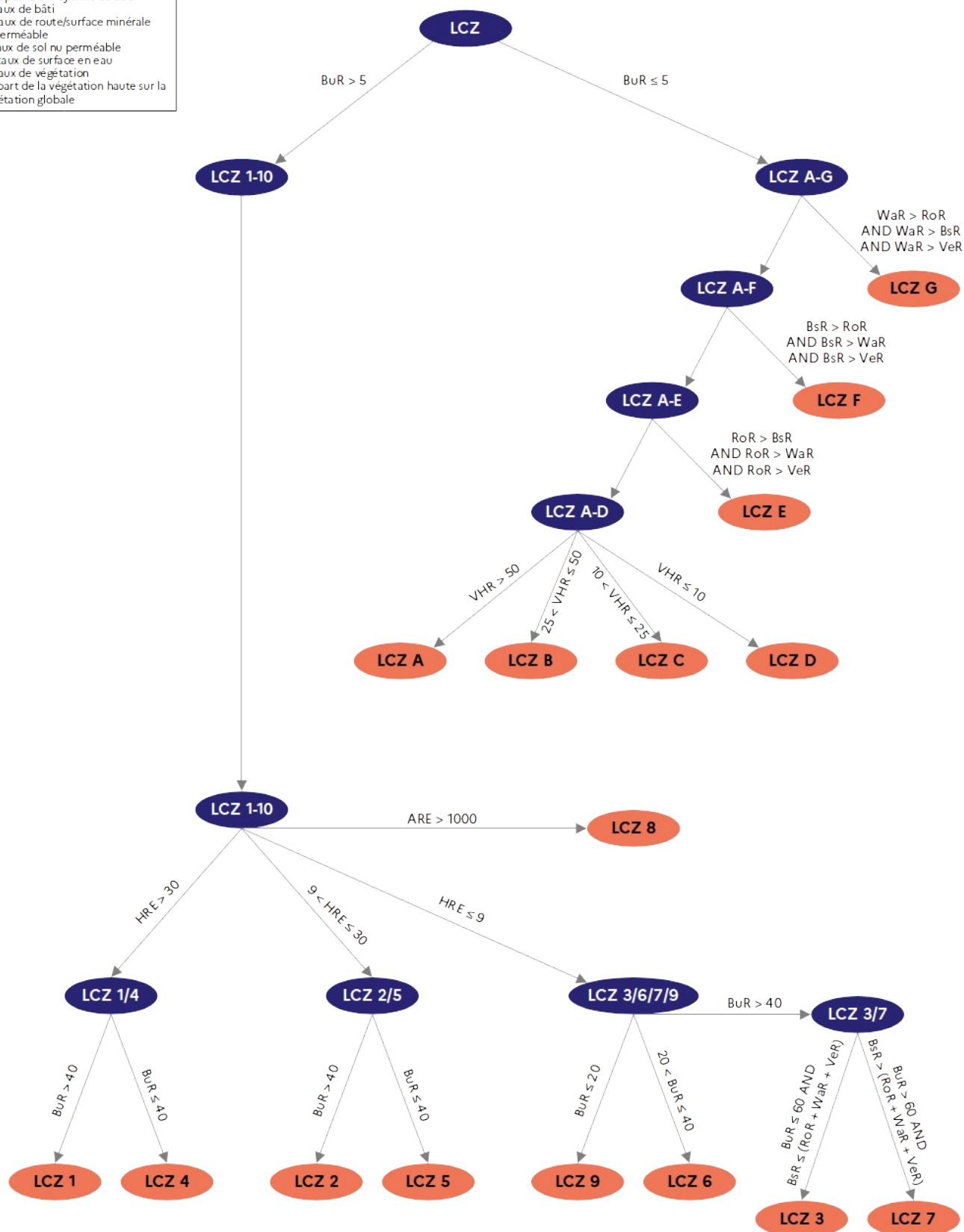


Figure 1 : Arbre de décision de la méthode LCZ Cerema.

## 2 LOGICIELS NÉCESSAIRES

3 logiciels sont nécessaires pour faire fonctionner ces modeleurs QGIS3 :

- QGIS3<sup>2</sup> [3.16.2]
- PostgreSQL2<sup>3</sup> (+ pgAdmin s'il n'est pas installé avec) [13.1]
- PostGIS3<sup>4</sup> (dépendance spatiale de PostgreSQL) [3.1.0]

Sont indiquées entre crochets les versions utilisées pour développer les modeleurs.



## 3 INSTALLATION DES MODELEURS

Une fois les logiciels installés, il faut copier les fichiers modeleurs dans les dossiers correspondants sous QGIS :

- pour Windows : C:\Users\UTILISATEUR\AppData\Roaming\QGIS\QGIS3\profiles\default\processing\models
- pour Linux : /home/UTILISATEUR/.local/share/QGIS/QGIS3/profiles/default/processing/models

Ce sont des dossiers cachés, il se peut donc qu'ils ne soient pas visibles dans l'explorateur.

Ces chemins peuvent varier. Pour être sûr, dans QGIS, ouvrir les paramètres : Préférences > Options... > Traitement. Dérouler l'onglet Modèles et noter la valeur du paramètre Dossier des modèles

**Cas Windows :** faire de même pour le dossier 'scripts', qui contient un algorithme de croisement raster-vecteur qui sera indispensable pour le calcul des indicateurs de morphologie urbaine (même si une version sans cet algorithme existe aussi, cf. 5.2).

---

2 <https://qgis.org/fr/site/>

3 <https://www.postgresql.org/>

4 <https://postgis.net/>

## 4 PRÉREQUIS AUX TRAITEMENTS

### 4.1 Base de données PostGIS

Pour fonctionner, les modeleurs ont besoin d'une base de données PostgreSQL/PostGIS, qu'il faut connecter à QGIS3.

#### 4.1.1 Création de la base de données

Lancer pgAdmin (qui s'est normalement installé en même temps que PostgreSQL). Une fois ouvert, renseigner le mot de passe maître défini au moment de l'installation, s'il vous est demandé. Dérouler l'explorateur à gauche jusqu'à arriver sur la partie base de données du serveur localhost. Faire un clic-droit à ce niveau, puis sélectionner l'option de création de base de données.

Dans la nouvelle fenêtre qui s'ouvre :

- dans le premier onglet : nommer la base de données 'database\_lcz'
- dans le deuxième onglet : choisissez comme modèle la base de données PostGIS par défaut (nommé au moment de l'installation PostGIS), pour intégrer toutes les fonctions de traitements spatiaux

Enregistrer puis quitter pgAdmin.

#### 4.1.2 Connexion à QGIS3

Ouvrir QGIS, puis Couche > Gestionnaire des couches de données. Dans la fenêtre qui s'ouvre, sélectionner le menu PostgreSQL, puis cliquer sur le bouton Nouveau. Dans la nouvelle fenêtre :

- Nom : database\_lcz
- Hôte : localhost
- Base de données : database\_lcz
- Authentification > De base : renseigner le nom d'utilisateur et le mot de passe associé à l'hôte (par défaut : postgres / postgres), et cocher les cases Stocker pour que QGIS enregistre ces identifiants et ne les redemande plus à l'avenir (notamment pendant les traitements)

Tester la connexion pour s'assurer que QGIS accède bien à la base de données, puis cliquer sur OK. Fermer la fenêtre de gestion des couches.

## 4.2 Mise en forme des données d'entrée

Afin d'éviter toute erreur de traitement, l'ensemble des données d'entrée doivent être au même système de coordonnées. Si ce n'est pas le cas, on peut les reprojeter via QGIS :

- si vecteur : Vecteur > Outils de gestion de données > Reprojecter une couche...
- si raster : Raster > Projections > Projection (warp)...

Concernant le nom des fichiers, on peut les nommer comme on veut, en respectant deux règles :

- n'utiliser que des caractères alpha-numériques et le symbole \_ (tiret-bas) : [A-Za-z0-9\_]
- le premier caractère doit être une lettre : [A-Za-z]

### 4.2.1 Fichier vecteur maillage

Il s'agit du fichier vecteur (multi-)polygones qui décrit la zone d'étude en unité d'étude (segmentation morphologique, carroyage, Urban Atlas...).

Un champ 'id' (ou 'ID', 'Id', 'iD'), correspondant à l'identifiant unique des polygones de maillage, doit être présent. S'il n'est pas présent (ou s'il doit être mis à jour), on peut utiliser la calculatrice de champ, en renseignant \$id dans la fenêtre d'expression.

### 4.2.2 Fichier vecteur bâti 3D

Il s'agit d'un fichier vecteur (multi-)polygones qui décrit l'emprise des bâtiments, et qui contient une information de hauteur (par exemple, la couche BATIMENT de la BD Topo v3 de l'IGN).

Comme le fichier maillage, le fichier bâti 3D doit comporter un champ 'id'. En plus, il doit y avoir un champ qui rend compte de la hauteur de ce bâti, au format numérique.

Il n'est pas nécessaire que ce fichier soit découpé à l'emprise de la zone d'étude avant d'être utilisé, même si cela peut accélérer les traitements, notamment l'import du fichier dans la base de données. Si besoin, Vecteur > Outils de géotraitement > Couper...

### 4.2.3 Fichier raster OCS 6 classes

En entrée du modeleur OCS, il est demandé un raster OCS 6 classes, dont la nomenclature est la suivante :

1. bâti
2. routes et surfaces minérales imperméables
3. sol nu perméable
4. eau
5. végétation haute/arborée
6. végétation basse/herbacée

Si le raster OCS à disposition ne répond pas à cette condition, il est possible de modifier les valeurs de pixels de chaque classe, en utilisant l'outil BandMath de l'OTB.

Un document annexe présente une méthode « rapide » de production d'une OCS 6 classes, à partir de bases de données vecteurs, et de données rasters issus d'image satellite et/ou aérienne.

## 5 EXÉCUTION DES MODELEURS

Tous les modeleurs présentés ci-dessous sont présents dans la boîte à outils de traitements de QGIS, sur la droite de la fenêtre. Si elle n'est pas présente : Traitement > Boîte à outils

Dérouler le menu Modèles de la boîte à outils, ils sont présents dans le sous-menu LCZ.

### 5.1 Calcul des indicateurs de morphologie urbaine

Lancer le modeleur 1-1\_ComputeHRE. Dans celui-ci, 4 paramètres obligatoires, 1 optionnel, et le fichier de sortie :

- Fichier maillage (cf. 4.2.1) ;
- Vecteur bâti 3D (cf. 4.2.2) ;
- Champ ID : le champ identifiant du fichier d'entrée bâti 3D ;
- Champ Hauteur : le champ hauteur du fichier d'entrée bâti 3D ;
- SCR (optionnel) : le système de coordonnées à appliquer pour les traitements, qui doit correspondre au système de coordonnées des couches en entrée (par défaut, EPSG:2154) ;
- Indicateur HRE : laisser blanc pour un fichier temporaire, ou enregistrer à un emplacement défini par l'utilisateur. Dans tous les cas, il sera affiché dans QGIS à la fin du traitement.

Si le fichier vecteur bâti 3D est issu de la couche BATIMENT de la BD Topo v3 de l'IGN, les paramètres champs ID et Hauteur devrait se compléter automatiquement.

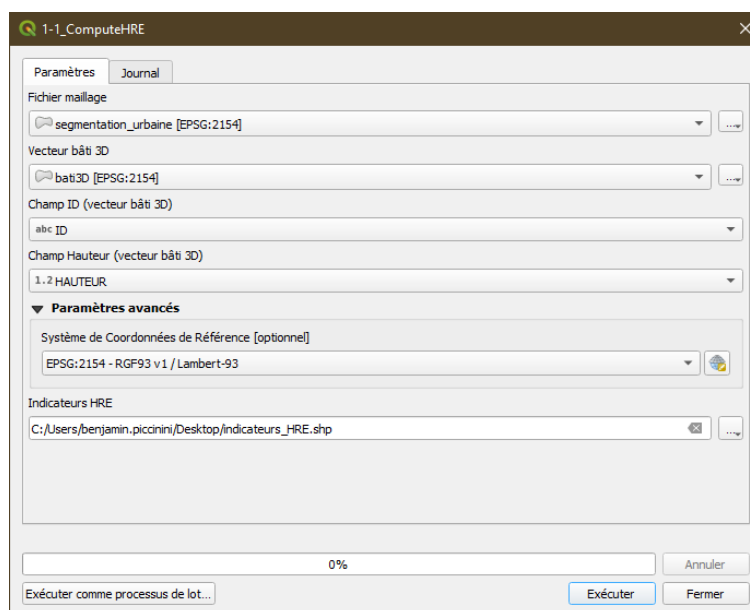


Figure 2 : Modeleur de calcul des indicateurs HRE.

En sorti de l'algorithme, une nouvelle couche « SQL layer » apparaît dans QGIS, qui correspond au fichier résultat. On peut la renommer pour plus de clarté, en faisant un clic-droit sur la couche, puis Renommer la couche ; l'algorithme de renommage de couche du modeleur ne fonctionnant pas.



## 5.2 Calcul des indicateurs d'occupation du sol

Deux modeleurs existent pour le calcul de ces indicateurs. 1-2\_ComputeOCS\_scriptCVRS est plus rapide, mais ne fonctionne que sous Windows (il dépend du script CrossingVectorRasterStat).

Lancer le modeleur 1-2\_ComputeOCS, qui se distingue du 1er par un paramètre optionnel en plus :

- Fichier maillage (cf. 4.2.1) ;
- Raster OCS 6 classes (cf. 4.2.3) ;
- Résolution (optionnel) : la résolution spatiale du raster OCS en entrée, qui peut être trouvée dans les propriétés de la couche, Information, Taille du pixel (par défaut, 1,5) ;
- Indicateur OCS : laisser blanc pour un fichier temporaire, ou enregistrer à un emplacement défini par l'utilisateur. Dans tous les cas, il sera affiché dans QGIS à la fin du traitement.

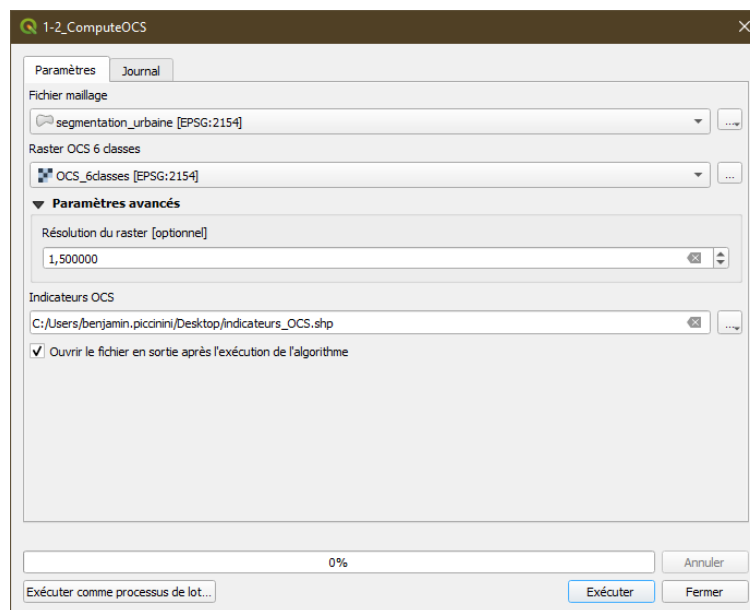


Figure 3 : Modeleur de calcul des indicateurs OCS.

## 5.3 Classification LCZ

Lancer le modeleur 2\_ComputeLCZ, qui prend en entrée les sorties des précédents modeleurs :

- Fichier maillage (cf. 4.2.1) ;
- Indicateurs HRE : la sortie du modeleur 1-1\_ComputeHRE (cf. 5.1) ;
- Indicateurs OCS : la sortie du modeleur 1-2\_ComputeOCS (cf. 5.2) ;
- SCR (optionnel) : le système de coordonnées à appliquer pour les traitements, qui doit correspondre au système de coordonnées des couches en entrée (par défaut, EPSG:2154) ;
- Classification LCZ : laisser blanc pour un fichier temporaire, ou enregistrer à un emplacement défini par l'utilisateur. Dans tous les cas, il sera affiché dans QGIS à la fin du traitement. S'agissant du résultat final, il est judicieux de l'enregistrer.

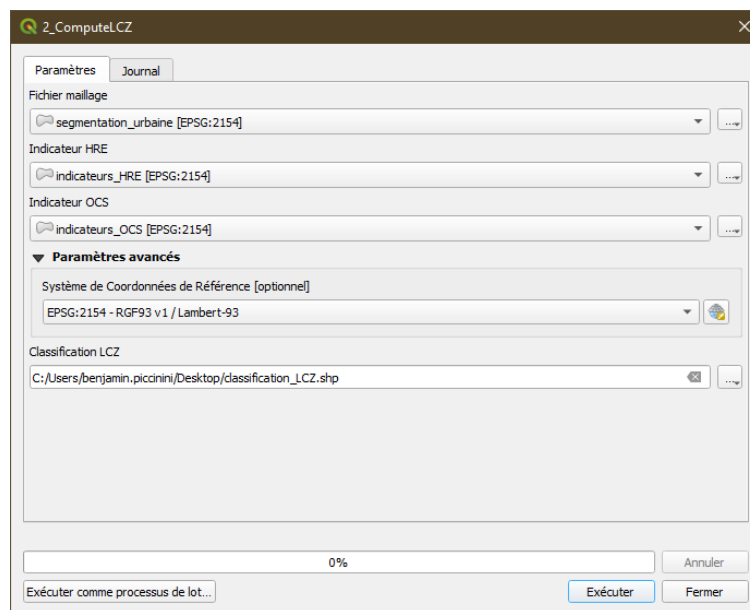


Figure 4 : Modeleur de classification LCZ.

Comme pour le modeleur lié aux indicateurs HRE, l'algorithme fait apparaître une couche « SQL layer » qui correspond au fichier résultat, et qu'il est possible de renommer pour plus de clarté.

## 5.4 Modeleur d'enchaînement

Ce modeleur est un méta-modeleur enchaînant les trois vus précédemment. Il existe en deux versions, suivant si l'on veut utiliser le script CrossingVectorRasterStat pour les indicateurs OCS ou non.

Lancer le modeleur ComputeAll. Dans celui-ci, 3 paramètres obligatoires, 5 optionnels, et le fichier de sortie :

- Fichier maillage (cf. 4.2.1) ;
- Vecteur bâti 3D (cf. 4.2.2) ;
- Raster OCS 6 classes (cf. 4.2.3) ;
- Champ ID (optionnel) : le champ identifiant du fichier d'entrée bâti 3D ;
- Champ Hauteur (optionnel) : le champ hauteur du fichier d'entrée bâti 3D ;
- Résolution (optionnel) : la résolution spatiale du raster OCS en entrée, qui peut être trouvée dans les propriétés de la couche, Information, Taille du pixel (par défaut, 1,5) ;
- SCR (optionnel) : le système de coordonnées à appliquer pour les traitements, qui doit correspondre au système de coordonnées des couches en entrée (par défaut, EPSG:2154) ;
- Style QGIS (optionnel) : le style QGIS à appliquer à la couche de sortie, permettant de visualiser la classification LCZ ;
- Classification LCZ : laisser blanc pour un fichier temporaire, ou enregistrer à un emplacement défini par l'utilisateur. Dans tous les cas, il sera affiché dans QGIS à la fin du traitement. S'agissant du résultat final, il est judicieux de l'enregistrer.

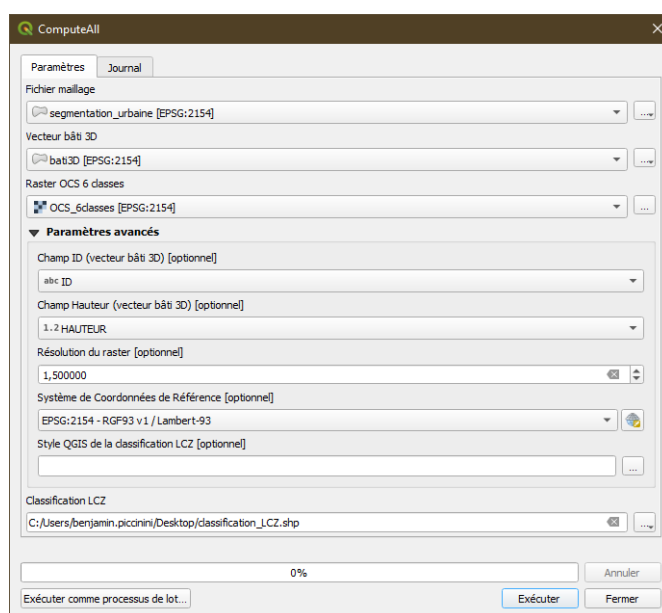
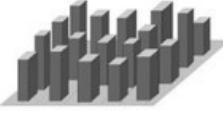
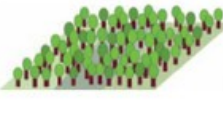


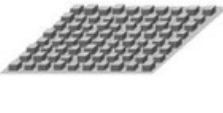
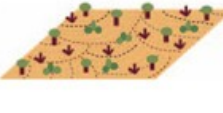






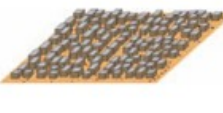
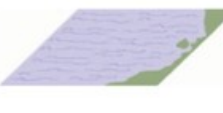





Figure 5 : Modeleur d'enchaînement de calcul des indicateurs et de classification LCZ.

Comme pour le modeleur précédent, l'algorithme fait apparaître une couche « SQL layer » qui correspond au fichier résultat, et qu'il est possible de renommer pour plus de clarté.

## 6 ANNEXES

### 6.1 Définition des LCZ

Built types	Definition	Land cover types	Definition
1. Compact high-rise 	Dense mix of tall buildings to tens of stories. Few or no trees. Land cover mostly paved. Concrete, steel, stone, and glass construction materials.	A. Dense trees 	Heavily wooded landscape of deciduous and/or evergreen trees. Land cover mostly pervious (low plants). Zone function is natural forest, tree cultivation, or urban park.
2. Compact midrise 	Dense mix of midrise buildings (3–9 stories). Few or no trees. Land cover mostly paved. Stone, brick, tile, and concrete construction materials.	B. Scattered trees 	Lightly wooded landscape of deciduous and/or evergreen trees. Land cover mostly pervious (low plants). Zone function is natural forest, tree cultivation, or urban park.
3. Compact low-rise 	Dense mix of low-rise buildings (1–3 stories). Few or no trees. Land cover mostly paved. Stone, brick, tile, and concrete construction materials.	C. Bush, scrub 	Open arrangement of bushes, shrubs, and short, woody trees. Land cover mostly pervious (bare soil or sand). Zone function is natural scrubland or agriculture.
4. Open high-rise 	Open arrangement of tall buildings to tens of stories. Abundance of pervious land cover (low plants, scattered trees). Concrete, steel, stone, and glass construction materials.	D. Low plants 	Featureless landscape of grass or herbaceous plants/crops. Few or no trees. Zone function is natural grassland, agriculture, or urban park.
5. Open midrise 	Open arrangement of midrise buildings (3–9 stories). Abundance of pervious land cover (low plants, scattered trees). Concrete, steel, stone, and glass construction materials.	E. Bare rock or paved 	Featureless landscape of rock or paved cover. Few or no trees or plants. Zone function is natural desert (rock) or urban transportation.
6. Open low-rise 	Open arrangement of low-rise buildings (1–3 stories). Abundance of pervious land cover (low plants, scattered trees). Wood, brick, stone, tile, and concrete construction materials.	F. Bare soil or sand 	Featureless landscape of soil or sand cover. Few or no trees or plants. Zone function is natural desert or agriculture.
7. Lightweight low-rise 	Dense mix of single-story buildings. Few or no trees. Land cover mostly hard-packed. Lightweight construction materials (e.g., wood, thatch, corrugated metal).	G. Water 	Large, open water bodies such as seas and lakes, or small bodies such as rivers, reservoirs, and lagoons.
8. Large low-rise 	Open arrangement of large low-rise buildings (1–3 stories). Few or no trees. Land cover mostly paved. Steel, concrete, metal, and stone construction materials.	<b>VARIABLE LAND COVER PROPERTIES</b>	
9. Sparsely built 	Sparse arrangement of small or medium-sized buildings in a natural setting. Abundance of pervious land cover (low plants, scattered trees).	Variable or ephemeral land cover properties that change significantly with synoptic weather patterns, agricultural practices, and/or seasonal cycles.	
10. Heavy industry 	Low-rise and midrise industrial structures (towers, tanks, stacks). Few or no trees. Land cover mostly paved or hard-packed. Metal, steel, and concrete construction materials.	b. bare trees	Leafless deciduous trees (e.g., winter). Increased sky view factor. Reduced albedo.
		s. snow cover	Snow cover >10 cm in depth. Low admittance. High albedo.
		d. dry ground	Parched soil. Low admittance. Large Bowen ratio. Increased albedo.
		w. wet ground	Waterlogged soil. High admittance. Small Bowen ratio. Reduced albedo.







**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



**Cerema**

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN