

Projet Walous : rapport final

Septembre 2020

Equipe du projet :

Benjamin BEAUMONT (ISSeP)
Laura VAN DE VYVERE (ISSeP)
Gerard SWINNEN (ISSeP)
Eric HALLOT (ISSeP)
Pierre DEFOURNY (UCL)
Julien RADOUX (UCL)
Céline BASSINE (UCL)

Céline CHAMPAGNE (UCL)
Augustin MARTINET (UCL)
Mathilde De Vroey (UCL)
Moritz LENNERT (ULB)
Tais GRIPPA (ULB)
Sabine VANHUYSSSE (ULB)
Eléonore WOLFF (ULB)

Subvention financée par le Service Public de Wallonie, SPW-ARNE et le Département de la Géomatique du Secrétariat Général.

TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION	3
2.	STATUT GÉNÉRAL D'AVANCEMENT.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
3.	WP1 – ANALYSE DES BESOINS ET MISE EN CONFORMITÉ.....	5
4.	WP2 – SQUELETTE VECTORIEL.....	10
5.	WP3 – CLASSIFICATION PAR OBJET	11
6.	WP4 – CLASSIFICATION PAR PIXELS	11
7.	WP5 – FUSION	12
8.	WP6 – CONSOLIDATION ET ENRICHISSEMENT LC.....	13
9.	WP7 – INTÉGRATION DANS LES GÉOMÉTRIES MÉTIERS	14
10.	WP8 – CLASSIFICATION DU LU AUTOMATISÉE PAR RÈGLES	14
11.	COMMUNICATION AUTOUR DU PROJET	17

1. Introduction

L'objectif général de la subvention WALOUS est d'élaborer des méthodologies opérationnelles de cartographies de l'occupation et de l'utilisation du sol de grande qualité sur la Wallonie. Ces développements s'inscrivent d'une part dans le cadre du Plan Opérationnel Géomatique pour la Wallonie (POGW) 2017-2019, tout particulièrement de son action 5 (projets pilotes), et d'autre part dans le cadre de la mise en conformité de ces deux données avec la Directive Européenne INSPIRE (2007/2/CE).

Dans le cadre des développements WALOUS, l'objectif de ce rapport final d'activités (septembre 2020) est de présenter :

- Une liste des livrables mise à jour, en lien avec le Work Package (WP) pour lequel les livrables ont été produits ;
- Les caractéristiques des cartes WAL_OCS_2018 et WAL_UTS_2018;
- Un résumé des développements opérés et résultats obtenus par WP, en lien avec chaque livrable détaillant la méthodologie complète;
- Une liste de l'ensemble des publications et colloques où WALOUS a été présenté.

2. Liste des livrables

WP1 : Analyse des besoins et mise en conformité

D1.1 – Analyse des besoins

- Rapport initial livré : Septembre 2018
- Commentaires : Janvier 2019
- Rapport révision 1 livré : Juin 2019

D1.2 – Mise en conformité

- Rapport initial Livré : Novembre 2018
- Commentaires : Janvier 2019
- Rapport révision 1 livré : Février 2020

WP2 : Squelette vectoriel

D2.1 – Squelette vectoriel

- Prototype livré : Novembre 2018
- Version finale livrée : Septembre 2020

WP3 : Classification par objet

D3.1 – Classification OBIA sur 4 zones tests

- Livré : Novembre 2018

D3.2 – Guide pour l'opérationnalisation de la méthode objet à l'échelle régionale

- Livré : Novembre 2018

D3.3 – Méthodologie opérationnelle de cartographie du LC par objet à l'échelle régionale

- Livré : Février 2020

D3.4 – Guide méthodologique finalisé et recommandations d'usages

- Livré : Février 2020

D3.5 – Carte régionale du LC par objet pour une année

- Livré : Septembre 2019

WP4 : Classification par pixel

- D4.1 – Classification pixel (nouvelle version)
 - Livré : Septembre 2019
- D4.2 – Guide méthodologique finalisé et recommandations d’usages
 - Livré : Février 2020

WP5 : Fusion des données

- D5.1 – Carte fusionnée sur les 4 zones tests
 - Livré : Septembre 2019
- D5.2 – Méthode de fusion des données (4 zones tests)
 - Livré : Février 2020
- D5.3 - Guide méthodologique finalisé et recommandations d’usages et carte régionale
 - Livré : Avril 2020

WP6 : Consolidation et enrichissement WAL_OCS_2018

- D6.1 - Guide méthodologique sur la consolidation et l’enrichissement manuel de la carte WAL_OCS_2018
 - Livré : Septembre 2020
- D6.2 - Validation de la carte d’occupation du sol
 - Livré : Septembre 2020
- D6.3 - Carte régionale d’occupation du sol consolidée
 - Livré : Septembre 2020

WP7 : Intégration dans les géométries métiers

- D7.1 – Système d’étiquetage automatique
 - Livré : Septembre 2020
- D7.2 – Géométries métier enrichies par les attributs d’occupation du sol
 - Livré : Septembre 2020
- D7.3 – Géométries métier avec indice d’hétérogénéité
 - Livré : Septembre 2020

WP8 : Classification du LU automatisée par règles

- D8.1 – Guide méthodologique et recommandations d’usages pour la carte WAL_UTS_2018 :
 - Version préliminaire livrée : Février 2020
 - Version consolidée livrée : Juin 2020
 - Version finale livrée : Juillet 2020
- D8.2 – Carte régionale du LU automatisée
 - Versions livrées : Juin (pré-CA), Juillet (post-CA) et Septembre (Stats LC à jour) 2020
- D8.3 – Outil informatique pour la cartographie du LU automatisée
 - Livré : Septembre 2020

Tous les livrables sont repris en annexe avec le chemin fichier où les trouver sur le FTP du projet.

3. Cartes d'occupation et d'utilisation du sol de Wallonie 2018

WAL_OCS_2018

La carte d'occupation du sol de la Wallonie, *WAL_OCS_2018* (Fig.1) est un produit raster en projection Lambert 2008 dont la légende comporte 11 classes pures et 19 classes doublement étiquetées, reprises au tableau 1. Les étiquettes doubles permettent de représenter l'occupation du sol d'un pixel sur deux niveaux verticaux en cas de superposition. Le chiffre des dizaines représente la classe supérieure et le chiffre des unités représente la classe inférieure (généralement masquée sur l'image). La résolution de la donnée est à 1 m avec une unité minimale cartographique (MMU) de 15 m².

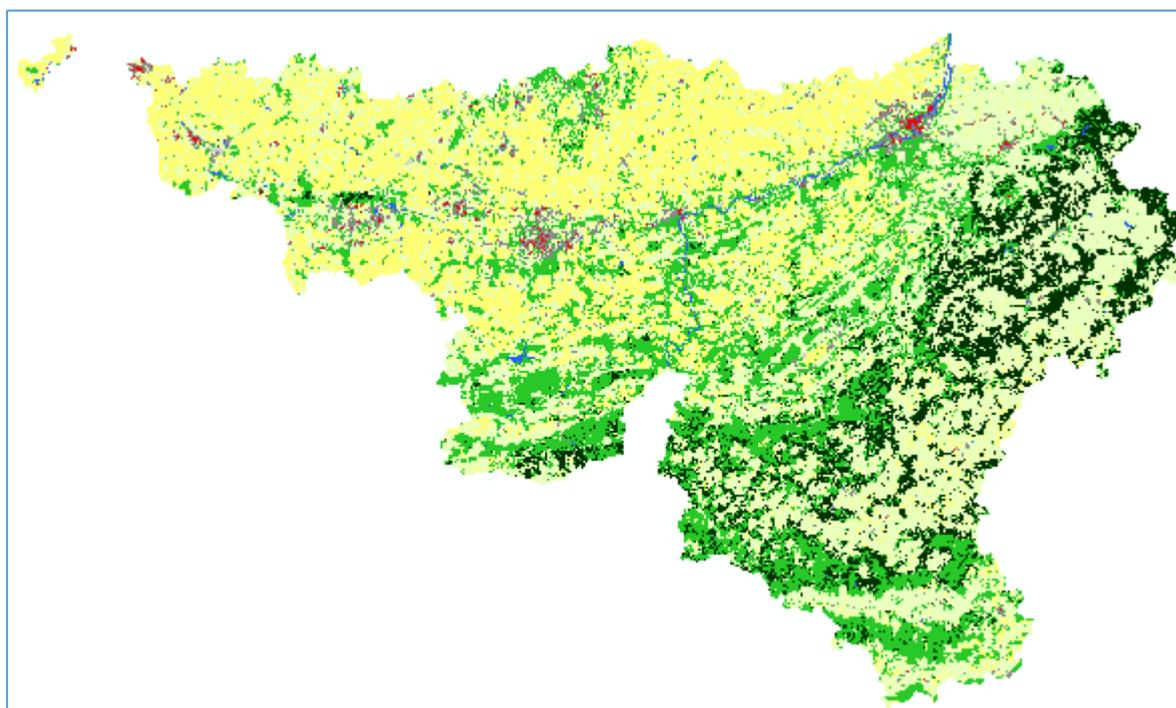
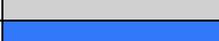
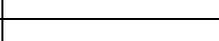


Figure 1 : Carte d'occupation du sol de la Wallonie 2018. La légende est fournie dans le tableau 1.

Tableau 1 : légende de la carte d'occupation du sol de la Wallonie 2018

Valeur pixels	Code couleur	Classe
1		Revêtement artificiel au sol
2		Constructions artificielles hors sol
3		Réseau ferroviaire
4		Sols nus
5		Eaux de surface
6		Couvert herbacé en rotation dans l'année
7		Couvert herbacé toute l'année
8		Résineux (>3m)
9		Feuillus (>3m)
11		Revêtement artificiel au sol(pont)
15		Revêtement artificiel au sol (sous eau)
18		Revêtement artificiel au sol (sous résineux)
19		Revêtement artificiel au sol (sous feuillus)
28		Constr. artificielles hors sol (sous résineux)

29		Constr. artificielles hors sol (sous feuillus)
31		Réseau ferroviaire(pont)
38		Réseau ferroviaire (sous résineux)
39		Réseau ferroviaire (sous feuillus)
51		Ponts sur l'eau
55		Eaux de surface (2 niveaux)
58		Eaux de surface (sous résineux)
59		Eaux de surface (sous feuillus)
62		Serres
71		Couvert herbacé toute l'année (sous pont)
75		Couvert herbacé toute l'année (sous canal)
80		Résineux (<=3m)
81		Résineux (sous pont)
90		Feuillus (<=3m)
91		Feuillus (sous pont)
93		Feuillus (sous réseau ferroviaire)

En complément à la version matricielle de la carte, une version vectorielle est également fournie pour la carte d'occupation du sol de la Wallonie. Les polygones ont été produits via l'outil r.to.vect de GRASS GIS en format lissé (flag=s). Deux couches vectorielles sont fournies, pour chaque commune : l'une avec les occupations du sol principales (Fig.2 et 3.) et l'autre avec uniquement les polygones doublement étiquetés.

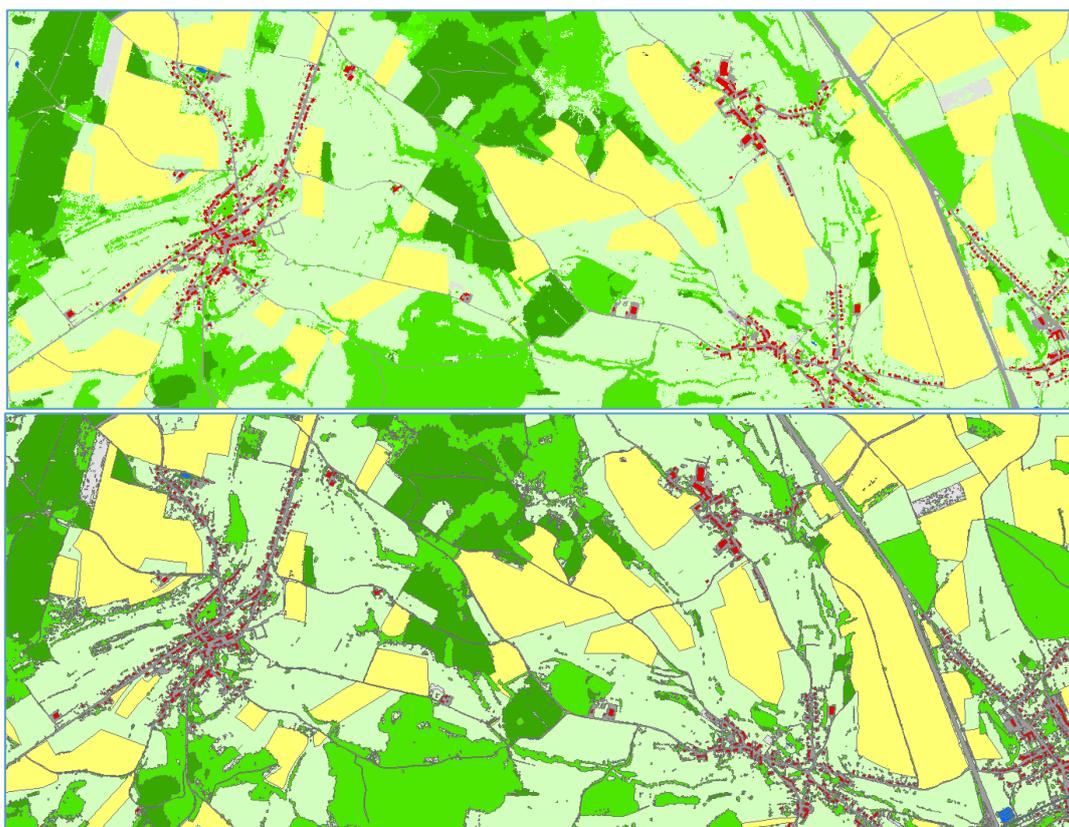


Figure 2: Carte d'occupation du sol de la Wallonie (WAL_OCS_2018).

En haut, format matriciel ; en bas, format vectoriel

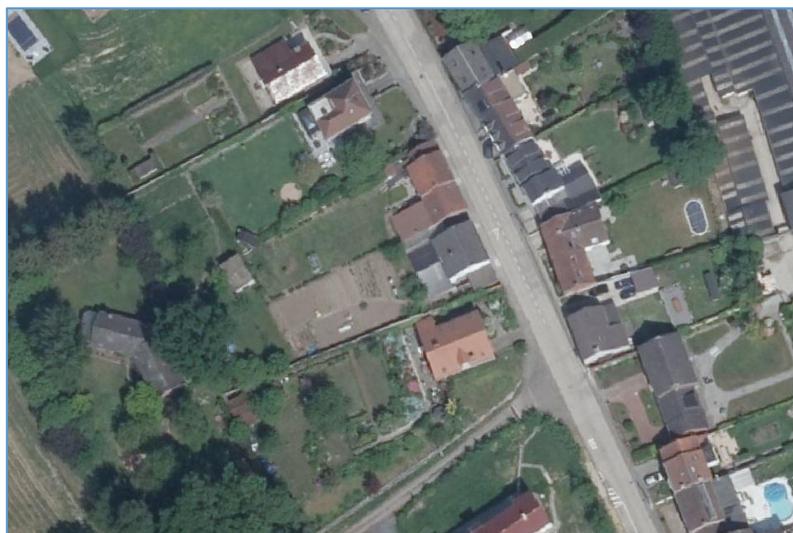


Figure 3: Carte d'occupation du sol de la Wallonie (WAL_OCS_2018).

En haut, orthophotos 2018 ; au milieu, format matriciel ; en bas, format vectoriel

WAL_UTS_2018

La carte d'utilisation du sol de Wallonie (WAL_UTS_2018) est un produit vectoriel caractérisant l'utilisation du sol au niveau du parcellaire cadastral et des espaces non-cadastrés. La base de donnée classe l'utilisation du sol dominante selon la nomenclature INSPIRE HILUCS (hilucslanduse_1, hilucslanduse_2) et sa version amendée selon les besoins spécifiques des utilisateurs wallons (walousmaj). La table comprend des informations attributaires supplémentaires sur l'ensemble des usages rencontrés (all_hilucs), le code walousmaj pour les 4 niveaux de la légende (walousmaj_l1, walousmaj_l2, walousmaj_l3, walousmaj_l4), les statistiques d'occupation du sol par géométrie (lc_mode, lc_prop_1, lc_prop_2, lc_prop_3, lc_prop_4, lc_prop_5, lc_prop_6, lc_prop_7, lc_prop_8, lc_prop_9, lc_prop_80, lc_prop_90) ainsi que le numéro de la règle de classification ou de post-classification ayant conduit à l'attribution de cette classe (rulebased_leaf, postclass_rule). Une illustration de la carte est fournie à la figure 3 sur l'entité de Louvain-la-Neuve.

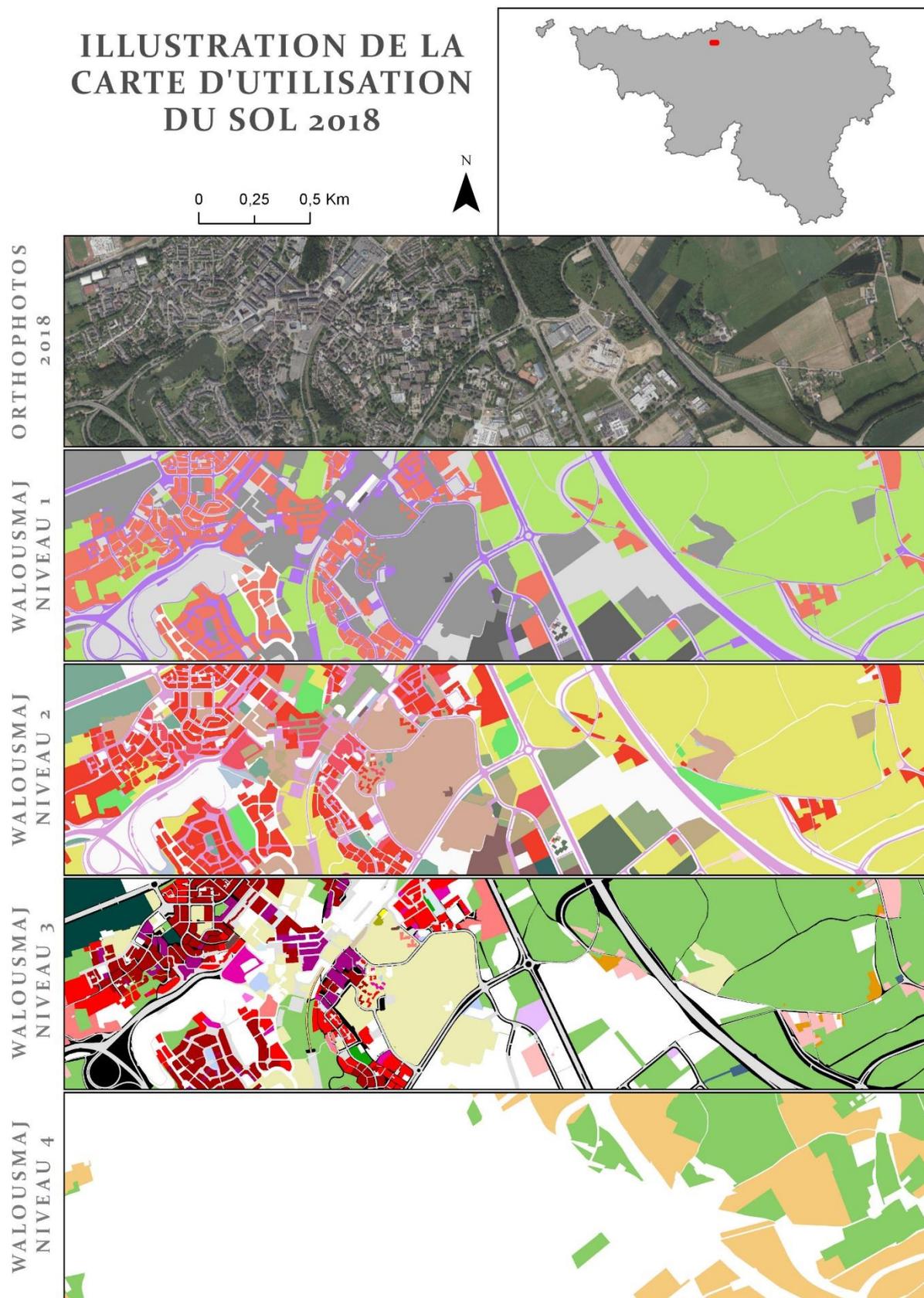


Figure 3 : Carte d'utilisation du sol de la Wallonie 2018, WAL_UTS_2018

4. WP1 – Analyse des besoins et mise en conformité

Le premier WP du projet WALOUS s’articule en deux volets. Le premier consiste en une analyse des besoins des utilisateurs, menée lors du premier semestre du projet (**D1.1**) et actualisée au travers des différentes réunions du groupe des utilisateurs, le second concerne l’étude de la mise en conformité des produits WALOUS dans le contexte actuel wallon et européen (**D1.2**).

D1.1 – Analyse des besoins

Les membres du groupe des utilisateurs (GU) WALOUS ont été sollicités dans le cadre :

- De l’enquête initiale permettant de spécifier les besoins en occupation et utilisation du sol ;
- De la procédure de contrôle de la carte d’utilisation du sol ;
- De questions techniques spécifiques (i.e. données cadastrales, DBRIS, RNPP, land take...).

D1.2 – Mise en conformité

Le consortium WALOUS a participé à plusieurs workshops et webinaires liés au groupe de travail EIONET, notamment les meetings *NRC Land Cover* du 13 et 14 novembre 2019 et du 23 avril 2020, présentant les dernières avancées et stratégies pour la production de Corine Land Cover +. Les PV des réunions ont été partagés à l’ensemble du comité d’accompagnement. Plusieurs échanges ont également eu lieu avec des acteurs d’autres régions et pays (Flandres, Luxembourg, Autriche...).

5. WP2 – Squelette vectoriel

Le squelette vectoriel est une représentation planimétrique des routes, bâtiments, cours d’eau et chemins de fer en Wallonie fondée sur l’utilisation de bases de données de référence telles que le PICC et l’IGN. Une analyse des différentes bases de données a été réalisée au préalable au niveau de la complétude et de la précision pour les différentes classes analysées afin de sélectionner les meilleurs éléments de chacune.

Sur base des axes et des bords de routes issus de la base de données du PICC, un réseau planimétrique a été produit sous la forme de polygones. Les axes du réseau routier de l’IGN (RO_RoadSegment et RO_DirtRoadSegment), ne figurant pas dans le squelette vectoriel des routes, ont été utilisés pour compléter ce réseau routier.

Pour les bâtiments, une combinaison des couches PICC_BATIBORD et PICC_BATIEMPRISE a été réalisée pour obtenir une couche complète, et ce, après correction topologique.

Au niveau des chemins de fer, une couche polygonale a été produite à partir de la couche Top10V_RA_RailwayTrackSegment de l’IGN par l’application d’un tampon sur les axes des chemins de fer.

Enfin, il a été décidé que seuls les cours d’eau navigables de l’IGN soient pris en compte pour le squelette vectoriel après analyse des bases de données.

Le livrable **D2.1, guide méthodologique de production du squelette vectoriel**, synthétise ces développements. Le squelette a été fourni au CA par province avec un découpage des polygones par communes.

Les éléments du squelette vectoriel sont utilisés pour créer les géométries des espaces non cadastrés et leur attribuer une classe pour la cartographie de l'utilisation du sol (WP8). Les données du squelette ont été fusionnées avec les polygones de proximité, il n'est donc pas conseillé d'utiliser la carte d'utilisation des sols pour le réseau routier, hydrologique, les bâtiments ou les chemins de fer.

Pour une utilisation du réseau routier, il est conseillé de s'en référer au squelette vectoriel. Ce dernier est issu directement des données du PICC et de l'IGN et n'a subi aucune transformation matricielle. Cependant la géométrie de l'IGN a été utilisée telle quelle. La diffusion de la donnée reste donc sujette à la licence de l'IGN ainsi que son utilisation. Pour une utilisation sans contrainte, la donnée vectorielle de la carte d'occupation des sols reste une option. Sa géométrie reste néanmoins moins précise. Au niveau des chemins de fer, il est également conseillé d'utiliser le squelette vectoriel pour toute utilisation, en respectant les contraintes de l'utilisation de données IGN.

Enfin, la couche des bâtiments a été enrichis grâce à des données extérieures depuis sa production pour le squelette vectoriel. La donnée la plus à jour pour les bâtiments se trouve dans la version vectorielle carte d'occupation des sols 2018 (Wal_OCS_2018). Il est également conseillé d'utiliser les cours d'eau de la carte d'occupation des sols 2018.

6. WP3 – Classification par objet

La classification par objet dans le cadre de WalOUS a suivi la lignée qui avait déjà été entamée avec le projet SmartPop (ainsi que des projets BELSPO comme MAUPP et REACT), focalisé particulièrement sur la cartographie de l'occupation du sol en milieu bâti.

Le livrable **D.3.4 « Guide méthodologique de la classification par objet »** a été livré en février 2020 et reprend tous les détails de la méthode. L'ensemble du code développé pour la classification de l'occupation du sol par objet est disponible publiquement sur <https://github.com/mlennert/WALOUS>.

La démarche reflète les principes de base suivants :

- une attention à une parallélisation importante des calculs à travers un traitement par tuiles, tout en évitant le plus possible les effets de bord ;
- une prise en compte des conditions de prise de vue différentes des images en traitant séparément des groupes d'images homogènes ;
- une volonté d'automatisation complète.

Les grandes étapes méthodologiques peuvent se résumer comme suit :

- Prétraitements ;
- Sous-tuilage ;
- Segmentation ;
- Caractérisation des segments et sélection des segments d'entraînement ;
- Stratification sur base des dates d'acquisition et de la caméra utilisée ;
- Entraînement d'un modèle de classification par strate ;
- Classification des tuiles.

7. WP4 – Classification par pixels

La classification de l'occupation du sol par pixels (WP4) traite chaque pixel de l'image individuellement, ce qui permet d'éviter l'introduction d'erreurs de délimitation automatique dans le processus de classification, mais réduit l'information contextuelle disponible. Elle valorise par ailleurs des sources

de données à plusieurs échelles sur base de méthodes développées dans les projets Lifewatch et SEN2AGRI, notamment.

L'ensemble des résultats du WP4 sont détaillés dans le **livrable D4.2 « guide méthodologique finalisé et recommandations d'usages »**. Le code est disponible sur le ftp du projet WALOUS.

La classification par pixels s'est déroulée en 4 étapes, pour fournir 4 données utiles à l'étape de fusion :

1. La *classification des zones agricoles* afin de discriminer les cultures et les prairies. Cette classification, issue du projet Sen2Agri, nécessite une résolution temporelle élevée pour suivre l'évolution de la couverture végétale. L'ensemble des données Sentinel-2 d'une année est donc utilisé sur tout le territoire afin de maximiser la résolution temporelle. Les produits de cette classification sont un masque des cultures et une couche déterminant le type de cultures.
2. La *classification des zones semi-naturelles* permet de déterminer les zones forestières et les zones ouvertes non anthropisées (landes, tourbières et mégaphorbiaies). La classification utilise des données Sentinel-1 et Sentinel-2. Deux dates sont utilisées avec les données Sentinel-2 : une date « hors feuilles » et une date « avec feuilles ». Les images ont été choisies visuellement pour chacune des périodes afin de ne pas avoir de nuages sur la zone. L'information fournie par les données optiques est enrichie par des données SAR de Sentinel-1. Le résultat de cette classification est une couche d'occupation du sol de la Wallonie à 10 m de résolution spatiale pour toutes les classes de base définies pour WALOUS.
3. Les *éléments structurants du paysage*, généralement de petite taille (hors terres arables, massifs forestiers et herbages), ne sont pas discriminables à partir des images Sentinel-2, dont la résolution spatiale est de 10, 20 ou 60m. La résolution spatiale des orthophotos de la Région Wallonne (25 cm) est par contre suffisante. Comme pour la classification des zones semi-naturelles, la chaîne de traitement se base sur des applications construites à partir de la librairie OTB. Les données d'entraînement utilisées sont issues de la donnée Lifewatch principalement, mais également du squelette vectoriel, du SIGEC 2017 et du masque forestier 2016 fourni par l'Université Agro-Bio Tech de Gembloux.
4. La *classification des bâtiments via une approche en deep learning* a été réalisée dans le but de détecter les bâtiments sur base des orthophotos, mais également pour enrichir la base de donnée du PICC. Cette donnée a servi également à consolider les résultats de classification des bâtiments. Les données ont été traitées dans le pipeline « end-to-end » open-source Robosat composé d'un réseau de neurones convolutif (CNN) (<https://github.com/mapbox/robosat>) permettant l'extraction de caractéristiques d'images aériennes ou satellites.

8. WP5 – Fusion des données

La fusion des données est l'étape centrale du processus de génération de la carte d'occupation du sol. Elle permet en effet de tirer parti des avantages spécifiques de chaque produit (résultats des classifications par pixels et par objets + données auxiliaires).

La fusion des données a été livrée en février 2020 sous forme d'une donnée raster à 1 mètre de résolution avec une projection en Lambert 2008 selon les indications de la grille INSPIRE. Le livrable **D5.3 « Méthode de fusion des données »** est composé de trois parties :

- La première partie du rapport évalue la qualité (exactitude globale) des données de classification utilisées dans le cadre du projet WALOUS pour la création de la carte d'occupation du sol ;

- La seconde partie décrit brièvement les différentes approches utilisées pour la fusion des données, l'approche choisie pour généraliser la méthode sur la Région wallonne (à savoir la classification supervisée Random Forest) et la méthodologie de cette dernière ;

- La troisième partie évalue la qualité de la carte d'occupation du sol de Wallonie résultant de la fusion.

Le code informatique utilisé pour la fusion des données est fourni sous forme de Jupyter Notebook dans le FTP du projet, dans le dossier « Fusion ».

9. WP6 – Consolidation et enrichissement de WAL_OCS_2018

Les points faibles du résultat de la fusion ayant été identifiés dans le WP 6, plusieurs améliorations spécifiques ont été apportées à la carte d'occupation du sol. Cette consolidation a été effectuée en deux temps : une consolidation automatique basée sur des données auxiliaires et une consolidation manuelle.

Les étapes de consolidation sont développées dans le livrable **D6.1 : Consolidation et enrichissement de la carte d'occupation du sol de Wallonie 2018** dont la dernière version est fournie en septembre 2020. De nouvelles consolidations développées durant les mois de juillet et août 2020 ont concerné :

- L'amélioration des classes feuillus et résineux, d'une part via une consolidation manuelle basée sur les polygones du DNF et, d'autre part, en densifiant les massifs de résineux sur base d'un croisement des données Lifewatch, du masque de Gembloux 2018 et du NDVI calculé grâce aux images Sentinel-2 en période hors feuille.
- La reclassification des sols nus en classe « revêtement artificialisé » lorsque ceux-ci étaient compris dans une parcelle « production secondaire » de la carte d'utilisation des sols (WAL_UTS_2018).
- L'ajout manuel de doubles labels permettant de donner une information sous les ponts, viaducs et canaux ;
- Une correction manuelle des sections du réseau routier provenant des données IGN ;
- Une correction manuelle des plans d'eau en visant les plans d'eau présents dans la donnée de fusion WALOUS et absents dans la base de données du PICC ;
- La consolidation de la distinction entre les classes « couvert herbacé en rotation dans l'année » et « couvert herbacé toute l'année » : la détection du labour par images satellites n'a pas donné de résultats suffisamment précis pour être intégrés à la carte. Dès lors, nous nous basons exclusivement sur les déclarations annuelles du SIGEC de 2017 et 2018 pour classer les prairies. Toutes les prairies permanentes sont classées en « couvert herbacé toute l'année ». Les parcelles déclarées comme prairie temporaire en 2018 et en 2017 sont également classées en « couvert herbacé toute l'année ». Cependant, si elles ont été déclarées comme prairie temporaire en 2018, mais comme culture en 2017, elles appartiennent à la classe « couvert herbacé en rotation dans l'année ».
- Et enfin, toutes les classes via une consolidation manuelle des erreurs macroscopiques.

L'évaluation de la qualité de la carte d'occupation du sol finale se base sur le jeu de validation utilisé dans le WP5. Ce jeu de données a toutefois été corrigé pour tenir compte des modifications de la légende et incorpore par ailleurs les points situés dans les zones d'ombres. L'exactitude globale obtenue en tenant compte de la probabilité d'échantillonnage de chaque point est de 91,5 %. Les matrices de confusion de la fusion et de la version finale WAL_OCS_2018 sont présentées dans le rapport **D6.3 : « Validation de la carte d'occupation du sol »** mis à jour et livré en septembre 2020, ainsi que dans la fiche de métadonnées pour la carte d'occupation du sol.

La comparaison des matrices de confusion met en évidence les bénéfices du travail de consolidation. Les exactitudes par classe permettent une analyse plus détaillée des erreurs relatives, développée dans le livrable.

Enfin, le code reprenant la conversion du raster en vecteur ainsi que l'application de la MMU est disponible dans le Jupyter Notebook « Postprocessing » se trouvant dans le dossier « Fusion » du FTP.

10. WP7 – Intégration dans les géométries métiers

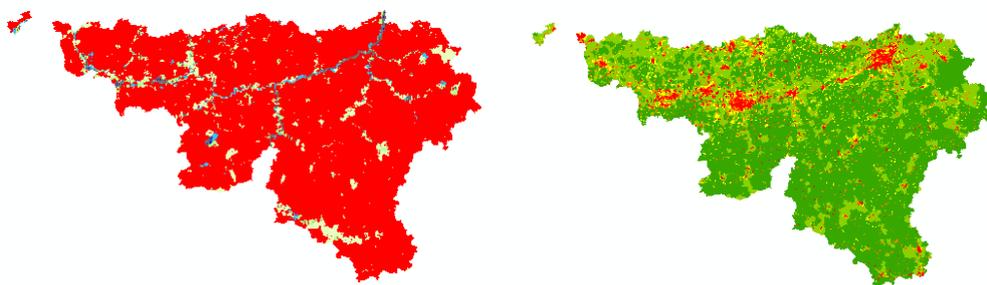
Les informations de la carte WAL_OCS sont intégrées à l'intérieur de plusieurs bases de données existantes sous forme de proportion dans ce qui est appelé « géométrie-métier ». Une première version des géométries-métiers avait été réalisée sur base de la version 0 de la carte d'occupation du sol. Cette version a été mise à jour sur base de la version finale. Elle se décline pour les géométries suivantes :

- Communes Cad-GIS 2019
- Secteurs statistiques 2019 (Exemple figure 2)
- Parcelles cadastrales 2018
- Géométrie SIGEC anonyme 2018
- Parcelles du DNF 2017
- Association de géométries 2018

Des corrections topologiques automatiques ont été réalisées lorsque cela s'avérait nécessaire. Les proportions de chaque classe d'occupation du sol principale ont ensuite été calculées, ainsi que la proportion de la classe majoritaire (représentant l'hétérogénéité du contenu du polygone).

Le livrable **D7.1 « Calcul des attributs dans les géométries-métiers »** sera livré en octobre 2020 sur le site FTP du projet dès sa finalisation, accompagné des codes nécessaires.

Figure 2 – Exemples de l'intégration des données Walous dans les géométries métiers. Proportion d'eau libre (à gauche, gamme de rouge à bleu) et de constructions au et hors sols par secteurs statistiques (à droite, gamme de vert à rouge).



11. WP8 – Classification automatisée de l'utilisation du sol

L'utilisation du sol représentée dans le produit WAL_UTS_2018 se définit comme la « *Territoire caractérisé selon sa dimension fonctionnelle ou son objet socioéconomique actuel (par exemple, résidentiel, industriel, commercial, agricole, forestier, récréatif)* » (directive européenne INSPIRE 2007/2/CE).

Le Work Package 8 de la subvention WALOUS a permis le développement d'une méthode automatisée de Cartographie de l'Utilisation du Sol sur l'ensemble du territoire Wallon pour l'année 2018, dénommée WAL_UTS_2018¹.

Le rapport final du WP8, **D8.1 « guide méthodologique et recommandations d'usages pour la carte WAL_UTS_2018 »**, a été livré en juillet 2020². Il consolide les versions préliminaires fournies en février 2020 et juin 2020. La cartographie de l'utilisation du sol pour l'année 2018 a été fournie dans une version vectorielle en parallèle à ce rapport. Les outils documentés ont également été fournis dans le même temps.

Les spécifications techniques de WAL_UTS_2018 résultent d'une procédure d'analyse des besoins et de co-constructions avec un panel d'acteurs wallons :

- WAL_UTS_2018 détaille l'utilisation du sol selon deux nomenclatures :
 - L'attribut « walousmaj » présente l'utilisation du sol principale selon un amendement de la légende INSPIRE résultant de la procédure de co-construction avec les utilisateurs wallons ;
 - Les attributs « hilucsLandUse » présentent l'utilisation du sol conforme aux spécifications techniques de la directive INSPIRE selon les scénarios 1 et 2 de la légende « Hierarchical Land Use Classification System (HILUCS) ».
- La CUSW2018 fournit une information sur l'usage du sol par parcelle cadastrale et pour les espaces non-cadastrés.

Une vingtaine de géodonnées sont intégrées pour la construction de WAL_UTS_2018:

- La géométrie de représentation est définie par le croisement entre :
 - Le plan parcellaire cadastral (v. 01/01/2019, © SPF-Finance) ;
 - Le squelette vectoriel construit par intégration des données du réseau routier et délimitation du bâti du PICC 2018 (© SPW) et des cours d'eau navigables et des chemins de fer de l'IGN TOP10vGIS (© IGN).
- Les attributs intègrent l'information de
 - La Carte d'Occupation des Sols de Wallonie (COSW2018) produite dans le cadre de la subvention de recherche WALOUS ;
 - La matrice cadastrale définissant la nature déclarée pour chaque parcelle cadastrale (v. 01/01/2019, © SPF-Finance) ;
 - Le Registre national des Personnes Physiques 2018 géocodé au point adresse (RNPP, © SPF-Finance) ;
 - Le répertoire d'entreprises DBRIS 2018 géolocalisés à la parcelle cadastrale (© SPF-Finance) ;
 - Le parcellaire agricole anonyme 2018 (© SPW) ;
 - L'inventaire des sites à réaménager de droit 2018 (© SPW) ;
 - Le parcellaire forestier public 2018 (© SPW) ;
 - L'inventaire des recyparcs (© SPW) ;

1 Attention, l'appellation « WAL_UTS_2018 » est une décision du CA final du projet WALOUS en septembre 2020. L'ensemble des livrables du WP8 font références à l'appellation « CUSW2018 », qui n'est dès lors plus l'appellation officielle.

2 Cette dernière version du livrable intègre principalement la modification de la légende du produit « walousmaj », et dès lors de la méthode de production, consistant en l'augmentation de la visibilité des zones naturelles par la création d'une classe « 7 » au niveau 1.

- La base de données « conservation de la nature » (© SPW) ;
- Le Réseau Natura 2000 en vigueur 2018 (© SPW) ;
- Le Plan de Secteur 2018 (© SPW) ;
- La carte des écoles de Wallonie 2019 (© ISSeP/SPW) ;
- L'inventaire géolocalisé des établissements pour ainés 2018 (© SPW) ;
- Les sites SEVESO 2018 (© SPW) ;
- L'inventaire des campings 2018 (© SPW) ;
- L'inventaire consolidé des éoliennes 2020 (© ISSeP/SPW) ;
- L'inventaire des carrières 2020 (© SPW) ;
- L'IGN Top-10vGIS 2017-2020 (© IGN) ;
- Les plantations de sapins de Noël 2015 (© SPW) ;
- Le Projet Informatique de Cartographie Continue (v5.2019, © SPW).

Au sein d'une approche automatisée par base de données spatiales (PostgreSQL, PostGIS, Python, Jupyter Notebook), l'ensemble des données d'entrée (bases de données alphanumériques, polygones et raster) sont traduites dans les différentes légendes. Par parcelle cadastrale (unité de cartographie), ces données ainsi que l'occupation du sol sont synthétisées par une série d'indicateurs statistiques (présence/absence, nombre d'éléments, proportions, mode, recouvrement). Ces indicateurs alimentent les règles de classification qui attribuent plusieurs codes:

- L'ensemble des classes rencontrées (avec critères de superficie et de recouvrement) dans cette parcelle cadastrale : reprise dans l'attribut « all_hilucs » ;
- La classe unique identifiée comme principale utilisation par les règles spécifiques au projet WALOUS : représentée par « walousmaj » ;
- La classification compatible INSPIRE selon les scénarios 1 et 2 (attributs « hilucsLandUse_1 » et « hilucsLandUse_2 ») : la parcelle cadastrale est caractérisée par une (scénario 1) ou plusieurs (scénario 2) utilisations du sol listées de manière non ordonnée et non-proportionnée.

WAL_UTS_2018 a été consolidée via une procédure de contrôle à laquelle un groupe d'experts wallons a participé. WAL_UTS_2018 a été enfin validée au moyen d'un set de validation de 1200 parcelles par un expert. Sur base de cette validation, l'exactitude de classification³ est de 83% au niveau 1 de la légende INSPIRE HILUCS. Ces deux procédures ont permis de renforcer l'analyse critique des résultats et contribuer à l'élaboration de recommandations d'usage et de mise à jour.

³ C'est-à-dire la proportion en nombre de parcelles ayant été correctement étiquetées par la classification par règle. Ni la taille des parcelles, ni la probabilité d'échantillonnage ne sont prise en compte ici.

12. Communication autour du projet

L'ensemble des publications réalisées dans le cadre du projet WALOUS sont disponibles sur le ftp⁴, dossier "/home/DISSEMINATION".

CT-GEOREF

Suivi du projet WALOUS et des développements du Géoréféréntiel Wallon lors des CT-GEOREF (13/09/18, 18/10/18, 27/11/18 et 12/02/2019) (cf. PV des CT-GEOREF).

NRC EIONET Land Cover

Suivi de l'évolution des produits LCLU européens (octobre 2018) dans le cadre de la production du rapport de mise en conformité (résultats intégrés dans le D1.2).

FOSS4G 2018

L'utilisation d'outils PyQGIS pour résoudre les problèmes de continuité d'un réseau routier a été présentée par l'UCL lors de la conférence FOSS4G qui s'est tenue à Bruxelles le 25 octobre dernier. Cette présentation portait sur une partie de la méthodologie de production de la couche surfacique du réseau routier du PICC appliquée sur une petite zone en Wallonie.

L'abstract envoyé à la conférence est le suivant: "Encouraged by the EU INSPIRE directive requirements and recommendations, the Walous project wants to develop an operational and reproducible land-cover (LC) and land-use (LU) mapping method. To guide or complete the pixel-based classification, a planimetric reference is built by using existing geodata. From the linear ancillary data, the road network is completed and made continuous using toolboxes from the open source platform QGIS and GRASS. In particular, we will focus on some unexpected uses of the linear referencing toolbox from QGIS to solve completeness issues in a road dataset."

Réunion de travail sur le squelette vectoriel

A la demande du SPW, les résultats du projet Walous relatifs au squelette vectoriel ont été présentés le 18 janvier au prestataire du projet de consolidation des données vectorielles du PICC.

Réunion de travail WALOUS-INSPIRE

Le 13 mars s'est tenu une réunion d'échange entre les partenaires de WALOUS et les responsables de la transposition INSPIRE au SPW (D. Buffet, M. Wenin et S. Britsen). La discussion a porté sur les volets LC et LU d'INSPIRE, sur la définition des responsabilités et actions à court et moyen termes (SPW vs partenaires de recherche).

Réunion de travail sur les types de forêt

Le 13 mars a eu lieu une réunion portant sur l'intégration du masque forestier et de la couche des 3 classes (feuillus, résineux, coupes-rases) produits dans l'ACRVF dans les couches d'occupation et d'usage du sol de WALOUS. Organisée par le SPW, cette réunion a permis à l'équipe WALOUS d'accéder aux données de l'ACRVF avec le niveau d'information nécessaire à l'intégration de ces données dans le processus de fusion.

ESA Living Planet Symposium 2019

Deux posters WALOUS ont été présentés lors de l'ESA LPS 2019, qui a eu lieu à Milan au mois de mai. Le premier portait sur le WP1 et s'intitulait "User-Oriented Process for a 2018 Land Cover and Land

⁴ Hôte : [geo10.elie.ucl.ac.be/](ftp://geo10.elie.ucl.ac.be/) / Identifiant: ftp_walous / Mot de passe: %aVU;?Dpm

Use Database in the Walloon Georeferential". Le deuxième portait sur les premiers résultats du WP5: "Multiscale Image Fusion for Submetric Land Cover Mapping ». Les deux posters ont été présentés par Benjamin et Céline dans la session « Next Generation Land Cover Monitoring » du vendredi 17 mai.

Jurse 2019

JURSE (Joint Urban Remote Sensing Event - www.jurse2019.org) est un évènement IEEE/ISPRS sponsorisé par l'Agence Spatiale Européenne qui s'est déroulé en mai 2019 à Vannes (France). JURSE vise à présenter des méthodologies novatrices et des ressources technologiques récemment utilisées pour étudier les multiples aspects de l'environnement à l'aide de données de télédétection satellitaires et aéroportées. Le projet WALOUS, et plus spécifiquement l'analyse des besoins des utilisateurs wallons, partie du WP1, y a été présenté par Nathalie Stephenne dans la session orale et poster intitulée « National & International initiatives for Earth observation data and services ». Le titre de l'intervention était "Users' consultation process in building a land cover and land use database for the official Walloon Georeferential".

Réunion de travail sur l'accès aux données RNPP

A l'initiative des partenaires et de Statbel, une réunion d'échange a été organisée pour discuter de l'accès et de l'intégration des données du Registre National des Personnes Physiques dans la cartographie de l'utilisation du sol. Cette réunion a débouché sur la soumission par la BCED d'une demande d'accès aux données du nombre d'habitants par point adresse en août 2019.

FOSS4G 2019

Les résultats du WP5 sur la fusion de l'occupation du sol ont été présentés oralement à la conférence FOSS4G 2019 (Bucarest, 26-30 août 2019). La présentation orale était liée à un papier de conférence intitulé « Creating Wallonia's new very high resolution Land Cover maps : combining GRASS GIS OBIA and OTB pixel-based results ».

AI4Copernicus

Les résultats de l'approche Deep-learning pour la cartographie des bâtiments ont été présentés par Pierre Defourny lors de l'évènement AI4Copernicus dans une intervention intitulée « Sentinels time-series exploitation to support a more sustainable agriculture and biodiversity ».

Groupe de travail EIONET LC 2019

Les 13 et 14 novembre 2019, Benjamin Beaumont a participé au meeting EIONET LC à Copenhague. Les informations glanées lors de ce meeting ont permis la consolidation du D1.2, au sein duquel un PV est inclus en annexe.

Webinaire EIONET NRC LC 2020

Les 23 avril 2020, Benjamin Beaumont a participé au webinaire EIONET NRC LC. Les informations glanées lors de ce meeting ont été synthétisées dans PV fournit aux membres du CA.

EARSel Urban - Liège 2020 (REPORTE)

Deux abstracts ont été soumis et approuvés pour une présentation orale (Grippa et al., 2020) et orale + poster (Beaumont et al., 2020). Les titres respectifs sont “Weak Supervision Of Fully Convolutional Network For Yearly Land Cover Mapping Over Wallonia, Belgium” et “An Open Source Mapping Scheme For Developing Wallonia’s INSPIRE Compliant Land Cover And Land Use Datasets”.

« Thermo et ilots » : la télédétection au service de l’énergie – Webinaire du 16 juin 2020

Dans le cadre de la présentation de l’ISSeP intitulée « Occupation du sol et ilots de chaleur urbain sur la Ville de Liège », les données en LC et LU de WALOUS ont été utilisées afin d’illustrer la situation 2018 par rapport à la situation 2012 cartographiée dans le projet SmartPop.

Réunion Land Take

Le 9 juin 2020, l’équipe Walous, représentée par Benjamin Beaumont et Julien Radoux, a été invitée à présenter les résultats du projet Walous lors la réunion Land Take portant sur l’artificialisation du sol en présence de nombreux acteurs wallons.

Annexes

WP	Nom du livrable	Type	Nom du fichier	
WP1	D1.1 – Analyse des besoins	Livrable	WALOUS_D1.1_AnalyseBesoins_062019.pdf	/home/DELIVRABLES/WP1_BesoinConformite
	D1.2 – Mise en conformité	Livrable	WALOUS_D1.2_MiseEnConformite_19112018.pdf WALOUS_D1.2_MiseEnConformite_022020.pdf	/home/DELIVRABLES/WP1_BesoinConformite
WP2	D2.1 – Squelette vectoriel	Livrable	WALOUS_D2_squelettevectoriel.pdf	/home/DELIVRABLES/WP2_Squelette
	D.2.1 - Squelette vectoriel	Produit	PICC_BATIMENTS.shp IGN_WatercourseSurface.shp railway_IGN.shp PICC_ROADNET_complete_all_LB08.shp	/home/DELIVRABLES/WP2_Squelette/batiments /home/DELIVRABLES/WP2_Squelette/eau /home/DELIVRABLES/WP2_Squelette/rails /home/DELIVRABLES/WP2_Squelette/routes
WP3	D3.3 – Méthodologie opérationnelle de cartographie du LC par objet à l'échelle régionale	Livrable	WALOUS_D3.4_GuideMéthodologiqueOBIA_V2.pdf	/home/DELIVRABLES/WP3_LC_OBIA/Rapports_OBIA
	D3.5 – Carte régionale du LC par objet pour une année	Produit	classification_tile_*.tif	/home/DELIVRABLES/WP3_LC_OBIA/WALLONIE_COMPLET
		Code	https://github.com/mlennert/WALOUS	
WP4	D4.2 – Guide méthodologique finalisé et	Livrable	WALOUS_D4.2_classificationParPixel.pdf	/home/DELIVRABLES/WP4_LC_PIXEL

	recommandations d'usages			
	D4.1 – Classification pixel	Produit	classif_pixels2018_RW_b1.tif	/home/DELIVRABLES/WP4_LC_PIXEL/RESULTAT_PIXEL_2018
	Classification par pixel	Code	Classification_pixel.py	/home/DELIVRABLES/WP4_LC_PIXEL/RESULTAT_PIXEL_2018
	Algorithme de classification		Répertoire OTB (code source à compiler)	/home/DELIVRABLES/WP4_LC_PIXEL/RESULTAT_PIXEL_2018/OTB
WP5	D5.3 - Guide méthodologique finalisé et recommandations d'usages et carte régionale	Livable	WALOUS_D5.1_Fusion.pdf	/home/DELIVRABLES/WP5_FUSION
	D5.3 – Carte régionale	Produit	RF_fusion_walous_arbustif_1m_LB08.tif	/home/DELIVRABLES/WP5_FUSION
		Code	A_Import_data_and_preprocessing.ipynb B_Processing.ipynb C_TrainModel.ipynb D_Predict.ipynb E_Validation.ipynb	/home/DELIVRABLES/WP5_FUSION/Jupyter_notebook/WALOUS-master/notebook
WP6	D6.1 - Guide méthodologique sur la consolidation et l'enrichissement manuel de la carte WAL_OCS_2018	Livable	WALOUS_D.6.1_Consolidation.pdf	/home/DELIVRABLES/WP6_CONSOLIDATION
	D6.2 - Validation de la carte d'occupation du sol	livrable	WALOUS_D6.2_Validation_OCSOL18.pdf	/home/DELIVRABLES/WP6_CONSOLIDATION

	D6.3 - Carte régionale d'occupation du sol consolidée	Produit raster	Wal_OCS_2018.tif	/home/DELIVRABLES/WP6_CONSOLIDATION/FINAL
		Produit vecteur	Wal_OCSOL_18_*.shp [*=nom d'une commune] Wal_OCSOL_18_DL_*.shp [doubles labels]	/home/DELIVRABLES/WP6_CONSOLIDATION/FINAL/vectorisation/communes /home/DELIVRABLES/WP6_CONSOLIDATION/FINAL/vectorisation/doubles_labels
	MMU et vectorisation des données	Code	X_Postprocessing.ipynb	/home/DELIVRABLES/WP5_FUSION/Jupyter_notebook/WALOUS-master/notebook
	Consolidation des bâtiments	Code	force_buildings_walous.py.txt	/home/DELIVRABLES/WP6_CONSOLIDATION
WP7	D7.1 – Système d'étiquetage automatique	Livrable	WALOUS_D.7.1_geometries_metiers.pdf	/home/DELIVRABLES/WP7_METIERS
	D7.2 – Géométries métier enrichies par les attributs d'occupation du sol	Produit	WALOUS_2018_metiers.gdb	/home/DELIVRABLES/WP7_METIERS
	D7.3 – Géométries métier avec indice d'hétérogénéité	Produit	WALOUS_2018_metiers.gdb (identique au D7.2)	/home/DELIVRABLES/WP7_METIERS
	D7.1 – Système d'étiquetage automatique	Code	WP7_join_table.py WP7_tabulation.py Répertoire OTB (code source à compiler)	/home/DELIVRABLES/WP7_METIERS/codes
WP8	D8.1 – Guide méthodologique et recommandations d'usages pour la	Livrable	WALOUS_D8.1_GuideMéthodologique_LU.pdf	/home/DELIVRABLES/WP8_LU

	carte WAL_UTS_2018			
	D8.2 – Carte régionale du LU automatisée	Produit	WAL_UTS_2018_3812.gpkg	/home/DELIVRABLES/WP8_LU/Results_WP8/V100920
	D8.3 – Outil informatique pour la cartographie du LU automatisée	Code	CODE_WalOUs_UTILISATION_SOL.zip	/home/DELIVRABLES/WP8_LU/Results_WP8