

Laure GREGOIRE
Thibaud ZOBEL
Clément TYCHYJ
Elisa PEYRARD

21 juillet 2023

Cartographie de l'anthropocène, épisode 2

Encadré par Hervé Quinquenel

Résumé

A l'ère de l'anthropocène, il est toujours plus complexe pour l'homme d'aménager l'espace pour répondre à ses besoins. L'augmentation de la température ressentie et la gestion du cycle de l'eau sont des thématiques majeures dans la gestion de la santé publique. Afin d'aider les décisions dans l'aménagement du territoire pour que ces décisions soient en cohérence avec les problèmes sociétaux mentionnés, nous réfléchissons dans ce projet à l'utilisation que pourraient avoir les produits de l'institut national de l'information géographique et forestière (IGN) à l'égard du problème des îlots de chaleur urbain ou la qualité des sols. Nous utilisons des données incontournables comme la BD Topo produite et utilisée depuis 2007 ou encore la récente donnée OCSGE (occupation du sol à grande échelle) qui sera la donnée de référence pour l'application de la loi ZAN (Zéro Artificialisation Nette). Les données Lidar et CoSIA (Couverture du sol par intelligence artificielle), toujours en développement, sont de même au cœur de notre étude. L'un des objectifs de ce travail est d'apporter nos remarques sur l'utilisation de ces prototypes en vue de continuer le développement de ceux-ci dans une direction cohérente avec les besoins des utilisateurs. Dans cet esprit, différents acteurs en urbanisme et climatologie ont été consultés pour orienter le projet. Nous qualifions et critiquons ici les produits IGN pour avoir une idée précise des possibilités qu'offrent ces produits en matière d'urbanisme durable.

Contenu

Résumé	2
Introduction.....	4
I-A Données à notre disposition	4
I-A-1 OCSGE – Occupation du Sol à Grande Echelle	4
I-A-2 CoSIA (Couverture du Sol par Intelligence Artificielle) expérimentale.....	5
I-A-3 BD TOPO	6
I-A-4 Lidar HD	7
I-B Utilisateurs et producteurs de la donnée	7
I-B-1 Les producteurs de données.....	7
I-B-2 Experts du climat	8
I-B-3 Les Utilisateurs.....	8
I-C Choix thématiques	9
I-D Entre théorie et terrain.....	10
II-Exploitation des bases de données, critiques des résultats obtenues	11
II-A Traitement sur le revêtement du sol	11
II-B Comparaison des données.....	14
II-C L'enseillement.....	15
II- C – 1 MNS corrélé.....	15
II-C-2 Lidar HD.....	16
III Conclusion	19
III-B Synthèse des bases de donnée	20
III-C Remerciement.....	21
IV Annexe	22
IV-A Carte Mentale des Bases de donnée et leur nomenclature.....	22
IV-B Légende et précision des Bases de données	24
IV-B-1-OCSGE.....	24
IV-B-2-COsia.....	24
IV-D-Mode d'acquisition des données CoSIA.....	25
IV-C- Manière de cartographier les îlots de chaleurs urbains	26
IV-E- Cartographie et Statistiques sur le sol sous les arbres pour Cosia	27
Bibliographie	31

Introduction

L'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière) crée des produits tels que des bases de données altimétriques, des cartographies, des bases de données thématiques concernant l'occupation du sol afin de mieux représenter la topographie nationale et les évolutions rapides du terrain liées aux activités humaines et au changement climatique. Autrement dit, l'IGN a l'ambition de représenter au mieux l'anthropocène. Le mot anthropocène vient du grec *anthrôpos* qui signifie homme et de *kainos* qui signifie nouveau. C'est la période actuelle des temps géologique, où les activités humaines ont de fortes répercussions sur les écosystèmes de la planète (biosphère) et les transforment à tous les niveaux. (*Larousse*)

L'objectif de notre projet est donc d'apporter des sources d'inspiration à l'IGN sur les manières de communiquer efficacement dans le but de faciliter la compréhension de l'occupation des sols, de leur artificialisation et des évolutions du territoire afin de promouvoir les données géographiques qu'il diffuse.

I- Présentation des données et des acteurs rencontrés

I-A Données à notre disposition

Pour réaliser notre projet, nous avons tout d'abord entre nos mains des données de l'IGN. Nous nous sommes intéressés à découvrir leurs caractéristiques et leur potentielle utilité.

I-A-1 OCSGE – Occupation du Sol à Grande Echelle

L'OCSGE est un produit IGN, cette base de donnée est produite à partir des prises de vues aériennes, des données existantes extraites des bases de l'IGN, et de toutes autres données mobilisables issues de référentiels nationaux ou locaux. La phase de photo-interprétation est chargée de vérifier les données prétraitées et de compléter l'information là où elle est absente. L'image de référence pour la photo-interprétation est essentiellement le produit BD ORTHO®. La couleur naturelle et le proche infra-rouge fausses couleurs (IRC) sont utilisés. L'échelle d'utilisation est le 1 : 5 000. La précision de positionnement global des limites est métrique. Nous n'avons utilisé que la couverture du sol. Son usage ne nous intéressait peu dans l'étude.

Exemple de méthode mise en œuvre pour produire la zone bâtie est la suivante :

- agrégation des bâtiments de la BD TOPO® situés à moins de 10 m les uns des autres, avec comblement de leurs décrochements de moins de 10 m ;
- les surfaces bâties résultantes ayant une surface comprise entre 50 m² et 200 m² sont agrandies pour que leur surface soit égale à 200 m² ;
- suppression des surfaces résultantes de moins de 50 m, les surfaces fermées de moins de 500 m² présentes au sein des zones bâties et situées entre bâti et réseaux sont ajoutées au bâti.

On se retrouve avec une légende composée de 14 classes pour la couverture du sol (voir en annexe la légende) plus 20 classes d'usage du sol..

Cartographie du centre ville d'Apt avec les données OCSGE

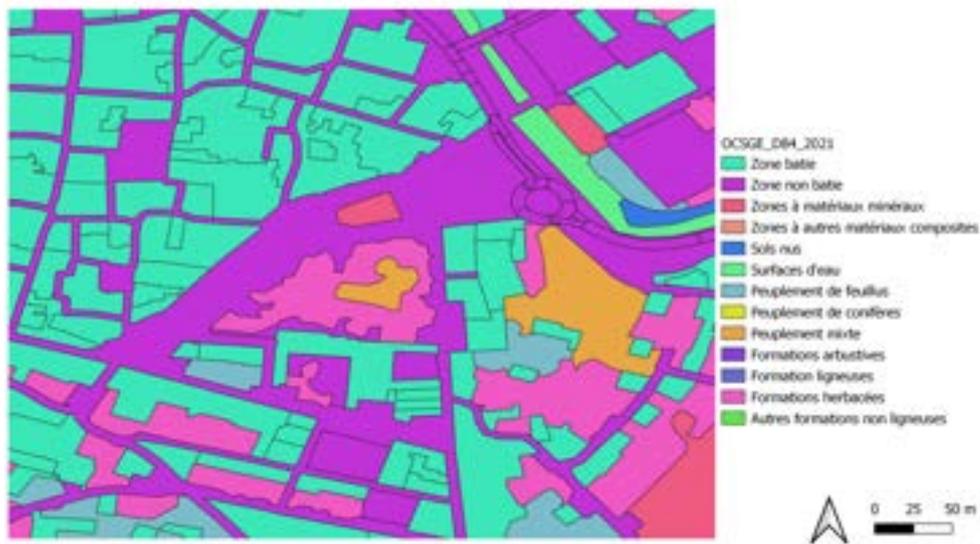


Figure 1: cartographie du centre ville d'Apt

I-A-2 CoSIA (Couverture du Sol par Intelligence Artificielle) expérimentale

Les cartes Cosia décrivent la couverture du sol selon 16 classes (cf figure 2). Ces données sont produites pour tout le territoire français avec une résolution spatiale de 20 cm par pixel. Les cartes CoSIA, produites par l'IGN (*IGN.fr*), interviennent dans la conception des données OCSGE. Pour produire ces cartes, on utilise des processus d'intelligence artificielle (et plus particulièrement le deep learning). Ces cartes sont donc dites de « prédiction » car elles sont obtenues à partir d'un modèle numérique d'intelligence artificielle qui estime statistiquement pour chaque pixel son appartenance à une classe. De cette manière, il se peut que ces données ne reflètent pas de manière exhaustive la réalité du terrain. Il existe ainsi des marges d'erreurs. La méthode d'acquisition de ces données se trouve en annexe (IV-B-2-CoSIA)

- Batiment
- Zone impermeable
- Zone permeable
- Piscine
- Serre
- Sol nu
- Surface Eau
- Neige
- Conifere
- Feuillu
- Coupe
- Broussaille
- Pelouse
- Culture
- Terre labouree
- Vigne
- Autres

Figure 2: Les 16 classes de couverture du sol de CoSIA

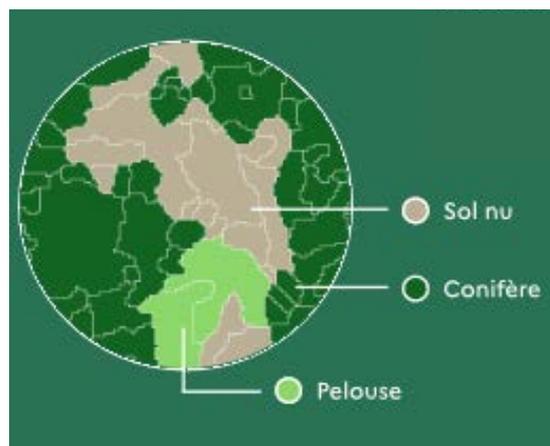


Figure 3: Schéma représentant la méthode d'annotation du territoire pour produire les cartes Cosia

C'est pourquoi il faut faire attention avec les données CoSIA. Premièrement, les modèles d'intelligence artificielle sont des modèles qui appliquent des traitements à une donnée que l'on

choisit. Si l'on a une donnée entrante qui possède des biais ou des inexactitudes, ceux-ci peuvent se retrouver au sein des données sortantes. S'il y a des erreurs dans le jeu de données, elles peuvent induire des résultats erronés dans CoSIA. En effet, le modèle, ne connaissant pas les lavandes, catégorise ces dernières dans la classe vigne, ce qui est faux. Ensuite, certaines classes sont plus faciles que d'autres à interpréter grâce à leur couleur, géométrie, altitude, etc mais également par leur diversité de représentation. Par exemple, le modèle est plus exposé aux bâtiments qu'aux serres et est donc beaucoup plus performant pour reconnaître les bâtiments. Pour finir, Le modèle n'est entraîné que pour détecter ce qui est visible sur les images. Pour reprendre l'exemple de la documentation CoSIA, si un parking est recouvert par les feuilles d'un arbre, sa surface sera réduite ou morcelée. Les cartes de couverture du sol sont donc à utiliser avec d'autres bases de données pour obtenir des cartographies cohérentes.

Enfin, le modèle classe avec précision les classes bâtiments, zone imperméable, surface d'eau et feuillus. Cependant, il classe avec difficulté les classes sol nu, neige, coupe, broussaille et terre labourée ou la vigne qu'il confond avec la lavande. (cf tableau annexe IV-B-2)

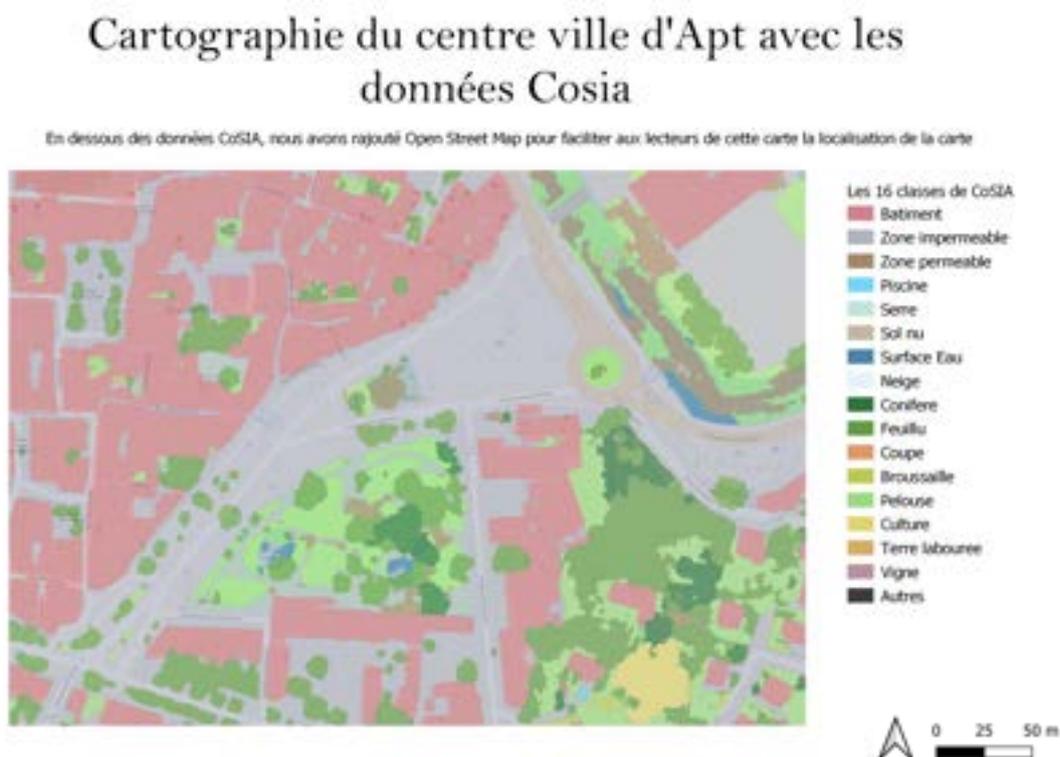


Figure 4: cartographie du centre ville d'Apt avec CoSIA

I-A-3 BD TOPO

« La BD TOPO est une description vectorielle 2D/3D des éléments du territoire et de ses infrastructures, de précision métrique, exploitable à des échelles allant de 1 :2000 au 1 :50000. Elle couvre l'ensemble des entités géographiques et administratives du territoire français. Elle permet la visualisation, la simulation au service de l'analyse et de la gestion du territoire. Elle est éditée chaque trimestre depuis 2019. Les objets de la BD TOPO sont regroupés par thèmes (administratif, bâti, hydrographie, la végétation qui vient de la BD Forêt...). ». Les thèmes que nous avons utilisés sont ceux du bâti, de l'hydrographie, de l'occupation du sol et du transport. La BD TOPO a une précision sur le bâti de 95 % de même que pour l'hydrographie permanente



Figure 5: Carte centre-ville d'Apt avec donnée TOPO

I-A-4 Lidar HD

La Lidar HD (Light Detection And Ranging) vient d'une volonté de l'Etat de produire une modélisation 3D de l'intégralité du sol et du sursol Français. Les données diffusées sont des nuages de points brut ou classifiés et des modélisations numériques 3D (Modèle numérique de terrain ou modèle numérique du sol..). C'est une donnée en cours d'acquisition jusqu'en 2024/2025. Les nuages de points 3D acquis donnent lieu à une classification en plusieurs classes (sol, eau, végétation, bâtiments, ponts, sursol pérenne), puis donnent lieu à la production de MNT (modèles numériques de terrain), MNS (modèles numériques de surface) et MNE (modèles numériques d'élévation). Nous n'avons utilisé que des données semi brutes, semi classifiés car le Lidar est en cours de traitement.

I-B Utilisateurs et producteurs de la donnée

Une fois que nous avons pris connaissance des données, nous avons décidé de partir à la rencontre des producteurs, des experts et des utilisateurs de ses données pour déterminer des thématiques les plus pertinentes que nous pourrions étudier et qui seraient utiles à la société.

I-B-1 Les producteurs de données

Un des principaux producteurs de données est l'IGN. Ce sont eux qui produisent l'OCSGE, la BD TOPO et les données CoSIA. Nous avons dans un premier temps assisté à une conférence en ligne organisée par l'IGN dans le but de présenter les nouvelles données CoSIA. C'était Marie-Lorraine Chiacopol qui présidait cette réunion. Nous avons également pu discuter avec Eva Bookjan à la fin de la réunion. Nous avons eu grâce à cela des connaissances en plus sur cette donnée. Premièrement, le but des cartes CoSIA est de valoriser les cartes de prédictions de l'OCSGE. Les cas d'usage de CosIA sont le foncier, l'imperméabilité, la nature en ville, les haies et bocage et les surfaces agricoles utiles. Les principaux utilisateurs potentiels sont donc les agences d'urbanismes, le DREAL (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), les métropoles, l'IGN et les associations et sociétés. D'après les concepteurs de cette donnée, CoSIA effectue 75% de bonnes reconnaissances.

Une autre donnée dont nous n'avons pas encore parlée et qui est également utilisée par les utilisateurs est le Mode d'Occupation du Sol. Cette donnée est financée par les régions. Il est possible grâce à cette base de données de visualiser et d'analyser l'extension de l'urbanisation et la mutation des tissus urbains. Le MOS permet également d'étudier l'emprise de transport ferré, parkings, décharges, chantiers, extraction de matériaux, éléments pouvant être nocifs pour les milieux naturels. De même, en milieu urbain, les zones de loisirs (camping, terrains de sport...), d'habitations (rural, continu, collectif..) et de jardins sont cartographiées. Il s'agit là encore d'éléments importants, en particulier pour la trame verte en milieu urbain, car cela permet d'identifier des espaces verts qui peuvent constituer de potentiels réservoirs de biodiversité en ville. Cette base de données se compose de 81 classes. Chaque mise à jour du MOS est établie à partir d'une couverture photographique aérienne complète de la région concernée et de diverses sources d'information complémentaires (fichiers administratifs, informations adressées par les communes, etc.). Les mises à jour sont réalisées directement à l'écran, à partir d'ortho-photographie numérique régionale en couleur de résolution 12.5 cm acquise auprès d'InterAtlas (une entreprise qui produit des Images aérienne Haute Définition et développe une technologie avancé au service des Collectivités et des Professionnels). Cette technique efficace permet un travail précis.

I-B-2 Experts du climat

Le principal expert du climat dans la région PACA est l'organisme du GREC-SUD (Le groupe régional d'experts sur le climat en région Provence-Alpes-Côte d'Azur). Nous avons eu une réunion par téléphone avec Philippe Rossello, coordinateur et co-animateur du GREC-SUD. Le GREC-SUD a pour objectif de centraliser, transcrire et partager la connaissance scientifique sur le climat et le changement climatique en région Sud Provence Côte d'Azur. De ce fait, ils sont en partenariat avec différents partenaires tels que la Maison de la Météo et du Climat des Alpes du Sud... Son objectif est donc d'informer élus et techniciens des collectivités locales, des espaces protégés, des grands équipements..., dans le but d'une meilleure compréhension et d'une prise en compte des résultats scientifiques dans les politiques publiques. D'après Phillippe Rossello, l'IGN a du mal à communiquer sur ses données et leurs fonctionnements aux utilisateurs (élus, communauté de commune...). De ce fait, les données OCSGE et CoSIA ne sont pas les plus pertinentes à leurs yeux. Selon lui, il existe des zones de chaleur, de surchauffe et de fraîcheur dans les villes. La végétation n'a qu'un impact limité à sa zone au sol sur la température environnante, rajouter des arbres est une solution localisée non globale, cela rend l'atmosphère plus agréable et respirable. Pour cartographier les îlots de chaleur urbain, il conseille de se servir du bâti de la BD TOPO pour avoir la hauteur des bâtiments et le prendre en compte dans les représentations cartographiques des ICU.

En conclusion de notre réunion, il nous rappelle que nous devons penser les îlots de chaleur urbain sur une échelle globale, pas une échelle fine, nous devons repenser toute la ville, son aménagement pour laisser passer les flux d'airs et repenser le choix des matériaux pour la construction.

I-B-3 Les Utilisateurs

Nous avons pu contacter le Parc Naturel régional du Luberon et avoir une visioconférence avec cette entité et nous avons eu un rendez-vous avec le directeur des services techniques Fabrice Augier de la municipalité d'Apt.

Le personnel du Parc Naturel Régional du Luberon nous a fait part de leurs connaissances des données de l'IGN, principalement la BD TOPO et l'OCSGE en interne. Ils n'ont pas encore manipulé l'OCSGE. Cependant les personnes en charge de la géomatique dans le Parc ne s'en servaient pas. Selon eux l'OCSGE est trop peu précise à fine échelle. Ils privilégient le MOS ou les SCOT, schéma de cohérence territoriale (développé par les communautés de commune). Pour eux une base de données d'occupation du sol qui est exploitable est une base de données avec un taux de confusion inférieur ou égal à 10%, taux que passe le MOS mais pas l'OCSGE. Ils expriment aussi une crainte de devoir utiliser l'OCSGE qui est moins qualitative que le MOS à cause d'une réglementation. Ils semblaient intéressés par CoSIA et par le Lidar HD pour avoir une cartographie précise du patrimoine du bâti. Ils étaient assez avertis sur les phénomènes d'anthropisation, d'îlots de chaleurs urbains. En effet ils ont fait plusieurs études en corrélation avec le GREC (Groupe Régional d'Expert du Climat) sur la chaleur en ville sur les communes de Pertuis, Manosque, Apt et Cavaillon (voir en annexe le lien pour le rapport de l'étude « COINS DE VERDURE POUR LA PLUIE »(2019) et le rapport du GREC sur l'évolution du climat dans le PNR).



Figure 6: logo du PNR du Luberon

Quant à la Mairie d'Apt, nous les avons contactés et sommes allés les voir sur place. Apt étant une commune urbaine relativement petite de l'ordre de 10 000 habitants, les services d'urbanisme ou d'aménagement font appel à des prestataires extérieurs pour réaliser les plans. Ils ne se servent pas des données produites par l'IGN. Nous avons pu aller voir une végétalisation et une dés-imperméabilisation d'une cour d'école primaire qui s'est faite grâce à des subventions de l'agence de l'eau et de la région. Nous avons pu prendre conscience de l'importance du matériau sur la réflexion de la chaleur, entre un béton noir et de la clapicette (un revêtement en roche calcaire broyée à la granulométrie 0/6 mm recouvrant d'habitude les terrains de pétanque). (Pour la différence de chaleur voir en annexe le rapport de l'étude...)

I-C Choix thématiques

Afin de répondre à la problématique de notre sujet, nous avons tout d'abord essayé de trouver des thématiques pertinentes sur les effets de l'anthropocène que nous pourrions mettre en valeur. L'objectif est de communiquer sur la pertinence des données utilisées pour illustrer la thématique, c'est-à-dire de les confronter aux usages, aux besoins et à la réalité du terrain pour en déduire si elles sont adaptées ou pas au problème posé. Après avoir exploré ce que l'on pouvait faire avec les données et discuté avec les acteurs de ses données, nous avons décidé de nous pencher sur 3 choix thématiques qui sont les îlots de chaleurs, la perméabilité des sols et l'ensoleillement des villes. Nous avons choisi ces thématiques car elles nous semblaient intéressantes et très actuelles.

Les îlots de chaleur désignent une « sorte de dôme d'air plus chaud couvrant la ville » qui représente la manifestation climatique la plus concrète de la présence et des activités de la ville (*ENS Lyon*). En général, la température en ville dépend de la température ambiante de la région. Cependant, celle-ci peut être augmentée à cause de la formation urbaine, des matériaux utilisés, de l'absence de végétalisation et de l'architecture. Les immeubles bloquent la circulation de l'air, les matériaux de constructions emmagasinent la chaleur, que, malheureusement, la climatisation rejette dans la rue. L'effet d'îlot de chaleur urbain est encore plus important la nuit car les constructions et

voirie rejettent la chaleur stockée pendant la journée. C'est donc dans le but d'aider les villes à lutter contre ce phénomène que nous avons choisi cet enjeu comme thématique.

Le deuxième choix thématique est la perméabilité des sols. L'artificialisation des sols, dû à l'extension urbaine et de la construction de nouveaux habitats en périphérie des villes ainsi qu'un aménagement urbain particulier, est une des causes du réchauffement climatique et de la destruction de la biodiversité et du ruissellement (*ecologie.gouv.fr*). Cela a donc des répercussions directes sur la qualité de vie des Hommes ainsi que sur l'environnement. De la même manière que pour les îlots de chaleur urbain, nous nous sommes intéressés à ce sujet pour essayer de réduire ce phénomène en communiquant aux villes les informations nécessaires.

Le troisième et dernier choix thématique est l'ensoleillement du sol. En effet l'ensoleillement est un facteur important de ressenti de la chaleur. Au soleil la température ressentie a un écart important avec la température ressentie à l'ombre, de l'ordre de 10°Celsius jusqu'à plus de 30°Celsius. Ce choix de l'ensoleillement permet de mesurer et d'identifier les zones qui restent à l'ombre, qui ont le moins de soleil lors d'une journée. Ce sont des zones à identifier qui servent comme zone de « fraîcheur » dans les îlots de chaleur urbaine.

I-D Entre théorie et terrain

Une fois les thématiques choisis, il est nécessaire de rechercher leurs caractéristiques afin de pouvoir les identifier. Nous recherchons des bases de données d'occupation du sol qui ont une bonne précision sur la végétation ou qui ont des classes de distinction entre zone perméable et imperméable. Pour cette étude, nous nous sommes intéressés à 3 villes : Apt, Pertuis et Vinon-sur-Verdon. Ces trois villes se trouvent dans les départements du Var (83) et du Vaucluse (84), car il n'y a pas encore de donnée sur les Alpes de Haute-Provence (04) pour CoSIA. Pour chacune des villes, nous avons cherché à vérifier la qualité des bases de données entre l'OCSGE, CoSIA ... Nous avons pris 3 zones d'études dans des environnements spécifiques : le centre-ville, une zone industrielle et une zone rurale. Nous avons créé des cartes sur ces zones pour aller comparer les données avec le terrain. Nous avons des cartes se basant sur différentes bases de données (CoSIA, OCSGE, MOS, BD TOPO) et des cartes sur des bases de données que nous avons travaillé sur l'ensoleillement, la perméabilité des sols et sur la végétation du sol.

II-Exploitation des bases de données, critiques des résultats obtenues

II-A Traitement sur le revêtement du sol

Dans le cadre de notre étude des îlots de chaleur en ville il est important de se demander quel est le revêtement sous les arbres. Car si dans une zone forestière il semble certain que la strate inférieure est végétale, cela n'est pas le cas en milieu urbain puisque le sol y est souvent artificialisé et imperméable. Les données Lidar -malgré leur capacité à capter le sol en passant à travers la végétation- n'ont pas de classes différenciant les types de sol. Elles sont donc difficilement utilisables dans notre cas. Il semble qu'actuellement aucun produit IGN ne rend accessible la donnée du sol sous les arbres.

Ainsi, nous avons cherché à connaître le voisinage des surfaces arborées urbaines –issues de CoSIA- afin d'en déduire le revêtement du sol le plus probable présent sous chacune de ces entités. Nos traitements se sont faits sur QGIS avec notamment l'outil « analyse de superposition » (figure 7) qui pourrait permettre de connaître les couches recouvertes par nos arbres. Sachant que pour qu'il y ait recouvrement nous avons effectué une zone tampon sur la couche arborée de CoSIA (feuillu et conifère).



Figure 7 : surface d'analyse d'une entité pour cette première approche.

Pour gagner en précision, l'utilisation de la BD TOPO semblait nécessaire. Cela permet de corriger la donnée bâtiment de CoSIA qui est particulièrement compromise par la présence d'ombre. Et, en supposant que si un arbre CoSIA est présent au même endroit qu'un bâtiment de la BD TOPO alors l'arbre recouvre simplement ce bâtiment et il ne s'agit pas d'une zone à proprement végétale, nous pouvons déjà réduire l'étendue arborée. Dans le même ordre d'idées, il était important d'utiliser la donnée « tronçon de route ». Cette dernière est disponible en format linéaire nous avons donc créé un tampon afin d'obtenir une donnée surfacique de taille réelle.

Par ailleurs, il était nécessaire de modifier nos données afin que les données BD TOPO et CoSIA soient compatibles pour notre étude. En effet, la combinaison de ces fichiers a donné lieu à des superpositions de couches, ce qui fausse les résultats de l'analyse de superposition. Si la zone tampon d'un arbre recouvre une route (BD TOPO) elle-même présente sur une zone imperméable de CoSIA alors le calcul de type revêtement sera trompé par une surreprésentation de ces données. Il était donc essentiel de créer une nouvelle couche de données issue de CoSIA où il n'y a aucune autre donnée que les arbres issue de CoSIA qui superpose les surfaces routières BD TOPO.



Figure 8 : addition des surfaces routières issues de la BD TOPO et de la donnée CoSIA adaptée.

Exemple de résultat :



Figure 9: Photos terrains Pertuis et orthophoto

Avec les images terrains et l'orthophoto précédente, on estime la vérité terrain suivante : Il y a, sous l'arbre noté '1', 7 unités de surface de route imperméable, 3 de sol imperméable pour 20 de pelouse. Or, selon le résultat de notre première méthode de calcul, la surface sous l'arbre '1' serait composée de 31 unités de route imperméable et 15 de sol imperméable pour 6 de pelouse.

Second traitement

Cette fois nous avons pris les informations dans un anneau de 5cm d'épaisseur entourant chaque objet. Ainsi, on évite le biais que les surfaces de routes soient les seules données sous les surfaces initiales arborées. Nous avons aussi corrigé la taille des routes qui étaient deux fois trop larges dans la première version (précédente formule : taille tampon= 2*la largeur de route réelle).

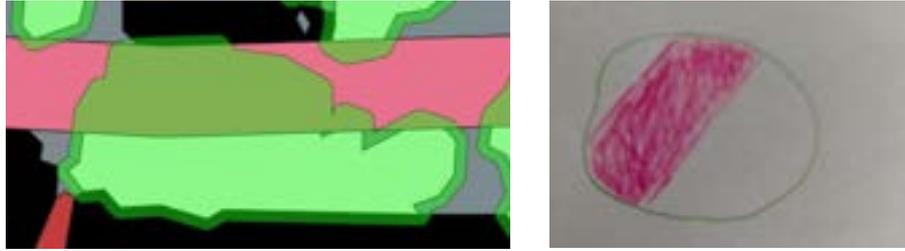


Figure 10 : exemple de surreprésentation de la route avec le premier traitement. Ici la surface de route intégrée dans le calcul (en rose) est plus importante que l'entièreté de la zone tampon de 1m (vert foncé) capable de capter d'autres couches.

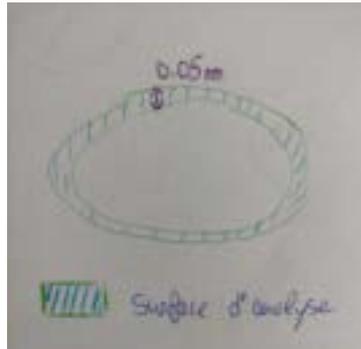


Figure 7b : surface d'analyse d'une entité pour la seconde approche.

Exemple de résultat :



Figure 11: orthophoto, image CoSIA et image terrain de l'arbre étudié.

Nous obtenons que 30% de la surface sous cet arbre est de la route imperméable et 70% est du sol imperméable ce qui est cohérent avec notre relevé terrain.

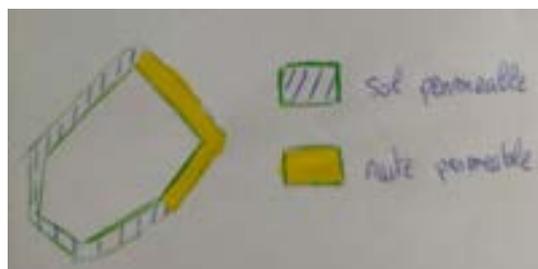


Figure 12 : résultat de l'analyse par le contour (seconde approche).

Evaluation de l'amélioration des résultats suite à notre changement de méthode :

Nous pouvons observer grâce aux quatre cartes (annexe IV-E) que notre premier calcul s'applique plutôt bien en zone rurale et industrielle. En effet, aucune erreur n'a été détectée sur les surfaces de sol présent en dessous des arbres que nous avons vérifié. A l'inverse, des mauvaises prévisions du sol sont présentes en centre-ville. Il est récurrent que pour les jardins privés notre calcul indique des zones imperméables sous les surfaces arborées, surtout lorsque le jardin est bordé de routes.

Suite aux modifications expliquées précédemment, nous observons que le modèle a encore du mal à déterminer la vraie nature du sol dans la zone centre-ville (cf annexe IV-E, figure 35). Cela peut s'expliquer par le fait que les arbres sont dans des lieux trop étroits, ils touchent ce qu'il y a autour d'eux (bâtiments, route goudronnée...). Il semble donc impossible de déterminer ce qu'il se cache en dessous d'eux. Inversement, réduire la zone tampon améliore les prédictions pour les zones résidentielles. Les jardins ne sont plus considérés comme des zones imperméables mais bien comme des pelouses. Le modèle ne prend plus la route comme surface de sol sous les arbres mais bien la pelouse qui se trouve autour de l'arbre.

II-B Comparaison des données

	Apt		Pertuis	
	CoSIA	OCSGE	CoSIA	OCSGE
Conifère	3150000 m ² (6.98 %)	1528240 m ² (3.38 %)	4095000 m ² (6.90 %)	3310000 m ² (5.58 %)
Feuillus	16604700 m ² soit (36.77 %)	13897800 m ² (30,77 %)	7370720 m ² (12.42 %)	4838360 m ² (8.15%)

Cartographie des feuillus et conifère sur la commune d'Apt avec les données OCSGE

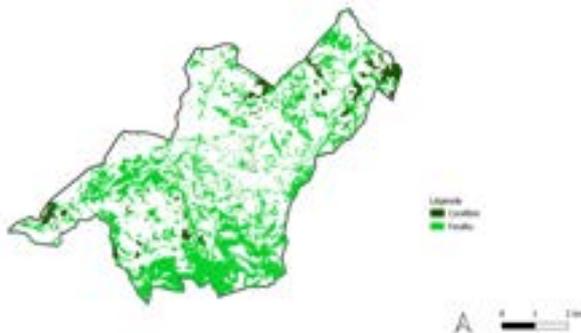


Figure 13: carte végétation

Cartographie des feuillus et conifère sur la commune d'Apt avec les données CoSIA

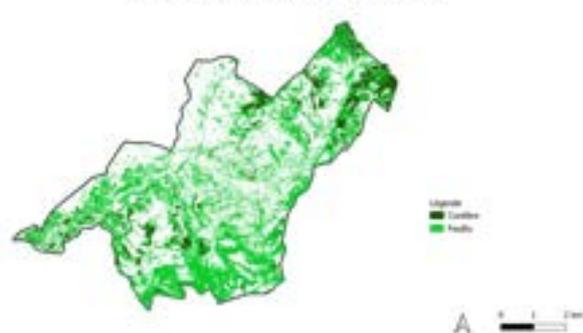


Figure 14: carte végétation

La comparaison de ces données laisse à penser que la base de données CoSIA serait plus précise en ce qui concerne la classification des conifères et feuillus. En effet, l'OCSGE applique une généralisation tandis que CoSIA a la capacité de distinguer les arbres isolés. Ainsi, nous avons cherché à déterminer quelle base de données est la plus appropriée dans le cadre d'une étude des îlots de chaleur en milieu urbain. D'autant que notre analyse se fait à un niveau de détail très fin. Nous avons donc comparé ces deux bases de données et notre donnée CoSIA modifiée, en calculant les surfaces artificielles classifiées dans le centre-ville d'Apt.

	OCSGE		CoSIA		revêtement CoSia	
	aire	%	aire	%	aire	%
non artificialisé	8024.41	15.2009419	15983.552	30.2782441	11381.9	21.5611615
artificialisé	44764.5	84.7990771	36805.9	69.7228016	41407	78.4388385

Ces données ne sont malheureusement pas très pertinente car les données OCSGE et CoSIA n'ont pas la même réglementation en ce qui concerne les zones artificialisées ou non. Par exemple, un parc est considéré comme zone artificialisée pour l'OCSGE alors que CoSIA la détecte comme zone non artificialisée.

Ainsi, l'utilisation de l'OCSGE en centre-ville semble inutile dans notre cas d'étude. En effet, la classification est trop générale avec une artificialisation presque totale du centre-ville. A l'inverse, les données CoSIA, de par l'absence d'information sur le revêtement recouvert par l'arbre, laisse à penser que l'artificialisation est sous-évaluée. Ainsi notre modélisation semble être une alternative possible pour l'étude de la végétalisation des milieux urbains

II-C L'ensoleillement

II- C – 1 MNS corrélé

Un modèle numérique de surface ou élévation (MNS/MNE) est une description altimétrique du sol et de ses superstructures, c'est-à-dire les objets qui occupent le sol, du fait de l'homme ou non (végétation, bâtiments...). Pour produire ces modèles, il faut une donnée source. Plusieurs données et types d'acquisitions peuvent être utilisés pour la produire. Suivant les méthodes et les capteurs, on obtient une précision altimétrique différente. Parmi celles les plus utilisées jusqu'à présent par l'IGN il y a :

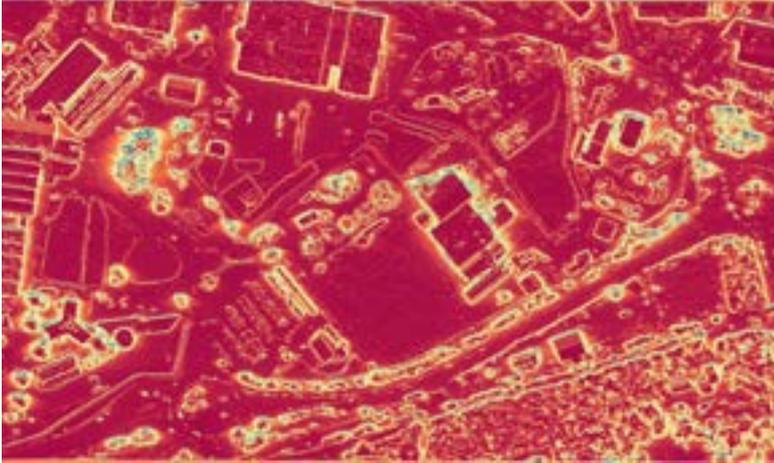
- l'acquisition avec un capteur RADAR aéroporté (interférométrie)
- la corrélation d'images aériennes (stéréoscopie)
- l'acquisition avec un capteur laser (LIDAR) aéroporté

Le MNS, diffusé par l'IGN, est calculé à partir de la corrélation des prises de vues aériennes réalisées à l'IGN et permet d'obtenir l'altitude des points du sursol.

Pour faire la carte d'ensoleillement, nous avons utilisé un MNS corrélé à 1 mètre. Nous avons ensuite utilisé le logiciel ArcGis et le traitement Rayonnement solaire zonal qui calcule l'insolation dans la totalité d'une zone. Cet outil déduit le rayonnement solaire entrant à partir d'une surface raster. Nous avons fait le traitement sur une journée d'été le 4 juillet 2023 avec une amplitude horaire de 5 à 22 heures. Nous



Figure 15: image de la carte d'ensoleillement du centre-ville d'Apt avec un MNS corrélé. Plus c'est rouge plus il y a de l'ensoleillement



obtenons ainsi une carte d'ensoleillement avec comme unité des watts/m².

On obtient une précision relativement réduite. Cela n'est pas suffisant pour distinguer toutes les ruelles du centre-ville mais sur une zone moins dense (voir en annexe la comparaison entre MNS corrélé et Lidar IV-D), cette précision suffit amplement.

Figure16 : Photo de la carte d'ensoleillement de la zone industrielle d'Apt avec un MNS corrélé. Plus c'est rouge, plus il y a d'ensoleillement

II-C-2 Lidar HD

Nous avons utilisé un MNS calculé à partir du Lidar HD pour voir si la précision est meilleure et plus adaptée au besoin pour le centre-ville des communes. En effet avec le Lidar HD, nous arrivons à avoir une résolution proche de 20 cm. Nous avons extrait le MNS du Lidar HD avec le logiciel OCAD. Puis nous avons fait le même traitement qu'avec le MNS corrélé, avec l'outil Rayonnement solaire zonal. Nous obtenons une précision beaucoup plus forte. On arrive bien à détecter toutes les ruelles. Cependant devant la lourdeur des données, cette précision ne semble pas nécessaire pour des zones avec un bâti moins dense.

Nous en avons conclu que pour des zones de centre-ville avec un bâti dense, il était nécessaire d'avoir recours à la résolution du MNS calculé à partir du Lidar HD pour pouvoir analyser les données. Tandis que pour les zones urbaines moins denses ou rurales, la résolution du MNS corrélé.

Avec cette précision nous avons essayé de corrélérer l'ensoleillement avec la hauteur des bâtiments pour pouvoir identifier les zones d'ombres sans résultat concret. Nous voyons le résultat sur la carte ci-dessous avec le Lidar HD avec un MNS à 50cm.

Carte d'ensoleillement du centre-ville d'Apt avec le MNS d'un Lidar

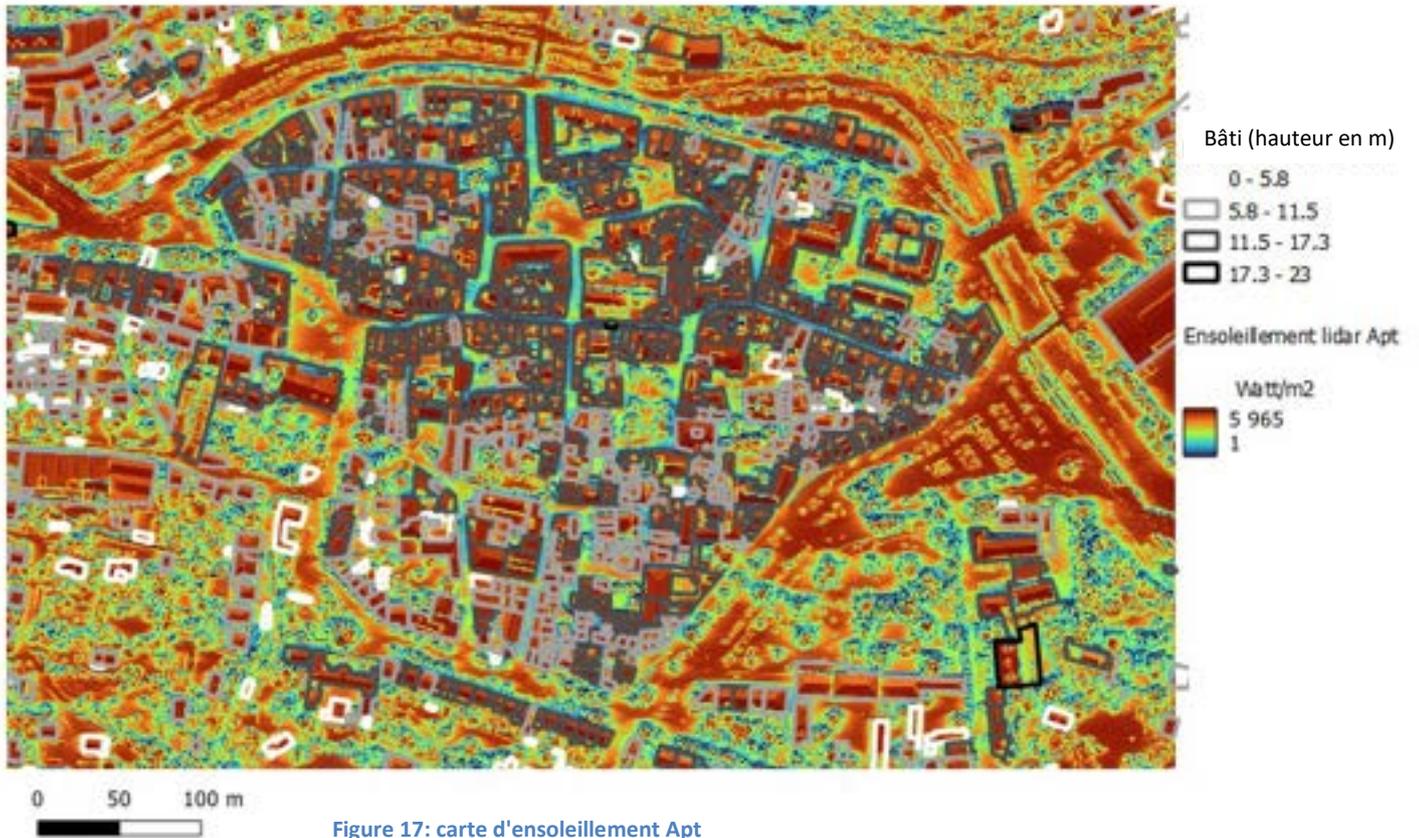


Figure 17: carte d'ensoleillement Apt

Cartographie du centre-ville d'Apt

Pour réaliser cette carte, nous avons superposé la carte d'ensoleillement obtenue à partir d'un MNS calculé à partir LIDAR HD 50cm avec la zone imperméable du centre-ville d'Apt obtenu grâce aux données CoSDA et à la BD TOPO.

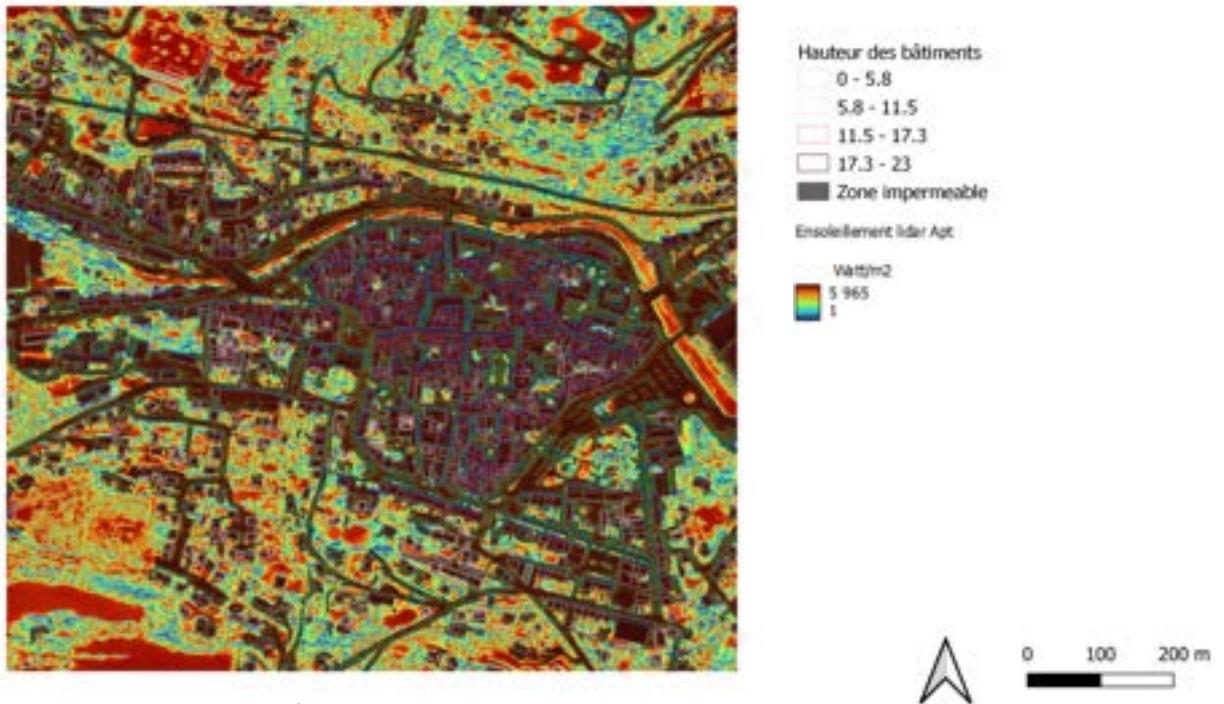


Figure 18: Carte de la zone imperméable, enssoleillement Apt

Sur cette carte nous pouvons voir la superposition des zones imperméables avec l'ensoleillement et la hauteur des bâtiments, pour avoir un produit final assez complet. Nous pouvons voir que les zones imperméables (composées des bâtiments, des routes imperméables) sont les zones où il y a le plus d'ensoleillement. Il faudrait rajouter la couleur du sol et de la zone imperméable pour montrer à quel point les zones ensoleillées présente sur les zones imperméables sont des zones de concentrations de chaleurs.

III Conclusion

Pour conclure, nous avons pu comparer les différentes bases de données entre l'OCSge GE, CoSIA et la BD TOPO sur leurs adaptations ou non aux différents besoins sur les thèmes évoqués précédemment à savoir : l'ensoleillement, l'imperméabilisation et l'artificialisation des sols. Nous avons pu constater que la BD CoSIA était beaucoup plus fine et précise que l'OCSge sur la végétation notamment en ville où les enjeux sont particuliers. Elle est selon nous la BD de référence concernant ce thème. Cependant concernant le Bâti, nous pensons que la BD de référence est la BD TOPO qui a une géométrie plus réaliste que CoSIA. L'OCSge n'est pas assez performante à grande échelle, les utilisateurs lui préfèrent le MOS, qui est plus précis à grande échelle en termes de sémantique. Concernant l'aspect diachronique de l'étude, nous n'avons pu évaluer des évolutions sur le temps de ces bases de données. En effet l'OCSge n'a eu qu'une seule version pour l'instant, ce qui ne permet pas à échelle nationale d'évaluer des évolutions de la couverture du sol. Quant à Cosia c'est une donnée toute récente (moins d'un an) qui est encore en cours d'acquisition, de traitement et de réglage.

Nous avons vu que chaque Base de Données avait des faiblesses et des forces, il faut donc mélanger les forces de chaque Base de Données afin de se servir de plusieurs Base de Données pour avoir un produit amélioré qui permet une compréhension de l'occupation du sol plus claire et plus proche de la réalité du terrain, de son artificialisation, comme ce que nous avons pu faire a pu faire en mixant le Lidar avec CoSIA et la BD TOPO. D'autant plus qu'il faut pouvoir communiquer avec clarté sur l'utilisation de la donnée avec l'utilisateur pour qu'il puisse les utiliser correctement en ayant toutes les connaissances pour!

Nous avons pu ou essayé d'améliorer la pertinence des données en les vérifiant sur le terrain. Nous avons pu apporter un croisement de données pertinent pour aider à la localisation des îlots de chaleur urbain pour les utilisateurs finaux (communauté de communes ou mairie) ou sur les experts climatiques. Notre résultat peut être mis en perspective avec le travail de la start-up Kemap et son travail sur la végétation en ville ou sur les îlots de chaleur urbain.

En perspective, nous aurions aimé travailler sur la Base de Données Ortho pour pouvoir analyser les couleurs des revêtements et mettre en évidence ou identifier les couleurs claires et les couleurs foncées du sol car l'albédo joue un rôle important sur la restitution de chaleur et l'emmagasinement de chaleur

III-B Synthèse des bases de donnée

	BD Topo	CoSIA	OCSGE	MOS
Leurs caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> -Bonne visualisation du territoire -le positionnement du territoire -la simulation au service du territoire -gestion opérationnelle du territoire 	<ul style="list-style-type: none"> -permet de décrire le territoire et les indicateurs liés à la couverture du sol comme la végétation en ville, l'expansion urbaine, ect à des niveaux plus fin que l'OCSGE 	<ul style="list-style-type: none"> -Description de l'occupation du sol de l'ensemble du territoire français -permet de distinguer les zones perméables des zones imperméables -permet de distinguer les espaces naturels, agricoles et artificialisés 	<ul style="list-style-type: none"> -Permet de visualiser et d'analyser en détail les évolutions de l'occupation du sol régional tel que l'extension de l'urbanisation, mutation des tissus urbains, transformation des espaces ruraux...
Potentiels utilisateurs	<ul style="list-style-type: none"> -Acteurs de la gestion du territoire -Acteurs de l'aménagement du territoire -Acteurs de l'observation du territoire -Communauté de commune -Département 	<ul style="list-style-type: none"> -Acteurs de la gestion du territoire -Acteurs de l'aménagement du territoire -Acteurs de l'observation du territoire - des organismes comme le DREAL ARA -Communauté de commune -Département 	<ul style="list-style-type: none"> -L'état -Acteurs de la gestion du territoire -Acteurs de l'aménagement du territoire -Acteurs de l'observation du territoire 	<ul style="list-style-type: none"> -Acteurs de la gestion du territoire -Acteurs de l'aménagement du territoire -Acteurs de l'observation du territoire - des organismes comme le DREAL ARA -Communauté de commune -Département
Usages associés	<ul style="list-style-type: none"> -Aménagement du territoire -Biodiversité -Chasse -Climat -Culture -Eau -Education -Energie -Forêt ,Mer et littoral -Prévention des risques -Santé, sécurité social -Tourisme -Transports et mobilité 	<ul style="list-style-type: none"> -Agriculture -Aménagement du territoire -Biodiversité 	<ul style="list-style-type: none"> -Agriculture -Aménagement du territoire -Biodiversité 	<ul style="list-style-type: none"> -Aménagement du territoire -Biodiversité -Chasse -Climat -Culture -Eau -Education -Energie -Forêt ,Mer et littoral -Prévention des risques -Santé, sécurité social -Tourisme -Transports et mobilité
Nombre de classes	Les objets topo sont regroupés en 8 groupes	16 classes de couverture de sol	Une catégorie usage du sol (17 postes) et une catégorie couverture du sol (14 postes)	81 postes de légendes

III-C Remerciement

Nous tenons à remercier particulièrement Hervé Quinquenel notre professeur encadrant qui nous a accompagné tout au long de ce projet et qui nous a apporté une aide précieuse par ses conseils. Nous remercions aussi tous les différents intervenants, interlocuteurs avec qui nous avons pu dialoguer sur ce projet, à savoir la Mairie d'Apt, Philippe Rossello l'expert climatique et géomatique du GREC-Sud, le parc naturel du Luberon et l'équipe de production de la donnée CoSIA.

IV Annexe

IV-A Carte Mentale des Bases de donnée et leur nomenclature

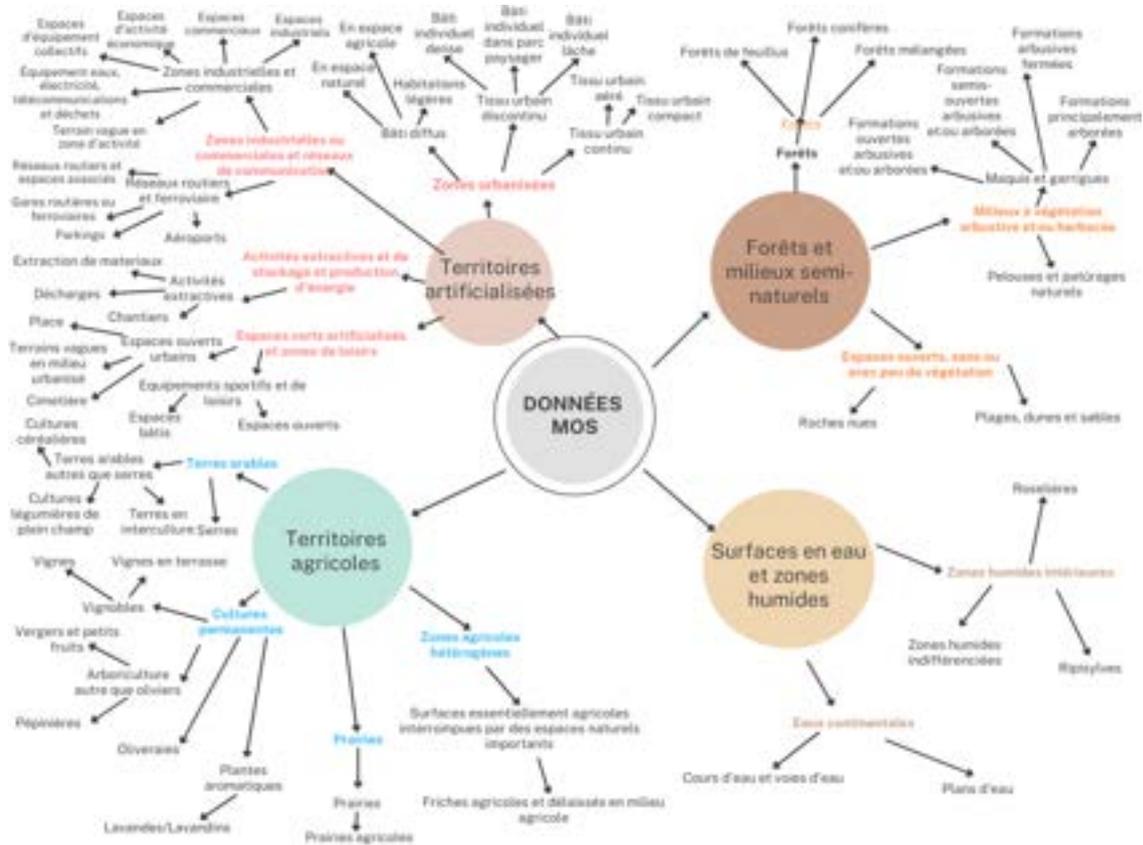


Figure 13: Carte mentale des classes et du niveau de détail du MOS (data.gouv.fr)

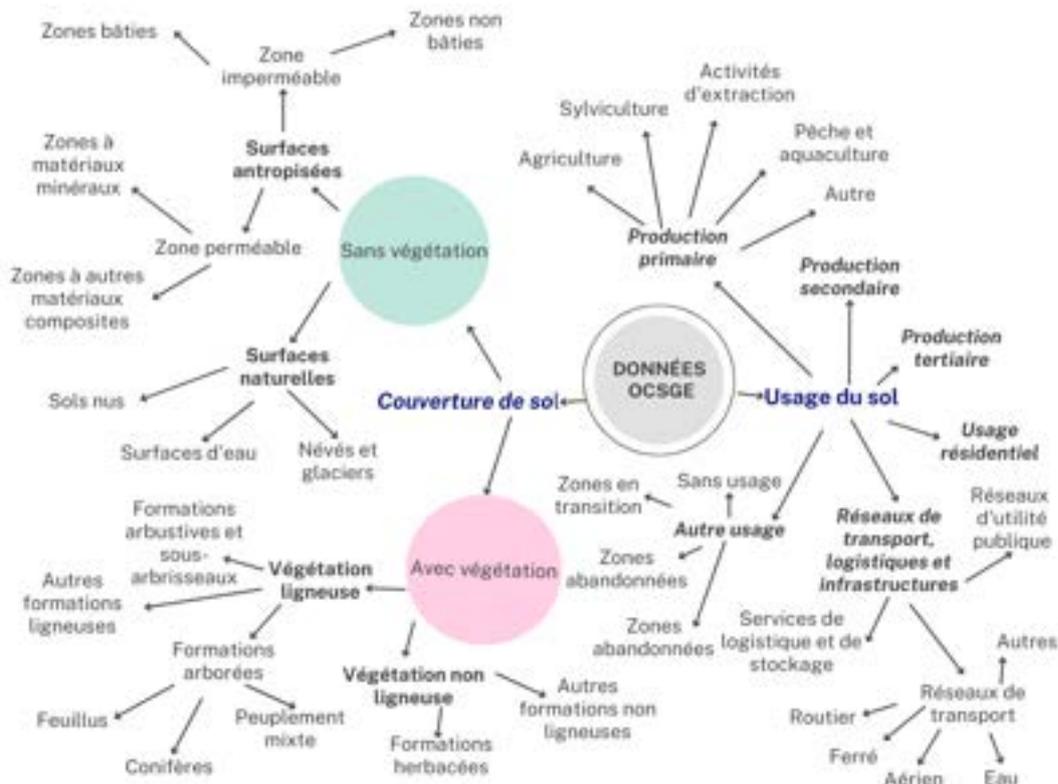


Figure 20 : Carte mentale des classes de l'OCSGE



Figure 21: Carte mentale des classes des données Cosia

IV-B Légende et précision des Bases de données

IV-B-1-OCSGE



Figure 22: légende de l'OCSGE

IV-B-2-Cosia

La précision des données Cosia est mesurée par la performance du modèle sur chaque classe, c'est-à-dire par les métriques. Il y a 3 métriques importantes ici :

La métrique Rappel : Elle indique le nombre de pixel bien classés sur l'ensemble des pixels qui ont été annotés.

$$\frac{\text{Vrai positif}}{\text{Vrai positif} + \text{Faux négatif}}$$

Figure : Formule pour calculer le rappel



Figure 23 : Formule pour calculer le rappel

Données en (%) - France entière - Millésimes: 2018, 2020, 2021

Données de référence	Bâti	Zone imperméable	Zone perméable	Forêt	Terre	Sol nu	Surface eau	Neige	Conifères	Feuillus	Croûte	Broussaille	Pâturage	Culture	Terre labourée	Vigne	Total
Bâti	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Zone imperméable	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Zone perméable	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Forêt	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Terre	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Sol nu	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Surface eau	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Neige	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Conifères	0	0	0	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100
Feuillus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	100
Croûte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	100
Broussaille	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
Pâturage	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100
Culture	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	100
Terre labourée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	100
Vigne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Données prédites par le modèle

Figure 24: Tableau représentant la valeur du rappel

Le tableau se lit en ligne selon l'énoncé suivant : "Parmi tous les pixels annotés comme [classe] dans les annotations de référence, XX % ont été prédits par le modèle comme [classe]."

La métrique précision : Elle indique le nombre de pixel bien classés sur l'ensemble des pixels prédits par le modèle

$$\frac{\text{Vrai positif}}{\text{Vrai positif} + \text{Faux positif}}$$

Figure 25 : Formule pour calculer la précision



Figure 26 : Formule pour calculer le rappel

Données du modèle (%) • France entière • Millésimes: 2019, 2020, 2021

Données prédites par le modèle

Données de référence	Bâtiment	Zone imperméable	Zone perméable	Pelouse	Serre	Sol nu	Surface eau	Neige	Conifère	Feuille	Coupe	Broussaille	Pelouse	Culture	Terre labourée	Vigne
Bâtiment	92,0	0,2	0,3	1,9	0,8	0,3	0,3	0,4	0,2	0,8	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2
Zone imperméable	5,7	91,9	9,3	0,9	0,4	0,1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9
Zone perméable	1,8	4,8	91,5	0,2	1,4	91,9	0,2	0,4	0,2	0,2	1,1	0,8	1,7	0,8	1,4	0,4
Pelouse	0,2	0,2	0,2	77,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Serre	0,0	0,0	0,1	0,1	91,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Sol nu	0,2	0,8	91,8	0,2	0,1	91,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Surface eau	0,2	0,4	1,1	91,9	1,1	0,4	91,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Neige	0,4	0,1	1,9	0,9	0,2	0,2	0,2	91,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Conifère	0,2	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	91,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Feuille	0,1	0,9	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	91,0	91,0	91,0	91,0	0,9	0,4	0,2	0,4
Coupe	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	29,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Broussaille	0,1	0,9	0,4	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	91,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Pelouse	0,2	0,2	0,2	3,4	1,8	0,2	0,2	0,2	0,2	20,4	91,3	91,3	91,3	1,8	1,8	1,8
Culture	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	91,0	91,0	91,0	0,2
Terre labourée	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	91,0	0,2
Vigne	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	91,0
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Figure 27: Tableau représentant la valeur de précision

Ce tableau se lit en colonne selon l'énoncé suivant : "Parmi tous les pixels prédits comme [classe] par le modèle, XX % sont annotés comme [classe] dans les annotations de référence."

IV-D-Mode d'acquisition des données CoSIA

1-Prises de vues aérienne

La production de CoSIA se fait par département et à partir des données ortho issues des prises de vues aériennes (un tiers des départements sont couverts chaque année).

2- Annotation du territoire

À partir des données ortho, on crée des groupes de pixels dont les couleurs

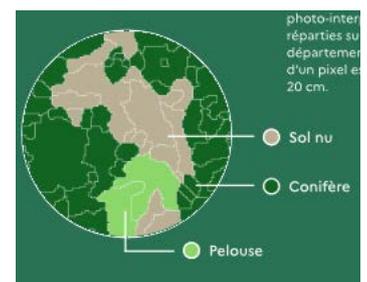


Figure 284: explication de l'annotation du territoire

sont proches (on parle de segmentation d'images) et l'on assigne à chaque groupe de pixel l'une des 16 classes de couverture du sol.

3- Génération d'un jeu de données

Les annotations au format raster sont regroupées avec la BD Ortho RVB IR, le MNT et le MNS pour obtenir un jeu de données. On a alors pour chaque pixel un certain nombre d'informations.



Figure 29: génération d'un jeu de données

4-Conception d'un modèle d'intelligence artificielle

On crée un modèle numérique (un ensemble de règles) et on utilise pour cela l'intelligence artificielle et des méthodes d'apprentissage profond (deep learning). Ces technologies servent à détecter des objets sur un jeu de données (ici bâtiment, arbre, plan d'eau...).

5-Entraînement du modèle

Le modèle d'intelligence artificielle prédit pour chaque pixel du jeu de données la probabilité qu'il appartienne à chacune des classes. Le modèle s'entraîne : il teste et affine un très grand nombre de paramètres jusqu'à ce qu'il produise un résultat le plus proche des annotations. Pour l'entraînement du modèle, le jeu de données est divisé en trois parties. Le modèle s'entraîne sur la partie 1. Il est ensuite appliqué sur la partie 2 pour évaluer les paramètres choisis et est enfin testé sur la partie 3 pour s'assurer de sa performance.

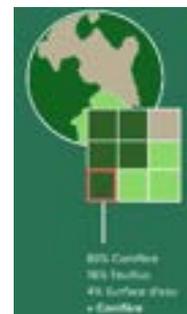


Figure 30: entraînement du modèle

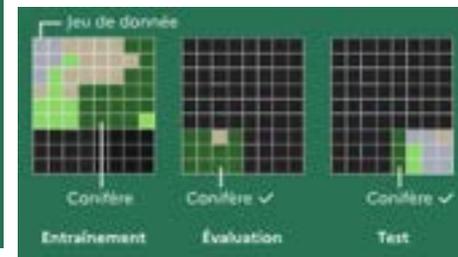


Figure 315: entraînement du modèle 2

6-Inférence France entière

Le modèle, correctement paramétré, est appliqué (ou inféré) sur l'ensemble de la France par département. La probabilité la plus élevée détermine dans chaque cas la classe du pixel.

7- vectorisation

En data-science, les données obtenues grâce au modèle sont appelées cartes de de prédiction (car le modèle produit une estimation). Ces données, au format raster, sont ensuite simplifiées et vectorisées (suppression des pixels isolés et lissage des contours des polygones). Cette simplification réduit fortement le poids de la donnée et offre un meilleur usage.

IV-C- Manière de cartographier les îlots de chaleurs urbains

Pour repérer un îlot de chaleur, une méthode d'utilisation non traité dans le projet est la thermographie aérienne (des images infrarouges de la zone ciblée, enregistrée à une précision spatiale de 2 à 3 mètres). A l'aide d'un traitement de données utilisant des capteurs de référence au sol (*température, humidité, température radiative*), les pixels des images aériennes représentent une

température proche de celle ressentie par les individus. Une alternative explorée dans le projet est d'essayer d'aider à localiser les ICU en utilisant les facteurs/phénomènes cités précédemment (ensoleillement, végétation, artificialisation, perméabilité du sol...).

IV-E- Cartographie et Statistiques sur le sol sous les arbres pour Cosia

Cartographie de comparaison entre nos calculs QGIS et la vérification terrain, dans le centre-ville de Pertuis.

Une entité est considérée comme correcte si la vérité terrain confirme nos traitements QGIS. Il s'agit ici de notre premier calcul QGIS.

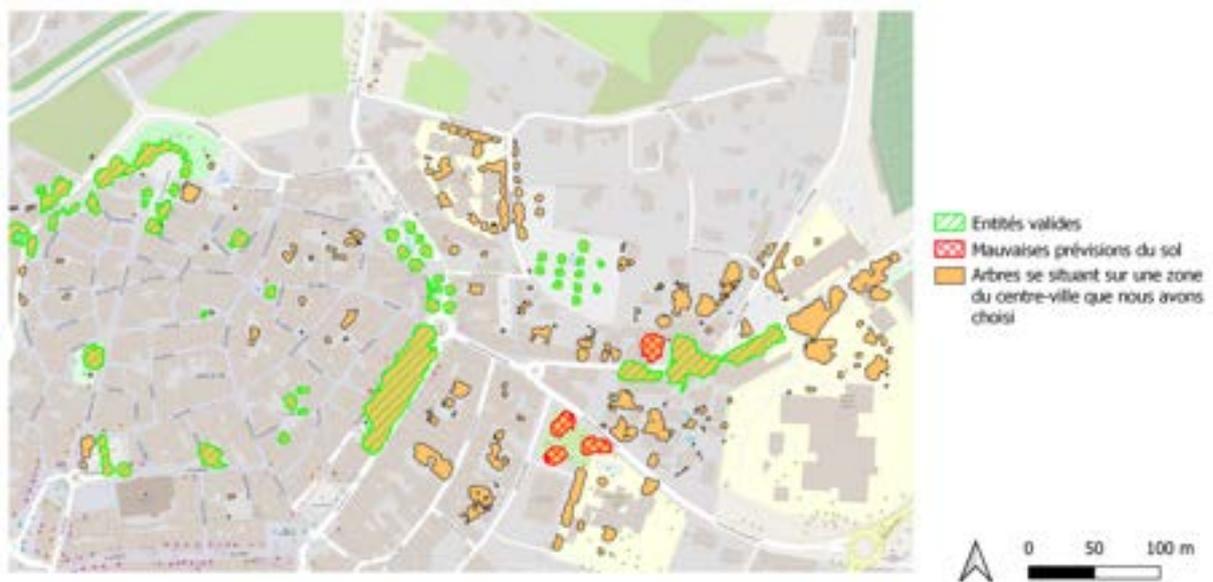


Figure 32 Carte statistique sous arbre CoSIA

Cartographie de comparaison entre nos calculs QGIS et la vérification terrain, dans une zone industrielle de Pertuis.

Une entité est considérée comme correcte lorsque le sol situé au-dessous de l'arbre est bien le même que celui donné par CoSIA suite à nos traitements



	Nombre d'entités correctes	Mauvaises prévisions du sol	Entités non vérifiées	Nombre d'arbres sur la zone
Terrain 1 Centre-Ville Pertuis	50 soit 21.55 %	6 soit 2.59 %	176 soit 75.86 %	232
Terrain 2 Centre-Ville Pertuis	5 soit 7.04 %	5 soit 7.04 %	61 soit 85.91%	71
Zone Industrielle Pertuis	34 soit 50%	0 soit 0%	34 soit 50%	68
Zone rurale	72 soit 84.70 %	0 soit 0 %	13 soit 15.29%	85

Cartographie de comparaison entre nos calculs QGIS et la vérification terrain, dans une zone résidentielle de Pertuis.

Une entité est considérée comme correcte lorsque le sol situé au-dessous de l'arbre est bien le même que celui donné par CoSIA suite à nos traitements



Figure 34: Carte de contrôle des déductions faites après nos traitements QGIS.

Comparaison des valeurs obtenues entre un tampon de 1 m et de 5 cm



Figure 35: Carte du centre-ville de Pertuis avec la première méthode, et analyse statistique de comparaison avec la deuxième ci-dessous.

		Tampon de 1 m	Tampon de 5 cm
Zone rond violet	Bâtiment	54%	46%
	Zone imperméable	30%	41%

		Tampon de 1 m	Tampon de 5 cm
Zone rond vert	Zone imperméable	59%	71%
	Pelouse/broussaille	11%	18.50%



Figure 36: Carte d'une zone résidentielle de Pertuis avec la première méthode, et analyse statistique de comparaison avec la deuxième ci-dessous.

		Tampon de 1 m	Tampon de 5 cm
Zone rond bleu 	Route imperméable	47%	34%
	Pelouse	31%	51%

		Tampon de 1 m	Tampon de 5 cm
Zone rond vert 	Route imperméable	52%	0%
	Pelouse	5%	9%
	Bâtiments	37%	14%
	Zone imperméable	0%	33%

		Tampon de 1 m	Tampon de 5 cm
Zone rond jaune 	Route imperméable	33%	0%
	Pelouse	32%	46%
	Zone imperméable	0%	24%

Lorsque les chiffres sont surlignés en jaune, cela signifie que la valeur n'est plus une mauvaise prévision du sol mais bien une entité valide. Ainsi on peut remarquer que créer un tampon plus faible peut améliorer les données. Cela est bien visible dans les quartiers résidentiels.

Bibliographie

« Définition Anthropocène ».Larousse.com.

<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/anthropoc%C3%A8ne/10911042>

Géoconfluence « Îlot de chaleur urbain ». geoconfluences.ens-lyon.fr

<https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/ilot-de-chaleur-urbain>

Ministère de la transition écologique « Artificialisation des sols ». ecologie.gouv.fr

<https://www.ecologie.gouv.fr/artificialisation-des-sols>

IGN France « Documentation technique CoSIA » ign.fr

<https://preprod-cosia.ign.fr>

data.gouv « Mode d'occupation du sol (MOS) en 11 postes en 2017 » date.gouv.fr

<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/mode-doccupation-du-sol-mos-en-11-postes-en-2017/>

GREC SUD

<http://www.grec-sud.fr/>

Contact

Philippe Rossello Expert climatique et géomaticien du GREC

philippe.rossello@geographr.fr

Fabrice Augier Directeur des services techniques de la Commune d'Apt

Fabrice.augier@apt.fr

Françoise Delville Contact au PNR du Luberon et chargé du paysage du Parc

francoise.delville@parcduluberon.fr

Eva Bookjans Data Scientist service Valorisation, Maturation e innovation IGN

