HAL
open science

Vers la "ville neuro-prothétique" du futur : une maquette numérique de ville renseignée comme plateforme d'échange et de croisement d'applications intégrant des données en temps réel et sur un support topographique de référence permettant une approche urbaine holistique qui intègre pleinement les questions socio- culturelles, économiques, politiques et environnementales nécessaires dans une conception urbaine de ville intelligente : l'approche Géo Spatiale appliquée à l'urbain

Christine Wacta

HAL Id: tel-03183575

https://theses.hal.science/tel-03183575v1

Submitted on 28 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

To cite this version:

Christine Wacta. Vers la "ville neuro-prothétique" du futur : une maquette numérique de ville renseignée comme plateforme d'échange et de croisement d'applications intégrant des données en temps réel et sur un support topographique de référence permettant une approche urbaine holistique qui intègre pleinement les questions socio- culturelles, économiques, politiques et environnementales nécessaires dans une conception urbaine de ville intelligente : l'approche Géo Spatiale appliquée à l'urbain. Géographie. Université Paris Cité, 2019. Français. NNT : 2019UNIP7001 . tel-03183575

Université de Paris

Ecole doctorale [ED 624]

Laboratoire EVCAU

VERS LA « VILLE NEURO-PROTHÉTIQUE » DU FUTUR ; une maquette numérique de ville renseignée comme plateforme d'échange et de croisement d'applications intégrant des données en temps réel et sur un support topographique de référence permettant une approche urbaine holistique qui intègre pleinement les questions socio- culturelles, économiques, politiques et environnementales nécessaires dans une conception urbaine de ville intelligente :

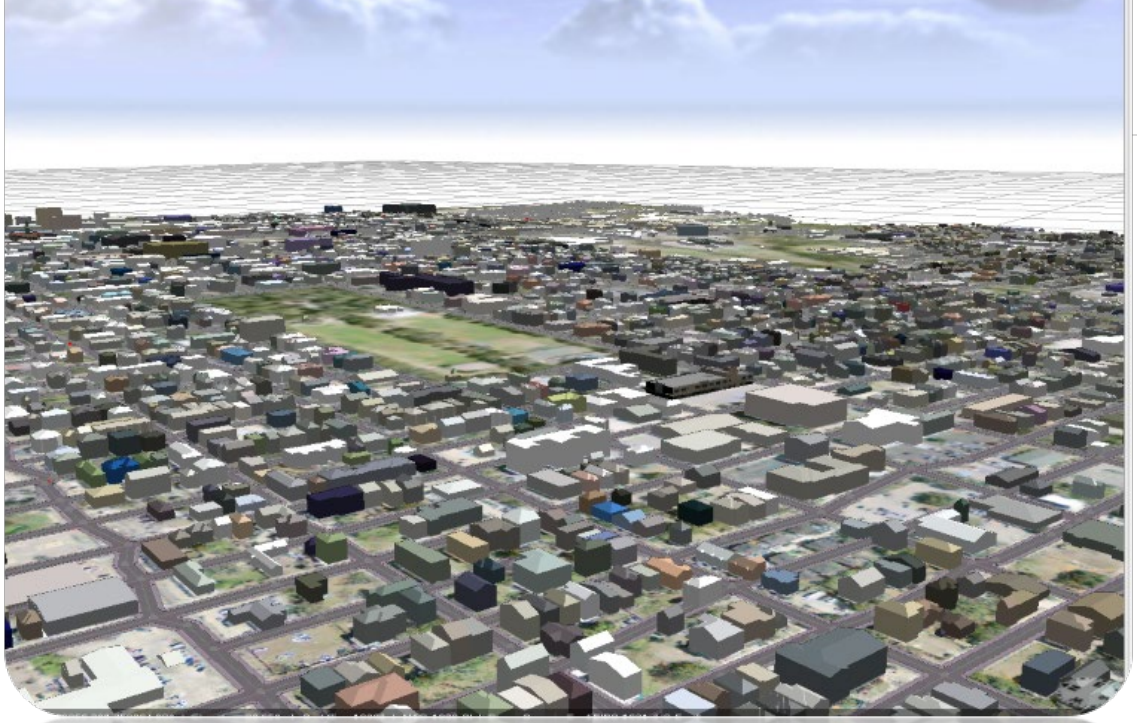
L'approche Géo Spatiale appliquée à l'urbain

Par [CHRISTINE CAROLE WACTA]

[405W. 37th STR. Savannah GA, 31401 U.S.A]

Thèse de doctorat d'Architecture, urbanisme, paysage et Patrimoine.

Dirigée par Mme Elizabeth MORTAMAIS
Présentée et soutenue publiquement le 27 novembre 2019 devant un jury composé de :
Mme. Patrizia LAUDATI, Dr. Professeure, Université Polytechnique Hauts de France, en qualité de Présidente,
Mme. Anne RUAS, Dr. HDR, ICPEF, EPST à IFSTTAR, en qualité de Rapporteur,
M. Gengen HE, Professeur à l'Université de Nottingham Ningbo, Chine. En qualité de Rapporteur,
Mme. Claudine BATAZZI, Dr. Professeure des Universités, UIT, Nice Cote D'Azur,
Mme. Françoise ALBERTINI, Dr, Professeure en Information et Communication, Université de Corse Pascal Paoli,
M. Olivier BOUET, Dr. Maître Assistant de conférence, Paris Val De Seine. En qualité de Comité de suivi ,
M. Alain L'HOSTIS, Dr, HDR, IFSTTAR, André DEL, Chercheur émérite, ancien Directeur EVCAU,
Mme. Elizabeth MORTAMAIS, Dr en Science de l'information, émérite, membre associé Directrice.



3D massing of Savannah with the trees.

VERS LA «VILLE NEURO-PROTHÉTIQUE» DU FUTUR; *une maquette numérique de ville renseignée comme plateforme d'échange et de croisement d'applications intégrant des données en temps réel et sur un support topographique de référence permettant une approche urbaine holistique qui intègre pleinement les questions socio- culturelles, économiques, politiques et environnementales*

Flood simulation by Savannah river

DÉDICACE

Ce travail est dédicace À mon feu père Souopgoui Gaston rappelé trop tôt dans les cieux [1936-2018].

- Pour son travail acharné
  - Sa générosité
  - Son service
  - Son travail exemplaire
  - Et plus encore……

This work is dedicated to my late father Souopgoui Gaston recalled too early in heaven [1936-2018].

- For his hard work
  - His generosity
  - His service
  - His exemplary work
  - And more ……

REMERCIEMENTS :

Je veux ici exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué de manière directe, ou indirecte à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail de recherche pendant quatre ans. J'aimerais commencer par remercier ma directrice de thèse Elizabeth Mortamais sans qui ce travail n'aurait pas abouti. Elizabeth a su m'apporter un soutien irréprochable, elle a été une constante source d'inspirations et m'a encouragée à grimper dans une complexité de connaissances ainsi qu'un niveau réflexion et d'approfondissement de pensées que je n'imaginais pas possible. Sa disponibilité, son écoute, sa confiance en moi, ses suggestions et conseils avisés et précieux ont fait de ce travail un succès et de moi une doctorante avisée et réservée dans mes jugements. Pour tout cela Je suis très reconnaissante. Mes remerciements s'adressent aussi à Gary Rawlinson pour son support moral, ses encouragements en début et pendant la thèse et son dévouement dans la garde et supervision de nos enfants. Pour m'avoir permis de passer des longues nuits de travail sans avoir à me soucier de nos enfants, Sans ce support solide, ce travail n'aurait pas vu le jour. Au Pr. Patrizia Laudati, Directeur Adjoint du Laboratoire DeVisu Université Polytechnique Hauts de France et Olivier Bouet, Directeur de EVCAU, *(tous les deux membres du comité de suivi de thèse),* pour leur écoute, leur critiques et conseils constructifs qui m'ont guidé tout au long de cette thèse. À André Del, pour m'avoir dès le début de ce travail aidé à éclairer mes idées et participé activement au développement du titre, sa détermination, sa confiance, ses conseils pertinents, son regard opérationnel critique ont guidé ce travail jusqu'au bout. Christian Sottile, Architect et Urbaniste, principal de Sottile & Sottile et ancien doyen du département d'architecture à SCAD qui dès le début m'a accordé un soutien total, un encouragement et une confiance en moi que je n'avais pas ; c'est cette confiance et dévouement ainsi que cet encouragement de Christian Sottile qui m'ont donné le courage de me lancer dans ce travail. À Carole Pacheco, AIA, NCARB, LEED AP et *[integrated Design orchestrator]*, pour son amitié sans faille, sa confiance en moi, son soutien moral, émotionnel et intellectuel pendant les moments les plus bas, son amitié et ses conseils constructifs et inspirants. Lemuel Patterson, Matthew R. Dudzik, AIA, NCARB, LEED AP, pour m'avoir secouru à la fin pour permettre un rendu à temps. Manuela Yao pour ses encouragements, ses aides qui m'ont permis de fonctionner et gérer une vie très chargée et parfois chaotique. Munah Bowier pour sa patience son amour, ses conseils et le temps accordé à ma famille pour me permettre de souffler afin de mieux fonctionner. Il ne faut surtout pas omettre mon très Grant ami et confident, mon initiateur en géospatiale Geoff Taylor, *(Ingénieur de solution 3D chez ESRI[1])* pour ses critiques parfois sèches, très directes, franches mais bien nécessaires et méritées, son parcours inspirant. Geoff Taylor est l'une des personnes de mon cercle considérées comme les plus efficaces et intellectuellement calées dans l'intelligence des données et leurs applications variées dans différents secteurs, pour les conseils judicieux qu'il a su me donner tout au long de ce travail doctoral et pour l'honneur qu'il me fait d'être un ami cher, sa volonté d'aider sans laquelle ce travail n'aurait pas abouti. Aussi merci à Gengen He, professeur de géo spatialité, chef d'entreprise, ami et partenaire dans mon séjour dans ce domaine géospatial. Surtout Merci à Anne Ruas, à Françoise Abertini à Claudine Batazzi et Alain L'Hostis pour avoir sans hésiter, accepté de

[1] Environmental Systems Research Institute

faire partie du jury. Sans vos accords de dernière minute, ce travail n'aurait pas abouti. Mes remerciements s'adressent également à ma sœur Jeanne Nissen pour son soutien moral, les appels nocturnes, pour sa confiance en moi durant cette période. Je voudrais aussi remercier ma mère Joséphine Soupgoui pour ses appels constants me rappelant qu'elle ne m'avait pas entendu et voulu juste se rassurer, bien sûre ceci s'étend à tous mes autres frères et sœurs Souopgoui ; Florence Tuete, Zenon Sop, Georges Soupgoui, Chatué Soupgoui Victor (Joe), Charles Souopgoui, Albertine Soupgui et bien évidemment mon Feu père Soupgoui Gaston. Je ne saurai oublier d'inclure les deux êtres qui me sont très chers ; mes enfants Chloé Joan-Ange Rawlinson et Matthys Luke-Gaston Rawlinson qui tous les jours ont été très compréhensifs et m'ont permis de mettre plus de temps dans mon travail qu'en famille. Merci mes héros. Ma cousine Marielle Blanche Kwishwe, merci pour les coups de fils du samedi matin, les encouragements ta patience et conseils. J'aimerai finir en remerciant tous ceux qui ont de près ou de loin eu une pensée pour moi pendant ces quatre années.

Merci

Christine.

THANKS:

I would like to express my deep gratitude to all those who have contributed directly or indirectly to the accomplishment and completion of this research work the last four years. I would like to begin by thanking my thesis supervisor Elizabeth Mortamais, without whom this work wouldn't have succeeded. Elizabeth was able to provide me with irreproachable support, and she was a constant source of inspiration. Her encouragement me to advance through a complex maze of knowledge and offered me a space of reflection and deepening of thought processes that I did not imagine possible. Her availability, her listening, her trust in me, her suggestions and well-informed valuable advice have made this work a success, (and I, researcher who is now more reserved in my judgments and approach.) For all this I am very grateful. My thanks also go to Gary Rawlinson for his moral support, his encouragement at the beginning and during the thesis, and his dedication to the care and supervision of our children. For having allowed me to spend long nights of work without having to worry about our children, without this solid support, this work would not have seen the light of day. To Pr. Patrizia Laudati, Deputy Director of the DeVisu University Polytechnic Hauts de France Laboratory and Olivier Bouet, Director of EVCAU, *(both my thesis advisors)*, for their listening, criticism, and constructive advice that guided me throughout this thesis.
I would especially like to thank four well-known characters who have contributed significantly to the urban field as well as the GeoDesign concept : Bill Miller, Architect, Engineer, Educator, Maverick and Advocate – GeoDesign. (ESRI [2]) (at the origin of the

[2] Environmental Systems Research Institute

Geodesign concept), for having received me in California and guided me through his brilliant's ideas and approaches, his experience and success, for his encouragement, his advices and his support during this thesis. Carl Steinitz, (Alexander and Victoria Wiley Professor of Landscape Architecture and Planning, Emeritus, at the Graduate School of Design, Harvard University), also at the origin of the GeoDesign concept ; for his guidance, his advice and encouragement,
his boldness in pushing me to reinvent my role in the design sector as an innovator able to contribute to the profession and to a larger world in need. My gratitude also goes to urban designer, Jan Gehl, FAIA, whom I had the honor to meet in his Copenhagen office, for convincing me to take a step back in a thesis with an already well-traced trajectory. The meeting with the honorable Mr. Gehl challenged the original hypothesis, allowing me to rethink and restructure this work for a stronger and richer outcome. Brian Orland, for his willingness to give me a last-minute interview that has clarified and helped develop the final chapter of this work. To André Del, for having from the beginning of this work helped to enlighten my ideas and actively participated in the development of the title, his determination, confidence, relevant advice, and his critical operational perspective guided this work to the end. Christian Sottile, Architect and Urban Planner, principal of Sottile & Sottile and former Dean of the Department of Architecture at SCAD, who from the beginning gave me his total support, encouragement, and confidence. It is this trust and dedication, as well as the encouragement from Christian Sottile, that gave me the courage to embark on this work. To Integrated Design Orchestrator, Carole Pacheco, AIA, NCARB for her unfailing friendship, her trust in me, her moral, emotional, and professional support during the lowest moments, her friendship, and her constructive and inspiring advice. Above all, my very good friend and confident, my geospatial initiator, Geoff Taylor, (ESRI 3D Solution Engineer) for his sometimes dry, very direct, honest but well-deserved criticism, and his own inspirational journey. Geoff Taylor is one of the people in my circle considered to be the most effective and intellectually rigged in data intelligence and their varied applications in different sectors, for the wise advice he has given me throughout this doctoral work, and for the honor he makes me to be a dear friend, and his willingness to help, without which this work would not have succeeded. Lemuel Patterson, Matthew R. Dudzik, AIA, NCARB, LEED AP, for rescuing me at the end and allowing me to finish in time. Manuela Yao for her encouragement, her help that allowed me to function and manage a busy and sometimes chaotic life. Munah Bowier for her patience and love, her advice and the time given to my family to allow me to breathe in order to function better. Also, thanks to Gengen He, professor of geo spatiality, business leader, friend and partner in this geospatial journey. Especially thanks to Anne Ruas, Françoise Albertini, Claudine Batazzi and Alain L'Hostis for having without hesitation, accepted to be part of the jury. Without your last-minute agreements, this work would not have been possible.

My thanks also go to my sister Jeanne Nissen for her moral support, nocturnal calls, and for her confidence in me during this period. I would also like to thank my mother Joséphine Soupgoui for her constant 5 AM calls reminding me that she had not heard from me and just wanted to make sure I am fine. Of course, this extends to all my other brothers and sisters Souopgoui ; Florence Tuete, Zenon Sop, Georges Soupgoui, Chatué Soupgoui Victor (Joe), Charles Souopgoui, Albertine Soupgui, and obviously my late father Soupgoui Gaston. I will not forget to include the two beings who are very dear to me ; my children Chloe Joan-Angel Rawlinson and Matthys Luke-Gaston Rawlinson who were very understanding every day and allowed me to spend more time on my work than with them. Thank you to my two heroes. My cousin Marielle Blanche Kwishwe, thank you for the Saturday morning phone calls, encouragement

your patience and advice. I would like to end by thanking all those who have near and far had a thought for me during these four years.

Thank you Christine

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

RÉSUMÉ

La question de la conception urbaine du futur est à la une des questions importantes et critiques de notre société. On peut citer comme exemples : le réchauffement de la planète, la biodiversité en péril, les transitions économiques/sociales/culturelles, les prévisions d'une augmentation considérable de la population citadine, les mutations des transports et le changement des formes urbaines, pour ne citer que ceux-là. Toutes ces questions sont au cœur des problématiques actuelles et font partie des contraintes auxquelles nous devons faire face dans la conception urbaine de demain.

Face à une telle situation, il semble aujourd'hui risqué de continuer à penser la ville avec des approches ou modes de conception fondés sur des réalités d'hier. Comme le dit bien Albert Einstein, « *nous ne pouvons pas résoudre nos problèmes en utilisant la même manière de penser que l'on avait quand on les a créés* »[3]. Les enjeux environnementaux (réchauffement, biodiversité, etc…) sont facteurs de vulnérabilité dans la ville actuelle, de telle sorte qu'il est généralement admis (ScienceNet[4]) que les environnements construits doivent, plus que par le passé, être conçus de manière « respectueuse de l'environnement ».

Nous sommes incités à développer une mentalité socialement responsable et « respectueuse de l'environnement », une approche qui regarde au-delà de l'intérêt individuel et immédiat pour atteindre des objectifs communs stables et à long terme. Ceci n'est possible que si nous utilisons de manière intelligente toutes les ressources à notre disposition en l'occurrence nos connaissances, les ressources naturelles, socio-économiques, géographiques ainsi que les avancées technologiques. Car, si la technologie et le numérique aujourd'hui relèvent de l'usage quotidien par les citoyens et utilisateurs(rices) de la ville, la discipline urbaine semble avoir du mal à l'intégrer complètement de manière intelligente et systémique comme le font aujourd'hui d'autres disciplines telles la médecine, l'aéronautique et bien d'autres.

Ce travail entend reconsidérer l'approche classique de conception et aménagement urbain et développer une approche globale assistée par ce que l'on nommera ici une maquette numérique procédurale. Car la ville, en tant que système complexe, est constituée de sous-systèmes très variés ; physique et perceptible ; exemple : [bâti, réseaux routiers, infrastructure, verdure] et non-physique ; sans forme visible, exemple : [mobilité des citadins, activités interactives liées à la temporalité…]. Un respect des liens de ses sous-systèmes : sociaux, techniques est nécessaire dans ce travail. Des recherches dans le domaine urbain dévoilent l'importance du besoin d'études globales approfondies dans l'aspect comportemental et social du citadin ainsi que son interaction spatio-temporelle dans la ville, un

[3] Selon diverse sources sur le Web, Albert Einstein aurait dit ceci: "*We cannot solve our problems with the same thinking we used when we created them.*"

[4] Global warning and healing cities : a challenge for Europe ;source : http://www.scienceonthenet.eu/content/article/lori-berti/global-warming-and-heating-cities-challenge-europe/june-2014. Visité le 15 Septembre 2018.

aspect très important, mais souvent pris à la légère dans la conception urbaine. Pourtant, les activités répétitives quotidiennes du citadin représentent un aspect essentiel devant alimenter toute intervention urbaine. Cette orchestration de milliers de citadins comporte une dimension socio-temporel-interactive, décisive et vitale permettant de mesurer le « *succès* » ou non d'une ville. Cet aspect ***invisible*** de vie urbaine constitue un phénomène essentiel de réussite urbaine que Jan Gehl qualifie d' « ***inter-Play*** *(l'entrejeu)* entre l'utilisat-eur(rice) [agent dynamique vivant] et l'objet [physique statique]. D'après Jan Gehl[5], le succès d'une ville se mesure par sa capacité à attirer l'utilisateur(rice) à passer plus de temps dans ses places et ses rues. C'est en grande partie cette vie et ce jeu interactif entre bâti et humain qui définit le succès d'une ville. Sans ce jeu dynamique vivant entre l'utilisateur(rice) et l'objet, la ville est sans âme. Ceci rejoint en quelque sorte le propos de Jane Jacobs[6] quand elle dit : « ...une rue de la ville équipée pour traiter les étrangers et faire de la sécurité un atout, en soi, de la présence d'étrangers, comme le font toujours les rues des quartiers urbains prospères, doit avoir trois qualités principales:

> **Premièrement**, il doit y avoir une démarcation claire entre ce qui est espace public et ce qui est espace privé. Les espaces publics et privés ne peuvent pas se rejoindre l'un l'autre, comme c'est généralement le cas dans les banlieues ou dans les projets HLM.
>
> **Deuxièmement,** il doit y avoir des yeux sur la rue, des yeux appartenant à ceux que l'on pourrait appeler les propriétaires naturels de la rue. Les bâtiments situés dans une rue et aménagés pour accueillir des étrangers et assurer la sécurité des résidents et des étrangers doivent être orientés vers la rue. Ils ne peuvent pas tourner le dos aux côtés vides et les laisser aveugles.
>
> **Et troisièmement,** le trottoir doit avoir des utilisateurs assez régulièrement, à la fois pour augmenter le nombre de regards efficaces dans la rue et pour inciter les gens dans les immeubles le long de la rue à regarder les trottoirs en nombre suffisant. Personne n'aime s'asseoir sur un perron ou regarder par la fenêtre une rue vide. Presque personne ne fait une telle chose. Un grand nombre de personnes se divertissent, de temps en temps, en regardant les activités de rue. " »

[5] Jan Gehl l'hon. FAIA est un architecte et consultant en design urbain danois basé à Copenhague dont la carrière a été axée sur l'amélioration de la qualité de la vie urbaine en réorientant le design urbain vers les piétons et les cyclistes. Il est partenaire fondateur de Gehl Architects. Wikipedia

[6] Jane Jacobs, The Death and Life of Great American Cities. Originally 1961, 458 pages (1989 edition), Publisher : Random House, New York.

Version originale en anglais :

« *"A city street equipped to handle strangers, and to make a safety asset, in itself, us of the presence of strangers, as the streets of successful city neighborhoods always do, must have three main qualities :*
*- **First,** there must be a clear demarcation between what is public space and what is private space. Public and private spaces cannot ooze into each other as they do typically in suburban settings or in projects.*

- ***Second,** there must be eyes upon the street, eyes belonging to those we might call the natural proprietors of the street. The buildings on a street equipped to handle strangers and to ensure the safety of both residents and strangers, must be oriented to the street. They cannot turn their backs or blank sides on it and leave it blind.*

  ***And third**, the sidewalk must have users on it fairly continuously, both to add to the number of effective eyes on the street and to induce the people in buildings along the street to watch the sidewalks in sufficient numbers. Nobody enjoys sitting on a stoop or looking out a window at an empty street. Almost nobody does such a thing. Large numbers of people entertain themselves, off and on, by watching street activity."*

Dans ses propos, Jane Jacobs soutient que l'utilisateur(rice) est le gardien de la ville et que sa présence et participation dans l'ambiance de la rue en tant qu'acteur défi toute sorte de police de la ville. Car une surveillance par les forces de l'ordre va à l'encontre de la sérénité d'une place et par la même occasion, contredit tout objectif de destination de cette place. En revanche, les motifs répétitifs[7] des utilisateurs(rices) [quelquefois étrangers] constituent des melting-pots assez riches et pluridimensionnels des mœurs urbaines. Cette complexité des interactions et cycles d'activités répétitives variantes au quotidien est explorée dans ce travail et constitue une des focales sur l'importance primordiale du lien entre l'activité socio-interactive et comportementale de l'Homme et la nécessité d'intégration dans l'organisation de l'environnement urbain. Jane Jacobs conforte davantage cette importance de l'intégration de l'individu dans le façonnage de la ville lorsqu'elle déclare :

> « Les villes ont la capacité de fournir quelque chose à tout le monde, uniquement parce que, et seulement quand, elles sont créées par tout le monde ».[8]
>
> *"Cities have the capability of providing something for everybody, only because, and only when, they are created by everybody."*

[7] Les allées et venues ainsi que les habitudes quotidiennes d'utilisateur qui créent des motifs répétitifs.
[8] The Death and Life of Great American Cities, Jane Jacobs, originalement publié en 1961. 461pages (1989 Edition), Random House, New York.

Pourtant, on ne peut pas dire que cette idée est nouvelle ; bien que cet aspect vivant et dynamique de la ville ait fait couler beaucoup d'encre pendant des générations et soit reconnu par beaucoups comme un facteur important pour mesurer et comprendre l'existence et réussite de la vie urbaine (Jane Jacob dans son ouvrage *« The Death and Life of Great American Cities 1961 »,* Jan Gehl dans « *life between buildings*[9] *et Cities for people*[10] *»,* Guy Debord dans son concept de *Dérive* et *« le guide Phsycho-Géographique de Paris*[11] *»* et Henri *Lefebvre dans « Rhythmanalysis. Space, Time and Everyday Life*[12] *») ;* il semble encore aujourd'hui que l'on ait du mal à mettre en œuvre une ou des méthodologies efficaces permettant de capturer de telles complexités et encore moins de trouver des référentiels fiables permettant de mesurer les résultats que ce soit à grande échelle ou à l'échelle de l'individu.

Ce travail essaye donc de développer une méthodologie de conception urbaine basée sur une combinaison d 'applications digitales, de l'effort d'une l'intelligence collective ainsi que des idées, concepts et techniques proposés par un certain nombre de philosophes, historiens, psychologues, architectes, urbanistes ci-dessus cités ayant marqué l'histoire des cités. C'est donc de ce mariage hétérogène de techniques, de pensées augmentées par les technologies géospatiales récentes, que cette recherche entend baser son point de vue pour permettre d'étudier la complexité urbaine dans le but d'essayer de faire face aux problèmes urbains en constante évolution.

Ce travail essaye en même temps de célébrer la puissance technologique en soulignant la nécessité et supériorité du pouvoir de décision humaine sur celui de la machine. De manière à montrer que l'intelligence humaine reste indispensable à la pensée, l'observation, la synthèse et le pilotage du projet. Ceci redonne à l'homme sa place de leader et dirigeant pour atteindre des résultats plus flexibles et adaptables à des schémas généraux à grande échelle ou refocalisés sur l'expérience singulière individuelle à l'échelle de l'utilisat-eur(rice). Du fait de la multitude des méthodes et techniques présentes dans ce travail, son déroulement se fait de manière procédurale ; la procédure peut être interrompue ou durer indéfiniment. Cette capacité et flexibilité, permet d'intégrer des nouveaux éléments ou de nouvelles performances qui surgissent avec le développement soit des applications utilisées soit de nouvelles découvertes sur le terrain. Ceci permet aussi d'éliminer tout superflus ou répétitions (survenus en cours) du modèle de développement. Une tâche qui demande un jugement d'expert plutôt qu'une programmation de machine. De ce fait, ce travail se compose de deux axes à développement interconnectés de type cyclique et dont l'ordre hiérarchique est changeant et dépend des spécificités liées à l'étape, au temps, à des entrées/sorties de données.

---

[9] life between buildings, Jan Gehl, Originally published: 1971, Originally published: 1971 Originally published: 1971. Washington - Covelo - London: Island Press 211 pages.

[10] City for people, Jan Gehl, 288 pages ,483 photos, 41 illustrations; Foreword by Lord Richard Rogers. Island Press.

[11] Le guide Psycho-Géographique de Paris, Guy-Ernest Debord (Paris, 1931-Champot, 1994) Guide psycho géographique de Paris, 1957.

[12] Version anglaise ,2004. Ed. Continuum. Publication d'origine « *Éléments de* rythmanalyse : Introduction à la connaissance des rythmes. » Paris. Editions Syllepse 1992.

Le premier composant se focalise sur un travail de terrain, la technologie est secondaire. Il s'agit du suivi des mouvements individuels et l'extension spatiale des routines quotidiennes. Les entretiens, émotions, expériences en temps réel et les cartes mentales et notes deviennent la méthode principale d'enquête sur l'expérience spatiale des milliers d'utilisat-eurs(rices) d'espaces urbains qui est observée dans le cadre des tendances temporelles dans les zones urbaines. Cette méthode est utilisée comme une investigation complémentaire de la temporalité de l'urbain au niveau du collectif. Une carte mentale des lieux et des modèles d'activités en mouvement, de la morphologie temporelle d'un centre urbain, la ville et ses places publiques est visualisée, révélant ainsi la constitution de l'espace urbain en tant que produit du collectif. Cette étape est ensuite superposée aux données collectées et recueillies par des structures adéquates à travers des recensements, des interviews ou autres méthodes plus contemporaines.

Le second composant utilise une plateforme composée d'une série d'applications à capacités interopérables dont la valeur collective permet de produire des solutions supérieures à celles de toute application singulière. Ceci permet de tester une conception d'ensemble reposant sur une base de systèmes d'échanges ouverts capable de capter, partager, réagir en réajustant la procédure par rapport à un environnement en constante mutation. Ce composant tout comme le précèdent est piloté par un ou des experts en la matière *(dont le degré d'expertise requis est inconnu à ce point*). On peut spéculer ici que la qualification de l'expert influencera le degré et la fiabilité des résultats. Ceci nous donne aussi une occasion de tester la faisabilité d'un tel processus dans un projet urbain réel ; en d'autres termes, est-ce un processus facilement intégrable par tout amateur ou alors demande-t-il une expertise de techniciens spécialisés ?

Validation d'une telle approche :
D'une part, si une approche purement numérique peut sembler parfaitement précise, cohérente et offrir un moyen de mesure quantitatif, elle court cependant le grand risque d'être stérile, dénuée de vie ; omettant ainsi l'essentiel de ce qui fait et défait une ville. D'autre part, une approche uniquement d'observation et de terrain par l'humain peut certes être vivante, tactile, qualitative et émotionnelle mais, manquera de la précision ou un moyen référentiel de mesure conventionnelle ; ce qui pourrait poser un problème dans la quantification et le transfert d'informations dans un langage standard ou un format conventionnel reconnu dans la profession.
Ce travail se positionne donc entre les deux comme une joncture qui essaye de combiner les deux champs de manière à proposer des schémas vivants informés qui permettraient de cataloguer, visualiser et superposer les différents calques afin peut-être de voir transparaitre les problèmes connus et inconnus [**x**][13]. C'est à partir de là que l'on pourrait alors proposer des solutions plus renseignées qui prennent en compte l'inconnue (absent en amont). Cette manière d'approcher la complexité urbaine semble adéquate pour caractériser la résilience urbaine de manière préventive plutôt que réactive. N'est-ce pas cela l'essence de la conception durable ?
En fin, il est indéniable que la conception urbaine du 21 siècle nécessite une approche aussi complexe et évolutive que la ville actuelle pour mieux répondre aux besoins sans cesse croissants des secteurs privés, publics, politico-économiques, culturels, sociaux et

[13] **X** ici représente la valeur donnée à l'inconnu.

environnementaux. L'espoir est de développer une approche qui croise le vivant et le digital, combine le naturel et le superficiel dans un contexte fertile à une révolution évolutive qui supporte une approche de « *ville Neuro-prothétique* », où la conception de ville démontre une complexité organisationnelle intégrée dans un ensemble de réseaux vivant en constante évolution.

Cette démarche d'intelligence collective de type *Neuro-prothétique* d'une part humaine [dérive[14] et visites constantes de site] et d'autre part digitale de la plateforme d'application géospatiale, permet d'approcher la complexité urbaine avec des techniques de complexité à une échelle comparable à celle de la ville. Ceci rejoint bien le propos de Ben Hecht qui déclare dans *Revitalizing Struggling American Cities* ***« "You can't solve this problem alone. You're rebuilding an ecosystem"" No matter how heroic the efforts of one person or how much "scale" one organization could achieve, it never would be enough"[15] ».***

MOTS CLES : ville Neuro-prothétique, **Géo**_BIM, **Géo**-GAMMING, **GEO***Edu-JEU*, système, **Géo**spatiale, transdisciplinarité, maquette procédurale, phsycho-géographie, Gamifier, VR /AR.

[14] Inspiré de Guy Debord et les Situationnistes.

[15] *"Revitalizing Struggling American Cities",* Stanford SOCIAL INNOVATION review, Fall 2011. https://ssir.org/articles/entry/revitalizing_struggling_american_cities.

Visité le 20 Octobre 2018

ABSTRACT:

The question of urban design of the future is one of the important and critical issues of our society. The global warming, the biodiversity at risk, the economic/social/cultural transitions, the predictions of a significant increase in the urban population, the changes in transportation patterns, and changes in urban forms, to quote only a few... All these questions are at the heart of current issues and are part of the constraints we must face in the urban design of tomorrow. Faced with such a situation, it seems risky today to continue to think of the city with approaches or design processes that are based on yesterday's realities. As Albert Einstein puts it, "*we can not solve our problems using the same way of thinking that we had when we created them*". The environmental issues (global warming, biodiversity, etc ...) are factors of vulnerability in the current city in such a way that it is generally accepted (*ScienceNet*) that built environments must now , more than in the past, be designed in a way that is "*respectful of the environment* ". We are encouraged to develop a socially responsible and "*environmentally friendly*" mentality, an approach that looks beyond the immediate and individual interest to achieving stable, long-term common goals. This is only possible if we use and intelligently and fairly all the resources at our disposal; in this case our knowledge, the natural resources, the socio-economic, the geographical as well as the technological advancements. Because, if technology and digital have become of common daily used by the citizens, urban design and architectural disciplines seems however to have a hard time integrating it completely in an intelligent and systemic way as do today other disciplines such as medicine, aeronautics and many others.

This research intends to reconsider the traditional approach of urban planning and to develop a global approach assisted by what will be called here a procedural numerical model. Because the city is a complex system that consists of a varied subsystem; physical and noticeable; example: [*building, road networks, infrastructure, greenery*] and non-physical; without visible form, for example: [*mobility of city dwellers, interactive activities related to temporality* ...]. Respect for the connection between the urban subsystems: *social, technical* is necessary in this work. Research in the urban field reveal the importance of the need for comprehensive global studies in the behavioral and social aspects of urban dwellers, as well as their spatiotemporal interaction in the city, a very important aspect, but often taken lightly in the urban design process. However, the daily repetitive activities of the city dweller are an essential aspect to help feed any urban intervention. This orchestration of thousands of city dwellers with a socio-temporal-interactive, become decisive and vital dimensions to measure the "success" of a city. This constitutes the invisible aspect of urban life and is an essential phenomenon of urban success as Jan Gehl describes as the "*inter-play* between the user [*dynamic living agent*] and the object [*static physics* man made]. According to Jan Gehl, the success of a city is measured by its ability to attract the user to spend more time in its places and streets. It is largely this life and interactive game between built and human that defines the success of a city. Without this dynamic game between the user and the object, the city is soulless. This is expressed in Jane Jacobs thought when she said: "*A city street equipped to handle strangers, and to make a safety asset, in itself, us of the presence of strangers, as the streets of successful city neighborhoods always do, must have three main qualities*, must have three main qualities:
- ***First,*** *there must be a clear demarcation between what is public space and what is private space. Public and private spaces cannot ooze into each other as they do typically in suburban settings or in projects.*

- ***Second,*** *there must be eyes upon the street, eyes belonging to those we might call the natural proprietors of the street. The buildings on a street equipped to handle strangers and to ensure the safety of both residents and strangers, must be oriented to the street. They cannot turn their backs or blank sides on it and leave it blind.*

  And third*, the sidewalk must have users on it fairly continuously, both to add to the number of effective eyes on the street and to induce the people in buildings along the street to watch the sidewalks in sufficient numbers. Nobody enjoys sitting on a stoop or looking out a window at an empty street. Almost nobody does such a thing. Large numbers of people entertain themselves, off and on, by watching street activity."*

In her remarks, Jane Jacobs argues that the user is the guardian of the neighborhood/city and that his presence and participation in the street ambience as an actor challenges any kind of police presence in the city. Because on one hand, a surveillance by the police goes against the serenity of a place and at the same time, contradicts any objective of peaceful destination of that place. On the other hand, the repetitive patterns of [*sometimes foreign*] users are rather rich and multidimensional melting pots of urban mores. This complexity of the interactions and repetitive cycles of everyday activities is explored in this work and is one of the focal points on the importance of the connections between the socio-interactive and behavioral activity of Man and the need for integration into the organization of the urban environment. Jane Jacobs further reinforces this importance of integrating the individual into the shaping of the city when she declares:

"*Cities have the capability of providing something for everyone, only because, when they are created by everybody*."

Yet we cannot say that this idea is new; although this vibrant and dynamic aspect of the city has been the subject of much publicity for generations and is recognized by many as an important factor in measuring and understanding the existence and success of urban life Jane Jacob in her book "*The Death and Life of Great American Cities 1961 ",* Jan Gehl in *" life between buildings and Cities for people "*, Guy Debord in his concept of *Drift* and *"the Phsycho-Geographical guide of Paris"* and Henri Lefebvre in *" Rhythm analysis and Everyday Life* "); it still seems to be difficult to implement effective methodologies to capture such complexities and even less to find reliable benchmarks to measure the results on a large scale or at the same time. scale of the individual.

"Cities have the capability of providing something for everyone, only because, and when they are created by everybody."

This work tries to develop a methodology of urban design based on a combination of digital applications, the effort of a collective intelligence as well as ideas, concepts and techniques proposed by a handful of philosophers, historians, psychologists, architects, town planners above mentioned who marked the history of cities. It is therefore from this heterogeneous marriage of techniques and thoughts augmented by recent geospatial technologies that this research intends to base its point of view on the study of urban complexity in order to try to cope with urban problems in constant form. evolution.

At the same time, this work attempts to celebrate the technological power by emphasizing the necessity and superiority of human decision-making over that of the machine. In order to show that the human intelligence remains indispensable to the thought, the observation, the synthesis and the piloting of the project. This restores man's leadership and lead in achieving more flexible results that can be adapted to large-scale or refocused general patterns on the individual experience at the individual level. Due to the multitude of methods and techniques present in this work, its procedural development; the procedure can be interrupted or continue indefinitely. This ability and flexibility allow for integrating new elements or new performances that arise with the development of either the applications used or new discoveries in the field. This also eliminates any repetitions (occurring as the work progresses) of the development model. A task that requires expert judgment rather than machine programming. As a result, this work consists of two interconnected development axes whose hierarchical order is changing and depends on the specificities related to the stage, the time, and the data inputs /outputs.

The first component focuses on field work, the technology is secondary here. This consists of tracking individual movements and the spatial extension of daily routines. Interviews, emotions, real-time experiences, mind maps and notes become the main method of investigating the spatial experience of thousands of urban users that is observed in the context of temporal trends in urban areas. This method is used as a complementary investigation of the temporality of the urban at the collective level. A mental map of the places and models of activities in motion, the temporal morphology of an urban center, the city and its public places is visualized, thus revealing the constitution of the urban space as a product of the collective. This step is then superimposed on the data collected and stored by appropriate structures through censuses, interviews or other more contemporary methods.

The second component uses a platform composed of a handful of applications with interoperable capabilities whose collective value makes it possible to produce solutions that are superior to those of any singular application. This makes it possible to test an overall design based on an open system type exchange capable of capturing, sharing and reacting by readjusting the procedure with respect to a constantly changing environment. This component, like the previous one, is led by one or more experts in the field (*whose degree of expertise is unknown at this point*). One can speculate that the qualification of the expert will influence the degree and the reliability of the results. This also gives us an opportunity to test the feasibility of such a process in a real urban project; in other words, is it a process easily integrable by any enthusiast or does it require expertise from specialized technicians?

Validation of such an approach:

On one hand, if a purely numerical approach may seem perfectly precise, coherent and offer means of quantitative measurement, it runs however the great risk of being sterile, devoid of life; thus, omitting most of what makes and unmake a city. On the other hand, an approach of only observation and fieldtrips by the human can certainly be alive, tactile, qualitative and emotional but, will lack precision or a reference means of conventional measurement; this could pose a problem in quantifying and transferring information in a standard language or a conventional format recognized in the profession.

This work is therefore positioned between the two as a juncture that tries to combine the two fields to provide informed living patterns that visualize and overlay the different layers to perhaps see the known and unknown problems [x]. It is from here that one could then propose more informed solutions that consider the unknown (absent upstream). This approach to urban complexity seems adequate to characterize urban resilience preemptively rather than reactively. Isn't this the essence of sustainable design?

Finally, it is undeniable that urban design in the 21st century requires an approach as complex and evolving as the current city to better meet the fast and ever-growing needs of the private, public, politico-economic, cultural, social and environmental sectors. The hope is to develop an approach that crosses the living and digital, combines the natural and the superficial in a fertile context toward an evolutionary revolution that supports a "*neuro-prosthetic city*" approach, where the city design demonstrates a complexity, organizational integration into a constantly evolving network of networks.

This approach of collective intelligence on the one hand human [*drift and constant site visits*] and on the other hand digital with the geospatial platform, makes it possible to approach urban complexity with complexity techniques on a scale comparable to that of the city. It is in this same line that Ben Hecht said in *Revitalizing Struggling American Cities*, "You cannot solve this problem alone. You're rebuilding an ecosystem. " *No matter how great the effort of one person or how much "scale" one organization could achieve, it never would be enough* ".

Keywords: Neuroprosthetic city, BIM, Geo_BIM, Geo-GAMMING, *GEOEdu-JEU*, System, Geospatial, transdisciplinary, procedural model, phsycho-geography, Gamify, VR / AR.

SOMMAIRE

Résumé.....
Abstract.....
Introduction.....

CHAPITRE I :
CONTEXTE, ORIGINE ET MOTIVATIONS.

1.1 Le contexte

1.2 Le terrain d'étude : Savannah.

1.3 Origine et motivations du sujet.

1.3.1 Origine

1.3.2 Les motivations.

1.3.3 Quelques faits.

1.4 Bref aperçu des techniques SIG utilisées dans l'approche de ville Neuro-prothétique

1.4.1 Importance de l'interopérabilité entre applications dans le secteur urbain et architectural.

1.4.2 La conception urbaine actuelle : une méthode en majorité analytique.

1.4.3 L'approche urbaine analytique ou systémique ?

1.4.4 Un grand retard d'intégration technologique de la profession urbaine et architecturale en comparaison avec d'autres domaines telles les sciences ou la médecine.

1.5 L'intérêt de la méthode procédurale dans la conception de la ville du futur.

1.6 L'étude du sol ; un enjeu urbain et écologique extraordinaire

1.7 Les outils de création de la maquette procédurale et importance de leur couplage.

1.7.1 Bref descriptif et rôles des applications dans ce travail

1.7.2 Constitution d'une plateforme commune transdisciplinaire.

1.8 À côté de quoi passe-t-on si l'on n'utilise pas la maquette numérique procédurale ?

Conclusion

CHAPITRE II :
DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE.

2.1 Les enjeux socioconstructivistes des réseaux géospatiales de procédure dans la transdisciplinarité de cette approche.

2.2 Génération automatique ; La Géo-temporalité et la capture de mouvements dans les zones urbaines et la capacité à leur représentation graphique.

2.3 L'application de l'approche urbaine Neuro-prothétique de maquette procédurale sur un site existant comme stratégie de recherche.

2.3.1 Les outils :

2.3.2 Ville Choisie pour l'étude et raisons du choix.

2.3.3 Les images avant/après du site.

2.4 Le site et son contexte proche :

2.4.1 Criminalité/sécurité par groupement de culture autour du site.

2.4.2 Criminalité et pouvoir d'achat : /sécurité/ Chômage.

2.5 La ville de demain comme système d'extrême complexité ; nécessite-t-elle vraiment une approche globale et transdisciplinaire à complexité similaire ?

2.6 La modélisation détaillée de zones urbaines ainsi que la capture graphique 3D des interactions humaine et l'inter-Play[16] entre l'homme et l'objet (Jan Gehl) :

2.7 État actuel des connaissances sur l'approche de l'urbain systémique.

2.7.1 Survol Historique :

2.7.2 Définition.

2.8 Description de la ville comme un système complexe à causalité de type *cause-effet-réactif* à constantes variées et en cycles répétitifs :

2.9 Nécessité d'une approche transdisciplinaire dans la conception urbaine de demain.

[16] Selon Jan Gehl, ceci représente le jeu, la vie, la situation créée par l'homme dans l'espace ouvert et son interaction avec le construit.

CHAPITRE III :
PHASE I : PROPOSITION ET APPLICATION D'UNE MÉTHODE DE CONCEPTION URBAINE PROCÉDURALE ET TRANSDISCIPLINAIRE À LA VILLE DE SAVANNAH :

3.1 Les données [2D].

3.1.1 LE LIDAR
3.1.2 - ANALYSE DU SITE : recherche historique sur le centre-ville et le site,
3.1.3 Plan chronologique et évolutif de la partie ouest de la ville :
3.1.4 Le site de l'autoroute I-16 visualisé avant/après l'autoroute.

3.2 Historique cartographique du Site.

3.2.1 Cartographie Evolutive au Cours des périodes.
3.2.2 Contexte du site

3.3 Analyse d'aptitude :

3.3.1 Hypothèse pour la gare :
3.3.2 Situation Environnementale de la région du centre-ville.

3.4 Analyse spatiale [*Spatial Analysis*] : La topographie et emplacement idéal pour le projet d'une gare dans le centre-ville de savannah.

3.4.1 Créer un jeu de données de nuage de points LAS *[LAS point cloud dataset].*
3.4.2 Le plan de situation de site dans l'ensemble urbain montrant les rues d'accès, les parcelles et le site du projet de la rampe I-16.
3.4.3 Les Parcelles vacantes dans la ville susceptible d'être candidats :

3.5 Les espace verts et le temps de marche de ces espaces aux sites(proximité) :

3.5.1 Les données physiques et textuelles nécessaires pour le passage à la première étape d'analyse[17] :
Etape #2 : sélection d'éléments à analyser :
3.5.2 Création de la pente ombrée [HillShade] :
3.5.3 Résultats :
3.5.4 Carte de pente ombrée :

3.6 L'histogramme de visualisation des résultats :

3.6.1 Utilisation de l'outil « Model Builder Dans ArcMap » :

3.6.2 Création d'une boite à outils pour procéder à la sélection du site optimum pour la gare :

3.6.3 Dérivation des ensembles de données :

3.6.4 Résultats des analyses :

3.6.5 Reclassement des ensembles de données :

3.6.6 Illustration de l'analyse de reclassification des cinq éléments choisis.

3.7 Résultats de la reclassification

3.7.1 Les Résultats de Reclassification : Proximité au parc, stations de transits existantes.

3.7.2 Pondération et combination des ensembles de données.

3.7.3 Les modalités et raisonnement de la décision [responsabilité de l'expert].

3.7.4 Proximité aux lignes de chemins de fer existantes [actifs ou non].

3.7.5 Proximité aux rues/voies d'accès et sorties principales du centre-ville de Savannah.

3.7.6 Résultats : affectation du niveau d'importance à chaque entrée de données.

[17] Ces données ont été obtenues grâce à la générosité du bureau SIG de la ville de Savannah pour l'utilisation dans ce projet.

3.7.7 Cheminement du modèle d'aptitude.

3.8 Résultats du modèle d'aptitude dans le plan de la ville.

3.8.1 Description des résultats.

3.8.2 Sélection finale du site optimal en fonction des critères sélectionnés.

3.8.3 Sélection du meilleur site en fonction des critères choisis.

3.8.4 Le site optimal.

3.8.5 Analyse des données textuelles permettant de mieux cerner le site.

3.8.5.1 Données de base en Raster—LiDAR et Imagerie [ArcMap, ArcGIS].
3.8.5.2 Utilisation du sol *:* Collection de données cartographiques, textuelles et graphiques 2D :
3.8.5.3 Le zonage [Zoning].
3.8.5.4 Les bâtiments [Building-Infrastructure].
3.8.5.5 Les Rues [Streets].
3.8.5.6 Les Arbres [trees].
3.8.5.7 Les voies d'accès par rapport aux parcs publiques.

3.9 Les Espaces verts dans la ville et les leurs relations/proximités aux voies d'accès.

3.9.1 Topographie [*elevation 1ft*].
3.9.2 Analyse spatiale d'extraction des données textuelles en format transférable graphique :
3.9.3 DTM-DSM et nDSM :
3.9.4 Extractions des hauteurs de bâtiments à partir des informations LiDAR.
3.9.4.1 Les Points LiDAR.
3.9.4.2 Explication du procédé d'extraction des hauteurs.
3.9.4.3 Résultats.
3.9.4.4 L'outil de statistique sommaire.

3.10 Les critères spatiaux, socio-culturels et économiques [proximité, sécurité, population, âge, rang social etc.] dans le contexte du site sélectionné pour le projet de gare.

3.10.1 Contexte et justifications de la place de cette analyse dans ce travail.

3.10.2 Démographie.
3.10.3 Les Familles ayant de enfants de moins de 14ans et dont les revenues sont en dessous du seuil de pauvreté.
3.10.4 Emplacement à zonage mixte pour une population jeune et active.
3.10.5 Données de recensement pour trouver le pourcentage de locataires par rapport aux propriétaires dans la zone du projet.
3.10.6 Trouver les zones à forte densité de jeunes adultes.

3.11 La zone à usage mixte :

3.11.1 Analyse des distances [à pied en minutes] entre les zones occupées par les locataires et le futur site de la gare.
3.11.2 Analyse des distances [mesurées en pieds] entre les zones occupées par les locataires, le futur site de la gare.
3.11.3 Le service de bus autour du quartier de la future gare.
3.11.4 Proximité.

3.12 Sécurité.

3.12.1 Les accidents de voitures sur les piétons et cyclistes :
3.12.2 Le donner à penser des observations de premières analyses.
3.12.3 Les analyses de prédictions d'accidents futurs.
3.12.4 Les analyses de prédictions d'accidents futurs sur piétons.
3.12.5 Les analyses de prédictions d'accidents futurs automobiles.
3.12.6 Visualisation et interprétation des accidents de voitures.
3.12.7 Accidents à proximité des parcs :

3.13 Sécurité spatiale de l'espace publique : Criminalité.

3.13.1 Les rues de la ville et la criminalité.
3.13.2 Structure et nomenclature des rues de la ville.
3.13.3 La capacite journalière des rues et le degré d'utilisation par les automobiles.
3.13.4 Origine et fiabilité des données utilisées et importance des analyses.
3.13.5 Analyses des données de la ville.
3.13.6 Explications.
3.13.7 Observations de l'étape initiale.
3.13.8 Autres crimes.
3.13.9 Les « Hotspot » ou points chauds à fortes intensités de crimes en 2015 à Savannah.
3.13.10 Analyses comparatives des différents types de crimes
3.13.11 Observations.

3.14 Analyse des autres quartiers de la ville en comparaison avec le site de Gare.

3.14.1 Les divisions de la ville en commissariat de police :
3.14.2 Les commissariats de police et les zones qu'ils couvrent mesurées en distances de 5 minutes de trajet en voiture :
3.14.3 Les accès au site par bus.
3.14.4 Zones proches du site avec une concentration élevée de crime.
3.14.5 Criminalité et temporalité dans la ville de Savannah.
3.14.6 Visualisation et représentation 3D des cartes.
3.14.7 Étude approfondie et explication des concentrations d'urgence ; *emergency Hotspot Analysis EHSA :*
3.14.8 Étude comparative.

3.15 Étude par simulation :

3.15.1 Une analyse rétrospective des crimes sur 3 ans : 2013-2014- et 2015 :
3.15.2 La nécessité d'incorporer une approche complexe de développement.
3.15.3 Pauvreté affectant les foyers ayant des jeunes enfants de moins de 14 ans.
3.15.4 Analyse des communautés de Savannah ; « community Analysis ».
3.15.5 Le site et l'analyse des zones de distance de marche entre 5 et 15 minutes.
3.15.6 La fiche de recensement de l'année 2010[18] de la nomenclature démographique de la zone analysée.
3.15.7 La taille démographique de la population : analyse par distance de marche :
Analyse de la zone à 5 minutes de marche du site.
3.15.8 Étude comparative approfondie et infographie[19] des communautés vivant autour du site :
3.15.9 Pyramide des âges et infographie permettant de comprendre les changements et mutations dans la zone analysée.

---

[18] Les recensements sont publiés tous les 5 ans. Au moment de l'exécution de cette analyse, les recensements de l'année 2015 n'étaient pas encore publiés.

[19] "***Infographic***" is a portmanteau of the word's *"information"* and *"graphic."* In essence, an infographic is a form of visual communication meant to capture attention and enhance comprehension. In this era, "infographic" has become the broadest descriptor of a specific type of visual communication that includes graphics showing data, copy, or both. You've probably come across infographics in magazines, online, or on the wall at your doctor's office.

« Infographie » est une concaténation des mots *« information »* et *« graphique »*. En résumé, une infographie est une forme de communication visuelle destinée à capter l'attention et à améliorer la compréhension. À cette époque, « *l'infographie* » est devenue le descripteur le plus large d'un type spécifique de communication visuelle comprenant des graphiques montrant des données, une copie ou les deux. Vous avez probablement déjà vu des infographies dans des magazines, en ligne ou sur le mur du bureau de votre médecin. **Sources :** https://www.columnfivemedia.com/infographic visité 20 juillet 2019.

3.15.10 Observations.

3.16 Profil Infographique[20] de synthèse des populations dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes).

3.16.1 Profil Infographique de synthèse des salaires des ménages dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes).
3.16.2 Profil Infographique de synthèse des populations par âge et sexes des ménages dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes) :
3.16.3 Profil Infographique de synthèse des foyers par types dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes).
3.16.4 Profil Infographique de synthèse des populations par niveau d'éducation dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes).
3.16.5 Profil Infographique de synthèse des populations par rapport au styles, tendances et aux dépenses dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes) :
3.16.6 Profil Infographique de synthèse des populations par rapport au pouvoir d'achat ainsi que le revenu disponible (épargnes) dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes).

Conclusion :

CHAPITRE IV :
L'ANALYSE SPATIAL DE REGRESSION

4.1 Analyse de régression à l'aide des applications SAS[21] et ArcGIS Pro :

4.1.1 Introduction et généralité.
4.1.2 Description et utilité de cet analyse dans ce travail :
4.1.2.1 Définitions :
4.1.2.2 Équation de régression[22], définition :
4.1.2.3 Explications :

[20] Démographie partagée par catégorie de style de vie et de tendance ; par Exemple génération X, génération Baby-Boom etc….
[21] ***SAS*** est une suite logicielle développée par *SAS Institute* pour l'analyse avancée, l'analyse multivariée, l'intelligence d'affaires, la gestion de données et l'analyse prédictive. *SAS* a été développé à l'université d'état de la Caroline du Nord de 1966 à 1976, date à laquelle le *SAS* Institute a été constitué.
[22] Esri training ; Regression analysis

4.1.2.4 Flux de travail de régression :
4.1.2.5 Les étapes :
4.1.2.6 La nécessité de l'intelligence collective pour mieux avancer les résultats d'analyse de régression.

4.2 Analyse de régression sur la sécurité du piéton et du cycliste dans la ville :

4.2.1 Explication du processus
4.2.2 Modélisation des processus de la dynamique avec l'application SAS: étude approfondie des causes d'accidents répétitifs sur une durée de deux ans autour du site.
4.2.2.1 Etude basée sur les données de report de police obtenus du bureau des données :
4.2.2.2 Identifiez un sujet d'intérêt spécifique :
4.2.2.3 Prédation des données sur le sujet d'accident :
4.2.2.4 Identification d'un deuxième sujet à explorer en termes d'association avec le sujet initial.

4.2.3 Analyse avec l'application (SAS).

4.2.3.1 Approche
4.2.3.2 Ci-dessous un tableau représentant des résultats de fréquence par adresse :
4.2.3.3 Tableau de récurrence par rue :
4.2.3.4 Le code (SAS)
4.2.3.5 La procédure du contenu à analyser :
4.2.3.6 La procédure de fréquence sur l'étendue du quartier et plus précisément les zones à forte récurrences d'accidents.
4.2.3.7 Fréquence de procédure selon les rues.

4.2.4 Les Accidents mortels.

4.2.4.1 Les premières causes d'accidents :
4.2.4.2 La prise de décisions dans la gestion des données (SAS).

4.2.5 L'éclairage à l'endroit de l'accident :

4.2.5.1 Scénarios :
4.2.5.2 Eclairage ou manque d'éclairage ;
4.2.5.3 L'âge du conducteur :
4.2.5.4 L'âge du piéton :

4.3 Gestion des données :

4.4 Visualisation graphique des données :

4.4.1 Graphiques univariés :

4.4.1.1 Les piétons/cyclistes victimes d'accidents :

4.4.1.2 Le chartes représentant visuellement les premières causes d'accidents pour les automobilistes.

4.4.1.3 La deuxième cause d'accidents

4.4.1.4 Tableaux de visualisation d'accidents sur une durée de 5ans :

4.4.1.5 Tableau explicatif des données utilisés et marges d'erreurs :

4.4.2 Tableaux comparatifs des deux extrêmes des résultats d'analyse :

4.4.3 Catégorie par groupe d'âge des conducteurs :

4.4.4 Diagramme des âges de conducteurs

4.4.5 Tableaux comparatifs des degrés d'erreurs des données sur les automobilistes et les piétons :

4.4.6 Valeurs manquantes :

Conclusion

CHAPITRE V :
LA RÉSILIENCE URBAINE ; UNE APPROCHE PRÉVENTIVE ET UTILE DANS LA CRÉATION DE LA VILLE NEURO-PROTHÉTIQUE.

5.1 Définition :

5.2 Phase V : évaluations de la recherche et leviers d'actions pour une approche urbain résiliente et transdisciplinaire :

5.2.1 L'infrastructure Verte ; un élément important de la résilience urbaine :

5.2.2 L'infrastructure verte dans le développement urbain :

5.2.3 Importance dans le développement Urbain et de ville Neuro-prothétique.

5.2.3.1 Intégration de l'infrastructure verte :

5.2.3.2 L'urgence :
5.2.3.3 L'évaluation de l'infrastructure verte à Savannah :
5.2.4 Lecture et observation de l'infrastructure verte à Savannah :
5.2.5 Importance des noyaux de notation :
5.2.5 .1 Agriculture :
5.2.5.2 Les crêtes et Vallées

5.3 Analyse 3D de l'inondation dans la ville de Savannah ; un test de résilience
5.4 Importance et nécessite de cette étape :
5.5 Le calculateur de RASTER :
5.5.1 Résultats des analyses des calculs avec 5 valeurs ; 10, 20, 30, 35 et 40 pieds :
5.5.2 Extraction de la zone non affectée par l'inondation (zone de haute topographie) :
5.5.3 Calcul de la zone submergée :
5.6 Extrusion de la couche d'eau d'inondation
5.7 Données d'attributs de hauteur pour le calque d'inondation :
5.8 « Spatial Joins *» (joindre les attributs spatialement)* **: analyse de jointure spatiale 3D permettant de combiner et colorer les bâtiments des zones inondées en bleu.**
5.9 Synthèse et observations :

Conclusion.

CHAPITRE VI :
PHASE III : LA MAQUETTE PROCÉDURALE GLOBALE DE SAVANNAH ET DÉBUT D'ANALYSE 3D.

6.1 Définition des termes :
6.1.1 Processus de collection des données LiDAR.
6.1.2 Explication et utilisation du LiDAR.
6.1.3 Composition du LiDAR :
6.1.4 Les types de LiDAR :

6.1.5 Les systèmes LiDAR :

6.2 Le fichier de format LAS :

6.3 Les limitations qui pourraient freiner l'utilisation de fichier LAS dans l'urbain.

6.4 Visualisation du site à partir des résultats LiDAR :

6.4.1 LAS à partir des hauteurs et topographie : Représentation du site

6.4.2 LAS par bande de couleurs : Représentation du site

6.4.3 LAS par classification ; représentation du site :

6.4.4 LIDAR Affichage de contour montrant une élévation égale : Représentation du site

6.4.5 Par rampe de couleur :

6.5 Affichage LiDAR en représentation 3D du site et son entourage :

6.5.1 Illustrations des résultats de LiDAR :

6.5.2 Profile et représentations des données LiDAR dans un format conventionnel :

6.5.2.1 L'application LP-360 ;

6.5.2.2 Première capture d'écran avec l'application LP-360

6.5.2.3 Deuxième capture avec début de classification :

6.5.3 Processus de nettoyage et classification des données LiDAR :

6.5.4 Classification par niveaux de détail :

6.6 Modélisation de l'existant

6.6.1 L'application « City Engine » CE :

6.6.2 Attributs analysés dans ArcMap

6.6.3 Transfer automatique des données de base incluant les hauteurs avec City Engine

6.6.4 Une capacite interactive de la maquette de ville :

6.7 Début d'extrusion des structures et bâtis en 3D :

Conclusion :

CHAPITRE VII :
LES SCÉNARIOS URBAIN : CONSERVATION DE L'HÉRITAGE, EXPERIENCE DU CITADIN ET SÉCURITÉ URBAINE :

7.1 L'*inter-Play (entrejeu)* entre l'utilisateur et l'objet bâti dans le contexte de la ville Neuro-prothétique.
7.2 La ville et l'utilisateur :
7.3 La poussée technologique et son importance et effets sur la ville.
7.4 Les structures de la ville en transition et les challenges infligés dans l'expérience du citadin.
7.5 Un besoin de mettre la focale sur l'expérience urbaine ainsi que la création des places publiques attrayantes dans la ville.

7.6 Une focale sur l'expérience humaine réelle et la *psycho géographie* du citadin dans la ville.

7.6.1 Analyse de visibilité 3D
7.6.2 SCENARIO #1 : Préservation historique ; une attention portée aux bâtiments historiques dans la ville et leur importance dans le développement de nouvelles structures.
7.6.3 Les illustrations ci-dessous montrent les résultats d'analyse 3D sous différent angles.
7.6.4 SCENARIO #2 : Vue centrée sur la nouvelle gare multimodale proposée à l'extrémité Nord-Ouest de la ville.
7.6.4.1 La Gare :
7.6.4.2 Analyse spatiale de vue et accès à la nouvelle gare.

7.6.5 SCENARIO #3 : La collecte d'inter-visibilité à partir de multiples endroits fixes *[différents étages d'un bâtiment]* pouvant aider la valeur immobilière dans un nouveau développement dans la ville :

7.6.6 SCENARIO #4 : La Ligne d'horizon [Skyline]
7.6.6.1 L'importance de ce scénario dans un développement urbain.
7.6.6.2 Les barrières de ligne d'horizon « *Skyline barrier* ».

7.6.7 SCENARIO #5 : Calculer le rayonnement solaire.

7.6.7.1 Le rayonnement solaire sur le sol et sur les toits des bâtiments : Voir Lien.
7.6.7.2 Ombre Portées sur une zone d'intérêt : Calcul de l'ombre portée sur une période allant d'un mois a 1 an :
7.6.7.3 Résultat :

7.6.8 SCÉNARIO #6 : Sécurité publique et vidéosurveillance dans la ville :

7.6.8.1 Le domaine de sécurité publique :

7.6.8.2 Définitions et signification des étapes :

7.6.9 Déterminer la ligne de visée et la vue d'un nouveau projet à partir des points d'observateurs sélectionnés dans les bâtiments existants.

7.6.9.1 Cas du projet de la gare :

7.6.9.2 La dimension 3D est rajoutée à chacun des points de la ligne de visée.

7.7 Suppression des lignes de vue obstruées et distantes de plus de 330 mètres.

7.8 Résultats :

Remarques

CHAPITRE VIII :
INTELLIGENCE COLLECTIVE : CAS D'ETUDES :
LA NÉCESSITÉ PRESSANTE AUJOURD'HUI DE L'INTEGRATION D'APPLICATIONS DE JEUX DANS LA CONCEPTION URBAINE FUTURE ; *« GAMIFYING THE CITY »*

8.1 La ville comme un laboratoire de test de simulation de réalité Virtuelle et Augmentée :

8.2 Une approche de jeu vidéo dans la conception urbaine de demain ?

8.3 La gamification de la ville ; *"GAMIFYING THE CITY"* :

8.4 La place du jeu dans le développement de la ville Neuro-prothétique :

8.4.1 Organisation de l'atelier du travail de collaboration avec les étudiants de quatrième année d'architecture :
8.4.2 Étapes de la dérive :
8.4.3 Propositions du travail d'étudiants sous la forme de « cas d'études » :

8.5 CAS D'ETUDE Groupe #2 : Projet sélectionné d'étudiants : GROUP#2 « Nicholas Hammond & Alberto Arostegui ».

8.5.1 Titre : L'ÉTAT DE L'INNONDATION À SAVANNAH EN 2050 :

8.5.2 La Dérive d'après le concept de Guy Debord.

8.5.3 Une Histoire qui n'est pas toujours facile à raconter, pourtant crucial pour une meilleure évolution de cette ville pas comme les autres

8.5.4 Organisation.
8.5.5 Analyse de l'information
8.5.5.1 Les terrains et parcelles vacantes et non-développés.
8.5.5.2 Le potentiel d'entreprenariat et d'expansion :
8.5.5.3 L'autoroute I-16 ; une barrière qui stoppe le développement urbain durable ou une idées obsolète difficile à s'en débarrasser ?
8.5.5.4 Développement.

8.5.6 **Le Concept : *Savannah 2050***
8.5.6.1 *UP-CYCLING (recyclage supérieur).*
8.5.6.2 Définition :
8.5.6.3 Le Recyclage Supérieur :
8.5.6.3.1 Analyse des lots vacants et de la communauté :
8.5.6.4 Cinq scenarios à développer :
8.5.6.5 Concevoir pour le changement :
8.5.6.6 La rue hybride ; *une proposition qui améliore l'expérience piétonne dans la ville :*
8.5.6.7 Concevoir pour la communauté :
8.5.6.7.1 Une plateforme d'agriculture appartenant à la communauté urbaine.

8.5.6.7.2 Amphithéâtre à usage multiple : Création des places dans la ville.
8.5.6.8 Concevoir pour le bien-être :
8.5.6.9 Concevoir pour les ressources :
8.5.6.10 Concevoir pour l'économie :

8.6 Zone entreprise :
8.6.1 Planches de solutions proposées par le groupe #2 :
8.6.1.1 Proposition de système de distribution des ressources.
8.6.1.2 Schéma illustrant le processus d'intégration en plan et en 3D.
8.6.1.3 Détail de la structure la structure.
8.6.1.4 Le système à son arrivée au centre communautaire :
8.6.1.5 Plan d'ensemble du projet « Master planning »
8.6.1.6 Le Centre de logement « Housing Hub »
8.6.1.7 L'amphithéâtre communautaire :
8.6.1.8 La ville agricole qui subvient à ses besoins :

Conclusion :

CONCLUSION GÉNERALE

BIBLIOGRAPHIE :

Publications, articles et thèses :

Webographies :

LISTE DES FIGURES

ANNEXES :

ANNEXES-I :

LES INTERVIEWS, PUBLICATIONS, CONFÉRENCES, TRAVAIL EN COLLABORATION, COLLOQUES, TABLES RONDES ET DISCUSSIONS SUR LE SUJET DE LA THÈSE PENDANT LES QUATRES DERNIÈRES ANNÉES :

GeoDesign et son application en architecture et aménagement du point de vue des personnes à l'origine du concept.

A-I.1 What is geodesign?
A-I.2 Interview with Professor Carl Steinitz.: Carl Steinitz is the Alexander and Victoria Wiley Professor of Landscape Architecture and Planning, Emeritus, at the Graduate School of Design, Harvard University.
A-I.2.1 A propos de Carl Steinitz :
A-I.2.2 Questions interview:
A-I.3 Interview with Professor Brian Orland:
A-I.3.1 À propos du professeur Brian Orland.
A-I.3.2 Questions interview:
A-I.3.3 INTERVIEW.
A-I.4 Rencontre et discussion ave Jan GEHL dans son bureau à Copenhague le 28 Août 2018 : (1h :30 min avec déjeuner au restaurant de son cabinet de Copenhague).
A-I.4.1. La rencontre avec Jan Gehl à Copenhague le 28 Aout 2018 :
A-I.4.2 Pourquoi Jan Gehl ?

A-I.4.3 Jan Gehl : une rencontre qui donne à repenser certaines hypothèses défendues en début de ce travail :
A-I.4.4 Interaction entre l'Homme et l'Objet dans la ville: « *the interplay between Man and the object in the city* » selon Jan Gehl.
A-I.4.5 Les étapes et stratégies développement de la ville de Copenhague sur plus d'un demi-siècle sous la direction de Jan Gehl.
A-I.4.6 Le résultat d'un travail de plus d'un demi-siècle.
A-I.4.7 « *De l'air dans les cheveux* » ; une campagne du gouvernement danois pour inciter les personnes âgées à sortir et profiter les cheveux dans l'air.
A-I.4.8 L'opinion de Jan Gehl par rapport aux villes créer avec une forte poussée technologique
A-I.4.9 Copenhague come un LABORATOIRE : Propos du maire de Copenhague entre 1994-1997 :

A-I.5 INTERVIEWS, PUBLICATIONS, CONFERENCES, COLLOQUES ET DISCUSSIONS SUR LE SUJET DE LA THÈSE PENDANT LES QUATRES DERNIÈRES ANNÉES :
A-I.5.1 Présentation à la Georgia Municipalité Association : *GMA convention.*
A-I.5.2 Publications dans les journaux :
A-I.5.3 Interviews :
A-I.5.4 Travail de collaboration :
A-I.5.5 Apparition dans le journal télévisé à savannah le 19 Novembre 2018 :
A-I.5.6 Savannah Geekend ; printemps 2018:
A-I.5.7 Remarques :

Conclusion

ANNEXES-II :

ÉVOLUTIONS DES APPLICATIONS ANALYSÉES DANS CE TRAVAIL ; NOUVEAUX AXES APPARUS, LES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES ET REMARQUES.

A-II.1 Le point sur les applications utilisées dans ce travail ainsi que leurs évolutions pendant la durée de ce travail.

A-II.1.2 ArcMAP:

A-II.1.3 City Engine:

A-II.1.4 Arc GIS Pro

A-II.1.5 GIS Online

A-II.1.6 D'autres applications.

A-II.2 Les limitations des applications utilisées dans le domaine de la construction.

A-II.2.1 Les difficultés de compatibilités et interopérabilités dans les outils utilisés dans la conception urbaine actuelle.

A-II.2.2 Les difficultés et réflexions liées aux évolutions des applications pendant la durée de la thèse.

A-II.2.3 Apport de la nouveauté des logiciels utilisés dans ce travail.

A-II.2.4 Nouveaux axes apparus.

A-II.2.5 L'outils géo spatial efficace mais payant :

A-II.2.6 Les limites et difficultés de l'usage de tels outils dans ce travail et spéculations sur leur intégration avenir dans les disciplines urbaine et architecturale.

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

INTRODUCTION

La littérature scientifique récente sur le développement des villes du futur et leurs infrastructures est assez large. Les avancées technologiques semblent être le catalyseur pour un développement urbain futur fiable. Pourtant à ce jour, beaucoup de ces concepts restent encore théoriques et très peu se sont aventurés à démontrer leurs applications directes et concrètes à un ensemble urbain bien précis. Tel est le cas de la notion de ville comme un système complexe composé d'ensembles de sous-systèmes se rapprochant imparfaitement du fonctionnement d'un *organisme vivant*. Une idée prometteuse dont la rareté d'applications révèle une question sous-jacente à savoir celle de la difficulté d'une telle approche ou même sa faisabilité due à la complexité intimidante de la ville comme nous la connaissons. Il existe à ce jour un énorme écart entre les centaines d'écrits développant et favorisant un avenir systémique urbain et le manque d'application de telles idées. L'absence d'application directe d'une idée qui semble si opportune à un moment où les prouesses technologiques sont des plus avancées nous laisse perplexe et soulève des questions auxquelles le développement de cette recherche essayera de répondre. Car si la conception virtuelle [simulatrice] est aujourd'hui massivement proposée par un nombre important de logiciels de conception, les techniques de conceptions basées sur un croisement transversal ou transdisciplinaire d'applications restent encore très peu utilisées et peu populaires dans l'urbain. Malgré le succès du **BIM** [Building Information Modeling] qui a depuis plus d'une décennie élevé la conception et le dessin architectural d'un état purement géométrique et inerte à une plateforme paramétrique [*intégrant un ensemble de documentations interactives et élaborées*], l'analyse et la conception urbaine n'ont vraiment pas évolué du point de vue de l'efficacité énergétique et interactive et encore moins du point de vue systémique et symbiotique des sous-systèmes en leur fonction de support de son environnement naturel.

Pourtant, au-delà de l'incertitude des points mentionnés précédemment apparaît l'importance d'étudier et d'élucider les contours du lien qui doit exister entre les différentes approches ; s'il semble prématuré de s'engager à aborder les points précèdents, il convient toutefois de souligner que le développement de ce travail se penchera sur les questions de la conception de la ville de demain à travers une série de processus exploratoires d'approche urbaine avec des applications numériques qui interagissent sur une plateforme facilitant une gestion de données d'échange pluridisciplinaires. Une telle approche est basée sur l'utilisation des données en temps réel avec réactions qui permettent de créer des solutions de conception sensibles et non figées ou répétitives. Cette démarche essayera de combler entre autres le déficit qui semble exister entre les discussions contemporaines de la pensée systémique et la réalité de la conception urbaine actuelle. La question ici devient donc celle de savoir comment implémenter une telle approche à l'aide d'applications géomatiques existantes de manière à permettre à la ville du futur d'atteindre ses objectifs de développement d'environnement conscient pouvant accueillir un « corps » urbain (infrastructure, population, économies) et interconnecté.

Le travail sera dans un premier temps de collecter les données, visiter le terrain, d'analyser et à partir des résultats d'analyses de démontrer si ces nouveaux outils de conception urbaine sont effectivement plus aptes à prédire et résoudre les problèmes tels que : [le changement climatique, l'insécurité, la pénurie d'énergie, la pollution de l'environnement, l'emploi, le chaos de l'infrastructure et l'extrême pauvreté]. Car, les projections sont unanimes : « *la population urbaine est amenée à s'accroître fortement dans les prochaines décennies* [23]». Un changement qui va sans doute générer d'énormes défis quant à la capacité de la ville à accueillir et gérer de nouveaux apports de population qui engendreraient : une intense circulation de citoyens avec un besoin de logement, de travail, de divertissement ; une demande qui ne saurait être satisfaite avec les industries et infrastructures urbaines existantes pour la simple raison que cette nouvelle population urbaine forme de nouvelles diversités sociales, de nouvelles inégalités ainsi que de nouveaux motifs de ségrégations et différenciations urbaines spatiales jusque-là inconnus. D'où l'importance d'utiliser les outils permettant d'aider à détecter et prédire des problèmes potentiels physiques et sociaux afin de les résoudre avant même qu'ils ne surgissent.

Définitions et origine du titre :

Origine du titre :

Le titre de la thèse s'inspire du livre « *Handbook of Neuroprosthetic Methods* »[24]. Dans ce livre, Warren E. Finn, professeur agrégé de physiologie médicale et Peter G. LoPresti, professeur agrégé de génie électrique définissent la neuroprothèse comme un dispositif ou système effectuant l'une des opérations suivantes :

1. Remplace la fonction nerveuse perdue à la suite d'une maladie ou d'une blessure.

- La neuroprothèse agit dans ce cas comme un pont entre les éléments fonctionnels du système nerveux et les nerfs ou les muscles sur lesquels le contrôle a été perdu.
- La neuroprothèse peut également servir de pont entre le système nerveux et la prothèse physique, comme dans le cas du remplacement du membre supérieur.

2. Augmente ou remplace les voies d'entrée sensorielles endommagées et détruites.

[23] **WikiMedia**: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:World_Population,1950-2100.png visité le 7 Octobre 2018. Et **ONU** : https://www.un.org/en/sections/issues-depth/population/ visité le 7 Octobre 2018.

[24] « *Handbook of Neuroprosthetic Methods* », Originally published: 2002, edited by Warren E. Finn, Peter G. LoPresti, CRC Press. 453 pages.

- La neuroprothèse enregistre et traite les entrées de l'extérieur du corps et transmet des informations aux nerfs sensoriels pour interprétation par le cerveau. C'est-à-dire ; l'implant cochléaire pour restaurer l'audition et un assortiment de prothèses de la rétine et du cortex visuel pour restaurer la vision.

Cette description de la neuroprothèse permet de comprendre ce que nous entendons et recherchons dans les notions de connectivité, intelligence et scénario systémique présents dans la fonction Neuro-prothétique. L'ouvrage *Handbook of Neuroprosthetic Methods* présente explicitement un ensemble d'organes reliés et connectés par des signaux d'entrée et sortie d'informations qui permet un fonctionnement vivant d'un ensemble aussi complexe que le corps humain. L'étude urbaine pourrait en tirer profit, car pour une bonne ou une mauvaise raison, les activités des villes naissent, fleurissent, évoluent pour atteindre leur apogée, puis meurent. Un processus qui permet de faire place à de nouvelles activités similaires ou différentes qui émergent de manière symbiotique[25] ou non avec des besoins différents exigeant parfois que l'espace physique soit transformé ou mis à jour pour répondre aux besoins technologiques ou socio-culturels du moment. Nous assistons dans nos villes à des étapes de transformation constantes, spatiales, physiques, géographiques et environnementales qui affectent directement l'utilisat-eur (rice) de la ville ainsi que son utilisation quotidienne de l'espace contextuel urbain ; ceci peut parfois résulter par l'émergence de nouvelles formes et fonctions qui font surface sans toutefois compromettre ni entraver le dynamisme urbain : _ la ville peut-elle dans ce travail d'approche Neuro-prothétique calquer le comportement global actif/réactif du système nerveux de sorte que l'ensemble des composants fonctionnent comme décrit par Warren E. Finn et Peter G. LoPresti ?
C'est la question essentielle de ce travail dont le développement permet de décrypter et clarifier cette approche de neuroprothèse appliquée à la ville « *Neuro-prothétique* ».

Définition :
La Ville Neuro-prothétique: est une ville dont la constitution physique et spatiale se transforme en un dispositif prothétique équipé de capteurs ; agissant tel un fluide intelligent qui permet à l'ensemble urbain de se séparer complètement de sa notion précédente de bâti **figé** et **inerte** pour faire place à une réalité fluide augmentée par des grandes volumes de données [BIG DATA] captées via des dispositifs sensoriels avant d'être analysées, filtrées et transmises vers les différents réseaux du système complexe urbain ; processus qui permet de créer un ensemble urbain réactif et sensible à son environnement socio-culturel et temporel.

[25] Symbiotique : Association ou relation marquée par une union très étroite et très harmonieuse de deux ou plusieurs organismes différents, mutuellement bénéfique, voire indispensable à leur survie.

La ville Neuro-prothétique en quelque sorte est ici conçue comme un écosystème complexe pensé et guidé par l'humain et qui :

- Utilise les réseaux existants pour communiquer dans un système donné au sein de l'écosystème de la ville.
- Combine l'intelligence humaine et artificielle pour traiter et comprendre les données produites et codées dans le réseau de communication.
- Rend le bâti réactif et comportemental à un environnement intérieur et extérieur.
- Transforme l'architecture en hôte [structure réceptrice] perméable qui facilite les transmissions et les signaux dans un ensemble urbain.
- Structure un lien de connectivité comme dans un milieu naturel, tel un système fonctionnel dont le mauvais fonctionnement d'un composant aussi minime soit-il, entraine le dysfonctionnement du système entier ; par cette organisation structurelle, les sous-systèmes ; *infrastructure, systèmes de communication, systèmes socio-économiques, ensemble écologique*, ne peuvent être traités de façons isolées.

Hypothèse et objectif : l'hypothèse est de développer une approche urbaine qui combine les théories et pratiques des villes intelligentes avec un certain nombre de nouveaux outils numériques de conception urbaine qui s'inspirent et tirent parti d'une conception « Neuro-prothétique » de la ville à travers l'élaboration d'une approche fondée sur la méta-modélisation[26] et cartographie [mapping] entre l'existant (figé) et la neuroprothèse (dynamique) et par l'aide des méga systèmes et réseaux actuels d'information dans lesquels :

- Les données cartographiques (a) ne sont plus produites de manière inerte « *frozen data* » mais plutôt générées à partir de ressources réelles/éparses telles que les systèmes d'information institutionnels, le Web, les banques de données, les systèmes embarqués, SIG, données textuelles, Excel qui à cause de la multitude de sources et fichiers, cours le risque de poser un problème majeur de gestion de milliers de données éparpillées ; on ferait alors appel à l'*urbanisation du SI*[27].

[26] **Un métamodèle** ou modèle de substitution est un modèle de modèle et le métamodèle est le processus de génération de tels métamodèles. Ainsi, le métamodèle ou méta modélisation est l'analyse, la construction et le développement des cadres, règles, contraintes, modèles et théories applicables et utiles pour la modélisation d'une classe de problèmes prédéfinie.

[27] La démarche d'**urbanisation du SI** (*Système d'Information*) consiste dans un premier temps à étudier les différents secteurs fonctionnels d'une entreprise (production, administration, ventes, etc.), afin d'être en mesure d'en réaliser une cartographie, puis d'étudier de la même manière son système d'information. Le terme « urbanisation » est utilisé par analogie avec les travaux d'architecture et d'urbanisme dans une ville en comparant une entreprise avec une ville et ses différents quartiers, zones et blocs. https://www.commentcamarche.net/contents/1085-urbanisation-du-si-systeme-d-information visité le 18 Aout 2019.

- La conception urbaine du futur (b) engage l'interactivité de l'utilisateur(rice) avec le bâti, facilitant l'entrejeu entre l'Homme, le bâti et une réaction avec son environnement socio-culturel, politique, économique et environnemental.

La démarche est de créer une symbiose entre (a) (b) pour tester l'efficacité de la maquette procédurale d'une ville à caractère « Neuro-prothétique ». Cette démarche se veut donc du type « projet d'expérimentation ».

Ce projet de recherche s'insère dans le cadre de la réponse à un appel à projet lancé par la ville de Savannah pour une réévaluation et l'aménagement de la zone nord-ouest du centre-ville divisée par l'autoroute I-16. Un appel à projet lancé depuis 2010 et dont la première proposition [approche analytique] présentée en 2012 a été rejetée par la ville. Une deuxième proposition [approche hybride majoritairement analytique] [http://reclaimingoldwestbroad.org/][28] est aujourd'hui en cours. Ce travail se développe donc en parallèle avec la seconde proposition sur le site actuel de l'autoroute I-16.

Si, ce travail n'a pas pour but principal de répondre spécifiquement à cet appel à projet, il représente tout au moins un élément valide qui permettra de tester les méthodes utilisées ; analytique, systémique ou hybride. Son développement parallèle au projet actuel en cours sert de référentiel pouvant servir de comparaison pour tester l'efficacité et/ou la crédibilité de l'approche urbaine de type neuro-prothétique qu'offre la maquette procédurale.

[28] Visité régulièrement pendant la durée de la thèse. Dernière visite le 4 Mai 2019.

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

CHAPITRE I : CONTEXTE, ORIGINE ET MOTIVATIONS

1.1 Le contexte :

Un « *flashback* » sur les siècles précédents témoigne des progrès technologiques extraordinaires accomplis. Pourtant l'urbain continue à être un sujet complexe à cerner dont les maux semblent s'amplifier proportionnellement aux avancées technologiques. Les propos de Socrates semblent encore d'actualité quand il dit : « La forme de sagesse la plus grande et la plus admirable est de loin celle qui est nécessaire pour planifier et embellir les villes et les communautés humaines. »

— La grande question aujourd'hui est celle de savoir si la place de la technologie (créée par l'homme) est d'augmenter la capacité intellectuelle de ce dernier tout en lui laissant son rôle de décideur (approche Neuro-prothétique), ou alors devrait-elle (la technologie) « performer » de manière autonome et au-dessus de l'intelligence humaine rendant ainsi son créateur inapte et incapable de piloter ? Mark Kennedy affirme à cet effet que : *« Toutes les plus grandes inventions technologiques créées par l'homme - l'avion, l'automobile, l'ordinateur - en disent peu sur son intelligence, mais en disent long sur sa paresse »*[29]. On est face à une affirmation effrayante accentuée par Aldous Huxley [30]qui ajoute ; « Les progrès technologiques nous ont simplement fourni des moyens plus efficaces de revenir en arrière ». Ces propos vont contre ceux de Jack Dangermond [CEO de ESRI[31]] qui dit: *« les Cartes se sont avérées très utiles tout au long de notre histoire, mais les cartes traditionnelles ont limité notre capacité à gérer et concevoir dans une approche holistique, de manière globale. La technologie **SIG** nous donne un nouveau contexte puissant pour étendre nos méthodes traditionnelles d'abstraire la géographie d'une nouvelle toile qui comprend tout ce qui se trouve en dessous, au-dessus, et autour de la ville, y compris ce qui existe bâtiments à l'intérieur et à l'extérieur, ainsi que la façon dont les choses se relient à la ville et comment toutes ces choses changent dans le temps* [32]». Jack Dangermond décrie ici la technologie comme une nécessité et un support qui vient booster l'intelligence humaine.

Ces propos mettent la lumière sur une réalité indéniable et des opportunités manquées d'utilisation efficace de la technologie que ce travail espère bien exploiter. Mark Kennedy et Aldous Huxley n'ont pas tort dans leurs propos, ils expriment les dangers et risques de cette invention si utile mais à double tranchant, alors que Jack Dangermond positionne la technique comme un catalyseur qui aide à inciter l'intelligence humaine à innover et progresser. Ces affirmations de Mark Kennedy, Aldous Huxley et Jack Dangermond sont des points importants à développer et élucider dans ce travail.

---

[29] Mark Kennedy : auteur américain, homme politique : né le 11 avril 1957.

[30] *Aldous Leonard Huxley*: (26 July 1894 – 22 Novembre 1963) était un auteur britannique, surtout connu pour son roman *Brave New World.*

[31] ESRI: **E**nvironmental **S**ystems **R**esearch **I**nstitute

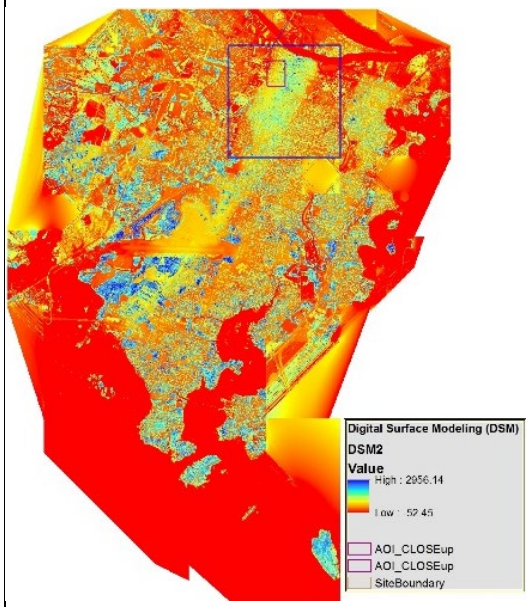
[32] *Jack Dangermond*, fondateur et président d'Esri, à la conférence clients 2012 sur l'entreprise. https://www.esri.com/about/newsroom/insider/gis-and-the-city-2-0/ Courtesy of Esri . Visité le 8 Août 2018.

Pourtant, les bonnes idées ne manquent pas à ce sujet ; on note de plus en plus les conférences et colloques sur le sujet de la résilience et des villes intelligentes. Très récemment en Europe (2015), la conférence Geo-BIM[33] a vu le jour dans le but de rassembler le maximum de disciplines et de professionnels pour essayer de comprendre, tester des approches sous forme de collaborations et échanges entre disciplines. Aux USA, des initiatives similaires voient le jour avec les grands des jeux vidéo (voir chapitre 8) qui de plus en plus sollicitent la collaboration d'urbanistes et architectes pour développer les scènes plus réalistes pour les jeux vidéo de manière à capturer l'environnement, le contexte culturel et social qui influencent les motifs d'utilisation spatiale du citadin [mouvements répétitifs au quotidien et dans le temps]. Le présent travail cherche à développer une méthodologie de conception urbaine de maquette procédurale qui croise le naturel [humain et environnement] et le digital [une poignée d'applications et d'outils numériques urbains] qui semblent avoir aujourd'hui atteint une maturité permettant d'envisager de développer une approche de type Neuro-prothétique.

1.2 Le terrain d'étude : Savannah :

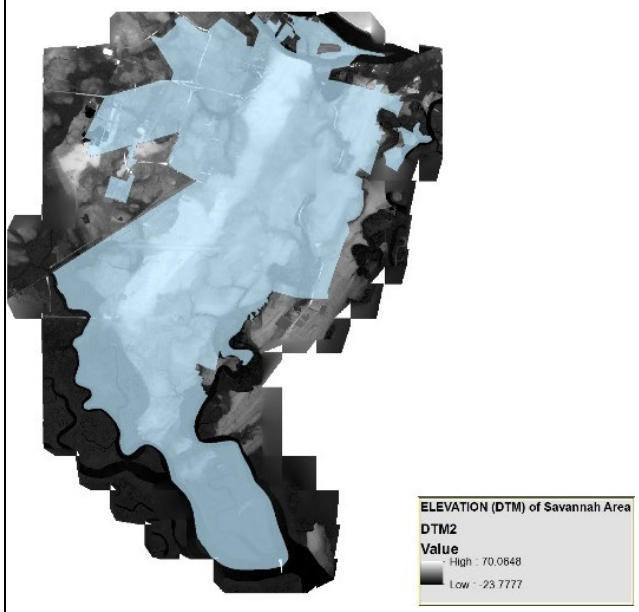
Une conception urbaine future réussie est basée sur une variété de facteurs, y compris la population, l'emploi, les densités, l'utilisation des terres/parcelles à usage mixte (zonage) et leur densification, et la présence d'une variété de choix de mobilité que ce soit à pied, à vélo, en transport en commun en contraste au véhicule personnel. Les données illustrant ces caractéristiques, les informations générales sur la mobilité ainsi que la concentration des populations et des commerces dans la ville ont été collectées par la ville de Savannah et travaillés par l'auteur de ce travail (voir illustrations ci-dessous).

[33] *GEOBIM* est une plate-forme exclusive en Europe dans laquelle des dialogues sont initiés au sein de la communauté BIM (Building Information Modeling) géospatiale pour l'utilisation de solutions intégrées, telles que les technologies spatiales et BIM, complétées par les technologies numériques (IdO, Cloud, AR / VR), etc. , pour modéliser intelligemment des projets de construction. https://geo-bim.org/europe/overview.html Visite le 5 Mai 2017.



DSM : **D**igital **S**urface **M**odeling

Figure I-1 : La représentation de la modélisation de tout objets contenus sur la surface de capture.



DTM : **D**igital **T**errain **M**odeling

Figure I-2: La représentation de la surface topographique montrant les hauteurs et pentes avec une grande précision.

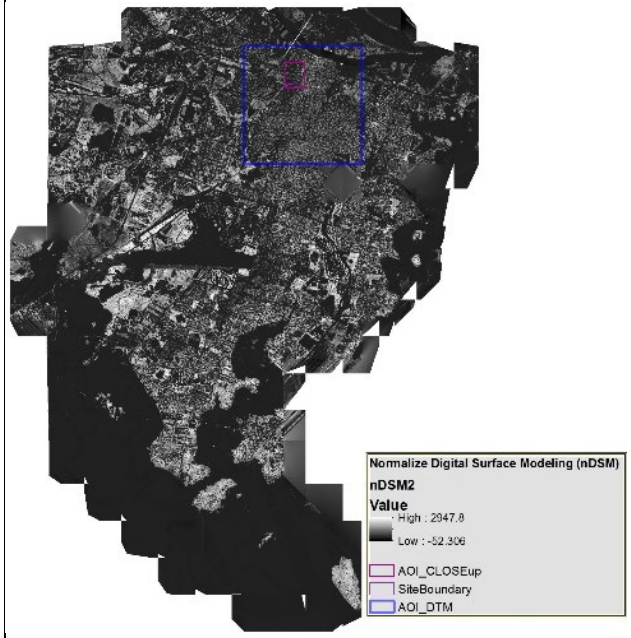


Figure I-3 : La représentation de la combinaison des deux représentations précédentes.

Il est important de remarquer que les illustrations ci-dessus transcrivent toutes des caractéristiques d'environnements qui régissent les habitudes et comportements humains dans la mesure où elles sont des représentations physiques de l'environnement dans lequel se déroule le quotidien du citadin. Il est difficile, voire très rare pourtant de trouver des cartes consacrées exclusivement à la caractéristique de la mobilité et à l'utilisation de l'espace par l'utilisateur [acteur principal], car, si les villes sont construites autour du bienêtre et des besoins de l'utilisateur, ne devrait-on pas pouvoir étudier et analyser ces besoins du citadin de manière à mieux le servir ? Jane Jacobs l'exprime bien quand elle dit : « *les gens font les villes, et c'est à eux, et non à des bâtiments, que nous devons*

nous conformer avec nos plans[34]. » Les cartographies courantes semblent toutes omettre la prise en compte d'activités humaines dans l'espace-temps. Jane Jacob, parlait déjà de ce problème il y a des décennies. Aujourd'hui, on ne peut pas dire que l'on ait beaucoup évolué. Pourtant, une étude des mouvements humains ainsi que des habitudes journalières des citadins dans l'espace et le temps a depuis bien longtemps fait l'objet des nombreuses recherches dans le domaine des sciences sociales. Torsten Hägerstrand (1970), en collaboration avec un groupe de géographes suédois a développé une des premières cartes spatio-temporelles d'analyse de la mobilité et des comportements humains allant des promenades quotidiennes, aux tâches journalières de famille, professionnelles ou de loisirs. Un travail qui représentait des séquences temporelles continues des activités et intérêts de l'utilisateur de la ville sur une durée de 24 heures. Ce travail d'analyse de Torsten Hägerstrand a permis de développer *l'aquarium spatio-temporel* **3D** et la trajectoire espace-temps (**2D**) ; deux composantes qui s'avèrent essentielles et que ce travail essayera d'étudier.

1.3 Origine et motivations du sujet :

Les raisons sont multiples ;

1.3.1 Origine :

- Les inconforts liés à la conception urbaine actuelle basée sur l'utilisation d'applications et approches inadéquats.
- De nombreuses recherches ont été menées avec un nombre de nouveaux outils numériques de conception urbaine disponibles tels que QGIS[35] [Open Source], ArcMap, Arc GIS Pro, Arc GIS Online, City Engine[36]. Cependant, à notre connaissance, aucune étude n'a porté sur la façon dont ces outils pourraient être intégrés de manière synchrone dans les disciplines architecturale et urbaine ; par conséquent, il est encore difficile à ce jour de comprendre comment la nouvelle génération d'architectes et d'urbanistes aura les compétences et la formation requise leur permettant d'approcher la ville du futur de manière globale et adéquate.

Cette recherche se veut d'être classée dans la catégorie de « ***test démonstratif*** »[37] qui explore des applications assez récentes pouvant permettre de valider la nécessité du concept de neuroprothèse architecturale**.** Le test ici utilise une plateforme transdisciplinaire qui permet un échange transversal entre applications à usages divers et appartenant à une multitude de professions ou domaines. L'espoir est de générer une architecture urbaine plus intelligente dotée de fonctions interconnectées,

[34] Jane Jacobs, (1961). Death and Life of Great American Cities. New York: Random House.
[35] https://qgis.org/en/site/ visite le 18 Aout 2019.
[36] https://www.esri.com/en-us/home visite le 18 Aout 2019.
[37] Ce langage se veut prudent, car même si nous sommes convaincues que la discipline architecturale urbaine nécessite une certaine ouverture transdisciplinaire et une interopérabilité, on n'est pas certain que l'approche neuro prosthétique propose tout ce qu'il faut pour résoudre cette difficulté.

interactives, réactives et comportementales qui, par son inventivité pourra permettre d'ouvrir de nouveaux horizons et un nouveau langage d'architecture urbaine qui osera provoquer et peut-être faciliter une rupture avec les « styles » dogmatiques[38] encore utilisés dans la profession et l'éducation de l'architecte aujourd'hui.

1.3.2 Les motivations :

Selon les prévisions[39], la ville de Savannah, Géorgie (USA) se trouve devant le défi d'une augmentation de population sans précèdents d'ici l'année 2035. Aujourd'hui l'augmentation est de 8% et cela depuis le dernier recensement en 2010. Les données démographiques suggèrent que cette augmentation brusque de population citadine s'explique d'une part par les tendances globales et prévisions d'une croissance inévitable de la population urbaine [75% en 2050] ; et plus précisément du fait que les familles emménagent en grand nombre en ville pour avoir un accès aux différentes aires, structures et équipements offerts par la ville. C'est probablement pour faire face à ce flux important que la ville a décidé de lancer un appel d'offres pour le site de l'autoroute I-16.

1.3.3 Quelques faits :

a) **Par rapport à la discipline architecturale :** En 2004, l'*American Institute of constructors* estimait que 57% de l'argent dépensé pour la construction est sans valeur-ajoutée— (n'ajoute aucune valeur) -Ce qui se traduit comme un gâchis[40] (grosse perte). Avec un marché de la construction américaine estimé à $ 1,288 trillion en 2008, à 57% de gâchis/perte, plus de 600 milliards de dollars par an sont gaspillés. Il est alarmant de constater qu'il n'y a pas eu de gain de productivité dans l'industrie de la construction pendant 40 ans (1964-2003) comme le montre le graphe de Paul Teicholz. Selon lui, il y a eu au contraire un déclin drastique en comparaison avec d'autres industries non-agricoles qui ont augmenté de plus de 200% en productivité. Si on perd dans la productivité, cela peut vouloir dire une dépense en capacités humaines en plus d'un excès d'utilisation des ressources qui indéniablement affecte l'environnement. Sans être directement la focale de ce travail, les conséquences de ce manque de performance et de pertes matérielles contribuent aux abus environnementaux que ce travail essaye de résoudre.

[38] Style Dogmatique réfère ici de la rigidité et la procédure linéaire (Site Analysais-Pre-Design-Design Développent-Construction Document) encore suivie dans les projets d'architecture/urbains et enseignée dans les universités.
[39] http://worldpopulationreview.com/us-cities/savannah-population/. Visité le 12 Février 2018.
[40] Eastman et al, BIM Handbook, 2009, John Wiley and Sons

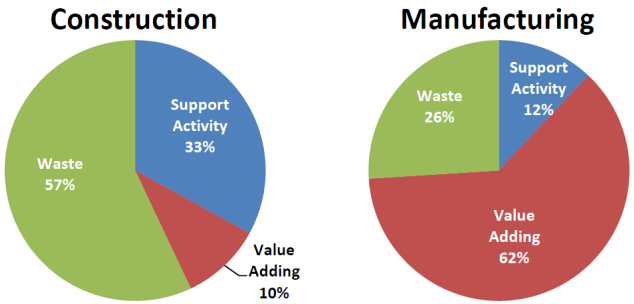


Figure I-4 : visuels de comparaison. Source : *American Institute of constructors*.

De telles réalités justifient en partie la motivation de ce travail. Car si aujourd'hui l'arrivée du **BIM**[41] *(Building information Modeling*) par Autodesk/ArchiCAD en 2003[42] dans l'industrie semble être un succès reconnu, selon le rapport semestriel de l'**AIA**[43] « *The Business of Architecture 2016* », 96% des grandes entreprises, 72% des entreprises de taille moyenne et 28% des petites entreprises utilisent un ou plusieurs logiciels BIM. Il reste que, aussi efficace soit le BIM dans le domaine de l'architecture et l'ingénierie, l'application expose de grandes faiblesses du point de vue de l'environnement, de la géographie et de l'interopérabilité avec d'autres domaines intrinsèquement liés au développement sain et durable des villes. Le BIM représente en quelque sorte une révolution dans l'industrie du bâtiment grâce à ses atouts uniques à savoir : la sémantisation des composants, la collaboration, la création et la construction d'une méthodologie et aussi la technologie intégrée. Ceci est certes en contraste avec les 40 années précédentes. Pourtant, la connectivité et interopérabilité avec l'environnement et la géographie est encore en question.

[41]BIM is … *a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle from inception onward.* ***United States National BIM Standard V1, P1 Jan 2008.***
[42] Autodesk (2003). Building Information Modeling. San Rafael, CA, Autodesk, Inc. visité le 12 Février 2018.
[43] **A**merican **I**nstitute of **A**rchitects [AIA].

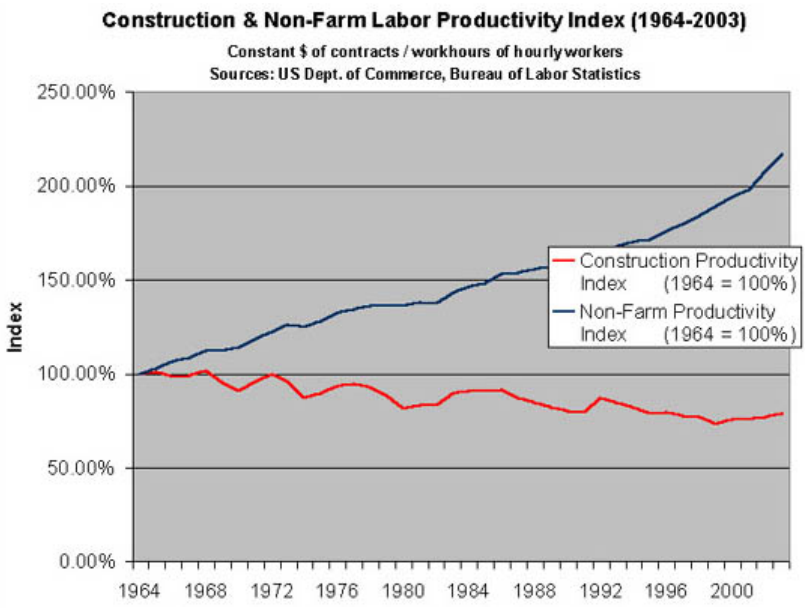


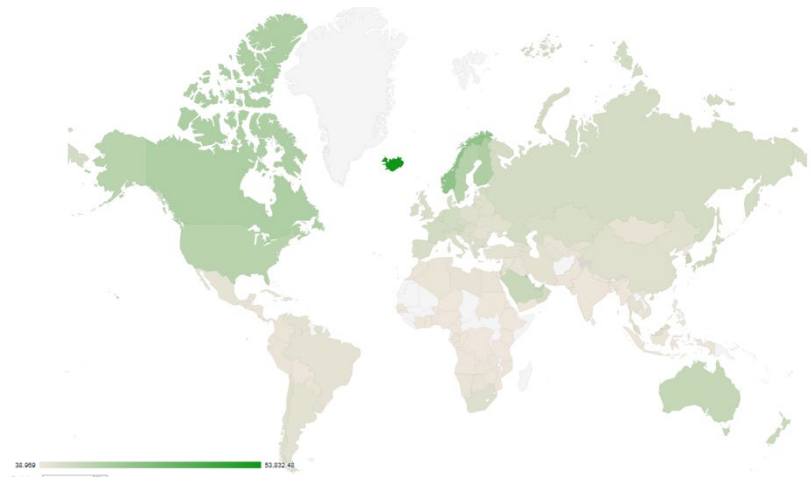
Figure I-5 : Teicholz Construction Productivity Index Graph. Indexes of labor productivity rom construction and non-farm industries, 1964 - 2004[44].

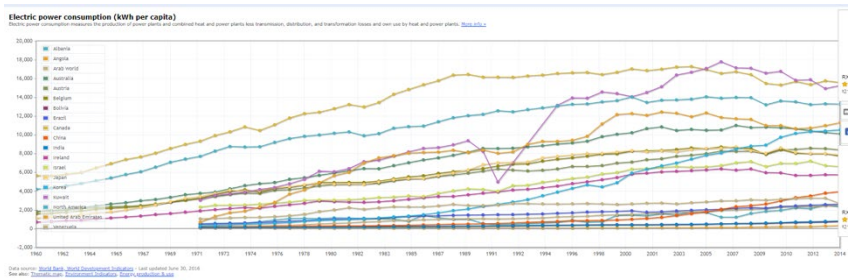
Cette image montre qu'il n'y a eu aucun gain de productivité dans l'industrie de la construction.

b) **Par rapport à la performance énergique :** Le National Science and Technology Council (NSTC) aux États-Unis estime que les bâtiments commerciaux et résidentiels consomment un tiers de l'énergie du monde ; en Amérique du Nord, par exemple 40% de la production d'électricité, 12% de la consommation d'eau, et 60% des déchets non industriels. Si l'on s'en tient aux prévisions d'augmentation de population future, ceci pourrait confirmer une augmentation des tendances de consommation d'énergie à travers le monde ; cela signifie que les bâtiments deviendront les plus grands consommateurs d'énergie mondiale en 2030, plus que les secteurs du transport et industriels combinés. Les conséquences seraient une grande perte *(jusqu'à la moitié de l'électricité et de l'eau qu'ils utilisent)*, en vue des menaces environnementales dont on fait face aujourd'hui, le résultat semble catastrophique. D'où la justification de ce travail de recherche.

[44] Paul Teicholz, 2004, "Labor Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies." AEC Bytes, April 14, 2004

Figure I-6 : [45]





A gauche, une carte montrant la consommation mondiale de l'Energie, à droite, un graphe représentant les valeurs comparatives par pays et en Kilo Watt.

[45] **Source :** IEA Statistics © OECD/IEA 2014 (http://www.iea.org/stats/index.asp), source : https://www.iea.org/t&c/termsandconditions/. Visité le 22 Mai 2019.

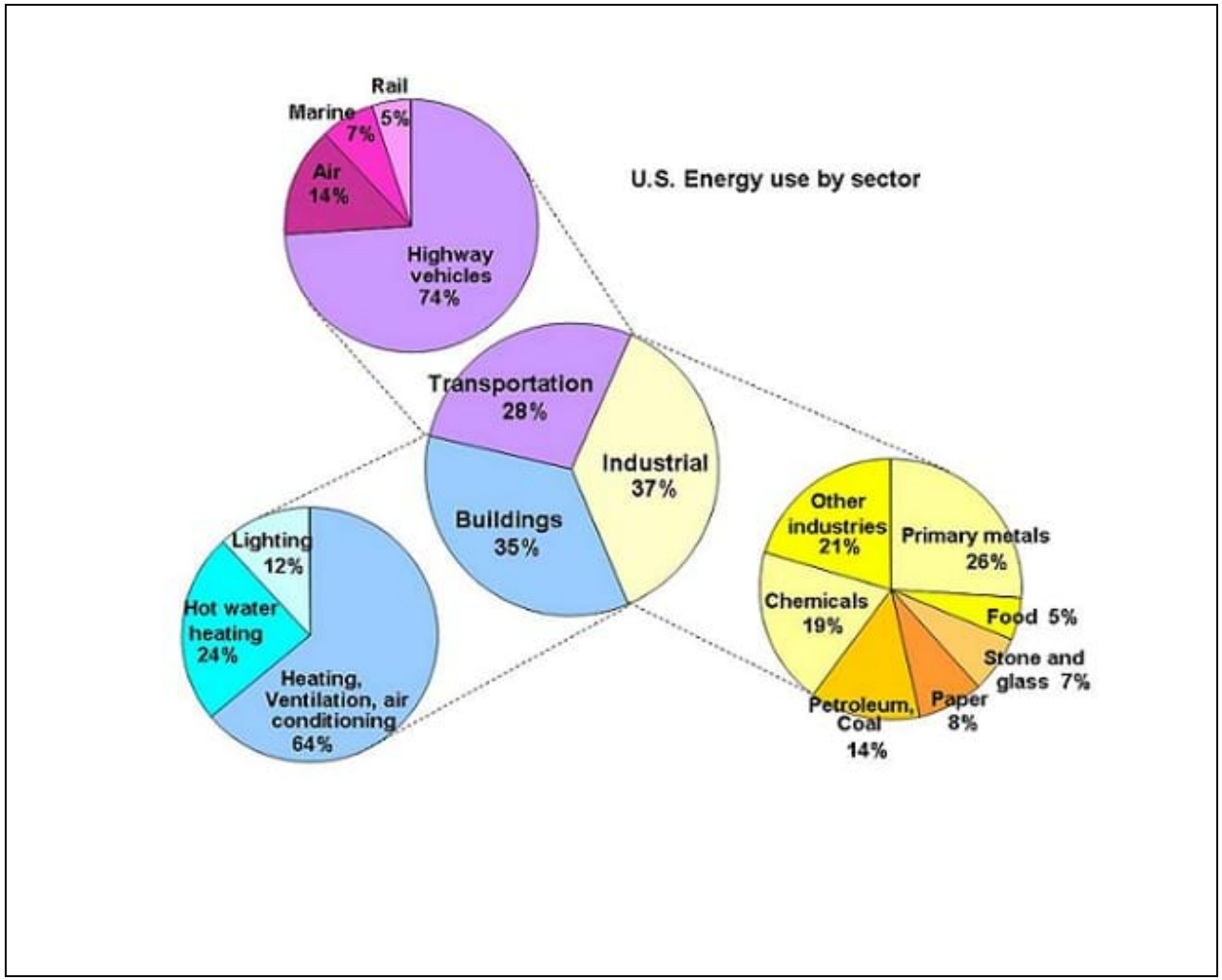


Figure I-7 : Relative energy use by sector (data from US DOE EIA)

(*Energie relative utilisée par secteur).*

Ce travail se propose d'essayer de créer un rapprochement entre la discipline architecturale urbaine et un éventail d'autres disciplines par le biais de technologies pour une majorité récentes, de manière à prôner l***'interopérabilité*** [46] des logiciels de tel sorte que les échanges de données soient fluides et efficaces entre diverses applications pour créer un ensemble intègre et robuste pouvant limiter les erreurs de transfert (fichiers incompatibles) d'une application à l'autre et sur une plateforme d'échange et de croisements transdisciplinaire.

Si l'approche de la ville Neuro-prothétique reste à tester et ne suffirait peut-être pas pour gérer tous les problèmes de la ville, elle apparait tout au moins comme une alternative qui viendrait secourir et soulager les maux de la ville qui semblent croître de manière exponentielle avec la taille de la ville et sa population croissante comme soutenu par l'ONU dans le paragraphe suivant :

> *« Dans certains contextes, la pauvreté urbaine devient une proportion croissante de la pauvreté globale. La proportion de ménages vivant en dessous du seuil de pauvreté national tend toujours à être légèrement inférieure dans les zones urbaines que dans les zones rurales, mais une part substantielle de la pauvreté totale dans de nombreux pays d'Afrique et d'Asie maintenant urbain (plus de 20%) (Amis, 2002). Cela devrait augmenter. Une proportion égale (15%) d'autant la population urbaine que la population rurale en Inde sont piégées dans une pauvreté chronique (Mehta, 2001, dans Amis, 2002). Plus de la moitié de la population urbaine se situe en dessous du seuil de pauvreté dans de nombreux pays.* ***1_*** *avec près de la moitié dans beaucoup d'autres pays_**2**. Il en irait de même dans beaucoup d'autres si leurs seuils de pauvreté tenaient compte des coûts réels des nécessités non alimentaires en milieu urbain (UNFPA, 2007). En Afrique subsaharienne et en Asie, 72% et 58% de la population urbaine, respectivement, vivaient dans des bidonvilles en 2001 (ONU-HABITAT, 2003b) ».*[47]

1.4 Bref aperçu des techniques SIG utilisées dans l'approche de ville Neuro-prothétique :

Compte tenu des faits ci-dessus évoqués, le processus de création d'une ville de type Neuro-prothétique se fera sur un support SIG par une étude préalable géographique, sociologique, culturelle et géologique approfondie en forme d'analyse spatiale d'adéquation/pertinence. Michael D. Murphy le décrit comme suit : « **…** *dans un contexte SIG [**S**ystème d'**I**nformation **G**éographique] un processus basé sur le SIG, ou géographique utilisé pour déterminer la pertinence d'une zone donnée pour une utilisation particulière. Le principe de base de l'analyse SIG d'aptitude est que chaque aspect du paysage a des caractéristiques intrinsèques qui sont dans une certaine mesure soit adaptées ou inadaptées aux activités prévues. L'aptitude est déterminée par le*

[46] Capacité de matériels, de logiciels ou de protocoles différents à fonctionner ensemble et à partager des informations. *Dictionnaire Larousse.*
[47]Spatial inequality and urban poverty traps. ODI -working paper 326. Page 2. https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/5502.pdf visité le 25 Avril 2019.

biais systématique, d'une analyse multifactorielle des différents aspects du terrain. » [48] Ceci est plus détaillé par James A. LaGro lorsqu'il écrit : « *Les entrées de la maquette comprennent une variété de facteurs physiques, culturels et économiques. Les résultats sont souvent affichés sur une carte qui est utilisée pour mettre en évidence les zones de haute à basse convenance ».*[49]

ESRI[50] décrit cela en insistant sur le fait qu'« *Une maquette d'aptitude SIG répond généralement à la question_--* ***Où est le meilleur endroit****? Cela consiste à trouver le meilleur emplacement pour une nouvelle route ou une ligne de conduite, un nouveau développement de logements, ou un magasin de vente de produits. Par exemple : un promoteur commercial qui construit un nouveau magasin de vente pourrait prendre en considération la distance aux autoroutes principales et les magasins des concurrents, puis combiner les résultats avec l'utilisation des sols [zonage], la densité de la population, et les données de dépenses des consommateurs pour se prononcer sur le meilleur emplacement pour ce magasin ».*[51]

Si l'on s'appuie sur les points mentionnés précédemment, l'attente qu'on aurait d'une approche de ville Neuro-prothétique serait de générer une architecture urbaine intelligente dotée de fonctions interconnectées, interactives, réactives et comportementales par une capacité d'inventivité et expertise de l'architecte/urbaniste ; ce qui exigerait que les dits experts aient une formation adéquate avancée leur permettant de maitriser, comprendre et mieux gérer cette complexité multi-application/transdisciplinaire. Pourtant, et compte tenu de l'état de la formation actuelle, une telle expertise SIG n'est pas à l'ordre du jour dans le cursus des formations en architecture. On se retrouve donc devant la question de savoir si l'approche de ville Neuro-prothétique s'avérerait efficace dans une telle situation ? Pourrait-elle être intégrer sans difficulté dans le cursus architectural et urbain ou alors nécessiterait-elle d'être gérée en collaboration avec des experts hautement qualifiés et formés spécifiquement de manière à maitriser l'outil géospatial ? La réponse à cette question parait importante et le développement de cette recherche permettra entre autres de valider la facilité à utiliser ces applications par des acteurs nouveaux sans expertise ou expérience préalable.

L'approche de ville Neuro-prothétique dans ce travail essayera donc de :

- Coupler l'intelligence humaine avec l'intelligence artificielle des applications de nature SIG pour traiter un système complexe de transfert massif de données ingérables par le cerveau humain.
- Proposer un éventail de solutions [filtré par l'expert] qui prennent en compte les attributs existants et leur évolution sur le temps et dans l'espace.

[48] Michael D. Murphy (2005) *Landscape Architectural Theory*, 2005, Waveland Press INC. 265 pages.
[49] James A. LaGro 2001, *Site Analysis,* John Wiley & Sons, 248 pages.
[50] **E**nvironmental **S**ystems **R**esearch **I**nstitute.
[51] http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/spatialanalystbro.pdf Visité le 12 Avril 2018.

- Evaluer les résultats pour permettre aux professionnels de prendre des décisions plus aptes et appropriées par rapport aux nécessités géographiques du projet.
- Créer une plateforme interactive et réactive ainsi qu'un catalogue digital de données constamment mises à jour et formant une base solide et réutilisable par les professionnels pour de nouveaux projets urbains futurs.
- Créer une maquette procédurale dotée de capteurs et capable d'envoyer et de recevoir des signaux et données qui soient filtrés, analysés, extrapolés et transmis dans les multicouches variées du système urbain.
- Tester la faisabilité des fonctions ci-dessus citées.

1.4.1 Importance de l'interopérabilité entre applications dans le secteur urbain et architectural.

Dans la discipline architecturale et urbaine, une série de logiciels sont utilisés parmi lesquels certains semblent être reconnus par les professionnels comme normes et utilisés par la grande majorité ; ce sont : AutoCAD, ArchiCAD, AutoCAD, REVIT- (BIM), 3Ds Max, SketchUp, Rhino/Grasshorpper.

Une diversité d'applications qui dans la logique constructive évolutive devrait être un atout ; mais dans ce cas, cela représente un challenge qui cause des pertes matérielles, de temps ainsi qu'une utilisation élevée de la capacité humaine. La grande variété et les spécificités de chacune de ces applications constituent un potentiel pour l'ensemble de la profession ; pourtant, les fournisseurs de logiciels semblent plus intéressés par la concurrence basée sur un gain/control maximum et une évolution rapide annuelle de leurs logiciels sans tenir compte de son interopérabilité avec les concurrents, ou même à une collaboration permettant une évolution transversale lente (supérieure) certes, mais holistique et très bénéfique à la profession tout entière. Quand on sait que ces applications évoluent chaque année (apparition de nouvelles versions), on pourrait croire que de tels efforts annuels devraient bénéficier au secteur professionnel et à l'utilisateur plutôt qu'aux fournisseurs. L'innovation en elle-même est souhaitable dans la discipline ; il suffirait de redéfinir et réorienter le développement, mais il est nécessaire que les développeurs et fournisseurs commencent à collaborer pour créer ensemble des applications ayant une grande interopérabilité entre elles, qui sont plus efficaces et utiles pour l'utilisateur. Mais peut-être faudrait-il aussi que l'utilisateur s'impose en tant que client et exige du fournisseur d'inclure ses intérêts dans cette évolution annuelle ?

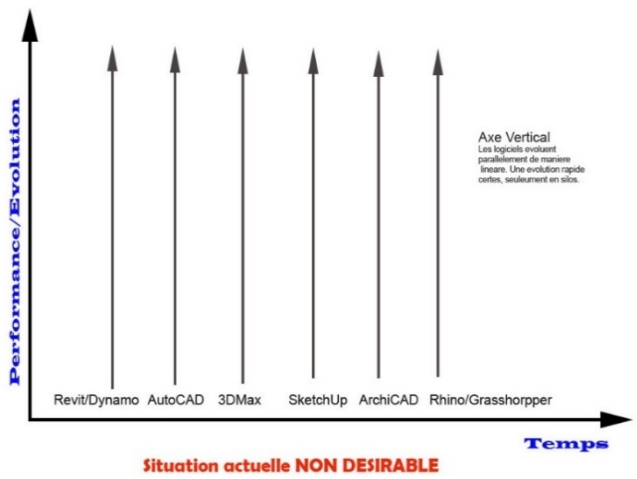


Figure I-8 : source : auteur. Schéma représentant la situation actuelle

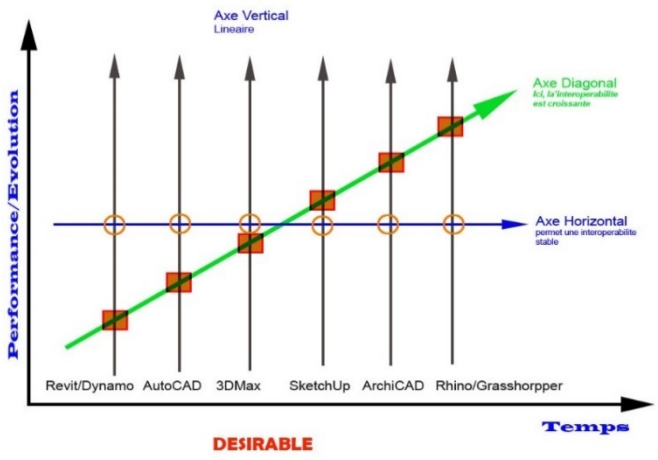


Figure I-9 : source auteur. Schéma représentant la situation Désirable

Cet intérêt singulier du fournisseur semble avoir créé un isolement qui heurte les secteurs et ses disciplines du bâtiment. C'est aussi pour tenter de gérer ce manque que ce travail essaye de tester les moyens d'ouvertures à une plateforme plus large (hors-secteur) tel le SIG qui permettrait peut-être aux créateurs/fournisseurs de continuer à faire évoluer leurs produits tout en considérant son intégration sur une plateforme transdisciplinaire. Un grand challenge qui en vaut bien la peine, car aujourd'hui, les logiciels utilisés en architecture ne s'étendent guère au-delà des limites de la discipline. De plus, les logiciels de la même discipline (*sous un même fabricant*) manquent d'interopérabilité entre eux-mêmes si la logique veut que des applications du même fournisseur soient interopérables ; nous n'en sommes pourtant pas là hélas ! Mais pourquoi ?

Nathan Miller propose ceci:
« Au lieu de créer des variantes sur les outils qui ont navigué dans notre monde actuel de logiciels propriétaires fermés, que se passerait-il si les outils de conception et de construction de bâtiments que nous utilisons aujourd'hui étaient interopérables dès la conception ?[52]*»*

Les propos de Nathan Miller nous renvoient à considérer l'approche systémique. Il existe encore à ce jour un écart énorme qui contraste avec les écrits et théories favorisant une approche systémique urbaine et la rareté d'applications d'une telle méthode. Pourtant, l'idée de la systémique urbaine existe depuis les années 50. Le fait qu'une idée aussi ancienne reste encore non maitrisée dans la profession malgré les avancées technologiques actuelles suscite que l'on s'interroge sur :

- La faisabilité d'une approche urbaine systémique ;
- La nature des compétences requises par les professionnels urbains à maîtriser les nouveaux outils de conception procédurale à capacité systémique. En d'autres termes, peuvent-ils maîtriser les niveaux de compétences requis pour utiliser les nouveaux outils qui leur permettraient de traiter l'urbain de manière systémique ?

La tendance aujourd'hui est le « BIG DATA » et une approche holistique de la conception urbaine. De plus en plus, les scientifiques poussent les urbanistes à penser la ville de manière systémique. Est-ce là un indice qu'une approche globale et systémique à la conception urbaine est si notoire et reconnue que nous sommes tous appelés à l'appliquer ?

Données SIG pou représentation 2D et 3D.

Les images, cartes et résultats d'analyses suivantes sont tous de l'auteur de ce travail.

[52] Nathan Miller, 22 Août 2016, *BIM AND INFORMATION TECHNOLOGY* .. https://www.bdcnetwork.com/blog/wicked-problem-interoperability visité le 6 mai 2019.

Le point LIDAR : la légende montre les différences de hauteurs allant de 70 pieds(haut) à -23 pieds(bas)

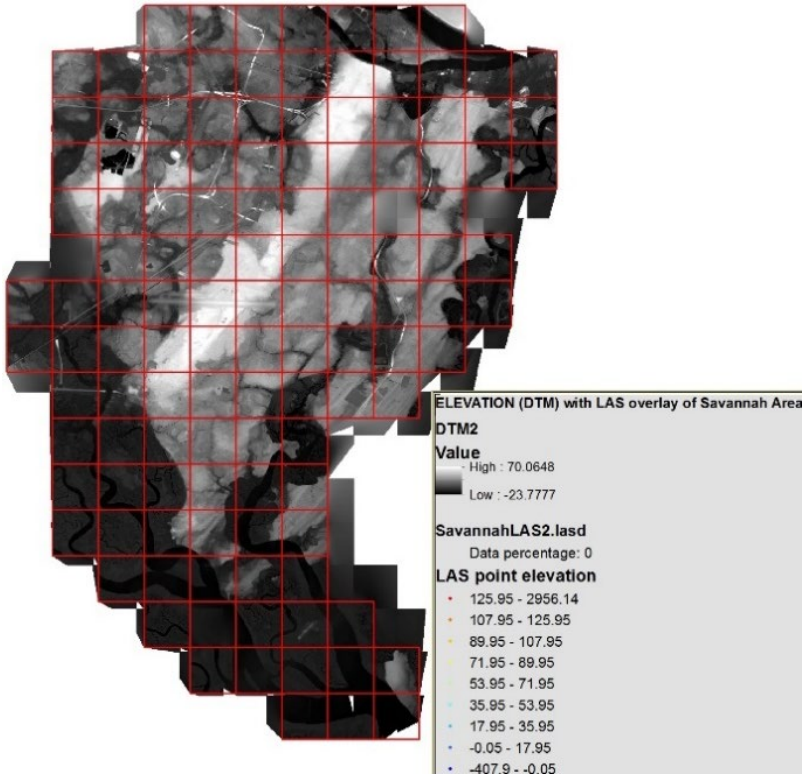


Figure I-10 : LIDAR

Du haut en bas ; 1. ***Topo***, 2. **LIDAR**, 3. **Pente**, DTM[53] [Digital Terrain modeling], 4. **Imagerie.**

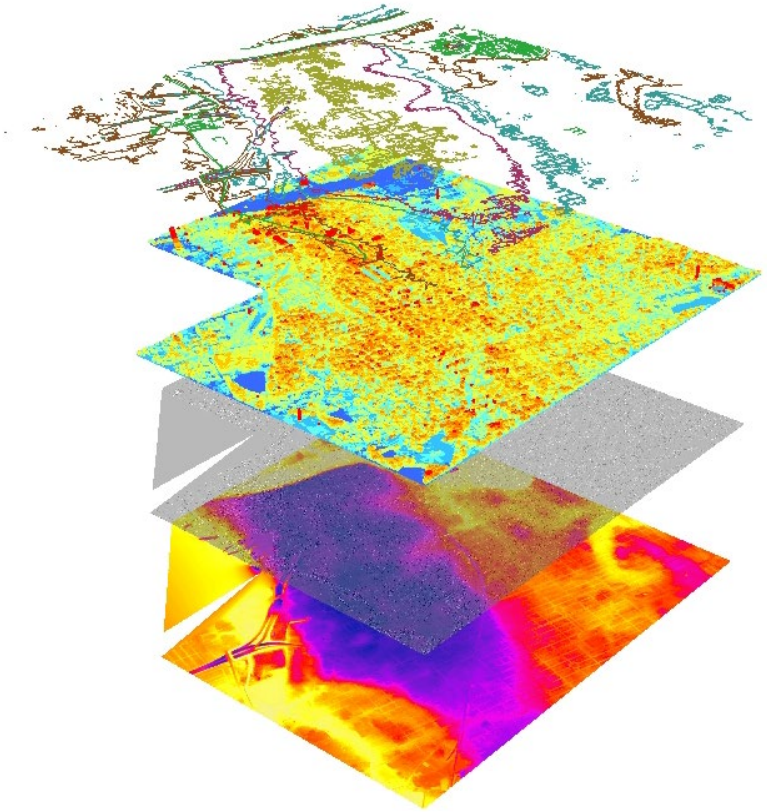


Figure I-11: Calques nécessaire pour début d'analyse

[53] DTM : **M**odélisation **D**igitale de **T**errain (*Digital Terrain Modeling*).

Représentation 3D des différentes zones du compté/ région Chatham County dans lequel se trouve Savannah.

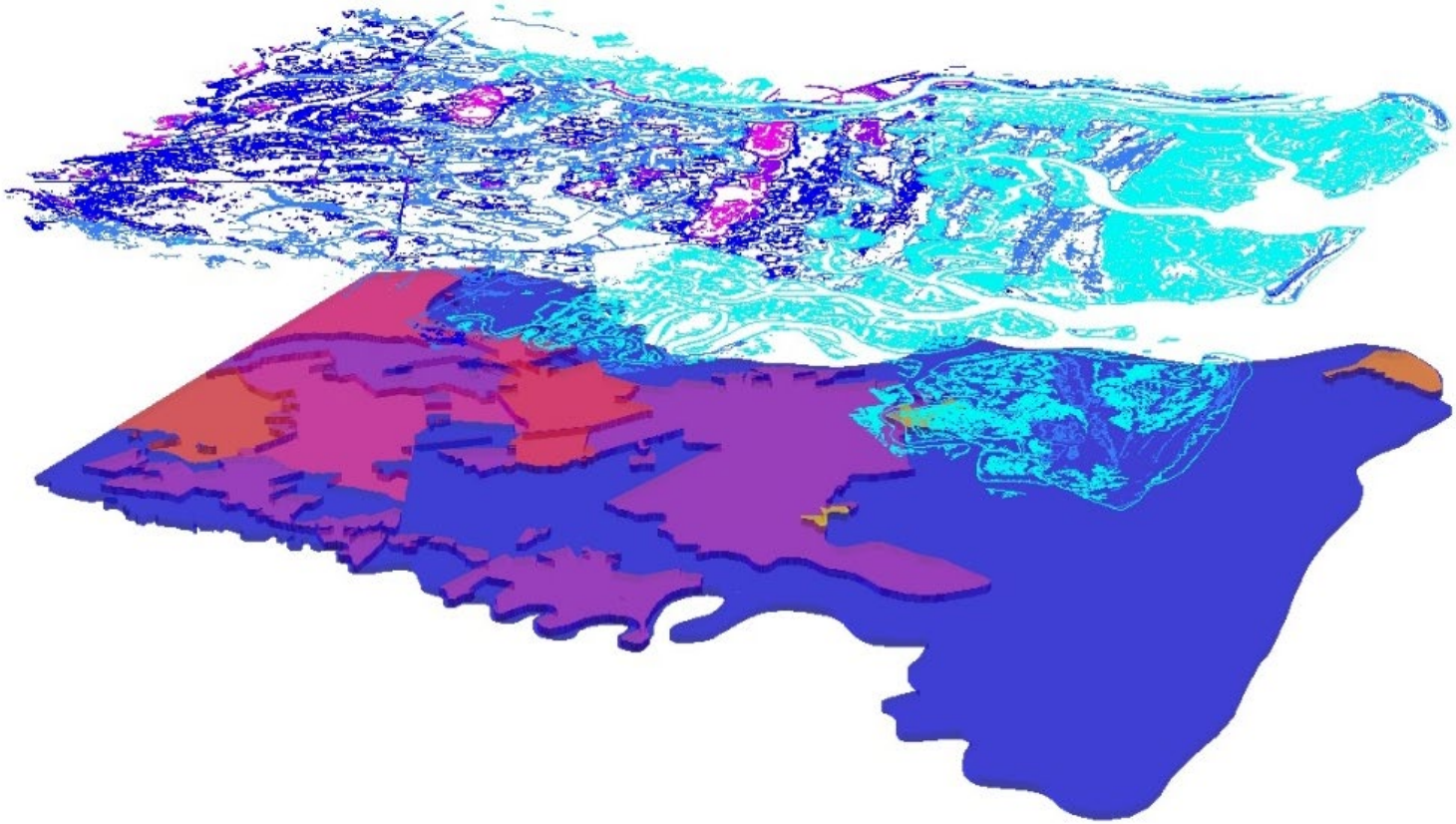


Figure I-12 : Représentation 3D des différentes zones du comté/ région Chatham County dans lequel se trouve Savannah

1.4.2 La conception urbaine actuelle : une méthode majoritairement analytique.

La méthode analytique utilisée jusqu'à ce jour est caractérisée par une séparation systématique des sous-systèmes de la ville et leur analyse de façon isolée du : social, transport, environnement, bâti, etc… Ce modèle linéaire a montré au fil du temps les limites quant à l'aménagement d'un ensemble aussi complexe que la ville. L'utilisation d'une maquette procédurale hybride devient donc de plus en plus attendue dans l'aménagement urbain. Cette attente est liée au fait qu'« une fois les règles procédurales de la maquette définies, elle (la maquette) encapsule les interdépendances complexes réelles existant dans l'espace urbain, [Batty 2007] »[54] et une mise à jour constante des activités et expériences spatiales urbaines grâce à l'utilisation généralisée des nouvelles technologies telles que les dispositifs portatifs. Tout ceci rend le développement d'une approche de ville Neuro-prothétique nécessaire et opportun.

1.4.3 L'approche urbaine analytique ou systémique ?

Comme dans beaucoup de débats, les avis sont partagés ; alors que certains conçoivent l'approche analytique comme pas efficace : *« L'objet ville, jusqu'à tout récemment, était systématiquement abordé par des méthodes très analytiques, caractérisées par le cloisonnement des études à des aspects très particuliers : transport, urbanisme, sociologie urbaine, environnement, etc. Rares étaient les tentatives de croisement de ces différentes approches dans une perspective transversale. Or, face aux insuffisances de la pensée classique et, à l'inverse, au regard des potentialités de la pensée systémique, il semble légitime de chercher à traiter la ville comme un objet complexe susceptible d'être envisagé sous un angle systémique. Dès lors, la question qui se pose est celle de la nature d'une telle approche et de sa mise en œuvre. »* [55].

D'autres comme J. de Rosnay lui accorde un intérêt particulier et complémentaire de l'approche systémique. Il déclare : *« Les approches analytique et systémique sont plus complémentaires qu'opposées. Cependant, elles ne se réduisent pas l'une à l'autre. L'approche analytique vise à réduire un système à ses éléments constitutifs les plus simples, afin de comprendre les types d'interactions qui existent entre elles* »[56]. M. BUNGE : va plus loin quand il déclare : « *Une approche systémique de tout sujet revient à respecter le principe selon lequel chaque objet est soit un système, soit un composant d'un système. La conséquence méthodologique*

[54] BATTY, M. 2007. *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*. MIT Press.

[55] CERTU-D_99-25- pdf. *L'aménagement urbain en France, une approche systémique*. Thierry Vilmin.

[56] DE ROSNAY, J., Le macroscope : vers une vision globale, Paris, Éditions du Seuil, 1975.

est évidente : rien n'est rentable isolément »[57] . Le développement de ce travail ; une approche de ville Neuro-prothétique se voit donc ici justifié, car elle entend rapprocher et faire fusionner les deux approches sur une plateforme globale.

1.4.4 Un grand retard d'intégration technologique dans la profession urbaine et architecturale en comparaison avec d'autres domaines tels ; les sciences ou la médecine.

Peut-on imaginer la médecine moderne sans **Rayons-X** ? La médecine et la technologie semblent aujourd'hui inséparables. Les approches développées dans la médecine et autres disciplines pionnières pourraient inspirer les outils et les pratiques d'architectes et urbanistes. Pourtant, malgré les avancées technologiques et la disponibilité sur le marché d'applications de plus en plus capables de capter, scanner ou collecter des masses importantes d'informations nécessaires à la prise de décision dans les projets urbains, les disciplines urbaines et architecturales demeurent peu perméables quant à leur degré d'intégration des technologies géospatiales et de capteurs. Le SIG semble aujourd'hui incontournable dans le développement urbain durable grâce à sa capacité géospatiale ; pourtant, il ne figure pas dans le registre des applications de la boîte à outils utilisée au quotidien par l'architecte et le développement urbain. Un manque qui cause des difficultés majeures dans la connectivité au réseau transdisciplinaire que cette recherche veut tester.

1.5 L'intérêt de la méthode procédurale dans la conception de la ville du futur.

Les tendances des dernières décennies sont un développement accru d'applications de type global et systémique dans le domaine de la conception urbaine. Une tendance sans doute justifiée par la présence aujourd'hui sur le marché d'applications avec des capacités de gestion et de traitement de données sans précédent. Ceci ne veut pas dire que les progrès technologiques d'aujourd'hui ont apporté la solution absolue pour une planification urbaine sans faille, mais on peut dire avec certitude que la puissance technologique transdisciplinaire ainsi que la gestion et traitement des banques de données [**Big Data**] ont favorisé et ouvert de nouveaux horizons pour une approche urbaine résiliente et plus inclusive où l'approche classique a, par le passé, échoué.

La maquette procédurale développée dans ce travail pourra permettre de tester ces nouvelles pratiques ; l'approche de modélisation procédurale (*maquette de ville utilisant les données spatiales* l*iées aux règles de procédure*) dans ce travail tentera d'utiliser des données en temps réel pour mieux informer la création de solutions de conception sensibles, réactives et non figées. Ces nouveaux

[57]Bunge, M. (1979) 'A systems concept of society: beyond individualism and holism', Theory and Decision, Vol. 10, Nos. 1–4, pp.4–30.

outils d'analyse et de conception urbaine seront testés sur leurs aptitudes à contribuer, à prédire et à résoudre les problèmes des zones urbaines et non urbanisées tels que ceux énoncés ci-dessous :

> « *..plus de 70% de la croissance urbaine mondiale se déroule actuellement en dehors des zones formelles de planification et 30% des populations urbaines dans les pays en voies de développement vivent dans des taudis ou des établissements informels, à savoir ; zones où les terrains vacants appartenant à l'Etat ou aux privés sont occupés illégalement et utilisés comme taudis illégaux* [58]».

Compte tenu des prévisions de croissance exponentielle de la population mondiale citadine dans les prochaines décennies (Lagos au Nigeria par Exemple), on peut craindre que les camps de migrants comme à Calais (France) deviennent la norme et se reproduise dans beaucoup d'autres villes.

1.6 L'étude du sol ; un enjeu urbain et écologique extraordinaire :

L'enjeu des territoires souterrains (sous-sol) dans tout aménagement urbain est d'autant plus important que toute structure en surface en dépend. Il est donc important de comprendre la constitution, la composition et le degré de la pente de sol dans tout projet urbain de manière à détecter des éventuels conflits pouvant surgir avec les différents réseaux et structures déjà existants : voiries, fondations, tunnels de métro etc...

> « … *Au cours des dernières années, le thème des projets urbains souterrains et des réseaux d'infrastructures, ainsi que leur contribution à la durabilité et à la résilience des villes, a été largement abordé. Les grands projets traitent des questions d'interdépendance, de cartographie et de démêlage du réseau d'infrastructure souterrain existant, ce qui constitue non seulement un service, mais également une contrainte majeure pour les projets et la planification futurs dans l'espace souterrain. En outre, l'utilisation des espaces urbains souterrains s'étend de plus en plus à des fonctions purement « techniques » telles que l'infrastructure et le stockage, mais aussi au développement de l'espace lui-même, par exemple centres commerciaux, extensions de musées ou de parkings, espaces de loisirs, archives, etc. centres informatiques. Pour capturer et planifier ces intérêts multiples à long terme, il est nécessaire d'adopter une approche globale pour analyser le sous-sol urbain, qui va au-delà de l'analyse de projets ou de réseaux singuliers. Les schémas directeurs intégrant le sous-sol semblent*

[58] FIG Publication" Rapid Urbanization and Mega Cities: The Need for Spatial Information Management" No 48.

réalisables, mais ne peuvent finalement réussir que si les propriétés du système sous-jacent sont suffisamment bien comprises. »[59]

La maquette procédurale dans ce travail a la capabilité d'expérimenter une reconstitution 3D de la couche souterraine [faite à partir d'outils SIG de télédétection pour visualiser en temps réel l'état et la constitution du sol] en tant qu'entité globale multifonctionnelle. Les perspectives et les problèmes non apparents en amont sont explorés et discutés afin d'interpréter ce qu'ils pourraient signifier pour le sous-sol urbain. Cette étape nécessaire permet de pouvoir classifier la sous-couche en thématique d'utilisation de sous-sol. La visualisation 3D peut aller jusqu'à permettre la création de tunnels de transport souterrain et de l'orienter de manière à respecter toutes interdépendances structurelles et de réseaux existants (fondations, autre tunnels, voiries, etc.) C'est en quelque sorte un scanner du sol ou mieux le Rayon X du sol. Car l'environnement urbain est d'une telle complexité qu'il exige à la fois une analyse exhaustive et systémique de ses composantes, [physique, économique, politique, écologique, géographique, démographique ... etc.], Il va donc de soi qu'une conception urbaine utilise des outils qui peuvent échanger des données sans les altérer et gérer les complexités variables avec un niveau d'interopérabilité et de précision élevé. Dans ce contexte, l'influence des limites de l'approche sur l'efficacité des applications testées telles que la flexibilité, l'adaptabilité est mise en évidence, remettent en cause l'idée selon laquelle le potentiel d'exploitation ultérieure du sous-sol est prédéterminé par la géologie locale, l'héritage de l'impact humain et le progrès des technologies. Dans un effort d'améliorer le futur urbain, il est important d'évaluer afin de comprendre l'ampleur des risques du point de vue écologique, social, économique et environnemental qui pourraient être engendrés par un changement accéléré de la structure physique, souterraine et spatiale de l'environnement.

1.7 Les outils de création de la maquette procédurale et importance de leur couplage.

Un certain nombre d'applications numériques seront testées dans ce travail ; à savoir SketchUp, Google, [Arc Map, Arc GIS Online, ArcGIS Pro, City Engine [ESRI], et toute autre application qui émergera en cours du développement de ce travail. La sélection est basée sur leur compatibilité et leur capacité à intégrer des applications de secteurs variés en interagissant sur une plateforme qui

[59] Lorettavon der Tanna, NicoleMetjeb 27 December 2016, *Predetermined? – Systems Thinking for the Urban Subsurface*

favorise la gestion de données et d'échanges transdisciplinaires. La tendance transdisciplinaire est un élément clé à la base de ce travail de recherche.

1.7.1 Bref descriptif et rôles des applications dans ce travail :

Ce descriptif est uniquement basé sur l'idée de départ et sera revisité en fin de travail pour alors savoir si les prédictions en amont s'alignent avec les résultats. Aussi, il faut noter ici que ces descriptifs sont uniquement basés sur l'utilisation de ces applications pour ce projet précis et pas en général.

ArcMap : application qui permet dans ce travail de collecter les données spatiales, de les trier afin de les préparer à des fins d'analyses.

ArcGIS Online : application qui fonctionne en parallèle avec ArcMap et permet un transfert de données pour une analyse plus rapide et moins lourde sur web. L'avantage de cette pratique est que les résultats sont alors contenus dans une bibliothèque digitale et non sur un disque dur.

ArcGIS Pro : cette application transforme les données 2D des deux premières applications en données 3D en utilisant les données textuelles de l'attribut 2D pour les représenter en 3D.

City Engine : cette application utilise les données des applications précédentes pour développer un site qui a la capacité d'inclure dans la modélisation les attributs tels le zonage, la valeur parcellaire, les taxes, le prix d'achat/ventes etc….

SketchUp : cette application a des capacités géospatiales et permet de géolocaliser les objets avant de les transférer dans City Engine.

Google MAP : permet d'exporter la 3D vers SketchUp.

ArcGIS Urban[60] : récent et encore en développement.

1.7.2 Constitution d'une plateforme commune transdisciplinaire :

Les applications ci-dessus ont été choisies à cause de leurs capacités à lire ou recevoir les fichiers ou données venant d'applications utilisées en architecture et urbanisme. Ces applications SIG forment déjà une plateforme commune avec un modèle de données

[60] https://www.esri.com/about/newsroom/announcements/esri-developing-arcgis-urban-to-help-cities-orchestrate-real-estate-development/ visité le 28 Juillet 2019.

universelles utilisées sous forme de ***système ouvert***, ce qui permet à d'autres applications de disciplines différentes de pouvoir participer aux échanges élargissant ainsi les champs de ces disciplines à une plateforme transdisciplinaire d'échange.

1.8 À côté de quoi passe-t-on si l'on n'utilise pas la maquette numérique procédurale ?

« Il est vrai que même avec les meilleures techniques de capture de données, une maquette urbaine contient souvent des lacunes ou un manque de détails. **Lewis et Séquin [1998]**[61] affirment que, la concision de la modélisation procédurale urbaine est aussi son talon d'Achille :

-(*données tirées de sources distribuées et souvent thématiquement et dans l'espace fragmentées résultant a des objets 3D* à *géométries quelque fois incohérentes ; fissurées, incomplètes, avec des permutations ou autres*…) ».

Il convient de noter que le manque de considération d'une approche de ville Neuro-prothétique procédurale risquerait de nous mettre dans une situation où les paramètres qualitatifs, sociaux- spatio-temporel et les paramètres souterrains invisibles de la surface seront faussés. De plus, l'on passerait à côté de la notion fondamentale contemporaine de la « conception » à savoir : une posture créative liée à un phénomène d'émergence conduisant à des découvertes spontanées de nouveaux attributs (forme, structures ou fonctions) de conception ou d'artefacts non anticipés au début du projet de conception.

Conclusion :

Au-delà de l'incertitude des points mentionnés précédemment, il apparaît l'urgence d'explorer et déterminer plus clairement les contours du lien qui devrait exister entre les différentes approches. S'il semble prématuré de s'engager à aborder les points ci-dessus, il convient néanmoins de souligner que le développement de ce travail abordera les problèmes de conception de la ville de demain grâce à une série de processus de conception urbaine exploratoires avec des applications numériques qui interagissent sur une plateforme facilitant une gestion et un échange de données multi secteurs. Le but est de tester ces nouveaux outils de conception urbaine et déterminer si effectivement ils ont une meilleure capacité à prédire et résoudre les problèmes contemporains.

[61] R.LEWIST, & C.SEQUIN. (1998). Generation of 3D building models from 2D architectural plans. Computer Aided Design. 30(10). Elsevier Science.

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

CHAPITRE II :
DÉMARCHE MÉTHODOLOGIQUE ;

Les éléments de contexte évoqués dans le premier chapitre nous permettent ici de préciser et mieux cibler deux approches urbaines a priori différentes et souvent utilisées et décrites singulièrement ou en comparaison l'une avec l'autre. Le développement de cette thèse essaye de valider les deux approches et tester l'idée de J. De Rosnay qui soutient la théorie que les approches analytique et systémique sont plus complémentaires qu'opposées.

Car une approche majoritairement quantitative, comme la méthode analytique est de façon générale linéaire et caractérisée par une isolation des systèmes analysés, pourrait supporter une méthode à la fois qualitative et quantitative qu'est la méthode Neuro-prothétique explorée ici. Il est alors peut-être possible de combiner les données sociologiques, géographiques, des informations textuelles et physiques de manière à alléger certaines pertes (de données, financières de temps) qui existent dans le secteur de la construction. Les observations et écrits sur ces deux approches et leurs processus nous aident dans ce travail à interroger les conditions d'émergence de nouvelles connaissances pouvant permettre une réorientation des objectifs pour des résultats plus adaptés et synchrones. Cependant et, selon nos appréhensions contrastées des deux méthodes, il serait juste de penser que les différences entre l'approche analytique et systémique présentent beaucoup plus d'opportunités qu'une simple complémentarité.

Il est désormais nécessaire dans un premier temps, de préciser que ce travail utilise la technologie comme un outil au service de l'homme et non un outil dictant ou pilotant le processus de création de la ville. Tout aussi important est l'attention portée sur l'utilisateur dans sa façon d'utiliser la ville et l'espace. Ce travail cherche à étudier en profondeur, valoriser le plaisir de l'utilisateur et sa facilité à vivre et interagir dans la ville conçue premièrement pour lui. Est-il satisfait ? Les résultats d'analyses sont ensuite nécessaires pour générer dans un second temps l'espace nécessaire de manière à ne pas empiéter sur l'environnement ainsi que les habitudes et besoins de l'utilisateur. La technologie sert ici d'outil de support et d'exécution de commandes initiées par l'architecte/urbaniste et l'expert. Ceci se traduit dans ce travail par l'utilisation de la technologie pour une collecte géo-visuelle des activités, habitudes et motifs quotidiens [socio-culturelle, politico-économique] de l'utilisateur comme l'un des catalyseurs influençant la prise de décisions des développements futurs.

Le développement d'une méthodologie *combinatoire*[62] plutôt que comparative nous permet dans ce travail de sonder, exposer les deux approches afin de mieux les cerner. Ceci nous éclairera sur les enjeux sous-jacents de chaque approche urbaine et les correspondances et couplages possibles. Cette mise au point initiale nous permettra ensuite de comprendre les tenants et aboutissants de cette démarche

[62] C'est une forme d'intelligence que l'on met rarement en évidence, et qui tient à la fois de l'intelligence abstraite et de l'intelligence intuitive : c'est l'intelligence que l'on pourrait appeler **combinatoire**, celle qui s'exerce aux échecs ou dans l'intrigue. MOUNIER, *Traité du caractère,*1946. Édition. Seuil.

ainsi que les pratiques centrales de chacune des approches traitées. Nous expliquerons enfin le cadre méthodologique, qui nous servira peut-être à répondre aux questions posées dans ce travail afin de satisfaire aux objectifs de la recherche.

2.1- Les enjeux socioconstructivistes des réseaux géospatiaux de procédure dans la transdisciplinarité de cette approche.

Les méthodes Géospatiales de modélisation procédurale dans la création automatique de modèles 3D de villes ou régions à grande échelle pourraient faire émerger des opportunités sans précédents qui renforcent l'expertise de l'architecte/urbaniste lui permettant de mieux décoder et comprendre la science des villes, de gérer les modèles urbains complexes. Elles présentent entre autres, la capacité qu'ont les machines à générer différentes alternatives de conception basées sur des règles régissant la procédure de simulation. Alors que des grammaires modélisant l'environnement physique urbain sont prédéfinies, prédictibles et altérables par l'expert, la contribution de l'environnement naturel, la temporalité géographique et sociale « *éléments clés permettant d'examiner la complexité de l'interaction entre l'espace et le temps et leur effet conjoint sur la structure de l'activité humaine au quotidien et dans l'espace* »[63], est quant à elle imprévisible, changeante et en constante mutation, et par conséquent reste un grand défi à ce jour. Une approche de « géo-temporalité a été utilisée déjà pour « traquer » les habitus au quotidien de groupes d'utilisateurs par une méthode d'identification des contraintes restrictives spatio-temporelles sur le choix de l'activité au quotidien : le lieu de travail, les ballades de loisirs ainsi que le statut social et professionnel »[64].

La nouveauté que cherche à apporter ce travail est celle de pouvoir décoder et intégrer la géo-temporalité dans une approche procédurale de modélisation en vue d'un aménagement qui tienne compte du composant essentiel à l'origine des créations de villes à savoir l'humain. « *Car malgré le rôle essentiel de la géo-temporalité et son intérêt reconnu dans les différents secteurs de recherche en sciences sociales, on trouve encore très peu d'études »* [65] d'applications qui implémentent cette structure comme une méthode reconnue d'analyse. Ce travail peut alors spéculer que ; le manque d'intégration de cette structure géo-temporelle pourtant reconnue essentielle dans la création urbaine peut être attribué soit :

1. Au simple fait que les sciences sociales ne sont pas une discipline ou sous discipline de l'architecture. Pourtant, si le but premier de l'architecture et l'urbain est de créer un environnement sain pour faciliter la vie de l'utilisateur, on peut ici se

[63] (Cullen et al. 1972).
[64] (Hanson and Pratt 1995 ; Kwan 1999a, b, 2000a).
[65] Len torp, (1976) Paths in Space-time Environments: *A Time-geographic Study of Movement Possibilities of Individuals.* Anthropo-geography, Mathematical models - 150 pages

demander pourquoi cette discipline n'est pas comprise dans la discipline urbaine. On ne va pas bien sûr s'attarder sur ce point, car c'est un sujet en dehors de ce travail qu'il fallait tout au moins mentionner.

2. Le fait que les outils ou applications permettant de traquer les mouvements et habitus de l'utilisateur ne sont pas intégrés dans « la boite à outils » de l'architecte ou urbaniste ; par conséquent, l'accès à ce genre d'informations nécessiterait que l'expert urbain ait une compétence dans ces outils étrangers à sa discipline.
3. La difficulté non seulement à capter la trajectoire de chaque individu dans l'espace et le temps, les arrêts, le temps mis, les ralentissements et accélérations, mais aussi à la représenter avec détail dans sa complexité, à contenir cette information en trois dimensions de manière à vraiment comprendre l'effet du contexte physique et ses contraintes sur les décisions d'utilisation de l'espace.
4. Enfin et très essentiel, la facilité à décoder cette information de manière à la transférer dans sa complexité et sa plénitude vers les applications du secteur de la construction.

Comme le soutiennent Burnett et Hanson [66], la morphologie changeante et complexe du mouvement de l'individu et sa transposition dans le temps et l'espace rendent sa capture, sa translation et représentation difficiles. C'est pourquoi ce travail se veut optimiste aujourd'hui en ayant comme support des applications assez récentes de type SIG, de telle sorte que certaines (applications) pourraient intégrer les informations générées par des capteurs, relevées de l'observation sur le terrain, ainsi que des données venant d'un ensemble d'autres sources.

2.2 Génération automatique ; La Géo-temporalité et la capture de mouvements dans les zones urbaines et la capacité de représentation graphique.

Le « *graphique scientifique* », aussi connu comme « *visualisation scientifique* », est « le processus de création et de visualisation d'images graphiques de données dans le but d'accroître la compréhension humaine »[67]. Le graphique scientifique se base sur le principe que « les humains sont capables de raisonner et d'apprendre plus efficacement dans un contexte visuel plutôt que lorsque l'on utilise des données textuelles et numériques » (Tufte 1990 ; 1997). Cette méthode semble prometteuse dans la mesure où elle permet de transférer et convertir des mouvements de l'utilisateur en données graphiques et visuelles, ce qui facilite le transfert des applications SIG vers les applications du secteur de la construction.

Nous cherchons ici à tester la faisabilité à insérer les données de géo-temporalité dans les modèles procéduraux guidés par des grammaires de forme [**CGA[68] rule**] pour permettre une association efficace des indicateurs de ressources naturelles et des graphiques

[66] (Burnett & Hanson 1982).
[67] (Hearnshaw et Unwin 1994).
[68] **C**omputer **G**raphic **A**rchitecture

de mouvements dans le processus de conception urbaine. Le but est de développer une approche qui crée un point de départ pour une conception urbaine de type « Neuro-prothétique », plus globale ainsi qu'un outil utile en vue d'une prise de décisions mieux informée et surtout participative.
Les aspects environnementaux sont souvent intégrés de façon imparfaite, voire faussée dans l'aménagement urbain, ce qui peut avoir à long terme des impacts plutôt négatifs sur les plans sociaux et économiques. Mais jusque-là, les recherches entreprises dans ce travail ont permis de localiser des exemples traitant soit la mobilité urbaine du citadin soit les données captées, analysées et intégrées dans la maquette procédurale (comme dans ce travail). Si ce travail ne saurait affirmer à ce stade qu'une approche combinatoire est possible, il est tout de même optimiste sur la possibilité future d'une telle intégration. Car, une telle méthodologie permettrait la mise au point d'une approche qui explorerait l'utilisation de modèles procéduraux innovants guidés par une grammaire de forme pour intégrer de façon performante tous les réseaux formant l'écosystème urbain.

2.3 L'application de l'approche urbaine Neuro-prothétique de maquette procédurale sur un site existant comme stratégie de recherche.

Considérant les propos énoncés par Finn[69] dans sa définition de neuroprothèse, et compte tenu des recherches récentes à notre connaissance, les études de géo-visualisation, la géomatique, les cartographies ainsi que « les méthodes graphiques ont récemment été utilisées pour représenter des activités spatiales en 3D ainsi que les motifs répétitifs des mouvements et habitus humains dans la ville [70]». Seulement, ces travaux de géo visualisation et de mobilités urbaines étudiées dans ce cas-là ont une focale singulière : celle de la capture des déplacements et utilisation de l'espace urbain par citadin en 2D. Ce travail de recherche veut approfondir et spéculer qu'il devrait exister un moyen d'intégrer les résultats 3D d'analyse de géo visualisation et de captures des déplacements/habitudes du citadin dans une maquette procédurale de ville. Car, le monde urbain a plus de deux dimensions et si l'on ignore la troisième dimension dans la capture des habitudes spatiales de l'utilisateur, alors, on passe peut-être à côté d'une unique opportunité de développement d'une approche de ville qui en plus des évènements constants archivables, permet de capter l'utilisation spatiale liée à l'utilisation temporelle du citadin. C'est pour pallier ce problème qu'une composante géo-visuelle 3D de l'approche de ville Neuro-prothétique devient incontournable dans ce travail. Nous engagerons un test dans la reconstitution spatiale ; en espérant que la capacité de représentation computationnelle par le biais du SIG est au point et permet entre autres de pouvoir transférer/transcrire une quantité énorme de données spatiales d'analyses qui aident à visualiser à la fois en 2D et en 3D l'utilisation spatiale des espaces en hauteur et par rapport au temps. Une information très attendue qui viendrait supporter tout développement urbain.

[69] « *Handbook of Neuroprosthetic Methods* », Originally published: 2002, edited by Warren E. Finn, Peter G. LoPresti, CRC Press. 453 pages.
[70] Chapin 1974; Tivers 1985

2.3.1 Les outils : les outils utilisés dans ce travail se limitent à quelques applications, pour certaines très récentes et encore au stade du test. L'objectif est d'utiliser les capacités de transferts, d'analyse, d'échanges et de modélisation automatiques de ces applications pour traiter simultanément une variété de paramètres qualitatifs et quantitatifs liés au temps et à l'espace. Cette approche permettrait de proposer des scénarios variés de conception urbaine donnant lieu à une ample vision des possibilités ayant l'avantage de guider une prise de décision informée de pratiques urbaines futures. Ne pouvant pas prédire à ce stade les aboutissants d'une telle approche au vu des constantes évolutions des outils utilisés, on peut tout au moins noter que l'approche en elle-même semble avoir un intérêt assez reconnu dans le secteur scientifique et urbain pour inciter un nombre croissant de recherches en sciences sociales et autres domaines souvent éparses. La géo-visualisation pourrait par exemple permettre entre autres de « tester la performance des employées dans un lieu de travail de manière à réorganiser les tâches plus efficacement pour une meilleure performance de l'individu et un meilleur rendement pour l'entreprise »[71].

2.3.2 Ville Choisie pour l'étude et raisons du choix…

La ville de Savannah, GA (USA) a été choisie parce qu'elle semble mieux répondre aux critères de villes candidates à une approche de ville Neuro-prothétique. Savannah est une ville historique ayant traversé plusieurs périodes d'urbanisations dont certains succès (son plan d'urbanisation) ont fait l'objet d'ouvrages recommandés en urbanisme et le plan d'urbanisation a inspiré celui d'autres villes américaines telle que New York. Mais aussi, Savannah n'a pas connu que des succès, son histoire et son caractère historique qui lui donnent son charme admirable cachent bien un passé très peu glorieux ; celui de l'esclavage dont les séquelles ; qu'elles soient sociales, spatiales, économiques ou environnementales sont encore présentes à ce jour. Malgré tout cela, Savannah présente des atouts très particuliers notamment :

- Sa situation Géographique : Ville portuaire, le plus grand port du sud-Est des USA. Le centre-ville se trouve à 20 minutes de l'océan (l'Atlantique). De plus, au centre-ville passe un cours d'eau ; la ***Savannah River.***

- Son histoire riche et complexe qui lui donne un statut unique et pas facile à décrypter : ville du Sud esclavagiste avec un passé lourd qui empêche souvent de revenir dans l'histoire pour en extraire des qualités (sans se heurter à des émotions et blessures passées) afin de mieux comprendre l'essence de la ville.

- Son climat : un climat subtropical fait de la ville une destination prisée et idéale pour le tourisme.

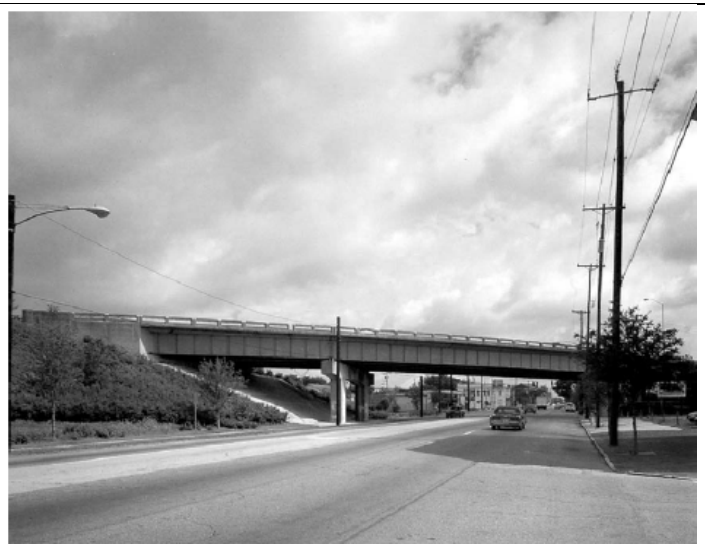
- Son architecture : l'une des rares villes américaines avec l'architecture originale et sans grandes tours. Les hauteurs sont dominées par les feuillages de grands chênes centenaires.

[71] Ohmori et al. 1999; Takeda 1998; Weber and Kwan 2002.

- Sa planification : un plan de ville en grille composée de carres de verts (squares) avec les rues bordées de grands chênes. Une atmosphère qui se prête à la vie interactive du citoyen dans les rues et parcs qui font la ville.

Savannah est une ville unique qui pourrait être perçue comme une « *forêt Urbaine* » grâce à sa verdure qui domine les rues et places publiques de la ville, la facilité d'accès à la rivière, à l'océan, aux parcs et une architecture très ancienne font de cette ville un cas d'étude parfait pour ce travail. De plus, l'auteur de ce travail y vit depuis 14 ans et connait assez bien la ville pour avoir servi dans plusieurs assemblées d'aménagements de la ville : SDRA (**S**avannah **D**evelopment and **R**enewal **A**uthority), et aussi la Savannah (Advisory Committee member for the Green Infrastructure to Green Jobs Initiative).

2.3.3 Les images avant/après du site.

1925 : Rue animée très piétonne. Grande proximité et par conséquent interaction et sécurité. **Figure II-1 :**	**1960 – présent :** rue morte, non-attrayante pour les piétons, (peu illuminée) pas de commerces etc. **Figure II-2 :**
	 *Au Paravent* ***West broad Street***; Aujourd'hui **MLK Jr. Boulevard, Savannah GA,**

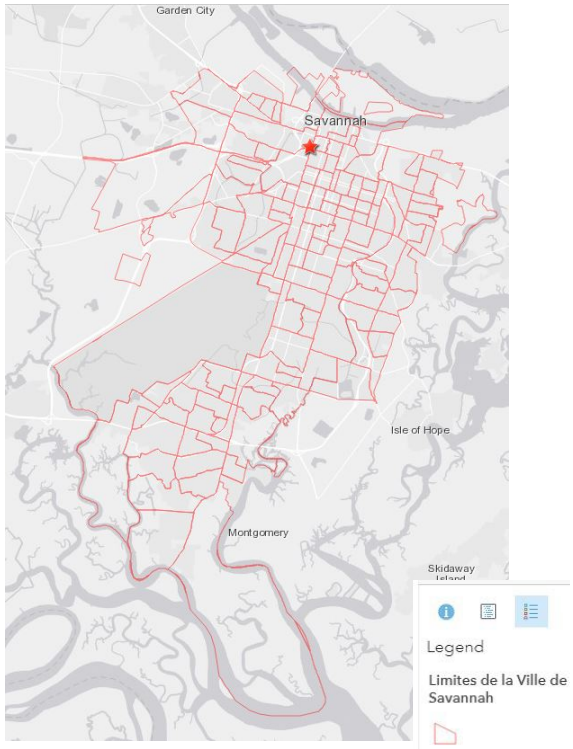
2.4 Le site et son contexte proche :

Le centre-ville de Savannah aujourd'hui essaye de faire face aux séquelles laissées par le passé historique lourd de la ségrégation. Les autorités et décideurs travaillent pour tenter de :

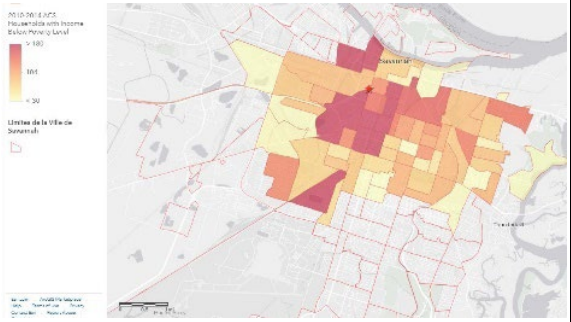
- Conserver l'histoire en préservant les infrastructures qui aujourd'hui ont du mal à s'adapter et coûtent très cher à maintenir financièrement.
- Raccorder la partie ouest de la ville (*devenue « l'eldorado » du crime*) avec une population majoritairement pauvre et descendants d'anciens esclaves.

Les images, cartes et résultats d'analyses non annotés ci-dessous sont de l'auteur de ce travail.

1. Figure II-3 :



2. Figure II-4 :



1. La ville et le site
2. Carte montrant les foyers dont les revenus sont en dessous du taux de pauvreté.
3. Le site par rapport aux espaces verts.
4. Espaces verts et les environs.

3. Figure II-5 :

4. Figure II-6 :

Figure II-7 : Cette carte montre les zones prédominantes à population blanche en bleu foncée et l'on voit en violet le taux de criminalité dans ces zones.

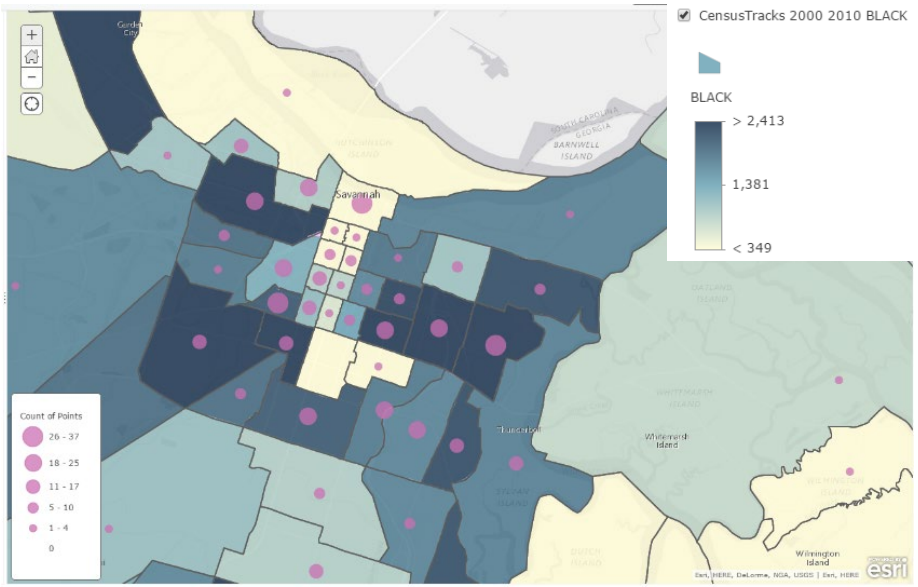


Figure II-8 : Cette carte montre les zones prédominantes à population noire en bleu foncée et l'on voit en violet le taux de criminalité dans ces zones qui est nettement plus élevée que sur la carte à gauche.

2.4.1 Criminalité/sécurité par groupement de culture autour du site.

Ces cartes sont souvent parlantes et permettent de comprendre des faits qui ne pourraient pas être découverts à l'œil nu. Ici, on se rend compte que la criminalité est un fléau dans la zone à population majoritairement noire. On peut aussi remarquer que la population noire et pauvre vit majoritairement en centre-ville. Ceci s'explique par l'effet de l'industrialisation qui a permis l'accès à la voiture individuelle et facilité le déménagement des ménages moyens et riches (majoritairement blanche) vers les banlieues, laissant ainsi le centre-ville aux pauvres (majoritairement noire). Cet effet change aujourd'hui, mais on peut encore voir des séquelles de l'histoire.

2.4.2 Criminalité et pouvoir d'achat : /sécurité/ Chômage.

Figure II-9 : Les crimes à main armée sont plus fréquents dans les zones à faible revenu par habitant. Ceci confirme la précarité comme un facteur catalyseur de crime.

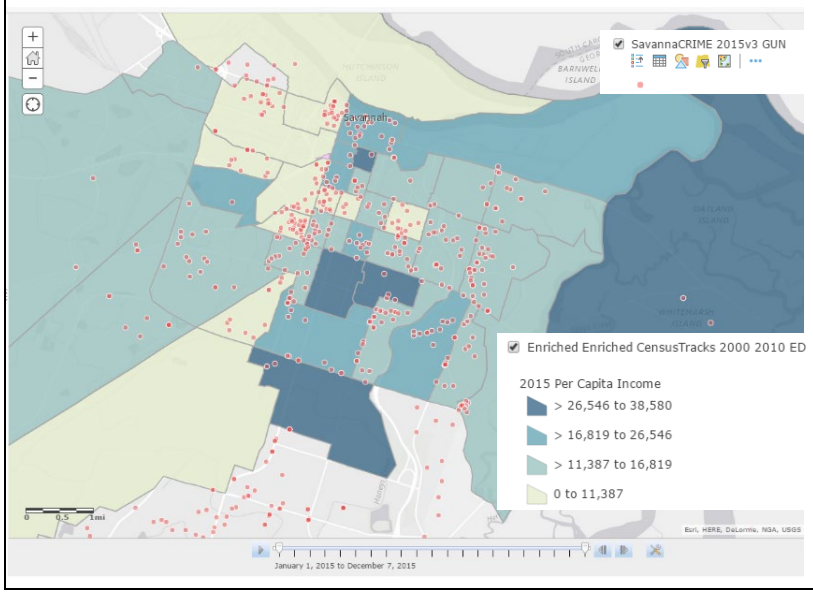
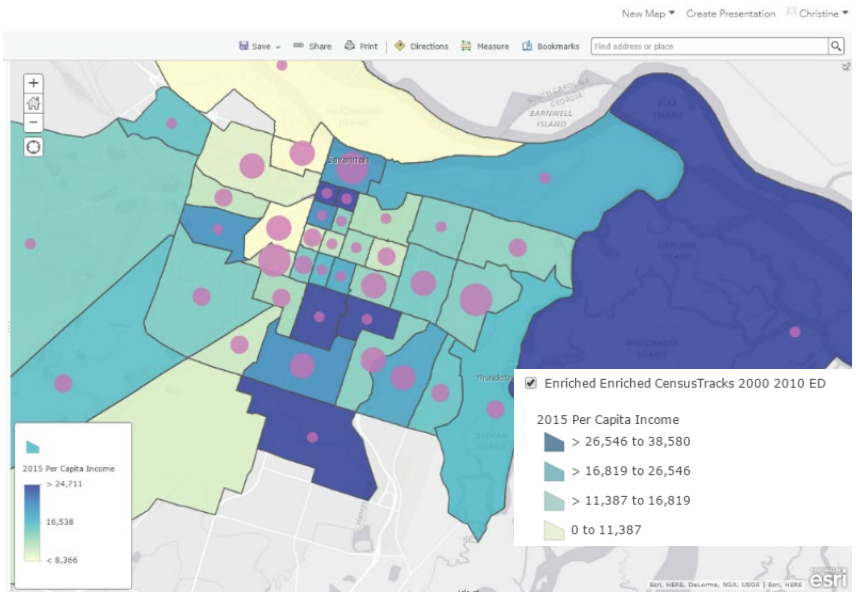


Figure II-10 : Les cercles les plus importants sont où les crimes avec des armes à feu se produisent le plus. Majoritairement dans la zone des descendants d'esclaves.



2.5 La ville de demain comme système d'extrême complexité ; nécessite peut-être une approche globale et transdisciplinaire à complexité similaire ?

« La ville émerge comme un ensemble de composants interconnectés entre eux, de flux de matières ou d'informations, de réseaux matériels ou de communication, etc. Autant d'éléments qui autorisent une triple description fonctionnelle, structurale et temporelle contribuant à valider l'hypothèse de la ville comme système complexe[72].

Le critère d'arborescence caractéristique des systèmes complexes s'applique au système ville ; formé de nombreux sous-systèmes en lien les uns avec les autres. Par exemple, le sous-système des transports, celui de l'économie, celui de la population [mobilité des citadins, activités interactives piétonnes, cyclistes et spatio-temporel], celui de la gouvernance ou encore de l'infrastructure souterraine, etc. De telle sorte que l'objet ville devient un système sociotechnique nécessitant qu'on le comprenne dans sa plénitude » en respectant les liens relationnels de ses sous-systèmes. On peut ici parler de *ville technique* ou *techno-ville*.

Cette illustration montre différentes méthodes de capture d'information liées à la temporalité et utilisation spatiale : mouvements et/ou trajectoires, les interactions des appels téléphoniques et les mouvements des utilisateurs pendant les appels ainsi que leurs géo localisations dans l'espace…

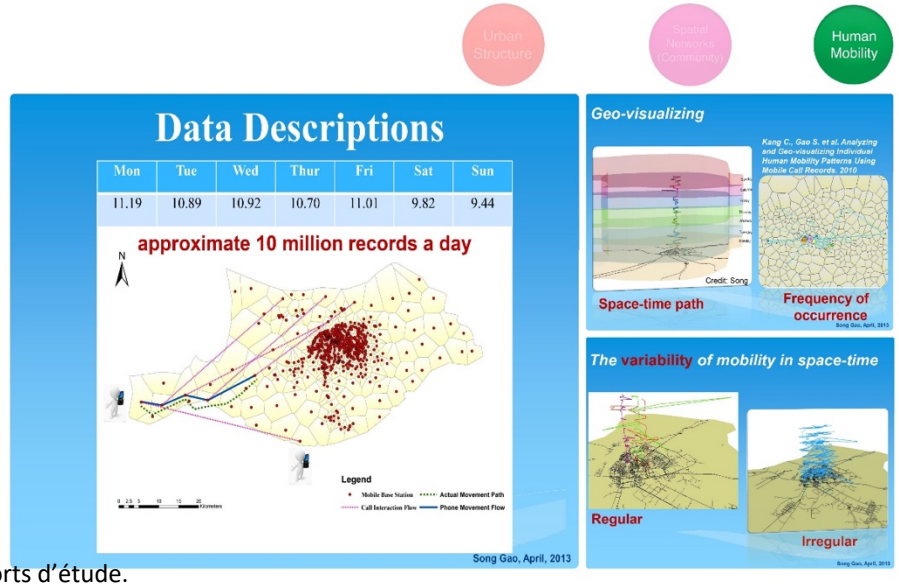


Figure II-11 : Song Gao, 2013, Human mobility, urban structure analysis, and spatial community detection from mobile phone data.

[72] CERTU : janvier 2007. *Une introduction à l'approche systémique :* les rapports d'étude.
CERTU : (*Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les Constructions Publique).*

Des recherches dans le domaine urbain dévoilent l'importance du besoin d'études globales accentuées dans l'aspect comportemental et social du citadin ainsi que son interaction spatio-temporelle dans la ville[73]. La géo-visualisation permet donc de faire face à l'interaction spatio-temporelle du citadin ; un aspect très important, mais souvent peu pris en compte dans la conception urbaine. Une zone urbaine représente un ensemble de données trop important pour être appréhendé, modélisé ou visualisé par une application singulière ou même par un ensemble d'applications créées pour répondre aux spécificités d'un secteur. L'approche multi-résolutions à base de structures logiques imbriquées de la méthode procédurale de type « systémique »[74] pourrait permettre de décomposer directement cet ensemble en niveaux de détails successifs. La technicité de cette approche nous donne espoir et peut être des attentes d'un état supérieur de l'art des techniques mises en œuvre pour générer automatiquement une zone urbaine sur laquelle on peut surimposer des calques variés d'habitus et d'interactions d'individus dans l'espace et le temps. On pourrait peut-être parler de *jeux de capture interactive de la ville*.

2.6 La modélisation détaillée de zones urbaines ainsi que la capture graphique 3D des interactions humaines et l'inter-Play[75] entre l'homme et l'objet ; d'après (Jan Gehl) :

Dans un travail de modélisation urbaine, la capture dynamique des activités humaines, représente un vrai challenge en géo-visualisation et information graphique. Une ville réelle répond à des règles structurelles de construction (implicites ou explicites) et reflète souvent de multiples influences historiques, culturelles et sociales à travers le temps. Atteindre une précision suffisante pour qu'une ville virtuelle soit crédible et fonctionnelle pour l'utilisat-eur(rice) dans son expérience quotidienne demande une modélisation extrêmement technique et détaillée qui exige bien trop de temps et d'efforts au concepteur. L'émergence de nouveaux problèmes liés à l'urbanisation de masse tels que l'influence des *rayonnements électromagnétiques*[76], la préparation de plans d'évacuation ou la

[73] Kwan 1998, 2000b ; Miller 1999

[74] Voir définition au **2.6.2**

[75] Selon Jan Gehl, ceci représente le jeu, la vie, la situation créée par l'homme dans l'espace ouvert et son interaction avec le construit. (Propos recueillis lors de l'interview du 28 Aout 2018 à Copenhague).

[76] Rayonnements « artificiels », qui vont du téléphone cellulaire aux lignes à haute tension en passant par la prise de courant la plus proche de vous et l'ordinateur sur lequel vous lisez ceci, seraient différents des rayonnements « naturels », par leur proximité, et par ce que les experts appellent la longueur d'onde. **Source :** https://www.sciencepresse.qc.ca/actualite/2012/02/06/rayonnement-electromagnetique, *visité le 15 juillet 2019*.

prévision de l'évolution nécessaire des moyens de transports urbains entraine des besoins croissants en matière d'études et de prévisions. La capacité à générer rapidement des maquettes virtuelles de ville qui utilise les données de Géolocalisation crédibles permet de commencer à cibler ce challenge afin de pouvoir répondre à cette nécessité.

Dans la nature exploratrice de ce travail, on abordera la collecte des données, leur analyse automatique spatiale, une analyse d'observation sur terrain d'interactions de l'utilisateur(rice). Puis nous explorerons les moyens de combiner ces informations par le biais de technologies et applications SIG capables de lire et transcrire en formats variés et graphiques des données textuelles, tabulaires, graphiques ou manuellement collectées/entrées.

Illustration en rouge à droite (rouge) montrant les schémas d'interaction des appels téléphoniques 3D dans l'espace (localisation au sol des provenance et arrivées des appels) Ce schéma peut devenir très complexe si l'on capture en même temps les mouvements des utilisateurs concernés par les appels. A ce moment-là, on peut alors regrouper les appels par durée, localité, communauté (comme en dessous à droite) et explorer d'autre atouts liés à la distribution des services de la ville (zone de bureau, restaurants, résidences, zone mixte etc…)

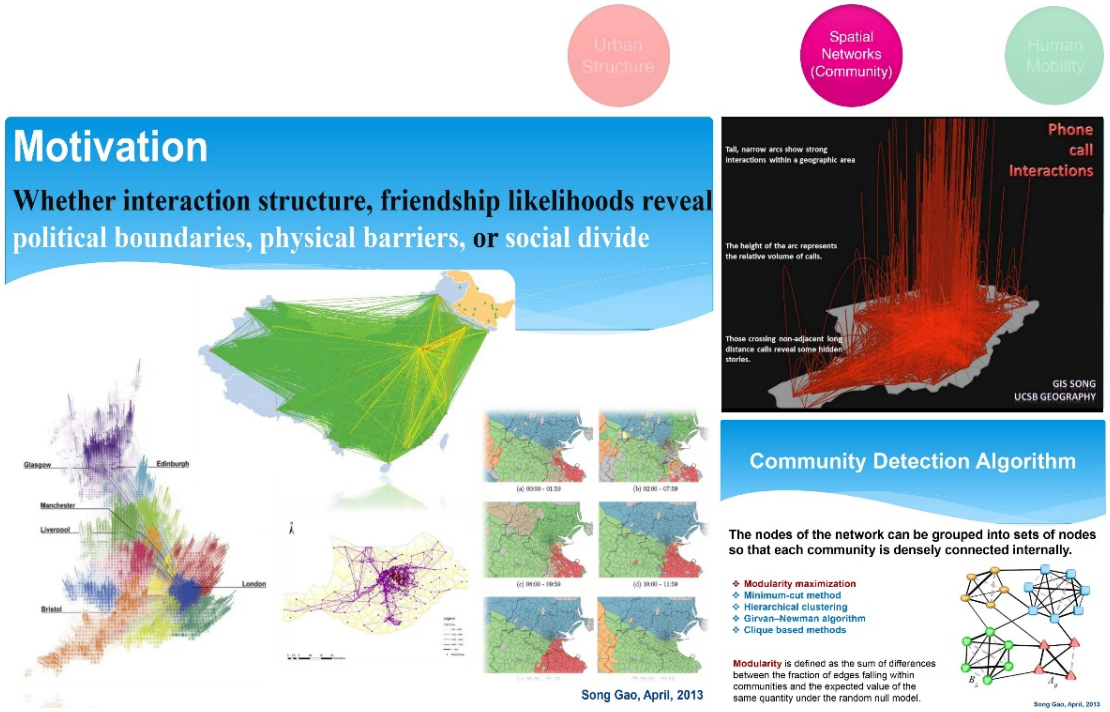


Figure II-12 : source Song Gao.

Ce travail de Song Gao est une preuve des possibilités de captures des occupations et mobilités ainsi qu'une piste pouvant aider à exposer les divisions ou même les injustices spatiales sociales, économiques voire politiques non évidentes. L'image en haut à droite par exemple montre toutes les activités téléphoniques d'une ville représentée sur la carte. On peut clairement voir les zones à forte intensité d'appels. Les autres illustrations montrent des nœuds de concentration d'activités. On peut aussi mesurer le degré de connectivité des différentes communautés voisines comme sur l'illustration en bas à droite de la carte précédente. Autant d'opportunités permettant d'innover une approche urbaine plus résiliente et mieux adaptée aux besoins de l'utilisateur de la ville.

2.7 Etat actuel des connaissances sur l'approche de l'urbain systémique ;

2.7.1 Survol Historique :

Des recherches scientifiques affirment que le succès sans précédent des ordinateurs et machines à calculer dans le domaine militaire pendant la deuxième guerre mondiale aurait sans doute influencé le domaine civil et scientifique favorisant une infiltration et même une banalisation sans pareil des méthodes et techniques liées à la machinerie. La notion de système apparait dès la première moitié du XXème siècle au lendemain de la deuxième guerre mondiale et se développe jusque dans les années 70.

« *La pensée systémique est développée sous une rafale de nouvelles idées dans un éventail de disciplines scientifiques au cours des années 1920 et 1930, bien que certains des principes sous-jacents puissent être retracés jusque chez les Grecs et en particulier Aristote* »[77]. Ce développement de la pensée systémique ne se limite donc pas à un seul secteur ; *il s'étend rapidement dans les disciplines telles que la psychologie, la biologie, la physique et bien d'autres. De cette nouvelle poussée et grâce à la popularité de cette idée de système, des disciplines nouvelles ont surgi telles ; l'écologie et la cybernétique*[78]. La médecine semble être à la base de ces recherches, car entre 1930 et 1950, des travaux et échanges scientifiques entre Norbert Wiener, professeur au MIT, et le neurophysiologiste Arturo Rosenblueth, chercheur à l'école de Médecine de Harvard favorisent une nouvelle vague d'idées inspirées par les sciences de l'information naissante, le constructivisme ou la phénoménologie. Ceci donne lieu à un langage commun qui deviendra celui de la *systémique*. [79]

[77] CERTU : janvier 2007. *Une introduction à l'approche systémique : l*es rapports d'étude.
[78] CERTU janvier 2007. *Une introduction à l'approche systémique : l*es rapports d'étude.
[79] *Paul et Lapierre J.W « l'analyse des systèmes « ou Morin, « la méthode ».*

L'idée de systémique est dans un premier temps lancée dans des disciplines scientifiques et plus tard s'étend à d'autres disciplines comme l'architecture/planification urbaine. Norbert Wiener en 1948 dans son livre « *Cybernetics*[80]*: or Control and Communication in the Animal and the Machine* » introduit en premier la notion de systèmes en articulant une combinaison de communication et de contrôle chez les ingénieurs, les théoriciens et les amateurs techniques de bandes variées. C'est à partir de là que la cybernétique a eu un impact intellectuel important sur une grande variété de disciplines dont la conception/planification urbaine.
Plus tard, Henry Laborit accompagné d'autres penseurs, devient l'un des précurseurs de l'idée de la systémique dans le domaine urbain. Henri Laborit soutient l'urgence d'une approche transdisciplinaire pour faire face aux enjeux de plus en plus complexes de la société contemporaine. C'est au lendemain d'un colloque rassemblant des experts, à savoir ; philosophes, biologistes, sociologues, comme Jacques Robin, Edgar Morin, Robert Buron et Henri Laborit, qui est créé le Groupe des dix[81], rejoints ensuite par d'autres chercheurs. Le cercle s'élargit rapidement avec l'arrivée dans le groupe de Joël de Rosnay, Jacques Attali et René Passet. Ce groupe de penseurs a pour objectif de rapprocher la science et la technique et utilise leur appartenance à des disciplines différentes comme catalyseur leur permettant de créer une plateforme fertile d'idées nouvelles permettant une approche d'intelligence à la fois collective, innovante, évolutive et transdisciplinaire. [82]

2.7.2 Définition :

La définition du mot « ***système*** » : *Un système est un ensemble de composants en interaction ou interdépendants formant un tout intégré ou un ensemble d'éléments (souvent appelés* ***« composants »****) et des relations différentes des relations de l'ensemble ou de ses éléments avec d'autres éléments ou ensembles.*

Anglais:

A system is a set of ***interacting*** *or interdependent components forming an* ***integrated whole***[83] *or a set of elements (often called* ***'components'****) and relationships which are different from relationships of the set or its elements to other elements or sets. »*[84]*;*

Cette définition semble s'adapter parfaitement à la définition de la ville comme un ensemble complexe de composants en interaction dans la mesure où elle décrit un ensemble de sous-systèmes liés par des relations à la fois uniques à complexités variées que ce soit entre sous-système ou en rapport à l'ensemble.

[80] Norbert Wiener, 1955, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*.
[81] Robin, 2007
[82] CERTU : janvier 2007. *Une introduction à l'approche systémique : l*es rapports d'étude.
[83] http://www.merriam-webster.com/dictionary/system. Visité le 17, Mai 2014
[84] Wikipédia, visité le 17, Mai 2014.

Il existe deux types de systèmes ; un **système ouvert** "*open System*" et un **système clos** "*close System*". Dans le cas d'une ville, nous sommes plus concernés ici par le système ouvert à cause de sa causalité circulaire et non plus seulement linéaire (J. de Rosnay) et l'importance du rôle de la **rétroaction** *(feed-back)*.

Figure. **II-13 :** une représentation schématique d'un système fermé et ses limites[85]

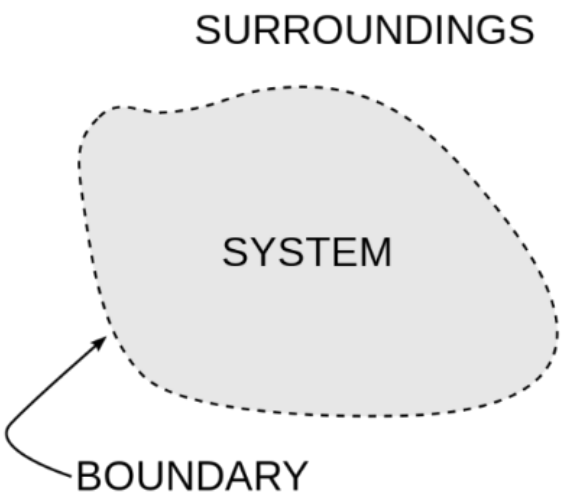
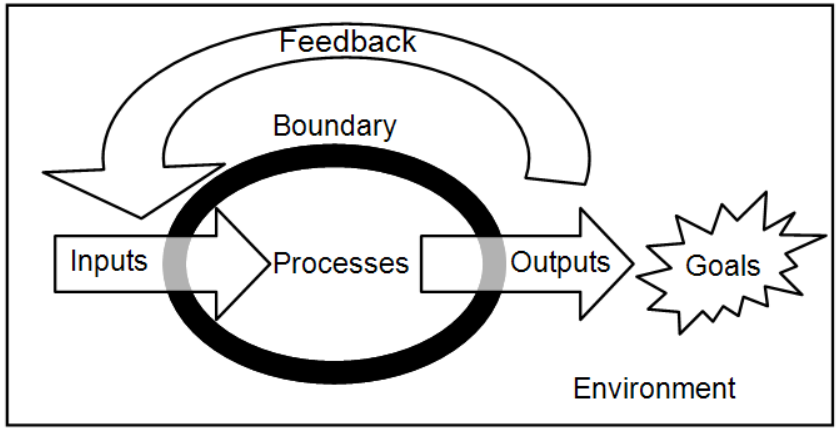


Figure. **II-14** : une représentation schématique d'un système ouvert avec entrée, sortie et suggestions/réactions [86]



[85] Wikipédia, visité le 17, Mai 2014.

[86] https://www.google.com/#q=open+system, visité le 17, Mai 2014.

2.8 Description de la ville comme un système complexe à causalité de type *cause-effet-réactif* à constantes variées et en cycles répétitifs :

Dans son livre le *Macroscope*[87], Joël de Rosnay étudie les systèmes complexes tels l'écologie, l'entreprise et la ville. Cette vision de la ville par Rosnay se rapproche de la démarche entreprise dans ce travail de recherche dans le sens qu'elle essaye d'utiliser les moyens techniques, automatiques et manuels pour examiner la ville dans son ensemble. Parce que la ville est un tout [environnement physique, écologique, biodiversité, naturel, géographique, social, politique, économique etc…]. Une complexité de systèmes qui cohabitent et dont la grande problématique reste la gestion et le bon fonctionnement ; une responsabilité qui repose souvent sur ceux qui l'habitent. Cela est donc un challenge pour l'homme qui a la lourde responsabilité d'étudier son intégration dans le contexte de ville de manière à maintenir l'écosystème qui le précède non perturbé.

Selon Joël de Rosnay, la ville naît des besoins physiologiques et psychologiques des humains. Selon lui, la ville est une « machine à communiquer » qui agit comme un catalyseur, accélérant le développement des idées philosophiques et religieuses, des sciences et des techniques, des arts et des concepts politiques. L'évolution de ce système est caractérisée par le passage par une phase de croissance explosive, suivie d'une période de stabilisation, puis de stagnation, voire de dégénérescence parfois, au moins de certains quartiers.

Cette dégénérescence et stagnation fait partie de l'intérêt de ce travail qui utilisera des techniques nouvelles pour essayer d'exposer les raisons de ces « maux » de la ville et tenter de contribuer à trouver les moyens de les gérer ou du moins les alléger.

[87] *Le macroscope* ; Joël de Rosnay, Compté parmi les principaux ouvrages français d'initiation à l'analyse systémique 1975. http://astrovia.eu/blog/2017/03/06/joel-de-rosnay-le-macroscope-reste-le-livre-fondateur-de-lanalyse-systemique-en-france/, visité le 15 Janvier 2019.

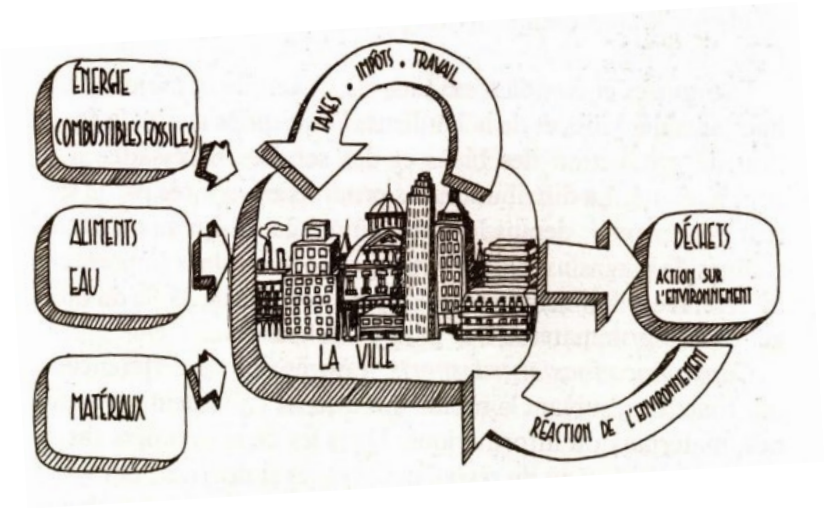


Figure II-15 : Joël de Rosnay : schéma de la ville qui « contrôle et équilibre les flux des individus entre son centre et sa périphérie. » Joël de Rosnay, 1975.

2.9Nécessité d'une approche transdisciplinaire dans la conception urbaine de demain.

La validation de ce travail vient du besoin contemporain de penser les villes de manière résiliente et durable pour un futur intelligent en explorant :

- Les capacités de gestion d'ensemble plutôt que d'objets permettant une vision plus globale et fiable d'un grand ensemble tel l'urbain.
- Une approche fondée sur la méta-modélisation[88] et cartographie [mapping].
- Les règles CGA[89] et leur importance dans le processus de conception.

[88] **Metamodeling**, or *meta-modeling* in software engineering and systems engineering among other disciplines, is the analysis, construction and development of the frames, rules, constraints, models and theories applicable and useful for modeling a predefined class of problems. As its name implies, this concept applies the notions of meta- and modeling. Wikipedia 9/13/2013.

[77] Computer Generated Architecture.

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

CHAPITRE III :
PHASE I : PROPOSITION ET APPLICATION D'UNE MÉTHODE DE CONCEPTION URBAINE PROCÉDURALE ET INTERDISCIPLINAIRE À LA VILLE DE SAVANNAH :

3.1 Les données [2D].

Dans ce chapitre, une poignée d'applications sera utilisée à savoir **ArcMap, ArcGIS Online, ArcGIS Pro, City Engine [**tous de la plateforme ESRI], **SketchUp** et **BIM** feront aussi parti du lot d'applications utilisées. Il s'agira tout d'abord de collecter une base de données géographique et textuelle de divers types ; [*Exemple : recensement, données Open DATA publiées par la ville*] permettant de représenter dans l'application ArcMap et sous-forme de calques des caractéristiques socio-économiques et culturelles des populations. Ceci servira de base de données qui sera une sorte de bibliothèque digitale d'organisation pour stocker et gérer de grands ensembles de données **LiDAR**, des terrains ainsi qu'un catalyseur des fonctionnalités **SIG** et analyses avancées. Il s'agit d'un système de stockage et de gestion de données évolutives centralisées avec une intégrité des données, ainsi qu'une sauvegarde et sécurité de données plus fiable.

3.1.1 LE LIDAR[90] :

Définition :

Le LiDAR *est une méthode de télédétection utilisant la lumière sous forme de laser pulsé pour mesurer des distances (distances variables) avec la Terre. Ces impulsions lumineuses, combinées à d'autres données enregistrées par le système aéroporté, génèrent des informations tridimensionnelles précises sur la forme de la Terre et ses caractéristiques de surface*.[91]

Anglais :

LiDAR: *is a remote sensing method that uses light in the form of a pulsed laser to measure ranges (variable distances) to the Earth. These light pulses—combined with other data recorded by the airborne system— generate precise, three-dimensional information about the shape of the Earth and its surface characteristics.*

[90] LiDAR: ***L****ight* ***D****etection* ***a****nd* ***R****anging*

[91] https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html, *consulté le 15 Juillet 2019*.

Figure III-1 : Situation Géographique à l'échelle Mondiale

Figure III-2 : A l'échelle Nationale

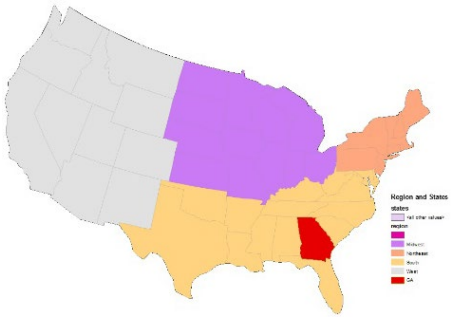


Figure III-3 : Régionale

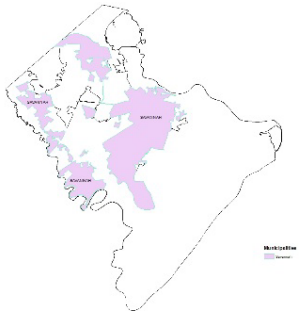


Figure III-4 : Etatique

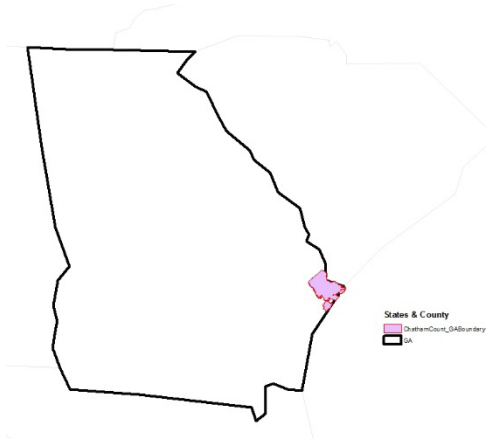


Figure III-5 : Ville

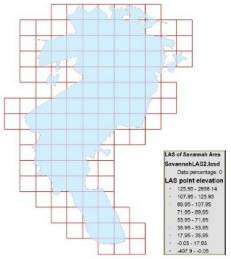
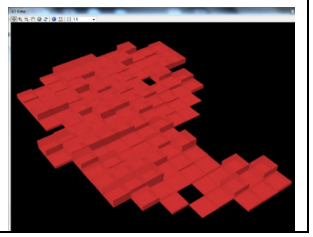


Figure III-6 : LIDAR de Savannah montrant les hauteurs de terrains



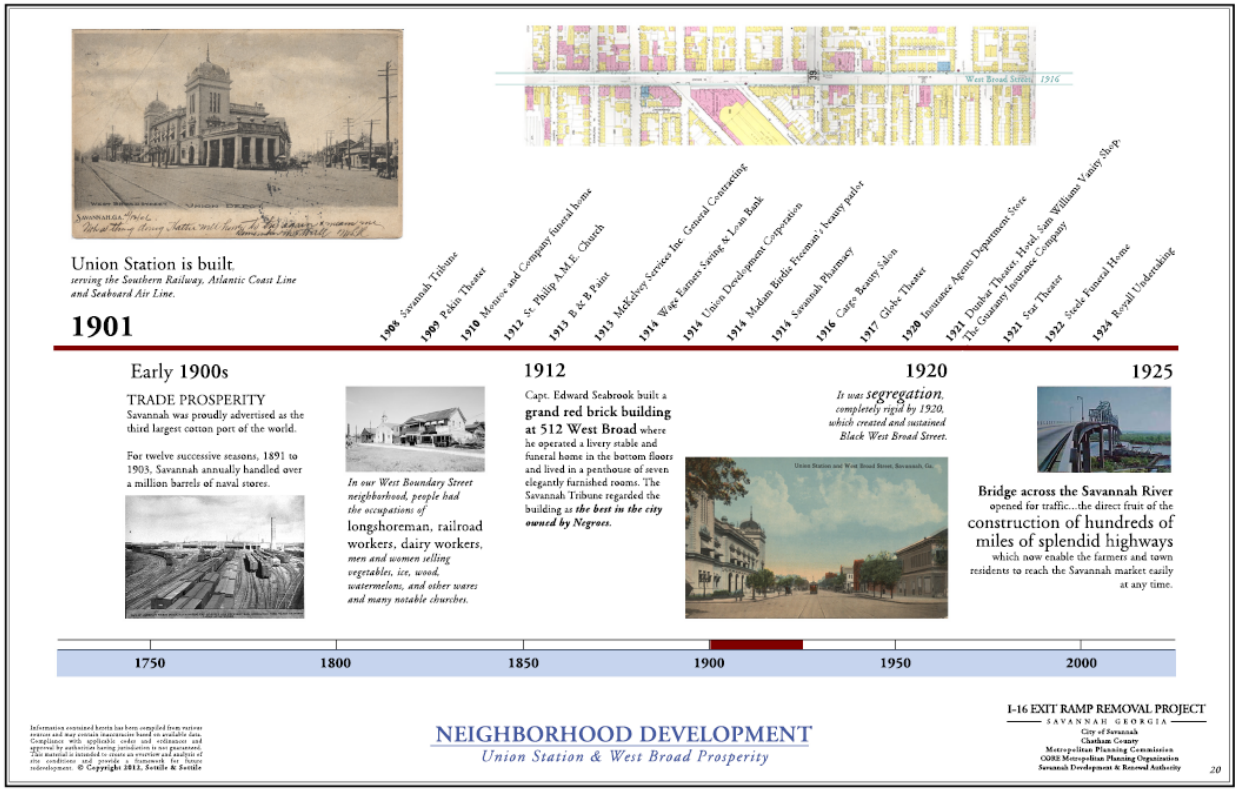
Source : Toutes ces cartes ont été créées par l'auteur et pour le but de ce travail.

3.1.2 ANALYSE DU SITE : recherche historique sur le centre-ville et le Site.

Cette partie donne un bref aperçu historique et visuel du site, son évolution, les challenges de l'histoire et les changements au fil des années.

3.1.3 Plan chronologique et évolutif de la partie ouest de la ville :

Figure III-7 On peut voir ci-dessous le plan de site sur lequel était érigé une gare en 1901. Un quartier animé et vivant comme on peut le voir sur les photos. Une population qui doublera en 1910 et un quartier dont la densité augmentera jusqu'à la destruction de la gare pour l'autoroute I-16 qui en passant a détruit les commerces et la majorité d'habitations.
La zone devient donc une zone fantôme. L'autoroute crée une division de la ville dont les séquelles sont encore visibles à ce jour.



Source : La ville de Savannah.

DATES HISTORIQUES IMPORTANTES

1901 : Construction de la Gare.
1933 : Le président Roosevelt visite Savannah et arrive à la Gare.
1936 : Bus électriques dans la ville.
1938 : Bus, Camions et voitures personnelles.
1940 : Les commerces appartenant aux noirs fleurissent sur la rue de la gare. 411 commerces.
1940-50 : La rue de la Gare connait son plus grand succès le plus haut pour sa musique Jazz. C'est le coin des retrouvailles le soir après une journée de travail.
1956 : La loi « Federal Highway Administration Act » est passée [USA] avec comme but ; l'amélioration des réseaux autoroutiers après la 2eme Guerre Mondiale.
1957-58 : La décision est prise de détruire la gare pour y faire passer l'autoroute I-16.
1969 : Treize rues sont fermées en préparation à l'autoroute.
1961-62 : 164 Appartements *« Kayton Homes »* sont construits autour du site de la Gare.
1963 : La Gare « Savannah Union Station » est détruite pour faire place à L'autoroute I-16.
1967 : Ouverture de l'autoroute I-16.

3.1.4 Le site de l'autoroute I-16 visualisé avant/après l'autoroute.

1925 : Rue animée très piétonne. Grande proximité et par conséquent interaction et sécurité. **Figure III-8 : Place de la gare**	**1963 – présent :** rue déserte, non-attrayante aux piétons, (peu illuminée) pas de commerces etc…

Figure III-10 : Rue de la gare West Broad Street aujourd'hui renommée MLK Jr. Blvd.

Figure III-11 : Vue du bâtiment de la Union Station. Une gare qui reliait Savannah au reste des États Unis.

Un quartier animé et vivant.

3.2 Historique cartographique du Site.

Les carte ci-dessous montrent l'effet ravageur causée par la destruction de la gare. On peut voir en bas à gauche un quartier très dense en 1898 sur le site qui devient plus tard celui de la gare. On observe aussi en 1916, la construction de la gare permet une densification plus intense des zones proches de la gare. Ceci laisse croire que les logements compris dans l'enceinte de la gare en 1898 ont été transférés quelques mètres plus loin ; ce qui expliquerait cette densification autour de la nouvelle gare.

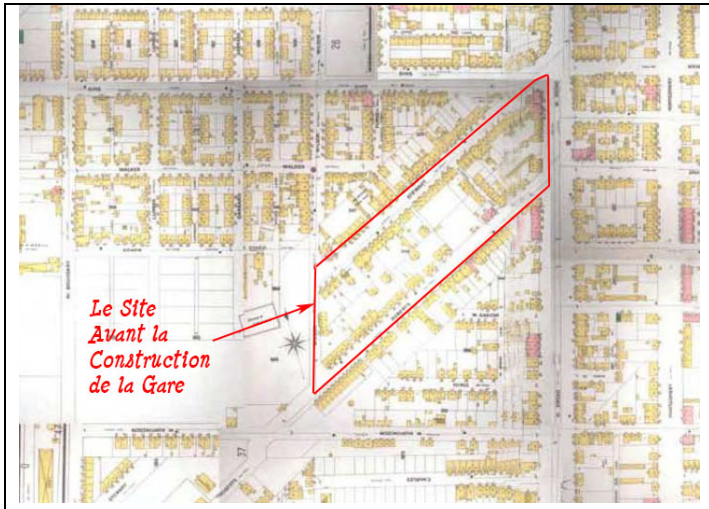


Figure III-12 : Cartographie de la ville en 1898

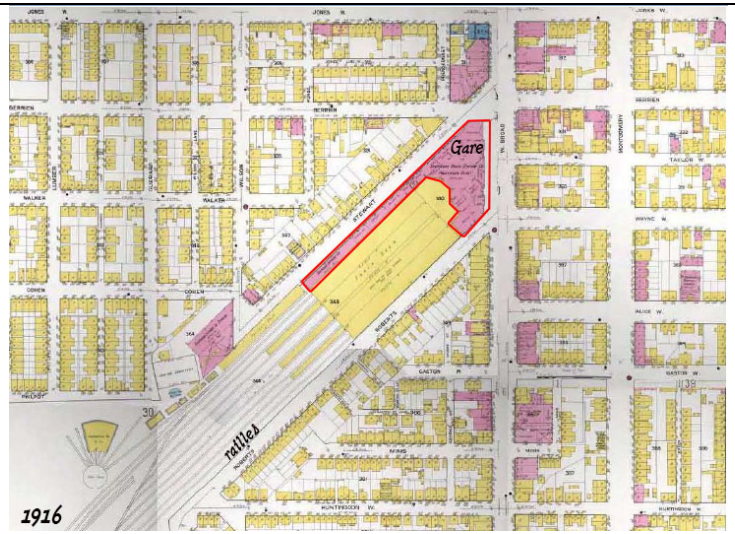


Figure III-13 : Cartographie de la ville en 1916

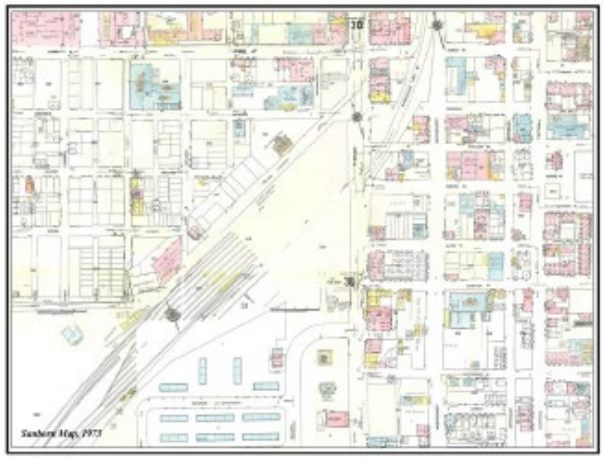
Figure III-14 : Le site de la nouvelle Gare

2010

- 1898 Le site de la gare est assez densifié
- 1916 On peut observer une perte de bâtiments sur le site de la Gare, mais aussi une forte densification dans la partie Sud et Sud-Ouest de la gare.
- 2010, la gare est remplacée par l'autoroute qui coupe au cœur de la communauté, la suite est une désertification de la partie Est de la Ville, car la construction de l'autoroute détruit les commerces qui à l'époque alimentent les résidences ainsi que la ville toute entière.

3.2.1 Cartographie évolutive au Cours des périodes :

Il est important de comprendre le changement dans la densification du site avant et après la construction de la gare.

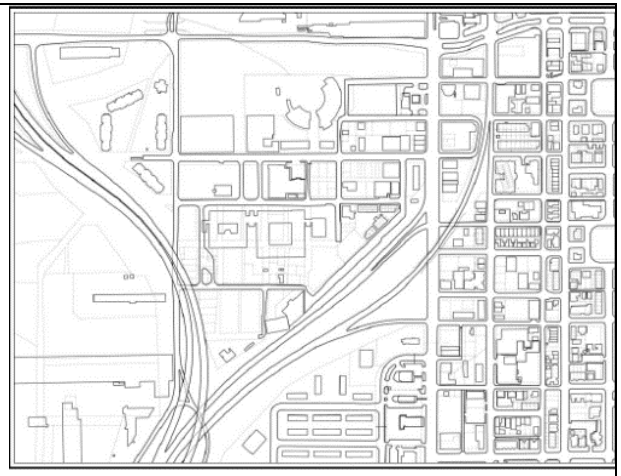


1960 : Ici, La gare est détruite pour faire place à l'AutoRoute **I-16**

Figure III-15 :

1975 : L'autoroute est bien en place. On peut déjà voir un début de désertion de commerces dans la partie Sud de l'autoroute I-16.

Figure III-16 :



2010 -2016 : on voit bien ici les dégâts causés par la construction de l'autoroute. Les habitants nantis de la ville s'achètent une voiture et déménagent vers les nouvelles campagnes. La ville devient le lieu de résidence des pauvres.

Figure III-17 :

Sources : The Master Street Plan « A Forgotten But Critical City Planning Tool » Paul L. Knight, AICP CNU-A Architectural and Urban Designer at Historical Concepts pknight@historicalconcepts.com. GPA Conference, October 10, 2013.
Map sources : The Master Street Plan « A Forgotten But Critical City Planning Tool » Paul L. Knight, AICP CNU-A Architectural and Urban Designer at Historical Concepts pknight@historicalconcepts.com. GPA Conference, October 10, 2013.

3.2.2 Contexte du site.

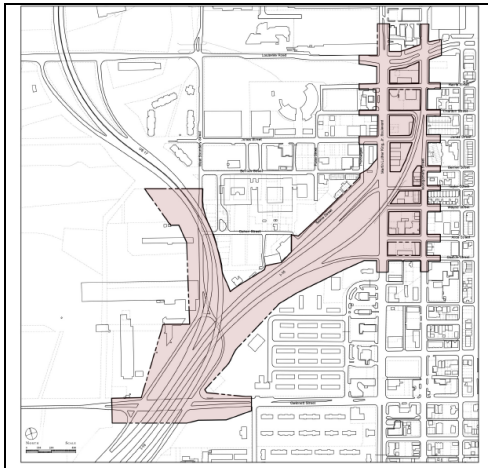


Figure III-18 : Ci-dessus la carte de site montrant l'autoroute qui est l'objet a l'origine de ce travail

Figure III-19 : La carte de site montrant l'imagerie du site. Avec les voies principales d'accès

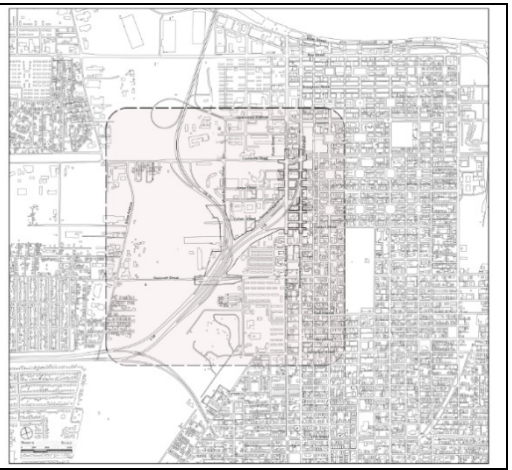


Figure III-20 : La carte du site avec la délimitation de la zone environnante du projet.

3.3.1 Appel d'offre de la ville de Savannah :

Ce site représente celui de l'appel d'offre de la ville pour proposer une solution à la zone désertée par le passage de l'autoroute I-16. Parmi les propositions rejetées, certaines proposaient l'élimination de l'autoroute I-16 pour reconstruire une gare de train comme à l'origine, d'autres proposaient de réurbaniser la rue MLK en créant des petits commerces et des logements de manière à redensifier et réanimer le quartier. Sans vouloir prendre parti, ce travail utilisera l'analyse d'aptitude pour tester quelles utilisations du site seraient les plus bénéfiques et/ou appropriées compte tenu de certains critères qui seront énoncés et démontrés plus loin.

3.3 Analyse d'aptitude :

L'analyse d'aptitude représente une étape importante et incontournable de ce travail. C'est en quelque sorte le diagnostic qui permet de non seulement se familiariser avec les composantes du site et le projet mais aussi de comprendre quelle(s) est (sont) la, les prochaine(s) étape(s) à suivre dans le processus complexe de l'approche procédurale Neuro-prothétique. Étant donné la capacité massive de traitement de cette approche, et l'exigence de l'analyse d'aptitude qui performe mieux dans un champ élargi, le centre-ville de Savannah GA sera l'objet d'une analyse exhaustive.

3.3.1 Hypothèse pour la gare :

Scenario #1 : Création d'une gare comme dans le passé : Le centre-ville est une zone mixte, la partie Ouest de la rue MLK boulevard – est très peu dense et très en contraste avec le reste de la ville. Ceci représente une grande opportunité pour une nouvelle expansion pour cette partie de la ville très proche a la zone industrielle et portuaire ; en même temps un danger de gentrification est possible, car ces parties se trouvent dans le centre-ville et tout autre développement de type privatif [résidences, commerces…] pourrait rendre ce site aujourd'hui occupé en majorité par une population peu éduquée et pauvre inaccessible à cette classe sociale. C'est dans cette logique de pensée que cette recherche se projette dans l'analyse d'aptitude testant les potentiels du site pour une fonction plus sociale inclusive telle la gare. Cette étape explorera donc les données du site et son environ pour déterminer le dégrée d'importance/nécessite d'une gare à cet endroit précis.
De plus, les transports en commun ne sont pas très réguliers et par conséquent le besoin de conduire même pour les distances courtes est incontournable. Cet ensemble de problèmes ; rues mal fréquentées transports en commun non réguliers s'ajoutent à l'argument qui favorise une gare comme un ***HUB*** qui pourrait retisser cette partie de la ville pour reformer un seul ensemble physique et spatial comme par le passé.

Figure III-21 : Cette carte montre les réseaux importants d'infrastructure de chemin de fer, de verdure et de zones marécageuses (non constructibles) « Westland » autour de Savannah. Cette carte permet d'avoir une vision générale qui s'étend au-delà des limites de la ville et du site.

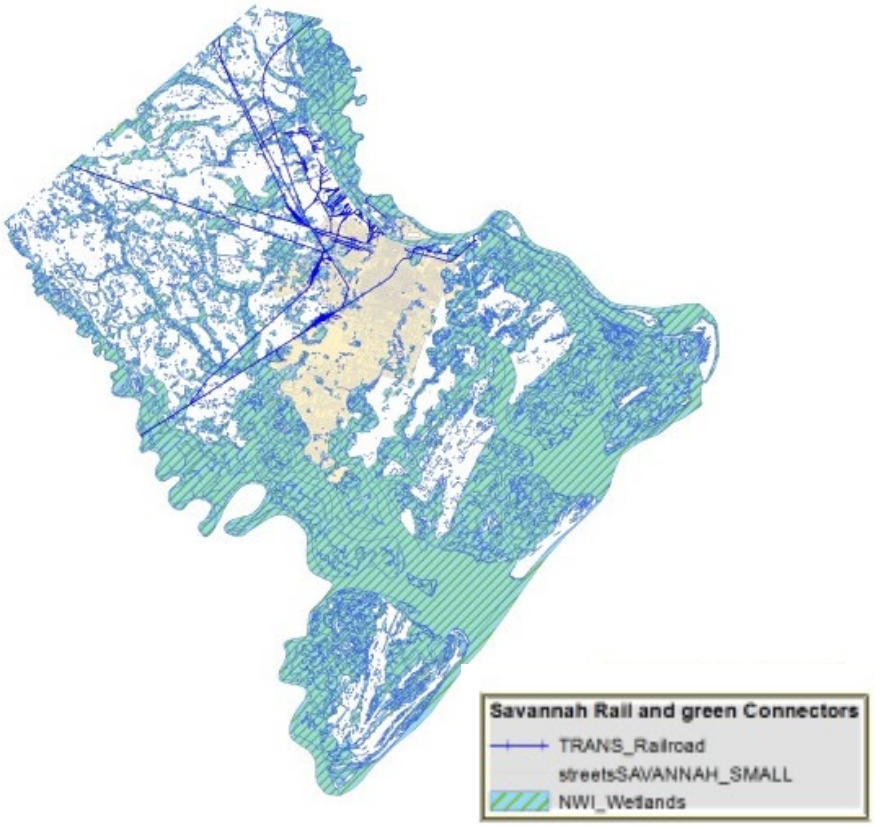


Figure III-22 :

Cette carte montre en rose Savannah dans son contexte régional [*Chatham county]*. Elle montre les espaces verts dans toute la région de Savannah. Cette carte semble montrer Savannah comme une ville avec peu d'espace vert, pourtant, Savannah est l'une des villes aux Etats unis dont le plan a été fait autour du « vert ».

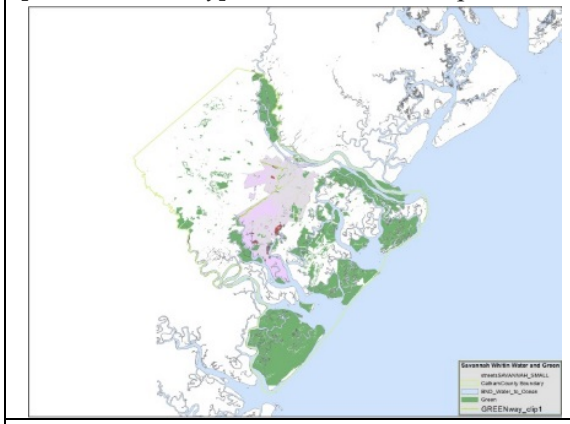
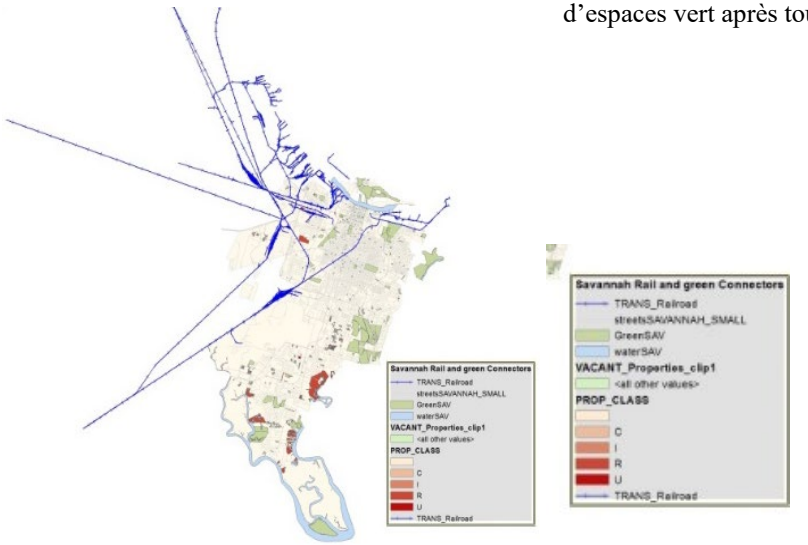


Figure III-23 : Cette carte superpose les éléments essentiels des deux cartes précédentes, à savoir la ville de Savannah, Les points d'eaux ainsi que le moyen de connexion par chemin de fer. On voit bien sur une carte plus restreinte que Savannah à une échelle de ville, avec un nombre important d'espaces vert après tout.



Une analyse d'aptitude permet d'identifier grâce aux données spatiales et de recensement l'emplacement idéal pour une structure qui pourrait mieux desservir le quartier ; par exemple, un centre de transport, une gare ou un centre commercial dans le centre-ville de Savannah.
Les données SIG seront analysées. Les composants tels que le coût du terrain, la taille du terrain [par rapport au projet], l'utilisation du sol, la pente, la propriété, l'accès à la propriété, la taille, l'emplacement de la parcelle par rapport aux autres lieux d'intérêt ; le zonage, la valeur de du terrain/immobilier et le désir de la ville de créer un accès au transport en commun pour ses résidents, touristes, cyclistes et piétons.

3.3.2 Situation Environnementale de la région du centre-ville

Les premières analyses sont à une échelle plus grande que la ville. Étape nécessaire car elle permet de comprendre l'échelle du quartier par rapport à son appartenance à un ensemble plus important. Dans l'approche de ville Neuro-prothétique développée dans ce travail, l'analyse va de l'échelle de la région à la ville et de l'échelle du quartier à celle de l'ilot avec une possibilité de faire la boucle (inverser) comme dans un système ouvert. L'analyse du centre-ville aide à éliminer les fixations sur une parcelle vacante quelconque choisie sans information complémentaire permettant de savoir si la parcelle est sur zone marécageuse, appartient à une ou plusieurs personnes à la fois (difficile à acquérir), répond aux normes de zonage pour le programme envisagé etc... Tous ces détails souvent invisibles accompagnent toutes parcelles et peuvent rendre tout projet très couteux.

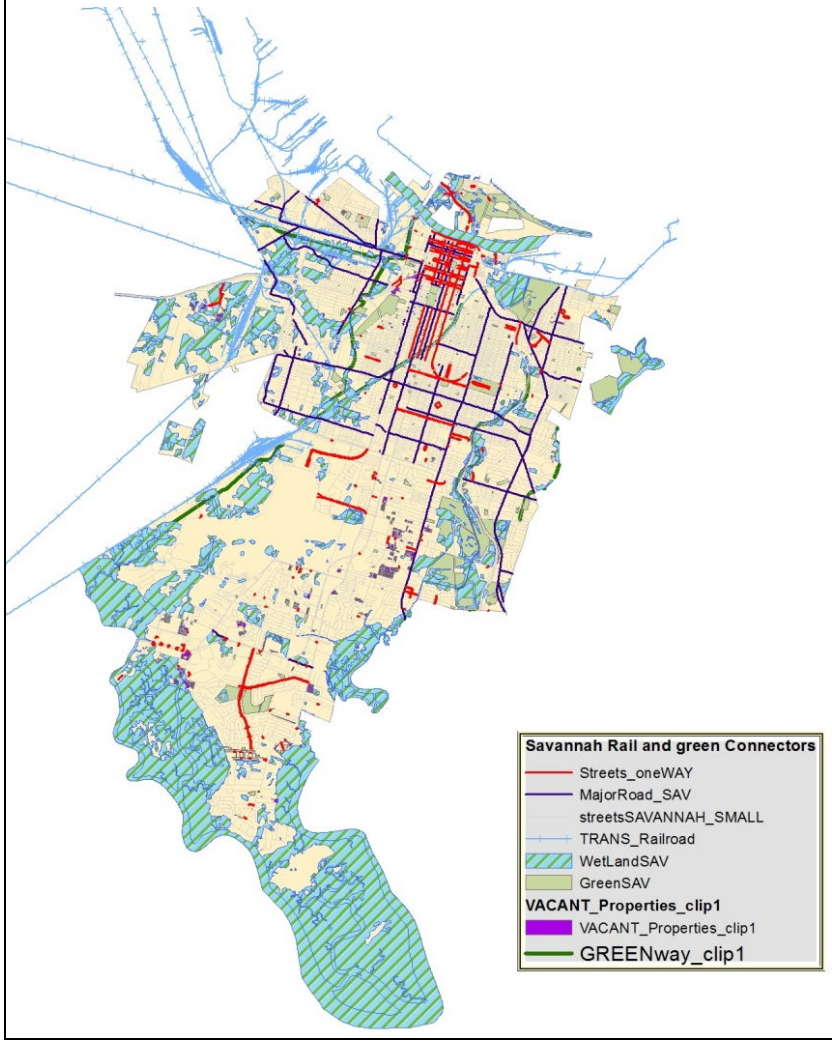


Figure III-24 :

Ces cartes montrent les accès principaux et les voies à sens uniques (très important pour la décision de l'implantation d'une gare), ainsi que les parcelles vacantes dans la ville recoupant les réseaux d'infrastructures vertes existantes. Les parcelles vacantes seront toutes analysées ainsi que la facilité d'accès à différents espaces verts autour du site potentiel.

Figure III-24 :

Figure III-24 : espace vert et voies d'accès

3.4 Analyse spatiale [*Spatial Analysis*] : La topographie et emplacement idéal pour le projet d'une gare dans le centre-ville de savannah.

L'application SIG « **ArcMap »** est utilisée ici pour créer une analyse exhaustive des données. Ceci nous permet alors de répondre d'une part à des questions très simples à caractères physiques ou non du site et à ses alentours. Par exemple : la pente du terrain, la direction d'écoulement d'eau de la pente [*Informations nécessaires qui aident à comprendre le sens dans lequel l'eau coule ainsi que la vélocité et la capacité de retenue de l'eau par le sol à chaque endroit*] ; ou alors d'aborder des questions spatiales aussi complexes telles que :

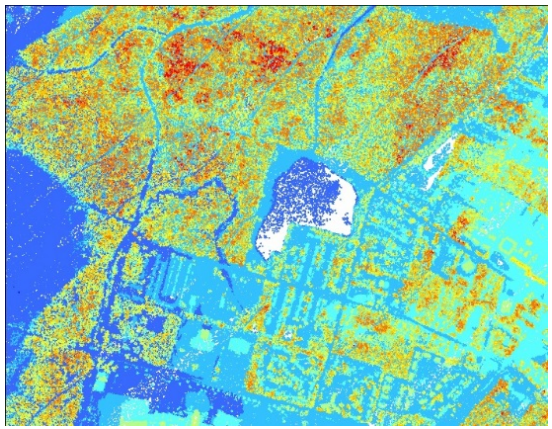
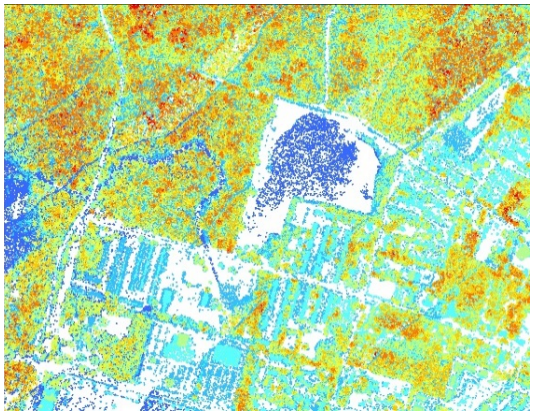
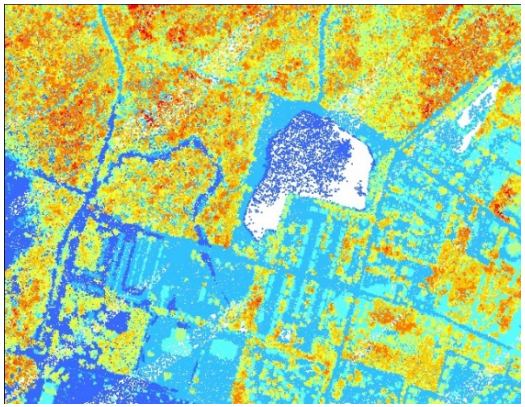
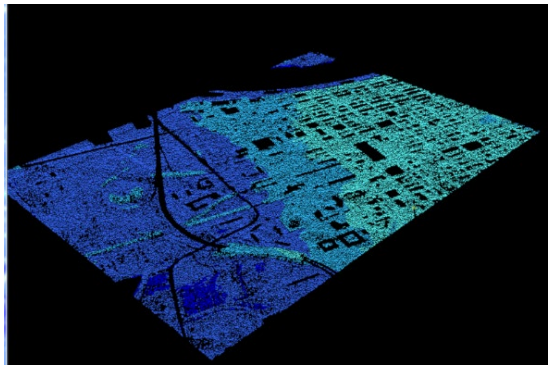
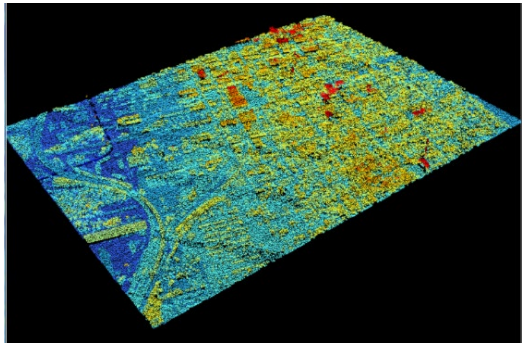
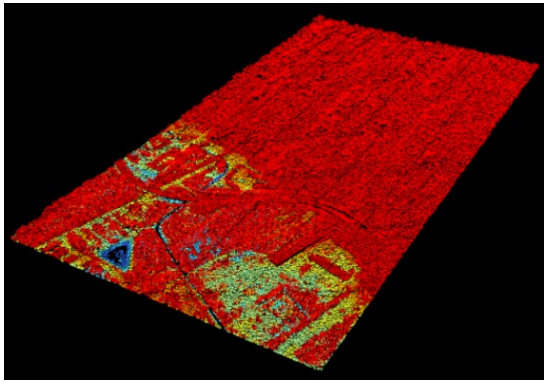
- Le site idéal pour ce projet.
- Le chemin le plus court/ adapté aux piétons pour rejoindre les points d'intérêts de la ville et vice-versa.
- Les rues les moins dangereuses pour les piétons avec peu de circulation de voitures pouvant être transformées en avenues piétonnes ?

3.4.1 Créer un jeu de données de nuage de points LAS *[LAS point cloud dataset].*

Dans ce processus, *« un scanner LiDAR émet une lumière laser sur une cible et détermine son emplacement dans l'espace en fonction de la distance parcourue par la lumière avant sa réflexion sur l'objet. Un nuage de points montre les points individuels où le laser a heurté un objet, ce qui permet de visualiser et d'analyser l'emplacement des surfaces en 3D »*[92]. Les cartes ci-dessous représentent les nuages de points ***LAS*** qui constituent la base de cette approche procédurale.

[92] https://learn.arcgis.com/en/projects/extract-roof-forms-for-municipal-development/lessons/create-elevation-layers.htm, Visité le 15 Mars 2019.

Source des images ci-dessous : Ces image ont toute été créées par l'auteur.

Figure III-25 : LAS ALL return  Cette carte représente toutes les structures existantes.	**Figure III-26 : LAS ALL return**  Cette carte représente les structures existantes sans le sol, on peut voir les espaces vides par rapport à la carte de gauche.	**Figure III-27 : LAS First Return**  ***LAS first return*** permet de modeler la végétation et le sol à l'échelle.
 En 3D on peut voir les structures en trois dimensions telles qu'elles existent en réalité. **Figure III-28 :**	 **Figure III-29: LAS** avec *Ground Return*	 **Figure III-29 :**

3.4.2 Le plan de situation de site dans l'ensemble urbain montrant les rues d'accès, les parcelles et le site du projet de la rampe I-16.

Etape#1 :

Ceci est le premier de plusieurs **scénarios** de test et le seul répondant à une demande réelle de la Ville, à savoir : de retisser la **West Broad Street** [aujourd'hui **MLK Boulevard**] au reste de la ville. Les discussions tournent autour de deux sujets ; _recréer une gare comme par le passé_ Développer un ensemble mixte de petits commerces et des logements pour redensifier le quartier. Ce **scénario** se veut de tester la proposition d'une nouvelle gare comme par le passé pour répondre aux questions qui aujourd'hui encore divisent les populations sur le passé esclavagiste du Sud des USA.

Partant de cette idée et dans une intention d'utiliser la technologie spatiale SIG pour guider la décision, ce travail a un champ plus élargi que celui d'un projet architectural ou urbain tel qu'on les comprend. Cette visualisation de projet dans un champ global a pour but de traiter toute création urbaine comme une pièce de puzzle dont toute erreur de connectivité au Grand Ensemble (la ville) causerait des problèmes de non-conformité à l'approche ici explorée ; *l'approche urbaine Neuro-prothétique*. Nous partirons donc ici d'une grande échelle [*échelle de la région*] à une petite échelle [*échelle de l'îlot*]. Une approche qui contraste avec celle utilisée dans la méthode classique qui se focalise directement sur l'îlot, le site et son environnement immédiat.

L'élément clé de ce **scénario** est de démontrer que le site idéal est sélectionné parmi une multitude de sites candidats et est le seul et unique candidat qui remplit le mieux toutes les conditions spatiales nécessaires et adaptées pour une gare et qui permet une revitalisation de la zone Ouest de la ville. Il est possible que les analyses déterminent que la gare devrait se situer à un endroit autre que le site proposé dans l'appel à projet et

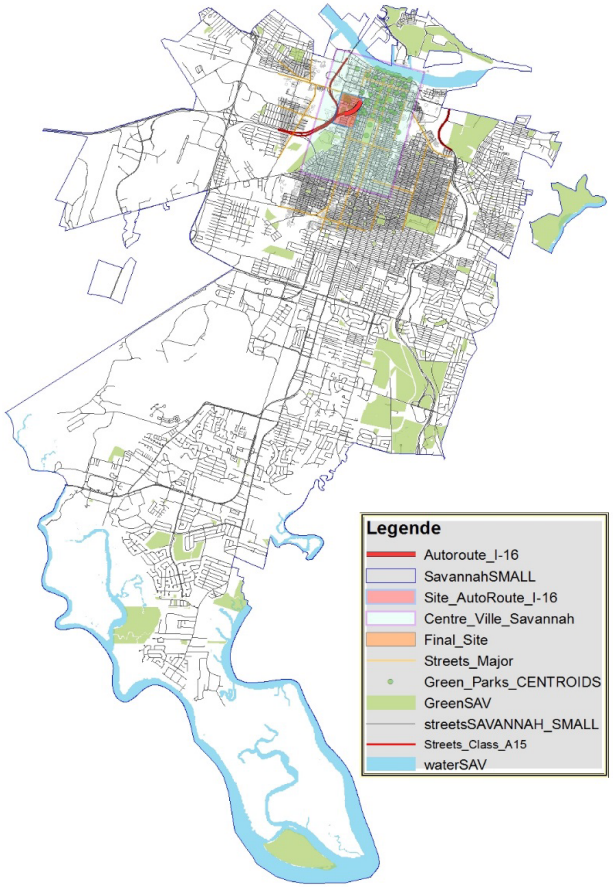


Figure III-30 : Source Auteur

conséquemment, ce travail développera le projet sur ce site là, où qu'il soit de manière à connecter l'îlot du site de l'autoroute I-16 à celui déterminé par analyse pour la nouvelle gare.

Nous commencerons par une analyse compréhensive globale, ensuite nous passerons à des analyses spatiales plus précises pour enfin trouver le site idéal et les voies les plus accessibles pour les piétons, cyclistes et autres moyens de déplacement moins polluants que la voiture individuelle.

3.4.3 Les Parcelles vacantes dans la ville susceptible d'être candidats :

Ci-dessous, les cartes montrent les parcelles vacantes de la ville proches desquelles passent les réseaux existants d'infrastructures vertes. Les parcelles vacantes étant les seules possibilités sont les points de départ de l'analyse pour l'emplacement de la future gare. Un intérêt est donné ici à la typologie de gare comme place publique de rencontre et d'interaction des citadins dans la ville.
.

Toutes ces cartes ont été créés par l'auteur pour le but de ce travail.

Figure III-31 : Ces cartes montrent les proximités de parcelles vacantes aux réseaux routiers, ferroviaires et d'espace verts.

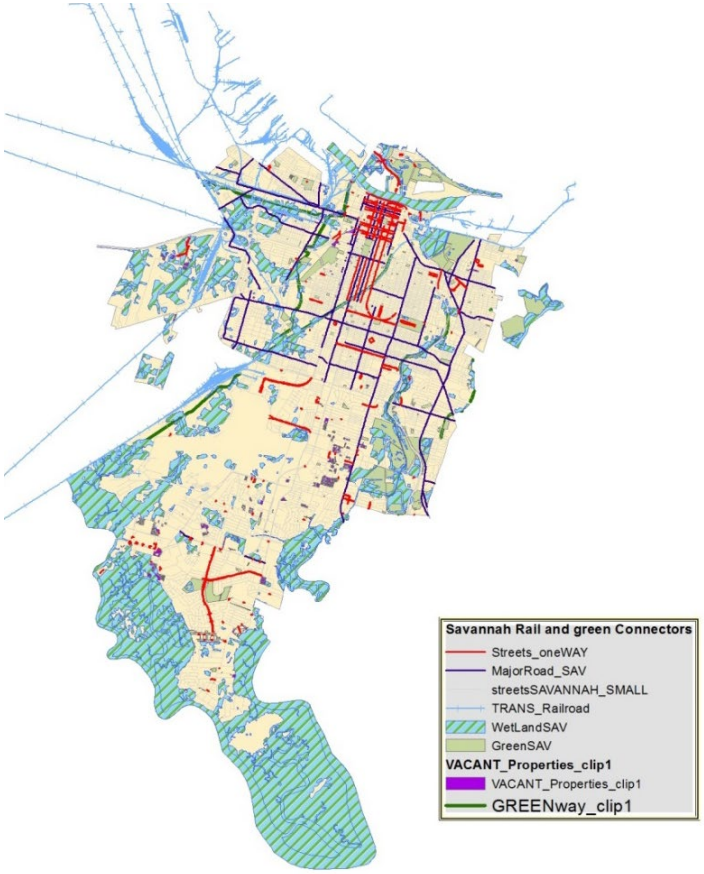


Figure III-31 :

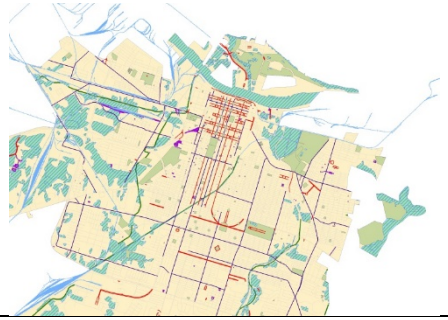
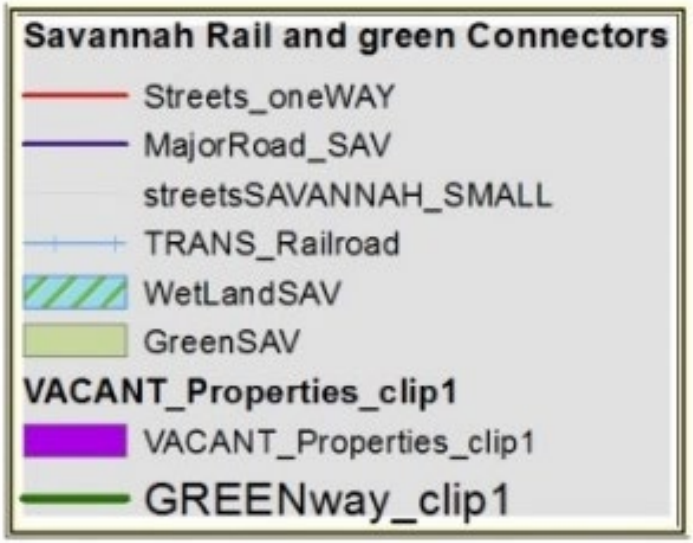


Figure III-32 :



3.5 Les espace verts et le temps de marche de ces espaces aux sites(proximité) :

Après un avoir précisé les parcelles vacantes, l'étape suivante consiste à regarder les distances du site par rapport à certains points d'intérêts. La ville de Savannah est développée autour d'espaces verts et grands parcs. Les localisations des parcelles vacantes par rapport aux espace verts et parcs est donc un atout recherché de ce projet. Evidemment, les espaces verts adjacents intégrés aux parcelles vacantes représentent un avantage pour l'emplacement de la nouvelle gare.

Figure III-33 : Cette carte montre une distance de marche (de 800 mètres) des parcs et espaces verts (*la distance se mesure du centre de l'espace vert ; dont le rayon du cercle autour de l'espace vert*). Ceci nous aide à visualiser les espaces verts les plus proches du site de la gare. Ceci nous permettra ensuite de décider quelles rues seraient les plus sécurisantes pour un accès facile de piétons et/ou Cyclistes.

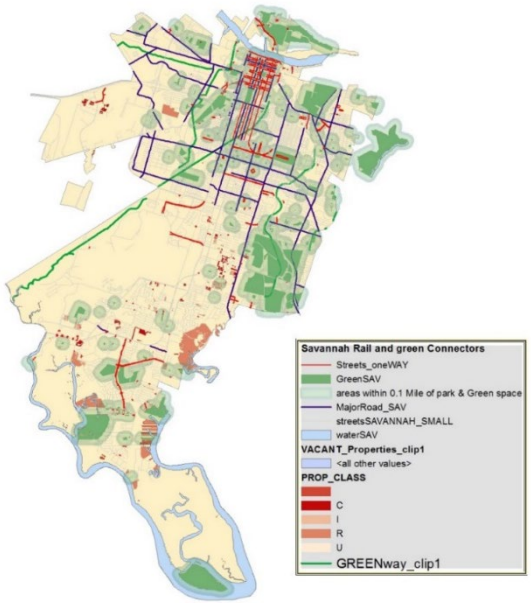


Figure III-33 :

Figure III-33 :

3.5.1 Les données physiques et textuelles nécessaires pour le passage à la première étape d'analyse[93] : Etape #2 : sélection d'éléments à analyser :

Ensemble de Données	Description
Données topographiques [*Elevation*]	Données Raster représentant la topographie de la zone.
Usage du Sol [*Land Use*]	Données Raster représentant les types d'utilisation de sol par apport au zonage.
Routes [*Roads*]	Classe d'entité représentant le réseau routier linéaire de Savannah.
Parcs et Espace Verts [*Recréation Sites*]	Classe d'entité représentant les emplacements des points de sites de loisirs.
Gare de Train [*Train Stations*]	Classe d'entités représentant les emplacements des gares existantes.
Points d'Attractions [*Destination*]	Classe d'entité représentant le point d'intérêt utilisé pour trouver le meilleur itinéraire pour une nouvelle route.

Figure III-34 : cette table montre des priorités créées par le concepteur. Ces priorités changent selon l'auteur et le projet.

Etape #3 : Analyse :
Dans cette étape, on utilise les données topographiques dans l'analyse pour créer le « *hillshade* » [pente ombragée], puis un histogramme est généré qui montre le calque de l'utilisation des terres.

3.5.2 Création de la pente ombrée [HillShade] :

Une pente ombrée est une image de relief ombré créée en utilisant un le calque topographique et en réglant une source d'éclairage (typiquement le soleil) à un azimut spécifié par l'utilisat-eur(rice) (la direction angulaire de la source d'éclairage est en degrés positifs entre **0-360** degrés) et l'altitude (l'angle de la source d'éclairage au-dessus de l'horizon). L'effet visuel de la pente ombragée dépend de l'affichage et il est très important de régler la transparence dans l'application ArcMap.

[93] Ces données ont été obtenues grâce à la générosité du bureau SIG de la ville de Savannah pour l'utilisation dans ce projet.

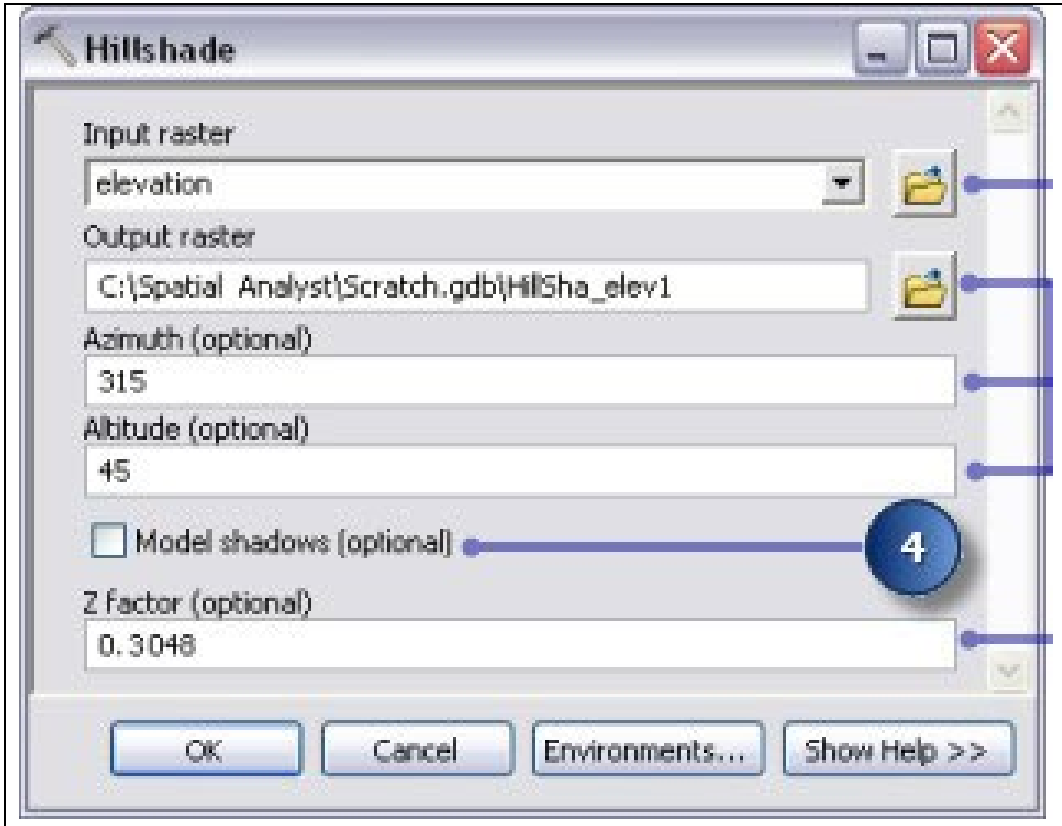


Figure III-35 :

Cette étape consiste à entrer le calque de données topographiques à calculer avec deux autres valeurs qui sont l'altitude à un azimut spécifié. Ici, la valeur **Z** est multipliée par **0,3048** pour une conversion en mètre car les données sont en pieds [*unité de mesure américaine*].

3.5.3 Résultats :

Figure III-36 : Ce calque est utilisé comme sous calque plus bas

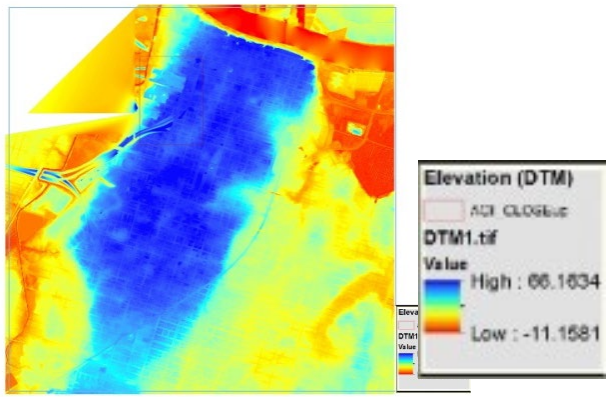


Figure III-37 : Ce calque est utilisé comme sous-calque plus bas

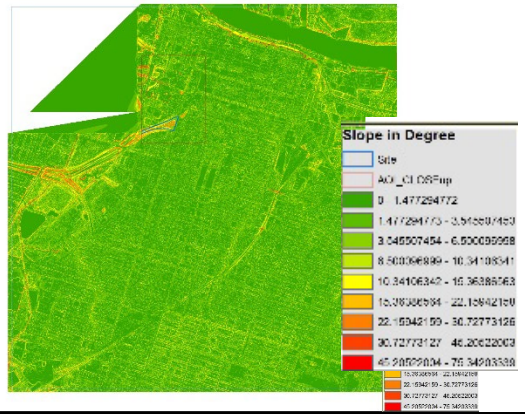


Figure III-38 : Ce calque est utilisé comme sous-calque plus bas

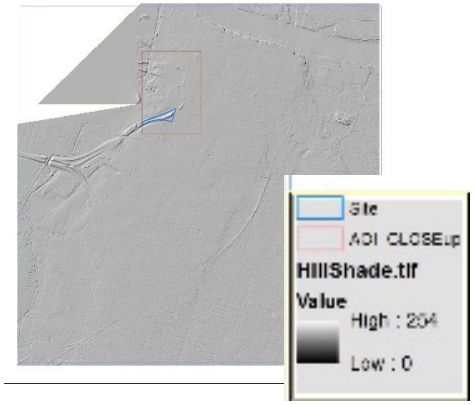


Figure III-39 :L'"*Aspect*" montre la direction de la pente

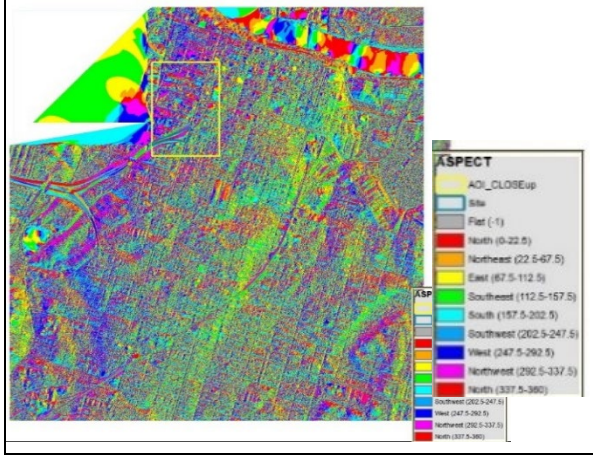


Figure III-40 : La courbure "***Curvature***" détermine la vitesse du ruissèlement d'eau sur la pente.

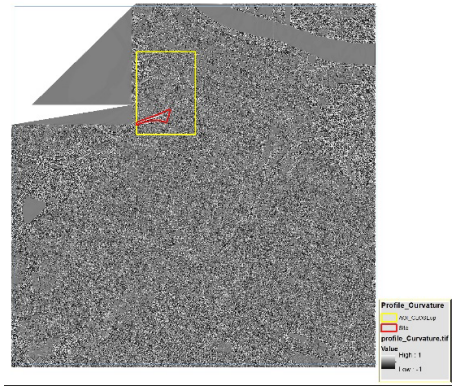
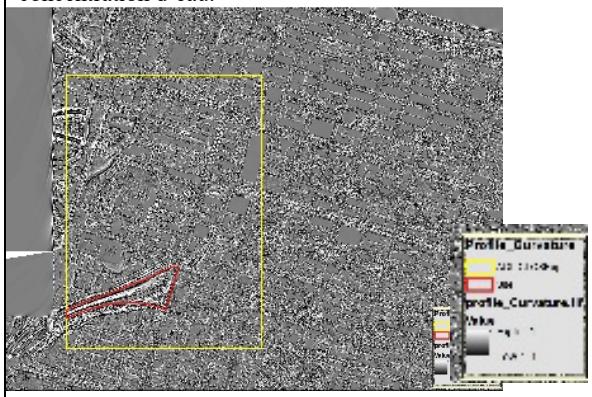


Figure III-41 : La courbe convexe "***Convex curve***" montre les endroits où l'eau ruisselle naturellement, alors que " ***concave curve***" montre des zones de rétention et concentration d'eau.



3.5.4 Carte de pente ombrée :

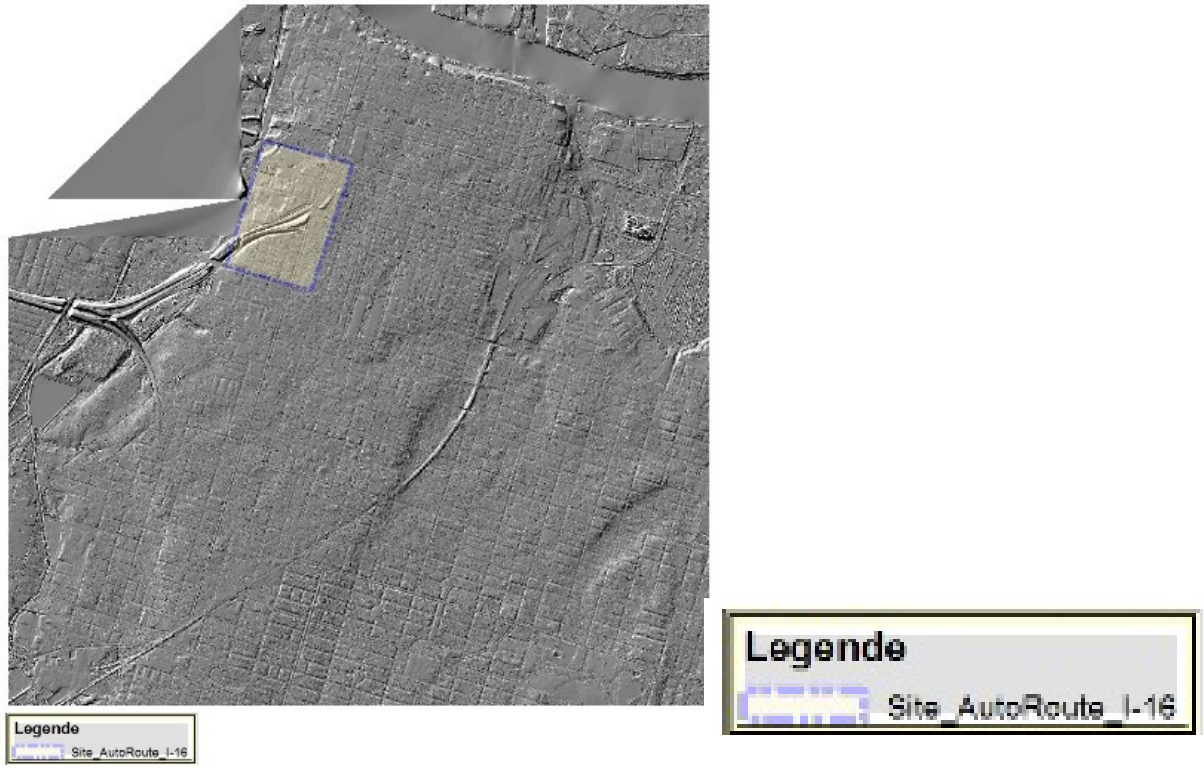


Figure III-38 :

Une vue agrandie du résultat de l'analyse de pente ombrée montre les différentes pentes. Ceci permet de pouvoir déterminer les zones du site qui auraient une capacité de rétention d'eau et d'autres qui faciliteraient le ruissellement des eaux. Ces informations deviennent très importantes car elles peuvent et devraient aider le concepteur à mieux comprendre les surfaces favorables aux structures physiques ou celles à laisser intouchées pour faciliter le processus naturel d'absorption, d'évaporation et de ruissellement des eaux de pluies renforçant ainsi le cycle naturel. De plus, ces informations peuvent aussi aider à déterminer quelles plantes il faut spécifiquement sur le site pour corriger un problème de déséquilibre et d'inondation causé par les anciennes structures existantes.

3.6 L'histogramme de visualisation des résultats :

L'histogramme affiche le nombre de cellules de chaque type d'utilisation des terres. Une représentation qui nous permet de visualiser les différentes distributions des terres en comparaison les unes aux autres. Cette manière est visuelle et permet de mieux comprendre les proportions. En rouge les zones construites, en vert les parcs et espace verts, en bleu l'eau, en rose les zones marécageuses. On peut voir que la ville de Savannah a beaucoup de zones marécageuses.

On voit clairement (contrairement à ce que l'on penserait en visitant Savannah) que dans le centre-ville de Savannah, des nouveaux projets de parcs seraient les bienvenus.

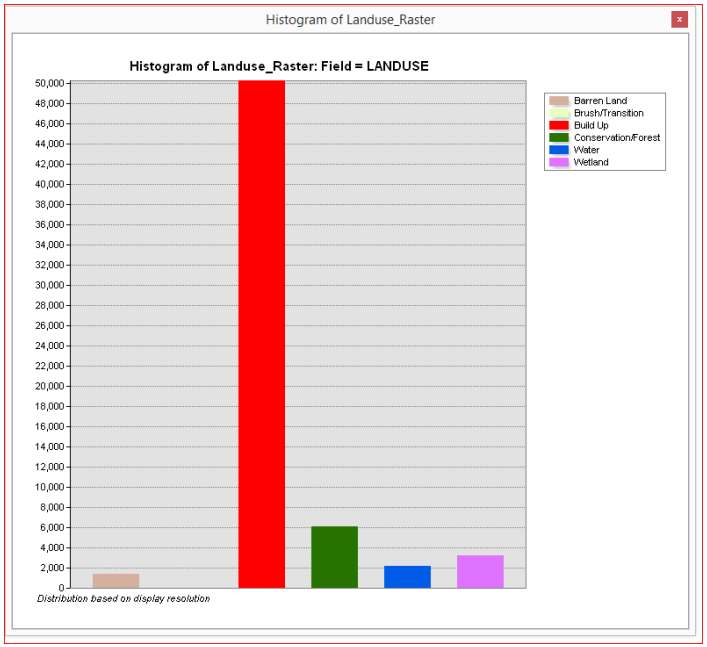


Figure III-42 :

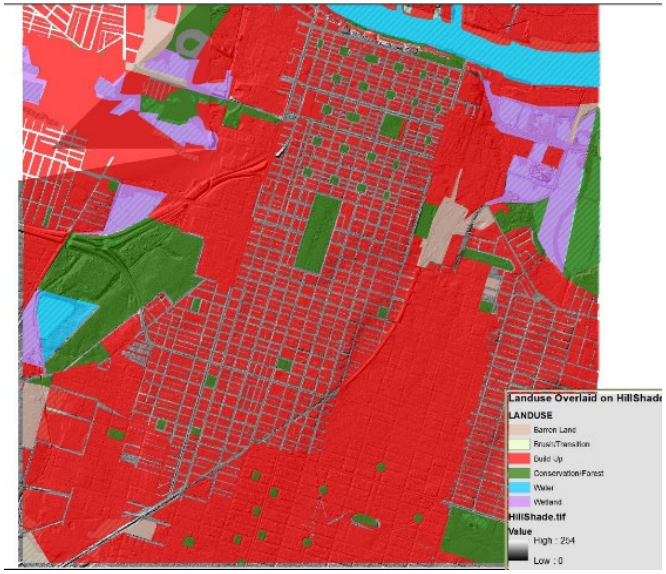


Figure III-43 : On peut voir ici la superposition des deux calques

On comprend plus facilement les proportions sous forme de graphes histogramme (Gauche), la carte à droite nous montre les mêmes informations mais les quantités ne sont pas facilement comparable à l'œil. Cette précision de l'histogramme devient importante, car elle permet de créer un argument sur un projet comme celui d'une gare qui intègrerait du « vert » ainsi que les voies piétonnes.

3.6.1 Utilisation de l'outil « Model Builder Dans ArcMap » :

Après les l'histogramme, il faut créer une modélisation d'aptitude pour trouver les parcelles candidates pour la nouvelle gare du centre-ville de Savannah. Les ensembles de données d'entrée utilisées dans la modélisation sont :

- L'utilisation des terres ; ceci permet de choisir les parcelles en fonction du zonage. Et si besoin d'entamer les démarches de re-zonage si nécessaire.
- La topographie ; très importante, car une pente raide pourrait influencer le temps d'arrivée et départ des trains. De plus, les distances piétonnes ne se calculent pas de la même façon avec une pente, surtout dans un climat subtropical avec des températures d'été allant jusqu'à plus de 40 degrés.
- Les sites de loisirs : composants importants d'interaction humaine et spatiale dont la proximité au site est utile et souhaitée.
- Les gares ou les grandes stations de bus existantes ; ceci permet d'espacer les stations de manière que leurs distributions deviennent équitables et en fonction de la densité de population.

La fusion des données nous permet de déduire la pente par rapport au temps de marche de l'utilisateur, la distance mesurée du site aux sites de loisirs, et la distance aux gares existantes. Puis il faut reclasser ces ensembles de données dérivées à une échelle commune allant de **1 à 10** (**1** étant non-désirable et **10** désirable). Les données seront pondérées avec les données d'utilisation des terres selon un pourcentage d'influence et ensuite combinées pour produire une carte indiquant les emplacements appropriés pour la nouvelle gare. De cette analyse résultera des alternatives desquelles l'on pourra sélectionner le site optimum pour la nouvelle gare.

3.6.2 Création d'une boîte à outils pour procéder à la sélection du site optimum pour la gare :

Ici la création d'un modèle pour effectuer les tâches complexes d'analyse spatiale est nécessaire. Avant de commencer à effectuer les analyses sur les données, il est important de définir les meilleurs paramètres d'environnement. Parce que les paramètres d'environnement ne sont applicables qu'au processus spécifique de ce modèle, dès que les paramètres d'environnement sont définis, le modèle peut alors être construit en cumulant des outils ensemble dans *« Model Builder »*.

Une fois que le modèle est créé, l'on peut facilement expérimenter avec des valeurs de paramètres, utiliser les données d'entrée différentes, exécuter le modèle maintes et maintes fois, et le partager avec d'autres.

3.6.3 Dérivation des ensembles de données :

On commence à traiter les données par un dérivé des éléments suivants :

- Dériver la **Pente** de l'ensemble des données topographiques.
- Dériver la **Distance** des sites de loisirs de l'ensemble des données des points d'intérêts.
- Dériver la **Distance** des gares existantes de l'ensemble des données des gares.

Cette première étape de modélisation est illustrée ci-dessous :

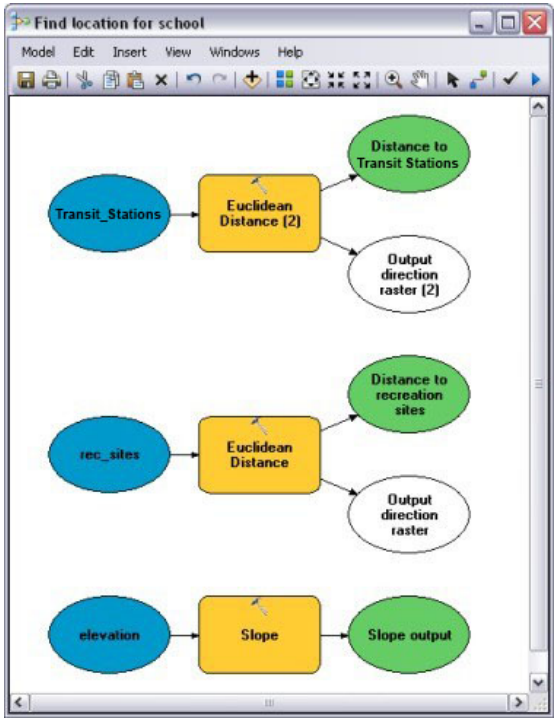


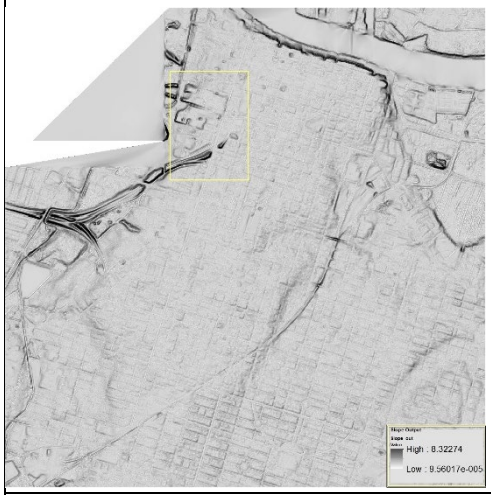
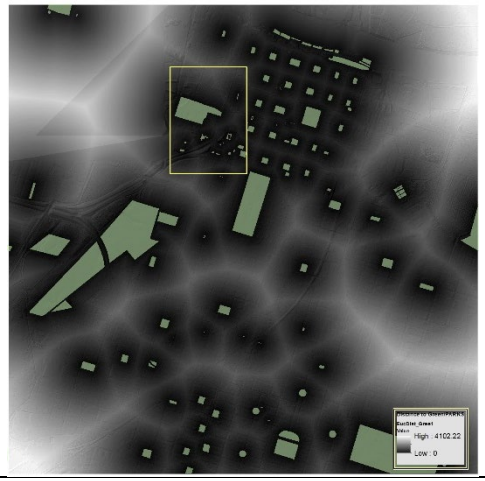
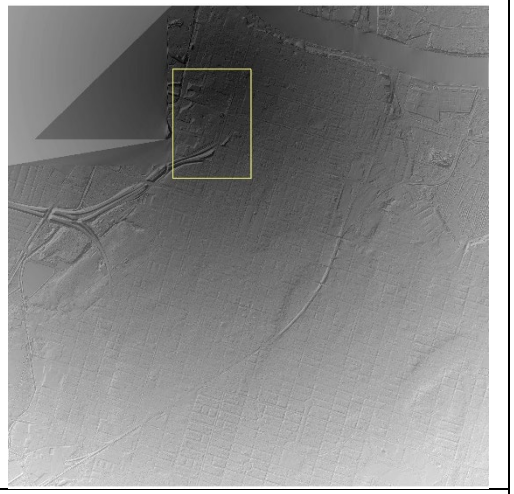
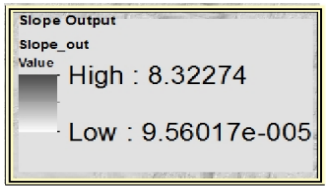
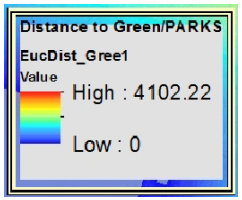
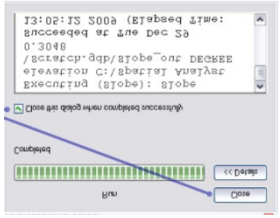
Figure III-44 :

L'illustration de gauche montre

1. De la connexion avec la topographie, on déduira la pente de la topographie pour déterminer l'altitude exacte de chaque site. Ce résultat devra à son tour aider à calculer la distance.
2. La distance aux espaces verts et parcs : cet outil calcule d'abord la distance euclidienne [ligne droite] des parcs et espaces verts.
3. La distance à la gare : Cet outil aide à trouver la zone la mieux adaptée pour une gare qui n'est pas trop loin des gares existantes. Cela se fait en calculant la distance euclidienne [ligne droite] des stations de trains existantes.

On peut aussi ajouter la distance au système ferroviaire *[actif ou non actif]* existant pour encourager la réutilisation du système ferroviaire existant *[bas en coût]*. Et la distance aux routes d'accès principales.
Il faut noter que les zones de services et d'équipements des commerces n'ont pas été mentionnées ou considérées ici parce que la gare se trouve déjà au centre-ville et les analyses précédentes ont montré une distance de marche maximale de 25 minutes d'un bout de la ville à l'autre. Ceci a dont écarté ces services de cette analyse.

3.6.4 Résultats des analyses :

Figure III-45 : L'endroit du site est pentu à cause de l'autoroute qui sera enlevée.	**Figure III-46 :** Espace verts	**Figure III-47 :** Terrain
		
		
Selon, les résultats d'analyse de pente. Les pentes raides sont affichées en noir et moins raides en gris. D'une manière générale, Savannah est pratiquement plat	Cette illustration montre les distances les plus proches du parc en bleues et les plus éloignées en jaune et rouge.	Sur la distance de gares existantes, les distances augmentent plus on s'éloigne des stations.

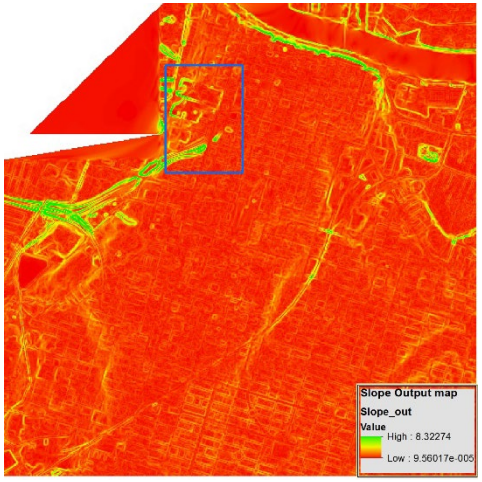


Figure III-45

Figure III-46 :

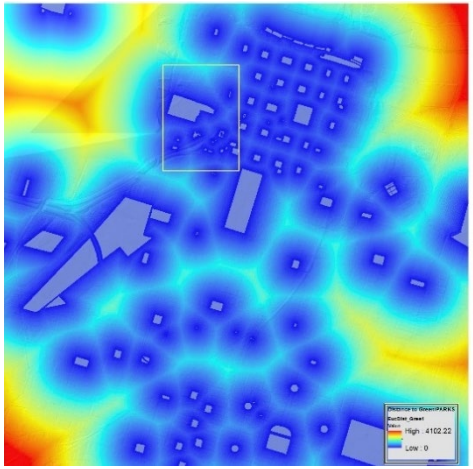
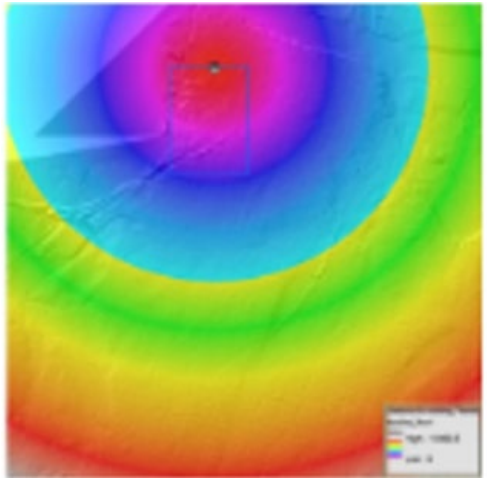


Figure-III-47 :



Source : Toutes ces cartes ont été créée par l'auteur dans le but de ce travail.

3.6.5 Reclassement des ensembles de données :

La dérivation de l'ensemble de données, telles que la pente, est la première étape lors de la construction d'un modèle d'aptitude *[Suitability Model*]. Chaque cellule dans la zone d'étude a maintenant une valeur pour chaque critère d'entrée (pente, utilisation des terres, la distance aux sites de loisirs, et la distance aux gares existantes). L'étape suivante est de combiner les ensembles de données dérivées afin de créer une « cartographie d'aptitude » [*suitability map*] qui permettra d'identifier les emplacements potentiels pour la nouvelle gare.

Pour combiner les ensembles de données, on doit tout d'abord veiller à ce qu'ils soient sur une échelle de mesure commune, Par exemple de **1 à 10.** Cette échelle de mesure commune est ce qui détermine la façon appropriée d'un emplacement. Les valeurs élevées indiquent les endroits appropriés pour la gare.

Les valeurs dans les jeux de données dérivées dans les étapes précédentes sont à « virgule flottante », et elles doivent d'abord être reclassées. Potentiellement, la valeur donnée à chaque groupe peut être un nombre quelconque.

Dans la reclassification, les valeurs plus élevées seront données aux attributs dans chaque rangée de données plus appropriés pour la localisation de la gare.

L'illustration de cette analyse est la suivante :

Procédé

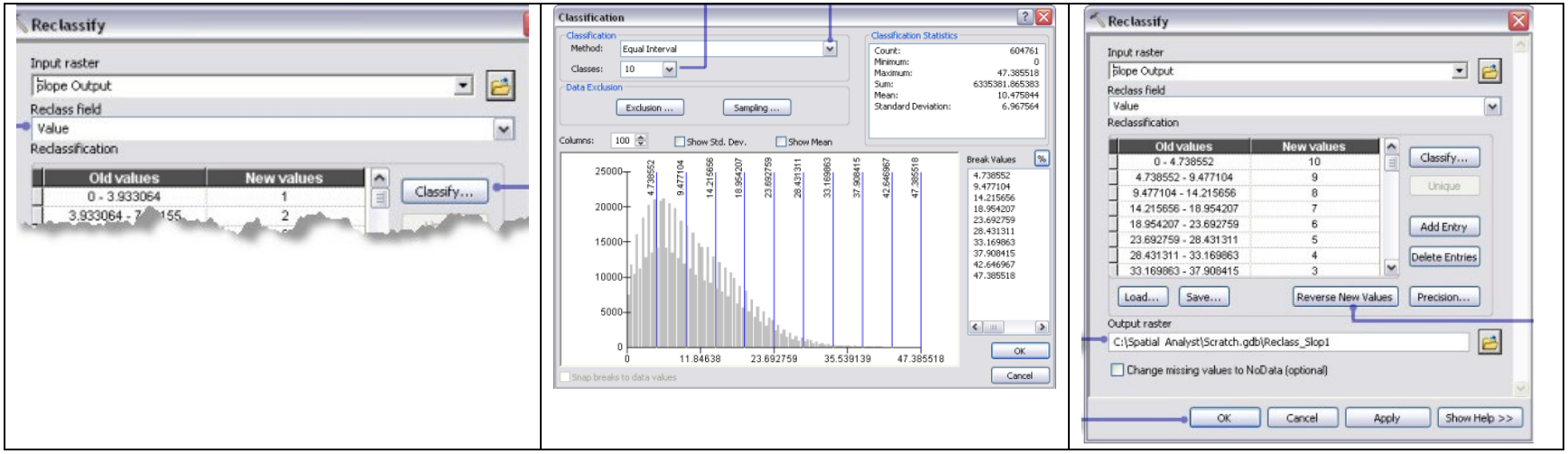


Figure III-48 :

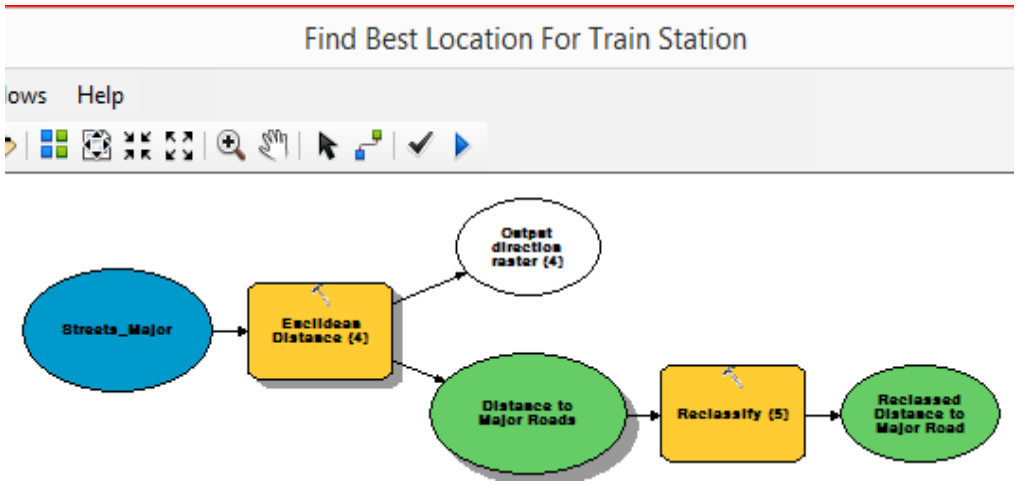
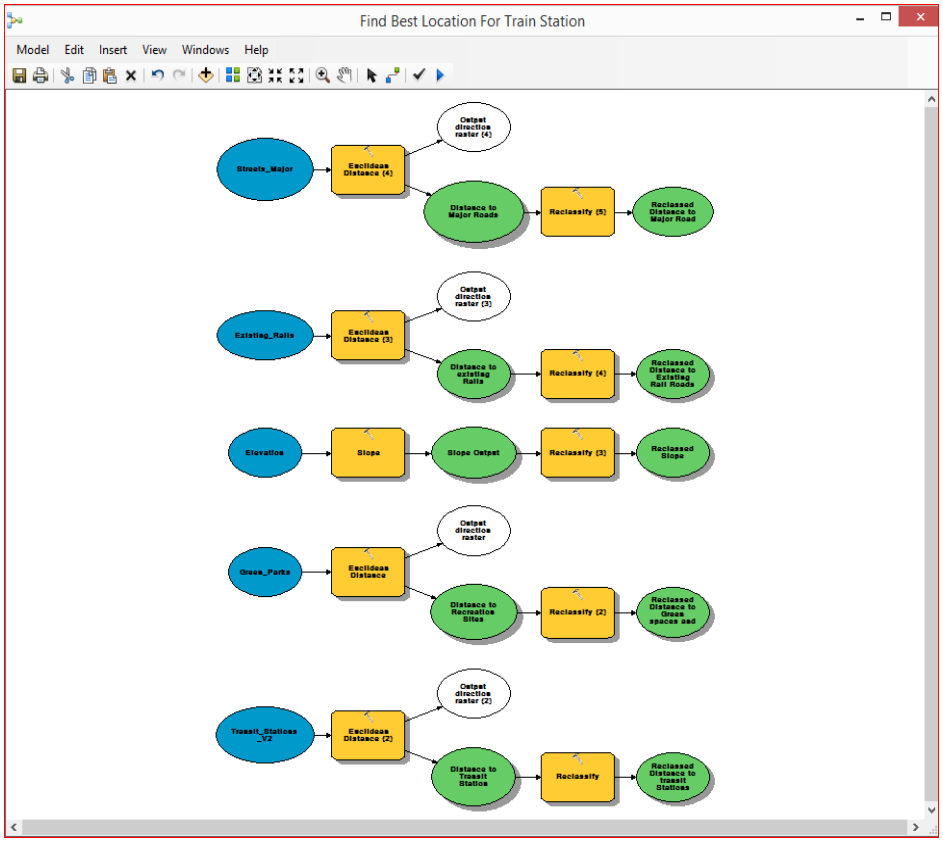


Figure III-49 :

Données d'entrée ___Distance Euclidienne_____ Résultat_____ Reclassification__ **Sortie de Données**

3.6.6 Illustration de l'analyse de reclassification des cinq éléments choisis.



1. **Rues Principales** _Major *Streets*_

2. **Chemin de Fer Existant** _*Existing Rails*

3. **Topographie**_ Elevation

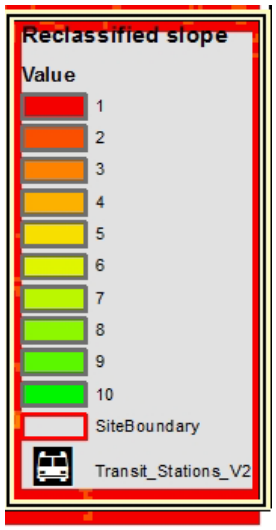
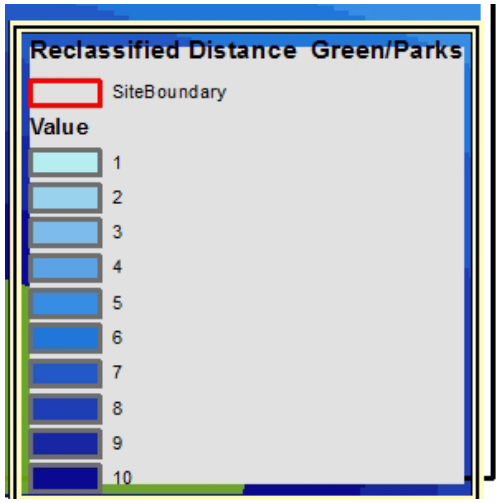
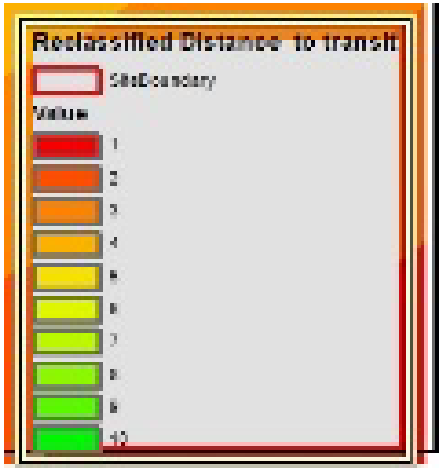
4. **Espace Verts et Parcs** _*Green Space/Parks*

5. **Station de Train** _Transit *Stations*

3.7 Résultats de la reclassification

Dans ces résultats, les sites avec des valeurs plus élevées (c'est-à-dire : *à faible pente, à proximité de sites de loisirs, et éloignés des gares existantes*) sont plus appropriés que les emplacements avec des valeurs plus faibles *(avec des pentes plus raides, loin de sites de loisirs, et à proximité des gares existantes*). Car pour une nouvelle gare, il convient qu'elle ne soit pas très proche d'une gare déjà existante. Et du fait que Savannah n'en a qu'une seule [en dehors de la ville], le problème ne se pose pas ici.

Les légendes explicatives.

Figure III-51 : La pente le vert représente les zones pentues. Les valeurs les plus élevées représentent les zones les plus pentues. 	**Figure III-52 :Les Parcs :** l'on peut voir les proximités aux espaces verts. Les valeurs les plus élevées représentent les endroits les plus proches des parcs. 	**Figure III-53 : Station de transit :** Les valeurs les plus élevées représentent les endroits les plus proches des stations de bus ou trains existants. 

3.7.1 Les Résultats de Reclassification : Proximité au parc, stations de transits existantes.

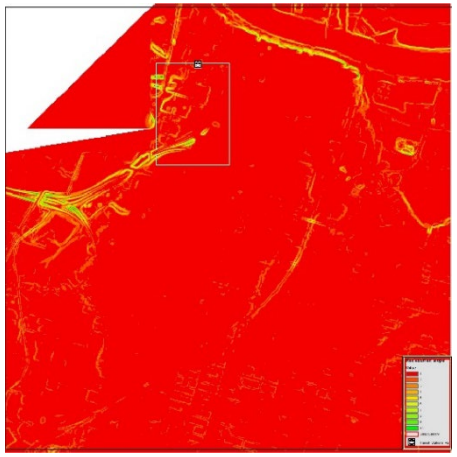


Figure III-54 :

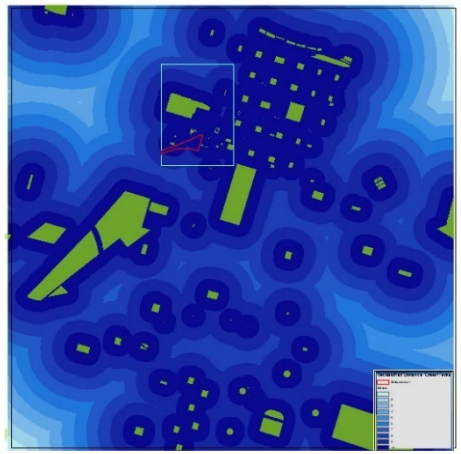


Figure III-55 :

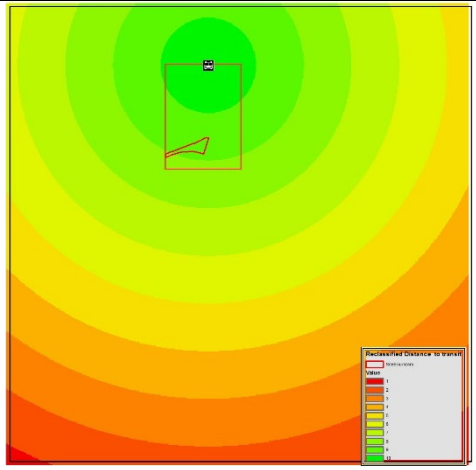


Figure III-56 :

Les emplacements avec les valeurs élevées [foncées] (*proches de parcs et d'espaces verts et aux stations de transits existantes*) sont de meilleurs candidats que les emplacements avec des valeurs inférieures (les plus claires) (*loin du parc et espaces verts et loin des stations de transport en commun existants*)

3.7.2 Pondération et combination des ensembles de données :

Cette étape permet de combiner les ensembles de données reclassées et d'utiliser les parcelles en fonction des lois d'utilisation du sol de la ville [zoning] pour trouver le(s) emplacement(s) les plus appropriés pour le projet de gare à Savannah. Les valeurs des ensembles de données reclassées représentant la **pente**, la **distance aux sites de loisirs**, et la **distance aux gares existantes** ont toutes été reclassées à une échelle de mesure commune (*les cellules les plus appropriées ont des valeurs plus élevées*). Les valeurs représentant les zones d'eau marécageuses non constructibles [*wetland*] seront limitées voir éliminées d'emblée. Aussi, à ce niveau, la pente n'a pas grande importance car, Savannah est pratiquement plat et donc ce composant se voit éliminé.
Pour la suite, il est nécessaire de décider quel est le degré d'importance de tous les groupes restants et leur donner à chacun son pourcentage d'influence sur un total de 100.

3.7.3 Les modalités et raisonnement de la décision *[responsabilité de l'expert]* :

La décision issue des résultats précédents est de localiser la nouvelle gare non loin des parcs et espaces verts de la ville *[pour permettre un accès direct et sécurisant pour les piétons et cyclistes*], les routes principales et pas très proche des autres gares. Les entrées de données seront pondérées, on attribuera à chaque catégorie un pourcentage d'influence. Plus le pourcentage sera élevé, plus une entrée particulière aura de l'influence dans le modèle d'aptitude *[Suitability model]*.

3.7.4 Proximité aux lignes de chemins de fer existantes [actifs ou non].

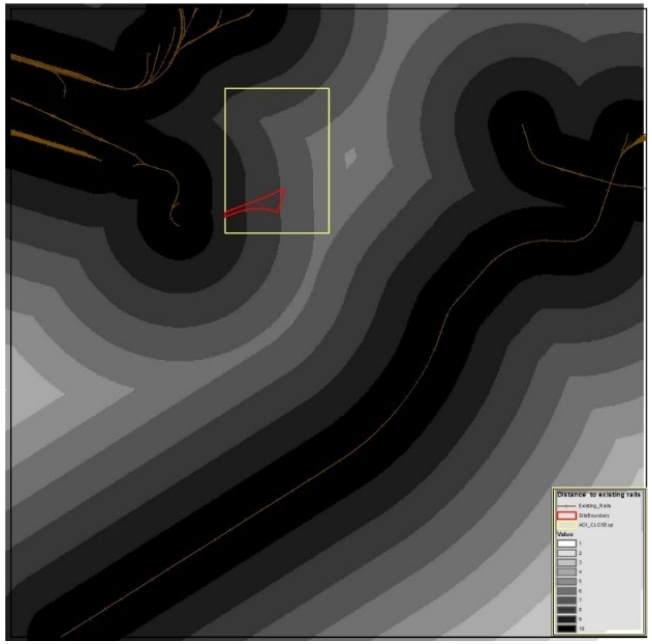


Figure III-57 : Reclassement des chemins de fers existants ; en noire la zone proche des lignes.

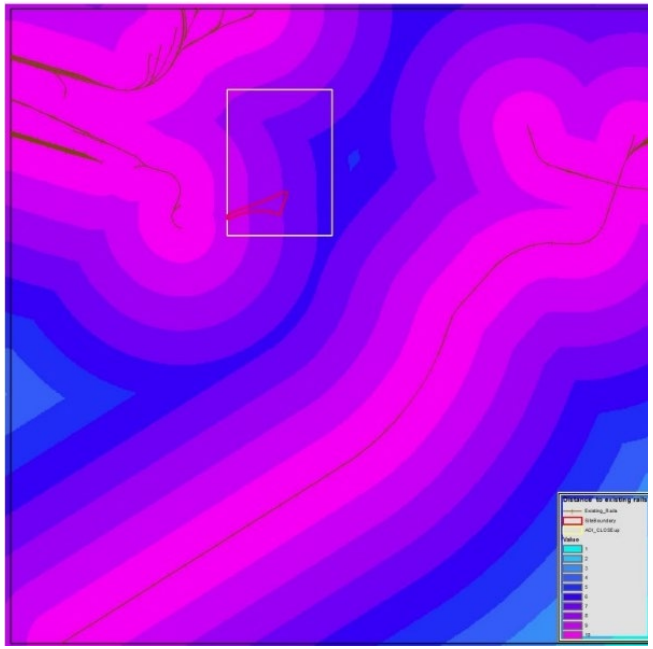


Figure III-58 : En rose la zone proche des lignes.

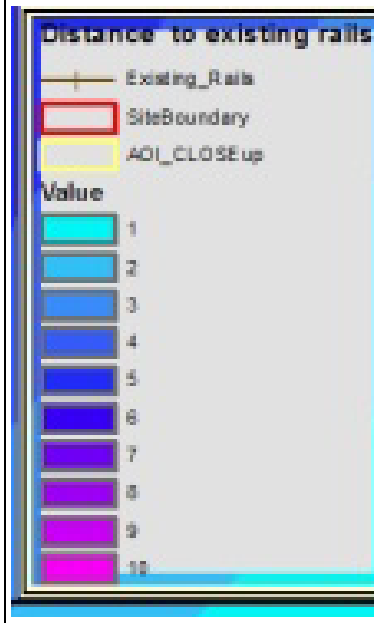


Figure III-59 : Les valeurs élevées sont les zones de proximité.

3.7.5 Proximité aux rues/voies d'accès et sorties principales du centre-ville de Savannah.

Les enjeux ici sont de trouver les sites candidats pour la localisation de la nouvelle gare de Savannah qui répondent aux règles d'urbanisme de la ville.

Critère de sélection :

Parce que les ensembles de données ne sont pas tous aussi importants, le concepteur/expert doit donner une priorité à certains critères préalablement analysés et étudiés dans le sa sélection ; par exemple :

- La nouvelle gare devrait être dans le centre-ville de Savannah, pour servir la population et alléger l'utilisation de la voiture individuelle, pollution etc…
- La gare devrait se trouver à moins de 300 mètres d'une rue d'accès importante qui relie le centre-ville au reste de la ville.
- La nouvelle gare doit être située à proximité de voies de chemins de fer existantes [permettant d'être réutilisées à bas coût].
- La nouvelle gare devrait être à proximité des sites de loisirs tels que les parcs et les espaces verts pour permettre un accès facile aux piétons et cycliste.
- La gare ne doit pas être trop loin des autres stations de transit.
- La gare sera sur un terrain vacant à l'utilisation appropriée pour un programme de gare.

Avec ces critères à l'esprit, le pourcentage d'influence sera affecté ; le pourcentage le plus élevé signifie le plus influent.

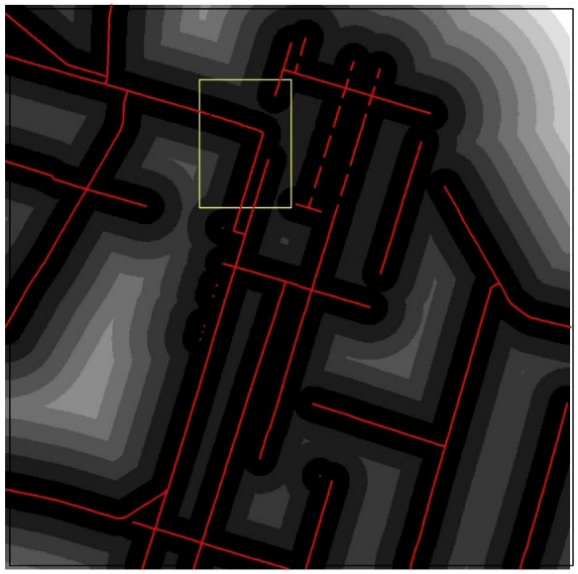


Figure III-60:

Distance aux accès principaux.

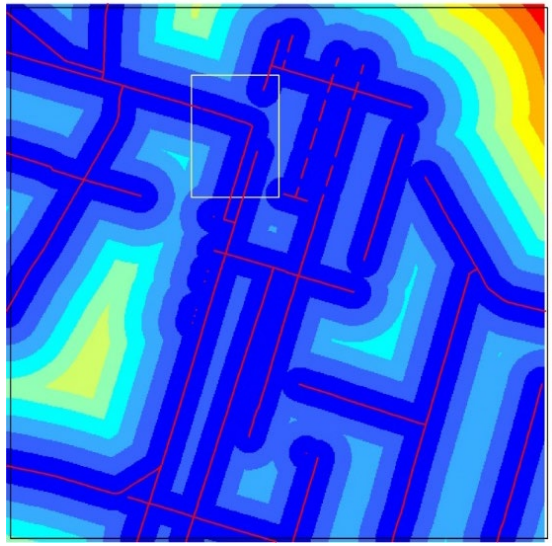


Figure III-61 :

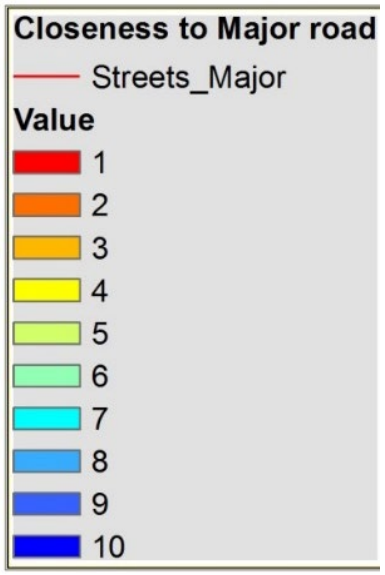


Figure III-62

3.7.6 Résultats : affectation du niveau d'importance à chaque entrée de données :

Cette partie permet au concepteur de décider les différents pourcentages par rapport à leur degré d'importance au projet. Ceci rend cette tâche assez aléatoire car les différents concepteurs utilisent différentes mesures. Cependant, la flexibilité devient avantageuse au processus, car elle permet de tester une multitude de scénarios qui éventuellement permettent une meilleure vision de solutions probables et plus adaptées.

Entrée	Niveau d'importance en %
Reclassifier la distance aux **routes d'accès principaux**	30%
Reclassifier la distance aux **lignes de voies ferrées existantes.**	20%
Reclassifier la **pente** [très faible influence car Savannah n'est pas Pentue]	5%
Reclassifier la distance aux **Parcs et Espaces Verts**	20%
Reclassifier la distance aux **stations de transit Existantes.**	15%
Utilisation des terres [zonage]	10%
Total	**100%**

Figure III-63 :

3.7.7 Cheminement du modèle d'aptitude :

Figure III-64 : Schéma représentant le cheminement de la modélisation d'aptitude avec entrées de données.

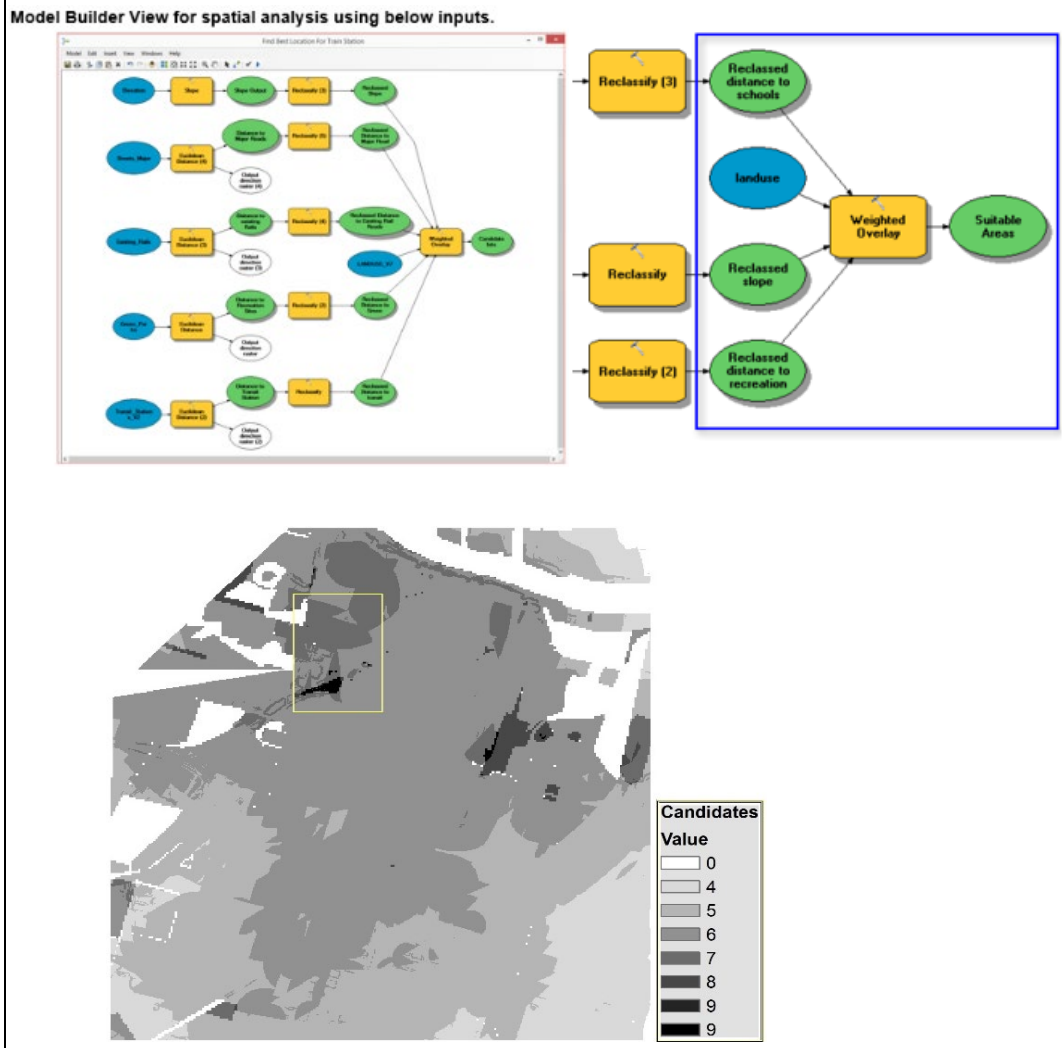
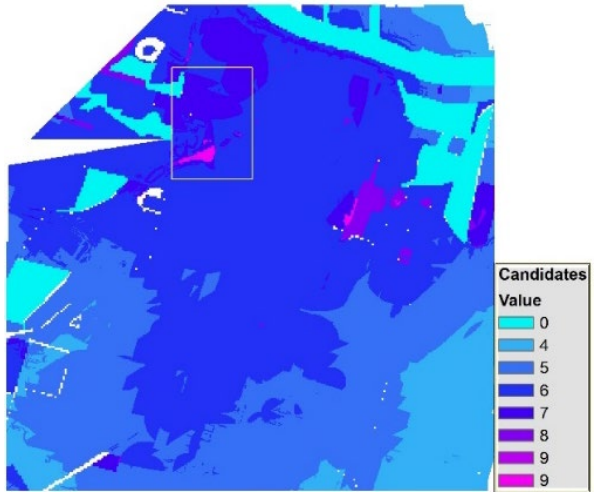


Figure III-64 : Dans cette image, chaque valeur de pixel indique l'emplacement approprié pour le projet. **9** indique l'emplacement optimal et **0** l'emplacement moins souhaitable.



Les emplacements avec des valeurs élevées (en noir) sont de meilleurs candidats pour le projet. Avec l'utilisation des terres appropriées, à proximité des routes principales d'accès/sorties, des parcs et des espaces verts, des distances des arrêts de transport en commun existants.

3.8 Résultats du modèle d'aptitude dans le plan de la ville :

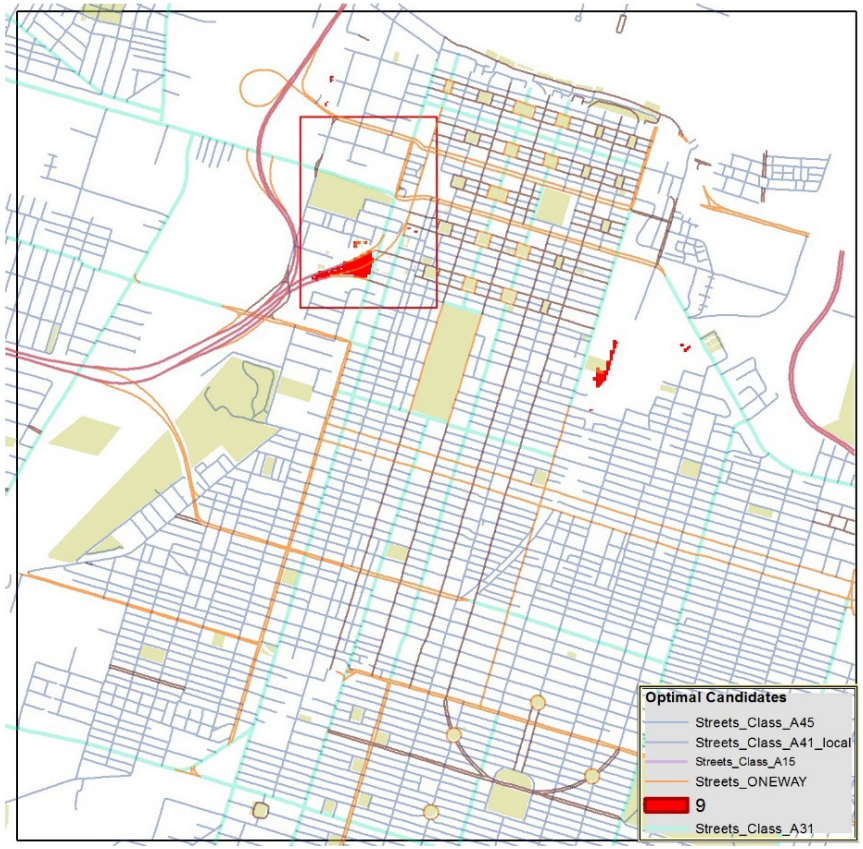


Figure III-65 :

L'illustration de gauche montre les sites candidats [5] sites, dans le plan de la ville en rapport avec les réseaux de transport et aussi les espace verts et parcs pouvant être considérés comme éléments de connections au nouveau site.

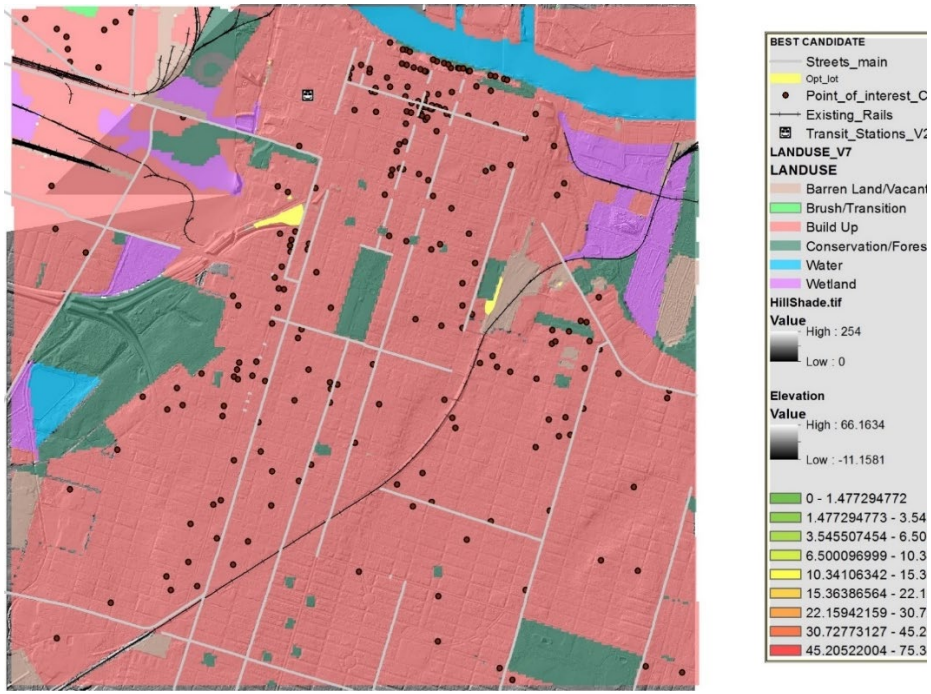
Figure III-65 :

3.8.1 Description des résultats :

Par rapport aux données analysées et reclassées, nous avons ci-dessous 5 sites favorables à la construction de la nouvelle gare.

Ce résultat prend en compte les données d'utilisation des terres [zonage] et les rues d'accès principales passant à moins de 300 mètres de la parcelle sélectionnée. Les parcelles en jaune représentent les candidats répondant aux critères entrés dans l'analyse.

Figure III-66 : Les sites candidats [5] dans le plan de la ville montrant toutes les données utilisées en entrée d'analyse : Stations de transit, parcs et espace verts, pente, voies ferrées existantes etc.



3.8.2 Sélection finale du site optimal en fonction des critères sélectionnés :

Etant donné la multitude de parcelles résultant de l'analyse précédente, il convient d'intégrer un autre niveau de contrainte pour arriver à exclure plus de parcelles et n'en garder que celle qui correspond à ces nouvelles demandes.
Nous allons utiliser l'outil conditionnel [***CON*** *tool*] dans l'application Arc Map pour sélectionner le site optimal. Pour ce faire, cette expression conditionnelle ***Con*** sera utilisée pour éliminer les non conformes et garder uniquement le site optimum. L'outil ***CON*** est un outil qui crée une condition. Par exemple dans le cas suivant, connaissant la surface minimale qu'il faut pour une gare, on peut créer l'équation conditionnelle suivante :

- Si la surface du site sélectionné est inférieure à X, alors le résultat est NON ou = **0**.
- Mais, si, la surface est supérieure à X, alors le résultat sera =1

Précédemment, il a été décidé que les sites qui sont considérés comme optimums doivent avoir une valeur d'aptitude de **9** (*la plus haute valeur dans la sortie des sites candidats*).

Dans l'expression conditionnelle, toute parcelle d'une valeur de 9 conserves sa valeur d'origine **(9).** Les zones de valeur inférieure à 9 seront considérées non utilisables *[NoData].*

Le schéma est le suivant :

Figure III-68 : Emplacements optimums pour un projet de gare en fonction de sa proximité aux espaces verts et voies principales.

Figure III-68

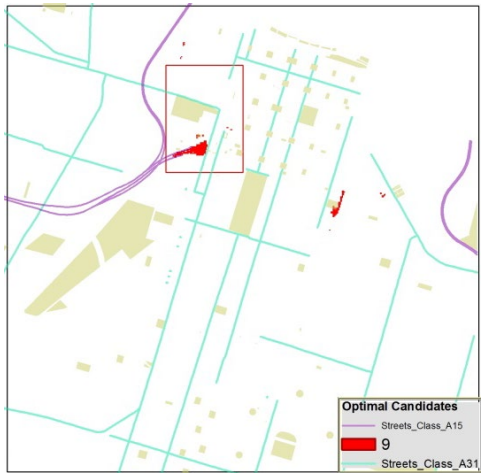
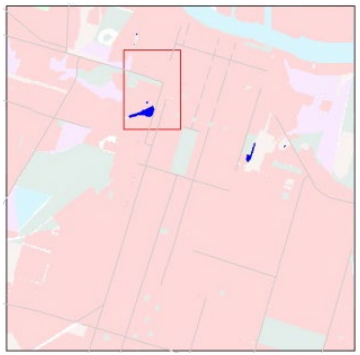


Figure III-69 :

Candidats optimums

Figure III-70 :

Les candidats optimums filtrés.



3.8.3 Sélection du meilleur site en fonction des critères choisis :

Les analyses précédentes nous ont données cinq sites optimums pour la construction de la nouvelle gare. Evidemment, nous devrions exécuter une nouvelle analyse avec ces résultats et réinsérer d'autres contraintes telle que la ***taille requise par le plan d'urbanisme pour un tel projet***. La dernière étape de cet exercice est de trouver le meilleur site sur les alternatives à savoir :

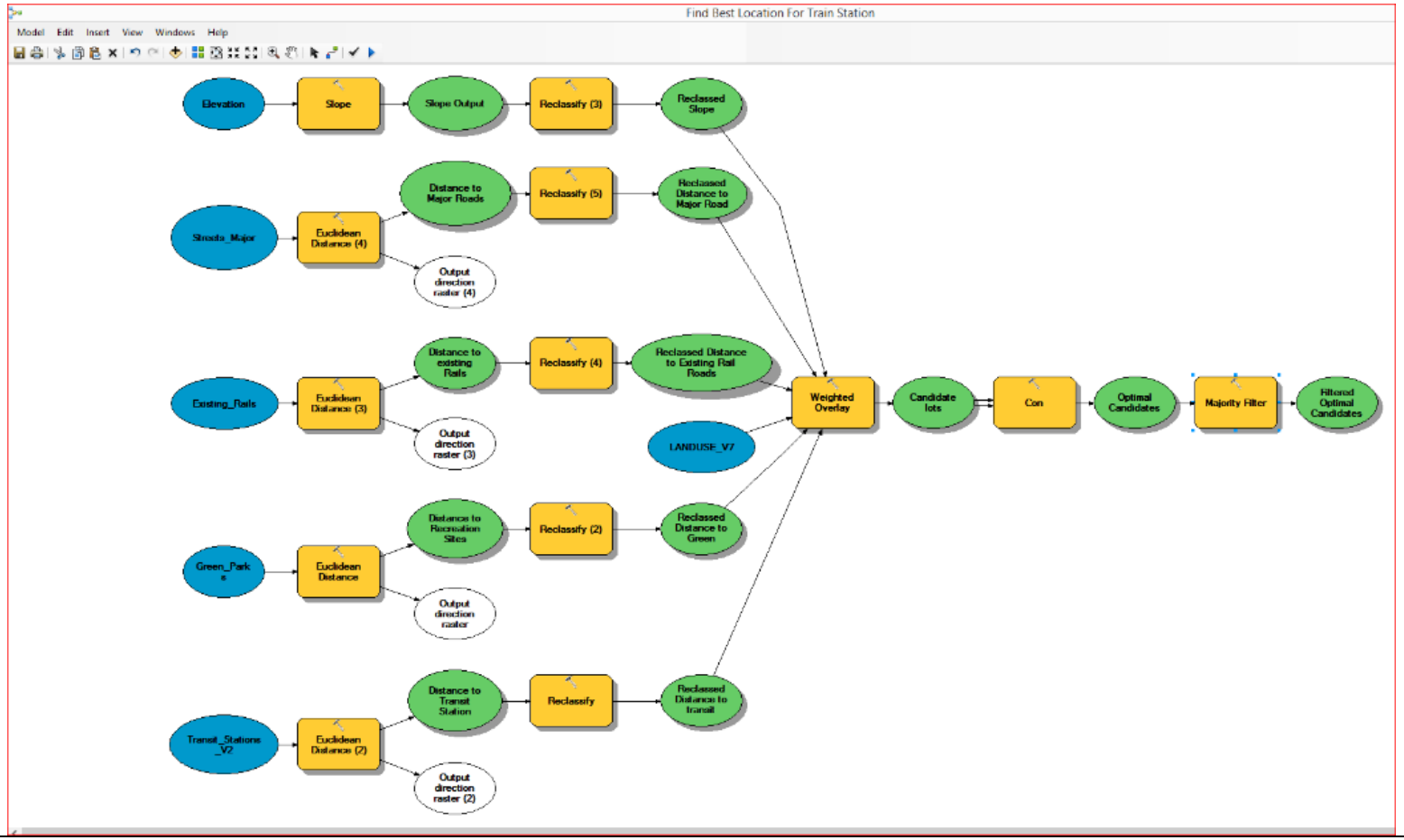
- La proximité aux chemins de fer existants [forte priorité].
- Les routes principales à moins de 300 mètres du site
- **La superficie du site** [important pour contenir tous les programmes de la Gare]. Un site optimal de la gare devrait être de plus de ***10 acres***, ou ***40,469 mètres carrés***.

Le calque des rues affiche les routes dans la ville de Savannah et on remarque que certaines zones sélectionnées comme optimales ne se trouvent pas à moins de 300 mètres des voies principales.

Cette étape est cruciale et demande l'œil de l'expert pour décider des nouvelles contraintes à insérer. C'est l'un des plus grands avantages de cette application SIG par rapport aux autres comme Revit dans la mesure où SIG permet à l'humain de ré-évaluer les critères préalablement choisis afin de les réintégrer à pourcentage varié dans l'analyse. Cette capacité de réévaluation, de réinsertion de nouvelles contraintes (en cas de plusieurs bons résultats comme précédemment) n'existe pas dans BIM ; au contraire, une fois que l'utilisateur a décidé d'une forme ou algorithme, l'application décide du reste derrière l'écran sans toutefois redonner la flexibilité de réintroduire et/ou même changer le pourcentage/importance de chaque nouveau critère. La grande différence ici entre les deux applications est le degré d'intégration de l'intelligence humaine et le pouvoir de décision qui permet de recalibrer l'application digitale de manière à générer des résultats plus adéquats aux besoins de l'homme. Car, l'expert se sert des sorties d'analyses pour décider de la direction de la prochaine étape. Une interactivité entre le cerveau humain et la machine qui finalement produit des solutions basées sur les décisions de l'homme et pas uniquement sur des algorithmes.

3.8.4 Le site optimal :

Il est intéressant de noter ici que ce résultat d'analyse sélectionne le site de **l'autoroute I-16** comme le meilleur site pour le projet de la nouvelle Gare. *[Site proposé par la ville] un heureux hasard qui valait bien la peine d'être testé.]*
Ceci nous permet alors de commencer l'analyse de site nous permettant de concevoir ce projet :


Find Best Location For Train Station
Model Edit Insert View Windows Help
Elevation
Slope
Slope Output
Reclassify (3)
Reclassed Slope
Streets_Major
Euclidean Distance (4)
Distance to Major Roads
Reclassify (5)
Reclassed Distance to Major Road
Output direction raster (4)
Existing_Rails
Euclidean Distance (3)
Distance to existing Rails
Reclassify (4)
Reclassed Distance to Existing Rail Roads
Output direction raster (3)
LANDUSE_V7
Weighted Overlay
Candidate lots
Con
Optimal Candidates
Majority Filter
Filtered Optimal Candidates
Green_Parks
Euclidean Distance
Distance to Recreation Sites
Reclassify (2)
Reclassed Distance to Green
Output direction raster
Transit_Stations_V2
Euclidean Distance (2)
Distance to Transit Station
Reclassify
Reclassed Distance to transit
Output direction raster (2)

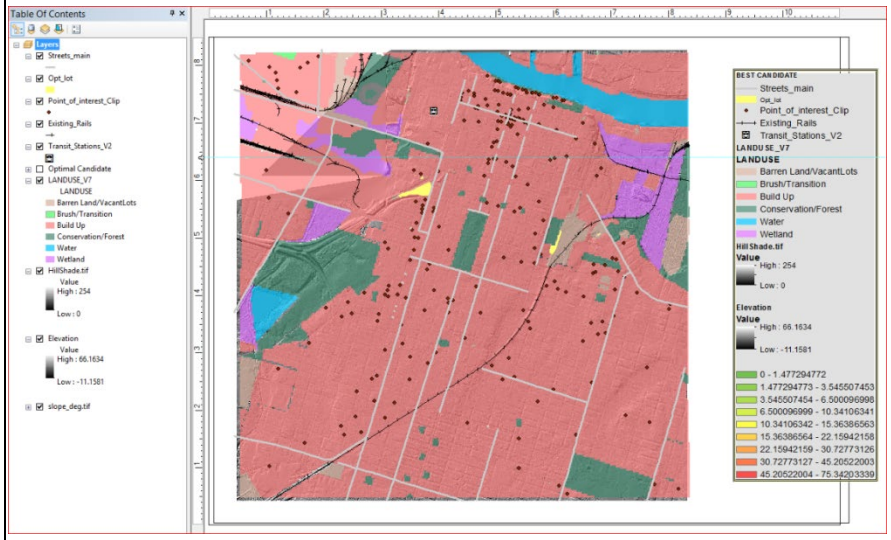
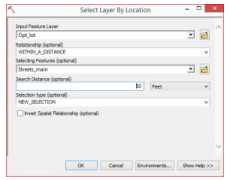
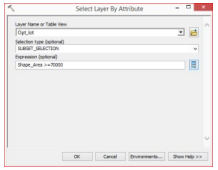


Figure III-71:

Visualisation de **Model Builder**

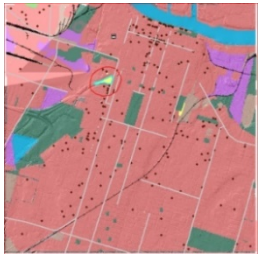


1. Utilisation de la sélection de calques par emplacement pour sélectionner le lot optimal à moins de 50 pieds de la route principale.
Figure III-72 :



2. Utilisation de la sélection de calques par attributs pour sélectionner les tailles de lots> = 70 000 pieds carrés

Figure III-73 :



3. Sélection du résultat du meilleur site. Un seul site répond aux deux exigences.
Figure III-74 :

Figure III-75 :

Le meilleur candidat.

3.8.5 Analyse des données textuelles permettant de mieux cerner le site.

Ces données sont de forme variée comme décrit ci-dessous ;

3.8.5.1 Données de base en Raster—LiDAR et Imagerie [ArcMap, ArcGIS] :

La première étape consiste à obtenir les fichiers de données numériques, textuelles et polygonales appartenant à la ville de Savannah montrant la zone d'intérêt [**AOI** = Area Of Interest] comprenant le site qui fera l'objet de l'étude. [*Les fichiers d'origine textuels sont la propriété de la Ville de Savannah et utilisés dans ce travail de recherche avec leur accord*]. Il s'agit de :

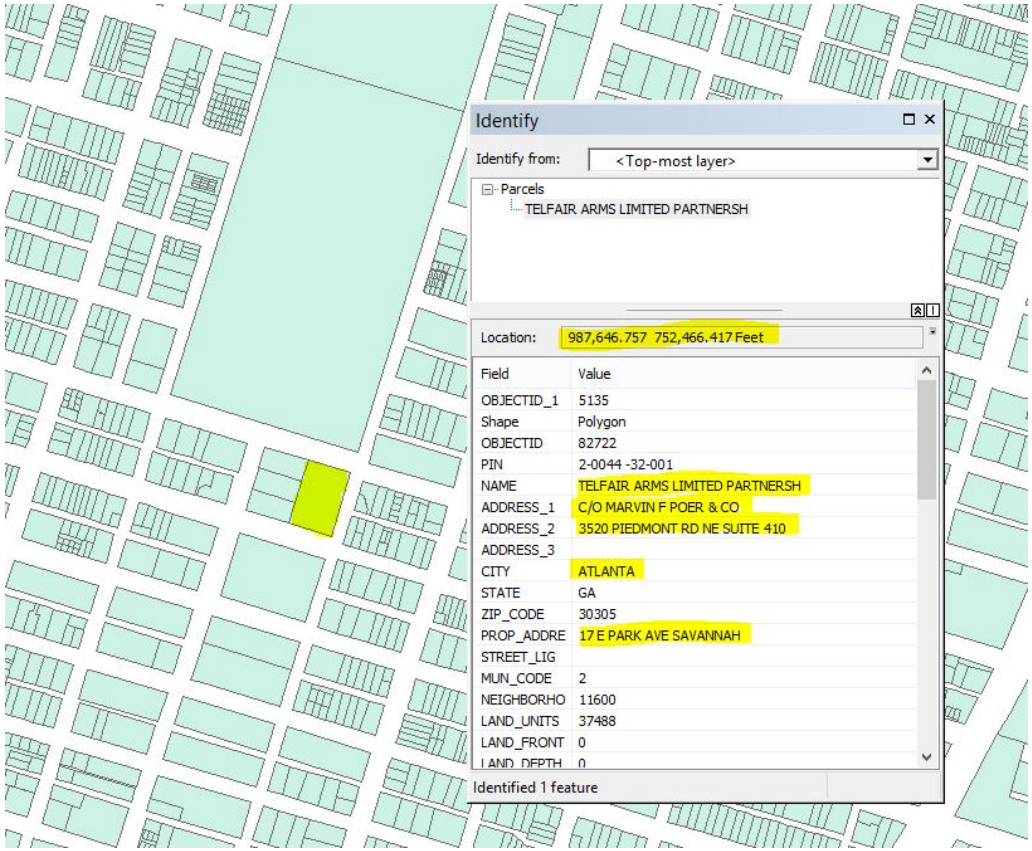
a) **L'utilisation futur du terrain ? *[Future LandUse] :*** Ce calque contient des centaines de milliers de données permettant d'identifier les parcelles avec attributs textuelles décrivant entre autres ; les propriétaires, la nature/utilisation de la parcelle et ses dimensions, leur orientation ainsi que leur position exacte dans l'espace.

b) **Le zonage [Zoning]** : le calque de zonage tout comme le précédant contient un nombre important d'attributs à savoir l'utilisation appropriée de ladite parcelle, sa valeur, ses dimensions ainsi que sa position géographique réelle.

3.8.5.2 Utilisation du sol *:* **Collection de données cartographiques, textuelles et graphiques 2D :**

Les Parcelles [Parcels] : ce calque contient un nombre important d'informations qui peuvent être extraites pour une multitude d'utilisations.

Figure III-76 : Parcelles.



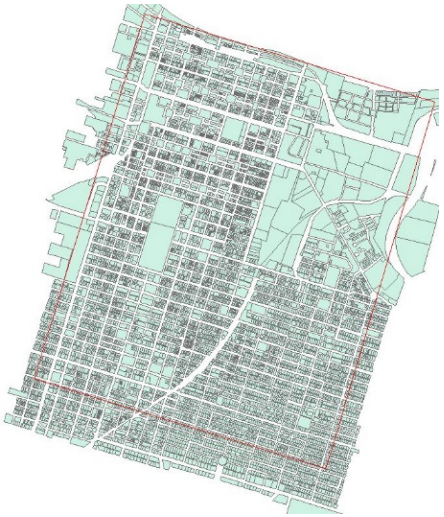
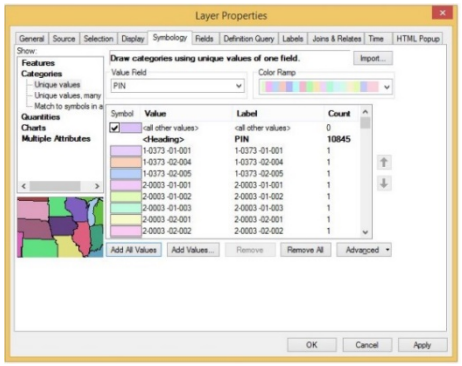


Figure III-76 :

Figure III-77 : Chaque parcelle a des attributs permettant non seulement de l'identifier mais aussi et surtout de la singulariser par rapport aux autres.



3.8.5.3 Le zonage [Zoning] :

Figure III-78 : Zonage : ce calque contient des informations tels : le genre d'activité pouvant s'exercer à cet endroit, etc….

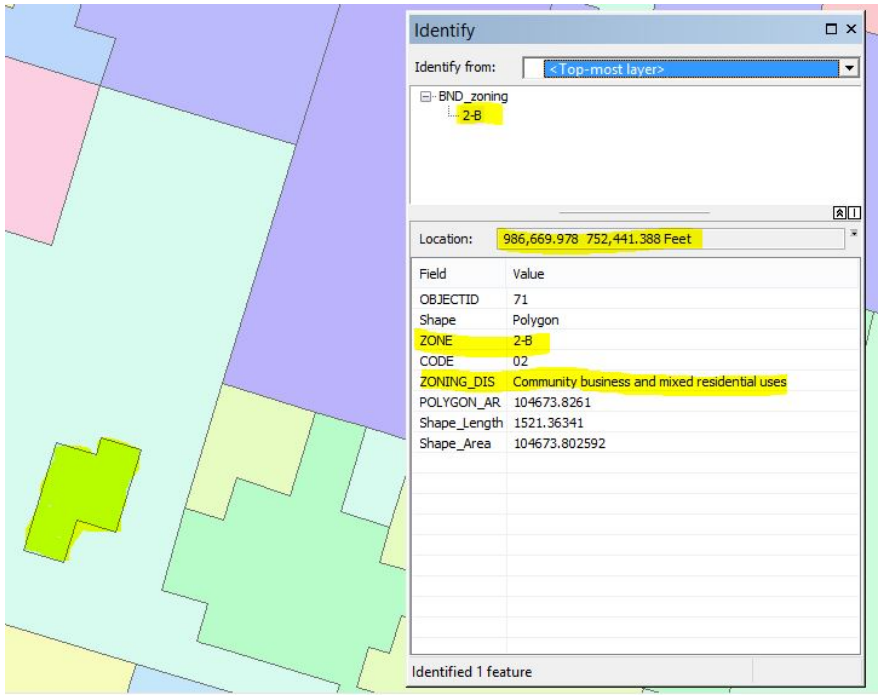


Figure III-78 :

Les informations sont détaillées davantage dans le tableau ci-dessous où l'on voit les restrictions codifiées par les couleurs différentes.

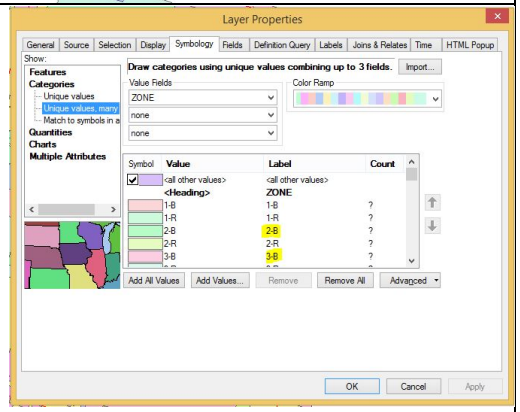


Figure III-79 :

3.8.5.4 Les bâtiments [Building-Infrastructure] : ce calque contient les informations spécifiques de toutes structures construites comme on peut voir illustré ci-dessous.

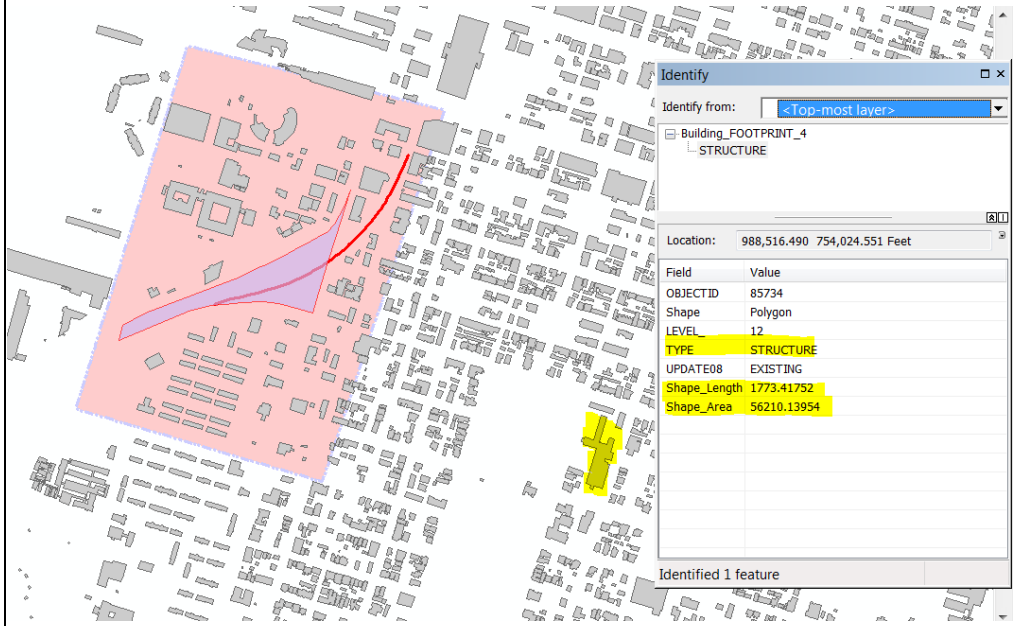
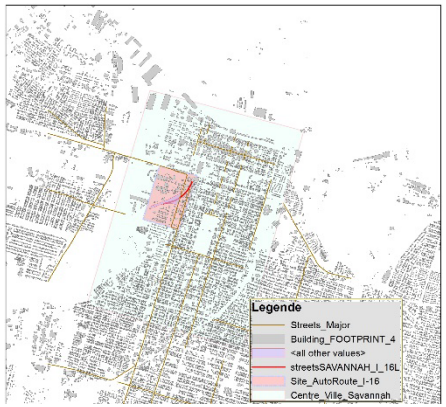


Figure III-80 : Ce calque montre le périmètre (emprise au sol) des bâtiments.

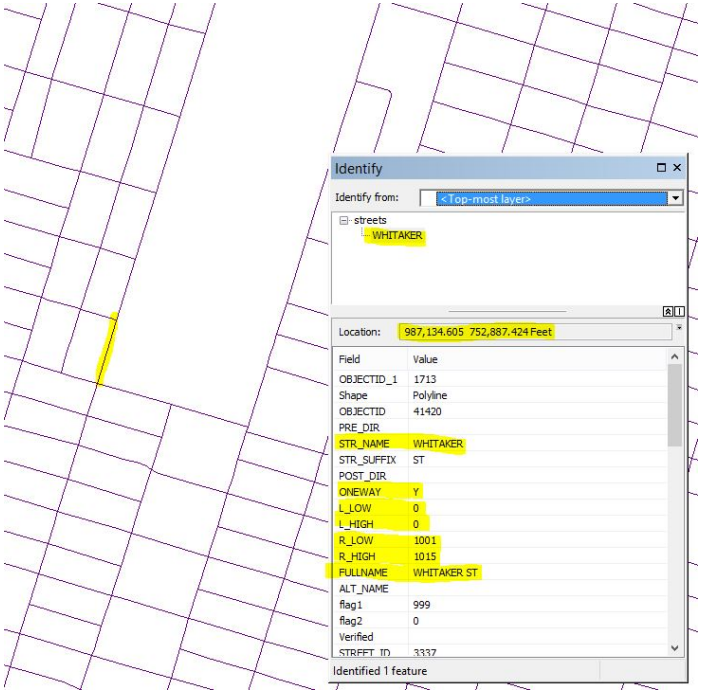
Figure III-80 :



3.8.5.5 Les Rues [Streets] : Ce calque représente les segments représentant toutes les rues. Chaque segment contient une multitude d'attributs permettant d'identifier les rues par leur largeur, longueur, pente, location géographique etc…

Figure III-81 : Les segments passent par le centre de la rue. Ce qui permet plus tard d'utiliser la largeur pour générer la représentation 3D en partant du centre et élargissant vers l'extérieur.

Figure III-81 :



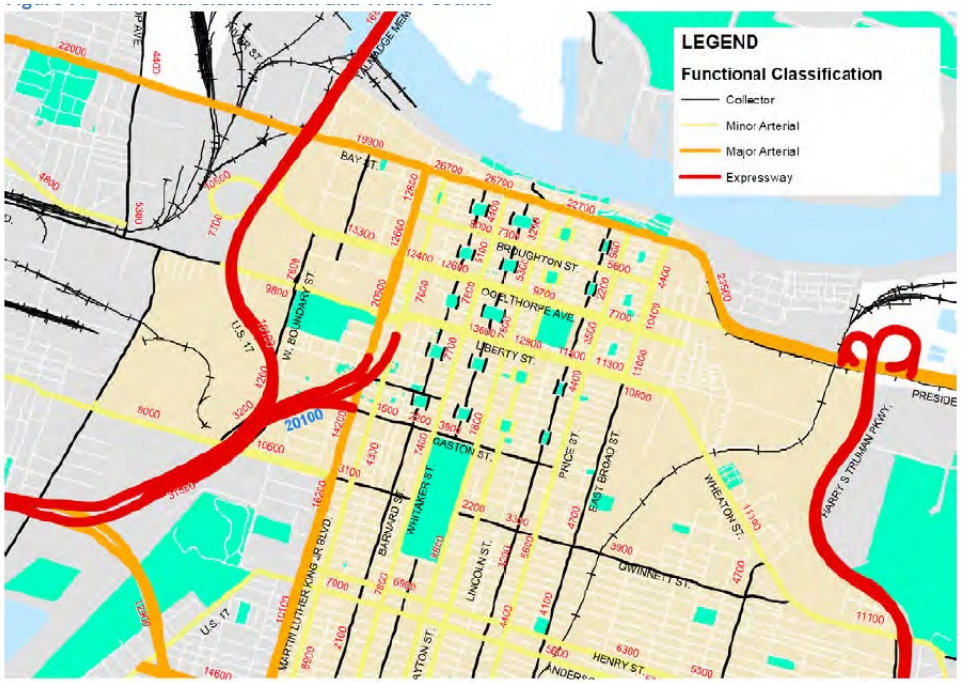


Figure III-82 :

Sur cette carte, on peut voir le volume de voitures par jour sur toutes les rues de la ville. Cette information est obtenue de l'office de transportation de Géorgie. GDOT (Georgia Département of Transportation). Cette information peut être utilisée plus tard pour déterminer les rues les plus appropriées (moins utilisées) pour un développement d'avenues piétons etc…

3.8.5.6 Les Arbres [trees] : dans ce calque, les arbres sont représentés par des points. Chaque point contient des informations sur l'espèce de l'arbre, sa condition de croissance, son état, sa localisation dans l'espace, la personne qui l'a planté. Etc…

Figure III-83 : Cette illustration montre des informations sur les espèces d'arbres, leurs conditions, leur état, leur localisation ainsi que la personne qui les a plantés.

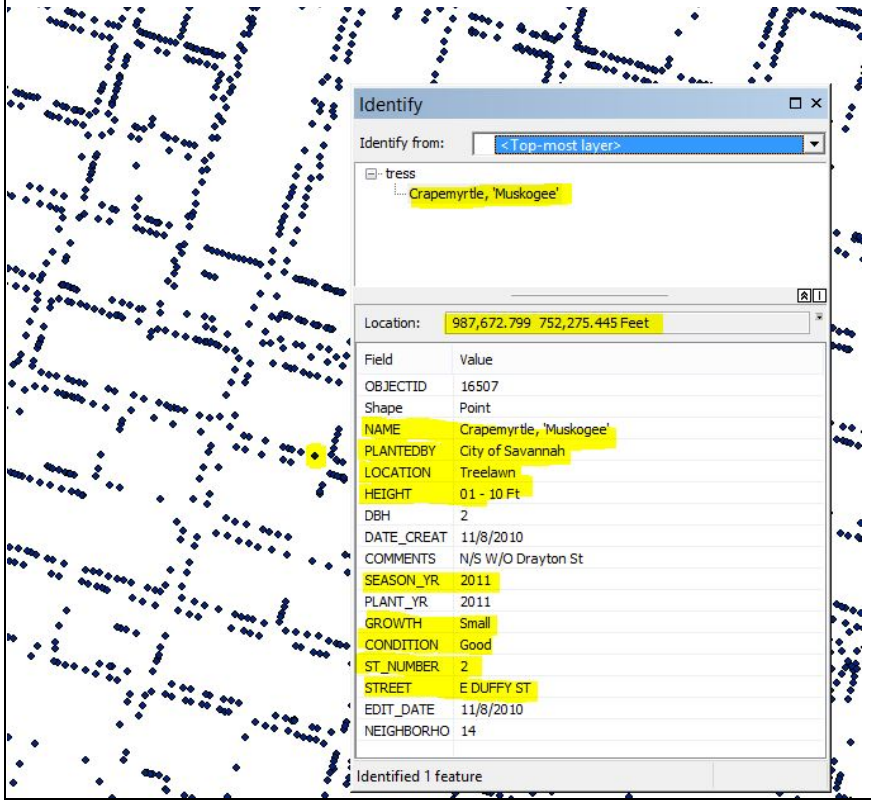
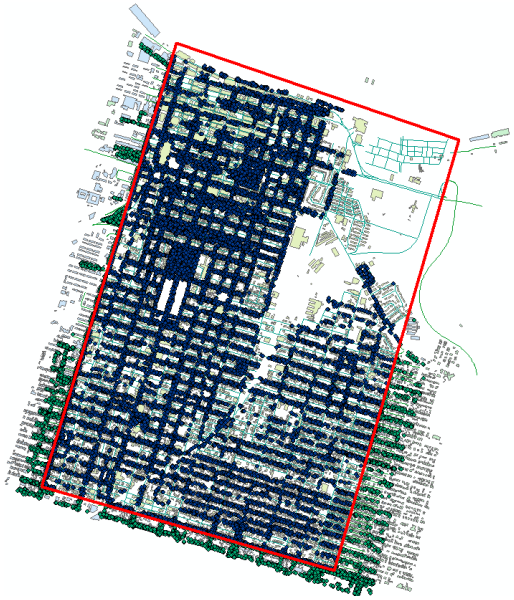


Figure III-83 :

Les arbres se trouvant dans la zone d'intérêt en violet.



On peut voir ci-dessous les possibilités d'accès à la rivière au nord « *Savannah River* » en allant du plus grand parc ; ***Forsyth Park*** à la rivière et une possibilité d'accès piétons favorable transversale du site de la future gare par **wayne street** qui représente une rue bien ombragée avec le moins d'automobiles et par conséquent un bon candidat pour la transformation en une avenue piétonne sans vraiment perturber la circulation.

Il conviendra d'étudier d'autres éléments nous permettant de confirmer ces propositions de **wayne street** comme candidat pour une avenue piétonne ; comme par exemple :

- Trouver les distances les plus courtes pour rejoindre la gare à pied ou en vélo en partant des espaces verts [*shortest distance*],
- Envisager une analyse permettant de déterminer le nombre de voitures passant par ces rues et en connaitre la proportion par rapport aux autres rues. Cela permettrait de réorienter la circulation automobile pour créer un espace urbain moins dangereux pour les piétons.

Figure III-84 : On observe ici que les espaces verts et les arbres sont très présents et importants dans le plan d'urbanisme de Savannah.

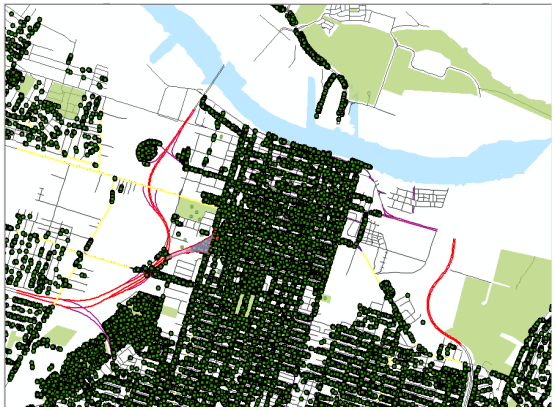
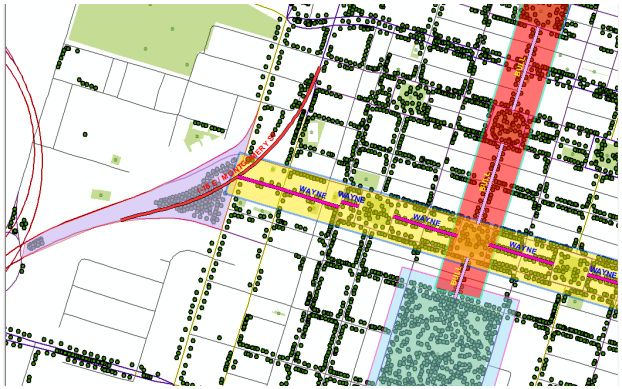


Figure III-84 :



Cartes créées par l'auteur pour le but de ce travail.

- Etudier les accidents impliquant des cyclistes et/ou des piétons afin de mieux comprendre et d'améliorer la sécurité.
- Etudier le calque de zonage afin d'envisager de nouvelles activités pour ces zones piétonnes. Etc.

3.8.5.7 Les voies d'accès par rapport aux parcs publiques :

Cette partie nous permet de créer des analyses spatiales qui localisent et priorisent les voies sans danger pour piétons et cyclistes dans les quartiers avec petits commerces et résidences ; ceci pourrait permettre de créer des lieux publics reliant le site de la gare de Savannah au reste de la ville. Cette étape vise à déterminer les voies susceptibles de devenir commerçantes et une zone piétonne où l'interaction et activité humaines sont centrale.

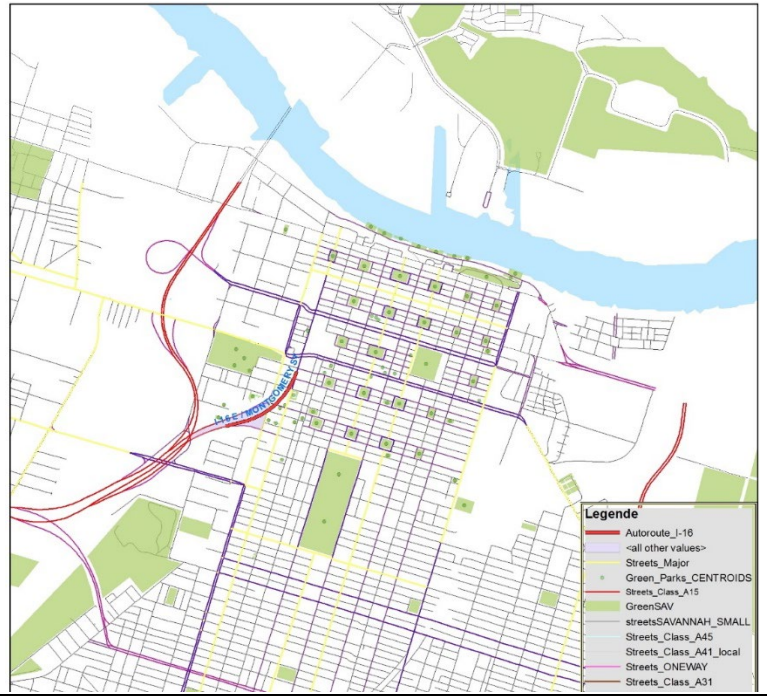
Les cartes qui suivent ont toutes été créées par l'auteur pour le but de ce travail.

Des observations intrigantes : les rues à sens uniques passent en majorité en bordure des parcs cet espaces verts. Si, l'on considère que les parcs et espaces verts sont souvent visitées par les piétons, et que les voies à sens unique sont souvent très rapides, alors on est surpris de voir que les piétons sont en danger à proximité des parcs. Une analyse des accidents nous permettra de mieux comprendre et confirmer ou infirmer cette idée.

Figure III-85 : Les rues locales

Figure III-86 : Rues principales Est-Ouest

Figure III-87 : Rues à sens uniques : on observe ici que les rue a sens uniques passent par les parcs.



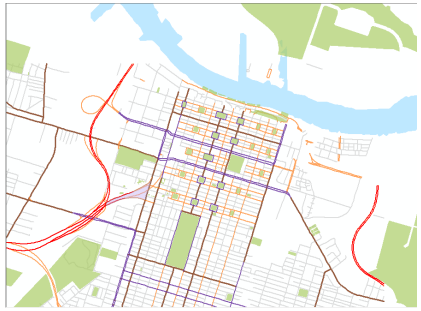


Figure III-88 : Rues principales

3.9 Les Espaces verts dans la ville et leurs relations/proximités aux voies d'accès :

Nous évaluerons ici d'autres critères tels :

- Les voies d'accès existantes et leur degré d'utilisation. Ceci pourra donner une indication permettant de déterminer les rues à préférence piétonnes.
- D'autres critères tels que les concentrations d'accidents de la circulation affectant les piétons ou cyclistes, la qualité d'illumination des rues, la visibilité, etc.

Figure III-89 : Source : auteur

Les espaces verts et parcs sont bien desservis.

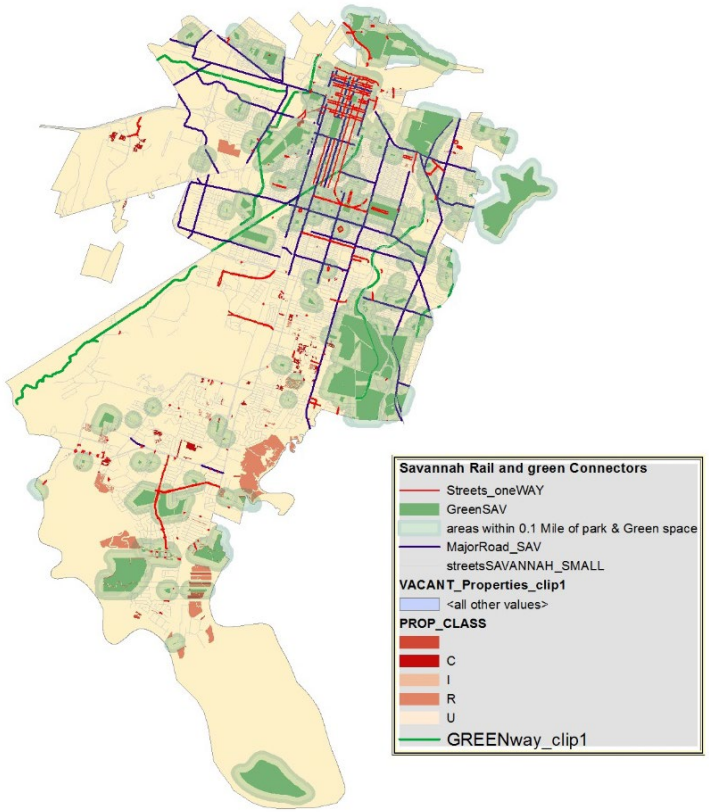
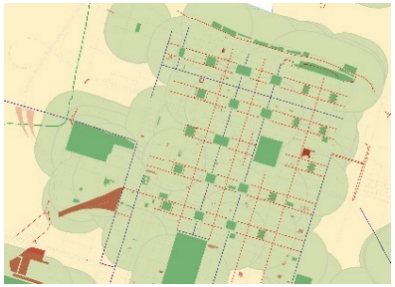
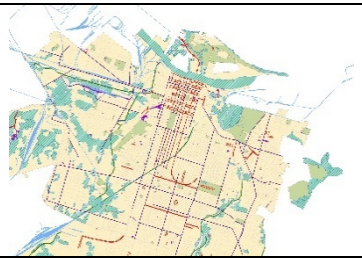


Figure III-89 :

Figure III-89 :





3.9.1 Topographie [*elevation 1ft*] : ce calque contient les différentes hauteurs de terrain mesurées à un pied (*1 foot*) d'écart.

Figure III-90 : Topographie de la zone d'intérêt

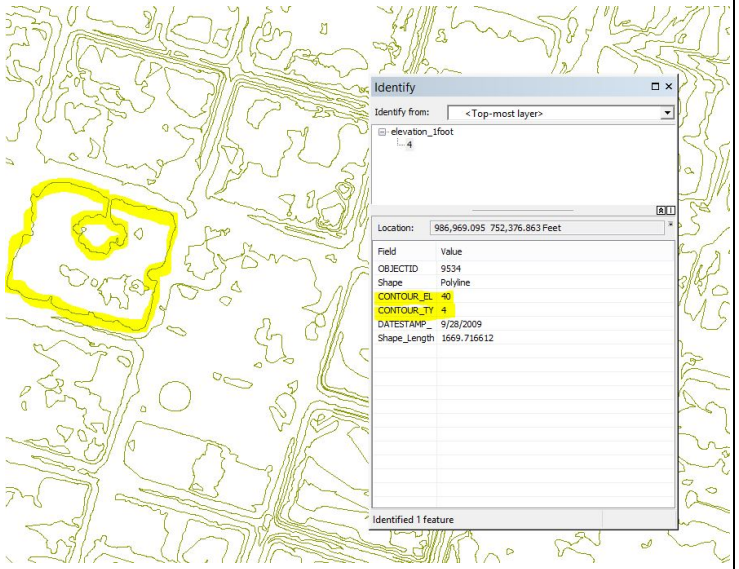


Figure III-91 : Les attributs montrent la superficie et autres informations.

3.9.2 Analyse spatiale d'extraction des données textuelles en format transférable graphique : Processus :

Cette étape permet de collecter des données variées, de les annexer avec d'autres données complémentaires de sources variées et enfin de les conditionner de manière à faciliter leur transfert dans d'autres applications de la plateforme transdisciplinaire utilisées dans ce travail.

On commence par une analyse de modélisation topographique du terrain pour déterminer les **différentes hauteurs.** L'application City Engine sera utilisée ici pour des fins de modélisation de terrain et d'extraction de caractéristiques, **City Engine** *[l'une des applications utilisées pour la modélisation procédurale*] utilise trois types de surface de base (raster) dans la modélisation de ville en 3D. Ces surfaces ***raster***[94] sont créées sur la base de différentes catégories de retour dans l'ensemble de données ***LiDAR***[95]: Dans ArcMAp le terrain est donc préparé pour permettre son extrusion 3D.

[94] Raster : un motif rectangulaire de lignes scannées parallèlement, suivi par le faisceau d'électrons sur un écran de télévision ou un moniteur d'ordinateur.

[95] Lidar : un système de détection qui fonctionne sur le principe du radar, mais utilise la lumière d'un laser.

3.9.3 DTM-DSM et nDSM :

Les points LiDAR montrant des milliers de valeur de différentes localisations sur la carte

DSM (*la digital Surface modeling)* représente les valeurs hautes et basses du terrain.

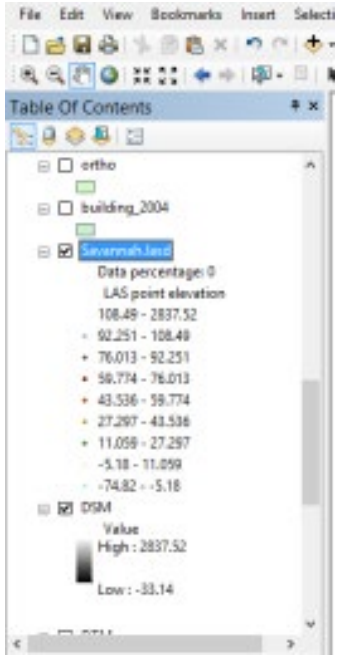
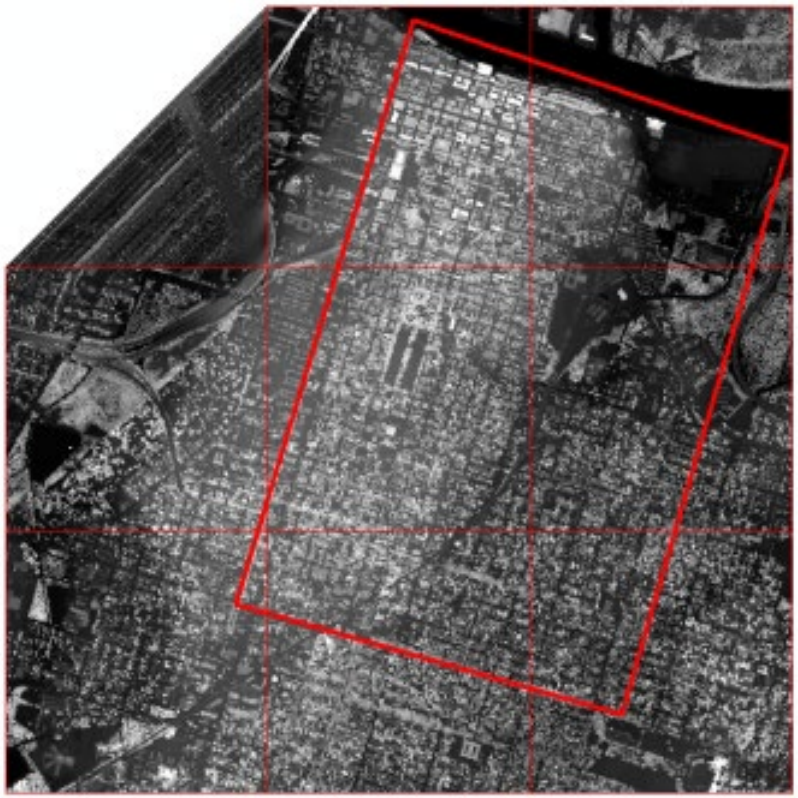


Figure III-92 :



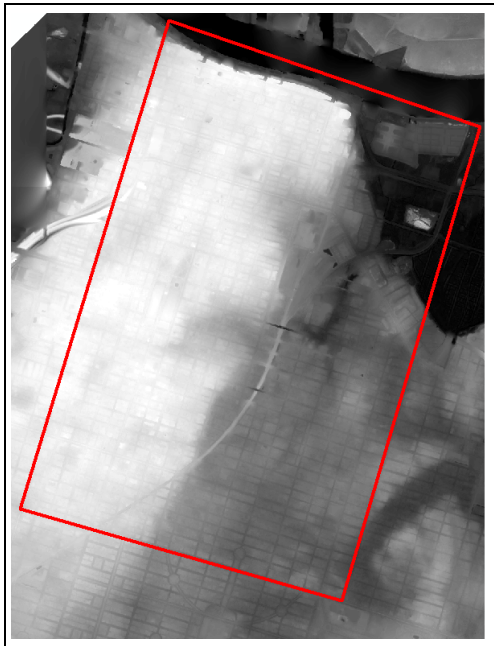


Figure III-93 : DTM

+

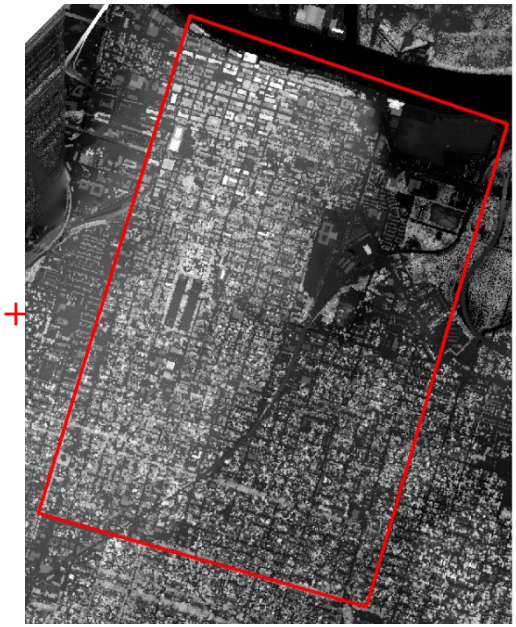


Figure III-94 : DSM

=

Figure III-95 : nDSM

1. Modélisation Numérique de Terrain *(**DTM** =Digital Terrain Modeling)* -Un ***raster*** représentant la hauteur du terrain nu, sans structures ni végétation. Il est utilisé comme la surface de hauteurs de base dans les scènes 3D (*CityEngine*).	**2.** Modélisation numérique de surface *(**DSM**=Digital Surface Modeling)* -Un ***raster*** représentant la hauteur de toutes les structures et les caractéristiques naturelles de la terre. Le même type de surface que l'on obtiendrait si l'on enveloppait le paysage avec un film transparent rétractable *"shrink-wrapped"*.	**3.** Modélisation Numérique de Surface Normalisée *(**nDSM** = Normalized Surface Modeling)* -Cette surface est utilisée pour modéliser la hauteur au-dessus de la surface du sol des structures et de la végétation. La surface est calculée en soustrayant le **DSM** du **DTM**. **DTM - DSM = nDSM**.

3.9.4 Extractions des hauteurs de bâtiments à partir des informations LiDAR.

Une série d'analyse est réalisée à l'aide de ArcMap pour transformer les fichiers de données ***LiDAR*** en tableaux ou graphiques permettant leur utilisation dans *City Engine*.

3.9.4.1 Les Points LiDAR : Un élément fondamental de toute cartographie est une maquette détaillée physique et du terrain. Ceci permet non seulement d'obtenir la 3D, mais aussi de déterminer la position verticale de l'ensemble des données SIG au sol notamment : les bâtiments, l'emprise au sol, le mobilier urbain, et d'autres structures ou installations. Ceci aide à obtenir le niveau de précision requis pour une modélisation à peu-près réaliste du terrain, le placement de fonctionnalités au niveau des rues, les données **LiDAR** de très haute résolution sont nécessaires.

Les objets contenus dans la zone d'intérêt ***AOI*** représentée par un rectangle rouge ci-dessous sont analysées et traitées ; de cette analyse résulte un ensemble de données supplémentaires à savoir la hauteur de structures qui viennent se rajouter aux données originales.

Figure III-96 :

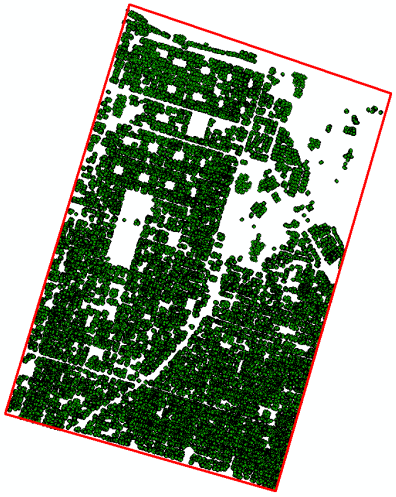
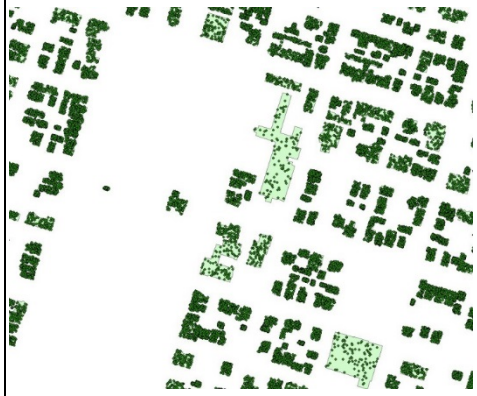
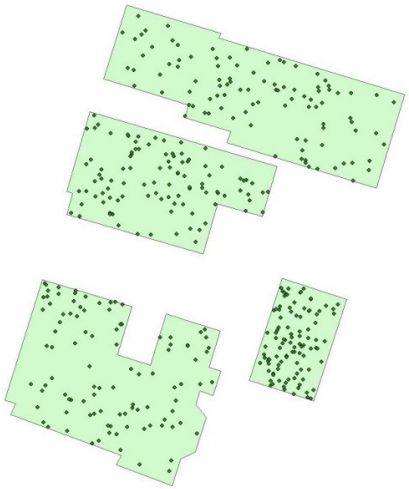


Figure III-96 : Points distincts attribués à tout polygone de manière aléatoire *« **Random***



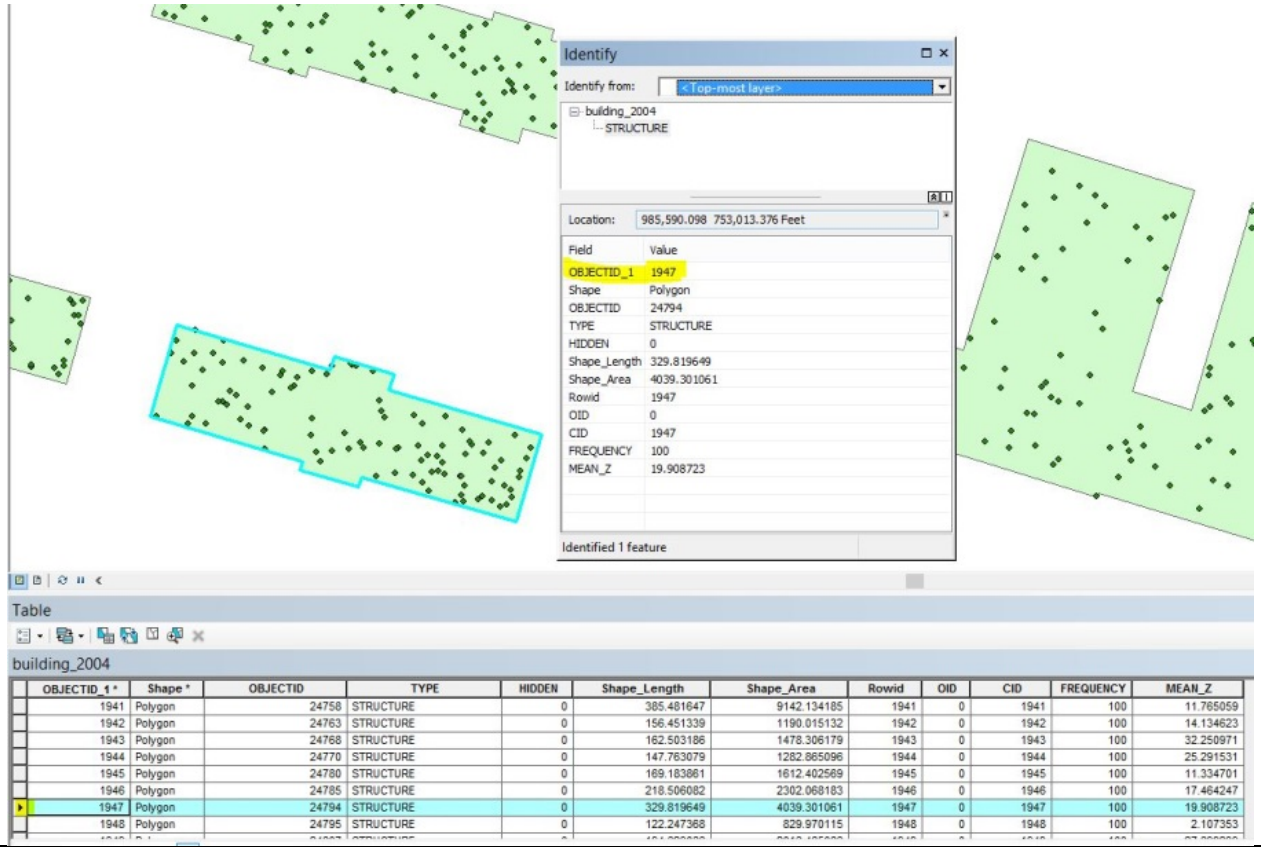
points »

Figure III-96 :



Points aléatoires

Figure III-97 : Mean Z dans la table indique la hauteur réelle du point sélectionné



OBJECTID_1 *	Shape *	OBJECTID	TYPE	HIDDEN	Shape_Length	Shape_Area	Rowid	OID	CID	FREQUENCY	MEAN_Z
1941	Polygon	24758	STRUCTURE	0	385.481647	9142.134185	1941	0	1941	100	11.765059
1942	Polygon	24763	STRUCTURE	0	156.451339	1190.015132	1942	0	1942	100	14.134623
1943	Polygon	24768	STRUCTURE	0	162.503186	1478.306179	1943	0	1943	100	32.250971
1944	Polygon	24770	STRUCTURE	0	147.763079	1282.865096	1944	0	1944	100	25.291531
1945	Polygon	24780	STRUCTURE	0	169.183861	1612.402569	1945	0	1945	100	11.334701
1946	Polygon	24785	STRUCTURE	0	218.506082	2302.068183	1946	0	1946	100	17.464247
1947	Polygon	24794	STRUCTURE	0	329.819649	4039.301061	1947	0	1947	100	19.908723
1948	Polygon	24795	STRUCTURE	0	122.247368	829.970115	1948	0	1948	100	2.107353

3.9.4.2 Explication du procédé d'extraction des hauteurs :

L'attribution de la dimension Z [hauteur] aux points aléatoires se déroule de façon suivante :

Dans ***ArcMAP*** une analyse est effectuée à l'aide du ***nDSM*** pour trouver les hauteurs réelles de chaque point représentatif d'un point dans l'empreinte du bâtiment. Cette analyse attribue une hauteur grâce à une lecture de capteur LiDAR qui capte la position du point dans l'espace et mesure la hauteur de la structure à cet endroit précis.

L'analyse se charge de traiter les points suivants ;

- **Z_** ; la hauteur de la surface à la l'emplacement **XY** de chaque point.
- **Z_MiN** ; la hauteur la plus basse de la surface dans la limite définie par le polygone.
- **Z_MAX** ; la hauteur la plus haute de la surface dans la limite définie par le polygone.
- **Z_MEAN** ; la hauteur moyenne de la surface dans la limite définie par le polygone.
- **SURFACE_AREA_3D** ; La surface de l'aire de la région définie par chaque polygone.
- **SURFACE_LENGHT_3D ;** la distance de la ligne le long de la surface.
- **MiN_SLOPE** ; La valeur de la pente la plus proche de zéro le long de la ligne ou dans l'ère définie par le polygone.
- **MAX_SLOPE** ; La valeur de la pente la plus élevée le long de la ligne ou dans l'ère définie par le polygone.
- **AVG_SLOPE** ; La valeur moyenne de la pente le long de la ligne ou dans l'aire définie par le polygone.

Une fois cette analyse terminée ; les attributs de la couche comportant les bâtiments sont annexés par des attributs supplémentaires qui représentent des points dans l'axe **Z**. Il convient alors de trouver la hauteur moyenne de chaque bâtiment. Pour cela l'utilisation de l'outil de statistique sommaire dans ***ArcMap*** est nécessaire.

3.9.4.3 Résultats :

Figure III-98 : LAS de la ville de Savannah

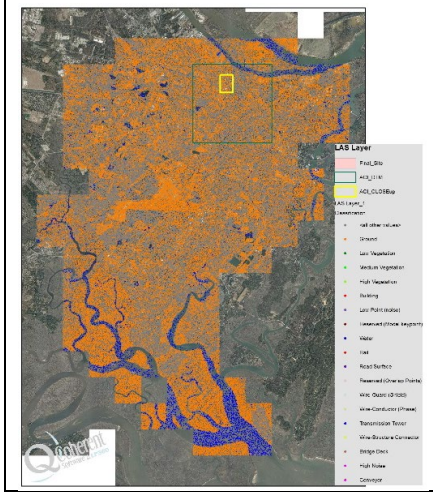


Figure III-99 : DSM de la ville de Savannah

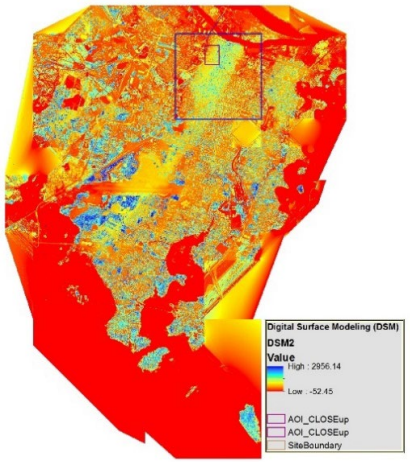


Figure III-100 : nDSM de la ville de Savannah

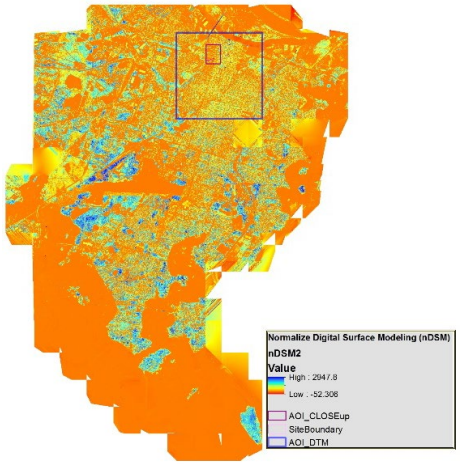


Figure III-101 : LAS du site

Figure III-102 : DSM *[digital Surface Modeling]* du site

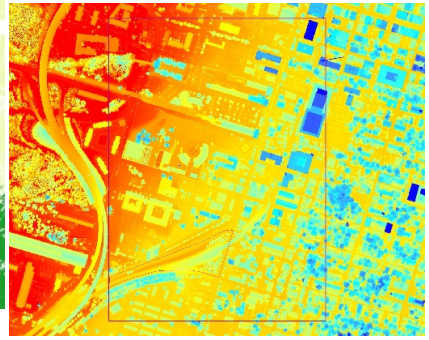


Figure III-103 : nDSM *[normalized digital surface modeling]* du site

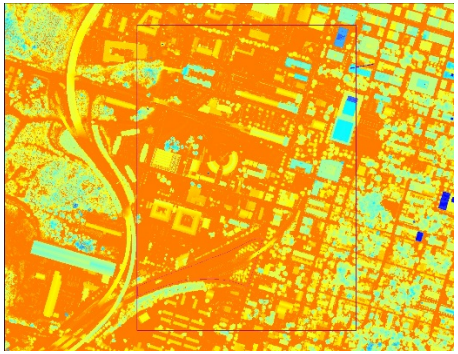
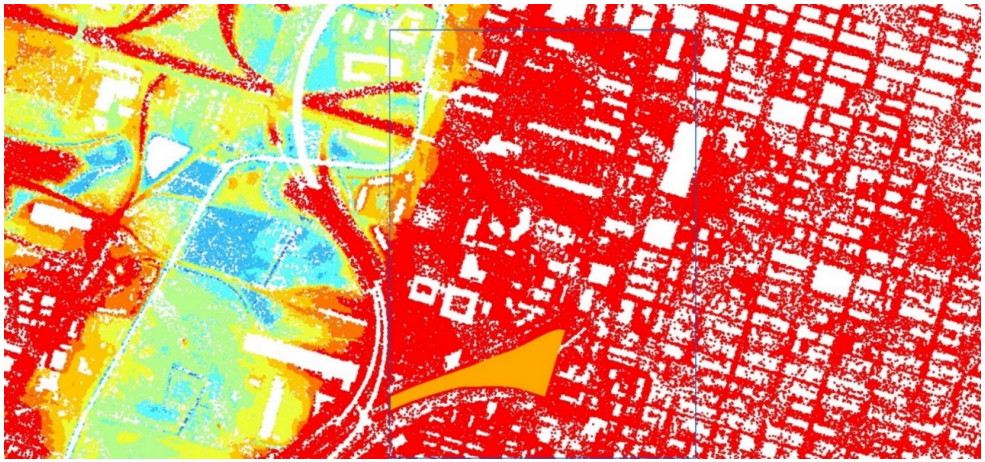
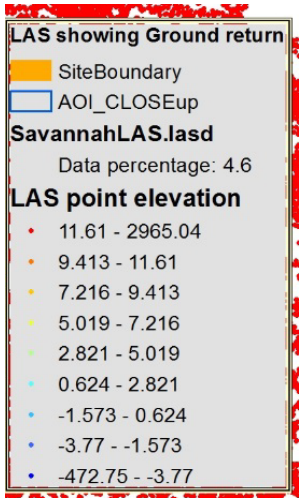


Figure III-104 :

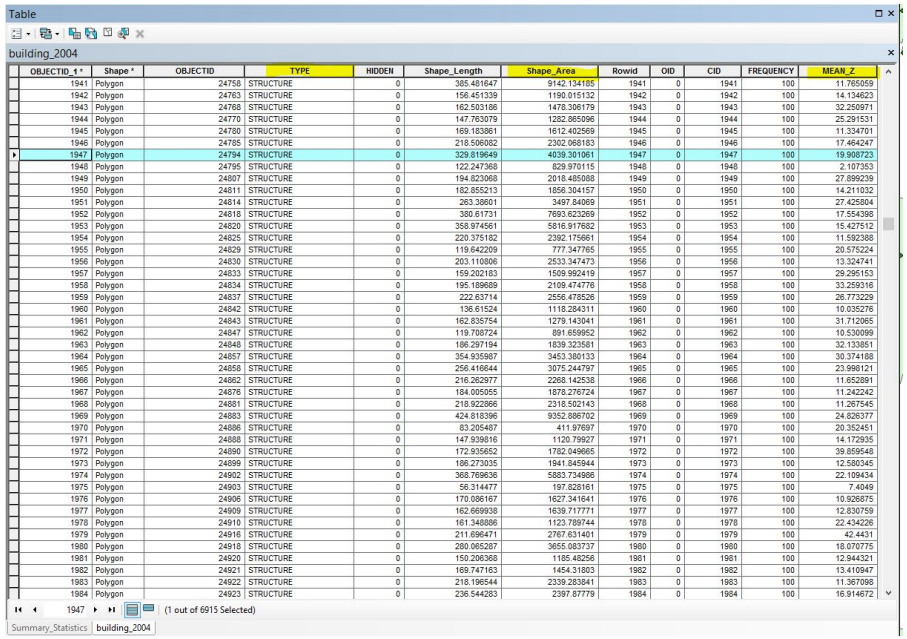




3.9.4.4 L'outil de statistique sommaire :

Cette étape permet d'extraire la hauteur moyenne de chaque structure des données LiDAR. Le processus est d'attribuer au hasard 100 points dispersés ***(random points)*** dans le périmètre de chaque géométrie au sol représentant un bâtiment (emprise au sol). Il faut noter ici que l'on n'est pas limité à 100 points. 100 est par défaut le nombre de points suffisant pour arriver à une hauteur très proche de la réalité. Bien évidemment, on peut augmenter à 200 points pour plus de précision *(plus élevé est le nombre de points, plus exacte est la hauteur)*, seulement, le plus de points peut aussi causer un problème de performance de l'ordinateur. Une fois le calcul fait, une nouvelle colonne [***Mean_Z***] est rajoutée à la fin du tableau d'attributs comme on peut le voir ci-dessous. Cette colonne comprend maintenant les hauteurs calculées de tous les bâtiments de la zone sélectionnée. Cette information est donc cruciale pour la modélisation procédurale qui suivra dans l'application City Engine. City Engine est un logiciel de la plateforme ESRI qui lit les données brutes, les traduit et les représente géométriquement en 3D.

Figure III-105 : Tableau traité : en reliant les données **Z_MEAN** aux bâtiments.



Table

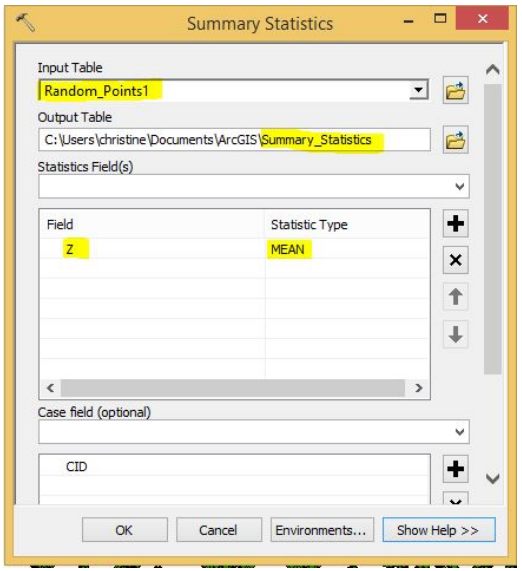
building_2004

OBJECTID_1 *	Shape *	OBJECTID	TYPE	HIDDEN	Shape_Length	Shape_Area	Rowid	OID	CID	FREQUENCY	MEAN_Z
1941	Polygon	24758	STRUCTURE	0	385.481647	9142.134185	1941	0	1941	100	11.765059
1942	Polygon	24763	STRUCTURE	0	156.451339	1190.015132	1942	0	1942	100	14.134623
1943	Polygon	24768	STRUCTURE	0	162.503186	1478.306179	1943	0	1943	100	32.250971
1944	Polygon	24770	STRUCTURE	0	147.763079	1282.865096	1944	0	1944	100	25.291531
1945	Polygon	24780	STRUCTURE	0	169.183861	1612.402569	1945	0	1945	100	11.334701
1946	Polygon	24785	STRUCTURE	0	218.506082	2302.068183	1946	0	1946	100	17.464247
1947	Polygon	24794	STRUCTURE	0	329.819649	4039.301061	1947	0	1947	100	19.908723
1948	Polygon	24795	STRUCTURE	0	122.247368	829.970115	1948	0	1948	100	2.107353
1949	Polygon	24807	STRUCTURE	0	194.823068	2018.485088	1949	0	1949	100	27.899239
1950	Polygon	24811	STRUCTURE	0	182.855213	1856.304157	1950	0	1950	100	14.211032
1951	Polygon	24814	STRUCTURE	0	263.38601	3497.84069	1951	0	1951	100	27.425804
1952	Polygon	24818	STRUCTURE	0	380.61731	7693.623269	1952	0	1952	100	17.554398
1953	Polygon	24820	STRUCTURE	0	358.974561	5816.917682	1953	0	1953	100	15.427512
1954	Polygon	24825	STRUCTURE	0	220.375182	2392.175661	1954	0	1954	100	11.592388
1955	Polygon	24829	STRUCTURE	0	119.642209	777.347765	1955	0	1955	100	20.575224
1956	Polygon	24830	STRUCTURE	0	203.110806	2533.347473	1956	0	1956	100	13.324741
1957	Polygon	24833	STRUCTURE	0	159.202183	1509.992419	1957	0	1957	100	29.295153
1958	Polygon	24834	STRUCTURE	0	195.189689	2109.474776	1958	0	1958	100	33.259316
1959	Polygon	24837	STRUCTURE	0	222.63714	2556.478526	1959	0	1959	100	26.773229
1960	Polygon	24842	STRUCTURE	0	136.61524	1118.284311	1960	0	1960	100	10.035276
1961	Polygon	24843	STRUCTURE	0	162.835754	1279.143041	1961	0	1961	100	31.712065
1962	Polygon	24847	STRUCTURE	0	119.708724	891.659952	1962	0	1962	100	10.530099
1963	Polygon	24848	STRUCTURE	0	186.297194	1839.323581	1963	0	1963	100	32.133851
1964	Polygon	24857	STRUCTURE	0	354.935987	3453.380133	1964	0	1964	100	30.374188
1965	Polygon	24858	STRUCTURE	0	256.416644	3075.244797	1965	0	1965	100	23.998121
1966	Polygon	24862	STRUCTURE	0	216.262977	2268.142538	1966	0	1966	100	11.652891
1967	Polygon	24876	STRUCTURE	0	184.005055	1878.276724	1967	0	1967	100	11.242242
1968	Polygon	24881	STRUCTURE	0	218.922866	2318.502143	1968	0	1968	100	11.267545
1969	Polygon	24883	STRUCTURE	0	424.818396	9352.686702	1969	0	1969	100	24.826377
1970	Polygon	24886	STRUCTURE	0	83.205487	411.97697	1970	0	1970	100	20.352451
1971	Polygon	24888	STRUCTURE	0	147.939816	1120.79927	1971	0	1971	100	14.172935
1972	Polygon	24890	STRUCTURE	0	172.935652	1782.049665	1972	0	1972	100	39.859548
1973	Polygon	24899	STRUCTURE	0	186.273035	1941.845944	1973	0	1973	100	12.580345
1974	Polygon	24902	STRUCTURE	0	368.769636	5883.734986	1974	0	1974	100	22.109434
1975	Polygon	24903	STRUCTURE	0	56.314477	197.828161	1975	0	1975	100	7.4049
1976	Polygon	24906	STRUCTURE	0	170.086167	1627.341641	1976	0	1976	100	10.926875
1977	Polygon	24909	STRUCTURE	0	162.669938	1639.717771	1977	0	1977	100	12.830759
1978	Polygon	24910	STRUCTURE	0	161.348886	1123.789744	1978	0	1978	100	22.434226
1979	Polygon	24916	STRUCTURE	0	211.696471	2767.631401	1979	0	1979	100	42.4431
1980	Polygon	24918	STRUCTURE	0	280.065287	3655.083737	1980	0	1980	100	18.070775
1981	Polygon	24920	STRUCTURE	0	150.206368	1185.48256	1981	0	1981	100	12.944321
1982	Polygon	24921	STRUCTURE	0	169.747163	1454.31803	1982	0	1982	100	13.410947
1983	Polygon	24922	STRUCTURE	0	218.196544	2339.283841	1983	0	1983	100	11.367998
1984	Polygon	24923	STRUCTURE	0	236.544283	2397.87779	1984	0	1984	100	16.914672

1947 (1 out of 6915 Selected)

Summary_Statistics | building_2004

Figure III-106 :



3.10 Les critères spatiaux, socio-culturels et économiques [proximité, sécurité, population, âge, rang social etc.] dans le contexte du site sélectionné pour le projet de gare.

Une fois les analyses physiques et les distances [quantitatives *; visibles et mesurables*] achevées, on enchaine avec les analyses textuelles [qualitatives ; *non visuelles /non-mesurables, temporelles et à caractères éphémères répétitifs variés et non-constantes]*. Cette partie nous permet de préparer des données pour l'utilisation future et assurer un transfert dans les autres applications **SIG**.

3.10.1 Contexte et justifications de l'importance de cette analyse dans ce travail :

En 2050, 75% de la population mondiale vivra dans les villes. Une ville comme Savannah devrait pouvoir accueillir un tel surplus de population et s'adapter rapidement à tous les changements que cela induit en termes de durabilité, d'habitabilité et entretient des infrastructures. La nécessité d'un réseau de transport en commun devient donc inéluctable, car un système de transport bien conçu et fiable présente plusieurs avantages dans une ville touristique comme Savannah. Le transport public offre des avantages économiques non négligeables, ainsi qu'environnementaux et sociaux pour les collectivités. Il réduit la congestion de la circulation automobile et la consommation de carburant, la pollution de l'air, la sécurité du citoyen [occupation de l'espace public par des habitants] et augmente les possibilités d'emplois en offrant des options de déplacements sûres et abordables pour les touristes et les résidents. En un mot il contribue au bienêtre de la ville, du citoyen et à la préservation de l'environnement et son écosystème.

En 2007, l'Association américaine des transports en commun (APTA)[96] a publié des résultats de sondage provenant de plus de **496 000** questionnaires de passagers de transports en commun menés de 2000 à 2005. Cette enquête a révélé que **59,6%** des navetteurs marchent soit de chez eux soit d'un parking à la station pour commencer leur voyage et **63,8%** marchent de la station à leur destination. Le Centre d'information sur les piétons et les vélos (PBIC) identifie la distance de marche typique pour les passagers en utilisant les transports en commun entre 400 mètres [¼-mile] et 800 mètres [½-mile]. Ces distances représentent une marche de 5 minutes et 10 minutes. Alors que la proximité du transport en commun affecte clairement l'utilisation des transports, d'autres facteurs devraient-ils être pris en considération ? Qu'en est-il des facteurs démographiques ou des modèles d'activité ? La population, le logement, l'emplacement des services, les revenus ou l'accès à un véhicule affectent-ils également l'utilisation des transports en commun ? Pour tenter de répondre à ces questions, nous allons procéder à des analyses spatiales plus approfondies dont les grandes questions seront celles de connaitre la ville telle qu'elle existe aujourd'hui ; son degré de performance, ses limites, son degré d'adaptation aux changements rapides, sa vitesse.

[96] https://www.apta.com/wp-content/uploads/Resources/resources/statistics/Documents/FactBook/APTA_2009_Fact_Book.pdf visité le 9 Octobre 2019

Comment la ville est-elle capable de disperser ou faire circuler le flux des utilisat-eurs(rices) en son sein ? A quel degré la ville est-elle utilisée [spatialement] ? Comment éviter certaines zones inutilisées en redistribuant et balançant l'usage de la ville par rapport au temps ? Comment maximiser les zones mortes la nuit (Exemple des parkings publics) ? etc…

Ce travail ne couvre pas toutes les questions posées. Il précise un certain nombre de pistes pouvant être explorées dans une telle approche comme le travail de Song Gao ci-dessous qui montre l'utilisation spatiale de la ville à différentes heures de la journée/nuit en utilisant une localisation à partir des tours de téléphone et l'utilisation des sites ***social media*** tel que twitter etc…..

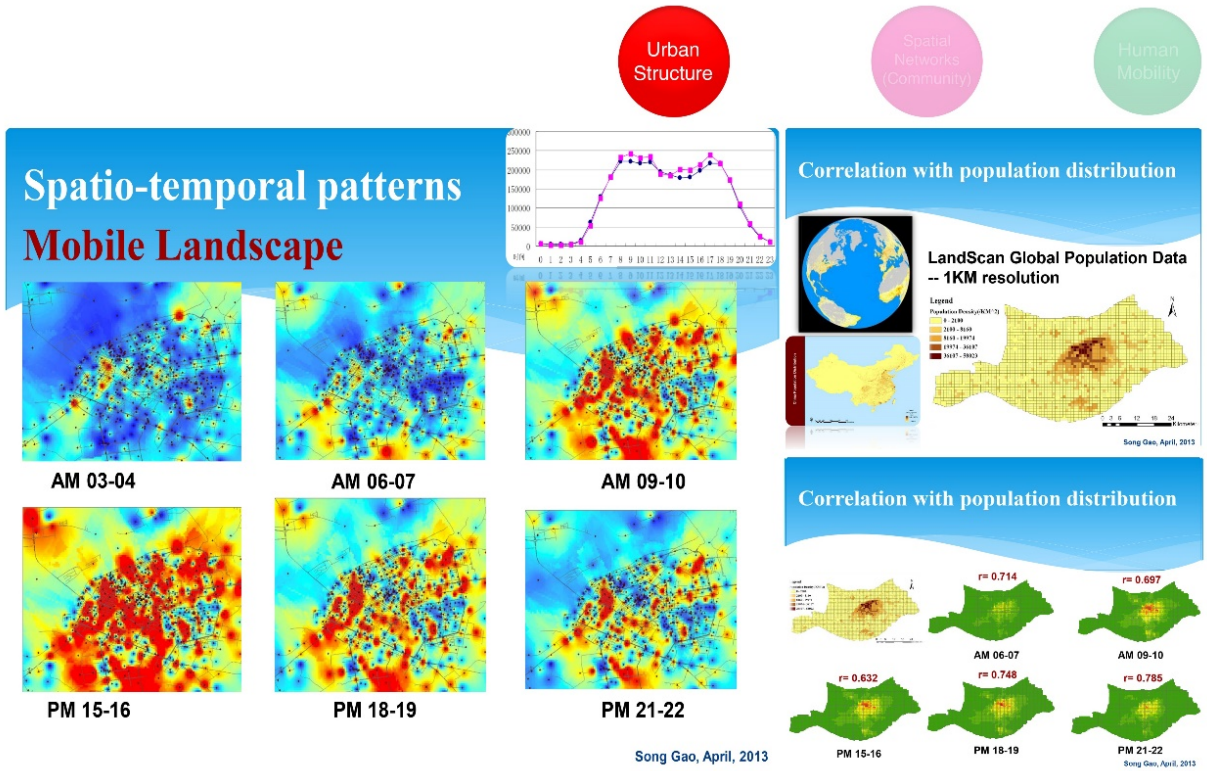


Figure III-107 : Song Gao, 2013, Human mobility, urban structure analysis, and spatial community detection from mobile phone data. Pages 3-16

3.10.2 Démographie :
Pouvoir économique

Tout développement urbain nécessite une étude approfondie de l'utilisateur. Les illustrations suivantes montrent les quartiers de Savannah par leur code postal. Les données démographiques et de revenus sont affichées. La légende montre le revenu médian des ménages par zone et par code postal.

Observations : on remarque que les zones dont les ménages ont un revenu bas ou médian se trouvent concentrées en centre-ville. Ce qui nous ramène à l'histoire de la ville esclavagiste où les maîtres et servants vivaient dans une même concession avec la façade sur rue très aménagée et servant pour l'accès des patrons et la façade de l'allée(ruelle) délabrée servant d'accès et habitation pour les esclaves. Cette division visuelle et physique peut encore se voir dans la ville de Savannah aujourd'hui. Des ruelles négligées, mal foutues, sans éclairages et dangereuses la nuit en contraste avec les façades sur rue bien entretenues. La révolution industrielle a donnée l'accès à la voiture personnelle, et donc encouragée les riches et classes moyennes à s'éloigner de la ville. Cette idée des riches en dehors de la ville est d'ailleurs un avis que soutien l'urbaniste et architecte Jan Gehl au chapitre 9 quand il définit la ville réussie comme celle où vivent ceux qui ne peuvent pas s'offrir des voitures. Jan Gehl pense que les riches devraient rester en dehors de la ville, car ils peuvent se le permettre.

Les cartes suivantes on toute été créées par l'auteur pour usage dans ce travail.

Figure III-108 :

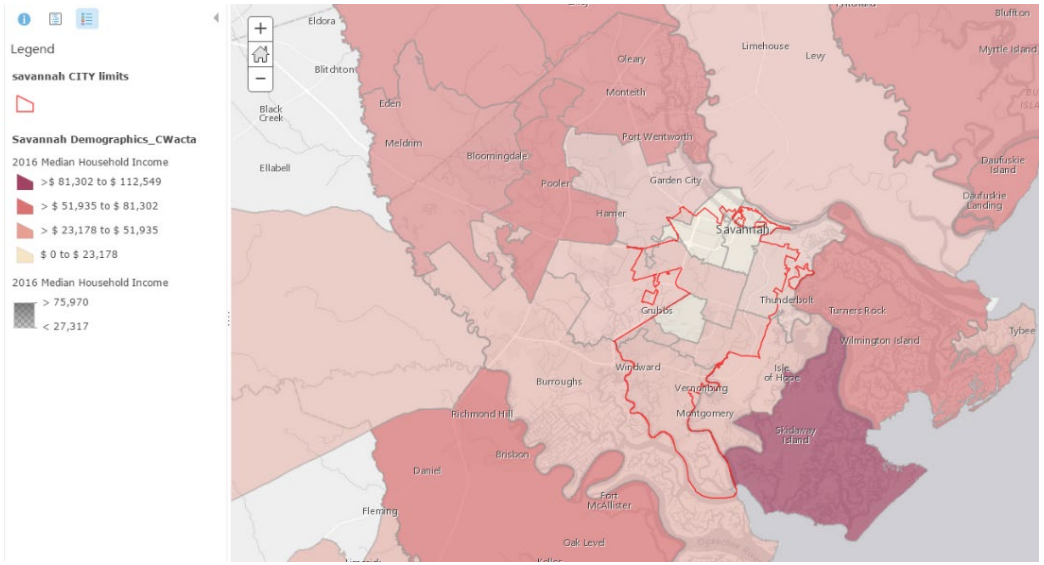
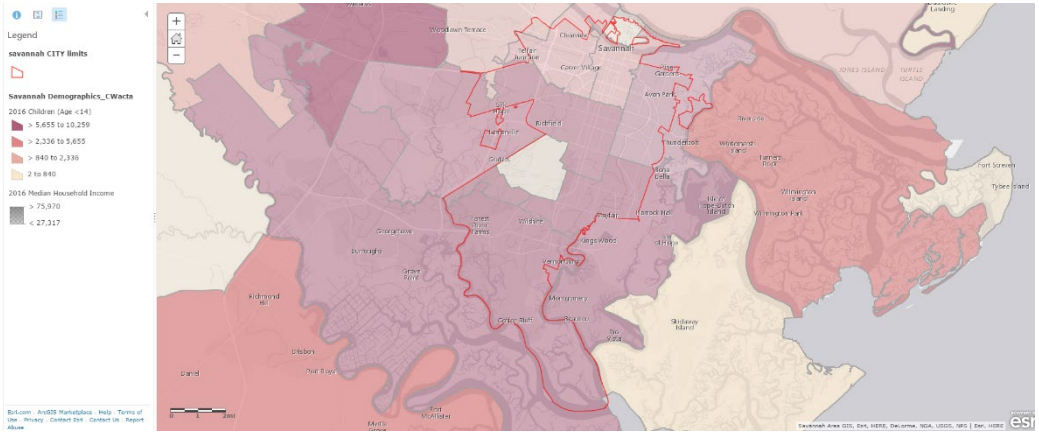


Figure III-108 :



Carte montrant le revenu médian des ménages et la population d'enfants vivant dans des familles dont les revenus sont en dessous du seuil de pauvreté.

Ces cartes comparent les quartiers de savannah et les catégorisent par rapport au pouvoir d'achat inférieur au seuil de pauvreté fixée à $ 25 000 l'année.

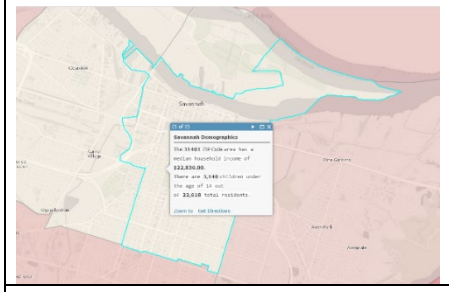
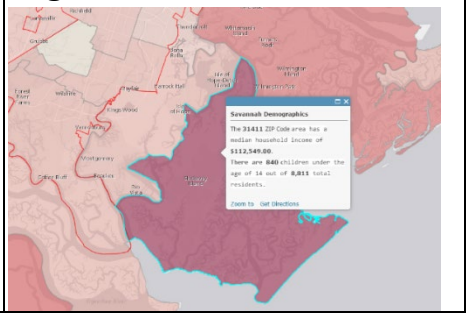


Figure III-108 : il y a 2045 enfants.

Figure III-108 : 840 enfants

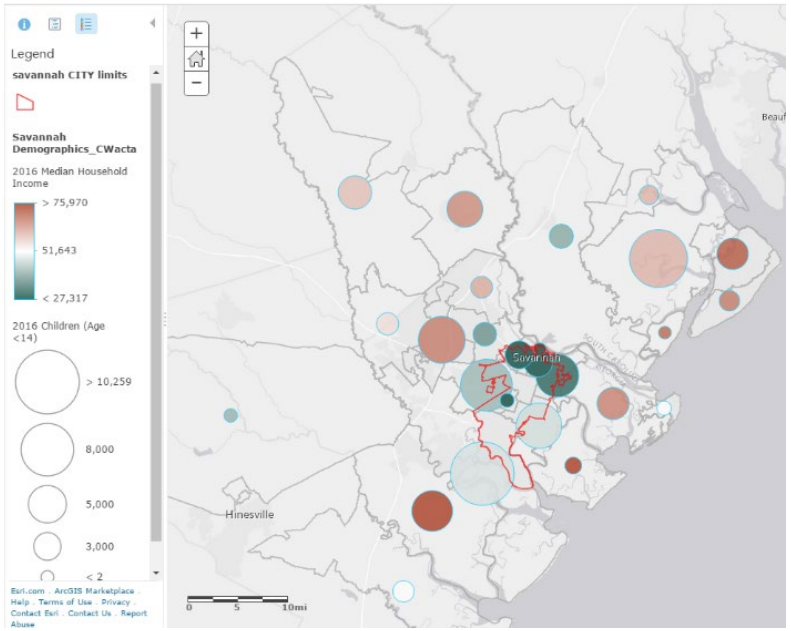


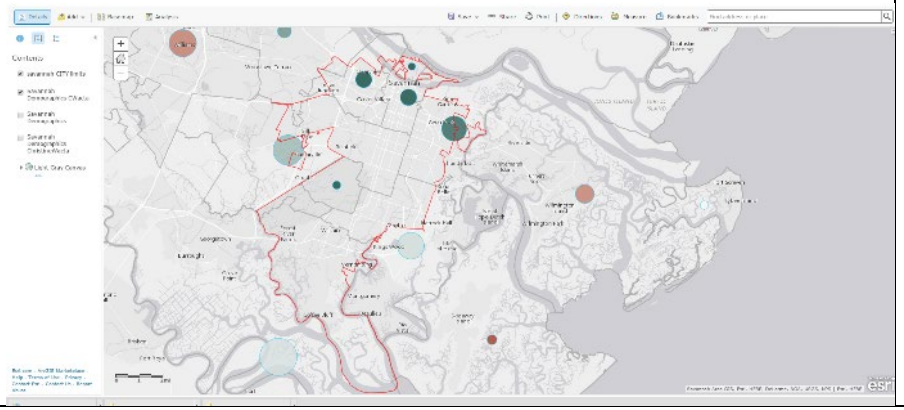
3.10.3 Les Familles ayant de enfants de moins de 14ans et dont les revenues sont en dessous du seuil de pauvreté.

Ci-dessous la carte démographique de Savannah montrant à la fois le revenu médian des ménages et la population des enfants vivant dans des familles démunies. On peut voir que les zones où la pauvreté affecte le plus les mineurs (moins de 14 ans) se trouvent aussi au Centre-ville de Savannah (en vert).

Cette information est très importante et une étape incontournable de ce travail. Pour obtenir ces informations, l'on a utilisé les données de recensement pour accéder à des informations essentielles permettant de comprendre la démographie et le pouvoir d'achat des habitants de tous les quartiers de la ville. Une étape qui peut permettre de recadrer et réorienter le développement de manière à inclure des propositions de résolutions de problèmes qui peuvent être inexistants en amont du projet.

Figure III-109 : Ces cartes combinent les informations sur les revenus moyens des familles et les enfants de moins de 14 ans vivant dans la pauvreté.





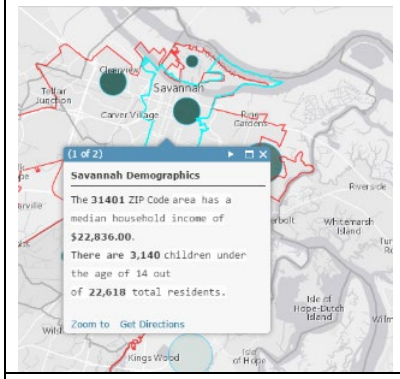


Figure III-109 :

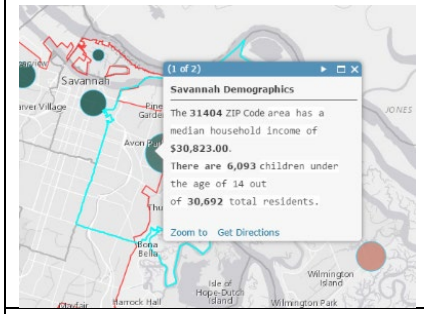
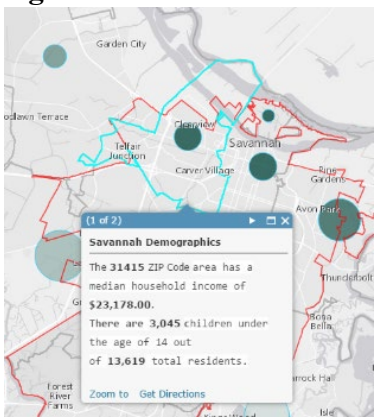


Figure III-109 :



3. 10.4 Emplacement à zonage mixte pour une population jeune et active.

Cette étape découle des résultats précédents. Vu le nombre élevé de jeunes vivants en dessous du seuil de pauvreté, il devient naturel dans le sens de ce travail de faire des analyses supplémentaires pour déterminer les catégories de population active autour de la future gare pour proposer des développements possibles qui puissent attirer d'autres catégories de populations. Il s'agit de faire une analyse d'évaluation de terrain permettant de détecter des emplacements pour le futur développement à usage mixte à proximité du nouveau site de la gare. Une analyse qui pourrait finalement aider à créer des emplois de proximité pour les jeunes des familles vivant sous le seuil de pauvreté, car il va de soi que si une famille vit en dessous du seuil de pauvreté, elle a encore moins les moyens de s'acheter une voiture lui permettant de trouver du travail. Étant donné qu'a 14ans, les enfants peuvent légalement travailler aux états unis, les commerces de proximité pourraient servir ici.

Etape #1 : Cette analyse vise à trouver les endroits où les jeunes adultes actifs [entre 22 et 40 ans] sont en grand nombre. Dans un second temps, nous chercherons à localiser des zones qui offrent un accès à pied au reste de la ville ainsi que les quartiers environnants. La focale ici est de se concentrer sur les zones déjà déterminées à usage mixte dans le plan d'utilisation du sol de la ville. Il convient aussi de revisiter les sites en dehors de ces zones.
Ces développements mixtes comprennent des magasins et des restaurants sur rue et des logements à l'étage avec des hauteurs ne dépassant pas 4 étages. Le groupe démographique ciblé ici est la population de jeunes actifs entre 20 et 40 ans qui vivent à proximité du site de la gare. Ceci permet de mieux déterminer les différentes activités pouvant marcher dans le secteur. Il faut noter ici que si le projet en question était celui d'une clinique ou un magasin de vêtements, les groupes d'âges analysés seraient différents. On part ici du fait que lorsque les jeunes adultes sont déjà regroupés dans une zone, les unités de logements sont plus faciles à louer, et les commerces de proximité prospèrent.

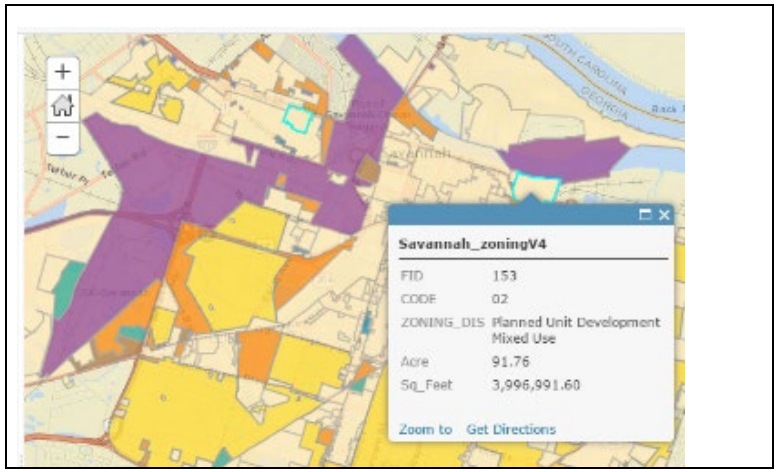


Figure III-110 : carte de zonage des usages mixtes.

Figure III-111 : La carte de zonage à Savannah : La carte symbolisée par la désignation de zonage. La légende à gauche associe à chaque description de zonage une couleur unique. Ce qui nous intéresse ici est le type à usage mixte.

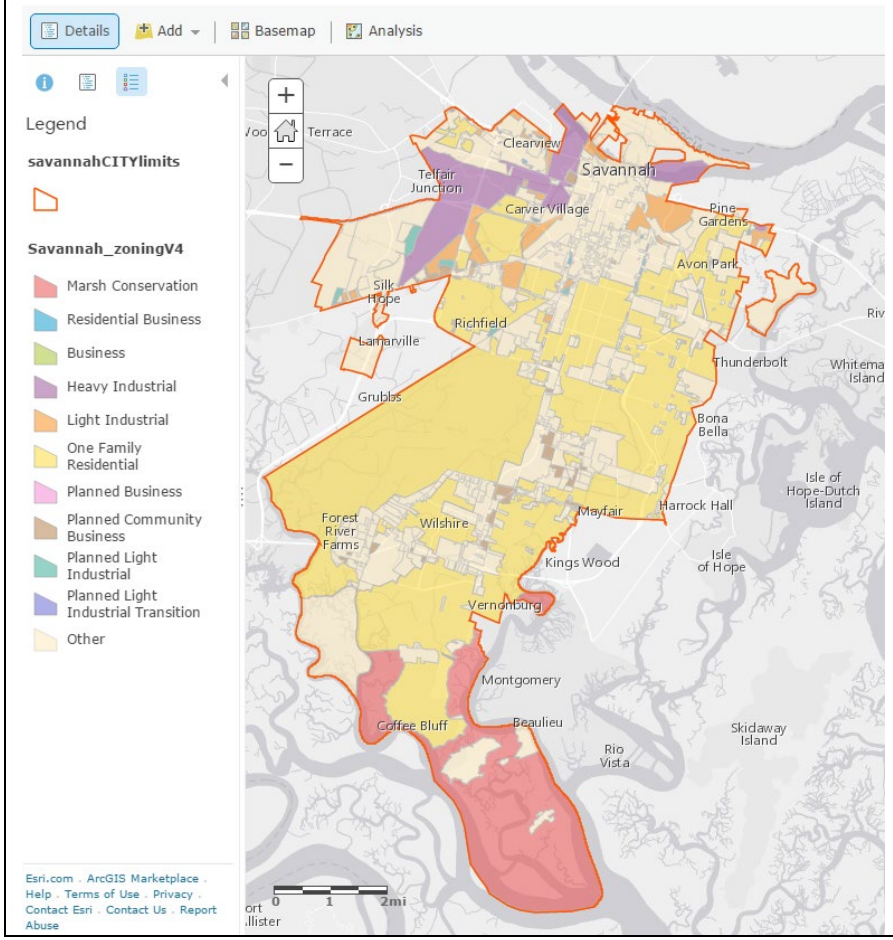


Figure III-112 : Zones classées à développement mixte en bleue.

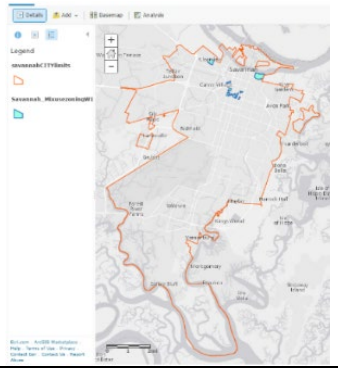


Figure III-113 : Emplacement de développement mixte en relation avec le site de la future Gare

3.10.5 Données de recensement pour trouver le pourcentage de locataires par rapport aux propriétaires dans la zone du projet.

Pour les facteurs démographiques nous commençons par explorer le calque de recensement « Groups Block », qui contient les données démographiques de la ville. On est intéressé par des informations sur les logements locatifs et l'âge des locataires.

Des analyses nous permettent d'avoir une idée sur la constitution démographique du quartier. Aux Etats-Unis, la question du nombre de locataires par rapport au nombre de propriétaires dans un quartier définit souvent la valeur du quartier. Certains pensent que les quartiers à forte population de locataires sont moins bien tenus et bruyants, une situation acceptable pour un jeune célibataire ou en couple, mais moins pour un couple avec des jeunes enfants à cause en particulier des nuisances sonores nocturnes possibles. Le tableau ci-dessous montre une population à majorité de locataires. Ceci pourrait indiquer ou aider à déterminer le genre d'équipements à développer dans cette zone pour mieux servir cette population. Dans un autre sens, ceci peut aider des structures plus attrayantes pour un autre groupe ou une autre tranche d'âge.

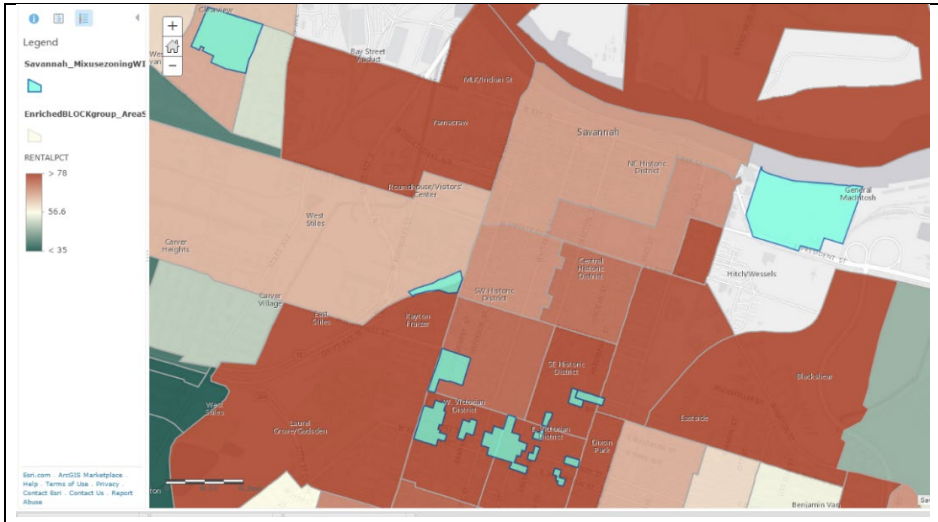
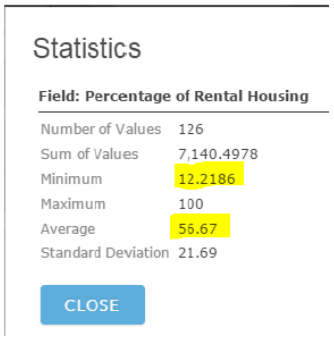


Figure III-114 : pourcentage des locataires par rapport aux propriétaires des logements occupés : les zones brunes représentent les emplacements comptant le plus de locataires dans le quartier de la nouvelle gare.

Le site de la future gare se trouve dans un quartier jeune. Ce qui s'explique bien avec la présence de SCAD, une université de plus de trente mille étudiants à Savannah.

Entre 12% à 100% de locataires au total dans la ville. Bien sûr, ce qui est important pour l'analyse est de savoir comment ces valeurs sont réparties autour du site. Et comme on peut le voir, le site est majoritairement occupé par les locataires.



Les cartes ci-dessus sont produites par l'auteur pour le but de ce travail

3.10.6 Trouver les zones à forte densité de jeunes adultes :

Nous avons obtenu des informations sur le pourcentage de logements locatifs dans le centre-ville. On cherche la densité de jeunes adultes. Pour cette analyse, on fait la somme de jeunes adultes par bloque que l'on divise par la surface de chaque quartier du « Block group[97] » pour obtenir une valeur de densité : les jeunes adultes au « ***square mile***[98] ». Pour cette analyse, la densité est une mesure

[97] *Block group (BG)* : sont des divisions statistiques de secteurs de recensement. Ils sont généralement définis pour contenir entre 600 et 3 000 personnes et sont utilisés pour présenter les données et contrôler la numérotation par blocs.

plus utile que le nombre de jeunes adultes. Un « ***block group*** » avec une forte concentration de jeunes adultes peut être un meilleur site pour le développement du projet.

Cette analyse est intéressante à plusieurs niveaux, car elle peut permettre entre autres de :

- Prendre note de la population habitant la zone de manière à mieux la servir,
- Comprendre la ou les populations en minorité ou non existantes dans la zone d'intérêt et créer un projet qui prévoit l'inclusion des populations manquantes que l'on cible.
- Comprendre grâce aux tendances étudiées à travers les données [sur plusieurs années] les évolutions et changements des couches de populations et autres dynamiques de la zone.
- Développer une zone prédisposée à répondre et à satisfaire les tendances et futurs besoins de nouvelles populations.
- Rééquilibrer les inégalités démographiques, économiques et sociales existantes et futures.

---

[98] Le mile carré (en abrégé sq mi et parfois en mi²) est une unité de mesure impériale et américaine pour une surface égale à la surface d'un carré de 1 mile de côté. Il ne faut pas confondre avec miles carrés, qui se réfère à une région carrée avec chaque côté ayant la longueur spécifiée.

Figure III-115 :

Zones à grande densité de locataires à Savannah [en rosé] vs. zone occupée par les propriétaires [en vert

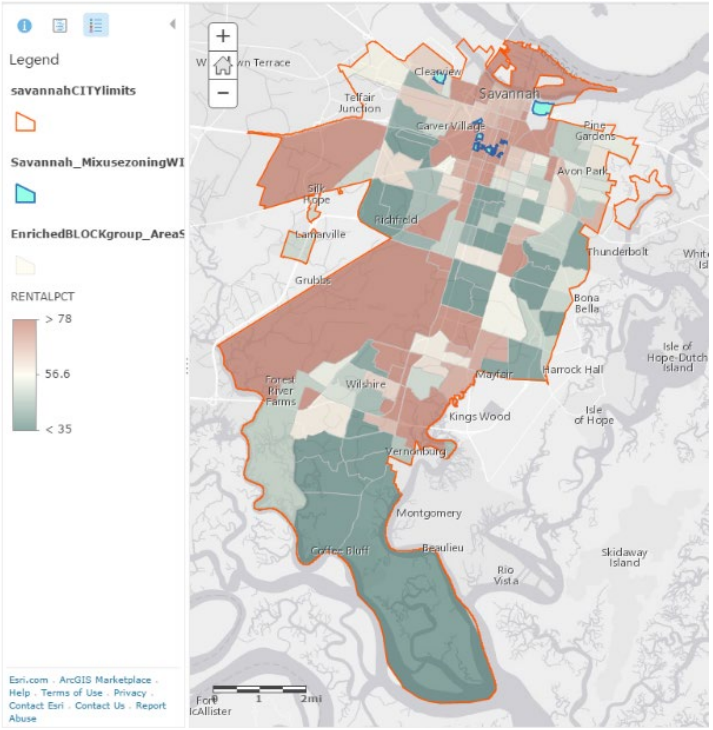
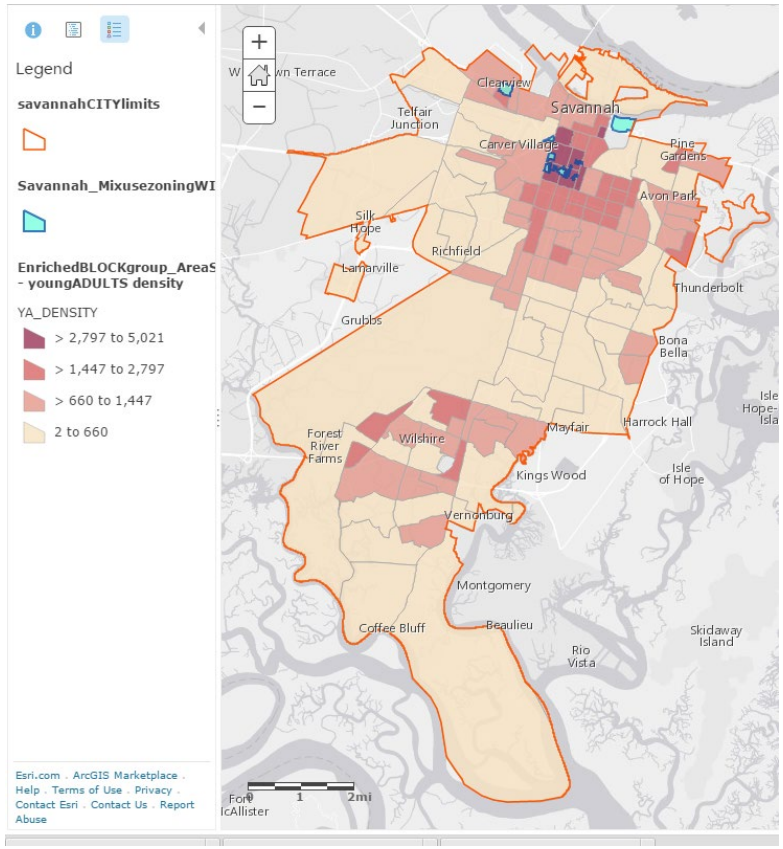


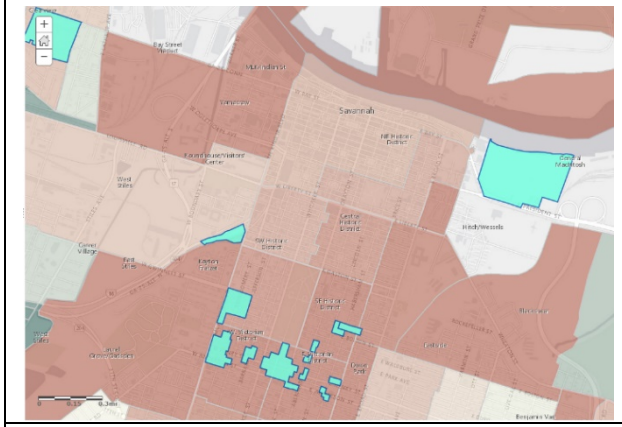
Figure III-116 :

Zones ayant un grand nombre d'habitant dans une tranche d'âge de 20 à 39 ans.



3.11 La zone à usage mixte :

Ces cartes ont été créées par l'auteur pour utilisation dans ce travail.



En bleu les parcelles à proximité de la gare qui pourraient avoir un développement mixte pouvant supporter la gare et comportant le plus grand nombre de jeunes travailleurs.

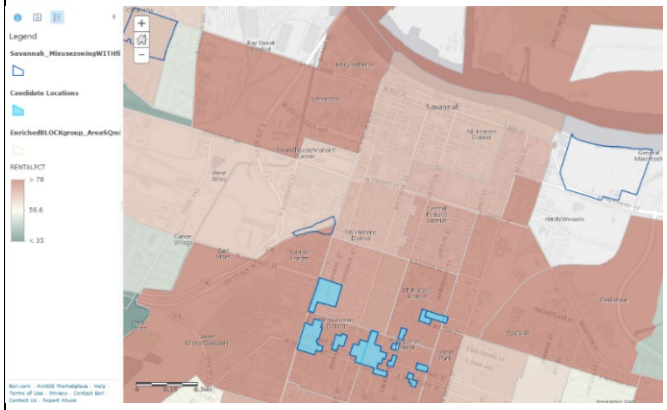
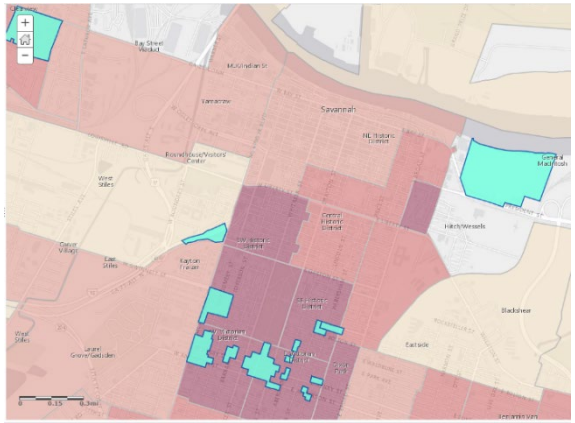


Figure III-117 :



Cette carte permet de voir que la zone autour de la gare est _ majoritairement peuplée de jeunes travailleurs en location [population en constante transition], et en bleues les seules opportunités de parcelles pouvant supporter les activités mixtes.

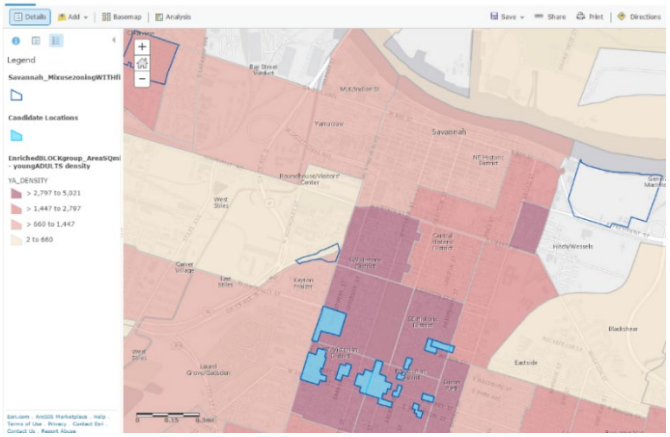


Figure III-118 :

Finalement, Il y a 10 parcelles candidates à l'utilisation mixte dans la zone d'intérêt où la densité de jeunes adultes est assez élevée [allant jusqu' à 4000] et où la plupart des logements sont occupés par des locataires [plus de 50%]. Cette information est clé dans ce travail, car grâce à ceci, on peut décider à base de cette information le nombre de logements par apport aux commerces et autre de manière à enrichir le quartier du point de vue de la démographie et des services.

Ces cartes ont été créées par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

Figure III-119 :

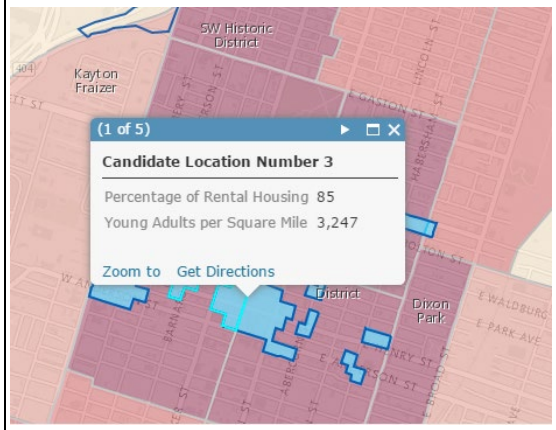


Figure III-120 :

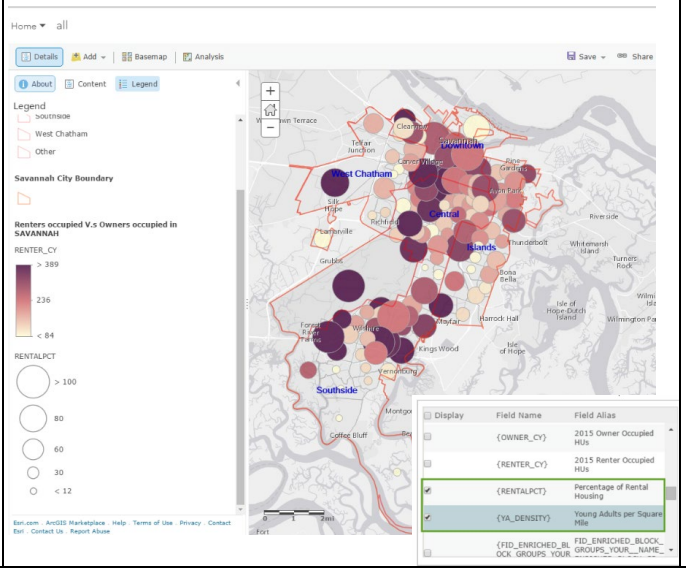
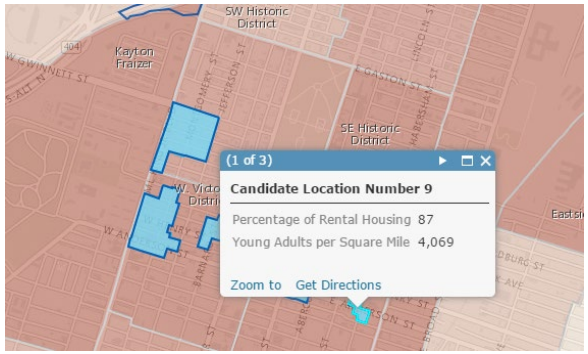


Figure III-121 :



3.11.1 Analyse des distances [à pied en minutes] entre les zones occupées par les locataires et le futur site de la gare :

Cette partie permet de mesurer les distances de marche du piéton des zones environnantes jusqu'à la gare. Ceci permet de pouvoir mieux estimer [à l'aide des données de recensement] le nombre de piétons pouvant se rendre à la gare, quand on sait que la distance limite acceptable de marche pour un piéton est de 20 à 25 minutes. Connaître le nombre de personnes qui pourrait atteindre la gare dans une limite de 20 minutes pourrait aussi aider la ville dans la décision de la fréquence horaire des bus et la localisation des arrêts de bus.

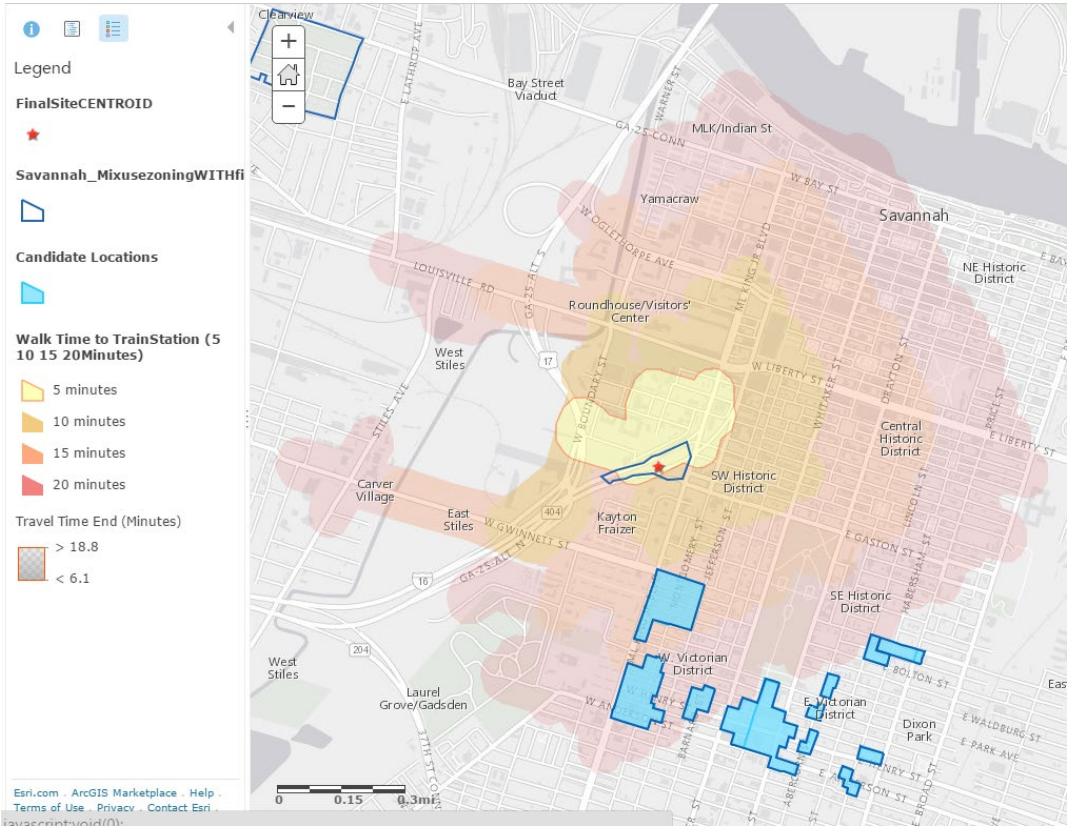


Figure III-122 :

On voit sur cette carte qu'en 20 minutes, le piéton peut parcourir une bonne partie du centre-ville et surtout tous les espaces verts important. Une autre analyse pourrait montrer les bâtiments importants de la ville et leur distance depuis la gare. Une information qui serait intéressante pour le tourisme, un volet qui ne fait pas l'objet de cette recherche.

Cette carte a été créée par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

3.11.2 Analyse des distances [mesurées en pieds] entre les zones occupées par les locataires et le futur site de la gare :

Juste en complémentarité, il est nécessaire de connaître les distances en unité de mesure pour comprendre quelle distance correspond à quel temps de marche pour l'utilisateur.

Figure III-123 :

Cette carte montre les distances en miles depuis le site de la gare. En bleu les zones pouvant servir d'usage mixte pour soutenir la population de jeune vivant dans le quartier.

Cette carte a été créée par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

3.11.3 Le service de bus autour du quartier de la future gare.

La carte ci-dessous montre les arrêts de bus autour du site. Cette carte permet de voir les zones bien desservies et celles qui le sont moins. Compte tenu de la nature des habitants de ce quartier [majoritairement jeunes locataires], il semble juste de penser que la population change constamment, car à la fin de leurs études les étudiants partent ailleurs pour travailler. On voit aussi qu'il y a peu d'arrêts de bus autour du grand parc [Forsyth] très populaire.

Cette carte a été créée par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

Figure III-124 : Cette carte montre une zone centrale désavantagée par les transports en commun. Pourtant, ces zones comprennent des bureaux et des logements comme on peut le voir plus bas.

Le projet de la gare permet de revisiter la connectivité du piéton dans la zone environnante. Ce travail s'appuie sur l'idée forte que les villes devraient prioriser les piétons et les encourager à prendre les transports en commun, afin que le citadin éprouve de moins en moins le besoin de se déplacer en voiture personnelle. Une révision des parcours et arrêts de transports en commun devient donc l'un des éléments importants de ce travail.

3.11.4 Proximité :

La proximité est une qualité souhaitée dans un développement urbain dans la mesure où elle peut créer une atmosphère de sécurité. La proximité ici ne se limite pas seulement à la distance, mais aussi et surtout à la sensation de distance qui peut être réduite si l'environnement est bien conçu. Cette notion de « ***parait proche »*** qui encourage les sorties piétonnes et rend agréable l'expérience de ce dernier contribue à une utilisation prolongée de l'espace publique par les citadins. Lorsque l'espace public est bien pensé, il est agréable, vivant et sécurisant comme le dit Jan Gehl[99] quand il parle d'une ville réussie comme celle qui pousse ses habitants à passer plus de temps dans ses espaces publics et à échanger. Gehl va même jusqu'à comparer une ville réussie à une fête où tous les invités restent longtemps parce qu'ils s'amusent bien.

Il s'agit ici de pouvoir créer un espace urbain accessible à tous, sécurisant et agréable à parcourir dans lequel les distances longues en réalité paraissent rétrécies et agréables à parcourir à pieds est un des challenges des développements de ville que ce travail explorera entre autres.

a) Le meilleur itinéraire pour rejoindre la gare à pied :

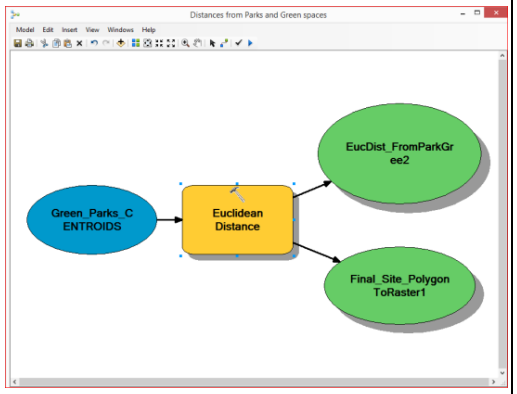
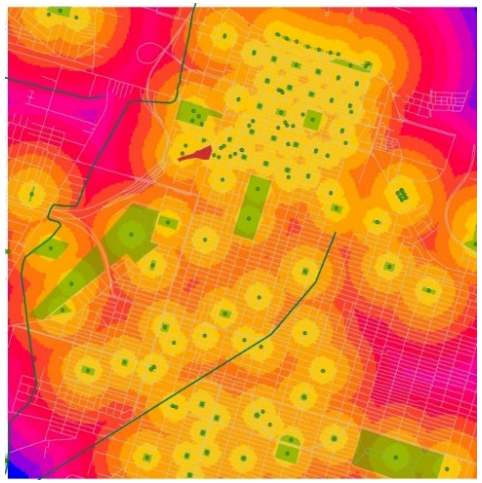
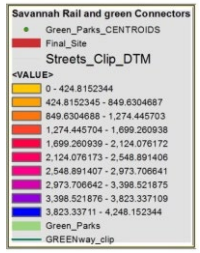
Cette étape permettrait alors de faire une analyse de(s) rues à fort potentiel piétons afin de proposer de les redévelopper de manière à accentuer l'expérience à l'échelle de l'utilisateur à pied. Ceci veut dire, penser à des espaces à usage variés et qui encouragent des activités spatiales et interactives à l'échelle et à la vitesse de l'homme dans la ville.

b) Étude des distances et temps de marche des parcs au site de la future gare :

Cette analyse demande que l'on convertisse les géométries représentant les espaces verts en points (*centroïde*)à partir desquels la mesure de distance se fera. Car la technologie utilisée ne permet pas de mesurer une géométrie représentant les espaces verts. La conversion place le point au centre de la géométrie représentant l'espace vert (voir cartes ci-dessous).

[99] Référer au Chapitre 9.

Ces cartes ont été créées par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

Figure III-125 :	**Figure III-126 :**	**Figure III-127 :**
		
Conversion des espaces verts en points « **centroïds** » pour permettre de mesurer d'un point de départ [centre] au point d'arrivée [emplacement du site de la nouvelle gare].	Visualisation de « **Model Builder** ». Entrées et sorties de données. Ici on rentre les points puis, on calcule une distance droite de type Euclidien et on rentre les deux sujets : les parcs et le site.	Résultat de l'analyse montrant les distances autour des parcs et espaces verts à proximité du site de la Gare. 

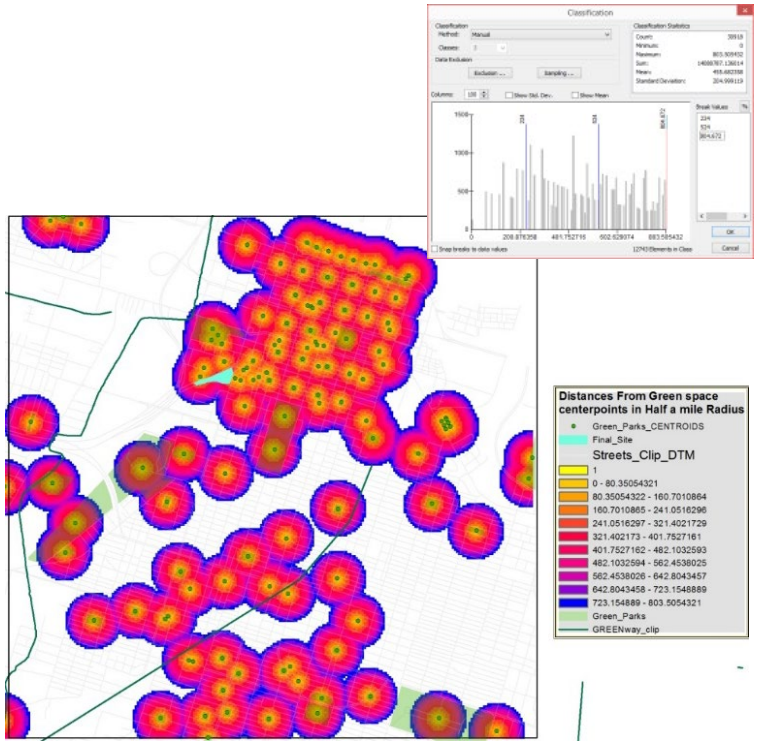


Figure III-128 :

3 distances.
1 (VERT) = Près [200 mètres], **2** (CYAN) = marche pratique [400 mètres] et **3** (BLEU) = bonne marche [800 mètres].

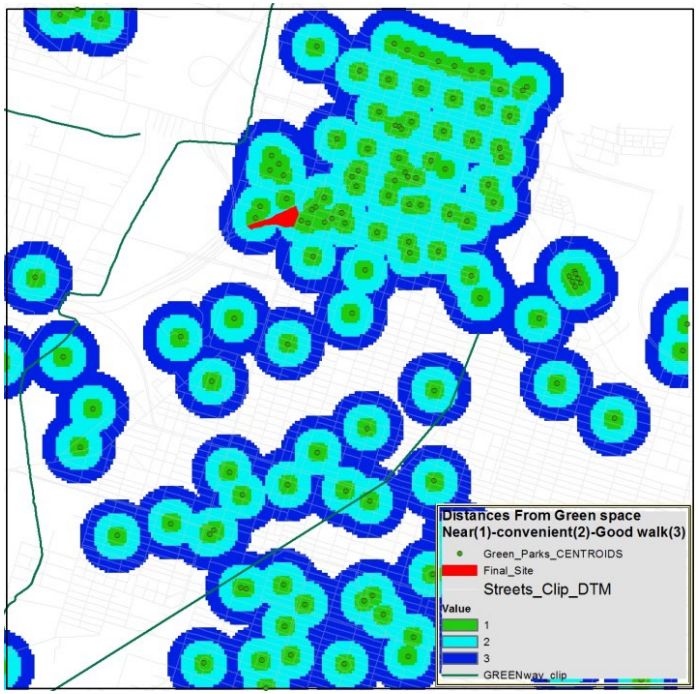


Figure III-128 :

Ces cartes ont été créées par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

Finalement, trois fourchettes de distances son retenues : Les trois cercles autour du point représentent respectivement les distances de 200-400 et 800 mètres.

c) Temps de marche : en minutes du site de la gare aux parcs :
La carte ci-dessous calcule les distances en minutes de marche du piéton. Ici, l'application suppose que la topographie est plate et qu'il n'y a pas de difficultés telles que des trottoirs en mauvais états etc… bien sûr la présence de tels éléments rendrait ce résultat faux.

3.12 Sécurité :

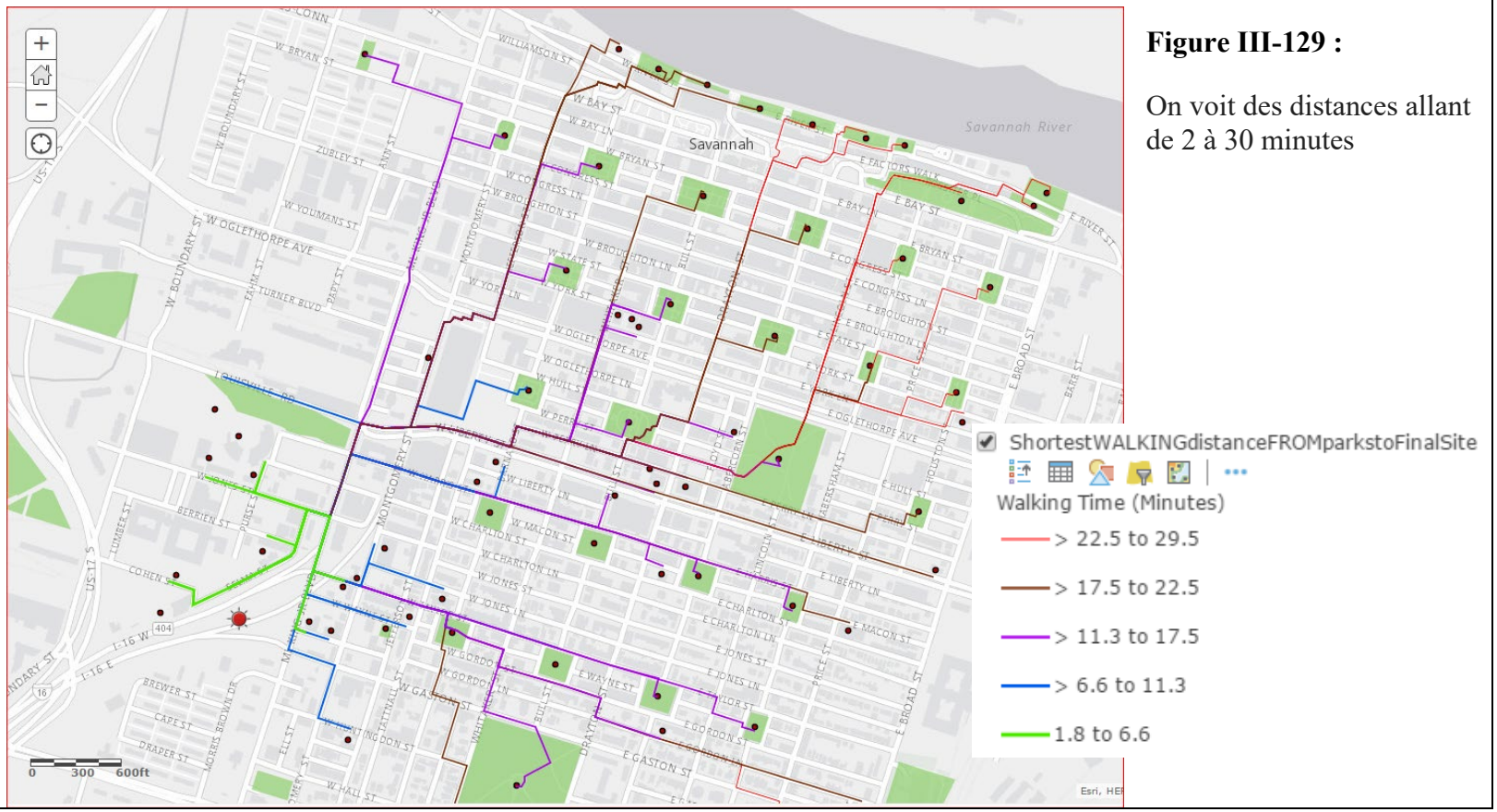


Figure III-129 :

On voit des distances allant de 2 à 30 minutes

Cette carte a été créée par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

3.12.1 Les accidents de voitures sur les piétons et cyclistes :

Procédure :
Dans un premier temps, nous allons étudier les accidents de la circulation sur piétons et cyclistes à Savannah sur une période de trois ans ; entre 2012et 2015. La période de 3 ans est un élément important, car elle nous permet d'observer les accidents récurrents aux mêmes endroits ; ceci devient le point de départ de l'analyse. A partir de là, on fera une analyse plus approfondie [*régression analysis*] pour comprendre les raisons des récurrences. Les résultats d'une telle analyse aident à comprendre plus clairement les raisons et causes par des tris de composants probables de causes tels que : accidents de nuit, de jour, par manque de visibilité, automobilistes négligents, ou au téléphone etc… , comparer les accidents avec l'éclairage de la rue, les panneaux de signalisation , les crimes etc…
Ce n'est qu'après avoir eu les résultats d'une telle analyse que l'on pourra déterminer quelles sont les causes. Cette analyse sert à trouver la cause probable des accidents. Elle permet aussi d'en déduire quelles rues sont les plus sécurisantes pour le piéton.

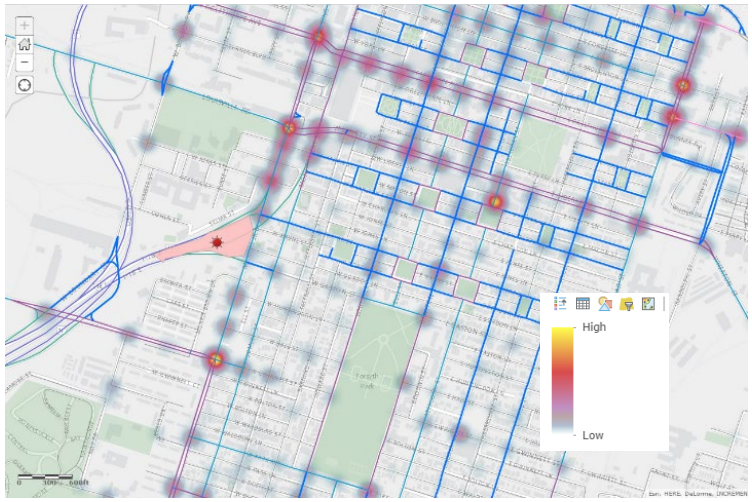
Car Crash 2014 Heat Map	**Car Crash 2015 Heat Map**
	
Ces cartes ont été créées par l'auteur pour utilisation dans ce travail.	

Figure III-130 : Ces cartes montrent une concentration d'accidents récurrents en 2014 et 2015.

3.12.2 Réflexions et observations des premières analyses.

Le résultat ci-dessus est propice à réflexion. Sans même aller plus loin, on peut commencer à se poser des questions ; car à première vue, on aperçoit des récurrences d'accidents et concentrations sur certaines rues entre janvier 2014 et décembre 2015(soit 24 mois). Une attention plus particulière montre les spécificités des rues dans lesquelles les accidents se répètent. Tout d'abord au Nord, on se rend compte que deux rues parallèles Est-Ouest ont les plus grandes concentrations.

Les rues en question sont : la *Liberty Street* (plus au Sud) et la Oglethorpe Avenue (au Nord). Deux rues qui ont en commun l'existence des médianes qui les séparent leur donnant ainsi une utilisation semblable aux rues à sens unique. Est-ce cela une explication des accidents fréquents ? Si l'on se base sur le fait que les rues à sens uniques sont celles où les automobilistes ont tendance à ignorer la vitesse limite résultant aux accidents ? Il serait hâtif de conclure si tôt ; une autre analyse aidera ensuite à en avoir le cœur net.

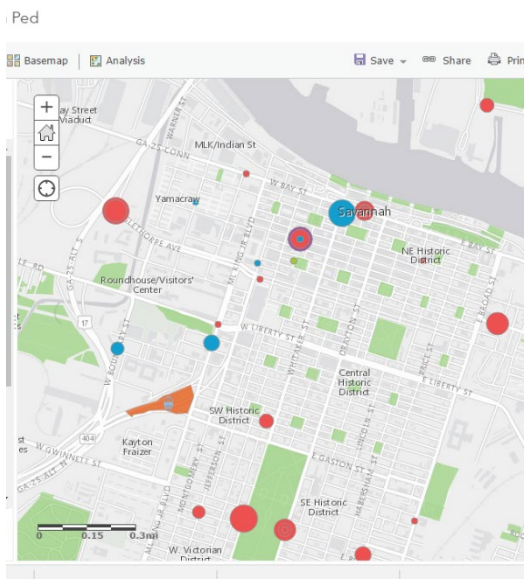
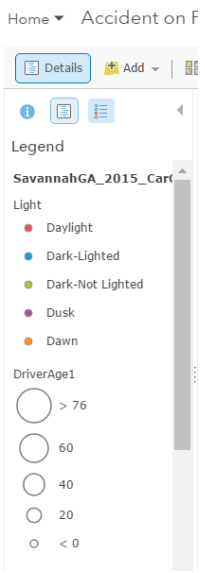


Figure III-131 :

Accidents sur les piétons et cyclistes : cette carte filtre par l'âge des conducteurs de voiture. On voit là que le plus grand nombre d'accidents en 2015 sur les cyclistes et piétons arrive en plein jour et causé par des automobilistes majoritairement âgés entre 60 et 76 ans. On peut se demander s'il y a un problème de mauvaise vision ou des panneaux peu lisibles….

Figure III-132 :



Cette carte a été créée par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

Cette étape montre la nécessité d'intervention d'experts au cours du processus, une intervention qui permet de modifier, réajuster et réorienter le processus vers des résultats qui prennent en compte les nouvelles entrées et/ou changements. Ceci est un composant important et unique de cette approche procédurale qui certes est basée lourdement sur la technologie sans toutefois en dépendre aveuglement. La possibilité de pouvoir intervenir au cours d'un processus de manière à modifier et réorienter sa trajectoire vers des résultats qui prennent en compte de nouvelles informations (*absentes en début de processus*) est ici l'élément qui démarque cette approche de celle utilisant les applications tels : (BIM , Rhino etc…), qui, une fois l'information rentrée par l'utilisateur ou l'expert, ce dernier reste en dehors de la procédure de développement qui dépend seulement des algorithmes prédéterminés par un fournisseur qui n'est pas souvent l'utilisateur au quotidien. C'est cette légère nuance dans le contrôle et capacité de l'expert à intervenir après qu'une analyse ait été lancée qui qui nous permet de croire en la possibilité de cette approche procédurale à gérer les problèmes de manière plus humaine. Si l'on n'explore pas cette idée de résultats en alternance machine/cerveau humain, on passe peut-être à côté d'une opportunité d'innovation qui pourrait résulter d'une étroite collaboration et fusion intellectuelle machine/cerveau humain. Ceci nous amène à la morale développée dans ce travail : « ***si l'Homme est l'inventeur de la technologie, alors la technologie doit servir l'Homme et pas l'inverse*** ».

3.12.3 Les analyses de prédictions d'accidents futurs :

L'application ArcMAP a une fonction qui permet d'analyser les prédictions de faits ou évènements spatiaux qui occurrent de manière répétitive. Cette analyse permet à l'expert, compte tenu des résultats, de pouvoir écarter certaines spéculations de causes qui apparaitraient évidentes à première vue sans analyse de prédiction.

Dans la table ci-dessous, une première analyse de probabilité d'occurrence des accidents en 2014 est conduite pour créer une carte des zones susceptibles d'avoir des récurrences d'accidents dans le futur (en 2015). La carte est faite de dégradés de couleurs où les zones les plus sombres représentent celles à forts potentiels de récurrence en 2015 et les zones claires celles à faibles potentiels de récurrence. Cette première analyse sert de base sur laquelle on transposera l'analyse des accidents de l'année 2015.Ceci n'est qu'un test qui nous permet de vérifier la crédibilité de cette analyse de probabilité d'occurrence peu vraisemblable. Si les prédictions sont vérifiées, alors on pourra à partir de ces résultats conclure que cet outillage pourra sans doute aider le concepteur à mieux comprendre et gérer de tels problèmes.

Figure III-133 : Carte de prédiction d'accidents en 2014 représentée en dégradé de couleurs : Les zones sombres représentent celles dont l'analyse de prédiction a déterminé qu'elles auront un taux élevé d'accidents en 2015 et les zones claires celles à taux faible.

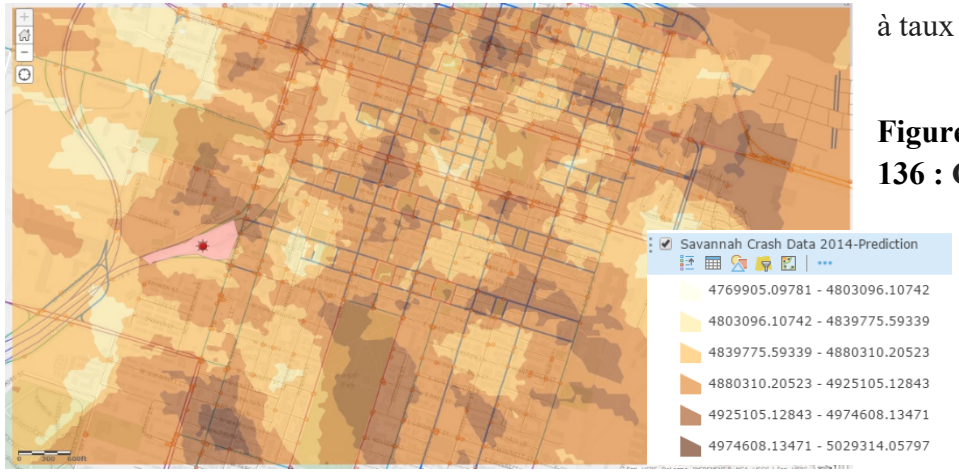


Figure III-136 : Carte de prédiction d'accidents en 2015 par-dessous les résultats réels des accidents en 2015.

Cette carte a été créée par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

Figure III-134 : Hotspot Crash 2014 : en rouge les zones ayant avec un taux élevé d'accidents en 2014

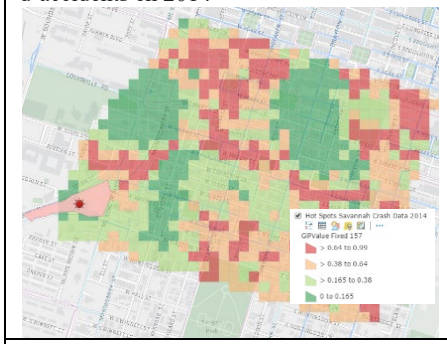
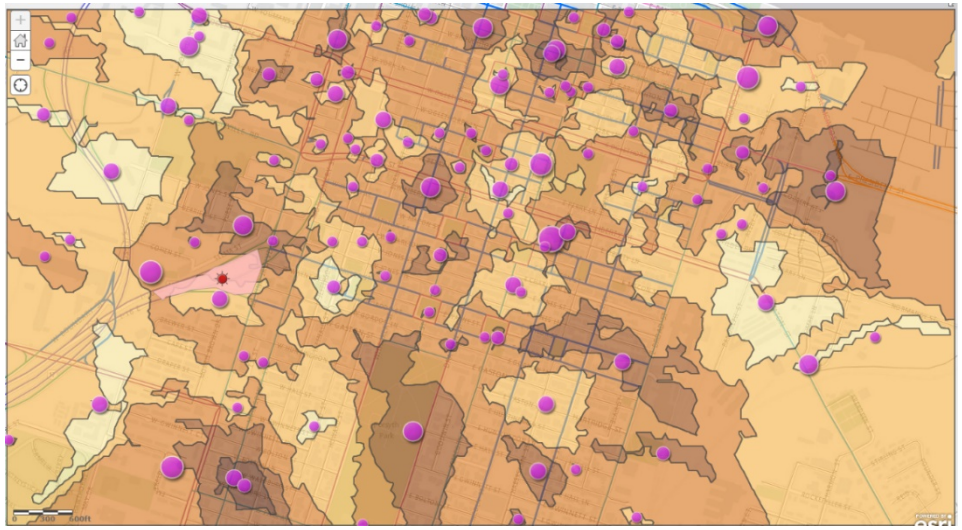


Figure III-135 : Hotspot Crash 2015 : en rouge les zones ayant avec un taux élevé d'accidents en 2015



Les cercles violets montrent les zones prédites de récurrence.
Intéressant de voir que les redictions sont très proches de la réalité.

Cette carte a été créée par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

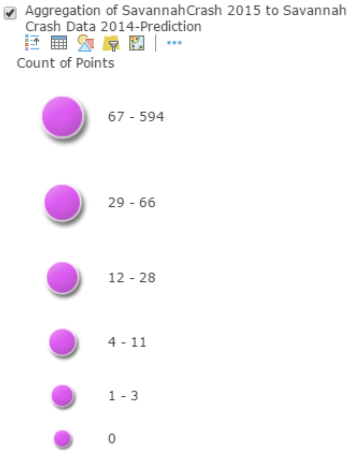
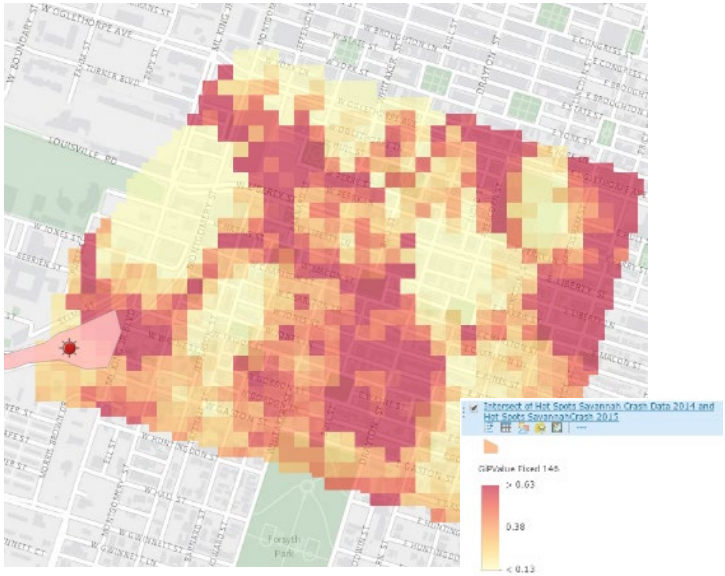


Figure III-137 : Une intersection de 2014 et 2015.



3.12.4 Les analyses de prédictions d'accidents futurs sur piétons :

Les résultats ci-dessus sont étonnants. On voit une correspondance presque parfaite des prédictions et des accidents réels en 2015. Les zones sombres de la carte de prédiction qui contiennent des cercles larges sont des zones où les prédictions ont été exactes, plusieurs zones en font partie. Ceci soulève d'autres questions qui pourraient être entre autres :

- Le fait que les accidents aient des causes physiques. Par exemple, la cause de certains accidents pourrait très bien renvoyer à une négligence de la ville sur l'entretien des réseaux de circulation (trottoirs mal entretenus obligeant le piéton à traverser à des endroits non appropriés),
- Le manque de soin dans l'entretien des arbres en bordure de route qui empêche l'automobiliste de voir les panneaux routiers (Savannah a beaucoup d'arbres au bord des rues et certaines branches poussent et couvrent les panneaux de signalisations. etc.).
- Ou alors l'orientation des panneaux de signalisations à des angles qui reflète le rayon solaire et éblouie l'automobiliste à cet endroit précis ; mais là encore, il faudrait voit à quelle heure les accidents ont lieux pour pouvoir confirmer cette dernière hypothèse.

Finalement, cette analyse de prédiction peut permettre de comprendre le problème plus profondément et donner à l'expert un avantage sur l'intégration de solutions adéquates pour remédier à la situation dans une conception qui essaye de résoudre un problème tout en créant une espace publique plus sécurisant pour le piéton.

3.12.5 Les analyses de prédictions d'accidents futurs automobiles :

La même analyse de prédiction est effectuée ici pour les accidents entre automobilistes.

Ces cartes ont été créées par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

Figure III-138 : Accidents de voitures en 2015

Figure III-139 : Superposition des accidents de 2015 sur les prédictions de 2014.

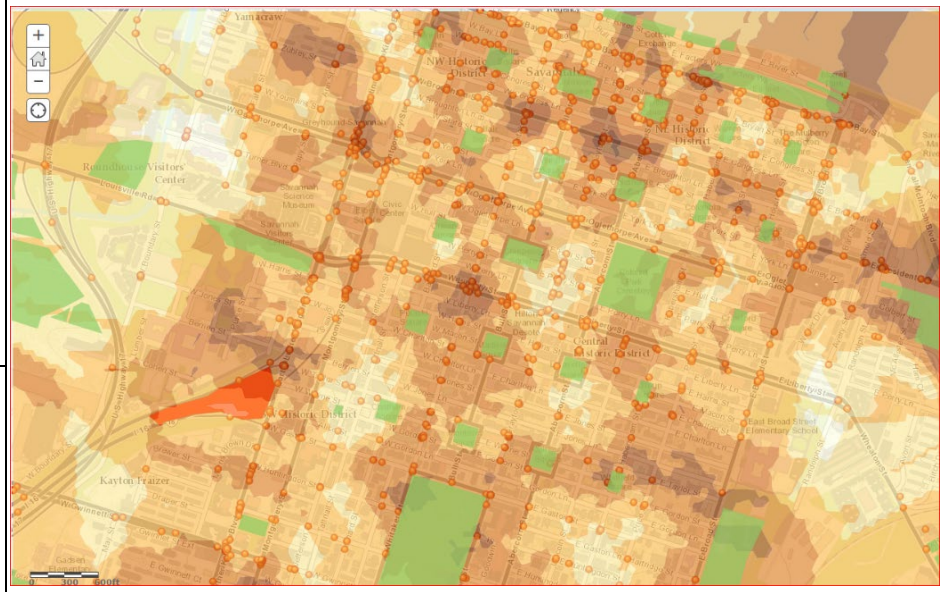
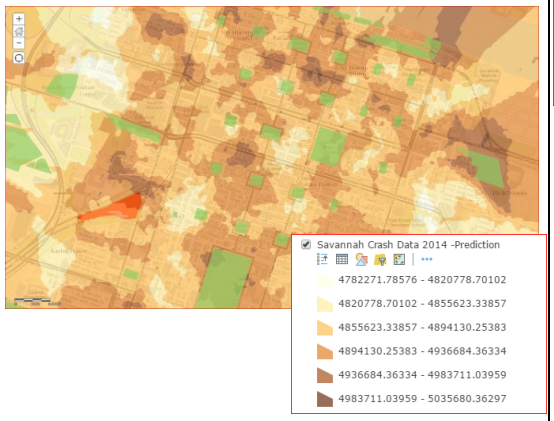


Figure III-140 : Prédiction de 2014 d'accidents de voitures.



Cette carte montre également un grand nombre d'accidents en 2015 qui étaient prédits dans l'analyse de de probabilité d'occurrence des accidents de 2014. Ceci signifie que ces accidents (qui auraient pût être évités) ne sont pas causés par des inadvertances ou négligences du conducteur, mais plutôt à cause soit des infrastructures inadéquates (non entretenues) ou d'autres faits physique ou visuel à ces endroits. Cette observation nous permet dans ce travail d'aborder le sujet de conception préventive et non réactive.

Les résultats précédents amènent à poser les questions suivantes :

- Les accidents sont-ils causés par un mauvais éclairage des rues ? (Si le plus grand nombre d'accidents se passe de nuit) …
- Ou alors le non-entretien, le mauvais emplacement des panneaux de signalisations. D'autres causes sont sans doute aussi possibles.

3.12.6 Visualisation et interprétation des accidents de voitures :

Figure III-141 : Représentation accentuée des accidents d'autos en 2014 [*Heatmap*]

Figure III-142 : Représentation accentuée des accidents d'automobiles en 2015 [Heatmap]

Une superposition des années 2014 et 2015 nous montre ci-dessous en bleue les accidents répétés les deux années et qui peut-être auraient pu être évités

Observations :
On note ici qu'un nombre élevé d'accidents se produit le long des voies à sens unique.

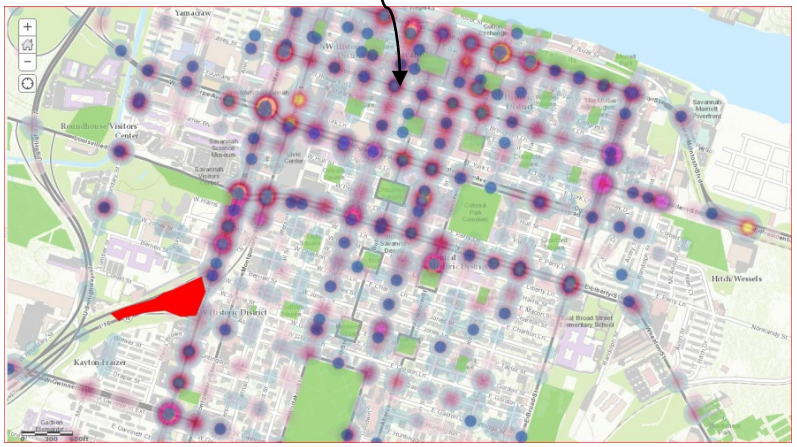


Figure III-143 :

Ces cartes ont été créées par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

3.12.7 Accidents à proximité des parcs :

La carte ci-dessous permet de visualiser les accidents à proximité des parcs et espace verts fréquentés par les piétons. Cette approche fonctionne comme par élimination ou les résultats des analyses nous éclairent plus sur les causes de problèmes ; ceci permet au concepteur de concentrer les efforts sur la résolution de problèmes spécifiques plutôt que généraux.

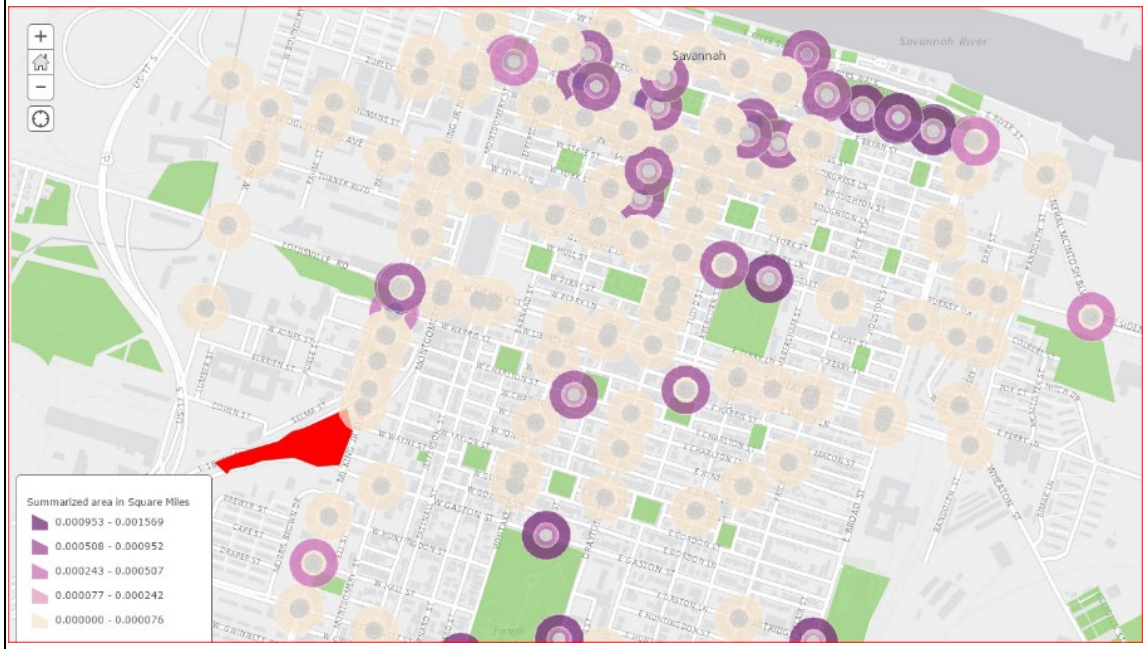


Figure III-144 :

Carte montrant la concentration des accidents de voitures en 2014 et 2015 à côté des parcs et espace verts. Une forte concentration au Nord-Est de la ville sur la Bay Street qui est la seule rue qui permet un passage des camions poids lourds traversant la ville de l'Est à L'ouest. Est-ce l'une des causes ?

Cette carte a été créée par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

3.13 Sécurité spatiale de l'espace publique : Criminalité.

La criminalité est un fléau réel des zones urbaines. Savannah fait partie des villes concernées.

3.13.1 Les rues de la ville et la criminalité.

Une ville réussie comme la décrit Jan Gehl dans son livre « *City for people* » est une ville animée, dynamique dans laquelle il existe une atmosphère sécurisante et un entrejeu (***interplay***) entre l'utilisateur de la ville et les structures urbaines[100]. Les développements rapides des villes américaines et d'ailleurs ont vu une croissance subite de la criminalité au point où certaines villes américaines sont classées par rapport à leur taux de crimes année après année. Ce mal qui ravage les villes devient un élément important dans les décisions des habitants de s'y rendre ou de s'y installer. La ville de Savannah n'est pas une exception ; au contraire, la ville touristique de Savannah a fait la une des journaux (en 2012 et 2015) en se classant parmi ces villes américaines dont le taux de criminalité est passé au-dessus de la norme. A cause de cela, la ville y a fait face en intégrant une action de police vigilante et préventive. Nous avons dans le but de ce travail rencontré le chef de la police de Savannah Joseph Lumpkin en 2015 qui, au cours de notre rencontre nous a confié que la police avait intégré une nouvelle unité géospatiale d'experts utilisant les données SIG pour essayer de comprendre les phénomènes de criminalité et surtout d'être pro-actif dans la lutte contre ce mal qui mine la ville. Ce travail va donc dans ce sens et pourrait peut-être servir de support à la police dans leur effort de comprendre les récurrences et d'analyser les actes criminels distincts afin de mieux les connaître.

Bien évidemment, la définition du mot crime est complexe car il existe plusieurs catégories de crimes et de généraliser n'aurait pas d'intérêt dans ce travail. Cette partie va s'intéresser à tout ce qui affecte la sécurité du citadin dans la ville (accidents, crimes etc…). Concernant la criminalité, le focus va se limiter seulement à un nombre limité de catégories de crimes en cause dans la partie du site étudié dans ce travail de la ville de type Neuro-prothétique. Seront aussi explorés, les actes criminels contre la sécurité des habitants et touristes dans les rues de la ville comme : le viol, vol à l'arraché, etc…

3.13.2 Structure et nomenclature des rues de la ville.

Il convient de visualiser le plan de la ville avec ses rues et les parcs publics pour commencer à localiser les différentes zones et leurs proximités. Ci-dessous, les rues à sens unique représentées en orange sur la carte semblent toutes passer en bordure des parcs et espaces verts propices aux piétons. Cette observation toute simple génère une question donc la réponse permettrait peut-être de comprendre les problèmes de sécurité des piétons dans la ville. On se demande si ces rues en bordure d'espaces verts serviraient mieux le piéton si elles étaient hybrides avec des pistes cyclables attenantes pour limiter les contacts entre voitures et piétons. Mais encore, il faudrait aussi trouver un espace pont entre le cycliste et l'automobiliste.

[100] Propos de Jan Gehl ; architecte et consultant en design urbain danois basé à Copenhague. Sa carrière a été axée sur l'amélioration de la qualité de la vie urbaine en réorientant le design urbain vers les piétons et les cyclistes. Il est un partenaire fondateur de Gehl Architects.

Figure III-145 :

Système des rues montrant l'utilisation spatiale de l'espace public par les piétons : on note ici que malgré les nombreux espaces verts visibles sur la carte, il n'existe pas de rue piétonne à Savannah et par conséquent l'automobiliste à la priorité dans l'utilisation des rues. Une remarque assez étrange si l'on se rappelle que le plan de la ville est constitué de parcs et des jardins justement pour attirer le piéton dans les rues et places.

1. Espace vert et pistes piétonnes

Figure III-146 :

2. Espace vert et parcelles vacantes

Figure III-147 :

3. Voies à sens unique et espaces verts.

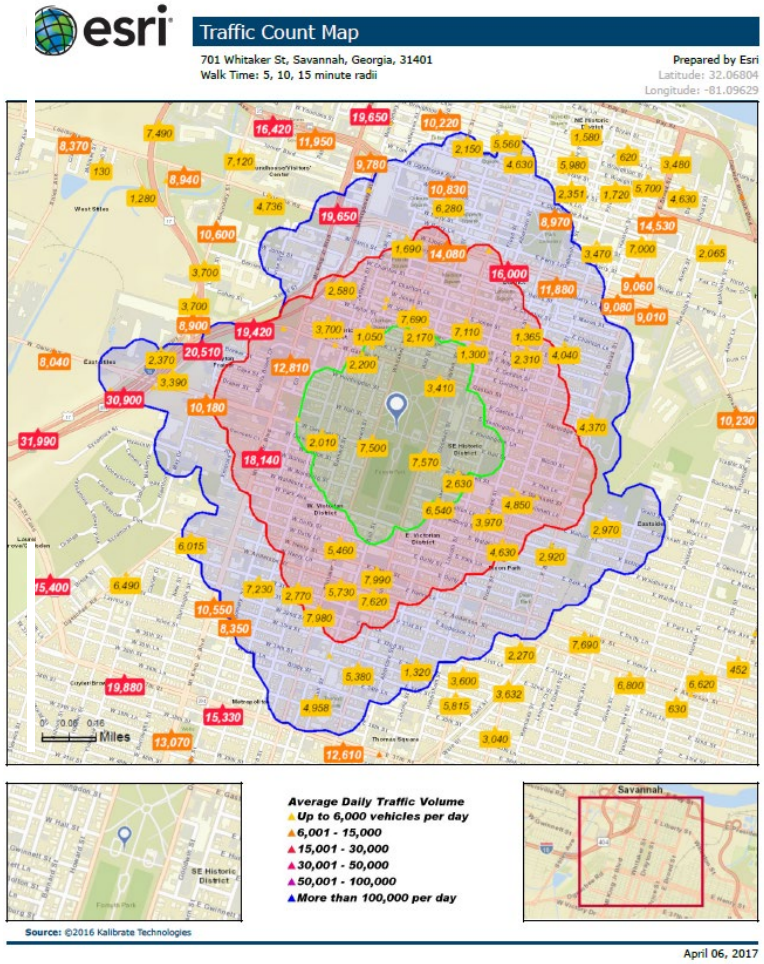
Figure III-146 :

4. Parcelles vacantes et pistes vertes

Figure III-146 :

Ces cartes ont été créées par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

3.13.3 La capacite journalière des rues et le degré d'utilisation par les automobiles :



Cette carte montre le volume moyen de circulation journalier dans la ville et surtout autour du site. On note en jaune les endroits avec passage de plus de 6000 véhicules quotidiennement, en rouge entre 30000 et 50000 véhicules et en bleue plus de 100 000 véhicules par jour.
Cette information devient utile dans ce travail, car si l'on connait les rues les plus fréquentées par les automobiles, on peut alors les exclure dans les recherches de rues qui pourraient être transformées en avenues piétonnes ou hybrides. Il faut noter aussi qu'outre le nombre de véhicules, le gabarit des voies est aussi très important ; « voies principales, voies secondaires ».

Figure III-150 : Cette carte a été générée par l'auteur dans l'application *Community Analyst* de la plateforme ESRI pour servir dans ce travail.

3.13.4 Origine et fiabilité des données utilisées et importance des analyses :

Les données utilisées dans ce travail nous ont été fournies par le département de planification et SIG de la ville de Savannah[101]. Ces données sont pour un usage exclusif pour ce travail. Le catalogue de données est en partie collecté par la ville et en partie par les organismes institutionnels ou de confiance : gouvernement, police, agences de recensements etc…
Ces données sont sous différents formats et souvent assez détaillées grâce aux attributs qui permettent une analyse plus approfondie. On y trouve par exemple (entre autres) des détails sur les zones destinées aux futurs développements résidentiels. L'analyse de tels attributs peut aller jusqu'à :

- Donner des indications des zones de croissance de la population ainsi que les zones de développement commercial.
- Les réseaux routiers actifs ainsi que les zones sous-utilisées.
- Les analyses peuvent aussi donner des indications sur les zones où la croissance future pourrait d'abord se produire. En supposant une densification et un développement marqués par la croissance ou la migration des familles etc.. ; l'analyse permet d'obtenir une superficie approximative nécessaire pour la population supplémentaire sur un nombre d'année donné. Les géométries de recensement peuvent également aider ici. Ces résultats deviennent donc importants dans le développement de ce travail.

3.13.5 Analyses des données de la ville :

Dans le souhait de faire une analyse fiable, il convient d'étudier les données sur une durée minimale de 3 ans. Pour plus de précision, une durée de 5 ans et plus est recommandée. Cette durée permet de faire des extrapolations basées sur une longue durée. Cela aide à éliminer tout évènement de circonstance ou de hasard pour observer des motifs répétitifs qui révèlent des problèmes particuliers liées à des faits que l'on peut mesurer et expliquer. Cette pratique expose les tendances et récurrences liées à certaines conditions. Par la suite on effectue à l'aide d'autres données choisies par rapport aux observations précédentes un croisement qui permet de commencer à détecter la (les) causes des problèmes. Il faut préciser que toute analyse est particulière et si certaines se résolvent par une simple opération, d'autres peuvent nécessiter des calculs et analyses plus approfondis.

Ci-dessous les cartes représentant les crimes dans la ville de Savannah sur 3 ans.
Ces cartes ont été créées par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

[101] https://www.sagis.org/?AspxAutoDetectCookieSupport=1 visite le 28 Aout 2019.

Figure III-151 :2013 : les parties en jaunes sont celles ayant les plus fortes concentrations de crimes de toutes sortes.

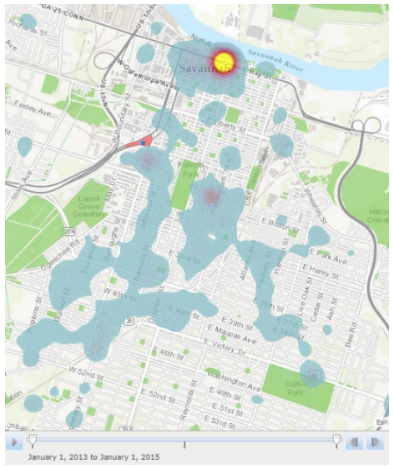


Figure III-152 : 2014 : Le crime est assez constant et récurrent par rapport à l'année précédente.

Figure III-153 : 2015 : La criminalité a explosé à Savannah qui a fait parie des villes les plus dangereuses aux USA.

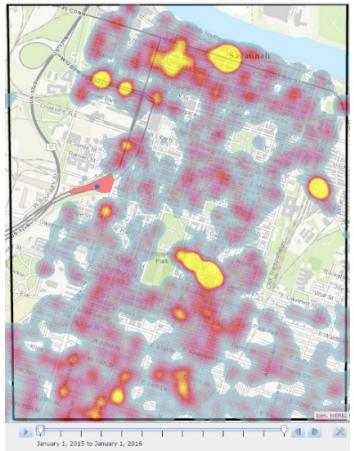


Figure III-154 : Cette étape consiste à superposer le calque d'éclairage (électricité) sur la criminalité en 2013 pour comprendre s'il y a un lien entre les deux. Le type d'éclairage ici est la lumière de type directionnel. *(Directional*).

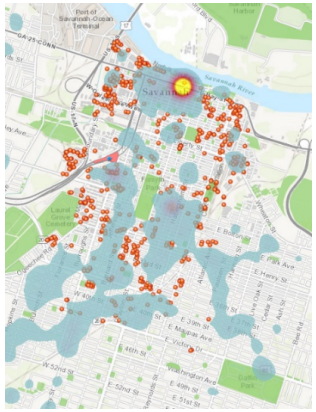


Figure III-155 : Cette étape consiste à superposer le calque d'éclairage (électricité)sur la criminalité en 2014 pour comprendre s'il y a un lien entre les deux. Le type de lumière est directionnel **(***directional)*

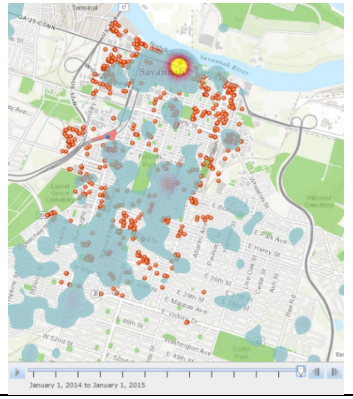


Figure III-156 : Cette étape consiste à superposer le calque de d'éclairage (électricité)sur la criminalité en 2015 pour comprendre s'il y a un lien entre les deux. Le type de lumière est directionnel *(directional)*

3.13.6 Explications :

Comme mentionné précédemment, le mot criminalité recouvre ici tous types de crimes. Braquage à main armée, viol dans les rues, cambriolage, vagabondage ou intrusion dans une propriété privée, casse de vitres de voitures stationnées etc… tout cela appartient à une catégorie de crimes, pourtant on ne peut pas les résoudre toutes par la même approche. Pour y arriver, ce travail va extraire et séparer les crimes par catégories afin d'isoler ce qui nous intéressent ici pour pouvoir effectuer des analyses. Dans la voie suivie par ce travail, les crimes qui nous intéressent ici sont ceux qui interfèrent directement avec le citadin dans son utilisation quotidienne de l'espace public à savoir : viol, vol à l'arraché, escamoteurs, pickpocket, attaques à main armée dans les rues, attaque non armée etc….

3.13.7 Observations de l'étape initiale :

La carte ci-dessous dévoile une faille qui pourrait être l'une des raisons contribuant à l'insécurité du citadin dans la ville. La confirmation que certaines zones urbaines (*pour des raisons que l'on ignore à ce niveau*) ne bénéficient pas de lumières de type DEL[102]. Cette observation représente un premier indice qui pourrait servir à la police de la ville et aider à résoudre le problème spécifique de manque de luminosité dans certaines zones publiques. Une autre s'avère nécessaire pour comprendre davantage. C'est celle de superposer d'autres données démographiques sur les deux calques précédents ; (éducation, niveau social, économique). Cette étape permet de retenir/éliminer des hypothèses/questions telles : les lumières DEL sont-elles utilisées seulement dans des zones à fort revenus ? Le crime est-il lié au rang social ? éducation ? race ? etc… Pour répondre à la première question, il suffit de superposer le calque des revenus sur celui des lumières DEL.

Observations :

Le résultat est frappant. On voit sur cette carte que les crimes (de couleur bleue) sont plus fréquents dans les zones sans lumière DEL. Les lumières DEL sont représentées ici en pointillés violets et les zones de crime en Jaune (très forte concentration), en violet (concentration moyenne) et bleue (faible concentration). Ceci est une première observation qui permet de visualiser un détail qui serait difficile à détecter. L'accès aux données oblige le concepteur (étranger au processus de collection) à en découvrir les attributs cachés.

3.13.8 Autres crimes :

Les cartes ci-dessous montrent respectivement les crimes de vols de voiture, les crimes affectant la sécurité du citadin, et les deux premiers combinés dans une superposition de calque. Les vols de voitures et viols semblent être commis dans des lieux similaires.

[102] DEL : D**iode Electroluminescente** (abrégé en **LED**, de l'anglais : *light-emitting diode*, ou DEL en français) est un dispositif opto-électronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique..

Figure III-157 : Savannah GA, 2015 les vols de voitures et autres incidents de voitures.

Figure III-158 : ***Heat Map*** en 2015 les piétons ayant souffert des crimes de rue (**viols,** vols dans la rue, agressions**)**

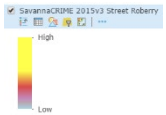
Figure III-159 : ***Heat Map*** 2015 crimes de rues (vol de voiture, viols, agressions de rues)

Figure III-160 :

Savannah 2015 carte de viols (Revolver, Violence et autres armes).

Figure III-161 :

Savannah, 2015 Agressions de rue (Revolvers, Violence et autre armes)

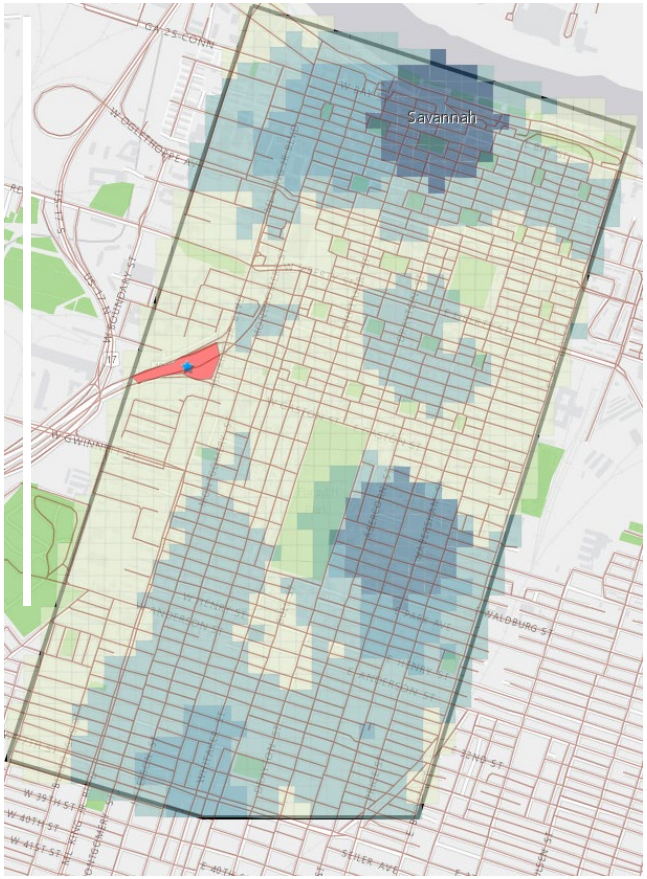


Ces cartes ont été créées par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

3.13.9 Les « *Hotspots* » ou points chauds à fortes intensités de crimes en 2015 à Savannah.

La carte « hotspot » permet de détecter les zones de la ville dans lesquelles les activités se répètent de manière constante. Cela permet par la suite de classer les zones de la ville par degré de sécurité. Cette classification est très importante car elle joue beaucoup sur les critères et valeurs des quartiers. Par exemple, la valeur immobilière d'une zone qui a une forte intensité de crimes peut diminuer au fur et à mesure jusqu'à causer une chute de prix au point où le quartier est déserté et transformé en zone dangereuse de la ville.

La carte ci-dessous montre une analyse de « Hotspot », Le dégradé de couleurs pour les zones sombres représentent les points de « hotspot » par intensité récurrente détaillé par la légende.



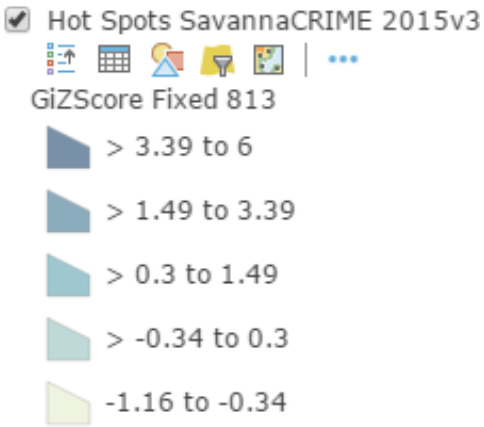


Figure III-162 : Cette carte donne un aperçu de l'état du site et de ses environs en 2015.

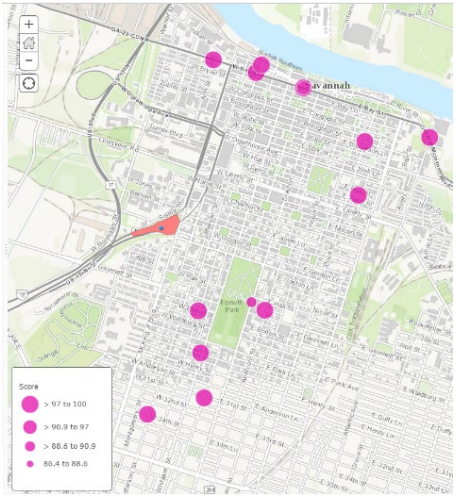
Cette carte a été créée par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

3.13.10 Analyses comparatives des différents types de crimes

Ces différentes analyses nous permettent de comprendre les liens (si lien il y a) entre différents types de crimes. Ce qui permet de mieux en comprendre les causes pour savoir les affronter dans le développement de la ville neuro-prothétique.

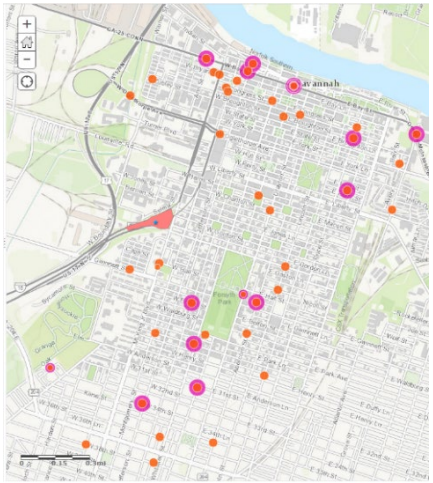
Ces cartes ont été créées par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

Figure III-163 :



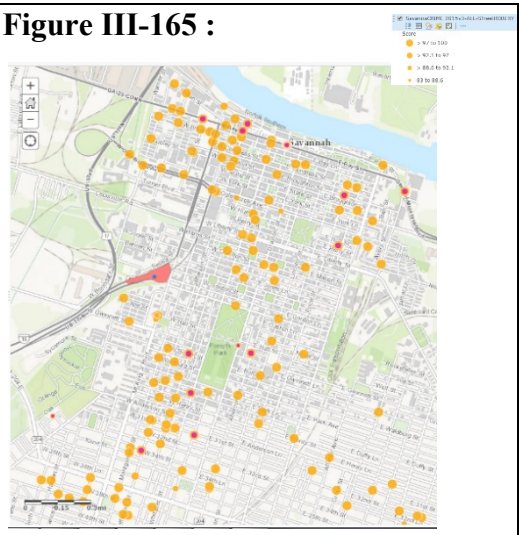
Cette carte montre les endroits de la ville où les viols ont eu lieu.

Figure III-164 :

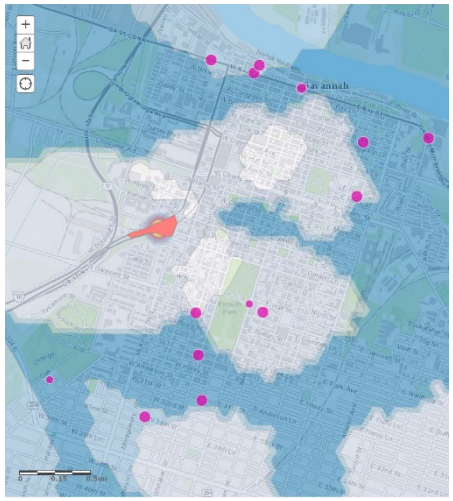
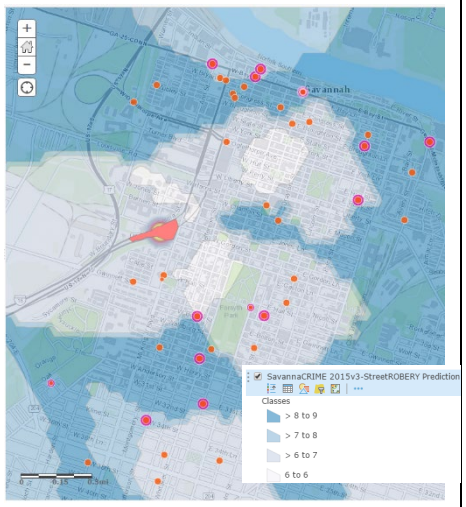
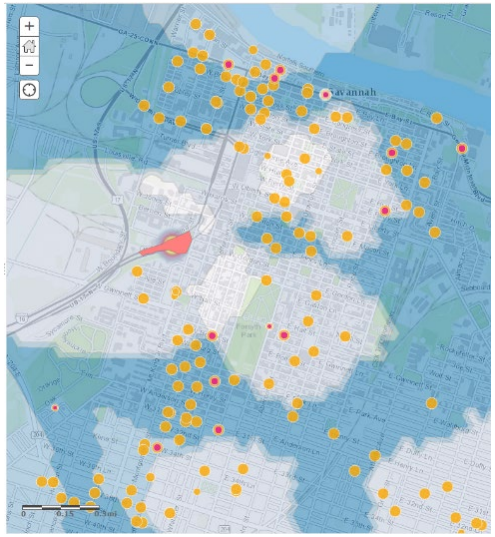


Cette carte montre les autres crimes commis sur des femmes tels que ; (sac arraché, brutalité physique et agression)

Figure III-165 :



Cette carte superpose les deux cartes précédentes et montre les endroits de récurrences des crimes sur les femmes dans la ville de Savannah en 2015.

Figure III-166 :	Figure III-167 :	Figure III-168 :
 Savannah **CRIME de rue_2015v3- Prédiction** _ Superposé sur crimes de type viols.	 Savannah_ **CRIME de rue _2015v3- Prédiction** _ Superposé sur les crimes de rue.	 Savannah_ **CRIME de rue _2015v3- Prédiction** _ Superposé sur les crimes de rue combinés.

3.13.11 Observations :

On observe ici contrairement aux accidents de voitures que les crimes sont des évènements de circonstance. Les zones de prédiction ne correspondent pas aussi bien que précédemment avec les accidents. Cette observation vient donc confirmer les causes d'accidents comme étant liés à des critères plutôt physiques et fonctionnels alors que les crimes sont (pour la plupart) des évènements d'opportunité spatio-temporelles. Un peu comme cette notion [*d'être au mauvais endroit au mauvais moment*].

3.14 Analyse des autres quartiers de la ville en comparaison avec le site de Gare :

La ville de Savannah a vu son taux de criminalité s'accroitre en 2016 [103]au point de figurer parmi les villes les plus dangereuses des Etats-Unis ;
De cette série de nouvelles analyses émergent des résultats qui demandent que l'on introduise de nouveaux paramètres pas prévus en amont des analyses. Cette décision confirme une fois de plus la non-prédiction d'une approche procédurale qui se forme au fur et à mesure que les analyses sont effectuées ; avec des possibilités de changements de directions non prévus.
Il convient donc d'utiliser ces résultats ainsi que les données de crimes des années précédentes pour réanalyser par un second isolement des zones à fort crime que l'on couplera avec d'autres données pour tenter d'avancer dans notre travail.

3.14.1 Les divisions de la ville en commissariat de police (ci-dessous) :

Cette partie va permettre d'effectuer des analyses de localisation de postes de police et croiser cette information avec les crimes et toutes autres informations qui sembleront complémentaire des analyses effectuées pour voir ce qui en émerge.

[103] https://www.cnn.com/2016/05/19/health/savannah-georgia-high-murder-rate/index.html Visité le 15juin 2017.

Figure III-169 : Cette carte montre les 6 subdivisions de la ville et en bleu le site de la gare contenu dans un cercle de trajet/distance de **1 mile ou 1 km 1/2.**

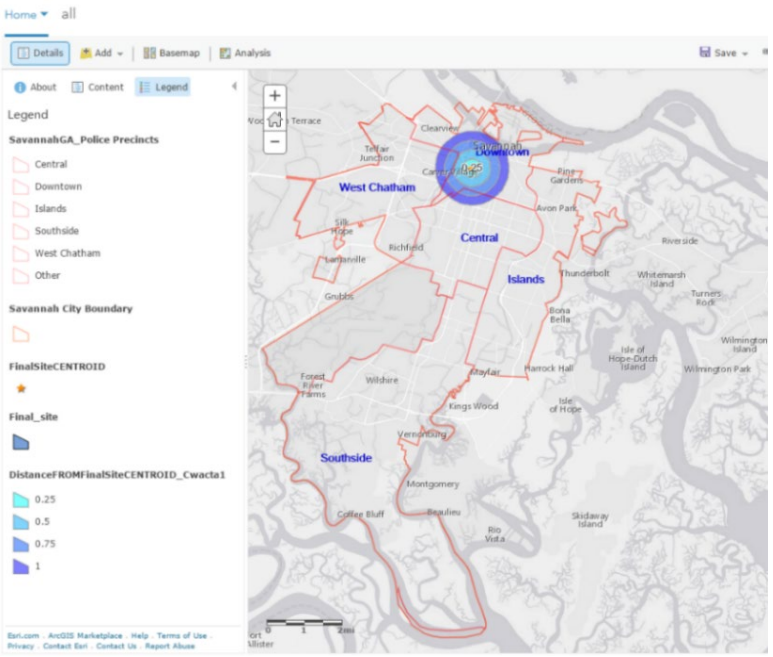
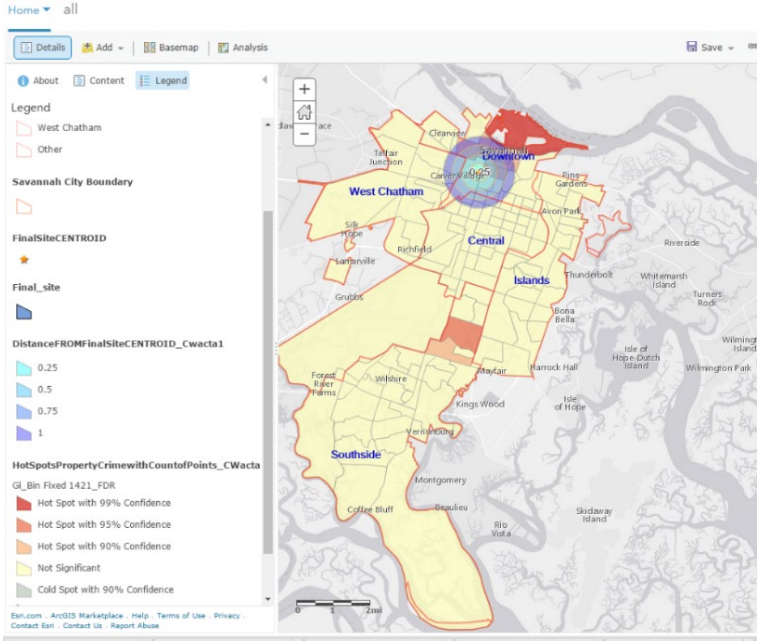


Figure III-170 : Ci-dessous en rouge les zones de crime de propriétés. On remarque ici que les zones de crime élevé se trouve tout au Nord et plus bas dans la partie centrale. Les zones marquées en rouge dénotent celles dont les crimes récurent avec 99% confidence.



3.14.2 Les commissariats de police et les zones qu'ils couvrent mesurées en distances de 5 minutes de trajet en voiture :

Les cartes ci-dessous montrent les localisations des bureaux de police à Savannah. L'analyse se base sur la proximité mesurée en trajet automobiles d'une durée de 5 minutes. Cette analyse a pour but de localiser les zones accessibles ou non à la police et les comparer par analyse de données supplémentaires pour savoir par exemple si les zones éloignées des postes de police sont vraiment désavantagées ou se développent différemment. On espère pouvoir peut-être découvrir des faits qui contribueront positivement ou négativement au quotidien des quartiers : Les zones proches des stations de police sont-elles vraiment plus en sécurité ou est-ce une illusion ? Les résultats obtenus deviennent des informations qui servent le grand public et surtout aident les familles qui cherchent à s'installer à prendre des décisions informées sur la sécurité de leur famille. Ceci peut paraitre exagéré ou extrême, mais dans une ville citée par les journaux comme l'une des plus dangereuses du pays, toute précaution est nécessaire si elle permet aux habitants d'avoir le cœur net et une certitude sur la sécurité et la protection de leurs familles. Ceci devient un élément important qui pourrait aider la ville à savoir quels projets développer à ces endroits pour aider à les booster, ou la police à déterminer les zones ayant besoin de plus de surveillance. Cette approche permet aussi de donner au département d'urbanisme de la ville et aux décideurs des informations essentielles devant aider à la prise de décisions sur les zones de développement de la ville.

Figure III-171 : Les zones du centre-ville ont un grand nombre de locataires, alors que les zones éloignées ont plus de propriétaires (rouge).

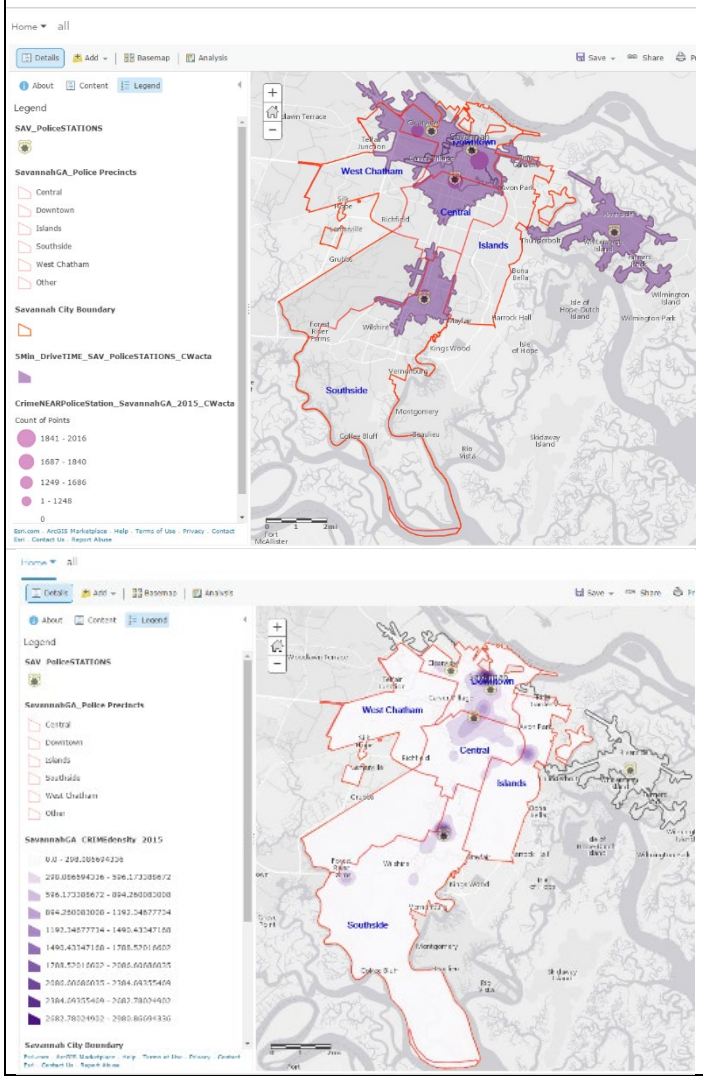


Figure III-172 : concentration de crimes d'agressions (rue) et leur proximité aux postes de police. (2015)

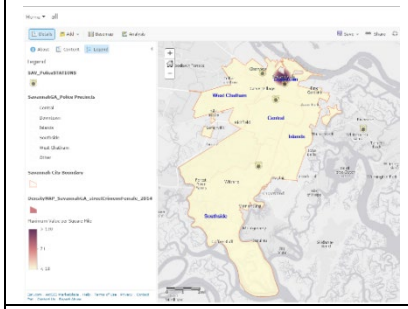


Figure III-173 : Concentration de crimes et leur proximité aux postes de police

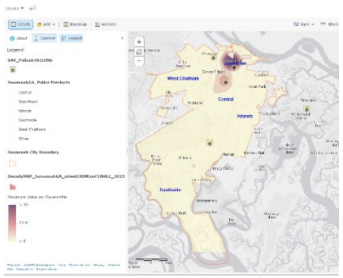
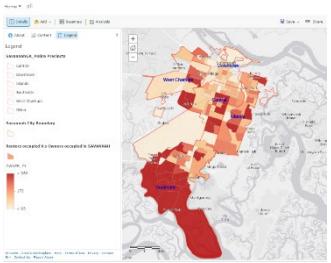


Figure III-174 : Représentation en densité



Un autre élément important dans la qualité et le standing des quartiers à Savannah est la tendance du quartier. Les quartiers avec une majorité de locataires n'ont pas le même standing [prix, valeur], que les quartiers occupés par une majorité de propriétaires. Pourtant, si ce détail peut paraître insignifiant dans les grandes villes [par exemple où les locataires et propriétaires souvent partagent les mêmes immeubles], il reste très déterminant à Savannah. Les cartes ci-dessous montrent les tendances de quartiers et comparent les deux.

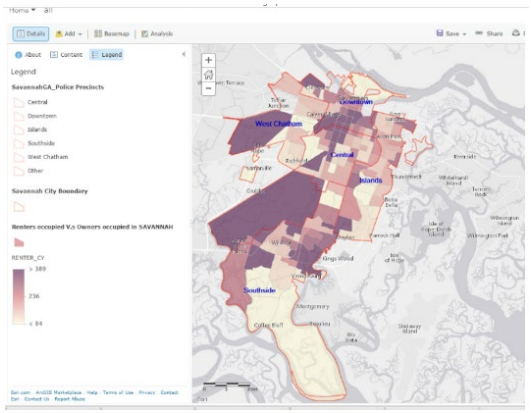
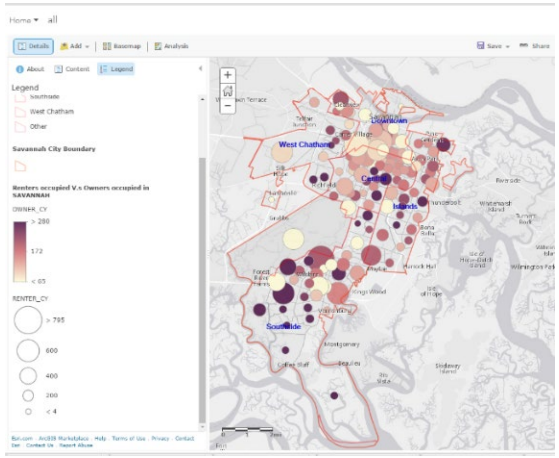
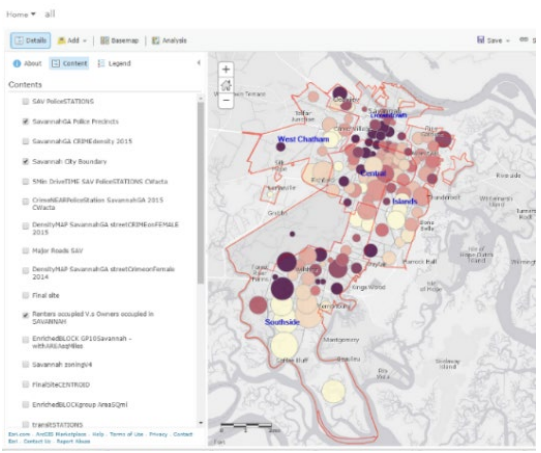
		

Figure III-175 : Contraste entre les locataires et propriétaires.	**Figure III-176 :** Comparaison entre les locataires et propriétaires :	**Figure III-177 :** Ce tableau combine les propriétaires et les locataires de manière à mieux comprendre la majorité par quartier.

3.14.3 Les accès au site par bus :

La première carte de gauche montre l'accessibilité au site en transport en commun. On peut voir que le centre-ville de Savannah peut être parcouru en 15 minutes si l'on utilise les transports en commun. Ce temps devient un élément très important qui pourrait entre autres :

- Permettre de décourager l'utilisation de la voiture personnelle dans la ville de type Neuro-prothétique pour encourager les déplacements à pied ou à vélo.
- Garder les rues animées pour aider à lutter contre les crimes de viols et vols à l'arrachée dans les zones dangereuses peu éclairées ou peu fréquentées.

Pour que cela soit efficace, les trajets de bus et arrêts devraient être pensés autour du nombre d'habitants en plus des zones moins fréquentées et dangereuses.

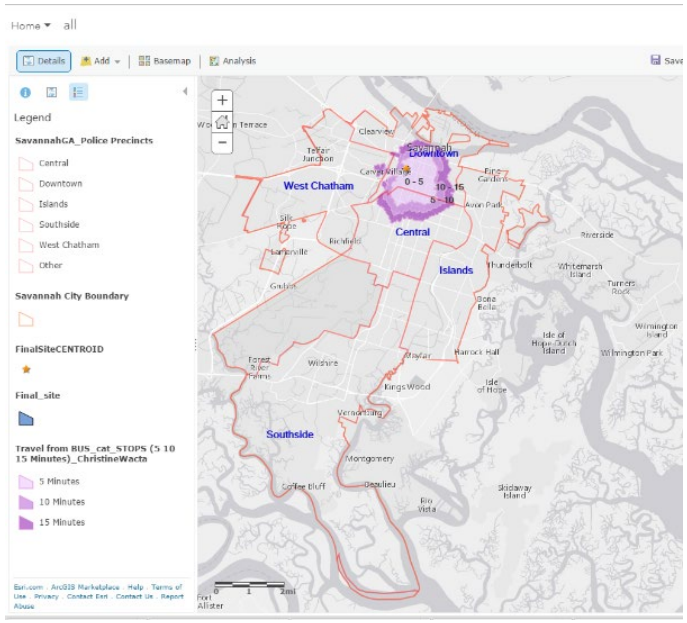


Figure III-178 : Temps nécessaire pour parcourir le centre-ville en transports en commun.

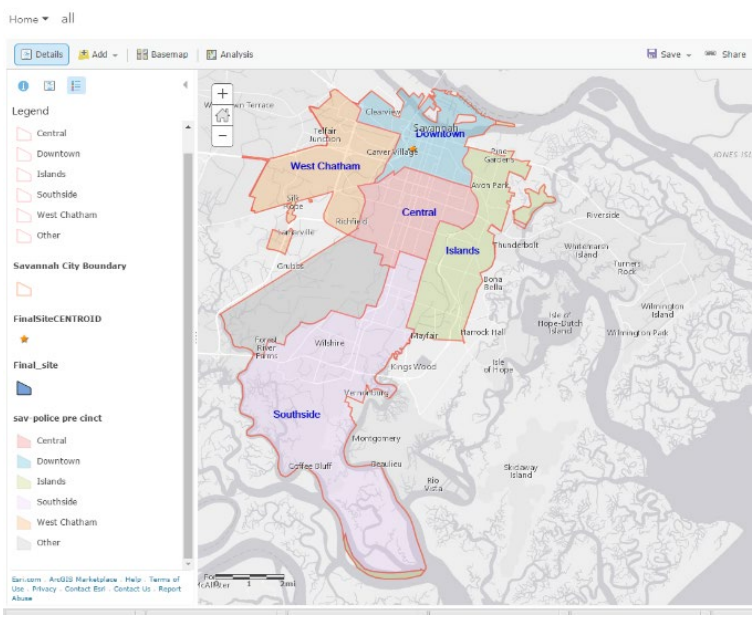


Figure III-179 : Répartition des bureaux de police dans la ville de Savannah

3.14.4 Zones proches du site avec une concentration élevée de crime :

Une étude plus approfondie permet de classer les zones affectées par le crime en fonction de la probabilité de récurrence et le type de crime. Ainsi les zones sont classées par un « degré de confiance »[104] de récurrence de crime. Cette information permet de voir plus clairement les zones/quartiers les plus dangereux et de conduire une étude plus approfondie dans ces quartiers. Le résultat de telles analyses dictera en quelque sorte l'étape suivante.

Figure III-180 : Zones de concentration et récurrence avec 99% de confidence en rouge.

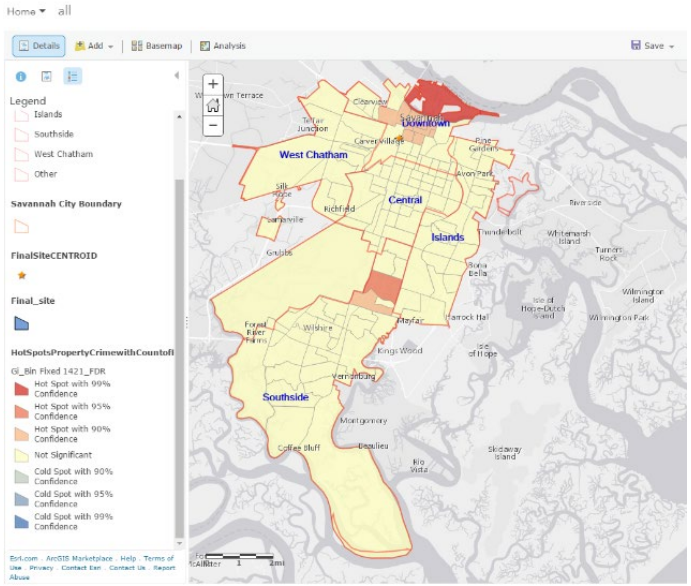
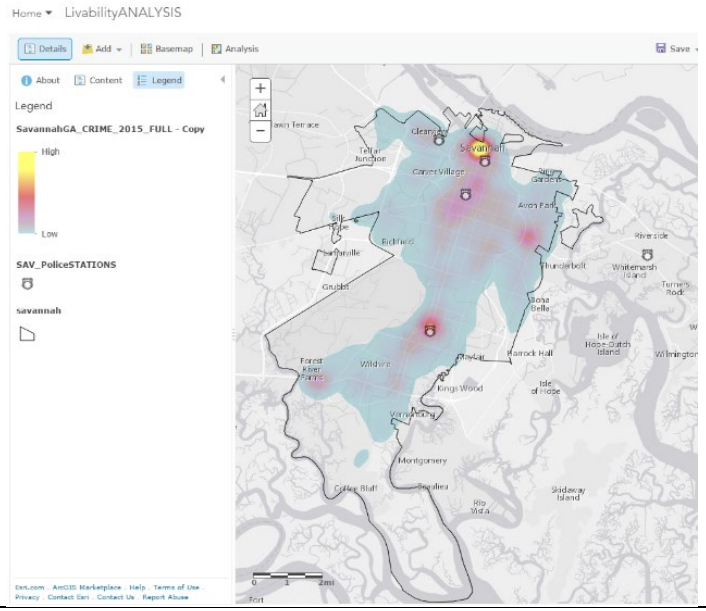


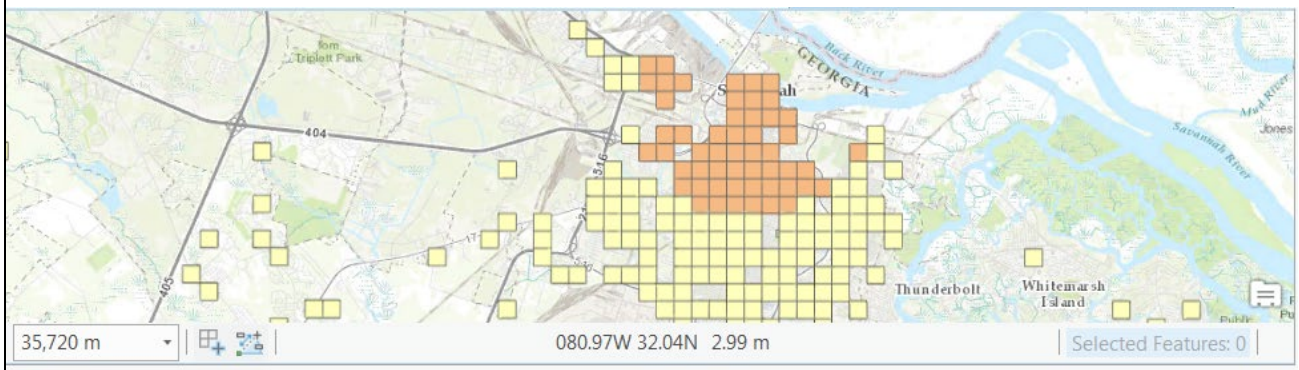
Figure III-181 : En bleu les zones affectées légèrement par les concentrations de crime en jaune (taux élevée) en rouge (important), et en bleu (moyen).



[104] *« Degré de confidence »* : statistique de calcul qui utilise une analyse de régression d'un événement récurrent a un endroit précis pour calculer la prédiction et probabilité de récurrence futur de cet évènement dans des zones spécifiques.

3.14.5 Criminalité et temporalité dans la ville de Savannah :

Ce tableau montre en détail des zones de concentration représentées en petit carrés. Chaque carré représente **un cube de l'espace-temps** : ce processus résume l'ensemble des incidents criminels qualifiés dans une structure de données. Chaque case contient les points de la criminalité pour un mois de l'année et le modèle des incidents au fil du temps est analysé pour tous les emplacements, ce qui contribue à agréger les points de criminalité spécifiques, et dont la visualisation aide à comprendre comment les données de la criminalité sont distribuées sur une zone géographique donnée. Voir carte ci-dessous détaillée.



Crime_2014_Hotspot

Field: New Delete Calculate Selection: Zoom To Switch Clear Delete

OBJECTID	Shape	SOURCE_ID	JOIN_COUNT	Shape_Length	Shape_Area	GiZScore Fixed 4049	GiPValue Fixed 4049	Gi_Bin Fixe
1	Polygon	1	1	2320	336400	-0.306678	0.759088	
2	Polygon	2	2	2320	336400	-0.538179	0.590454	
3	Polygon	3	1	2320	336400	-0.538179	0.590454	
4	Polygon	4	1	2320	336400	-0.538179	0.590454	
5	Polygon	5	1	2320	336400	-0.538179	0.590454	
6	Polygon	6	1	2320	336400	-0.434358	0.664029	
7	Polygon	7	1	2320	336400	-0.578159	0.563157	

Figure III-182 :

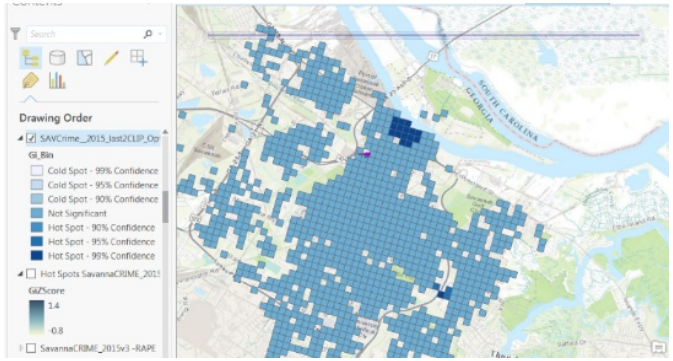
Après une évaluation des crimes en 2015, on se trouve devant beaucoup de questions. Ne sachant pas si les crimes observés en 2015 sont dus au hasard, des opportunités du moment ou à d'autres choses ; on se doit de reconduire des analyses pour les années précédentes, 2013, 2014 et même 2016 pour en avoir une idée plus claire de la réalité. Ceci nécessite une forte collaboration de l'intelligence collective des maîtres d'ouvrage. C'est de cette complexité que vient l'idée d'élargir le champ des possibilités afin d'intégrer ce travail dans le contexte d'un travail collectif d'un groupe d'étudiants[105]. La classe utilisera les analyses déjà faites pour proposer des scénarios qui seront présentés au chapitre 8 sous forme de cas d'études avec hypothèses de développement. Ceci nous donne des options et une façon moins singulière de tester, d'interpréter et proposer des solutions variées supportées par les résultats d'analyses. C'est donc dans ce contexte de travail de collaboration que se développe une sorte d'intelligence collective issue d'interactions et de discussions qui aident à murir les idées et expériences sur les terrains des uns et des autres. De ces discussions émergent les propositions de scénarios qui bénéficient tous de la richesse d'une pensée collective qui ne serait pas possible dans une approche conventionnelle de projet individuel. Ce couplage et ce croisement d'idées sur une plateforme d'échanges et de discussions interactives devient une composante incontournable de cette approche de ville intelligente. Ce modèle inclut une communauté dans la mesure où les étudiants passent du temps sur le terrain à observer, interviewer et interagir avec les habitants de manière à extraire les informations qui par la suite sont transcrites et approfondies dans les discussions de groupe.

3.14.6 Visualisation et représentation 3D des cartes :

La difficulté de la cartographie telle que nous la connaissons est sa représentation d'un environnement à 3 dimensions sur une surface à 2 dimensions avec les hauteurs réduites à zéro. Cela peut être un handicap pour mesurer à sa juste valeur l'échelle d'un problème et son impact dans l'environnement physique en trois dimensions comme la ville. L'application Arc GIS Pro permet ici de représenter la criminalité en 3D. La représentation est constituée de cubes superposés représentant chacun un mois de l'année. Cette étape permet de mieux comprendre quel crime est lié à une saison particulière. Un indice qui peut ensuite être couplé avec d'autres données pour mieux comprendre les tendances et atmosphères d'une localité par rapport à une saison particulière de l'année.

Ces cartes ont toutes été créées par l'auteur pour servir dans ce travail

[105] Le groupe d'étudiants est en quatrième année ou 4ème année d'architecture, un total de 15 étudiants qui travailleront en groupe de 2 ou 3.



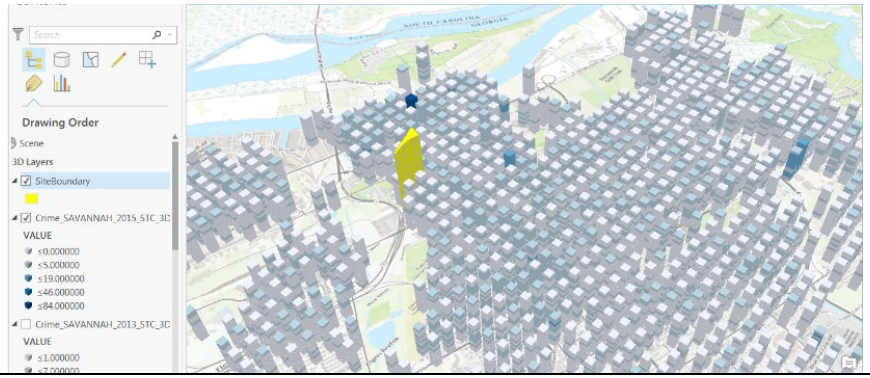
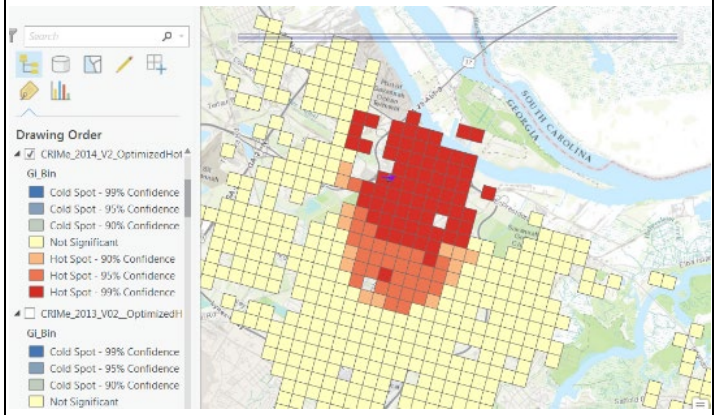


Figure III-183 : 2015 crimes en 2D et 3D



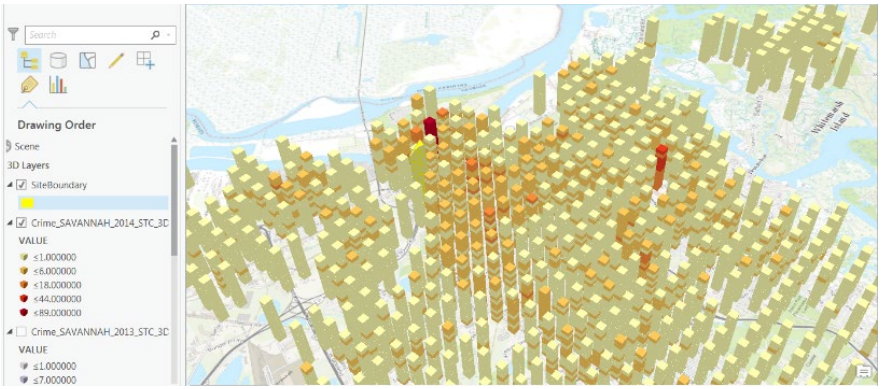


Figure III-184 : 2014 crimes en 2D et 3D

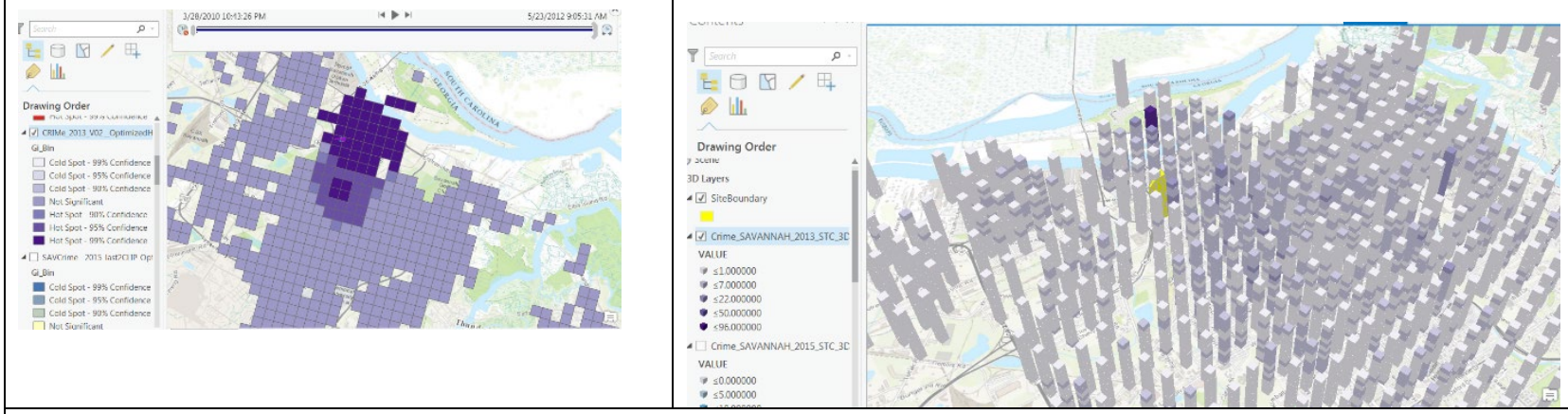


Figure III-185 : 2013 crimes en 2D et 3D

Les cartes ci-dessus montrent les casiers « spatio-temporels » et les comptages d'incidents criminels chaque année. De près, l'on peut voir 12 cubes séparés par des intervalles. Chaque cube représentant un mois pour chaque emplacement de crime. La légende de gauche montre que les intervalles plus sombres représentent des mois de criminalité plus élevée. Cette représentation donne un indice sur le regroupement de la criminalité en 3D par rapport au temps. Cependant, cette visualisation n'est pas très concluante car elle ne nous donne aucune explication sur les degrés de confiance et comparativement avec d'autres. Nous allons dans l'étape suivante utiliser un outil qui identifie particulièrement les tendances dans le regroupement des données de points espace-temps pour des conclusions plus précises.

3.14.7 Étude approfondie et explication des concentrations d'urgence ; *emergency Hotspot Analysis* ***EHSA :***

L'outil d'analyse « **hot spot** » traduit ici par *concentration d'urgence* prend en compte l'espace et le temps pour analyser tous les incidents criminels et détermine si le regroupement est statistiquement significatif. Les critères de référence ici sont très spécifiques. Par exemple : la récurrence, la persistance, la sporadicité…etc…. Tout cela se mesure par une étude de statistique avancée et de régression préventive.

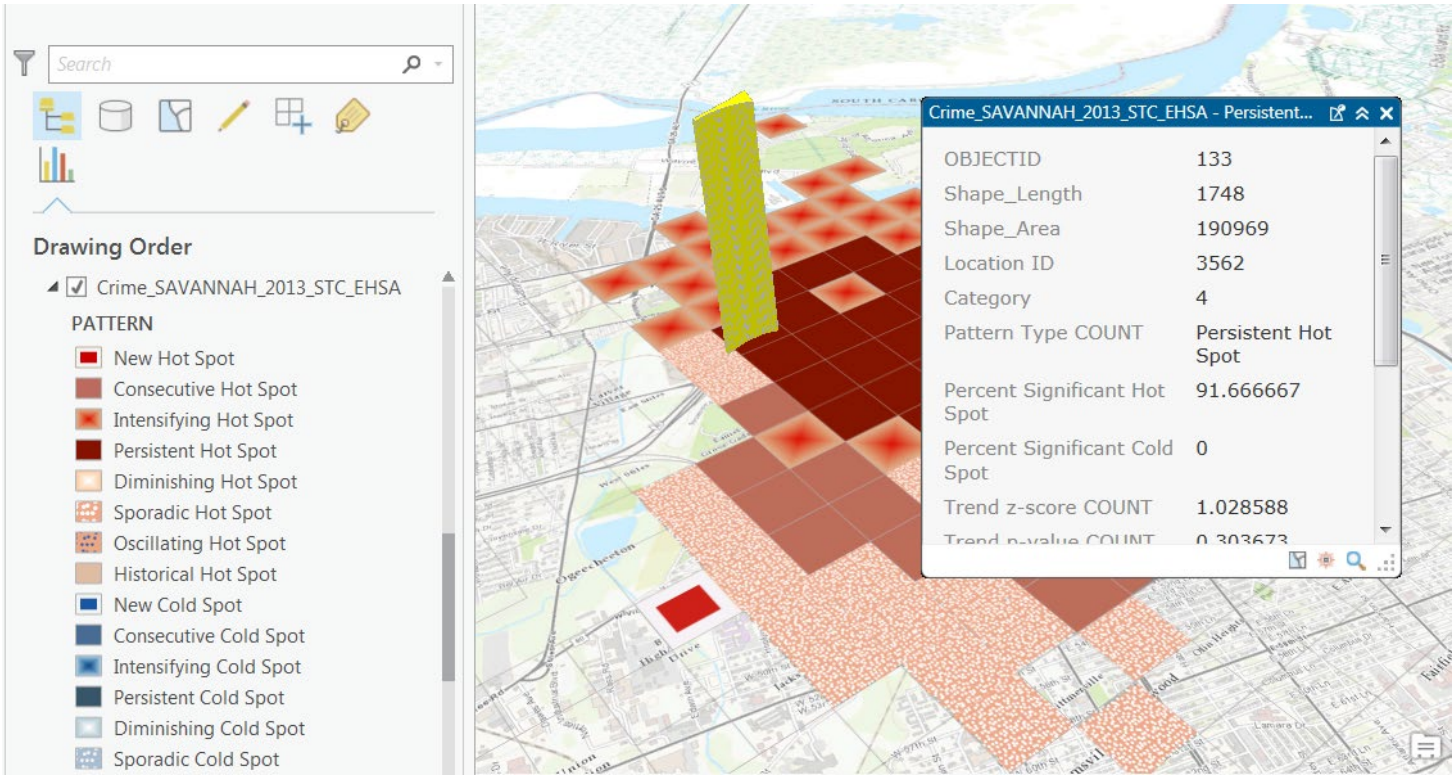


Figure III-186 : Les « **hot spots** » persistants sont des endroits qui ont été statistiquement significatifs **Hot spot** à 90% des intervalles de temps avec aucune tendance discernable indiquant une augmentation ou une diminution de l'intensité d'agglomération dans le temps. Cette classification des « **hot spots** » signifie que les crimes dans cet endroit sont fréquents et concentrés.

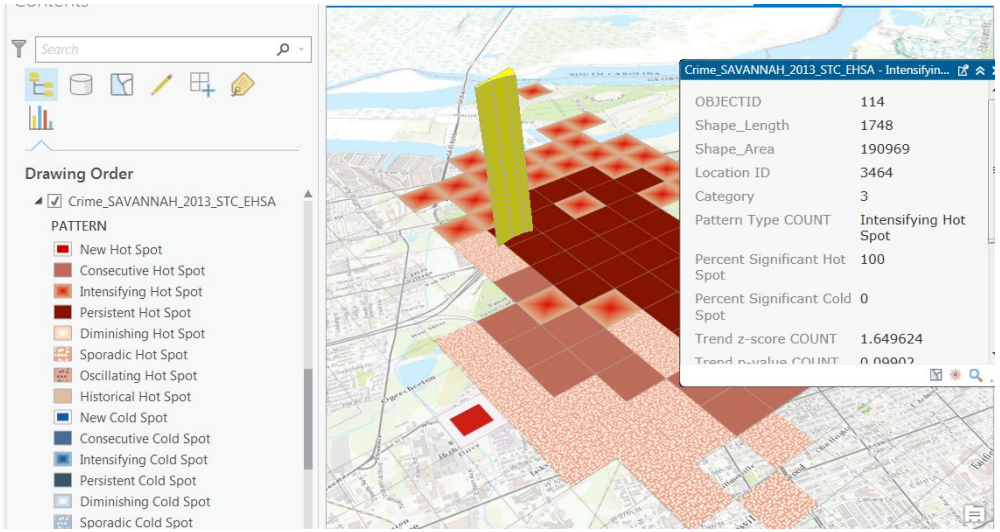


Figure III-187 ***: Intensifying hot spot*** est un endroit qui statistiquement a eu un *« **hot spot** »* significatif à 90% à l'intervalle de temps. C'est un endroit dans lequel il y a eu une augmentation de l'intensité du crime et un regroupement d'incidents dans le temps statistiquement significatif. La corrélation spatiale entre *l'intensification des « hot spots » et des Hot spots persistants* n'est pas aléatoire. Le crime peut avoir une tendance à se propager, ce qui peut être le cas ici.

3.14.8 Étude comparative :

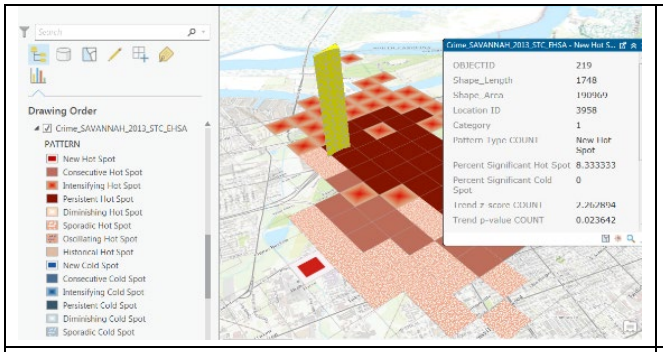


Figure III-188 : 2013

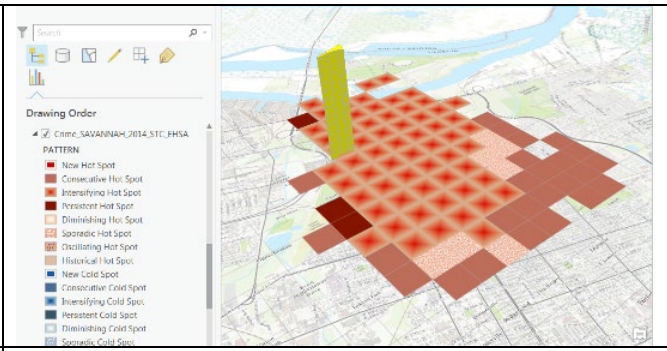


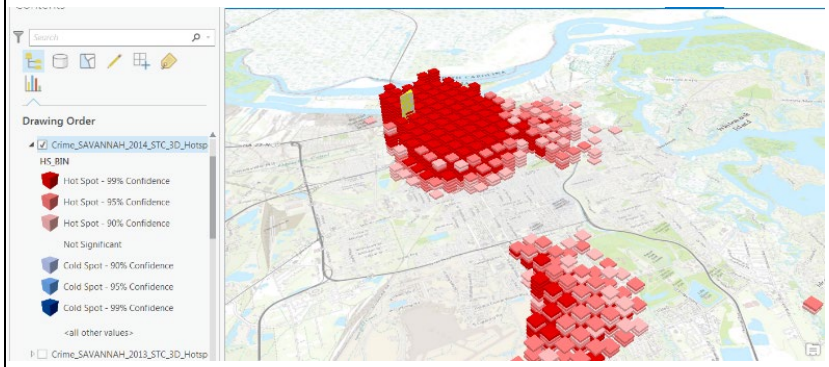
Figure III-189 : 2014

Figure III-190 : 2015

Les **nouveaux points de concentration** « hot spots » ou point chauds sont des zones qui n'ont pas eu de récurrences importantes par le passé.

3.15 Étude par simulation :

Les évènements spatio-temporels liés au temps peuvent être difficiles à comprendre. Une représentation spatiale volumétrique peut permettre de gérer ce problème. C'est ce qui a été fait dans les illustrations suivantes. Cette méthode permet de créer des visuels et d'activer, de simuler la temporalité (année, mois, jour, heure) afin de représenter les évènements dans l'espace et dans le temps.
Les cartes ci-dessous montrent les simulations progressives d'occurrence des évènements.
L'animation des données permet de visualiser les changements au fil du temps. Ceci permet de comprendre les motifs ou les tendances qui peuvent émerger avec le temps.

Figure III-191 :	**Figure III-191 :** 
Animation des événements de manière cumulative.	Animation d'évènements mois après mois à raison d'un mois à la fois.

3.15.1 Une analyse rétrospective des crimes sur 3 ans : 2013-2014- et 2015 :

On réalise ici qu'un projet urbain procédural aussi petit soit-il, nécessite que de nombreuses analyses soient entreprises. Cette partie fera un examen rapide des axes qui pourraient être suivi, même si le développement de ce travail se limite à une partie seulement des axes décrits qui justifie l'approche de ville Neuro-prothétique pour le contexte étudié ici.

La suite illustrera donc une série de cartes montrant différents types de crimes superposés à des réalités physiques, sociales, économiques et autres. Ceci permet dans un premier temps d'observer et voir quelle sont les émergences/possibilités, puis de comprendre l'éventail des possibilités qu'une telle approche peut permettre d'explorer.

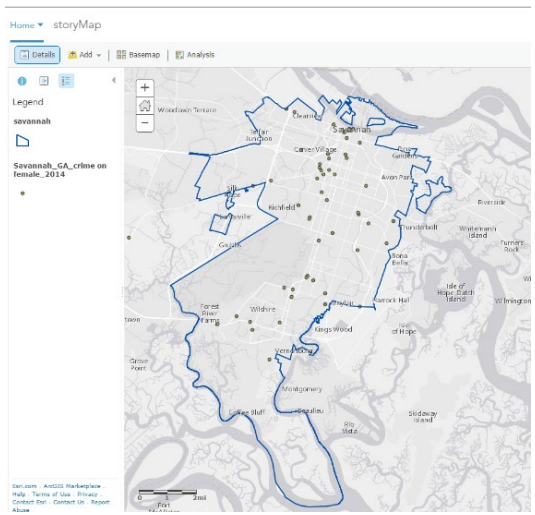


Figure III-192 : Illustration des zones de criminalité sur les femmes en 2014.

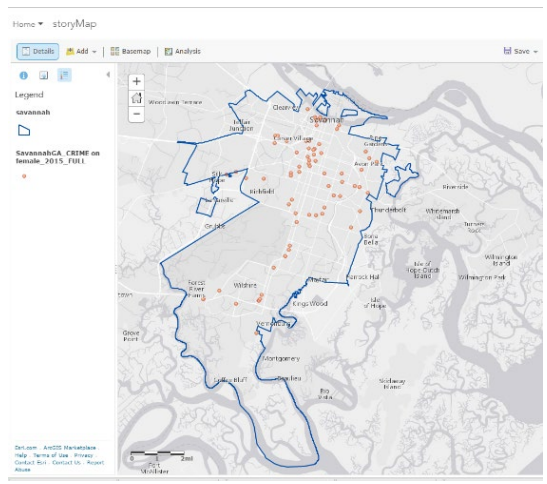


Figure III-193 : Illustration des zones de criminalité sur les femmes en 2015.

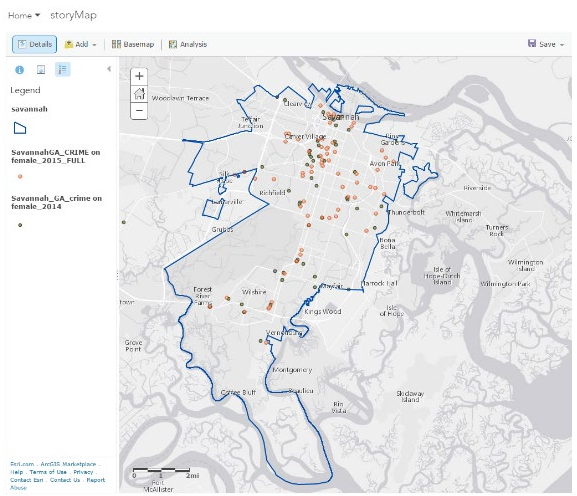


Figure III-194 : Années 2014 et 2015 combinées.

3.15.2 La nécessité d'incorporer une approche complexe de développement.

L'importance de cette partie d'illustrations cartographiques des évènement spatio-temporels est d'exposer les problèmes posés par les résultats d'analyses précédentes. Ceci créé un catalogue important contenant les données spatiales invisibles et souvent absentes dans le processus de développement des projets urbains. Ce catalogue devient donc une sorte de dictionnaire de poche explicatif qui permet par la suite aux groupes d'étudiants impliqués de développer une proposition qui entre autres, prend en compte les problèmes socio-économiques, spatio-temporels de la ville.

3.15.3 Pauvreté affectant les foyers ayant des jeunes enfants de moins de 14 ans :

Respectivement de gauche à droite, ces cartes montrent le pouvoir d'achat moyen des familles. Entre $ 22,000.00 à $76,975.00 annuel (bleu). Les cercles représentent les concentrations de jeunes de moins de 14ans. On peut déduire de la carte de gauche qu'un nombre élevé de jeunes de quatorze ans et moins vivent dans des familles dont le pouvoir d'achat est inférieur ou égal au seuil de pauvreté national qui est de $ 25 000.

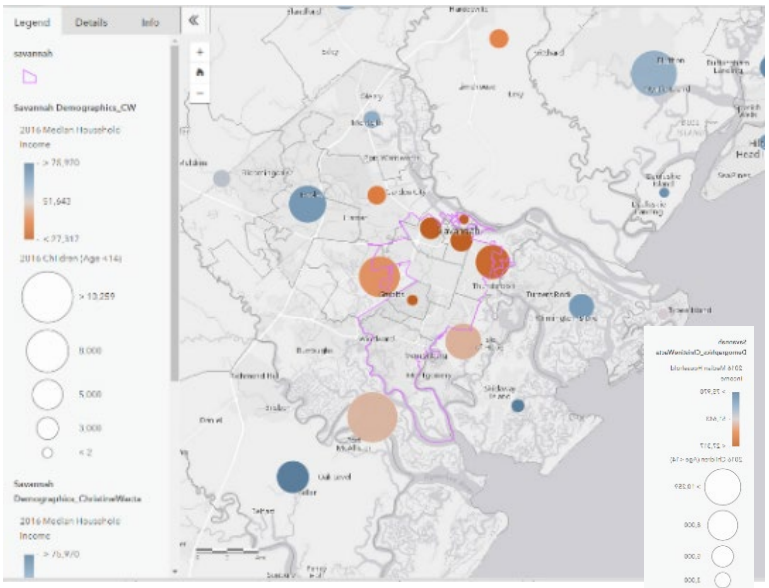


Figure III-195 : Le pouvoir d'achat des foyers ayant des jeunes de 14 ans et moins.

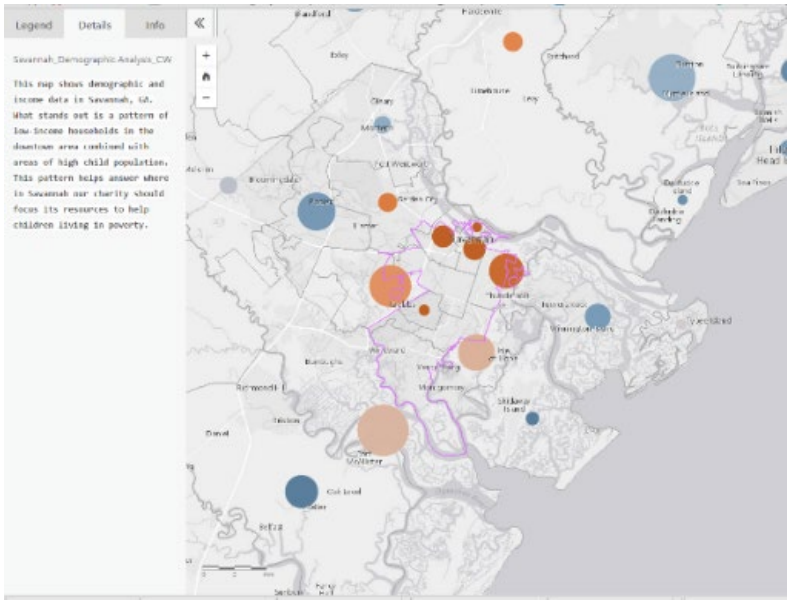


Figure III-196 : Cette carte montre une concentration au centre-ville de ménages ayant un pouvoir d'achat très bas avec un maximum de jeunes de moins de 14ans.

3.15.4 Analyse des communautés de Savannah ; « Community Analysis »

L'application *« Community Analyst »* est un outil de la plateforme ESRI qui permet de faire des analyses des communautés de toutes les villes américaines à partir des données d'une collection digitales numérique obtenue auprès des service publiques (recensement) et secteurs privés (banques). On arrive à obtenir des informations sur (le pouvoir d'achat des habitants, les taxes, les achats, dépenses médicales, ordonnances, achats électroniques, électroménagers, restaurant, site internet, voyages etc…). La seule difficulté est que l'accès à ces informations est payant et nécessite un abonnement annuel auprès de ESRI. À ce jour, ces données couvrent la totalité des USA, quelques données existent pour quelques autres pays du monde, mais pas encore de manière aussi complète que les données des USA.

« ***Community Analyst*** » permet de visualiser et d'analyser les sources fiables de données démographiques de toutes sortes afin de mieux comprendre l'ensemble de la communauté en question et de prendre des décisions plus renseignées vers un développement durable. Plusieurs composants de vie de communautés sont exposés à savoir :

- Le mode de vie des habitants, leurs styles de vie à partir de leur achats et déplacement quotidiens. (Que l'on a à partir des recettes que les magasins déclarent aux impôts).
- Les habitants les plus aisés et les meilleures ressources de la communauté. (On a ceci à partir des comptes bancaires, les banques déclarent les économies des habitants et cela est sauvegardé et calculé pour trouver une moyenne).
- Le pouvoir d'achat et les dépenses ; obtenus à partir des comptes épargne.

A partir de ces informations, on arrive à faire des analyses qui permettent entre autres de :

a) Générer les statistiques sur le type de structure (logement/commerce etc…) qui seraient souhaitées, quels terrains cibler pour un impact futur plus important ?
b) Comprendre les tendances démographiques en manque dans une communauté afin de les cibler dans le nouveau développement.
c) Trouver les zones appropriées pour les changements socio-économiques et les allocations de ressources.

D'essayer d'aborder ces questions justifie l'intérêt et utilisation de « ***Community Analyst »*** dans ce travail. L'utilisation de cet outil semble raisonnable et fiable, car les informations viennent des sources ou organismes réputés tels que : *Atlas, ESRI, les bureaux de recensement, les institution économiques et religieuses telles que les banques, les bureaux de taxes, les magasins etc…*

Ce travail utilise donc les milliers de variables disponibles dans « ***Community Analyst »*** pour tenter d'analyser et comprendre le style de vie d'une communauté, leur plus grosse dépense, les manques et les équipements qui sont en trop dans la communauté. De savoir cela permet plus tard d'inclure dans le plan de planification des équipements ou ressources dont la communauté a vraiment besoin. Cette façon de planifier est d'ailleurs soutenue par Jane Jacobs quand elle dit : *« aucune logique ne peut se superposer à la ville ; les gens font la ville, et c'est à eux, et non pas aux bâtiments, que nous devons adapter nos plans »*[106]. L'outil « *Community analyst »* permet donc de planifier par rapport aux résultats d'analyses qui étudient en profondeur, la communauté et ses habitudes, son style de vie et les tendances.

[106] Jane Jacobs, *the Death and Life of Great American Cities*: 1961, ed, Random House Inc « *There is no logic that can be superimposed on the city; people make it, and it is to them, not buildings, that we must fit our plans* »

La création de cartes codées par couleur de données démographiques et de projections aide à prendre conscience des tendances pour une meilleure planification de ce travail.
Les cartes qui suivent montrent une série d'analyses de la communauté d'habitants vivant autour du site.

3.15.5 Le site et l'analyse des zones de distance de marche entre 5 et 15 minutes :

Figure III-197 : La carte montre trois distances de marche de 5-10- et 15 minutes. Les analyses qui vont suivre sont faites sur ces trois zones.

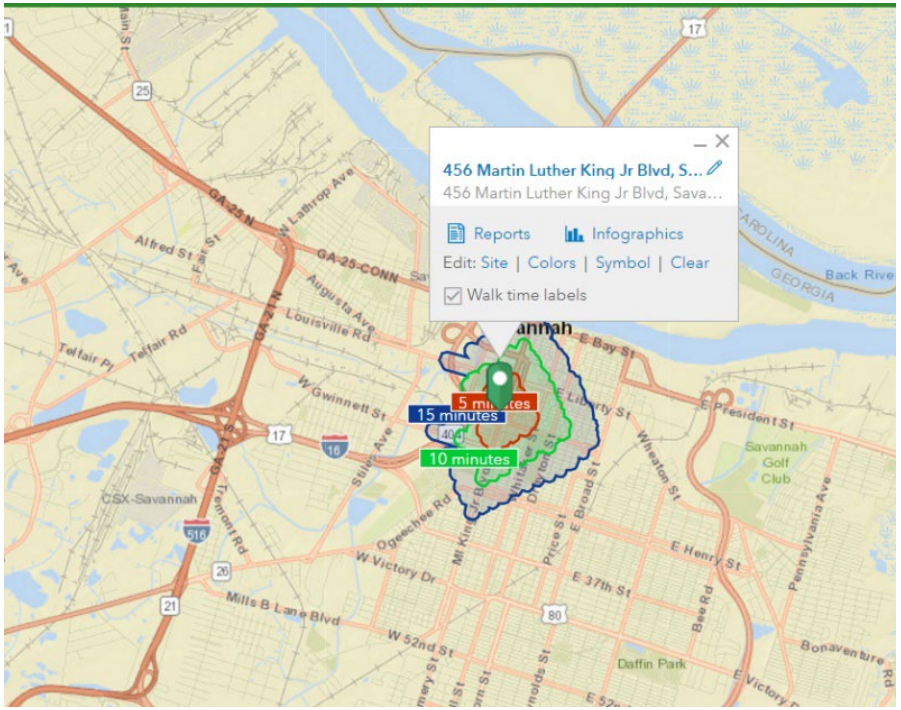
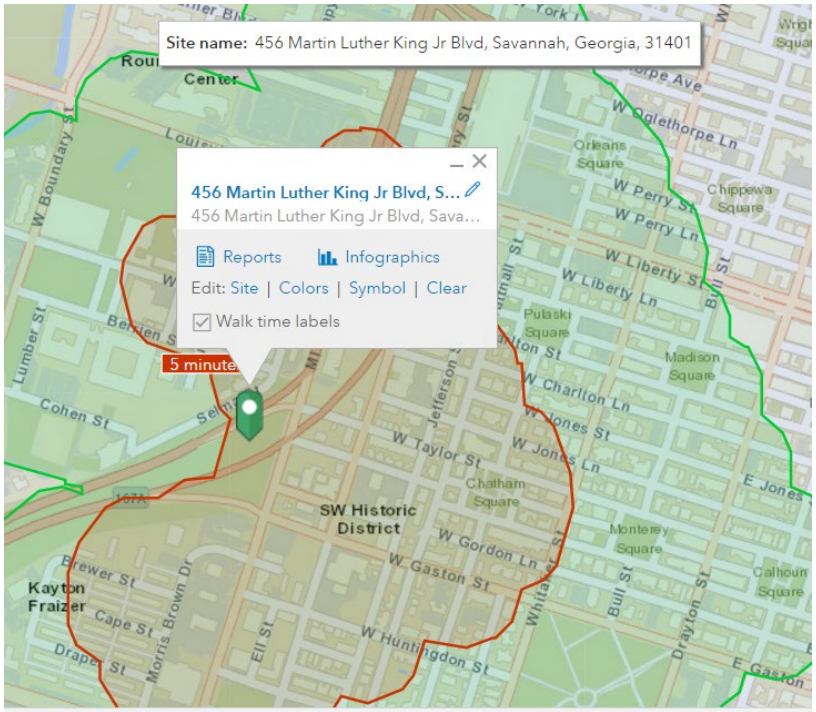


Figure III-198 : La distance de marche de 5 minute en plus grand. Cette carte permet de voir les zones que l'on peut atteindre en 5 minutes de marche.



3.15.6 La fiche de recensement de l'année 2010[107] montre la nomenclature démographique de la zone analysée.

Figure III-199 : Distance ; 5 minutes de marche du site :

esri

2010 Census Profile

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia,
Walk Time: 5 minute radius

Prepared by Esri
Latitude: 32.07261
Longitude: -81.10076

	2000	2010	2000-2010 Annual Rate
Population	1,034	1,273	2.10%
Households	503	559	1.06%
Housing Units	609	704	1.46%

Population by Race	Number	Percent
Total	1,273	100.0%
Population Reporting One Race	1,255	98.6%
White	686	53.9%
Black	516	40.5%
American Indian	4	0.3%
Asian	36	2.8%
Pacific Islander	1	0.1%
Some Other Race	12	0.9%
Population Reporting Two or More Races	18	1.4%
Total Hispanic Population	48	3.8%
Population by Sex		
Male	567	44.5%
Female	706	55.5%
Population by Age		
Total	1,271	100.0%
Age 0 - 4	92	7.2%
Age 5 - 9	76	6.0%
Age 10 - 14	54	4.2%
Age 15 - 19	71	5.6%
Age 20 - 24	287	22.6%
Age 25 - 29	147	11.6%
Age 30 - 34	86	6.8%
Age 35 - 39	51	4.0%
Age 40 - 44	48	3.8%
Age 45 - 49	52	4.1%
Age 50 - 54	64	5.0%
Age 55 - 59	67	5.3%
Age 60 - 64	78	6.1%
Age 65 - 69	42	3.3%
Age 70 - 74	27	2.1%
Age 75 - 79	14	1.1%
Age 80 - 84	11	0.9%
Age 85+	7	0.6%
Age 18+	1,020	80.1%
Age 65+	101	7.9%

La population par *groupe culturel* dans la zone des 5 minutes de marche du site.

La carte montre la population par *groupe culturel*.

- 53% blanche, 40.5% noire, 0.3% indien américain, 2.8% asiatique etc…
- On peut voir aussi qu'il y a à peu près 11% plus de femmes que d'hommes.

La population par tranche d'âge ;
On note le contraste de 80.1% de jeunes de 18 ans et plus contre 7.9% des personnes du troisième âge (65 ans et plus).

[107] Les recensements sont publiés tous les 5 ans. Au moment de l'exécution de cette analyse, les recensements de l'année 2015 n'étaient pas encore publiés.

3.15.7 La taille démographique de la population : analyse par distance de marche :

Analyse de la zone à 5 minutes de marche du site :

Les analyses suivantes vont donner des indications importantes sur les zones atour du site représentées selon les distances de **5-10 et 15** minutes de marche.

Figure III-200 :

esri

ACS Population Summary

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia, 31401
Walk Time: 5 minute radius

Prepared by Esri
Latitude: 32.07261
Longitude: -81.10076

	2010 - 2014 ACS Estimate	Percent	MOE(±)	Reliability
TOTALS				
Total Population	1,118		114	
Total Households	461		40	
Total Housing Units	651		42	
POPULATION AGE 3+ YEARS BY SCHOOL ENROLLMENT				
Total	1,049	100.0%	103	
Enrolled in school	437	41.7%	69	
Enrolled in nursery school, preschool	27	2.6%	16	
Public school	6	0.6%	26	
Private school	21	2.0%	16	
Enrolled in kindergarten	28	2.7%	38	
Public school	24	2.3%	46	
Private school	5	0.5%	9	
Enrolled in grade 1 to grade 4	34	3.2%	71	
Public school	34	3.2%	71	
Private school	0	0.0%	0	
Enrolled in grade 5 to grade 8	38	3.6%	66	
Public school	38	3.6%	66	
Private school	0	0.0%	0	
Enrolled in grade 9 to grade 12	20	1.9%	36	
Public school	18	1.7%	42	
Private school	3	0.3%	11	
Enrolled in college undergraduate years	261	24.9%	71	
Public school	81	7.7%	58	
Private school	181	17.3%	54	
Enrolled in graduate or professional school	27	2.6%	44	
Public school	3	0.3%	4	
Private school	24	2.3%	47	
Not enrolled in school	612	58.3%	63	
POPULATION AGE 65+ BY RELATIONSHIP AND HOUSEHOLD TYPE				
Total	107	100.0%	31	
Living in Households	107	100.0%	31	
Living in Family Households	75	70.1%	36	
Householder	39	36.4%	16	
Spouse	36	33.6%	22	
Parent	0	0.0%	0	
Parent-in-law	0	0.0%	0	
Other Relative	0	0.0%	0	
Nonrelative	0	0.0%	0	
Living in Nonfamily Households	32	29.9%	16	
Householder	30	28.0%	17	
Nonrelative	2	1.9%	3	
Living in Group Quarters	0	0.0%	0	

Si l'on se fie à cette carte, on déduit de la population de ce quartier de la ville.

- Entre 2010 et 2014, on voit entre autres que seulement **24.9%** de la population est inscrite en premier cycle universitaire contre **58.3%** non inscrite. Ceci représente plus de la moitié des jeunes qui n'a pas accès à l'éducation.
- On se demande si cela est dû aux les frais de scolarité très élevés pour les universités américaines. Mais peut-être y a-t-il d'autres causes à cette sous scolarisation des jeunes ?

Figure III-201 :

esri

ACS Population Summary

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia, 31401
Walk Time: 5 minute radius

Prepared by Esri
Latitude: 32.07261
Longitude: -81.10076

	2010 - 2014 ACS Estimate	Percent	MOE(±)	Reliability
WORKERS AGE 16+ YEARS BY PLACE OF WORK				
Total	393	100.0%	54	high
Worked in state and in county of residence	370	94.1%	53	high
Worked in state and outside county of residence	8	2.0%	10	low
Worked outside state of residence	15	3.8%	16	low
WORKERS AGE 16+ YEARS BY MEANS OF TRANSPORTATION TO WORK				
Total	393	100.0%	54	high
Drove alone	224	57.0%	37	high
Carpooled	36	9.2%	45	low
Public transportation (excluding taxicab)	21	5.3%	27	low
Bus or trolley bus	21	5.3%	27	low
Streetcar or trolley car	0	0.0%	0	
Subway or elevated	0	0.0%	0	
Railroad	0	0.0%	0	
Ferryboat	0	0.0%	0	
Taxicab	0	0.0%	0	
Motorcycle	0	0.0%	0	
Bicycle	16	4.1%	22	low
Walked	57	14.5%	22	medium
Other means	7	1.8%	29	low
Worked at home	31	7.9%	19	medium
WORKERS AGE 16+ YEARS (WHO DID NOT WORK FROM HOME) BY TRAVEL TIME TO WORK				
Total	361	100.0%	54	high
Less than 5 minutes	11	3.0%	9	low
5 to 9 minutes	48	13.3%	20	medium
10 to 14 minutes	79	21.9%	27	medium
15 to 19 minutes	108	29.9%	35	medium
20 to 24 minutes	40	11.1%	27	low
25 to 29 minutes	32	8.9%	56	low
30 to 34 minutes	21	5.8%	12	medium
35 to 39 minutes	2	0.6%	12	low
40 to 44 minutes	3	0.8%	12	low
45 to 59 minutes	5	1.4%	17	low
60 to 89 minutes	11	3.0%	17	low
90 or more minutes	1	0.3%	5	low
Average Travel Time to Work (in minutes)	N/A		N/A	
FEMALES AGE 20-64 YEARS BY AGE OF OWN CHILDREN AND EMPLOYMENT STATUS				
Total	383	100.0%	57	high
Own children under 6 years only	49	12.8%	47	low
In labor force	32	8.4%	36	low
Not in labor force	17	4.4%	35	low
Own children under 6 years and 6 to 17 years	9	2.3%	17	low
In labor force	6	1.6%	23	low
Not in labor force	3	0.8%	5	low
Own children 6 to 17 years only	36	9.4%	41	low
In labor force	20	5.2%	46	low
Not in labor force	16	4.2%	21	low
No own children under 18 years	289	75.5%	61	medium
In labor force	155	40.5%	34	medium
Not in labor force	134	35.0%	43	medium

Source: U.S. Census Bureau, 2010-2014 American Community Survey

Reliability: high medium low

April 06, 2017

Ce tableau donne des indications sur l'utilisation des transports en commun pour se rendre au travail. On constate que :

- 5.3% utilisent les transports en commun, et,
- 14.5% marchent contre 4.1% qui s'y rendent en vélos.
- 57% des travailleurs conduisent seuls pour se rendre au lieu de travail.
- Contre seulement 9.2% qui font du co-voiturage.

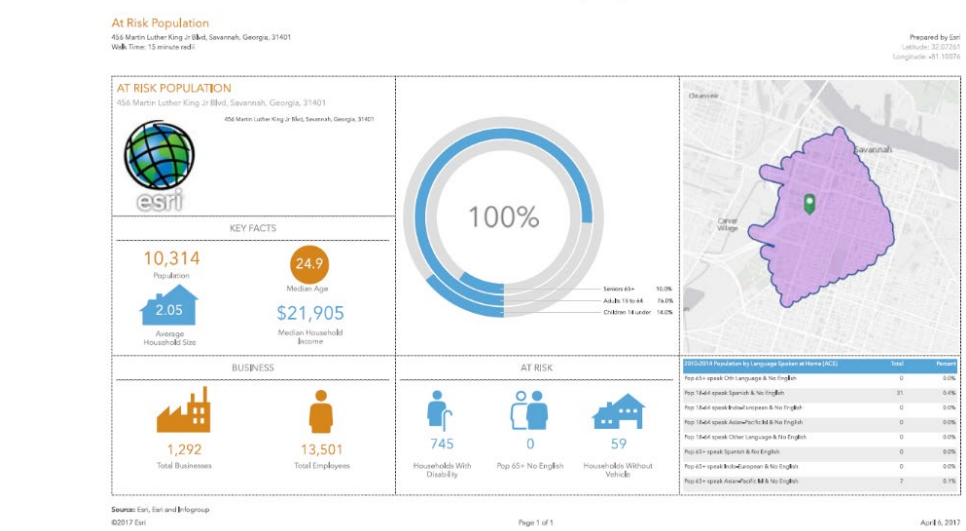
Il est important de noter que 29% des personnes mettent entre 15 et 19 minutes pour se rendre au travail contre seulement 0,3% qui mettent plus de 90 minutes. Si ces chiffres sont fiables, alors on peut dire ici qu'une gare avec des transports en commun régulier gèrerait les problèmes d'utilisation des voitures personnelles dans la ville.

3.15.8 Étude comparative approfondie et infographie[108] des communautés vivant autour du site :

Comprendre les habitants de la zone à développer c'est comprendre leurs besoins afin de mieux les servir. Les cartes infographiques suivantes vont nous donner des informations nécessaires permettant de mieux comprendre les insuffisances de la zone de développement.

a) 5 minutes :

Figure III-202 :



La carte infographique de gauche analyse la zone autour du site (en vert) de distance de marche de 15 minutes.

- L'âge moyen est de 24,9 ans.
- La taille moyenne des foyers est de 2 personnes.

745 foyers ont des personnes handicapées.

[108] "***Infographic***" is a portmanteau of the word's *"information"* and *"graphic."* In essence, an infographic is a form of visual communication meant to capture attention and enhance comprehension. In this era, "infographic" has become the broadest descriptor of a specific type of visual communication that includes graphics showing data, copy, or both. You've probably come across infographics in magazines, online, or on the wall at your doctor's office.
« Infographie » est une concaténation des *mots « information »* et *« graphique»*. En résumé, une infographie est une forme de communication visuelle destinée à capter l'attention et à améliorer la compréhension. À cette époque, *« l'infographie »* est devenue le descripteur le plus large d'un type spécifique de communication visuelle comprenant des graphiques montrant des données, une copie ou les deux. Vous avez probablement déjà vu des infographies dans des magazines, en ligne ou sur le mur du bureau de votre médecin. **Sources:** https://www.columnfivemedia.com/infographic visité 20 juillet 2019.

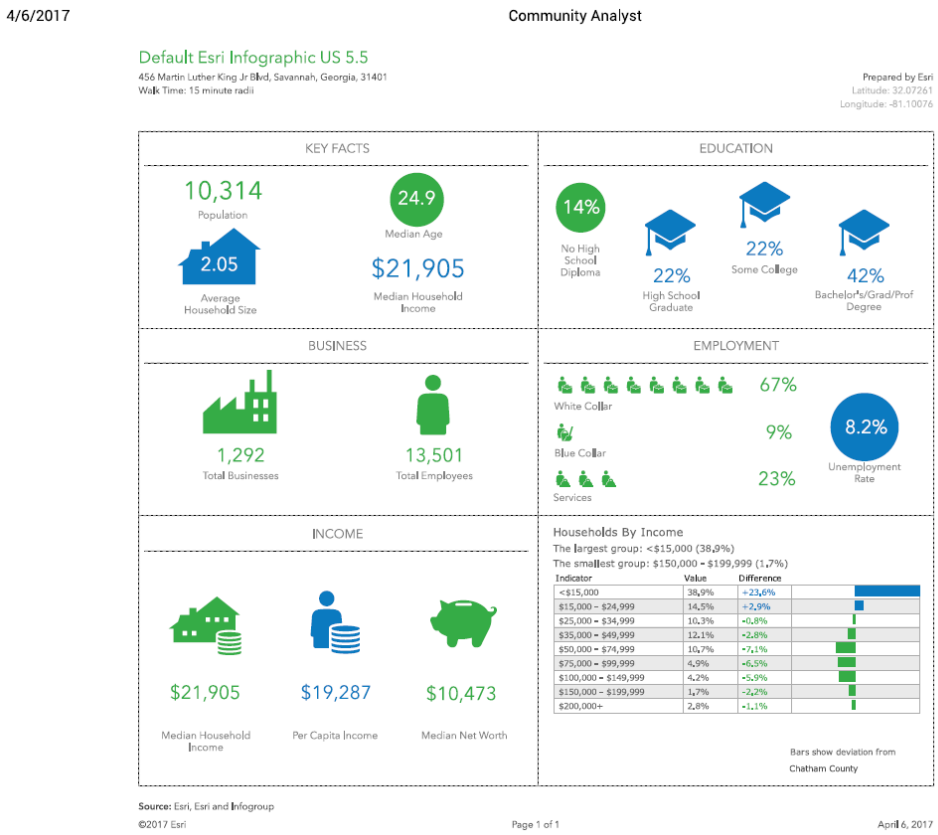


Figure III-203 :

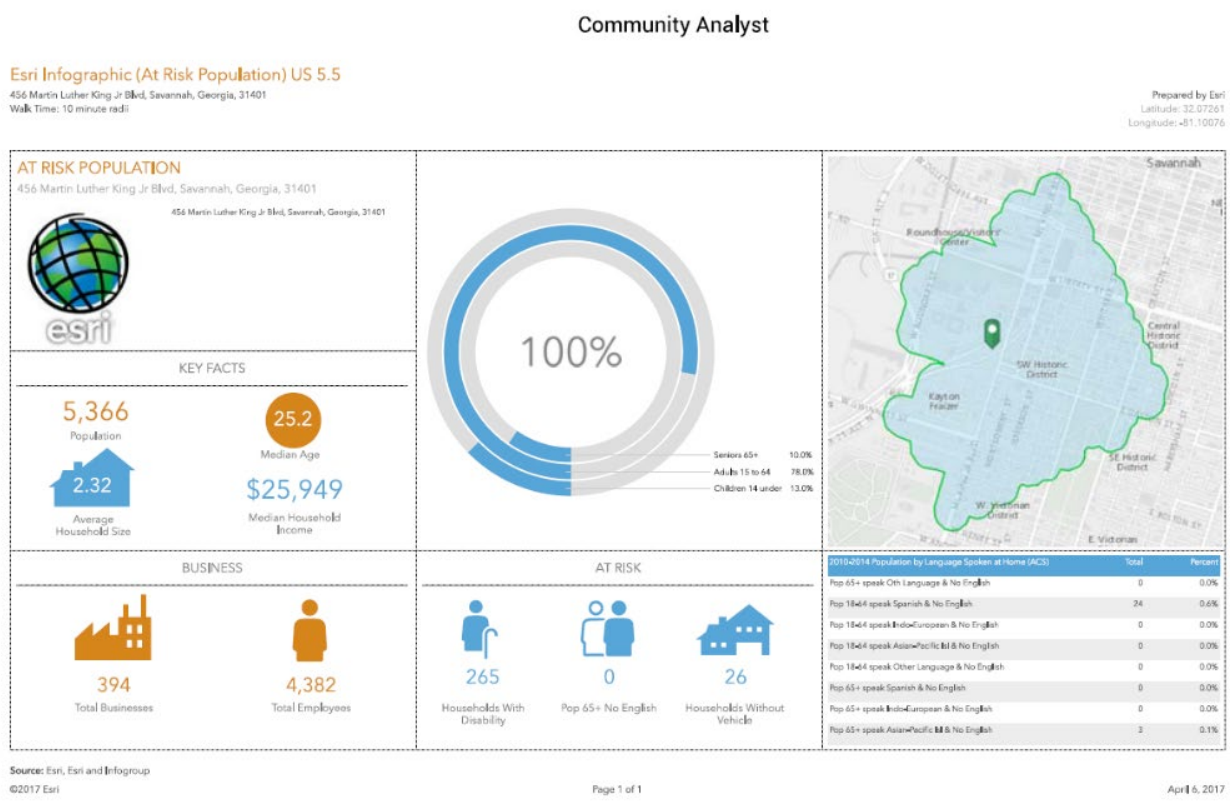
Très important aussi ;

- 42% des populations de cette zone ont une licence contre 22% qui ont arrêté à l'université,
- 22% ont le baccalauréat contre 14% qui n'ont pas de diplôme.
- On note aussi un taux de chômage de 8,2%. Avec 67% de la population ouvrière.
- Le groupe le plus important est la classe gagnant moins de $ 15 000 soit 38% contre le plus petit groupe gagnant entre $150 000 et $199 000. (1,7%).

Les habitants de cette communauté sont donc en majorité pauvres.

b) 10 minutes :

Figure III-204 :



La carte infographique de gauche analyse la zone autour du site (en vert) de distance de marche de 10 minutes.

Pas de changement important par rapport à la zone de distance de 5 minutes.

Les chiffres sont identiques pour une distance de marche de 10mn

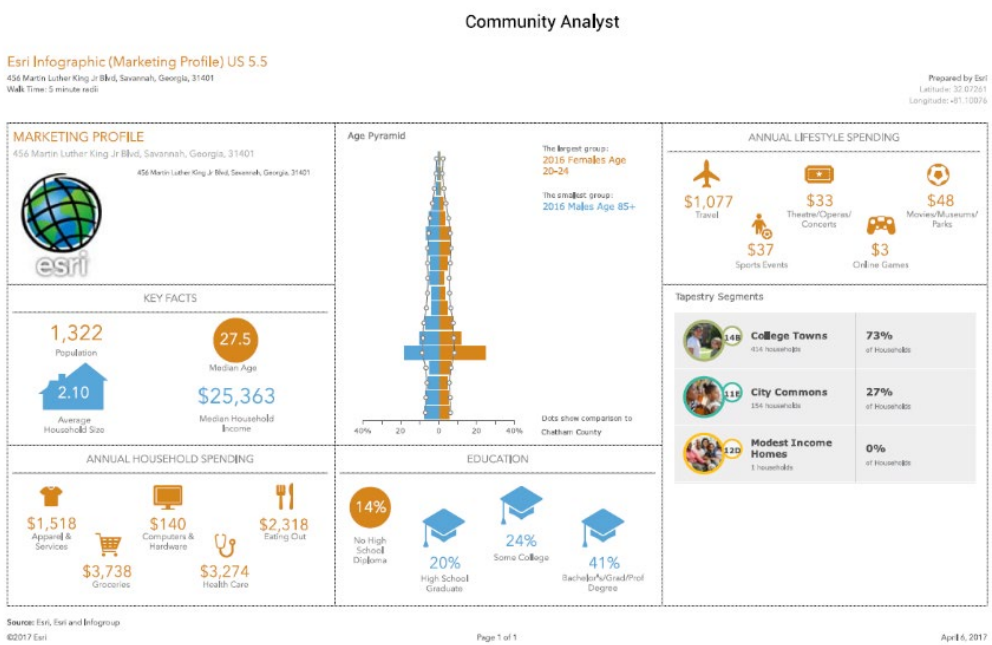
3.15.9 Pyramide des âges et infographie permettant de comprendre les changements et mutations dans la zone analysée.

La pyramide des âges permet d'avoir un aperçu global sur les tranches d'âges d'une zone et les changements ou mutation. La pyramide munit le concepteur d'informations primordiales permettant de savoir ;

- Pour quelle tranche d'âge on crée un projet.
- Quelle autre tranche d'âge manquante veut-on attirer sur les lieux du projet ?
- Qu'est ce qui constitue les plus grandes dépenses de la zone et quels sont les manques ?

Beaucoup d'autres paramètres sont connus dans par les résultats d'analyses infographiques tels : les dépenses moyennes pour les voyages, jeux vidéo, médicaments/docteurs, restaurant, dépenses alimentaires, sports, équipements de loisir (ordinateurs, télévisions, tablettes…).

a) 5 minutes de marche du site :



La pyramide des âges montre une exagération à 1/3 de la base, cela est expliqué par une population étudiante d'âge entre 19 et 24 ans, vivant autour du site et allant à SCAD. La pyramide se normalise plus haut pour suivre une forme normale. Ce qui explique que les étudiants partent ailleurs après leurs études.

Figure III-205 :

b) 10 minutes de marche du site :

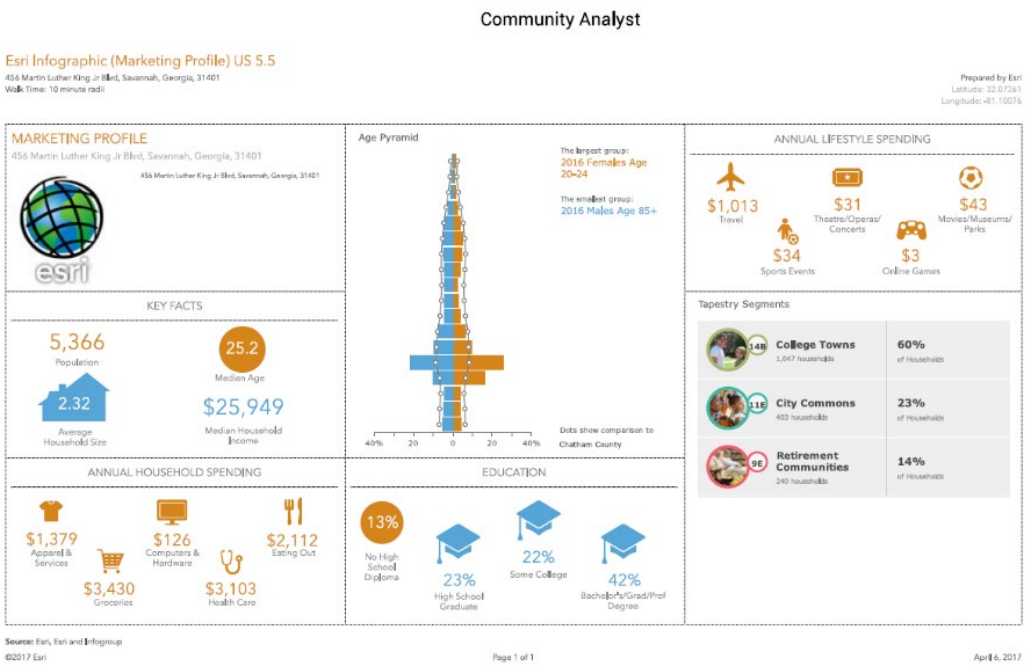


Figure III-206 :

La pyramide des âges est plus ou moins équilibrée ici, on dénote tout au moins un léger changement dans la population étudiante qui ici montre un nombre plus élevé d'étudiantes (représenté en beige) que d'étudiants (bleu), malgré la légère anomalie visible dans la tranche d'âge de 19 à 25 ans (étudiants).

3.15.10 Observations :

On note dans les deux cas une cohérence dans les dépenses qui sont comparables à quelques centaines de dollars près ; dans la zone de 5 minutes et 10 minutes. La population en faible nombre est celle des hommes de 85 ans et plus dans les deux cas. Un indice de la longévité des femmes. Aussi, les deux pyramides montrent les jeunes femmes entre 20 et 24 ans comme la population la plus dominante. L'explication en est l'université SCAD.

Une chose intéressante est que dans la zone de dix minutes de marche, on compte 14% de retraités contre 0% dans la zone de cinq minutes. Ces indices sont très importants dans la planification.

c) 5 minutes de marche du site :

Figure III-207 :

Avec une moyenne d'âge de 27 ans, le salaire moyen d'un foyer est de

- $25 363,00/an

Un chiffre très bas quand on compare au coût actuel de la vie. Ceci est un début d'explication des analyses faites précédemment qui localisait la zone du centre-ville comme ayant les familles les plus pauvres de la ville.

On remarque aussi que le taux de chômage est élevé ;

On remarque aussi que le taux de chômage est élevé ;

- 9,3%.

Un chiffre qui dépasse celui du taux moyen de chômage du pays qui varie entre **7 et 8 %**.

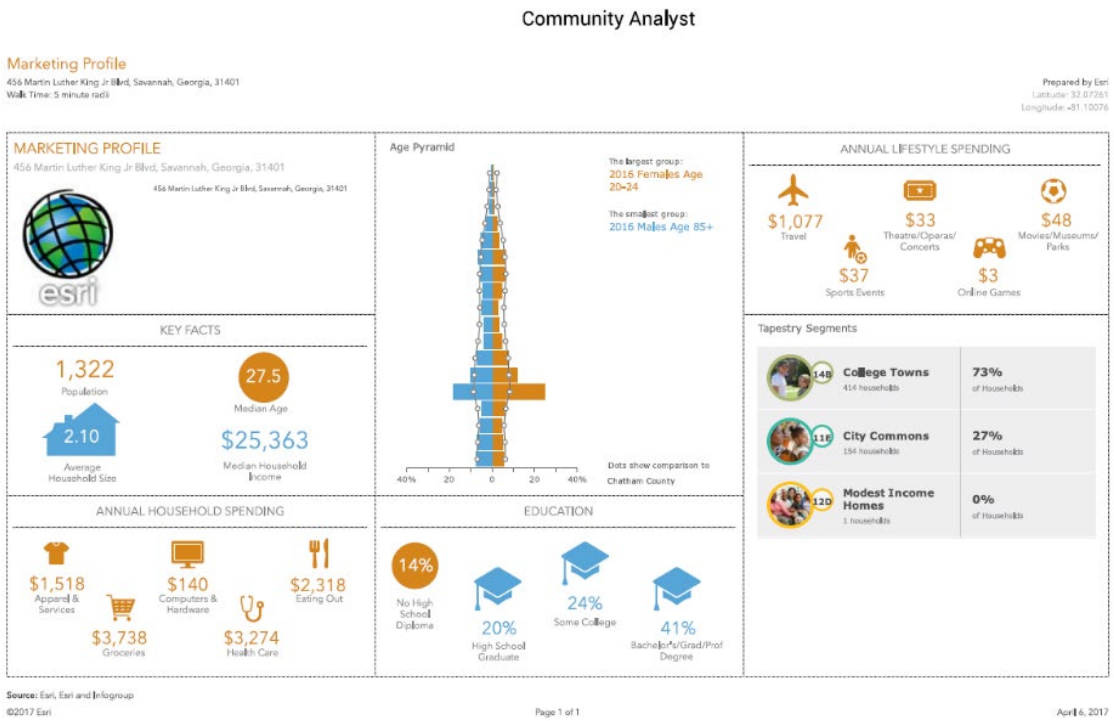


Figure III-208 :

La pyramide ne change pas de manière signifiante. On a toujours la population entre 20 et 24ans qui fausse la normalité de la pyramide avec un nombre plus élevé de femmes que d'hommes.

3.16 Profil Infographique[109] de synthèse des populations dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes) :

La carte de profil comparatif montre une augmentation de logements vacants dans les prochaines années. Si l'on se base sur les prédictions d'augmentation de la population de la ville de Savannah, ce site devient très important pour ce projet qui permettra de désengorger les zones les plus prisées de la ville pour permettre une répartition plus équilibrée. Car avec autant de logements vacants, le site de la gare a une capacité d'accueil de population très élevée. Le développement de cette zone permet alors de

[109] Démographie partagée par catégories de style de vie et de tendance ; par Exemple génération X, génération Baby-Boom etc….

commencer à faire face à la répartition équilibrée de la ville et permettre de mieux lutter contre les zones de criminalité comme on le voit aujourd'hui. La proposition de l'approche de ville Neuro-prothétiques semble se justifier ici.

esri

Community Profile

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia, 31401
Walk Time: 5, 10, 15 minute radii

Prepared by Esri
Latitude: 32.07261
Longitude: -81.10076

	5 minutes	10 minutes	15 minutes
Population Summary			
2000 Total Population	1,034	3,820	8,132
2010 Total Population	1,273	5,017	9,716
2016 Total Population	1,322	5,366	10,314
2016 Group Quarters	124	1,352	2,413
2021 Total Population	1,368	5,573	10,708
2016-2021 Annual Rate	0.69%	0.76%	0.75%
2016 Total Daytime Population	1,717	8,871	18,992
Workers	885	5,330	12,157
Residents	832	3,541	6,835
Household Summary			
2000 Households	503	1,562	3,619
2000 Average Household Size	1.97	2.24	2.00
2010 Households	559	1,683	3,726
2010 Average Household Size	2.07	2.26	2.02
2016 Households	570	1,733	3,854
2016 Average Household Size	2.10	2.32	2.05
2021 Households	588	1,803	4,020
2021 Average Household Size	2.12	2.34	2.06
2016-2021 Annual Rate	0.62%	0.80%	0.85%
2010 Families	225	619	1,286
2010 Average Family Size	3.00	3.36	3.15
2016 Families	226	625	1,297
2016 Average Family Size	3.07	3.47	3.22
2021 Families	231	644	1,336
2021 Average Family Size	3.10	3.53	3.26
2016-2021 Annual Rate	0.44%	0.60%	0.59%
Housing Unit Summary			
2000 Housing Units	609	1,852	4,364
Owner Occupied Housing Units	20.5%	21.5%	18.6%
Renter Occupied Housing Units	62.1%	62.9%	64.3%
Vacant Housing Units	17.4%	15.7%	17.1%
2010 Housing Units	704	2,061	4,593
Owner Occupied Housing Units	21.9%	22.5%	19.9%
Renter Occupied Housing Units	57.5%	59.1%	61.3%
Vacant Housing Units	20.6%	18.3%	18.9%
2016 Housing Units	720	2,126	4,770
Owner Occupied Housing Units	18.5%	19.0%	16.8%
Renter Occupied Housing Units	60.7%	62.5%	64.0%
Vacant Housing Units	20.8%	18.5%	19.2%
2021 Housing Units	744	2,210	4,979
Owner Occupied Housing Units	18.1%	18.7%	16.4%
Renter Occupied Housing Units	60.9%	62.9%	64.3%
Vacant Housing Units	21.0%	18.4%	19.3%
Median Household Income			
2016	$25,363	$25,949	$21,905
2021	$25,193	$25,757	$21,832
Median Home Value			
2016	$444,737	$467,708	$468,349
2021	$478,947	$505,000	$491,964
Per Capita Income			
2016	$24,718	$22,856	$19,287
2021	$25,919	$23,906	$20,289
Median Age			
2010	26.9	24.9	24.7
2016	27.5	25.2	24.9
2021	28.3	26.1	25.7

Data Note: Household population includes persons not residing in group quarters. Average Household Size is the household population divided by total households. Persons in families include the householder and persons related to the householder by birth, marriage, or adoption. Per Capita Income represents the income received by all persons aged 15 years and over divided by the total population.

Source: U.S. Census Bureau, Census 2010 Summary File 1. Esri forecasts for 2016 and 2021 Esri converted Census 2000 data into 2010 geography.

April 06, 2017

Figure III-208 :

Quelques faits étonnants :

- La population dans ces zones n'augmente pas de beaucoup. Les prédictions prévoient qu'en 2021 les trois zones (5-10-15 minutes) augmenteront respectivement de **0,69%, 0,76% et 0,76%.**

Cette information est importante dans le développement de ce projet, car elle permet de prendre cela en considération dans le développement de la ville de type Neuro-prothétique afin que de nouveaux emplois soient créés pour permettre un équilibre des zones de la ville pendant la densification future qui s'annonce inévitable.

- Les locataires sont la population dominante dans ces trois zones ; entre 2010,2016 et 2021, et ce de manière stable ; 60% de locataires contre 20% de propriétaires.
- Aussi, les logements vides et vacants accroissent dans les 3 zones de 15,4% en 2010 à 21% en 2021.

3.16.1 Profil Infographique de synthèse des salaires des ménages dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes) :

En 2016, entre 37,2% et 38,9% des ménages gagnent moins de $15,000 l'année. Ce chiffre place environ 40% des ménages autour du site en dessous du seuil de pauvreté. Même avec ce pourcentage si élevé de ménages vivant en dessous du seuil de pauvreté, lorsque l'on fait la moyenne de tous les salaires, on a la fausse impression que tout va bien, car la moyenne dans ces trois zones en 2016 est respectivement de $52,141, $48,071et $41,813. Pas alarmant. Évidemment si l'on se base sur le salaire moyen général des ménages, il n'y a pas d'inquiétudes à se faire, car un salaire de $ 41,813 est suffisant pour une famille a revenu moyen. Mais ça n'est pas une approche réelle, car une partie non négligeable de la population à cet endroit vit avec le tiers de cette somme. De se fier à la moyenne c'est fausser les rapports d'analyse et tourner le dos a une population qui représente près de la moitié des habitants de ces zones. C'est dans cet élan d'idées que s'inscrit ce travail de ville Neuro-prothétique qui va au-delà des généralités pour exposer les singularités qui dans ce cas représentent la majorité.

Figure III-209 :

esri Community Profile

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia, 31401
Walk Time: 5, 10, 15 minute radii

Prepared by Esri
Latitude: 32.07261
Longitude: -81.10076

	5 minutes	10 minutes	15 minutes
2016 Households by Income			
Household Income Base	570	1,733	3,854
<$15,000	37.2%	34.0%	38.9%
$15,000 - $24,999	12.5%	14.7%	14.5%
$25,000 - $34,999	9.3%	10.4%	10.3%
$35,000 - $49,999	14.6%	13.7%	12.1%
$50,000 - $74,999	8.4%	10.4%	10.7%
$75,000 - $99,999	5.6%	5.8%	4.9%
$100,000 - $149,999	4.6%	4.9%	4.2%
$150,000 - $199,999	2.3%	2.0%	1.7%
$200,000+	5.8%	4.0%	2.8%
Average Household Income	$52,141	$48,071	$41,813
2021 Households by Income			
Household Income Base	588	1,803	4,020
<$15,000	37.9%	34.7%	39.5%
$15,000 - $24,999	11.9%	14.1%	13.8%
$25,000 - $34,999	10.0%	11.2%	11.1%
$35,000 - $49,999	11.6%	10.4%	8.9%
$50,000 - $74,999	8.3%	10.9%	11.2%
$75,000 - $99,999	6.3%	6.5%	5.5%
$100,000 - $149,999	5.1%	5.4%	4.7%
$150,000 - $199,999	3.2%	2.7%	2.3%
$200,000+	5.8%	4.0%	2.8%
Average Household Income	$55,225	$51,037	$44,525
2016 Owner Occupied Housing Units by Value			
Total	133	405	799
<$50,000	6.8%	6.7%	4.9%
$50,000 - $99,999	5.3%	6.2%	4.4%
$100,000 - $149,999	6.0%	5.7%	5.9%
$150,000 - $199,999	5.3%	4.7%	3.9%
$200,000 - $249,999	2.3%	2.7%	5.4%
$250,000 - $299,999	5.3%	4.4%	3.9%
$300,000 - $399,999	12.8%	11.6%	12.4%
$400,000 - $499,999	14.3%	11.9%	13.6%
$500,000 - $749,999	12.8%	13.6%	14.9%
$750,000 - $999,999	16.5%	17.0%	14.5%
$1,000,000 +	12.8%	15.6%	16.3%
Average Home Value	$535,338	$562,284	$569,681
2021 Owner Occupied Housing Units by Value			
Total	135	414	818
<$50,000	4.4%	4.3%	3.1%
$50,000 - $99,999	3.0%	4.3%	2.8%
$100,000 - $149,999	3.7%	3.9%	3.8%
$150,000 - $199,999	5.2%	4.6%	3.7%
$200,000 - $249,999	3.0%	3.4%	6.6%
$250,000 - $299,999	8.1%	6.8%	6.0%
$300,000 - $399,999	11.9%	10.6%	11.5%
$400,000 - $499,999	14.1%	11.8%	13.7%
$500,000 - $749,999	11.9%	12.1%	13.4%
$750,000 - $999,999	21.5%	21.3%	17.6%
$1,000,000 +	14.1%	16.9%	17.8%
Average Home Value	$584,559	$606,703	$608,374

Data Note: Income represents the preceding year, expressed in current dollars. Household income includes wage and salary earnings, interest dividends, net rents, pensions, SSI and welfare payments, child support, and alimony.
Source: U.S. Census Bureau, Census 2010 Summary File 1. Esri forecasts for 2016 and 2021 Esri converted Census 2000 data into 2010 geography.

April 06, 2017

Faits Marquants :

- Les prévisions sont qu'en 2021, plus de personnes vivront sous le seuil de pauvreté… on passe respectivement dans les 3 zones (5-10-15 minutes) de 37,2%,34,0%, 38,9% en 2016 à 37,9%, 34,7%, 39,5%.

- Aussi surprenant, les valeurs des maisons occupées par les propriétaires baissent énormément entre 2016 et 2021. On note une baisse respectivement de :6,8%, 6,7%, 4,9% en 2016 à 4,4%, 4,3%, 3,1% en 2021. Une baisse qui affecte seulement les maisons en-dessous de $750,000. Après quoi les prix augmentent de plus de 6%.

- À cause de cette augmentation de l'immobilier de luxe, on remarque qu'entre (2016 et 2021) le prix moyen des maisons augmente. Ceci pourrait fausser la réalité, car si l'on se base sur la moyenne, l'immobilier semble en hausse. Pourtant, lorsqu'on regarde plus en profondeur, on se rend compte que la classe moyenne s'enfonce pendant que les riches s'enrichissent plus.

3.16.2 Profil Infographique de synthèse des populations par âge et sexes des ménages dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes) :

esri

Community Profile

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia, 31401
Walk Time: 5, 10, 15 minute radii

Prepared by Esr
Latitude: 32.0726
Longitude: -81.1007

	5 minutes	10 minutes	15 minutes
2010 Population by Age			
Total	1,271	5,018	9,718
0 - 4	7.2%	5.3%	6.9%
5 - 9	6.0%	4.4%	4.8%
10 - 14	4.2%	3.5%	3.1%
15 - 24	28.2%	37.1%	36.5%
25 - 34	18.3%	16.5%	16.1%
35 - 44	7.8%	7.6%	7.1%
45 - 54	9.1%	8.1%	8.1%
55 - 64	11.4%	9.1%	8.7%
65 - 74	5.4%	5.3%	5.3%
75 - 84	2.0%	2.2%	2.3%
85 +	0.6%	0.9%	0.9%
18 +	80.3%	85.0%	83.4%
2016 Population by Age			
Total	1,322	5,364	10,315
0 - 4	6.3%	4.6%	6.2%
5 - 9	5.9%	4.3%	4.6%
10 - 14	5.0%	3.8%	3.3%
15 - 24	27.3%	37.0%	36.2%
25 - 34	18.4%	16.5%	16.3%
35 - 44	7.7%	7.3%	6.9%
45 - 54	8.0%	7.2%	7.3%
55 - 64	12.3%	9.8%	9.3%
65 - 74	6.7%	6.4%	6.5%
75 - 84	2.0%	2.2%	2.4%
85 +	0.5%	1.0%	1.0%
18 +	80.1%	85.3%	84.0%
2021 Population by Age			
Total	1,369	5,574	10,709
0 - 4	6.4%	4.6%	6.2%
5 - 9	5.8%	4.2%	4.5%
10 - 14	5.0%	3.8%	3.3%
15 - 24	25.6%	35.2%	34.5%
25 - 34	18.7%	16.7%	16.6%
35 - 44	8.0%	7.5%	7.1%
45 - 54	7.5%	6.8%	6.9%
55 - 64	12.4%	10.0%	9.6%
65 - 74	7.7%	7.4%	7.5%
75 - 84	2.4%	2.7%	2.8%
85 +	0.6%	1.0%	1.0%
18 +	80.1%	85.3%	84.2%
2010 Population by Sex			
Males	567	2,333	4,467
Females	706	2,684	5,249
2016 Population by Sex			
Males	602	2,526	4,788
Females	721	2,840	5,525
2021 Population by Sex			
Males	627	2,635	5,001
Females	742	2,937	5,707

Source: U.S. Census Bureau, Census 2010 Summary File 1. Esri forecasts for 2016 and 2021 Esri converted Census 2000 data into 2010 geography.

April 06, 201

Figure III-210 :

La population est assez constante dans la zone analysée.
Pas de croissance importante.

- La population féminine est légèrement plus nombreuse que la population masculine.

Les jeunes de 18 ans et plus représentent 80% de la population totale entre 2016 et 2021.

esri

Community Profile

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia, 31401
Walk Time: 5, 10, 15 minute radii

Prepared by Esri
Latitude: 32.07261
Longitude: -81.10076

	5 minutes	10 minutes	15 minutes
2010 Population by Race/Ethnicity			
Total	1,273	5,017	9,717
White Alone	53.9%	56.7%	54.9%
Black Alone	40.5%	37.0%	38.8%
American Indian Alone	0.3%	0.3%	0.2%
Asian Alone	2.8%	2.9%	2.8%
Pacific Islander Alone	0.1%	0.1%	0.1%
Some Other Race Alone	0.9%	1.2%	1.2%
Two or More Races	1.4%	1.9%	2.0%
Hispanic Origin	3.8%	4.7%	4.8%
Diversity Index	57.8	58.2	58.9
2016 Population by Race/Ethnicity			
Total	1,323	5,365	10,314
White Alone	52.5%	55.5%	53.8%
Black Alone	40.7%	36.9%	38.7%
American Indian Alone	0.3%	0.2%	0.2%
Asian Alone	3.4%	3.5%	3.4%
Pacific Islander Alone	0.2%	0.1%	0.1%
Some Other Race Alone	1.1%	1.4%	1.4%
Two or More Races	1.7%	2.3%	2.4%
Hispanic Origin	4.5%	5.6%	5.7%
Diversity Index	59.4	60.2	60.8
2021 Population by Race/Ethnicity			
Total	1,370	5,572	10,709
White Alone	51.2%	54.4%	52.8%
Black Alone	41.1%	36.8%	38.5%
American Indian Alone	0.3%	0.2%	0.2%
Asian Alone	3.9%	4.1%	3.9%
Pacific Islander Alone	0.2%	0.1%	0.1%
Some Other Race Alone	1.3%	1.6%	1.6%
Two or More Races	2.0%	2.8%	2.8%
Hispanic Origin	5.3%	6.7%	6.8%
Diversity Index	61.0	62.1	62.5
2010 Population by Relationship and Household Type			
Total	1,273	5,017	9,716
In Households	91.0%	75.8%	77.6%
In Family Households	54.5%	42.6%	42.9%
Householder	18.1%	14.2%	14.2%
Spouse	8.8%	7.0%	6.3%
Child	23.2%	18.0%	18.9%
Other relative	2.9%	2.4%	2.3%
Nonrelative	1.4%	1.2%	1.2%
In Nonfamily Households	36.6%	33.2%	34.7%
In Group Quarters	9.0%	24.2%	22.4%
Institutionalized Population	0.0%	3.1%	1.6%
Noninstitutionalized Population	8.9%	21.1%	20.8%

Data Note: Persons of Hispanic Origin may be of any race. The Diversity Index measures the probability that two people from the same area will be from different race/ethnic groups.
Source: U.S. Census Bureau, Census 2010 Summary File 1. Esri forecasts for 2016 and 2021 Esri converted Census 2000 data into 2010 geography.

April 06, 2017

Figure III-211 :

La population blanche et noire reste assez constante entre 2016 et 2021 alors que les hispaniques augmentent.

3.16.3 Profil Infographique de synthèse des foyers par types dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes) :

esri

Community Profile

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia, 31401
Walk Time: 5, 10, 15 minute radii

Prepared by Esri
Latitude: 32.07261
Longitude: -81.10076

	5 minutes	10 minutes	15 minutes
2010 Households by Type			
Total	560	1,683	3,726
Households with 1 Person	42.0%	44.5%	46.1%
Households with 2+ People	58.0%	55.5%	53.9%
Family Households	40.2%	36.8%	34.5%
Husband-wife Families	19.6%	18.3%	16.1%
With Related Children	3.8%	3.8%	3.4%
Other Family (No Spouse Present)	20.5%	18.5%	18.4%
Other Family with Male Householder	2.1%	2.1%	2.0%
With Related Children	1.1%	0.9%	0.9%
Other Family with Female Householder	18.4%	16.4%	16.4%
With Related Children	15.2%	13.3%	13.3%
Nonfamily Households	17.9%	18.7%	19.4%
All Households with Children	20.2%	18.1%	17.7%
Multigenerational Households	2.1%	2.1%	1.8%
Unmarried Partner Households	7.5%	7.8%	7.2%
Male-female	6.4%	6.6%	6.0%
Same-sex	1.1%	1.2%	1.2%
2010 Households by Size			
Total	560	1,682	3,726
1 Person Household	42.0%	44.5%	46.1%
2 Person Household	35.9%	34.2%	32.6%
3 Person Household	10.0%	9.8%	11.0%
4 Person Household	5.9%	5.8%	5.7%
5 Person Household	3.6%	3.3%	2.8%
6 Person Household	1.2%	1.1%	0.9%
7 + Person Household	1.4%	1.2%	1.0%
2010 Households by Tenure and Mortgage Status			
Total	559	1,683	3,726
Owner Occupied	27.5%	27.6%	24.5%
Owned with a Mortgage/Loan	18.2%	18.5%	17.0%
Owned Free and Clear	9.3%	9.0%	7.5%
Renter Occupied	72.5%	72.4%	75.5%
2010 Housing Units By Urban/ Rural Status			
Total Housing Units	704	2,061	4,593
Housing Units Inside Urbanized Area	100.0%	100.0%	100.0%
Housing Units Inside Urbanized Cluster	0.0%	0.0%	0.0%
Rural Housing Units	0.0%	0.0%	0.0%

Data Note: Households with children include any households with people under age 18, related or not. Multigenerational households are families with 3 or more parent-child relationships. Unmarried partner households are usually classified as nonfamily households unless there is another member of the household related to the householder. Multigenerational and unmarried partner households are reported only to the tract level. Esri estimated block group data, which is used to estimate polygons or non-standard geography.
Source: U.S. Census Bureau, Census 2010 Summary File 1. Esri forecasts for 2016 and 2021 Esri converted Census 2000 data into 2010 geography.

April 06, 2017

©2016 Esri

Page 6 of 7

Figure III-212 :

Les foyers à une seule personne sont en grand nombre autour du site entre 42% et 46,1%. Cela s'explique par l'université SCAD et le fait que les étudiants sont souvent en appartement. Cela donne aussi une idée du grand besoin de mixité et de considération dans le nouveau projet de structures familiales différentes.

Les foyers à plus de deux personnes représentent 58% de la population.

3.16.4 Profil Infographique de synthèse des populations par niveau d'éducation dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes) :

esri **Community Profile**

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia, 31401
Walk Time: 5, 10, 15 minute radii

Prepared by Esri
Latitude: 32.07261
Longitude: -81.10076

	5 minutes	10 minutes	15 minutes
2016 Population 25+ by Educational Attainment			
Total	735	2,699	5,119
Less than 9th Grade	4.5%	4.8%	6.2%
9th - 12th Grade, No Diploma	9.7%	8.3%	8.3%
High School Graduate	17.4%	17.2%	16.8%
GED/Alternative Credential	2.7%	5.4%	4.7%
Some College, No Degree	19.0%	17.9%	17.7%
Associate Degree	5.3%	3.9%	4.7%
Bachelor's Degree	22.0%	23.8%	24.2%
Graduate/Professional Degree	19.3%	18.7%	17.5%
2016 Population 15+ by Marital Status			
Total	1,095	4,686	8,855
Never Married	62.7%	66.7%	67.7%
Married	25.5%	22.3%	20.7%
Widowed	3.7%	3.3%	4.2%
Divorced	8.1%	7.7%	7.4%
2016 Civilian Population 16+ in Labor Force			
Civilian Employed	90.8%	91.6%	91.8%
Civilian Unemployed	9.3%	8.4%	8.2%
2016 Employed Population 16+ by Industry			
Total	486	1,794	3,469
Agriculture/Mining	0.0%	0.1%	0.0%
Construction	1.9%	2.2%	2.6%
Manufacturing	7.2%	7.2%	6.0%
Wholesale Trade	1.2%	1.3%	0.9%
Retail Trade	14.8%	11.9%	10.8%
Transportation/Utilities	3.5%	2.7%	2.4%
Information	0.6%	1.2%	1.2%
Finance/Insurance/Real Estate	8.8%	7.9%	6.1%
Services	58.0%	61.1%	66.1%
Public Administration	3.9%	4.5%	4.0%
2016 Employed Population 16+ by Occupation			
Total	485	1,795	3,468
White Collar	66.7%	68.3%	64.0%
Management/Business/Financial	18.5%	18.0%	16.2%
Professional	23.5%	25.0%	24.9%
Sales	17.3%	15.2%	12.4%
Administrative Support	7.4%	10.1%	10.5%
Services	19.1%	20.1%	26.5%
Blue Collar	14.0%	11.6%	9.4%
Farming/Forestry/Fishing	0.0%	0.1%	0.0%
Construction/Extraction	1.2%	1.4%	1.7%
Installation/Maintenance/Repair	0.6%	1.2%	0.9%
Production	4.7%	3.6%	2.2%
Transportation/Material Moving	7.4%	5.4%	4.5%
2010 Population By Urban/ Rural Status			
Total Population	1,273	5,017	9,716
Population Inside Urbanized Area	100.0%	100.0%	100.0%
Population Inside Urbanized Cluster	0.0%	0.0%	0.0%
Rural Population	0.0%	0.0%	0.0%

Source: U.S. Census Bureau, Census 2010 Summary File 1. Esri forecasts for 2016 and 2021 Esri converted Census 2000 data into 2010 geography.

April 06, 2017

Figure III-213 :

En 2016, on note entre 16,8% et 17,4% de populations âgées de 25 ans ou plus ayant le baccalauréat contre 9,7% n'ayant aucun diplôme. 24% on franchit le cap de la licence et 19,3% un diplôme professionnel ou un Master.

- Respectivement, 62,7%, 66,7%, 67,7% de populations de 25 ans et plus ne se sont jamais mariées contre 25,5%, 22,3%,20,7% mariées en 2016.
- A peu près 8,1% de divorcés.
- 90,8% de la population de 16 ans et plus à un emploi en 2016 contre 9,3% sans emploi.

Les emplois les mieux représentés sont : les services qui emploient 58% de personnes ayant 16 ans et plus, les RETAIL TRADE qui emploient 14,8%, la construction n'emploie que 1,9%.

3.16.5 **Profil Infographique de synthèse des populations par rapport au styles, tendances et aux dépenses dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes) :**

Figure III-214 :

esri

Community Profile

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia, 31401
Walk Time: 5, 10, 15 minute radii

Prepared by Esri
Latitude: 32.07261
Longitude: -81.10076

		5 minutes	10 minutes	15 minutes
Top 3 Tapestry Segments				
	1.	College Towns (14B)	College Towns (14B)	College Towns (14B)
	2.	City Commons (11E)	City Commons (11E)	City Commons (11E)
	3.	Modest Income Homes	Retirement Communities	Retirement Communities
2016 Consumer Spending				
Apparel & Services: Total $		$865,013	$2,389,241	$4,627,528
Average Spent		$1,517.57	$1,378.67	$1,200.71
Spending Potential Index		75	68	60
Education: Total $		$708,411	$1,911,900	$3,777,804
Average Spent		$1,242.83	$1,103.23	$980.23
Spending Potential Index		88	78	69
Entertainment/Recreation: Total $		$1,123,444	$3,158,138	$6,105,068
Average Spent		$1,970.95	$1,822.35	$1,584.09
Spending Potential Index		68	63	54
Food at Home: Total $		$2,130,798	$5,943,422	$11,480,873
Average Spent		$3,738.24	$3,429.56	$2,978.95
Spending Potential Index		75	69	60
Food Away from Home: Total $		$1,321,346	$3,660,345	$7,099,061
Average Spent		$2,318.15	$2,112.14	$1,842.00
Spending Potential Index		75	68	60
Health Care: Total $		$1,866,161	$5,377,128	$10,386,433
Average Spent		$3,273.97	$3,102.79	$2,694.97
Spending Potential Index		62	59	51
HH Furnishings & Equipment: Total $		$684,425	$1,920,428	$3,716,267
Average Spent		$1,200.75	$1,108.15	$964.26
Spending Potential Index		68	63	55
Personal Care Products & Services: Total $		$277,173	$786,353	$1,523,042
Average Spent		$486.27	$453.75	$395.18
Spending Potential Index		66	62	54
Shelter: Total $		$6,513,474	$18,225,714	$35,352,598
Average Spent		$11,427.15	$10,516.86	$9,172.96
Spending Potential Index		73	68	59
Support Payments/Cash Contributions/Gifts in Kind: Total $		$809,465	$2,341,056	$4,528,831
Average Spent		$1,420.11	$1,350.87	$1,175.10
Spending Potential Index		61	58	51
Travel: Total $		$613,621	$1,755,818	$3,402,549
Average Spent		$1,076.53	$1,013.17	$882.86
Spending Potential Index		58	54	47
Vehicle Maintenance & Repairs: Total $		$408,436	$1,145,435	$2,214,978
Average Spent		$716.55	$660.95	$574.72
Spending Potential Index		69	64	56

En 2016, les dépenses les plus élevées s'établissent comme suit ;

- Le logement $11 427,15 en moyenne
- L'alimentation à la maison. $3 738,24 en moyenne.
- La santé $3 273,97 en moyenne.
- L'alimentation hors de la maison $ 2 318,15 en moyenne.
- Les loisirs $1 970,95 en moyenne.
- L'ameublement $1 200,75 en moyenne.
- Entretien de voiture $716,55 en moyenne.
- Produits cosmétiques et d'entretien $486,27 en moyenne

3.16.6 Profil Infographique de synthèse des populations par rapport au pouvoir d'achat ainsi que le revenu disponible (épargnes) dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes) :

Disposable Income Profile

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia, 31401
Walk Time: 5 minute radius

Prepared by Esri
Latitude: 32.07261
Longitude: -81.10076

	Census 2010	2016	2021	2016-2021 Change	2016-2021 Annual Rate
Population	1,273	1,322	1,368	46	0.69%
Median Age	26.9	27.5	28.3	0.8	0.58%
Households	559	570	588	18	0.62%
Average Household Size	2.07	2.10	2.12	0.02	0.19%

2016 Households by Disposable Income	Number	Percent
Total	570	100.0%
<$15,000	226	39.6%
$15,000-$24,999	79	13.9%
$25,000-$34,999	71	12.5%
$35,000-$49,999	65	11.4%
$50,000-$74,999	54	9.5%
$75,000-$99,999	22	3.9%
$100,000-$149,999	24	4.2%
$150,000-$199,999	15	2.6%
$200,000+	14	2.5%
Median Disposable Income	$21,681	
Average Disposable Income	$39,679	

	Number of Households						
2016 Disposable Income by Age of Householder	<25	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75+
Total	125	140	65	59	94	62	24
<$15,000	65	56	23	20	34	19	11
$15,000-$24,999	13	22	10	8	10	11	5
$25,000-$34,999	17	18	9	6	9	9	3
$35,000-$49,999	15	15	7	7	10	7	3
$50,000-$74,999	7	16	8	7	10	6	1
$75,000-$99,999	3	5	2	4	4	4	0
$100,000-$149,999	4	5	2	4	6	3	0
$150,000-$199,999	1	2	2	2	5	2	0
$200,000+	1	2	2	3	5	3	0
Median Disposable Income	$14,538	$20,636	$25,000	$28,530	$27,268	$26,715	$15,617
Average Disposable Income	$26,939	$34,507	$41,302	$51,772	$55,327	$48,076	$20,752

Disposable Income Profile

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia, 31401
Walk Time: 10 minute radius

Prepared by Esri
Latitude: 32.07261
Longitude: -81.10076

	Census 2010	2016	2021	2016-2021 Change	2016-2021 Annual Rate
Population	5,017	5,366	5,573	207	0.76%
Median Age	24.9	25.2	26.1	0.9	0.70%
Households	1,683	1,733	1,803	70	0.80%
Average Household Size	2.26	2.32	2.34	0.02	0.17%

2016 Households by Disposable Income	Number	Percent
Total	1,733	100.0%
<$15,000	641	37.0%
$15,000-$24,999	279	16.1%
$25,000-$34,999	223	12.9%
$35,000-$49,999	207	11.9%
$50,000-$74,999	185	10.7%
$75,000-$99,999	71	4.1%
$100,000-$149,999	66	3.8%
$150,000-$199,999	32	1.8%
$200,000+	31	1.8%
Median Disposable Income	$22,434	
Average Disposable Income	$37,499	

	Number of Households						
2016 Disposable Income by Age of Householder	<25	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75+
Total	357	414	196	174	269	216	108
<$15,000	175	151	63	54	95	60	43
$15,000-$24,999	48	72	32	25	34	47	22
$25,000-$34,999	51	54	27	18	27	31	15
$35,000-$49,999	40	48	25	21	33	25	15
$50,000-$74,999	21	51	27	22	32	23	9
$75,000-$99,999	7	15	9	12	13	12	2
$100,000-$149,999	9	14	5	10	16	10	1
$150,000-$199,999	2	6	5	5	10	4	0
$200,000+	2	4	3	6	10	5	0
Median Disposable Income	$15,350	$22,073	$25,829	$28,517	$26,781	$25,351	$18,641
Average Disposable Income	$26,495	$34,425	$39,809	$48,748	$48,479	$42,001	$26,638

Disposable Income Profile

456 Martin Luther King Jr Blvd, Savannah, Georgia, 31401
Walk Time: 15 minute radius

Prepared by Esri
Latitude: 32.07261
Longitude: -81.10076

	Census 2010	2016	2021	2016-2021 Change	2016-2021 Annual Rate
Population	9,716	10,314	10,708	394	0.75%
Median Age	24.7	24.9	25.7	0.8	0.63%
Households	3,726	3,854	4,020	166	0.85%
Average Household Size	2.02	2.05	2.06	0.01	0.10%

2016 Households by Disposable Income	Number	Percent
Total	3,854	100.0%
<$15,000	1,607	41.7%
$15,000-$24,999	609	15.8%
$25,000-$34,999	468	12.1%
$35,000-$49,999	429	11.1%
$50,000-$74,999	386	10.0%
$75,000-$99,999	135	3.5%
$100,000-$149,999	122	3.2%
$150,000-$199,999	51	1.3%
$200,000+	48	1.2%
Median Disposable Income	$19,235	
Average Disposable Income	$33,229	

	Number of Households						
2016 Disposable Income by Age of Householder	<25	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75+
Total	798	918	409	412	565	487	264
<$15,000	435	387	145	154	226	149	109
$15,000-$24,999	107	155	63	55	73	109	47
$25,000-$34,999	102	110	57	41	55	67	36
$35,000-$49,999	76	98	51	48	68	52	35
$50,000-$74,999	42	100	55	50	62	51	26
$75,000-$99,999	14	26	15	24	26	24	6
$100,000-$149,999	16	25	9	21	27	21	2
$150,000-$199,999	3	10	9	9	13	5	1
$200,000+	3	7	5	10	13	8	1
Median Disposable Income	$13,759	$18,610	$24,204	$24,231	$21,838	$23,002	$18,721
Average Disposable Income	$23,240	$30,806	$36,558	$42,510	$40,753	$37,837	$27,732

Figure III-215 :

Une moyenne d'âge de 27 ans. 39,6% de foyer (à 3 personnes) ont en dessous de $15 000 de disponibilité en liquidité(finances).
On remarque que toutes les tranches d'âges ont plus ou moins comparables quant à la disponibilité de liquide. Ceci soulève une autre question très importante et d'actualité ; « ***à quoi sert la longévité au travailleur si on s'en sort comme des jeunes qui commencent après avoir passé des décennies de sa vie à travailler*** »? assez décevant.

Conclusion :

En conclusion, ces données d'analyse donnent à réfléchir. On est devant une réalité effrayante qui dévoile l'état de précarité dans laquelle les populations qui travaillent à temps plein vivent. Car si en travaillant 40 heures par semaine, plus de la moitié des habitants de ce quartier vit en dessous du seuil de pauvreté, alors ce modèle de fonctionnement de la société est inadéquat et à revoir. On se demande ce qui adviendrait si la population augmentait ?

Si l'on suit la logique générale, il parait inévitable qu'une augmentation de population causera une augmentation des réalités existantes dans le site entre autres ; une augmentation de population vivant en dessous du seuil de pauvreté. Cela risque donner lieu à une ville chaotique, où les citadins se retrouvent coincés incapables d'atteindre une place digne dans la société. C'est peut-être une révélation que le modèle actuel :

- Éducation-Diplôme-Chômage/Travail doit être remplacé par
- Entreprenariat/Création d'entreprise Innovation ?

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

CHAPITRE IV : L'ANALYSE SPATIAL DE RÉGRESSION

4.1 Analyse de régression à l'aide des applications SAS[110] et ArcGIS Pro :

La plateforme ESRI possède la capacite de faire des analyses de régression, seulement, ce travail a utilisé une autre application ***SAS*** pour cette analyse pour une raison de temps et d'accessibilité (car il était plus efficace de m'inscrire dans une classe en ligne pendant 5 semaines pour gagner l'expertise nécessaire pour une utilisation basique de SAS, le même processus étant plus complexe sur la plateforme ESRI). SAS est une suite logicielle développée par SAS Institute pour l'analyse avancée, l'analyse multivariée, l'intelligence d'affaires, la gestion de données et l'analyse de probabilité d'occurrence. SAS a été développé à la *North Carolina State University* de 1966 à 1976, date à laquelle le SAS Institute a été constitué.

4.1.1 Introduction et généralité.

La plupart des analyses géospatiales, qu'il s'agisse de proximité, de recouvrement ou d'analyses de points de concentration à forte occurrence statistique, déterminent l'information de localisation ; (où sont situés les choses). Ces analyses permettent de découvrir où un phénomène s'est produit. La question qui revient face à de nombreuses analyses SIG est pourquoi les choses se produisent et se reproduisent à des endroits spécifiques ?
C'est donc pour commencer à répondre à ces questions qu'on fait appel à *l'analyse de régression*. Cette analyse permet de déterminer avec plus de précision le(s) facteur(s) qui contribuent à un phénomène ainsi que la façon dont l'emplacement géographique influence les relations entre les données analysées. Plus qu'une solution à un problème, l'analyse de régression constitue plutôt une plateforme gigantesque sur laquelle on peut afficher une myriade d'informations souvent pas évidentes et donnant à penser aux concepteurs. En d'autres termes, ce travail utilise l'analyse de régression comme un moyen de ramener dans le champ de vision de l'expert des faits spatio-temporels ou éphémères qui autrement ne figureront pas dans le registre des éléments utilisés dans la conception urbaine.

Comme on l'a vu dans le chapitre précèdent, les facteurs qui contribuent à la criminalité peuvent varier d'une zone à une autre pour inclure entre autres le niveau d'éducation, la classe sociale, le revenu des foyers, l'abus d'alcool ou la consommation et dépendance aux drogues, la proximité ou non à un environnement urbain ou poste de police etc…. Lorsque l'on analyse plus d'un facteur comme cause de certains phénomènes (par exemple, crime), on doit utiliser un modèle multivarié[111]. L'analyse de régression entre en jeu ici, car elle permet d'entrer dans une complexité d'analyse de ces variables et de déterminer l'étendue

[110] ***SAS*** est une suite logicielle développée par SAS Institute pour l'analyse avancée, l'analyse multivariée, l'intelligence d'entreprises, la gestion de données et l'analyse prédictive. SAS a été développé à l'université d'état de la Caroline du Nord de 1966 à 1976, date à laquelle le SAS Institute a été constitué.
[111] En statistique, les analyses multivariées ont pour caractéristique de s'intéresser à des lois de probabilité à plusieurs variables.

(ou le degré) à laquelle elles contribuent au crime. Si l'analyse détermine que l'alcool et les drogues sont un facteur majeur de la criminalité, on peut alors planifier des actions appropriées pour sensibiliser les personnes concernées, accroître la sensibilisation du public et intensifier l'application de la loi dans les zones à forte criminalité. Une résolution qui peut aider à penser la ville neuro-prophétique de manière plus humaine/intelligente ; la ville étant ici considérée dans ses dimensions sociales, économiques et culturelles etc.

4.1.2 Description et utilité de l'analyse de régression dans ce travail :

La complexité de cette approche de ville Neuro-prothétique est une complexité analytique souvent non utilisée en développement urbain. Ce travail de recherche fait donc recours à la statistique nécessaire dans une travail procédural incluant des données paramétriques.

L'avantage de l'analyse de régression est qu'elle permet de gérer un grand nombre de variables à la fois. Dans ce processus statistique, l'architecte ou l'urbaniste doit avoir des connaissances poussées dans le domaine de régression afin de s'en servir à de bonnes fins, car il revient à ce dernier de prendre des décisions critiques telles que : estimer les relations entre les différentes variables choisies. La délicatesse de ce processus exige une maîtrise et une expertise très scientifique. L'expert se doit de comprendre de nombreuses techniques de modélisations de régression afin de pouvoir choisir l'analyse ou les analyses nécessaires, les variables à analyser ainsi que leur ordre d'insertion dans l'analyse. Ceci devient donc très méticuleux, l'urbain n'est pas une « science sûre » et un degré de spéculation de l'expert(e) est nécessaire pour innover. Car l'analyse de régression souvent estime l'espérance conditionnelle (potentiel) de la variable dépendante en fonction des variables indépendantes, c'est-à-dire la valeur moyenne de la variable dépendante lorsque les variables indépendantes sont fixes.

4.1.2.1 Définitions :

"***Regression analysis*** *is a statistical technique used to describe relationships among variables.*
The simplest case to examine is one in which a variable Y, referred to as the dependent or target variable, may be related to one variable X, called an independent or explanatory variable, or simply a regressor.
If the relationship between Y and X is believed to be linear, then the equation for a line may be appropriate :
$Y = \beta 1 + \beta 2X$ » [112]

« L'analyse de régression est une technique statistique utilisée pour décrire les relations entre les variables ».
Le cas le plus simple à examiner est celui dans lequel une variable Y, appelée variable dépendante ou cible, peut être liée à une variable X, appelée indépendante ou variable explicative, ou simplement un régresser. Si on pense que la relation entre Y et X est linéaire, alors l'équation pour une ligne peut être appropriée : $Y = \beta 1 + \beta 2X$ *».*

[112] http://personal.cb.cityu.edu.hk/msawan/teaching/FB8916/FB8916Ch1.pdf page 3.

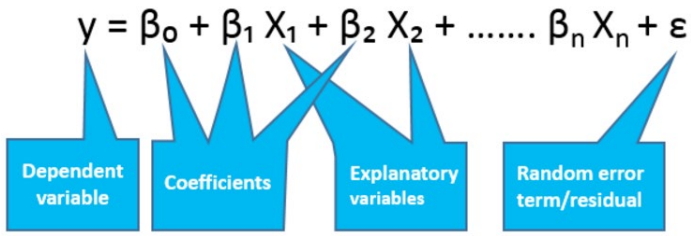
La variable dépendante Y : est la variable représentant le processus prédit ou modélisé, comme le crime, la saisie ou les précipitations. La variable dépendante est fonction des variables indépendantes. La régression peut être utilisée pour prédire la variable dépendante, en utilisant des valeurs connues (observées) pour construire (calibrer) le modèle de régression. Dans l'équation de régression, la variable dépendante apparaît à gauche du signe égal.

Le coefficient : est une valeur associée à chaque variable indépendante dans une équation de régression, représentant la force et le type de relation que la variable indépendante a avec la variable dépendante.

La variable explicative X : aussi appelée variable indépendante. Un ou un ensemble de variables utilisées pour modéliser ou prédire la variable dépendante. Par exemple, une prédiction des achats annuels pour un magasin proposé (la variable dépendante) pourrait inclure des variables indépendantes représentant le nombre de clients potentiels, la distance à la concurrence, la visibilité des magasins et les modèles de dépenses locales. Dans l'équation de régression, les variables indépendantes apparaissent à droite du signe égal et sont souvent appelées variables explicatives.

4.1.2.2 Équation de régression[113] ;

L'équation de régression fournit un contexte pour comprendre les termes utilisés dans l'analyse de régression. Les outils de régression ArcGIS et SAS créent l'équation en fonction des paramètres définis pour ces outils. Cet exemple montre un modèle de cambriolage résidentiel, qui est la variable dépendante (Y). Les variables explicatives suivantes (X) ont été choisies pour aider à expliquer les cambriolages résidentiels : revenus, incidents de vandalisme et nombre de ménages. L'hypothèse est que le cambriolage résidentiel est une fonction du revenu, du vandalisme et du nombre d'unités de logement.



RESIDENTIAL BURGLARY = $\beta_0 + \beta_1$ (INCOME) + β_2 (VANDALISM) + β_3 (HOUSEHOLDS) + RESIDUAL ERROR

Figure IV-1 :

[113] Esri training; Regression analysis

Les outils de régression créent l'équation en fonction des variables choisies.

4.1.2.3 Explications :

La liste suivante décrit plusieurs termes importants qui s'appliquent au graphique de l'équation d'analyse de régression.
La variable dépendante : L'intérêt ici est de comprendre pourquoi les cambriolages résidentiels se produisent, de sorte que les cambriolages résidentiels sont la variable dépendante. La variable dépendante représente ce que l'on essaye de modéliser, de prédire ou d'expliquer, cela dépend d'autres facteurs.
Les coefficients β0, β1 et β2 sont des nombres qui représentent la force et le type de relation entre la variable explicative et la variable dépendante. L'équation renvoie un coefficient pour les variables explicatives suivantes : revenu, vandalisme et ménages. Le coefficient aide ici à déterminer comment chaque variable explicative contribue au cambriolage résidentiel.
Le résiduel : Dans l'équation, les résidus – la différence entre les valeurs réelles observées et les valeurs prédites - sont créés pour les variables explicatives (revenu, vandalisme et ménages), ce qui permet de déterminer s'il y a besoin de plus de variables pour expliquer les cambriolages résidentiels.

4.1.2.4 Flux de travail de régression :

L'analyse de régression utilise un flux de travail standard qui vous permet de rationaliser le processus de détermination des facteurs qui contribuent à un phénomène géographique.

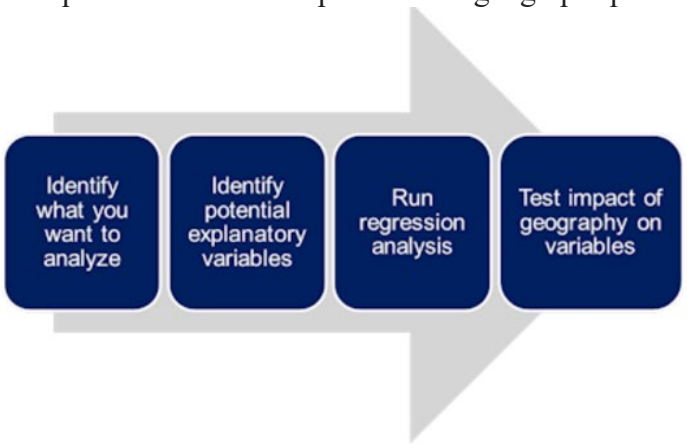


Figure IV-2 : Ce schéma graphique décrit chaque étape du flux de travail de régression.

4.1.2.5 Les étapes :

Elles sont :

- D'identifier ce qu'il faut expliquer ou analyser qui détermine la variable dépendante. La variable dépendante est essentielle à l'analyse de régression car elle constitue une entrée pour tous les outils de régression. C'est-à-dire qu'il suffit de la rentrée une seule fois et elle est retenues pour effectuer toutes les analyses suivantes.
- Après avoir identifié ce que l'on souhaite analyser, la prochaine étape consiste à identifier les variables potentielles qui contribuent à ce phénomène. On identifie ces variables explicatives en appliquant une théorie communément acceptée, en consultant un expert dans le domaine et en utilisant le bon sens.
- Toutes les variables explicatives ne contribuent pas à la variable dépendante. L'analyse des résultats statistiques de la régression peut aider à identifier la combinaison de variables qui expliquent le mieux la variable dépendante.

À cette étape du flux de travail, l'analyse de régression est uniquement statistique, après que les variables explicatives correctes sont trouvées, on peut analyser l'impact que la géographie a sur ces relations.

Une deuxième méthode plus sure est : « ***Ordinary Least Squares (OLS) regression*** » ou *Régression des moindres carrés ordinaires (MCO).*
Les outils de régression ArcGIS ou SAS comprennent un outil d'analyse statistique couramment utilisé : *la régression des moindres carrés ordinaires (MCO)*. Un modèle correctement spécifié est un modèle sûr, car il passe les six contrôles statistiques.

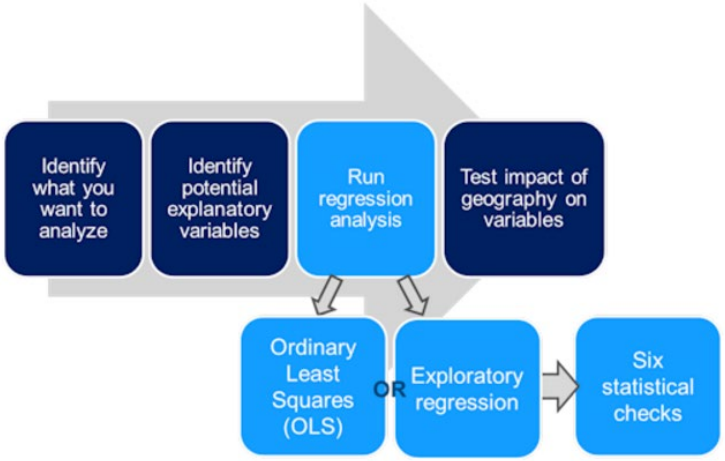


Figure IV-3 :

L'analyse de régression en cours consiste à effectuer les six contrôles statistiques pour trouver un modèle correctement spécifié.

4.1.2.6 L'intelligence collective pour mieux avancer les résultats d'analyse de régression.

L'intelligence collective et une collaboration des équipes de conception devient une norme dans ce processus. L'accent est mis sur la relation entre une variable dépendante et une ou plusieurs variables indépendantes (ou "prédicteurs").

L'analyse de régression dans ce travail est utilisée pour la prévision et la résilience urbaine, l'utilisation tend plus vers une exploration et un test d'applications favorisant un apprentissage lourdement automatique mais basée sur une implication/intervention lourde de l'expertise humaine qui ne peut être singulière. L'approche collective dans l'utilisation de l'analyse de régression dans ce travail est nécessaire dans la mesure où le développement de cette recherche teste un automatisme d'application augmentée par l'expertise du concepteur.

4.2 Analyse de régression sur la sécurité du piéton et du cycliste dans la ville :

Pour démontrer l'application de l'analyse de régression, nous allons prendre le cas de la sécurité du piéton dans la ville de Savannah.

Savannah est une ville touristique qui a accueilli en 2018 14 millions[114] de touristes, un record constamment à la hausse depuis cinq ans. Cette hausse de tourisme place beaucoup de touristes dans les rues de la ville et leur sécurité devient une priorité car ils forment une puissance économique vitale pour la ville Savannah.

4.2.1 Explication du processus

Dans cette partie, les analyses de régression sont utilisées pour déduire des relations de cause à effet entre de nombreuses variables indépendantes et dépendantes. Ceci ne garantit pas un résultat parfait car il est possible que de fausses relations soient créés dans le processus, et ceci même avec la plus haute expertise du concepteur. Il est donc conseillé de faire preuve de beaucoup de prudence car le succès ou non-succès d'une méthode d'analyse de régression émane de la forme du processus de génération de données, leur exactitude (souvent difficile à contrôler), et de la relation du concepteur avec l'approche de régression utilisée. Comme la véritable forme du processus de génération de données n'est pas toujours connue (sources variées), et du fait que l'analyse de régression dépend souvent de la formulation d'hypothèses (expertise du concepteur), il est

[114] http://www.wtoc.com/2018/12/12/another-record-year-expected-savannah-tourism-industry/

risqué de se baser uniquement là-dessus. Il n'empêche que même si la génération de données et les hypothèses sont légèrement faussées, les résultats s'avèrent souvent utiles et mieux que rien et peuvent être testés/complétés par des visites de terrains pour servir dans le processus de développement urbain.

4.2.2 Modélisation des processus de la dynamique avec l'application SAS : Étude approfondie des causes d'accidents répétitifs sur une durée de deux ans autour du site.

Cette analyse examine les caractéristiques de collision des piétons. Les accidents de la circulation impliquant des piétons marchant dans les rues (c'est-à-dire dos à la circulation, faisant face à la circulation ou de profil).

Nous disposons pour ce travail des données des accidents à Savannah déclarés par la police et celles des bureaux d'assurance pour les années 2012 à 2016, cette analyse va examiner les caractéristiques et causes des collisions.

- Au total, 469 accidents et plus de 5 piétons ont été tués dans des accidents de la circulation consécutifs dans un espace géographique très restreint.
- Les blessures subies par les piétons et les caractéristiques de collision peuvent être analysées et comparées.

4.2.2.1 Étude basée sur les données de rapports de police obtenus du bureau des données :

ÉTAPE 1 : En utilisant les données en notre possession qui décrivent les accidents de voiture affectant des piétons à Savannah entre 2012 et 2016, on va tenter de déterminer les causes de ces accidents _ sont-elles physiques, liées aux conditions météorologiques, luminosité, l'âge des conducteurs, inattention, distraction téléphonique ?... Pour pouvoir répondre à ces questions, Il est nécessaire de procéder à l'analyse de régression qui aidera à déterminer les causes afin de permettre à l'expert(e) de trouver des moyens d'améliorer l'expérience humaine et de redonner/rassurer les cyclistes/piétons dans les trottoirs de la ville.

QUESTIONS : Causes physiques liées à une négligence d'entretien d'infrastructures et donc la responsabilité revient à la municipalité ?

La première question à poser est évidement celle de savoir pourquoi les citadins sont-ils heurtés par les voitures ? Qu'est ce qui cause les accidents sur les piétons dans la ville de Savannah ? A première vue, les spéculations peuvent être les suivantes :

1. Mauvais entretien du trottoir,
2. Les voies piétonnes non marquées,
3. Virages étroits,
4. Voitures hybrides plus silencieuses,
5. Signalisation de rue inadéquate,

6. Les conditions de la météo,

Autant de causes probables et variées dont les solutions diffèrent énormément et par conséquent nécessitent une analyse détaillée pour arriver à mieux répondre aux spécificités des causes.

L'utilisation des données locales dans ce travail permet de mieux étudier les causes des accidents sur les piétons et les cyclistes à Savannah. L'accès aux données permet effectivement d'explorer et étudier cet enjeu important aujourd'hui dans une ville qui de surcroit reçoit un nombre grandissant de touristes chaque année.

4.2.2.2 Identifier un sujet d'intérêt spécifique :

ÉTAPE 2 : Causes liées à la mauvaise décision ou âges des conducteurs concernés.

Les accidents sur les piétons sont-ils associés à :

1. Des actions propres des piétons ;
2. L'utilisation non autorisée des voies,
3. L'alcool,
4. Vêtements sombres,
5. L'âge des conducteurs [65 ans et plus ou 20 ans et moins],
6. Heure du jour [nuit vs jour],
7. Distraction au téléphone des automobilistes et/ou piétons,

Cette liste rassemble beaucoup de causes probables, mais à ce stade du développement, Il convient de ne rien laisser car tout pourrait nous être utile. De plus, tous les éléments cités ont une relation très forte et peuvent être traités ensemble de manière à les mettre en valeur les uns en contraste aux autres.

4.2.2.3 Préparation des données sur le sujet d'accident :

ÉTAPE 3 : Lecture et préparation des données à disposition :

La croissance démographique urbaine prévue dans un proche avenir causera certainement beaucoup de problèmes dans les villes existantes. Avec plus de population dans les villes, la sécurité des piétons sera un sujet important. Cette partie s'intéresse à examiner plus en détail les raisons pour lesquelles les piétons sont percutés dans la ville de Savannah.

Dans les données en notre disposition, on a les lieux des dits accidents, les informations sur les individus impliqués, les victimes, le temps et l'heure du jour, les l'âges des conducteurs et des victimes.

4.2.2.4 Identification d'un deuxième sujet à explorer en termes d'association avec le sujet initial.

ÉTAPE 4.

Pour cette étape, il convient d'observer les éléments de l'étape # 3 et déterminer les principales raisons qui semblent être les causes et les utiliser ensemble. Par exemple, sur le deuxième sujet, on pourrait recouper deux ou trois questions ; tels que les emplacements d'accidents récurrents et les panneaux de **signalisation** / trottoirs à ces endroits. Cela peut aider à mieux gérer les problèmes.

ÉTAPE 5 : Ajoutez des questions / éléments / variables documentant le deuxième sujet au dictionnaire de codes.

Revues et littérature sur le sujet.

Selon certaines revues : *…les données récentes de l'ERSO (Observatoire Européen de la Sécurité Routière) montrent une proportion croissante de personnes âgées dans les statistiques de mortalité. En raison de l'augmentation continue de l'espérance de vie en Europe et dans d'autres pays très développés, les personnes âgées constituent un nombre plus important de conducteurs et d'autres usagers de la route, tels que les cyclistes et les piétons, dont les besoins et les habitudes de mobilité ont changé au cours des dernières années*[115].

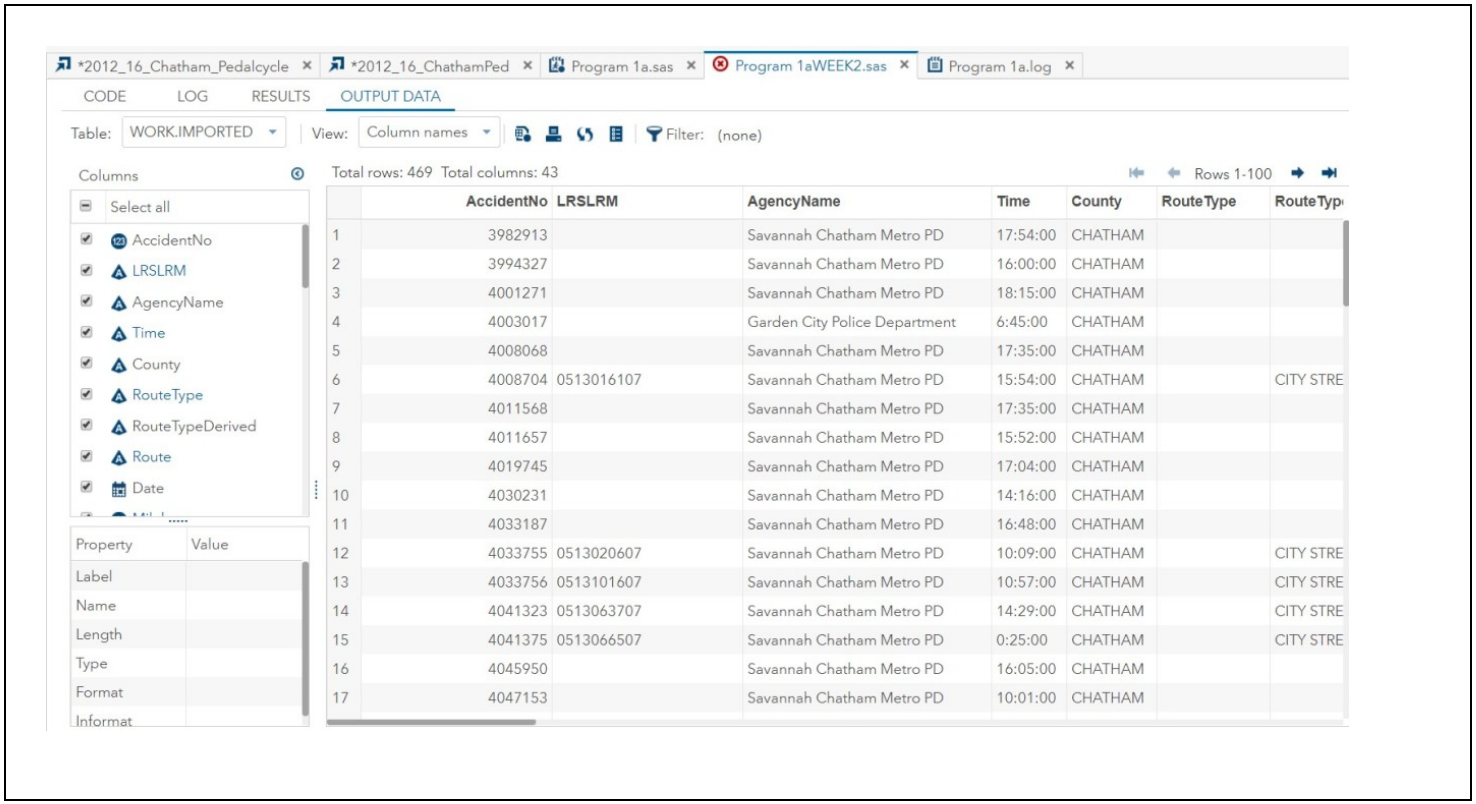
4.2.3 Analyse avec l'application (SAS).

SAS est une application de régression facile à maitriser. SAS a été choisi pour cette raison.

4.2.3.1 Approche

Pour accomplir cette partie, un fichier de type CSV ou Excel est utilisé, le fichier contient des accidents sur les piétons et un autre les cyclistes à Savannah GA de 2012 à 2016. Pour cette tâche, plus de 3 variables liés aux accidents de piétons au centre-ville de Savannah ont été choisi ; à savoir, D.U.I « *Driving Under Influence* » ou conduire en état d'ivresse, l'utilisation du téléphone portable, l'éclairage, lieux géographique, signalisation, etc.

[115] « Le comportement des conducteurs, cyclistes et piétons âgés en matière d'accidents de la route et de blessures ». Document n ° : 2017-01-1397 Publié le : 2017-03-28. DOI : 10.4271 / 2017-01-1397. Auteur (s) : Alba Fornells. Núria Parera. Adria Ferrer, Anita Fiorentino. Pages: 11.



	AccidentNo	LRSLRM	AgencyName	Time	County	RouteType	RouteTyp
1	3982913		Savannah Chatham Metro PD	17:54:00	CHATHAM		
2	3994327		Savannah Chatham Metro PD	16:00:00	CHATHAM		
3	4001271		Savannah Chatham Metro PD	18:15:00	CHATHAM		
4	4003017		Garden City Police Department	6:45:00	CHATHAM		
5	4008068		Savannah Chatham Metro PD	17:35:00	CHATHAM		
6	4008704	0513016107	Savannah Chatham Metro PD	15:54:00	CHATHAM		CITY STRE
7	4011568		Savannah Chatham Metro PD	17:35:00	CHATHAM		
8	4011657		Savannah Chatham Metro PD	15:52:00	CHATHAM		
9	4019745		Savannah Chatham Metro PD	17:04:00	CHATHAM		
10	4030231		Savannah Chatham Metro PD	14:16:00	CHATHAM		
11	4033187		Savannah Chatham Metro PD	16:48:00	CHATHAM		
12	4033755	0513020607	Savannah Chatham Metro PD	10:09:00	CHATHAM		CITY STRE
13	4033756	0513101607	Savannah Chatham Metro PD	10:57:00	CHATHAM		CITY STRE
14	4041323	0513063707	Savannah Chatham Metro PD	14:29:00	CHATHAM		CITY STRE
15	4041375	0513066507	Savannah Chatham Metro PD	0:25:00	CHATHAM		CITY STRE
16	4045950		Savannah Chatham Metro PD	16:05:00	CHATHAM		
17	4047153		Savannah Chatham Metro PD	10:01:00	CHATHAM		

Figure IV-4 : Ci-dessus les données à l'état brut utilisées. Cette table comprend entre autres, les types de route, les descriptions des conducteurs, et bien d'autre détails.

Le souhait serait de combiner les accidents sur piétons et cyclistes. Parce que les cyclistes peuvent être analysés dans la même catégorie que les piétons. Aussi, pour des raisons de petite échelle et taille géographique étudiée, toutes les années ont été retenues (2012-2016) ce qui nous permet de voir davantage dans les motifs répétitifs afin de mieux cerner le ou les problèmes. Une remarque que l'on peut faire d'emblée est que certaines données sont incomplètes ; quelques entrées manquantes dans les données, ceci n'affectera pas les résultats car négligeables. Les informations à disposition sont donc suffisantes pour effectuer cette analyse.

Les causes qui pourraient aider à mieux comprendre les problèmes telles que : la signalisation routière, l'inattention du conducteur, panne de moteur ou actions des piétons etc…. La difficulté a été de pouvoir rentrer ces variables dans l'ensemble. … Il y a eu besoin d'explorer plusieurs scénarios pour arriver à faire fonctionner les valeurs rentrées. Ce qui confirme ici le besoin et la nécessité d'une expertise pour arriver à des résultats vraisemblables.

4.2.3.2 Ci-dessous un tableau représentant des résultats de fréquence par adresse :

La première étape consiste à développer la compréhension requise des scénarios d'accidents, des mécanismes de collision et des risques, et à mettre en œuvre ces résultats dans l'outil de test et les procédures d'évaluation de test.

Les bases de données sur les accidents vont être étudiées et comparées en ce qui concerne les scénarios d'accidents les plus critiques impliquant les personnes âgées, ainsi que leur comportement et les modes de transport présentant un risque plus élevé.

4.2.3.3 Tableau de récurrence par rue

Ci-dessous la sortie qui s'affiche après exécution des données.

Cette première analyse faite sur trois sites montre les fréquences cumulatives d'accidents au même endroit. Sur une durée de quatre ans, on devrait commencer à se poser la question sur l'adresse **130 E Victory Drive** car on y voit un pourcentage cumulatif important.

The FREQ Procedure

STREET NAME				
Route	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
127 MARINERS WAY	1	0.21	1	0.21
12TH ST	1	0.21	2	0.43
130 E VICTORY DR	1	0.21	3	0.64

Figure IV-5 :

4.2.3.4 Le code (SAS)

Dans le codage, on sélectionne un nombre de variable à analyser ensemble. Ceci permet d'écarter les fausses hypothèses. Dans le cas de cette analyse. On a choisi les variables suivantes :

***Route* :** ceci représente le nom et adresse de la rue où l'accident se produit.

Fatalities (qui cause la mort) : ceci représente les fatalités à chaque endroit.

Injurie *:* représente les blessures.

Serions Injuries : représente les blessures graves.
Location of Impact : L'endroit de l'accident (partie de la route) _trottoir, voies etc…
Manne of Collision **:** la manière dont l'accident a eu lieu_ doublement, de face, heurté par l'arrière etc…
U1 Factor **:** la cause première de l'accident.
U2 Factor **:** la cause secondaire de l'accident.
U1 Traffic Control **:** les panneaux de signalisation à l'endroit de l'accident.
U2 Traffic Control **:** autres panneaux de signalisation à l'endroit de l'accident.
Light : Lumière naturelle ou artificielle.
Driver Age1 **:** L'âge du conducteur.
Driver Age2 **:** L'âge du piéton.

CODE LOG RESULTS OUTPUT DATA

```
8  PROC IMPORT DATAFILE ='/home/cwacta0/my_courses/Week2/ACCIDENTS/2012_16_Chatham_Pedalcycle.csv' OUT = imported REPLACE; GETNAMES=YES; GU
9  RUN;
10
11 proc contents data=work.imported; run;
12
13 libname mydata"/courses/d1406ae5ba27fe300" access=readonly;
14 run;
15
16 /* sorting data by route*/
17
18 PROC SORT; by route;
19
20 LABEL route="STREET NAME"
21       Fatalities="FATALITIES"
22       Injuries="INJURIES"
23       SeriousInjuries="SERIOUS INJURIES"
24       LocationOfimpact="LOCATION OF IMPACT"
25       MannerOfCollision="MANNER OF COLLISION"
26       U1Factors="PRIMARY CAUSES OF ACCIDENT"
27       U1TrafficControl="TRAFFIC CONTROL SIGNS AT THE LOCATION"
28       U2Factors="SECONDARY CAUSES OF ACCIDENT"
29       U2TrafficControl="OTHER TRAFFIC CONTROL SIGNS AT THE LOCATION"
30       Light="TYPE OF LIGHTHING AT THE TIME OF THE ACCIDENT"
31       DriverAge1="AGE OF THE VEHICULE DRIVER"
32       DriverAge2="AGE OF THE PEDESTRIAN";
33
34 /* Here I was unable to extract the  age range  of the  drivers that cause was D.U.I to run a frequency. Will do that at a later date. n
35
36 proc freq; tables route fatalities Injuries seriousInjuries locationOfimpact MannerOfCollision U1Factors U1TrafficControl U2Factors U2Tr
```

Figure IV-6 :

4.2.3.5 La procédure du contenu à analyser :

Cette étape reclasse les données rentrées et les prépare par catégorie pour faciliter le processus d'analyse. On peut voir sur le tableau certains détails tels que le nombre de variables à analyser, le type d'entrées, la version de l'application SAS utilisée, la représentation des données...etc.

Table of Contents

The CONTENTS Procedure

Data Set Name	WORK.IMPORTED	Observations	469
Member Type	DATA	Variables	43
Engine	V9	Indexes	0
Created	07/04/2017 09:54:10	Observation Length	696
Last Modified	07/04/2017 09:54:10	Deleted Observations	0
Protection		Compressed	NO
Data Set Type		Sorted	NO
Label			
Data Representation	SOLARIS_X86_64, LINUX_X86_64, ALPHA_TRU64, LINUX_IA64		
Encoding	utf-8 Unicode (UTF-8)		

Engine/Host Dependent Information	
Data Set Page Size	131072
Number of Data Set Pages	3
First Data Page	1
Max Obs per Page	188
Obs in First Data Page	177
Number of Data Set Repairs	0
Filename	/saswork/SAS_workCBAC0000CE1C_odaws02-prod-us/SAS_workEDED0000CE1C_odaws02-prod-us/imported.sas7bdat
Release Created	9.0401M3
Host Created	Linux
Inode Number	36700176
Access Permission	rw-r--r--
Owner Name	cwacta0
File Size	512KB
File Size (bytes)	524288

Figure IV-7 :

4.2.3.6 La procédure de fréquence sur les zones à forte récurrence d'accidents.

Dans les résultats ci-dessous, on peut noter les distributions de fréquence en forme de valeurs prises par les variables, de leur fréquence d'utilisation, de la présence de données manquantes etc.

Dans cette analyse, il paraissait important de catégoriser les accidents par rues. La fréquence a donc été exécutée par itinéraire pour pouvoir déterminer la fréquence à laquelle le problème se produit sur un itinéraire précis. Bien entendu, plusieurs scénarios sont possibles et les décisions de procédure dépendent de l'utilisateur.

Pour donner suite à la décision, on a des résultats qui montrent comme on peut le voir que la BULL Street [qui représente une rue centrale axiale de la ville orientée Nord-Sud] a le plus d'occurrence, et que **Victory Drive** (Est-Ouest). La Victory Drive est pourtant un itinéraire très fréquenté dont les récurrences d'accidents sont négligeables en pourcentage. Ce résultat permet d'exclure le volume d'automobiles sur la route comme cause des accidents.

Cette première observation des résultats génère plus de questions ; est-ce un problème d'orientation ? de signalisation ? de lumières ou une combinaison de tous cela ? Il sera prématuré de répondre à ces questions ici. Les analyses supplémentaires s'avèrent ici nécessaires.

Figure IV-8 : Carte montrant la Bull Street et sa position stratégique dans la ville.

4.2.3.7 Fréquence de procédure selon les rues.

The FREQ Procedure

STREET NAME				
Route	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
127 MARINERS WAY	1	0.21	1	0.21
12TH ST	1	0.21	2	0.43
130 E VICTORY DR	1	0.21	3	0.64
ABERCORN	1	0.21	38	8.10
ABERCORN ST	16	3.41	54	11.51
ABERCORN FRONTAGE RD	1	0.21	55	11.73
ALASKA ST	1	0.21	56	11.94
ALFRED STREET ST	1	0.21	57	12.15
ANDERSON ST	2	0.43	59	12.58
BONAVENTURE RD	1	0.21	84	17.91
BRITTANY ST	1	0.21	85	18.12
BROUGHTON ST	6	1.28	91	19.40
BRYAN ST	3	0.64	94	20.04
BULL ST	17	3.62	111	23.67

Figure IV-9 :

Ce tableau montre les fréquences d'accidents et l'on peut voir que la Bull Street semble un itinéraire dangereux pour piétons. **Bull Street** est aussi la rue qui contient les plus grands parcs de la ville. Si le piéton n'y est pas en sécurité, cela pose un gros problème.

4.2.4 Les Accidents mortels.

Sur 469 accidents, il y a eu 5 décès. Un chiffre peu élevé, mais très coûteux si nous parlons de vies humaines.

Figure IV-10 :

The CONTENTS Procedure

Data Set Name	WORK.IMPORTED	Observations	469
Member Type	DATA	Variables	43
Engine	V9	Indexes	0
Created	07/04/2017 09:54:10	Observation Length	696
Last Modified	07/04/2017 09:54:10	Deleted Observations	0
Protection		Compressed	NO
Data Set Type		Sorted	NO
Label			
Data Representation	SOLARIS_X86_64, LINUX_X86_64, ALPHA_TRU64, LINUX_IA64		
Encoding	utf-8 Unicode (UTF-8)		

Figure IV-11 :

Les tableaux à droite séparent les catégories pour mieux les comprendre. On voit clairement les accidents mortels au nombre de **5**, les blessures ;**314** et les blessures graves ;**28**. Avec ces catégories on analyse les endroits où les accidents se répètent ; par exemple ; la médiane, accotement de route etc…

L'emplacement de l'impact montre une seule donnée manquante. Ce nombre est négligeable compte tenu du nombre de données ici. En outre, cela montre que plus d'accidents se produisent sur la chaussée. Ce qui signifie que les piétons sont engagés sur la chaussée. On voit aussi que la fréquence des accidents hors chaussée est de 35 contre seulement 8 en bordure de route.

FATALITIES				
Fatalities	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	464	98.93	464	98.93
1	5	1.07	469	100.00

INJURIES				
Injuries	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	155	33.05	155	33.05
1	310	66.10	465	99.15
2	3	0.64	468	99.79
3	1	0.21	469	100.00

SERIOUS INJURIES				
SeriousInjuries	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	441	94.03	441	94.03
1	28	5.97	469	100.00

LOCATION OF IMPACT				
LocationOfImpact	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
Gore	4	0.85	4	0.85
Median	1	0.21	5	1.07
Off Roadway	35	7.48	40	8.55
On Roadway	420	89.74	460	98.29
On Shoulder	8	1.71	468	100.00
Frequency Missing = 1				

4.2.4.1 Les premières causes d'accidents :

Au premier regard, on voit dans ce tableau que les accidents sont en majorité la faute de « conducteurs qui ne cèdent pas » ; sur 469 accidents,

- 128 sont causés par des conducteurs qui ne respectent pas les panneaux.
- 49 sont des raisons inconnues ; « autres raisons ».
- 68 sont des causes non explorées dans cette analyse.
- 37 sont des causes de circulation en sens interdit.
- 9 seulement sont causés par des conducteurs ivres.

Le fait que le moins d'accidents soit causés par des conducteurs ivres, est une réalité surprenante, car il semble plus logique de penser que les accidents sont causés par quelqu'un sous influence ou alors distrait par le téléphone.

Cette analyse montre autre chose. Le téléphone portable ne figure pas dans les causes primaires d'accidents et seulement 2 accidents sont des causes météorologiques. Voir tableau ci-dessous.

PRIMARY CAUSES OF ACCIDENT				
U1Factors	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
Changed Lanes Improperly	11	2.38	11	2.38
Changed Lanes Improperly,Inattentive	1	0.22	12	2.59
Changed Lanes Improperly,Object Or Animal	1	0.22	13	2.81
D.U.I	2	0.43	15	3.24
D.U.I,Disregard Stop Sign/Signal	1	0.22	16	3.46
D.U.I,Failed to Yield	2	0.43	18	3.89
D.U.I,Improper Turn	1	0.22	19	4.10
D.U.I,Other	3	0.65	22	4.75
Disregard Stop Sign/Signal	39	8.42	61	13.17
Failed to Yield	128	27.65	210	45.36
Failed to Yield,Disregard Stop Sign/Signal	1	0.22	211	45.57
Failed to Yield,Disregard Stop Sign/Signal,Distracted	1	0.22	212	45.79
Failed to Yield,Inattentive	2	0.43	214	46.22
Failed to Yield,Other	5	1.08	219	47.30
Misjudged Clearance,Inattentive	3	0.65	303	65.44
No Contributing Factors	68	14.69	371	80.13
No Signal/Improper Signal	1	0.22	372	80.35
Other	49	10.58	421	90.93
Other,Inattentive	1	0.22	422	91.14
Too Fast For Conditions	1	0.22	423	91.36
Weather Conditions,Too Fast For Conditions	1	0.22	424	91.58
Wrong Side of Road	37	7.99	461	99.57
Wrong Side of Road,Other	2	0.43	463	100.00
Frequency Missing = 6				

Figure IV-12 :

On peut conclure dans cette étape que les causes sont souvent liées à la signalisation, ainsi, dans 27% des cas, l'accident est dû à une distraction ou à un manque d'attention aux panneaux de signalisations. Il est possible que leur emplacement joue un rôle ; mais avant d'en être sûr, nous devons étudier le deuxième tableau.

4.2.4.2 La prise de décisions dans la gestion des données (SAS).

Comme précédemment, on commence par les mêmes données de base, puis on change de variable. Cette fois, la variable dépendante est l'endroit précis de collision comme on peut voir dans le code suivant.

Table of Contents

The FREQ Procedure

PRIMARY CAUSES OF ACCIDENT				
U1Factors	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
Failed to Yield	44	69.84	44	69.84
Inattentive	16	25.40	60	95.24
Wrong Side of Road	3	4.76	63	100.00

TYPE OF LIGHTHING AT THE TIME OF THE ACCIDENT				
Light	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
DarkLighted	48	76.19	48	76.19
DarkNot Lighted	12	19.05	60	95.24
Dawn	3	4.76	63	100.00

AGE OF THE DRIVER				
DriverAge1	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
16	1	12.50	1	12.50
19	1	12.50	2	25.00
20	1	12.50	3	37.50
21	2	25.00	5	62.50
22	1	12.50	6	75.00
23	1	12.50	7	87.50
25	1	12.50	8	100.00
Frequency Missing = 55				

Figure IV-13 :

*2012_16_ChathamPed | Program 1aWEEK3c.sas | Program 1aWEEK3.log

CODE LOG RESULTS OUTPUT DATA

```
PROC IMPORT DATAFILE ='/home/cwacta0/my_courses/Week2/ACCIDENTS/2012_16_CI
RUN;

proc contents data=work.imported; run;

libname mydata"/courses/d1406ae5ba27fe300" access=readonly;
run;

/* sorting data by location*/

PROC SORT; by LocationOfimpact;

LABEL Route="STREET NAME"
      Fatalities="FATALITIES"
      Injuries="INJURIES"
      SeriousInjuries="SERIOUS INJURIES"
      LocationOfimpact="LOCATION OF IMPACT"
      MannerOfCollision="MANNER OF COLLISION"
      U1Factors="PRIMARY CAUSES OF ACCIDENT"
      U1TrafficControl="TRAFFIC CONTROL SIGNS AT THE LOCATION"
      U2Factors="SECONDARY CAUSES OF ACCIDENT"
      U2TrafficControl="OTHER TRAFFIC CONTROL SIGNS AT THE LOCATION"
      Light="TYPE OF LIGHTHING AT THE TIME OF THE ACCIDENT"
      DriverAge1="AGE OF THE DRIVER"
      DriverAge2="AGE OF THE CYCLIST";
```

Figure IV-14 :

4.2.5 L'éclairage à l'endroit de l'accident :

Cette étude prend en compte la présence ou l'absence de lumière, ceci n'est pas suffisant pour évaluer la sécurité des usagers de la route. Seul un nombre limité d'études dans ce domaine arrive à mesurer réellement les niveaux d'éclairage des routes pendant la nuit. · Ce travail se base uniquement sur les données reçues d'éclairage des rues pendant la nuit au centre-ville de Savannah.

4.2.5.1 Scenarios :

Dans ce scenario, on va intégrer quelques nouvelles variables en plus de la constante ;
La cause primaire de l'accident (constante permettant de normaliser). Les nouvelles variables sont :

- La lumière du jour ou artificielle au moment de l'accident.
- L'âge du conducteur,
- L'âge du cycliste/piéton.

L'étiquetage décompose les données et utilise une meilleure convention nominative ci-dessous, appelé DATA. Puis la question posée est celle de savoir à quelle fréquence les conducteurs de 20 ans et moins heurtent les cyclistes, quels moments (météo/éclairage) semble être associés à plus d'accidents.

L'étape qui suit est le regroupement des cyclistes/piétons dans quatre groupes d'âge à savoir :

- Entre 0-20 = Group 1
- Entre 21-40 = Group 2
- Entre 41-60 = Group 3
- Entre 60 + = Group 4

Cela permet de savoir quel groupe d'âge le plus souvent cause des accidents et, à partir de là, on saura quelles hypothèses de développement proposer.

Le code ci-dessous permet de créer des groupes de manière à mieux distinguer les groupes d'âge qui heurtent le plus les cyclistes/piétons.

```
Data want;
   set imported;
   IF DriverAge1 LE 25 And U1Factors in ("Failed to Yield", "Wrong Side o
   IF Light in ("DarkLighted", "DarkNot Lighted", "Dawn");

  /* Grouping variables within individual variables and looking at 4 age

   IF DriverAge2 LE 20 THEN DriverAge2GROUP=1; /* 0 to 20*/
   ELSE IF DriverAge2 GE 21 AND DriverAge2 LE 40 THEN DriverAge2GROUP=2;
   ELSE IF DriverAge2 GE 41 AND DriverAge2 LE 60 THEN DriverAge2GROUP=3;
   ELSE DriverAge2GROUP =4; /*60 and older*/
run;
```

Figure IV-15 :

4.2.5.2 Éclairage ou manque d'éclairage ;

Bien que les flux de véhicules, de bicyclettes et de piétons soient en général considérablement plus faibles pendant la nuit, un nombre d'accidents plus élevé que prévu se produit pendant cette période. De manière inattendue, les résultats ont aussi montré qu'une augmentation de l'éclairage des routes était associée à un plus grand nombre d'accidents de bicyclettes et de piétons dans la ville. Ainsi, il y a plus d'accidents de nuit où il y a de la lumière à 48% contre seulement 16% où il n'y a pas de lumière et encore moins d'accidents à l'aube.

Le manque de visibilité la nuit est un facteur très influent. Plusieurs études ont montré les effets négatifs du manque de visibilité sur la fréquence des accidents de vélo et de piéton et la gravité des blessures pendant la nuit. Alors que le flux de véhicules était associé à une diminution du nombre d'accidents. L'étude a nécessité plus d'investigation sur la relation précise entre la sécurité et la quantité de lumière fournie par l'éclairage routier, un sujet certes important mais que nous ne traitons pas dans ce travail. Nous allons donc nous contenter des statistiques et analyses pour comprendre les proportions d'accidents de jour et de nuit et les comparer.

TYPE OF LIGHTHING AT THE TIME OF THE ACCIDENT				
Light	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
DarkLighted	48	76.19	48	76.19
DarkNot Lighted	12	19.05	60	95.24
Dawn	3	4.76	63	100.00

Figure IV-16 :

Dans 69% des cas, les accidents se produisent principalement à cause du conducteur qui ne cède pas le passage ou d'un manque d'attention aux signalisations de priorité. Les 25% suivants sont causés par l'inattention des conducteurs.

The FREQ Procedure

PRIMARY CAUSES OF ACCIDENT				
U1Factors	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
Failed to Yield	44	69.84	44	69.84
Inattentive	16	25.40	60	95.24
Wrong Side of Road	3	4.76	63	100.00

Figure IV-17 :

4.2.5.3 L'âge du conducteur :

L'analyse sur l'âge du conducteur n'a pas été concluante, le résultat n'était pas pertinent pour pouvoir en tirer des conclusions à cause d'un nombre élevé de données manquantes 55 (voir ci-dessous). Néanmoins, on peut utiliser une recherche[116] faite en Europe sur ce sujet en raison de la diminution du nombre de morts et de blessés graves sur les routes de l'Union Européenne (UE). Les résultats sont logiques et intéressants.

L'étude se résume sur quelques points marquants :

- *Une proportion croissante de personnes âgées dans les statistiques de mortalité (Observatoire européen de la sécurité routière).*
- *En raison de l'augmentation constante de l'espérance de vie en Europe et dans d'autres pays très développés, les personnes âgées constituent un nombre plus important de conducteurs et d'usagers de la route, des cyclistes et piétons, dont les besoins et les habitudes de mobilité ont évolué au cours des dernières années.*
- *En raison de leur plus grande vulnérabilité, les personnes âgées sont plus susceptibles d'être gravement blessées dans un accident que les personnes plus jeunes.*
- *Aussi, l'étude trouve que les personnes entre 65 ans et plus sont souvent les conducteurs des voitures qui heurtent les cyclistes ou piétons.* Un résultat intéressant.

AGE OF THE DRIVER				
DriverAge1	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
16	1	12.50	1	12.50
19	1	12.50	2	25.00
20	1	12.50	3	37.50
21	2	25.00	5	62.50
22	1	12.50	6	75.00
23	1	12.50	7	87.50
25	1	12.50	8	100.00
Frequency Missing = 55				

Figure IV-18 :

116 "**Senior Drivers, Bicyclists and Pedestrian Behavior Related with Traffic Accidents and Injuries**". Paper #: 2017-01-1397 Published: 2017-03-28. DOI:10.4271/2017-01-1397. Author(s):Alba Fornells. Núria Parera. Adria Ferrer, Anita Fiorentino. Pages:11. http://papers.sae.org/2017-01-1397/

À cause des 55 données manquantes, ce tableau n'est pas concluant.

4.2.5.4 L'âge du Piéton :

Le dernier résultat montrant le groupe d'âge des piétons touchés est assez surprenant.

DriverAge2GROUP	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
1	27	42.86	27	42.86
2	14	22.22	41	65.08
3	17	26.98	58	92.06
4	5	7.94	63	100.00

Figure IV-19 :

Ce tableau montre clairement que les jeunes de 20 ans et moins (groupe #1) sont en majorité victimes d'accidents de voiture. Sans faire d'analyses plus approfondies, il est prudent de rester réservé sur la cause d'accident pour ce groupe d'âge. Il se pourrait simplement que l'emplacement de ces accidents se situe à proximité d'une école ou des zones fréquentées par des personnes plus jeunes. Une analyse approfondie avec plus de variables s'avèrerait nécessaire ici pour pouvoir affirmer avec certitude les causes.

4.3 Gestion des données :

L'importance des analyses de régression dans ce travail est de pouvoir comprendre les motifs et nomenclature des évènements spatiaux pour mieux concevoir. Souvent, les résultats sont en forme de tableaux ; une représentation certes satisfaisante, mais qui parfois pourrait bénéficier d'une carto-diagramme du type ***infographique*** permettant une visualisation et compréhension rapide et efficace des résultats.

Ci-dessous l'illustration des codes montre une exploration de nombreuses pistes en quêtes de l'inconnu (ici la cause première des accidents). N'étant pas experte en matière de code, j'ai trouvé important de procéder de cette manière pour me rassurer de ne pas exclure des pistes qui pourraient apporter des résultats intéressants.

CODE LOG RESULTS OUTPUT DATA

```
Data want;
   set imported;

   IF DriverAge1 LE 25 And U1Factors in ("Failed to Yield", "Wrong Side of Road", "Inat

   IF Light in ("DarkLighted", "DarkNot Lighted", "Dawn");

  /* Grouping variables within individual variables and looking at 4 age groups*/

   IF DriverAge2 LE 20 THEN DriverAge2GROUP=1; /* 0 to 20*/
   ELSE IF DriverAge2 GE 21 AND DriverAge2 LE 40 THEN DriverAge2GROUP=2; /* 21 to 40 */
   ELSE IF DriverAge2 GE 41 AND DriverAge2 LE 60 THEN DriverAge2GROUP=3; /* 41 to 60*/
   ELSE DriverAge2GROUP =4; /*60 and older*/
run;

proc freq ;
  where not missing(U1Factors);
  tables U1Factors ;
run;
proc freq ;
  where not missing(DriverAge1);
  tables DriverAge1 ;
run;


proc freq; tables /*Route Fatalities Injuries SeriousInjuries */ Date LocationOfimpact/
RUN;

Proc GCHART; VBAR U1Factors/Discrete type=PCT width=15;
```

Figure IV-20 : Le tableau d'entrée de données de code pour déterminer le rôle de l'éclairage dans les accidents.

CODE LOG RESULTS OUTPUT DATA

```
/* Generated Code (IMPORT) */
/* Source File:2012_16_ChathamPed.csv */
 /* Source Path: /home/cwacta0/my_courses/Week2/ACCIDENTS */

PROC IMPORT DATAFILE ='/home/cwacta0/my_courses/Week2/ACCIDENTS/2012_
RUN;

proc contents data=work.imported; run;

libname mydata"/courses/d1406ae5ba27fe300" access=readonly;
run;

/* sorting data by location*/

PROC SORT; by LocationOfimpact;

LABEL Route="STREET NAME"
      Fatalities="FATALITIES"
      Injuries="INJURIES"
      SeriousInjuries="SERIOUS INJURIES"
      LocationOfimpact="LOCATION OF IMPACT"
      MannerOfCollision="MANNER OF COLLISION"
      U1Factors="PRIMARY CAUSES OF ACCIDENT"
      U1TrafficControl="TRAFFIC CONTROL SIGNS AT THE LOCATION"
      U2Factors="SECONDARY CAUSES OF ACCIDENT"
      U2TrafficControl="OTHER TRAFFIC CONTROL SIGNS AT THE LOCATION"
      Light="TYPE OF LIGHTHING AT THE TIME OF THE ACCIDENT"
      DriverAge1="AGE OF THE DRIVER"
      DriverAge2="AGE OF THE CYCLIST";
```

Ce code groupe l'âge des piétons en quatre groupes comme décrit au début de ce chapitre.

Le code est décrit de façon à extraire les données manquantes. Ceci permet de comprendre le dégrée d'erreur qui pourrait être causé par le manque de données et agir en conséquence.

Les âges des conducteurs sont regroupés dans 4 groupes à savoir : de 0 à 20 ans =groupe 1, de 21 à 40 ans=groupe 2_41 à 60 ans = groupe 3 et 61 ans et plus =groupe 4.

CODE LOG RESULTS OUTPUT DATA

```
proc freq ;
  where not missing(U1Factors);
  tables U1Factors ;
run;
proc freq ;
  where not missing(DriverAge1);
  tables DriverAge1 ;
run;


proc freq; tables /*Route Fatalities Injuries SeriousInjuries */ Da
RUN;

Proc GCHART; VBAR U1Factors/Discrete type=PCT width=15;

Proc GCHART; VBAR U2Factors/Discrete type=PCT;
Proc GCHART; VBAR Light/Discrete type=PCT;
Proc GCHART; VBAR Date/Discrete type=PCT;
Proc GCHART; VBAR Time/Discrete type=PCT;


PROC UNIVARIATE; VAR DriverAge1;
PROC UNIVARIATE; VAR DriverAge2;
PROC UNIVARIATE; VAR Date;
Run;
```

Figure IV-22 :

4.4 Visualisation graphique des données :

Dans les résultats ci-dessous présentés, les variables sont toutes quantitatives ; cependant, les variables de regroupement issues du codage précédemment créé peuvent être traitées et/ou visualisées qualitativement. Pour plus de flexibilité, deux tables univariées ont été créées pour permettre de générer un tableau et plus tard une charte graphique de visualisation des résultats. Ce sont donc des graphiques catégoriels-quantitatifs pour faciliter la compréhension des diagrammes et une interprétation adéquate des informations importantes.

4.4.1 Graphiques univariés :

Cette étape permet d'approfondir les résultats précédents.

4.4.1.1 Les piétons/cyclistes victimes d'accidents :

Le tableau ci-dessous représente les contrastes quantitatifs et les différences entre les catégories.

DriverAge2GROUP	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
1	27	42.86	27	42.86
2	14	22.22	41	65.08
3	17	26.98	58	92.06
4	5	7.94	63	100.00

Figure IV-23 :

Les jeunes de 0 à 20 ans sont plus heurtés par les automobiles, près de 42.86%. Un nombre plutôt élevé quand on considère le nombre total de personnes heurtées. Ceci signifie que près de la moitié des victimes sont des très jeunes. La question devient celle de savoir si ce groupe de population souvent appelé « *génération X ou millenium* » est juste insouciante dans les rues ? *Ce qui logiquement voudrait dire qu'ils (les jeunes de 0-20) n'ont pas la même appréhension du danger que la précédente*

génération [besoin de plus d'analyse pour confirmer]. Mais ceci soulève un autre problème socio-culturel de génération qui n'ai pas l'une des focales développées dans ce travail. Ou alors, sont-ils connectés par téléphone ou musique et font peu attention aux automobilistes ? Traversent-ils à des endroits non appropriés : passages cloutés ? Ou alors, est-ce juste un malheureux hasard ? Telles sont des questions qu'une analyse plus approfondie pourrait éclairer.

De plus, on constate que les personnes du troisième âge représentent la catégorie la moins atteinte par les accidents ; seulement 5%. Ce chiffre est intéressant, mais nous nous contenterons de ne pas nous y attarder, car nombre faible peut être lié à plusieurs réalités nécessitant plus d'étude notamment : le nombre de personnes de cet âge active et dans la rue quotidiennement. Le pourcentage de cette population par rapport à celle des jeunes de 0 à 20 ans peut faire basculer 5% de négligeable à important…Il existe bien d'autres raisons que nous n'allons pas explorer dans ce travail.

4.4.1.2 Les chartes visuelles des premières causes d'accidents des automobilistes :

S'agissant de la première cause d'accidents : on peut constater que plus de 50% des premières causes d'accidents sur piétons ou cyclistes est le manque de respect des panneaux de signalisation ; priorité ou alors ne cède pas, contre à peu-près 25% par inattention ou distraction. Seulement environ 5% en sens interdit. Ceci pourrait signifier que les panneaux de signalisation et de direction de la circulation sont bien localisés mais pourraient être mal orientés (réfection solaire/couverts ou encombrés...etc..) ? par conséquent peu efficace.

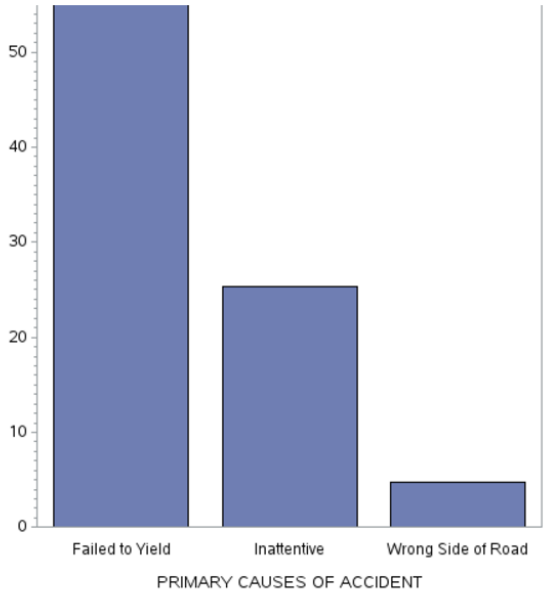


Figure IV-24 :

50% = ne respecte pas les panneaux
25% = inattentif
5% = dans le mauvais sens.

4.4.1.3 La deuxième cause d'accidents *[dans le codage, l'analyse de régression classe les causes par rapport aux données et informations inclues dans les rapports de police ; c'est de là que viens la deuxième cause ou cause secondaire] :*

Le graphe ci-dessous montre que les deuxièmes causes d'accidents sont à environ 80% sans facteurs contribuant. La lecture de ce résultat est plus complexe qu'elle n'apparait. En fait, ceci est un exemple qui montre l'importance de la maîtrise de ces programmes d'analyse pour arriver à en conduire de bonnes analyses aux résultats fiables.

Ce tableau expose tout simplement un manque de données nécessaire pour conclure l'analyse. Ce manque vient de la source de données et du fait que la case de la deuxième cause d'accident est souvent laissée vide. Un manque qui rendrait impossible cette analyse. Néanmoins, nous comprenons à ce niveau pourquoi l'analyse ne peut être concluant et cela nous donne des connaissances qui seront par la suite transmises aux bureaux appropriés pour un ajustement future des nouvelles données.

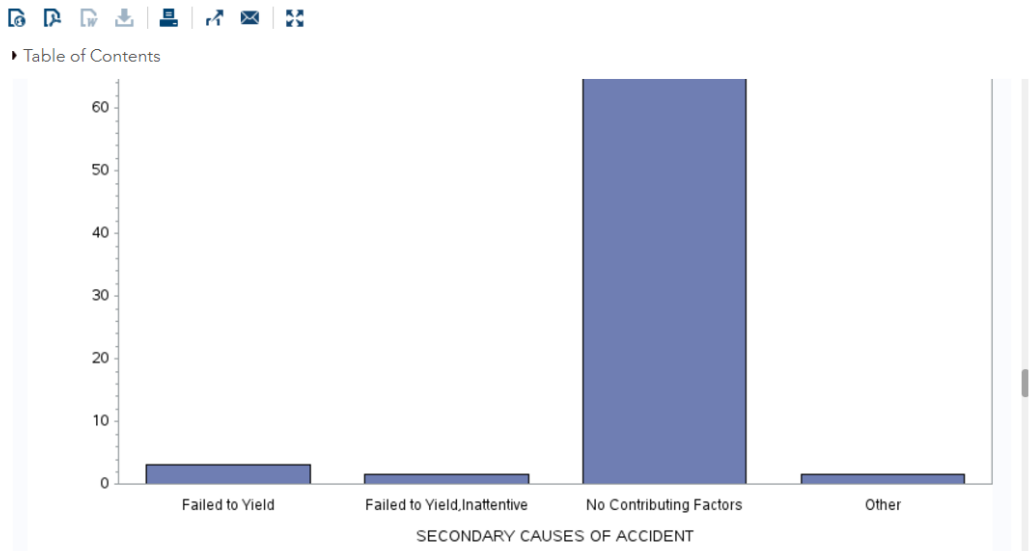


Figure IV-25 :
La deuxième cause d'accident est à 62% inconnue.
L'inattention et autres causes étant négligeable.

4.4.1.4 Tableaux de visualisation d'accidents sur une durée de 5ans :

Cette approche cumulative permet d'avoir un graphique comparatif facilitant d'une part le discernement des fluctuations au cours des années et d'autre part de mieux comprendre les raisons des fluctuations. On note ici que sur une durée de cinq ans, les accidents sont très consistants à l'exception de l'année 2012 où les taux ont presque doublé. Ceci nous amène à nous poser deux questions :

a) Quelle est la raison d'une telle fluctuation si brusque ?

b) Le nombre constant d'accidents sur quatre ans [de 2013 à 2016] : est-ce que les causes d'accident sont plutôt physiques ? [Signalisations mal orientées, réfection solaire aveuglantes, branches couvrant les panneaux, mauvaise signalisation…etc.].

Pour pouvoir aborder les points ci-dessus énumérés, d'autres analyses sont nécessaires.

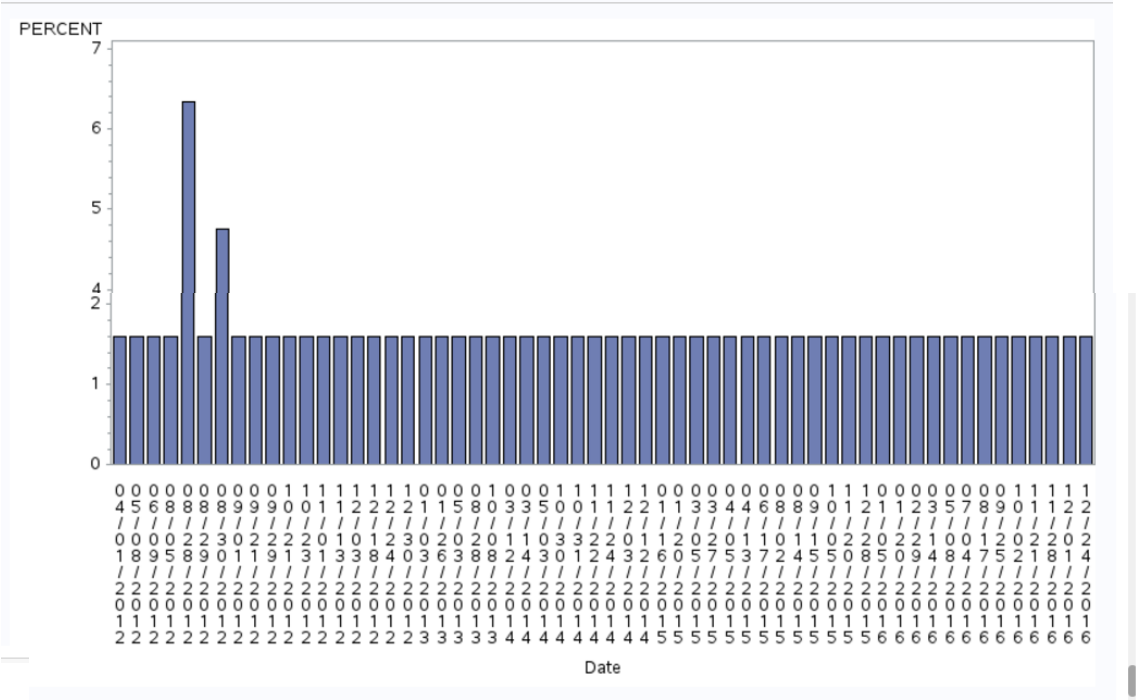


Figure IV-26 :

Cette charte explique enfin plus spécifiquement que les dates **du 28 et 30 Août 2012** sont les exceptions qui ont vu un taux d'accident accroître exponentiellement. Cela peut être juste un malheureux hasard sur deux jours seulement. Ou des faits inconnus qui pourraient conduire à d'autres axes de recherche qui ne sont pas ceux suivis par ce travail.

4.4.1.5 Tableau explicatif des données utilisées et marges d'erreurs :

Le tableau ci-dessous et un élément important dans ce travail. Car il donne à l'utilisateur des indices assez précis du degré d'erreurs et le nombre de données manquantes qui pourraient fausser les résultats.

The UNIVARIATE Procedure
Variable: DriverAge1 (AGE OF THE DRIVER)

Moments			
N	8	Sum Weights	8
Mean	20.875	Sum Observations	167
Std Deviation	2.69589635	Variance	7.26785714
Skewness	-0.4073896	Kurtosis	0.87213808
Uncorrected SS	3537	Corrected SS	50.875
Coeff Variation	12.9144735	Std Error Mean	0.9531433

Basic Statistical Measures			
Location		Variability	
Mean	20.87500	Std Deviation	2.69590
Median	21.00000	Variance	7.26786
Mode	21.00000	Range	9.00000
		Interquartile Range	3.00000

Tests for Location: Mu0=0				
Test	Statistic		p Value	
Student's t	t	21.90122	Pr > |t|	<.0001
Sign	M	4	Pr >= |M|	0.0078
Signed Rank	S	18	Pr >= |S|	0.0078

Le degré d'erreurs dans la variable de l'âge du conducteur est de -0.407 [***skewness***]. Un chiffre dans le négatif qui permet de se rassurer de la fiabilité des résultats des analyses pour cette variable.

Figure IV-27:

4.4.2 Tableaux comparatifs des deux extrêmes dans les résultats d'analyse :

Quantiles (Definition 5)	
Level	Quantile
100% Max	25.0
99%	25.0
95%	25.0
90%	25.0
75% Q3	22.5
50% Median	21.0
25% Q1	19.5
10%	16.0
5%	16.0
1%	16.0
0% Min	16.0

Extreme Observations			
Lowest		Highest	
Value	Obs	Value	Obs
16	59	21	21
19	2	21	46
20	39	22	62
21	46	23	4
21	21	25	42

Missing Values			
Missing Value	Count	Percent Of	
		All Obs	Missing Obs

Figure IV-28 :

Ce tableau représente les valeurs les plus hautes et les plus basses pour raison de contraste.

4.4.3 Catégorie par groupe d'âge des conducteurs :

Ceci montre les groupements d'automobilistes par d'âge pour déterminer quel groupe d'âge est le plus impliqué dans les accidents.

DriverCATEGORY	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
1	63	76.83	63	76.83
2	9	10.98	72	87.80
3	8	9.76	80	97.56
4	2	2.44	82	100.00

Figure IV-29 :

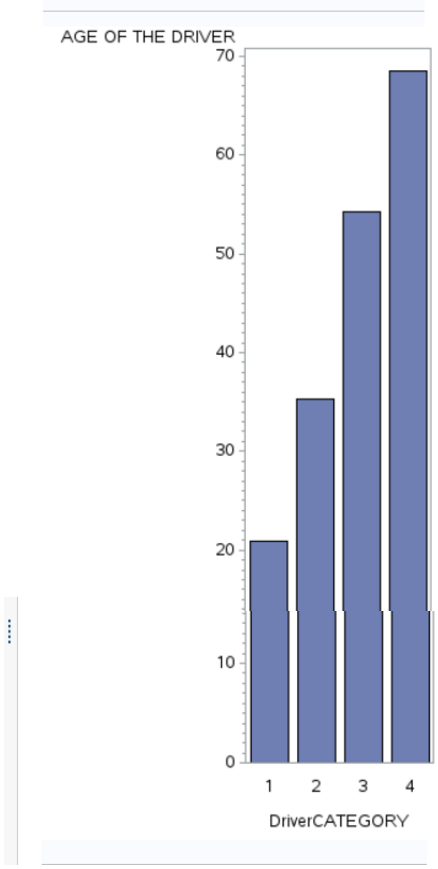
Le résultat est intéressant ici. Le même groupe d'âge de 0 à 20 ans est celui des conducteurs qui est le plus impliqués dans les accidents. Le chiffre ici est assez élevé. 76.83% d'automobilistes jeunes de 0 à 20 ans sont impliqués dans les accidents. C'est vraiment la tranche d'âge entre 18 et 20 ans puisque l'on ne peut conduire sans assistance qu'à partir de 18 ans à Savannah.

4.4.4 Diagramme des âges de conducteurs

Ce graphique montre une distribution des axes X et Y, où la réponse est affichée sous forme de moyenne, sur l'axe des Y.

Le code ci-dessous permet de visualiser les âges par catégorie

```
/* Generated Code (IMPORT) */
/* Source File:2012_16_ChathamPed.csv */
 /* Source Path: /home/cwacta0/my_courses/Week2/ACCIDENTS */

PROC IMPORT DATAFILE ='/home/cwacta0/my_courses/Week2/ACCIDENTS/20
RUN;

proc contents data=work.imported; run;

libname mydata"/courses/d1406ae5ba27fe300" access=readonly;
run;


/* sorting data by location*/

PROC SORT; by route;
Proc UNIVARIATE; VAR DriverAge1 DriverAge2;

PROC Gplot; plot DriverAge2*DriverAge1;
Run;
```



Axe X = catégorie/groupe de conducteurs.

Axe Y = Age des conducteurs.

Figure IV-30 :

4.4.5 Tableaux comparatifs des degrés d'erreurs des données sur les automobilistes et les piétons :

CODE LOG RESULTS OUTPUT DATA

Table of Contents

The UNIVARIATE Procedure
Variable: DriverAge1

Moments			
N	481	Sum Weights	481
Mean	43.4199584	Sum Observations	20885
Std Deviation	18.8897662	Variance	356.823267
Skewness	0.45617777	Kurtosis	-0.5942999
Uncorrected SS	1078101	Corrected SS	171275.168
Coeff Variation	43.5048003	Std Error Mean	0.8612992

Basic Statistical Measures			
Location		Variability	
Mean	43.41996	Std Deviation	18.88977
Median	40.00000	Variance	356.82327
Mode	20.00000	Range	92.00000
		Interquartile Range	32.00000

Tests for Location: Mu0=0				
Test	Statistic		p Value	
Student's t	t	50.41217	Pr > |t|	<.0001
Sign	M	240.5	Pr >= |M|	<.0001
Signed Rank	S	57960.5	Pr >= |S|	<.0001

Quantiles (Definition 5)	
Level	Quantile

ogram TaWEEK4aa.sas Program TaWEEK4eLast.sas Program

CODE LOG RESULTS OUTPUT DATA

Table of Contents

Level	Quantile
100% Max	105
99%	91
95%	74
90%	69
75% Q3	59
50% Median	40
25% Q1	27
10%	20
5%	19
1%	17
0% Min	13

Extreme Observations			
Lowest		Highest	
Value	Obs	Value	Obs
13	800	91	399
14	470	91	613
16	135	104	408
16	65	104	798
17	1039	105	655

Missing Values			
Missing Value	Count	Percent Of	
		All Obs	Missing Obs
.	563	53.93	100.00

Figure IV-31 :

CODE LOG RESULTS OUTPUT DATA

Table of Contents

The UNIVARIATE Procedure
Variable: DriverAge2

Moments			
N	380	Sum Weights	380
Mean	41.5947368	Sum Observations	15806
Std Deviation	16.5763278	Variance	274.774642
Skewness	0.49814921	Kurtosis	-0.4579726
Uncorrected SS	761586	Corrected SS	104139.589
Coeff Variation	39.8519838	Std Error Mean	0.85034767

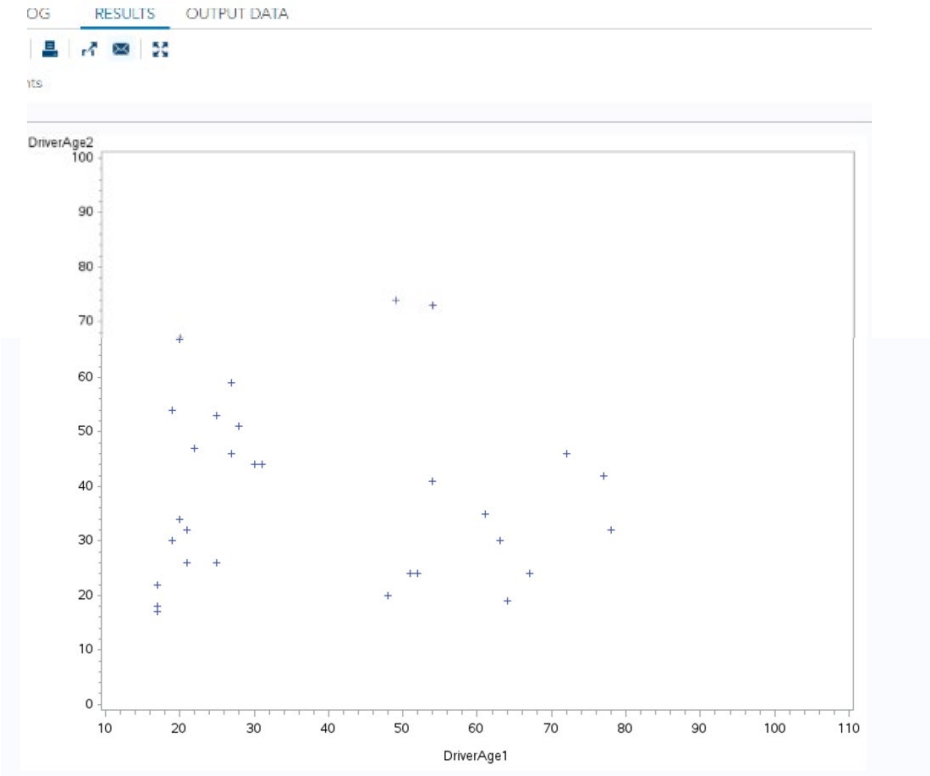
Basic Statistical Measures			
Location		Variability	
Mean	41.59474	Std Deviation	16.57633
Median	39.00000	Variance	274.77464
Mode	26.00000	Range	93.00000
		Interquartile Range	26.00000

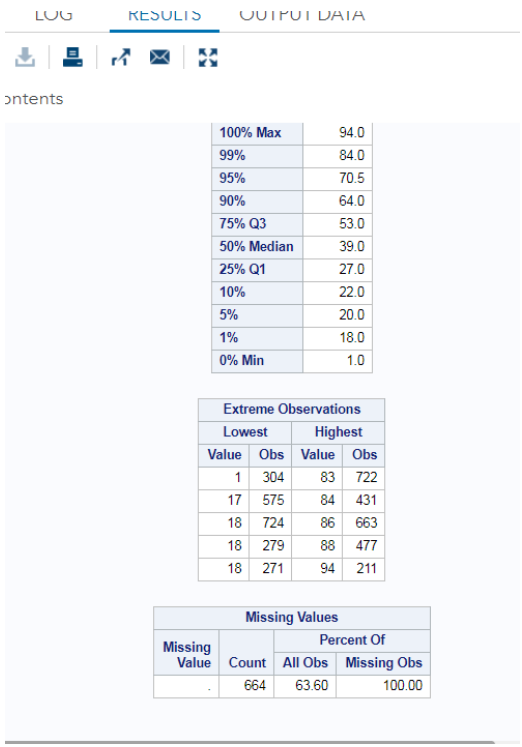
Tests for Location: Mu0=0				
Test	Statistic		p Value	
Student's t	t	48.91498	Pr > |t|	<.0001
Sign	M	190	Pr >= |M|	<.0001
Signed Rank	S	36195	Pr >= |S|	<.0001

Quantiles (Definition 5)	
Level	Quantile
100% Max	94.0
99%	84.0

Figure IV-32 :

4.4.6 **Valeurs manquantes :** Les valeurs manquantes sont des manques d'information. Ceci soulève un autre problème de cette pratique analytique qui souvent la rend non fiable a 100%. Car il arrive que les informations manquent pour assurer une analyse en confidence. Dans ce cas, on note 664 valeurs manquantes. Ce chiffre devrait être utilisé dans les moyennes d'erreur pour un résultat plus ou moins vraisemblable.





100% Max	94.0
99%	84.0
95%	70.5
90%	64.0
75% Q3	53.0
50% Median	39.0
25% Q1	27.0
10%	22.0
5%	20.0
1%	18.0
0% Min	1.0

Extreme Observations			
Lowest		Highest	
Value	Obs	Value	Obs
1	304	83	722
17	575	84	431
18	724	86	663
18	279	88	477
18	271	94	211

Missing Values			
Missing Value	Count	Percent Of	
		All Obs	Missing Obs
.	664	63.60	100.00

Figure IV-33 :

Représentation spatiale de âges. Pas très efficace dans la mesure où les points dans l'espace peuvent se superposer et rendre le graphisme difficile à comprendre.

Conclusion :

Les principales conclusions sont que le pourcentage de décès dans des accidents mortels de la route est élevé. Les modèles logistiques et d'analyse révèlent que l'obscurité des zones non éclairée et les chaussées non-aménagées sont associées à un risque accru d'accidents chez les piétons.

Plusieurs caractéristiques d'accidents ; (obscurité, manœuvres de dépassement, manque de signalisation, non-respect a la priorité, utilisation du téléphone par les piétons et les conducteurs et conducteurs en état d'ébriété) sont plus fréquemment mises en évidence dans les accidents de la circulation que dans d'autres types d'accidents.
De plus, avec la croissance démographique prévue dans les zones urbaines, plus de personnes finiront par utiliser les rues de la ville. Dans une approche de ville Neuro-prothétique, voyager à pied ou à vélo deviendra un moyen de déplacement idéal, plus sain et plus sage. Cependant, cette option ne nous semble pas sécurisante dans une ville comme Savannah aujourd'hui, car, la ville ne fait pas grand effort pour encourager l'utilisation des transports ou des développements qui inclus les piétons. À cette allure, nos villes futures risques d'être plus bondées d'automobilistes avec tout ce que cela comporte comme problèmes. Selon les données de la NHTSA[117], 70 000 piétons sont blessés et plus de 4000 morts dans les accidents de voiture chaque année. Bien que ce soit une petite fraction du total des autres accidents de voiture, et que 11% des transports se font à pied, les piétons sont impliqués dans *13%* des accidents mortels liés aux véhicules.

Ce travail de ville Neuro-prothétique essaye de proposer une ville dans laquelle la sécurité du piéton [l'être pour lequel la ville existe], son bienêtre est primordial et les voitures personnelles sont au bas de la liste des priorités. Cette pratique tente de mettre l'accent sur la sécurité des piétons / cyclistes dans les rues.

[117] NHTSA: *National Highway Traffic Safety Administration*.

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

CHPITRE V : LA RÉSILIENCE URBAINE ; UNE APPROCHE PRÉVENTIVE ET UTILE DANS LA CRÉATION DE LA VILLE NEURO-PROTHÉTIQUE.

5.1 Définitions :

Selon Folke, « La résilience urbaine est la quantité de perturbation qu'un système urbain peut absorber et rester toujours dans le même état ou le même domaine d'attraction, et la mesure dans laquelle le système peut construire et augmenter sa capacité d'apprentissage et d'adaptation ». (Folke et al 2004).

Dans le cas de ce travail, ceci se traduirait par la capacité d'une ville à se remettre rapidement après une catastrophe naturelle ou industrielle telle une tempête, une explosion etc…. En d'autres termes, la facilité et rapidité avec laquelle les ensembles qui forment le système urbain : systèmes (communications, réseaux sociaux, économiques, écologiques…), les communautés, les organisations, les utilisateurs, les entreprises à pouvoir récupérer leurs fonctions et prospérer à la suite d'une perturbation ou un choc violent les ayant déstabilisé ou stressé, quels que soit l'impact, la fréquence ou la magnitude du choc. Une analogie peut être faite ici avec le corps humain qui, après une maladie ou un accident, peut récupérer rapidement et performer comme avant. Pourtant cette capacité à récupérer pour les villes dépend de la structure gouvernementale en place dans la ville. « L*a résilience est fortement influencée par la qualité de la gouvernance urbaine et le niveau d'infrastructure et de services fournis par le gouvernement »*[118] .

Quand un humain ou un système écologique perd sa résilience, il devient de plus en plus vulnérable aux perturbations auxquelles il résistait autrefois et qui ne présentaient aucun danger.

5.2 Phase V : évaluations de la recherche et leviers d'actions pour une approche urbain résiliente et transdisciplinaire :

Cette phase explore les différentes approches conceptuelles de résilience urbaine. Des comparaisons sont faites pour essayer de tester les pratiques et approches numériques ou hybride de manière à élargir le champ de vision sur un sujet aussi complexe et multifacette qu'est la résilience urbaine. Ce travail essaye de donner un aperçu à sa signification et ses multiples dimensions ainsi qu'une perspective sur les procédures d'expérimentations utilisées ici qui décomposent la technicité en une procédure simple, compréhensible et accessible qui pourrait permettre d'atteindre un niveau de maitrise requis pour gérer la résilience urbaine. Ce chapitre prend donc une forme de manuel de référence explicatif détaillé qui démontre et aborde les différentes possibilités pratiques pouvant alimenter ou contribuer aux discussions futures sur les actions stratégiques et opérationnelles en faveur de la résilience urbaine. C'est aussi un manuel qui servirait à informer les parties prenantes des potentiels ainsi que des

[118] Prasad et al 2009, p.33, Banque mondiale.

contraintes et limites d'une approche procédurale en résilience urbaine. Sans vouloir trop s'étaler sur les myriades de solutions possibles de résilience urbaine, ce chapitre va se limiter aux problèmes liés à notre site d'étude et spécifiques à la ville de Savannah.

« Bien que la résilience ait été explorée dans de nombreux systèmes socio-écologiques complexes (Folke et al 2004), elle n'a été appliquée que rarement il y a moins d'une décennie par exemple dans le contexte des villes (Ernstson et al 2010).
« Résistance, la pensée a développé des heuristiques efficaces concernant le changement, c'est-à-dire l'adaptation, la transformation, la panarchie, mais la notion de stabilité, ou théoriser les caractéristiques stables d'un système résilient ». [119]
N'ayant donc pas beaucoup d'exemples comme référence et du fait que tout effort de résilience soit spécifique au site, ce travail va se développer dans un ordre chronologique en définissant les mots clés et illustrant leurs utilités dans la suite du travail.

5.2.1 L'infrastructure verte ; un élément important de la résilience urbaine :

Définition de l'infrastructure verte : Dans le contexte de ce travail, l'infrastructure verte se définit comme une identification et connexion des paysages les plus précieux, leur préservation et utilisation optimale comme une base de laquelle un développement urbain et une croissance se détermine.

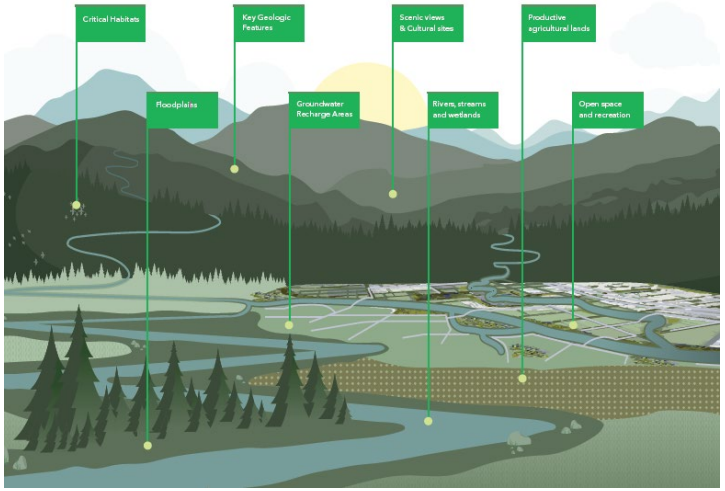
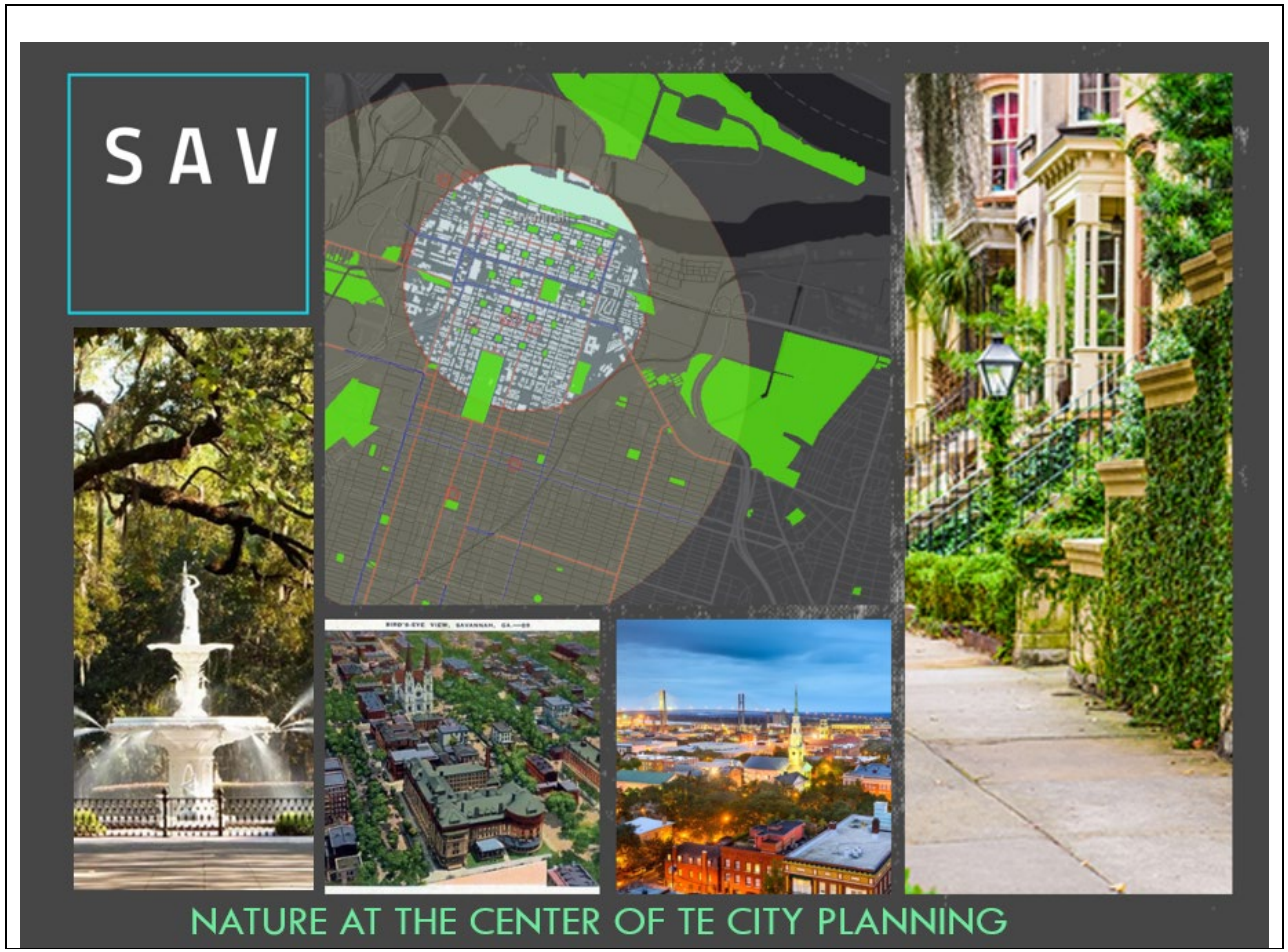


Figure V-1 :

Illustration des composantes de l'infrastructure verte[120].

[119] Rotarangi et Stephenson, 2014
[120] ESRI, Building Green Infrastructure in the U.S. https://www.esri.com/en-us/industries/green-infrastructure/overview . Visité le 12 Septembre 2018.

L'infrastructure verte est un élément très important de la résilience urbaine et un sujet assez complexe à gérer. Savannah est une ville planifiée autour des grand parcs et espaces verts comme on peut le voir ci-dessous.



Source des images : auteur.

L'infrastructure verte devient un élément clé de ce travail. Pour commencer, il est nécessaire d'évaluer l'infrastructure verte des bassins et versants de Savannah comparativement à la moyenne nationale ; cela aide à identifier les actifs d'infrastructure verte autour du site, à établir leurs critères de référence afin de comprendre les priorités et les zones développables et celles à conserver dans le plan d'infrastructure verte de Savannah.

Ce travail va dans le même sens que les propos de la lycéenne Greta Thunberg[121] qui attire l'attention des décideurs sur l'urgence capitale de trouver les solutions rapides et efficaces de façon à réduire les conséquences naturelles et freiner le réchauffement de la planète. Selon certains experts, comme Miroslav Lajčák, le climat sera de plus en plus imprévisible à cause des changements climatiques. « *Nous ne pouvons pas empêcher les ouragans, les tremblements de terre, les inondations ou les éruptions volcaniques. Mais nous pouvons nous assurer que les personnes et les communautés sont mieux préparées et plus résilientes* ». [122]

Il suffit d'examiner les cinq dernières années à Savannah et constater le passage de 6 tempêtes parmi lesquelles les plus dévastatrices étaient ***Matthew, Sandi*** *et* ***Irma****.* Ces tempêtes ont causé des pluies violentes faisant déborder les systèmes d'égouts pluviaux – les tuyaux de drainage, les canalisations, les conduits, et les canaux construits pour acheminer l'eau vers des installations de traitement – et causant l'inondation des routes, des voies de chemin de fer et des sous-sols.
Les dommages de *Matthew* ont eu des répercussions négatives sur la santé des citoyens et des écosystèmes.

De plus en plus, Savannah reçoit des pluies abondantes qui causent constamment des crues de la « Savannah River », inondent les quartiers entiers entraînant des ordres d'évacuations, des pertes matérielles et infligent du stress et perturbations dans le quotidien des ménages. Cette situation est abordée en profondeur dans ce chapitre par le biais de l'infrastructure verte comme moyen de mitiger et gérer ce problème. Le processus ici préconise une approche du paysage pour planifier une ville qui intègre la verdure sur des surfaces comme des parkings, les toits et même les murs. Les parcs de la ville deviennent donc des atouts fondamentaux dans cette idée parce qu'ils facilitent cette intégration qui tient compte des services écologiques.

Les inondations causées par les pluies abondantes entraînent des dommages visibles, mais elles ont aussi un effet moins évident. Dans la ville de Savannah et surement d'autres environnantes, les réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales représentent des *(construits dans le passé et aujourd'hui inadéquat)*. Lorsque le réseau est incapable d'absorber les fortes pluies, les eaux usées partiellement traitées et les eaux pluviales sont rejetées dans les cours d'eau pour délester le système et prévenir son inondation, on est face à ce qu'on appelle « *un déversoir d'orage* ». Au-delà donc du problème pressant

[121] Greta Thunberg full speech at UN Climate Change COP24 Conference. https://www.youtube.com/watch?v=VFkQSGyeCWg .visité le 12 Mai 2019.
[122] Miroslav Lajčák is a Slovak politician and diplomat who currently serves as the country's Minister of Foreign Affairs. In addition, served as President of the United Nations General Assembly for the 72nd session from 2017 until 2018.

d'intégration d'infrastructure verte, la ville est dans l'urgence de trouver des solutions afin d'atténuer ce problème. L'intégration de l'infrastructures verte dans ce travail a donc deux avantages :

- Aider à gérer les problèmes déjà existants décrits plus haut de manière à réduire la quantité d'eau entrant dans les systèmes,
- Préparer la ville à pouvoir surmonter les prochaines crues sans trop d'effort. Car ces déversements présentent des dangers et menacent la qualité de l'eau pour les habitants de la ville.

5.2.2 L'infrastructure verte dans le développement urbain :

Afin de préserver la qualité environnementale d'une zone, tout projet de développement devrait incorporer des informations environnementales dès le début avant toute action. Le concept du GéoDesign[123] est utilisé ici comme une méthodologie systémique, permettant d'étudier l'impact des décisions de conception et de planification. Le concept du Geodesign aide à examiner avec soin et à peser/évaluer les objectifs de la communauté, y compris la préservation de l'infrastructure verte, au cours du processus de prise de décision. La planification des infrastructures vertes contribue au développement intelligent et permet d'identifier des paysages précieux à préserver, tels que des zones à risque et des actifs écologiques, culturels ou paysagers.

Les caractéristiques d'une infrastructure verte :

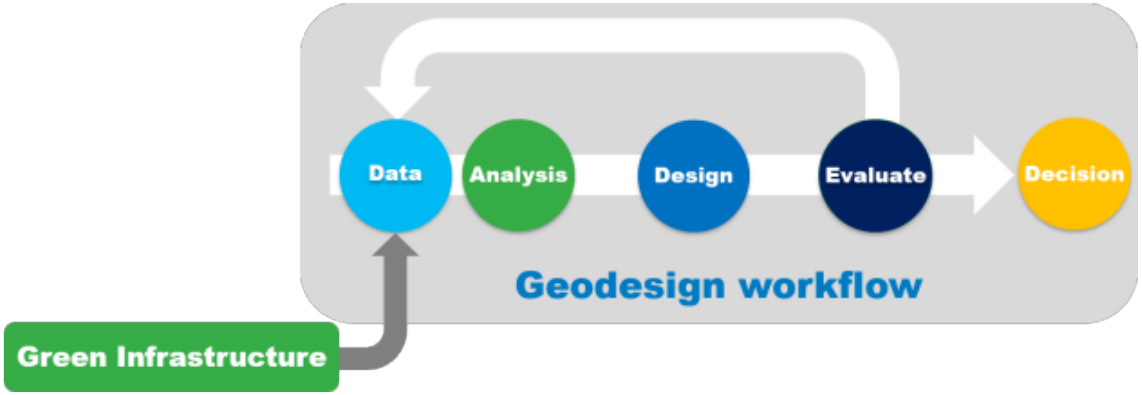
L'infrastructure verte est un réseau stratégiquement planifié et géré d'espaces ouverts, de terres naturelles, d'habitats fauniques, de parcs et d'autres actifs qui fournissent aux communautés les services essentiels qui enrichissent et maintiennent leur qualité de vie. De plus, la planification des infrastructures vertes tire parti des modèles environnementaux naturels pour mieux informer le développement des terres. Cela commence par l'identification et la connexion des actifs les plus précieux d'une région avant le début du développement, afin d'éviter des conflits coûteux, des erreurs et des pertes. Ce faisant, il vise à promouvoir simultanément la conservation et la croissance intelligente en assurant la préservation des fonctions écologiques du paysage.

L'infrastructure verte d'une zone comprend généralement une mosaïque de terres et sites interconnectées qui combine plusieurs composantes clés telles que :

- **Les sites** qui soutiennent des valeurs écologiques, culturelles, agricoles et paysagères pertinentes (zones humides--rivières, courants, lacs--habitats essentiels, forets, prairies--zone prisée pour l'agriculture--culture, recréation, vues panoramiques).
- **Les zones dangereuses** qui présentent des risques environnementaux ou des coûts pour la communauté si elles sont développées ; (zones dangereuses, plaine inondable, pentes raides).

[123] Développé par Carl Steinitz et Bill Miller, interviewer au Annexes.

- **Les réseaux de communications** qui relient structurellement et fonctionnellement ces zones.



Ce schéma de ESRI illustre le concept et processus Geodesign.[124]

5.2.3 Importance dans le développement Urbain et de ville Neuro-prothétique.

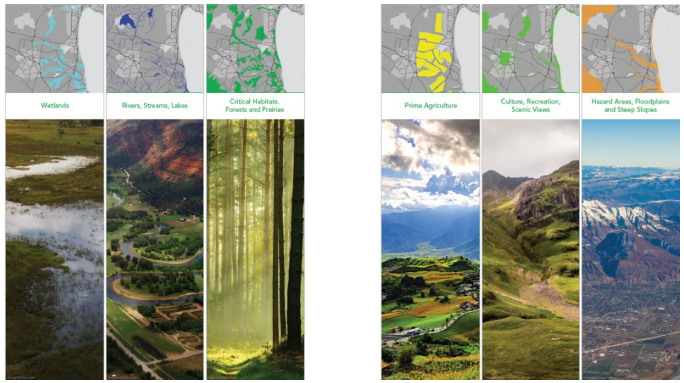


Illustration hybride et représentative de cartographie et imagerie deux des composantes importantes de l'infrastructure verte.[125]

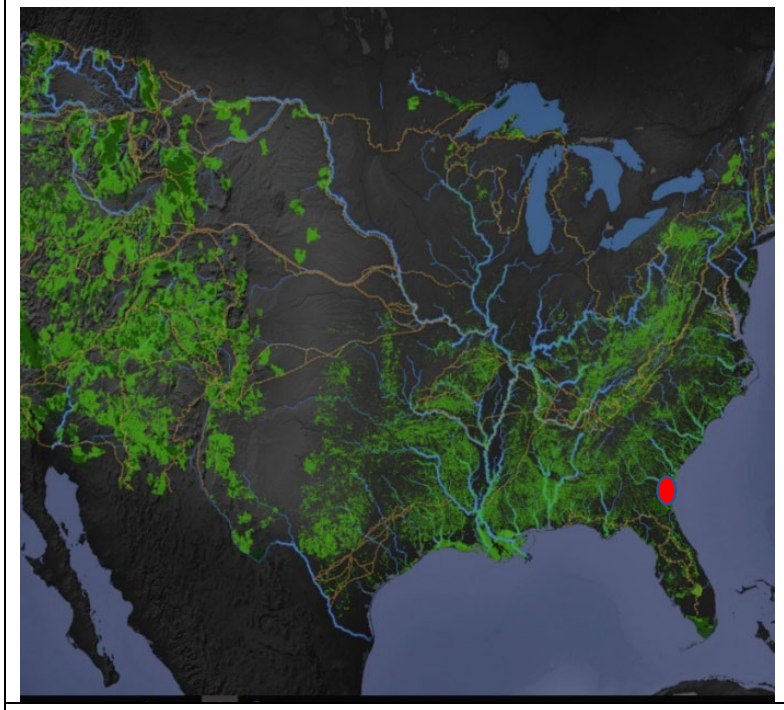
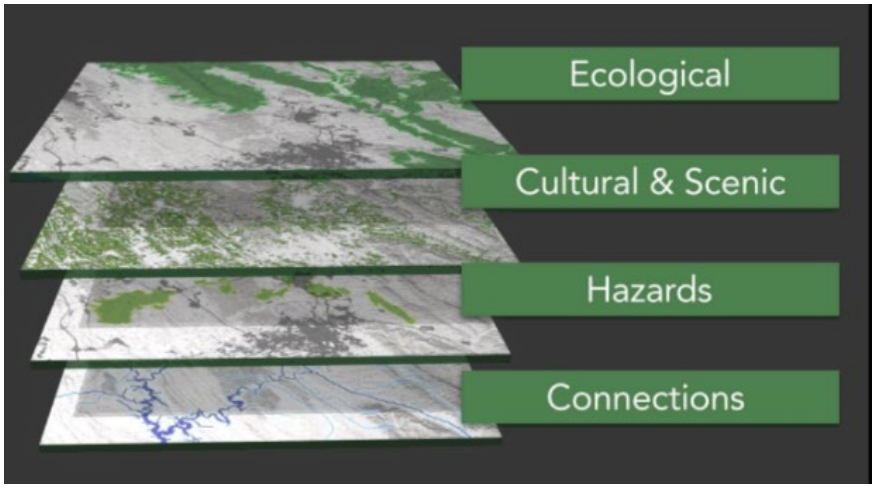
Source images : ESRI

[124] https://www.esri.com/training/courses/586c3b24d62751d90c64b934-13733//Content/Media/GIInGeoDesign.png

[125] ESRI, *Building Green Infrastructure in the U.S.* https://www.esri.com/en-us/industries/green-infrastructure/overview . Visité le 12 Septembre 2018.

La carte ci-dessous montre l'infrastructure verte nationale Américaine. Les analyses qui vont suivre permettent de détecter les zones non constructibles et aussi de comparer Savannah aux échelle régionale et nationale.

Les cartes suivantes non indiquées ont toutes été créées par l'auteur pour le but de ce travail.

Savannah en rouge 	
Carte d'infrastructure verte nationale avec Savannah en rouge.	**Figure V-4 :** source de cette image ESRI

Des recherches ont prouvé que les terrains absorbants, comme les parcs, peuvent réduire le ruissellement entre 8 à 10 fois, comparativement à des surfaces imperméabilisées comme les routes ou les parkings[126].

[126] Ville de Vancouver. *Citywide Integrated Rainwater Management Plan Staff Report,*2016.

Le mythe du parc vu par le public ;

Très souvent, le public a une idée singulière des parcs ; celle de servir comme lieux de rencontre et interaction. Pourtant, les parcs sont tous différents et possèdent de capacités différentes à gérer ou absorber l'eau. L'étude du sol devient donc incontournable et un moyen efficace de déterminer les zones prioritaires et plus adaptées à l'absorption.
La ville Neuro-prothétique conçoit le parc comme un élément essentiel à la capacité de résilience de la ville. Le parc devient ici en quelque sorte une zone à caractéristique d'éponge absorbante faisant partie de l'infrastructure verte. La ville devrait donc utiliser ses parcs comme agents actifs de prédiction de catastrophe (actif invisible) et comme structure de loisir du citadin (actif visible). Le parc dans ce même ordre d'idées devient ici l'outil de traitement, de capture, de rétention des eaux de pluies. Ce grand rôle donne donc à cet élément de la ville des fonctions importantes de résilience à savoir ;

- Abaissement de la chaleur urbaine causée par le bâti,
- Rafraîchissement des rues de la ville grâce à l'ombre naturelle et à l'évaporation de l'eau des arbres et des plantes,
- Gestion des inondations conduisant à une ville capable de réduire les dégâts naturels, humains, financier et à mesure de se relever rapidement après une catastrophe naturelle/industrielle ou autre choc.

5.2.3.1 Intégration de l'infrastructure verte :

Dans une ville existante comme Savannah, l'approche adoptée par ce travail est celle d'étudier le site, comprendre son infrastructure existante et trouver les endroits [par analyse] où le sol permet de maximiser la rétention ou infiltration de l'eau et développer ces endroits[sols] en parc ou espace vert perméable de manière à ralentir les ruissellements des eaux d'inondation. Cela permet d'offrir des zones de fraicheurs et d'humidités. Une étude des sols ***« suitability studies »*** sera faite pour permettre de sélectionner les espaces verts plus aptes à absorber et à filtrer l'eau de pluie. Car le degré de perméabilité du sol joue un rôle important dans la rétention des eaux de ruissellement provenant des surfaces à revêtement dur comme les parkings, les routes, etc…

5.2.3.2 L'urgence :

L'urgence d'une intégration de l'infrastructure verte dans le développement urbain ne s'est jamais faite aussi pressante qu'aujourd'hui. Au regard des bilans alarmants de l'état de l'environnement et la dégradation rapide et croissante des ressources naturelles auxquelles on fait face. La résilience urbaine devient ici d'actualité et surtout dans ce travail de ville Neuro-prothétique. L'approche résiliente permet ici de revaloriser les infrastructures vertes pour leur permettre de supporter un développement durable des villes mieux adaptées aux changements climatiques. Les images comme celles-ci-dessus deviennent des faits quotidiens à Savannah et dans beaucoup d'autres villes côtières. Pourtant, les villes semblent encore

aujourd'hui mal équipées avec très peu de mise en place pour mitiger ou prévenir de telles pertes et bouleversement de leur fonctionnement.

Figure V-5 : Images de savannah pendant les pluies [127]

Les destructions et pertes matérielles, de vies et de ressources dans les villes, les déplacements massifs d'un nombre important des populations pendant les périodes d'évacuation, et cela à travers des réseaux routiers prévus pour une capacitée et trafic en temps normal (inferieur), les perturbations du train de vie des familles et le stress infligé à ces les ménages causent des dépenses supplémentaires occasionnées par ces brusque changements et déplacements d'urgences. Ce phénomène anormal est devenu un fait acceptable à Savannah. Il faut ajouter à cela les fermetures d'écoles et des commerces ; les villes mortes.

[127] https://www.google.com/search?rlz=1C1NDCM_enUS826US826&biw=1920&bih=888&tbm=isch&sa=1&ei=WrysXP_LHoPy5gKmqp04&q=savannah+GA++flooded&oq=savannah+GA++flooded&gs_l=img.3...15645.17658..18097...0.0..0.177.769.6j2.....1....1..gws-wiz img.....0j0i8i30j0i24.a8xSkrTS240#imgdii=a_iRVGmIE5eBsM:&imgrc=B6vRq8NhpDawVM:

C'est pour ces raisons que le temps est arrivé d'affronter ces danger (conditions météorologiques extrêmes ; crues brutales, élévation du niveau des eaux et les changements climatiques, etc…). Comme l'a mentionné la jeune lycéenne **Greta Thunberg** lors de sa présentation au forum économique **"*Our House is on Fire*"[128].** Son intervention raisonne tel un refrain ; comme si le monde est resté figé sans actions pendant plusieurs décennies ; car si l'on s'en tient au "*Earth Summit*" par l'ONU en 1992[129], lors duquel ce problème semblait urgent, on peut se demander aujourd'hui pourquoi nous en sommes encore à des beaux discours presque 27 ans plus tard.

5.2.3.3 L'évaluation de l'infrastructure verte à Savannah :

Cette étude utilise une base de données nationale NLCD[130] (Couverture Terrestre Nationale) pour déterminer la qualité de l'infrastructure verte dans la ville de Savannah. Cette information peut servir de matériel de support au concepteur dans une prise de décision dans le type de parc/espace vert à attribuer à chaque zone du projet en fonction de la capacite du sol à gérer l'eau, son acidité par rapport aux espèces d'arbres qui peuvent y pousser ainsi que la qualité du sol à supporter d'autres activités de l'utilisateur sans créer de dommage à l'environnement ou à l'utilisation bénéfique de cet environnement par l'homme.

L'évaluation de l'infrastructure verte répond aux questions suivantes :

1. Quelle est la catégorie dominante de couverture du sol dans la zone d'étude ?
2. Quelle partie(s) de la zone est/sont développée(s) ?
3. Quelle est la superficie de la zone de la forêt ?

Evidement cette étude est faite sur toute la région de manière à comparer par rapport aux deux extrêmes. La carte ci-dessous montre le site en rouge. On voit qu'il y a neuf fois plus de routes que des zones de bassin ou d'eau.

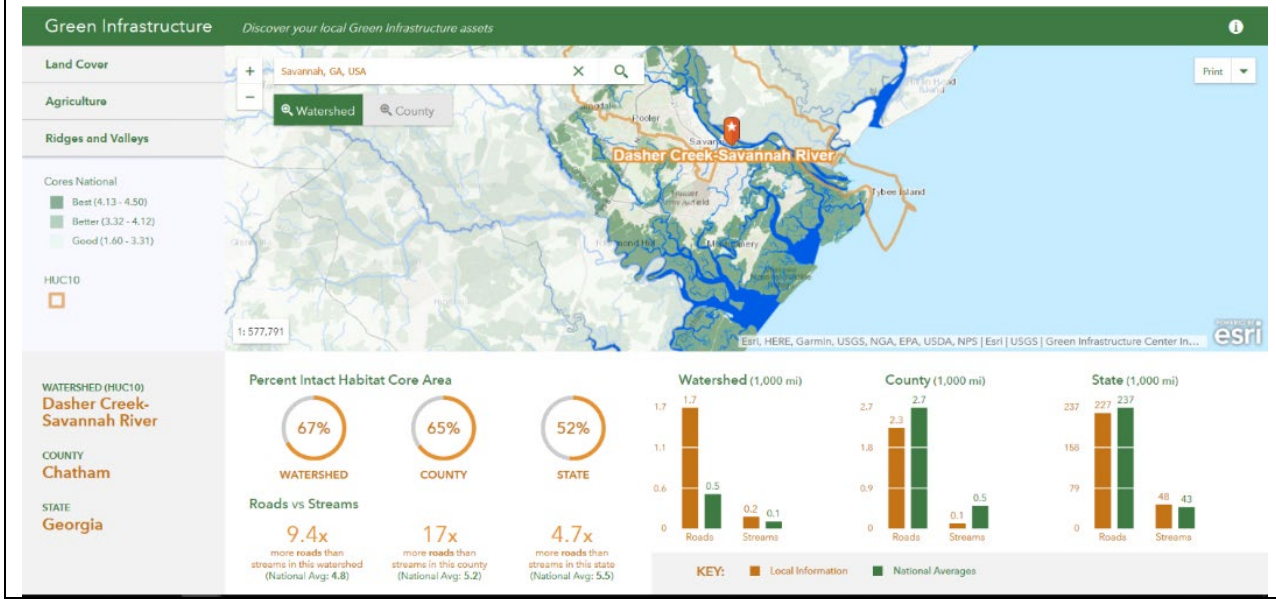
[128] Greta Thunberg lors de sa présentation au forum économique le 25 Janvier 2019 à Davos (World Economic Forum (WEF)). https://www.weforum.org/agenda/2019/01/our-house-is-on-fire-16-year-old-greta-thunberg-speaks-truth-to-power/ visité le 14 Avril 2019.

[129] *Earth Summit*" par ONU en 1992 ; une démarche à suivre pour faire face au changement de climat dans ; *The United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf. Visité le 6 Mars 2017.

[130] National Land Cover Database

Carte du LAND COVER : NLCD: National Land Cover Database
Cartes créées par l'auteur à partir de l'application « *green Infrastructure* » de la plateforme ESRI.

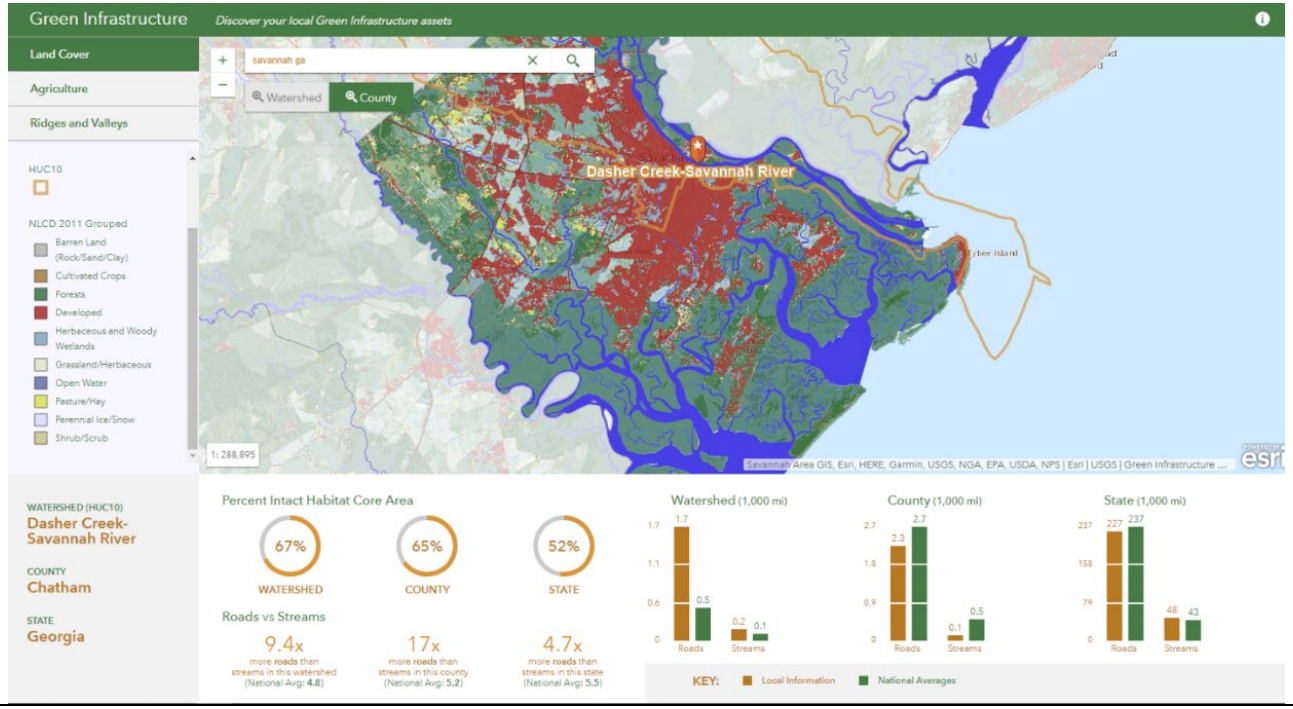
Source : auteur.



Ce tableau montre que comparativement, à l'échelle de la région et de l'état, le site a plus de zones à surface dur et pavés que les zones de sol perméable. Un indice ici qui confirme les problèmes d'inondations des dernières années.

5.2.4 Lecture et observation de l'infrastructure verte à Savannah :

Selon l'endroit sélectionné, il pourrait y avoir beaucoup d'options différentes. Pour les zones urbanisées comme le cas ici de notre site, la **zone développée** *(appelée ici)* ***classe*** de couverture de sol *[recouvrement du sol]* est la plus dominante.
Pour la ville de Savannah, les catégories de couverture de sol les plus dominantes sont dans l'ordre : les zones aménagées (rouge), les zones humides herbacées et ligneuses (vert clair) et les forêts (vert foncé).



5.2.5 Importance des noyaux de notation :

Pour l'agriculture, nous utilisons la base de données de la NCSS. L'enquête nationale coopérative sur les sols a créé la base de données géographiques sur les sols et maintient la classification en fonction de la capacité d'une région à soutenir l'agriculture.

5.2.5.1 Agriculture : NCSS =*National Cooperative Soil Survey*

La légende classe la qualité des sols qui conviennent à l'agriculture en fonction de leur importance pour la région, l'état ou la région.

Il est important dans ce processus de détecter les zones d'agriculture afin de les préserver contre un développement qui causerait plus de dommages.

Cette carte(dessus) indique les principales terres agricoles de la zone d'étude. Les zones sont classées en fonction des informations de la base de données géographiques de l'enquête pédologique. Les zones identifiées sont purement basées sur le sol, quelle que soit la classe de couverture du sol. Les zones de terres agricoles de choix constituent des ressources importantes et doivent être prises en compte lors de l'inventaire des infrastructures vertes. Dans la zone du site et sa région, on remarque que la plupart des noyaux contiennent des terres agricoles d'importance locale.

5.2.5 2 Les crêtes et Vallées

Le calque de données crêtes et vallées contient l'emplacement des crêtes et des vallées dans la zone d'étude. Les données sont générées à partir de données d'altitude et d'informations sur les pentes. Les résultats peuvent indiquer des zones susceptibles de créer des conditions dangereuses, de contenir des ressources écologiques souhaitables ou d'encapsuler des ressources paysagères et esthétiques. En fonction de la zone d'étude, les résultats peuvent aussi contenir des crêtes et des vallées, ce qui les rend impropres à la modification. Dans la région de Savannah et du site, on remarque beaucoup de vallées dans la carte, mais heureusement pas dans la zone du site (voir carte ci-dessus).

5.3 Analyse 3D de l'inondation dans la ville de Savannah ; un test de résilience.

Pour cette opération, il faut créer un calque **raster**[131] des parties basses susceptibles d'être inondées en premier à Savannah, deux valeurs sont nécessaires, à savoir :

- L'élévation (hauteur) de la terre et
- La hauteur de l'eau mesurée au-dessus du niveau du sol par rapport à zéro.

Les données du terrain *DTM* (*digital Terrain Modeling*) ont été obtenues des analyses spatiales précédentes. Quant au niveau d'eau, on utilisera ici plusieurs hauteurs choisies au hasard à savoir ; 10 pieds [*10 foots*], 20 pieds, 30 pieds, 35 pieds et 40 pieds. L'utilisation de nombreuses valeurs nous permet d'observer à différents degrés *(catégorie de tempête)* les zones et structures qui seraient affectées. Avec ces valeurs, on utilise une expression mathématique (voir page suivante) pour créer une couche raster des zones inondées et non inondées. Ensuite, on supprime les zones qui ne sont pas inondées, ne laissant que le calque des zones sous-l'eau.

[131] Les graphiques raster sont des images numériques créées ou capturées (par exemple, en scannant une photo) sous la forme d'un ensemble d'échantillons d'un espace donné. Un raster est une grille de coordonnées x et y sur un espace d'affichage. **Source** : https://support.99designs.com/hc/en-us/articles/204761835-What-are-vector-and-raster-images-When-should-I-use-them- visité le 22 juillet 2019.

5.4 Importance et nécessité de cette étape :

Dans les dernières années, notamment en Septembre 2016, L'ouragan Matthew causait environ 546 morts et 1,9 million de dollars de dommages, l'ouragan Matthew a été la pire catastrophe qui ait frappé Haïti depuis le séisme de 2010. Aux États-Unis, plus de 40 personnes sont mortes et les dommages ont été estimés à plus de 10 milliards de dollars. Les inondations et les pannes de courant ont été les effets les plus répandus de la tempête aux États-Unis[132].

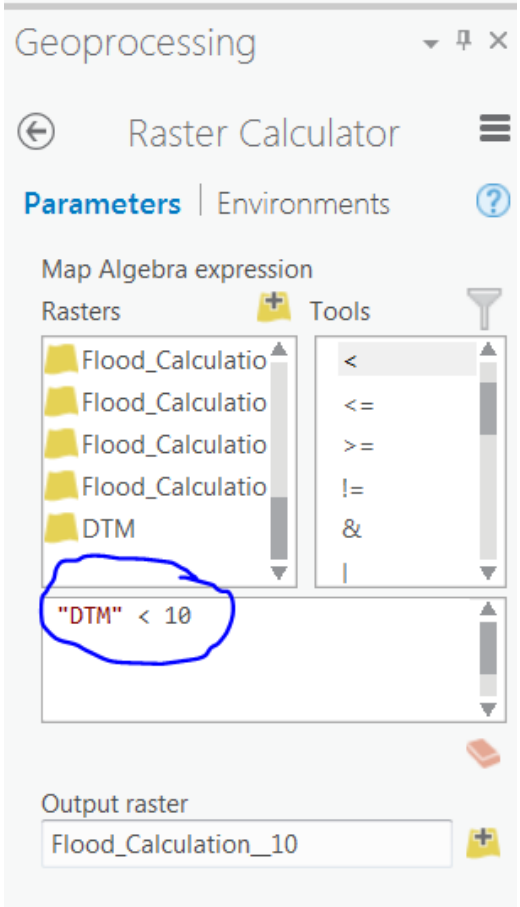
Figure V-6: source (note de bas de page 132)

[132] https://www.worldvision.org/disaster-relief-news-stories/hurricane-matthew-facts visite le 25 Mai 2018.

Pour essayer de comprendre ce phénomène et pouvoir le gérer dans l'avenir, On se base sur les valeurs de hauteur du sol sur toute l'étendue de la ville de Savannah. Dans ce processus, on crée une expression mathématique par valeur résultant à la création d'un calque de type **raster** des zones (de terrain bas) susceptibles d'être inondées et des zone hautes (sans danger d'inondations). Les zones non inondées sont ensuite supprimées laissant sur le calque que des zones sous l'eau.

5.5 Le calculateur de RASTER :

L'outil de calcul de raster applique une expression mathématique à un calque **raster** existant pour créer un nouveau **raster**. Une expression est appliquée au raster de Savannah pour déterminer l'étendue de l'inondation.
Dans la zone d'expression *Map Algebra*, l'expression ***"DTM" <10"*** est créé.



10 pieds est la hauteur d'eau dans la première analyse.
Pour Savannah on utilise les intervalles de *10 pieds, 20, 30,35 et 40 pieds*

Valeur de 10 pieds :

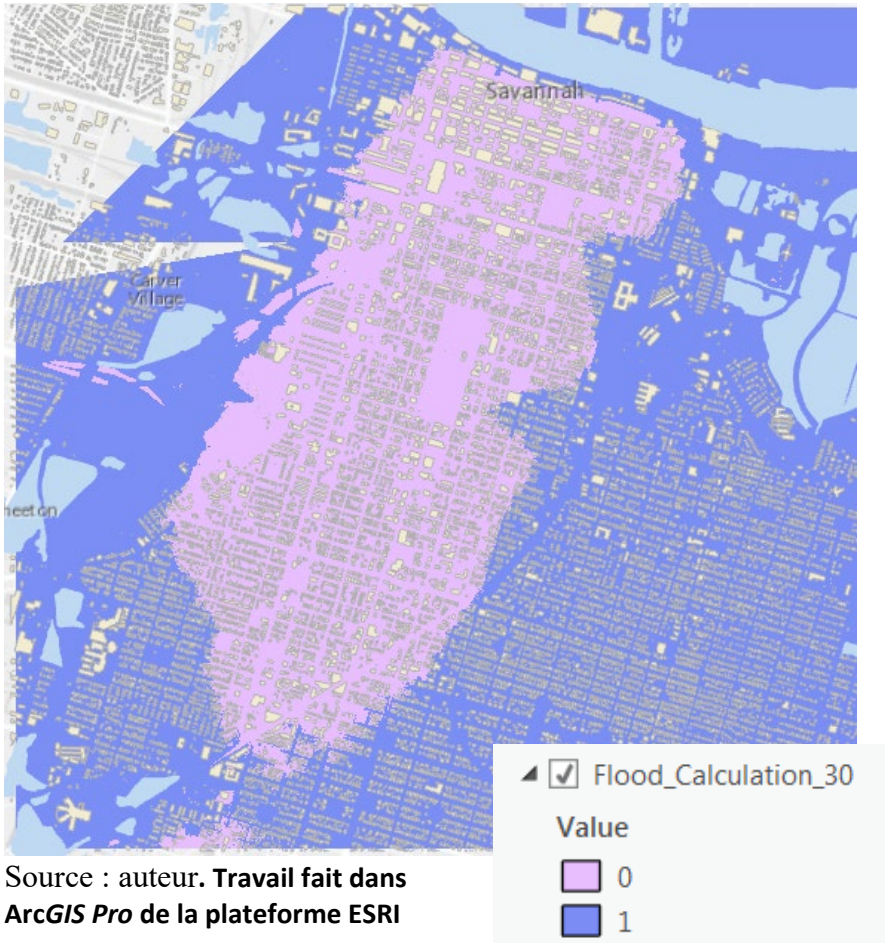
Explication de l'équation : Si **x** (valeur donnée à la hauteur de l'eau)

Si x <10 alors retourner la valeur **0** (null).

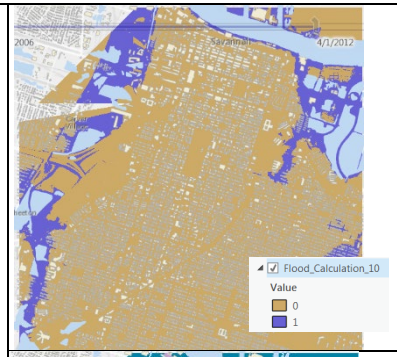
Si x < 10 retourner **1** (sélectionner la zone)

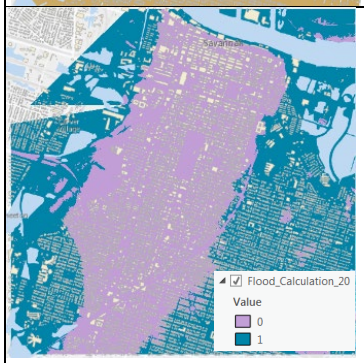
5.5.1 Résultats des analyses des calculs avec 5 valeurs ; 10, 20, 30, 35 et 40 pieds :

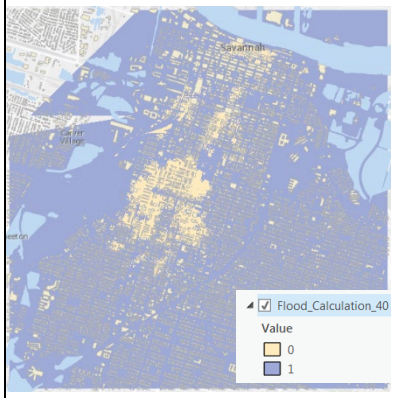
Inondation calculée pour une valeur de 30 pieds : Les zones pixels dont la valeur est de **1** dans les cartes représentent des régions **inondées**, tandis que les zones pixels dont la valeur est **0** représentent des régions qui ne sont pas inondées.



Source : auteur**. Travail fait dans Arc*GIS Pro* de la plateforme ESRI**



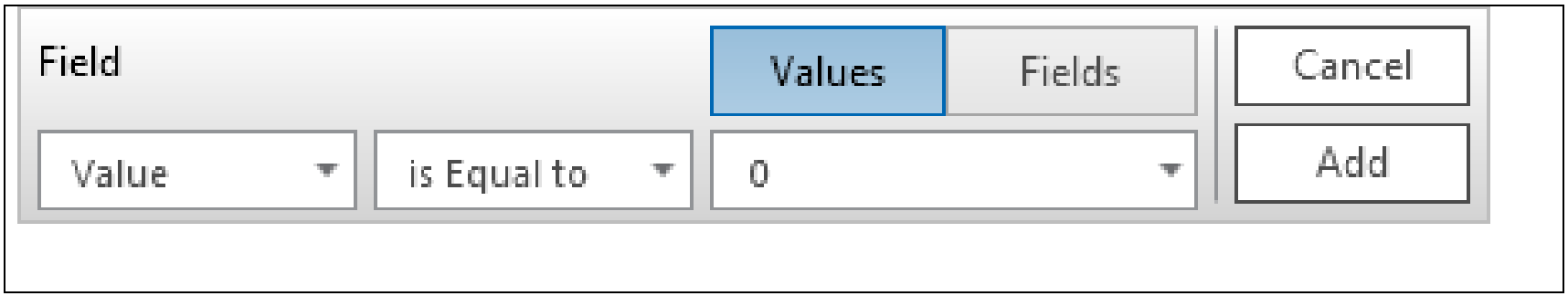




Pour cette analyse, seules les régions inondées sont importantes. L'étape suivante est de supprimer les valeurs des régions qui ne sont pas inondées à partir du calque raster afin qu'elles n'interfèrent pas avec l'analyse.

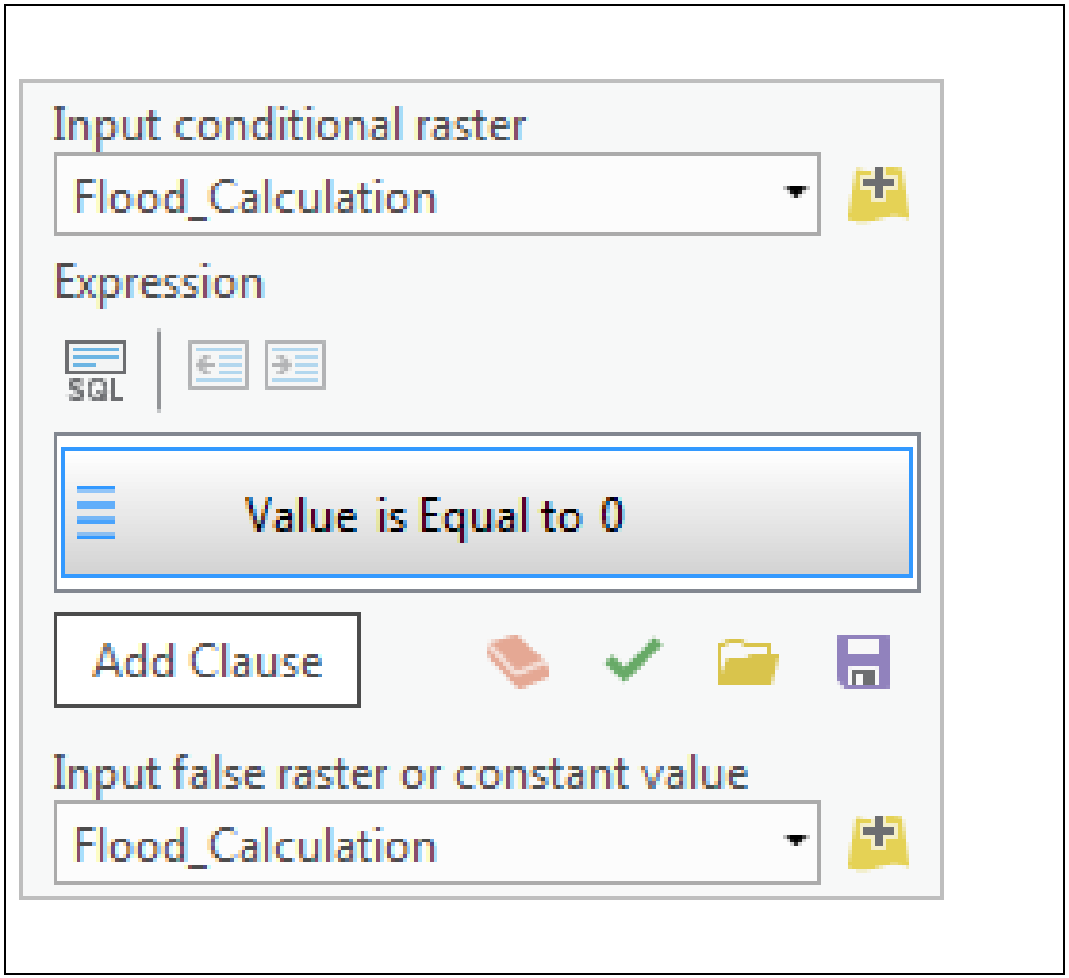
5.5.2 Extraction de la zone non affectée par l'inondation (zone de haute topographie) : Ici, nous utilisons la fonction Nulle pour éliminer toute zone non inondée.

L'outil « **Set Null** » modifie les valeurs de pixel en valeurs « **No Data** », qui sont ignorées lors de l'analyse.



Source : auteur. Travail fait dans Arc*GIS Pro* de la plateforme ESRI

L'équation est : **si la valeur = 0, alors ne pas retourner de données.**

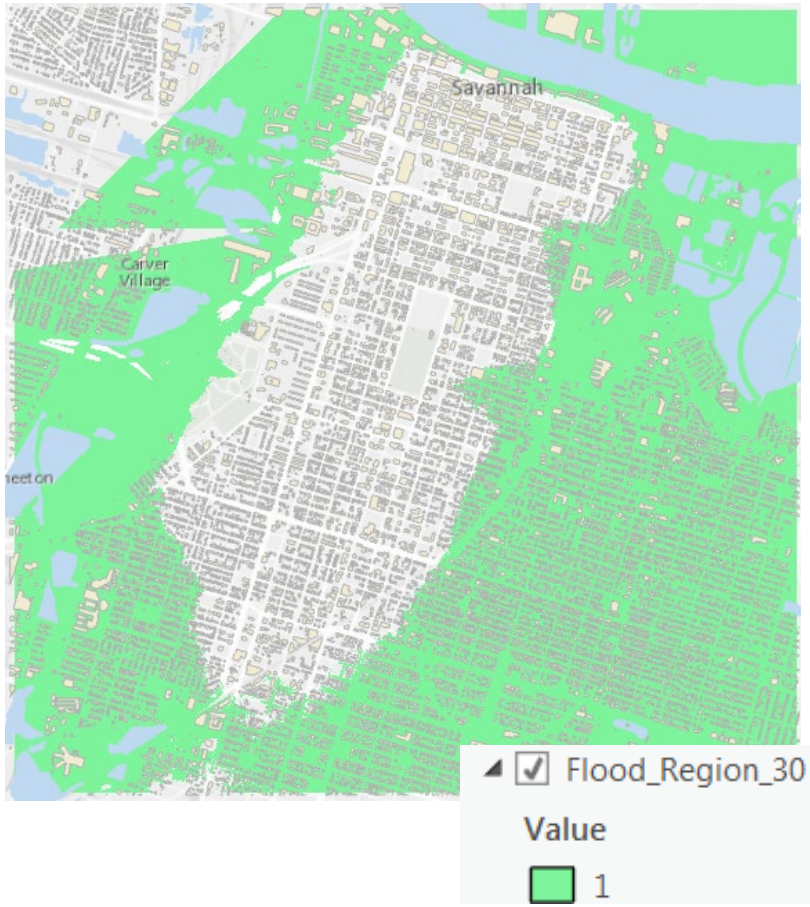


Ce paramètre maintiendra inchangées les valeurs qui ne sont pas 0.

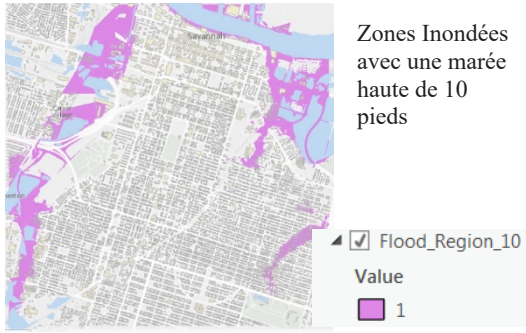
Le « raster » ici a une seule valeur, ce qui indique les régions inondées à des niveaux d'eau de 10, 20, 30 et 40 Pieds. Alors, quelle part de Savannah est inondée ? Les résultats sont assez différents et illumine beaucoup sur les différents quartiers de la ville.

5.5.3 Calcul de la zone submergée :

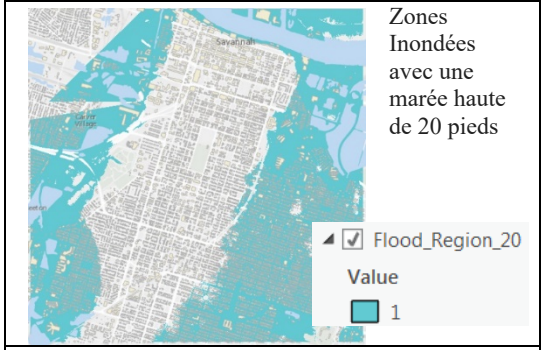
Zones Inondées avec une marée haute de 30 pieds



Source : auteur. Travail fait dans Arc *GIS Pro* de la plateforme ESRI

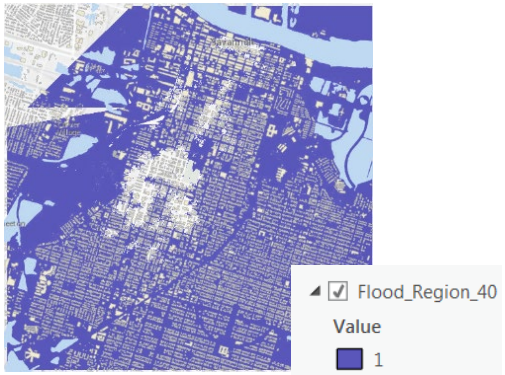


Zones Inondées avec une marée haute de 10 pieds

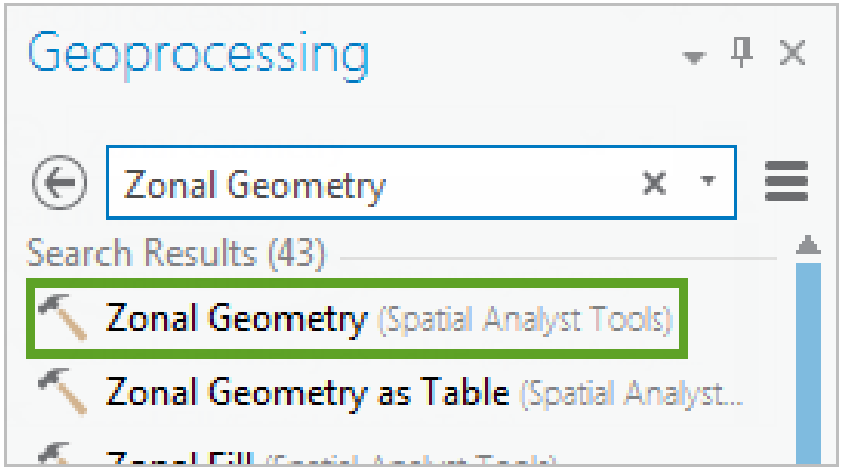


Zones Inondées avec une marée haute de 20 pieds

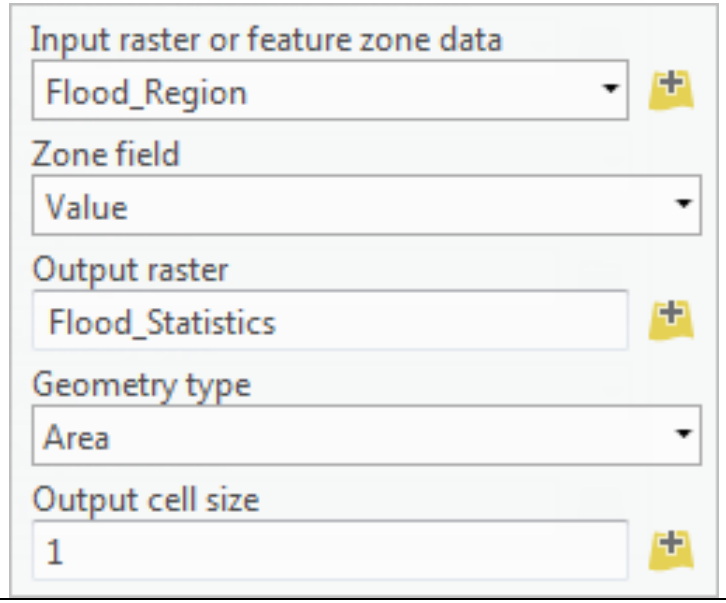
Zones Inondées avec une marée haute de 40 pieds

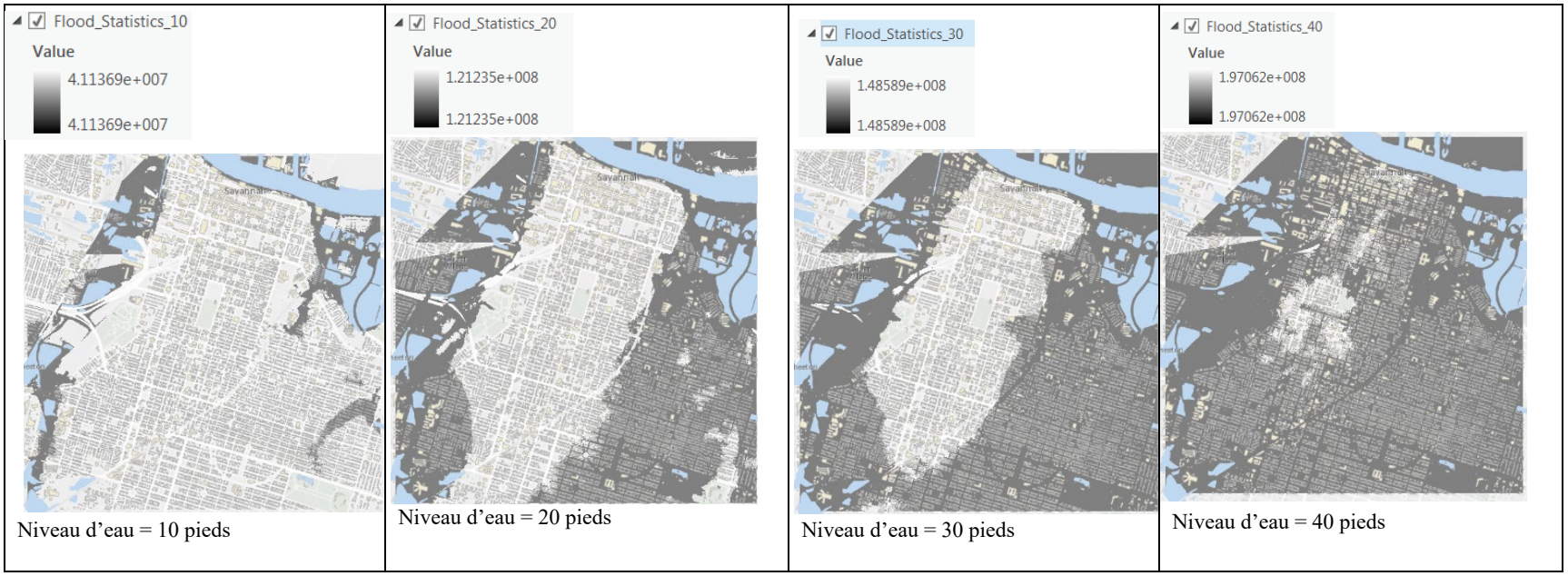


La zone inondée est égale à la taille de cellule (1 pied carré) multiplié par le nombre de cellules dans le raster avec une valeur de **1**. Ce calcul est effectué en utilisant un outil appelé « ***Géométrie Zonale*** ». La géométrie Zonale calcule la surface pour chaque zone d'un raster, avec une zone définie comme toutes les cellules ayant la même valeur. Comme il n'y a qu'une seule valeur, il n'y a qu'une seule zone.

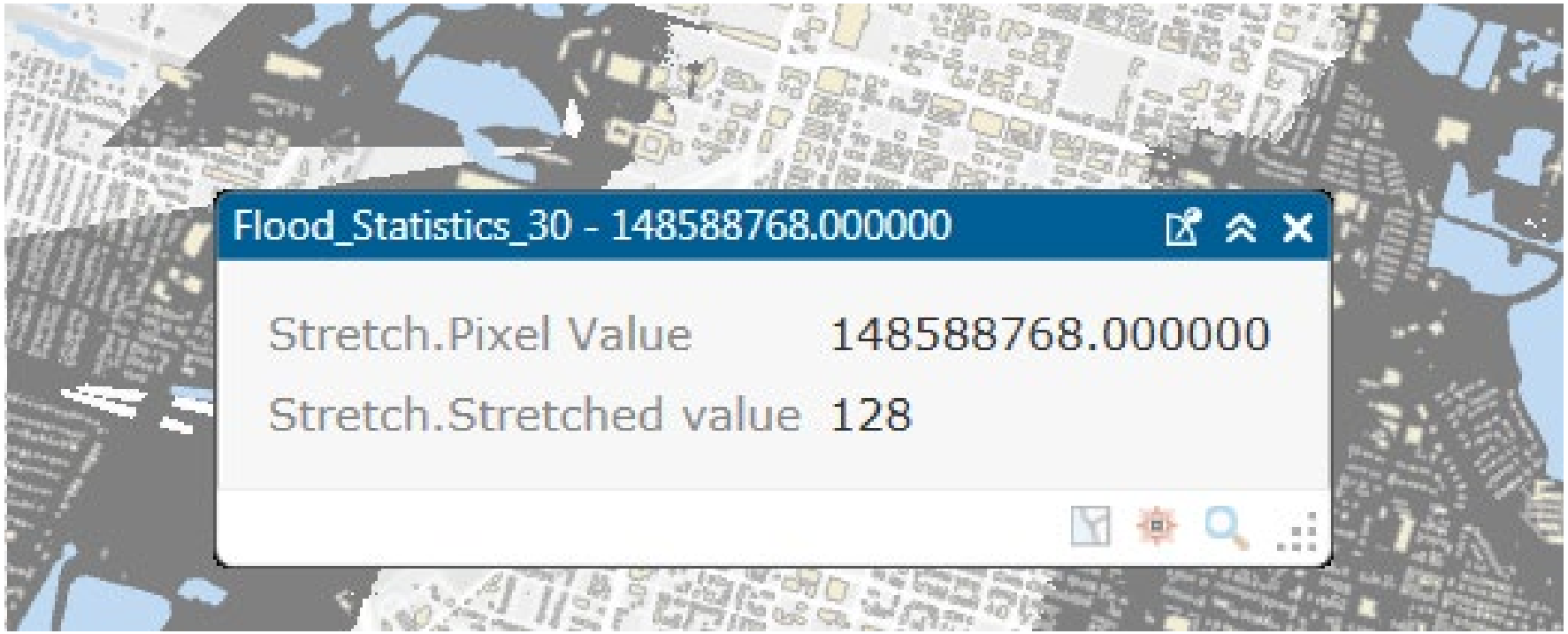


Source : auteur. Travail fait dans Arc *GIS Pro* de la plateforme ESRI





Source : auteur. Travail fait dans Arc *GIS Pro* de la plateforme ESRI.



Source : auteur. Travail fait dans Arc *GIS Pro* de la plateforme ESRI

Résultats

Pour les résultats d'analyse à Savannah, La valeur de pixel donne la surface totale de la zone inondée (chaque pixel a la même valeur). La valeur est d'environ 1,4 millions de mètres carrés, ou environ 1,4 kilomètres carrés.

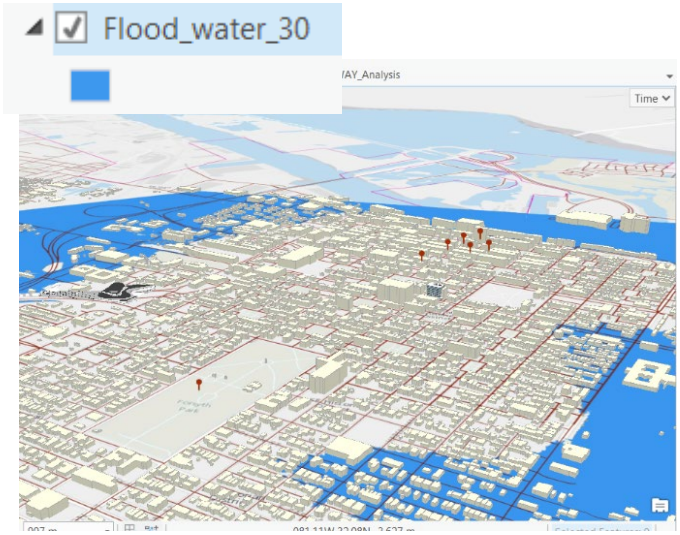
La superficie totale de Savannah est d'environ 267,80477 kilomètres carrés. Lorsque les niveaux d'inondation atteignent 30pieds, environ les trois cinquièmes de la ville (~33%) sont submergés.

5.6 Extrusion de la couche d'eau d'inondation

Les inondations calculées précédemment seront modelées dans la carte 3D pour combiner les analyses avec un composant visuel.

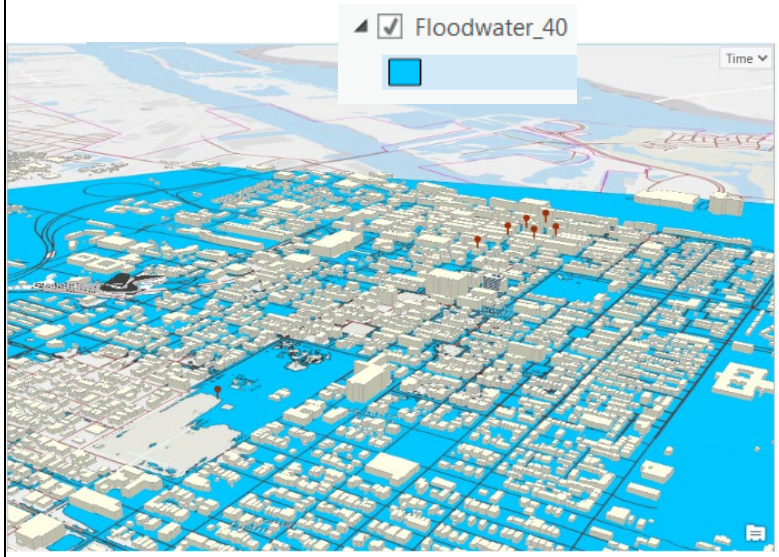
10 pieds

20 pieds



30 pieds

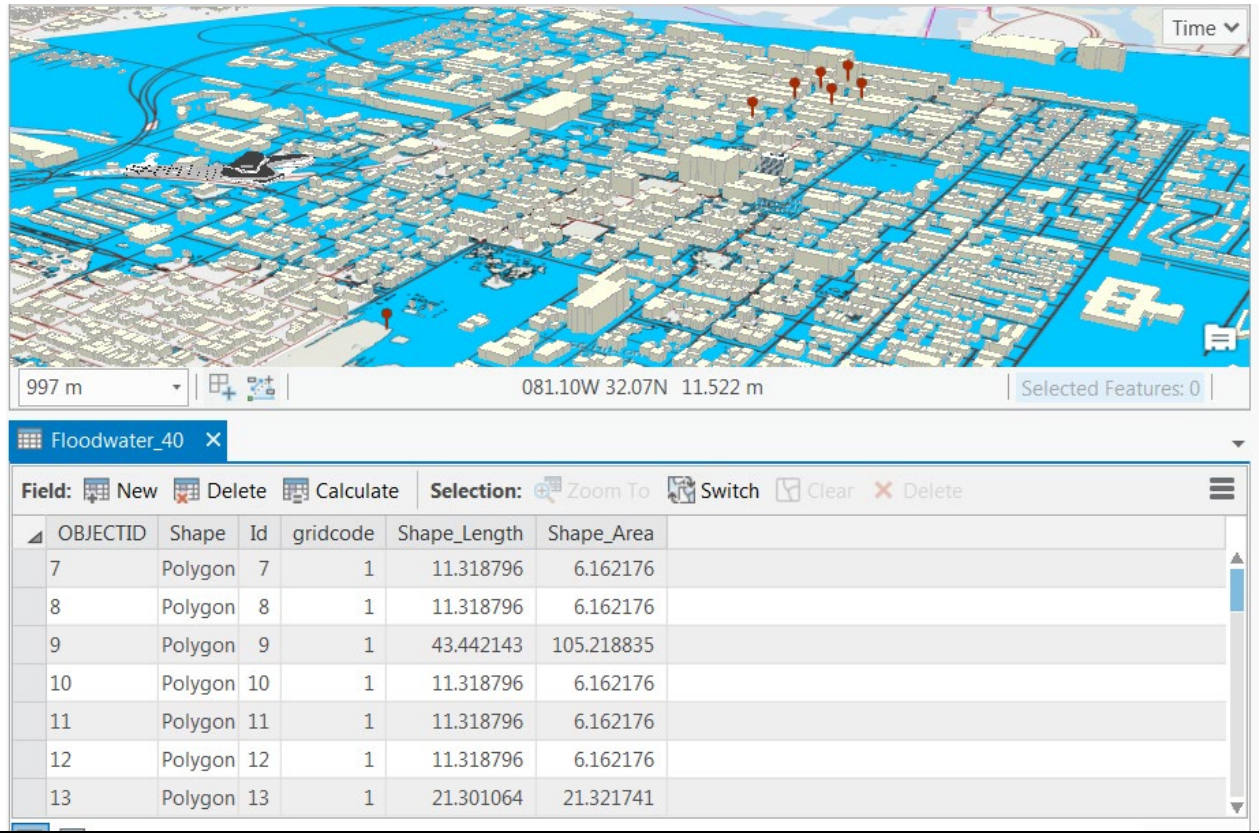
Source : auteur. Travail fait dans Arc *GIS Pro* de la plateforme ESRI



40 pieds

a. Données d'attributs de hauteur pour le calque d'inondation :

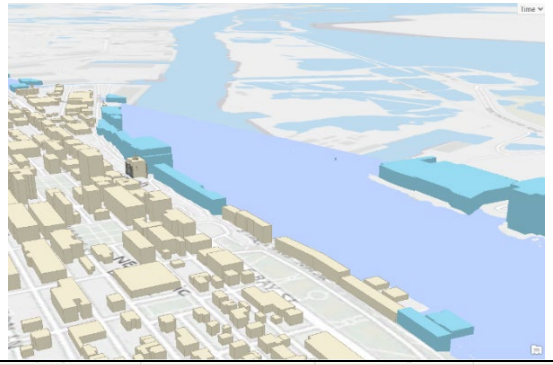
Le nouveau calque de polygone n'a pas d'attribut représentant la hauteur d'eau, pour visualiser en trois dimensions, un nouvel attribut va être ajouté à la table de données pour qu'une valeur soit attribuées pour la hauteur.

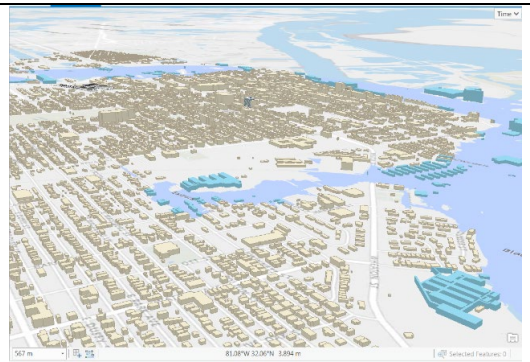


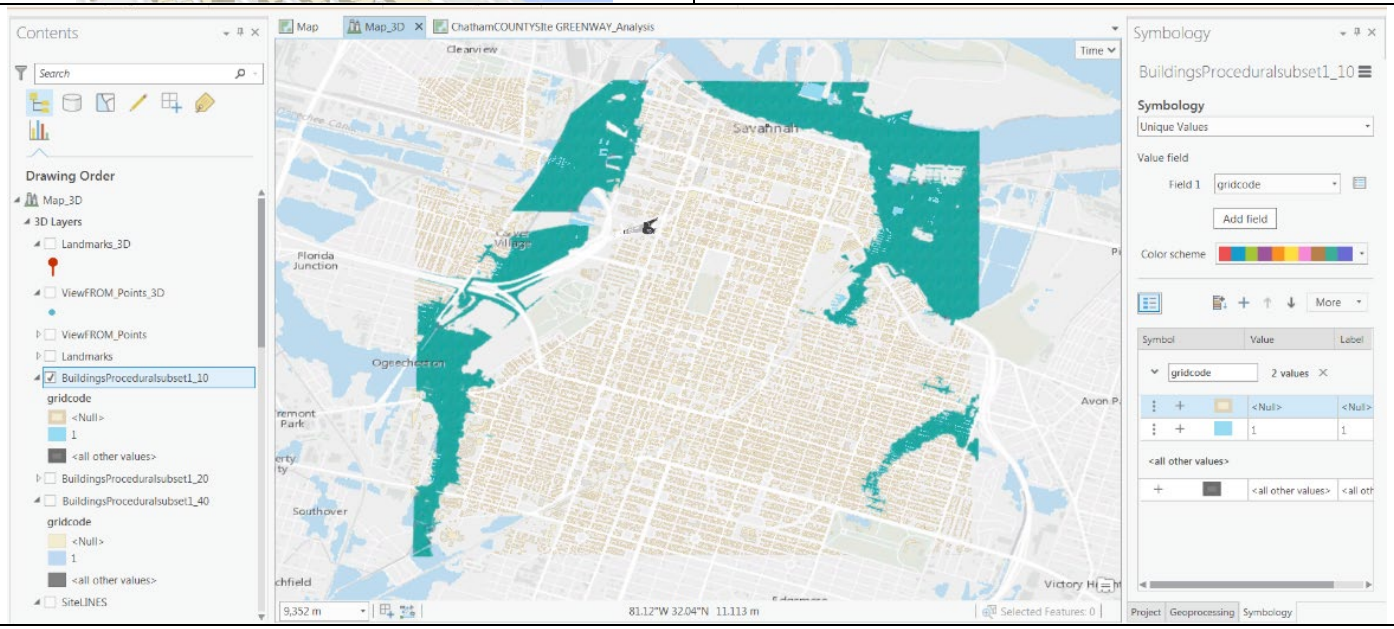
OBJECTID	Shape	Id	gridcode	Shape_Length	Shape_Area
7	Polygon	7	1	11.318796	6.162176
8	Polygon	8	1	11.318796	6.162176
9	Polygon	9	1	43.442143	105.218835
10	Polygon	10	1	11.318796	6.162176
11	Polygon	11	1	11.318796	6.162176
12	Polygon	12	1	11.318796	6.162176
13	Polygon	13	1	21.301064	21.321741

Capture d'écran montrant la table de données. **Source :** auteur. Travail fait dans Arc *GIS Pro* de la plateforme ESRI

b. « Spatial Joins » *(joindre les attributs spatialement)* **: analyse de jointure spatiale 3D permettant de combiner et colorer les bâtiments des zones inondées en bleu.**

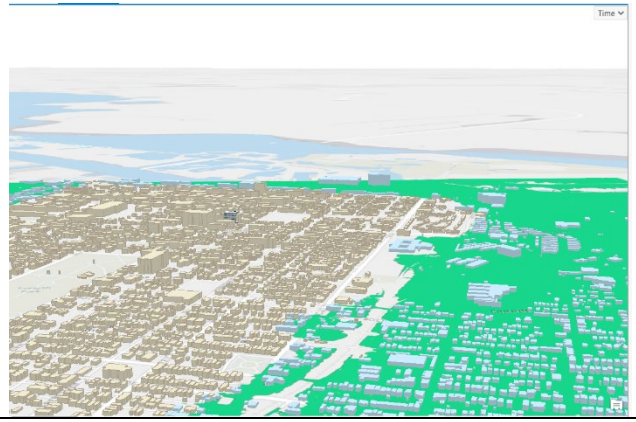




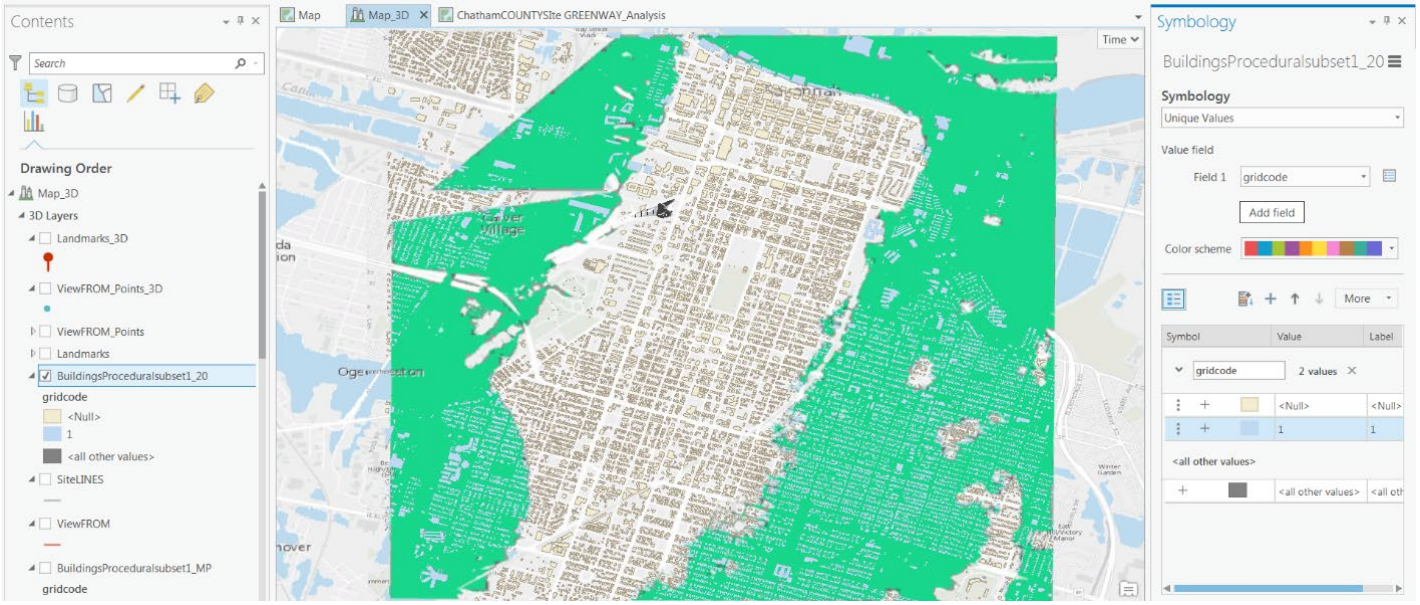


10 pieds

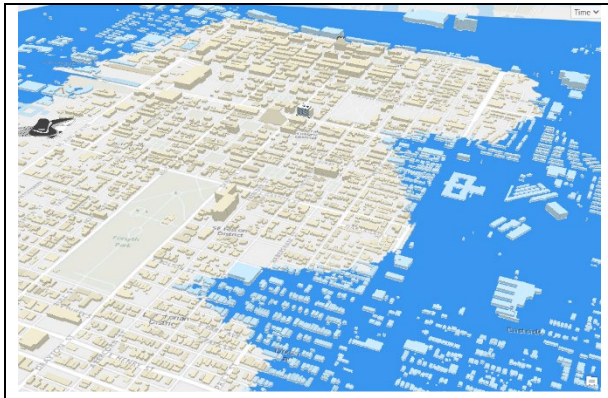
Source : auteur. Travail fait dans Arc *GIS Pro* de la plateforme ESRI

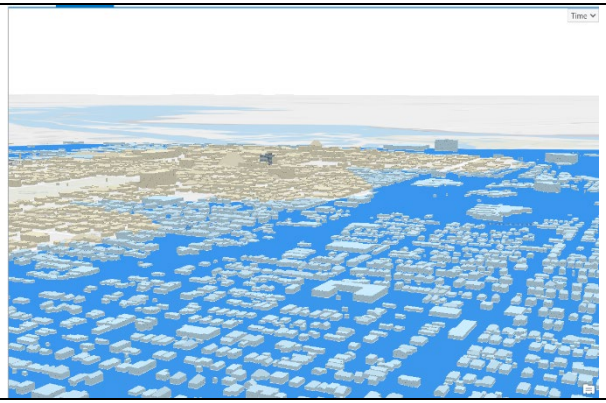


Inondations à hauteur de 20 pieds à Savannah. : l'on peut voir les bâtiments inondés en bleu.

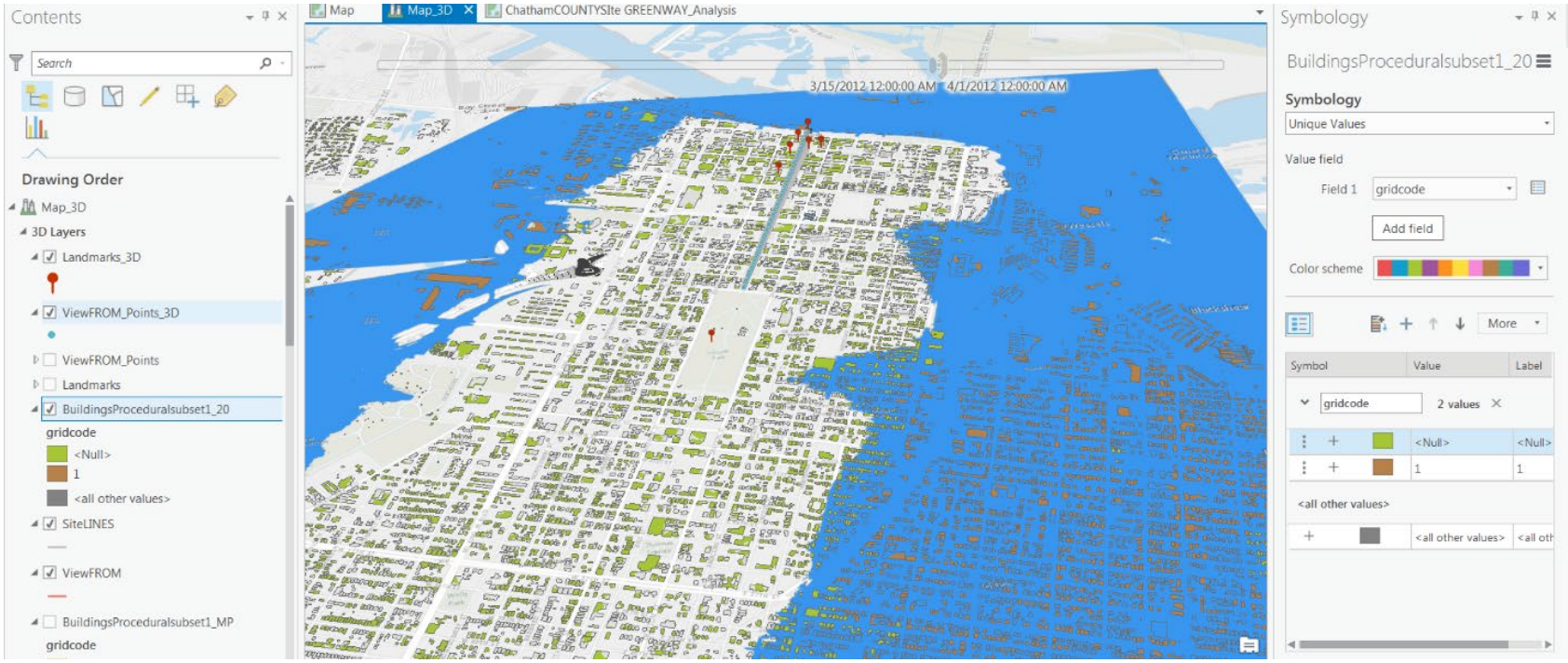


Source : auteur. Travail fait dans Arc *GIS Pro* de la plateforme ESRI

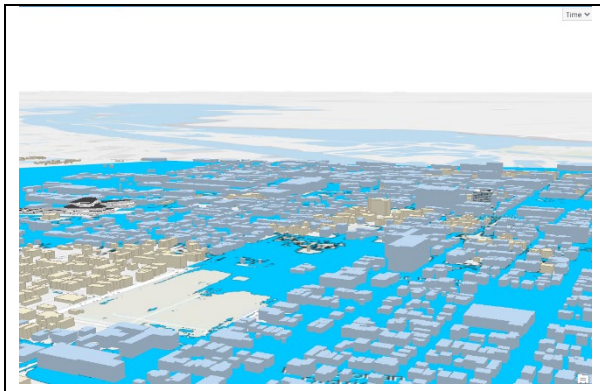


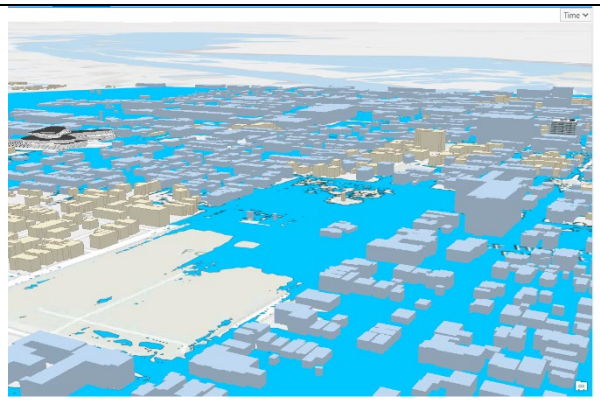


Inondations à hauteur de 30 pieds à Savannah. : l'on peut voir les bâtiments inondés en brun

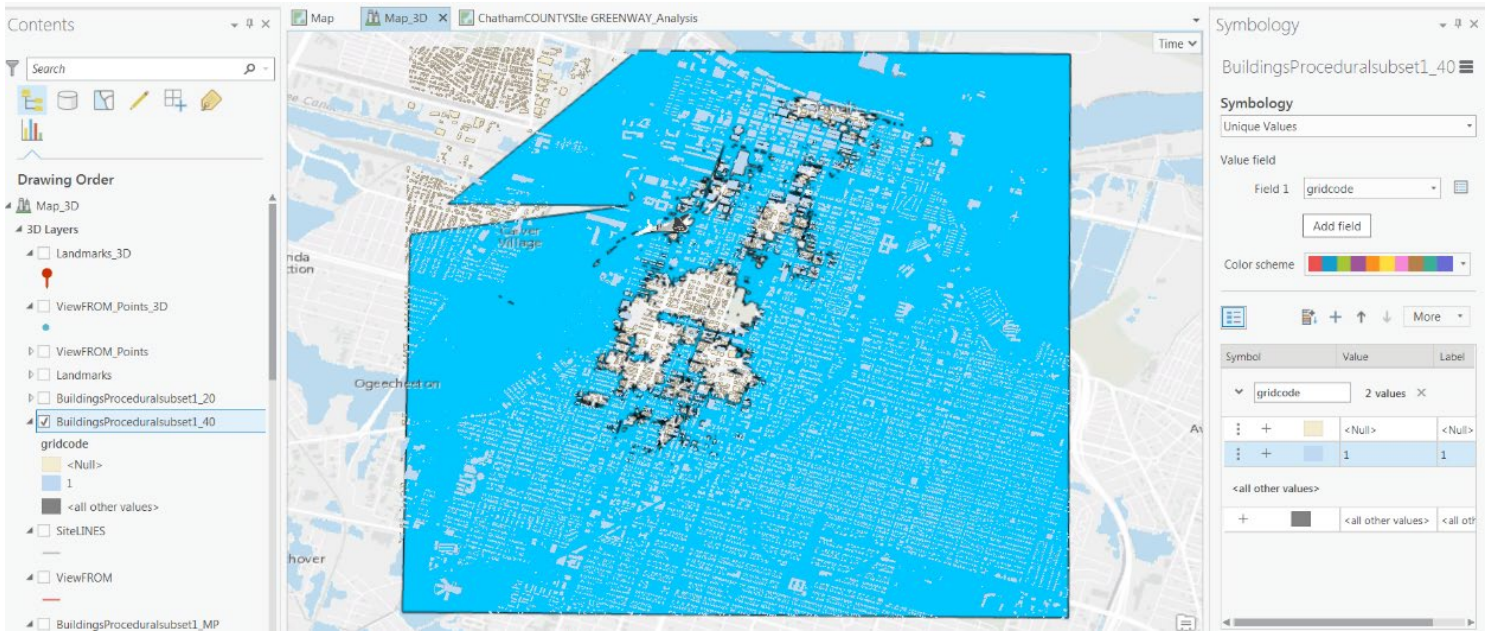


Source : auteur. Travail fait dans Arc *GIS Pro* de la plateforme ESRI



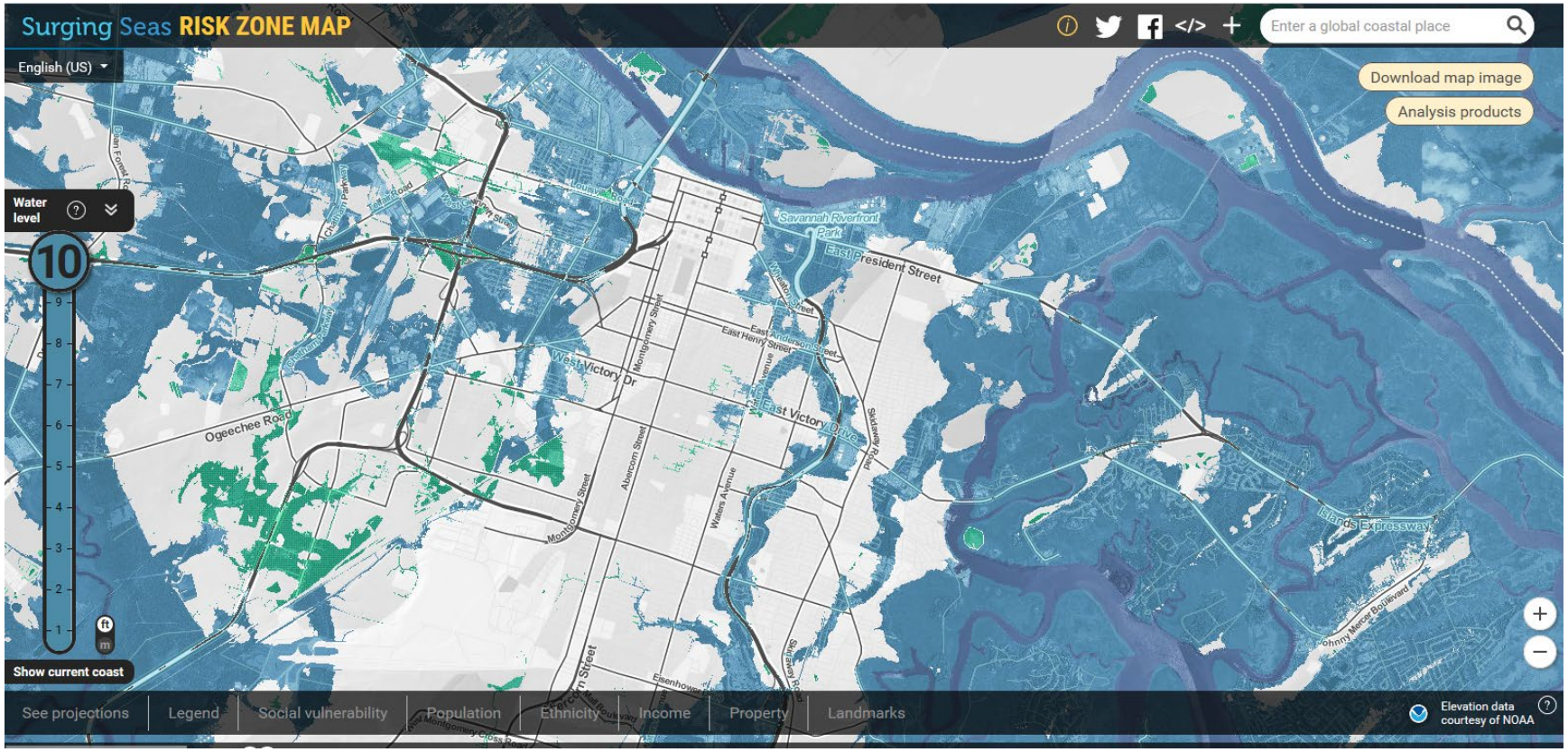


Inondations à hauteur de 40 pieds à Savannah. : l'on peut voir les bâtiments inondés en bleu



Source : auteur. Travail fait dans Arc *GIS Pro* de la plateforme ESRI.

Lien permettant de tester ces résultats sur le site de NOAA *(National Oceanic and Atmospheric Administration).*
Ce travail fait dans Arc GIS pro a été teste sur le site national de NOAA et la correspondance est parfaite. Ceci donne une crédibilité à cet outil d'analyse spatiale (voir capture d'écran sur le niveau d'eau a 10 pieds. Cela correspond à l'analyse faite plus haut.).



Lien NOAA : https://ss2.climatecentral.org/#14/32.0509/-81.0788?show=popd&projections=0-K14_RCP85-SLR&level=10&unit=feet&pois=hide

https://riskfinder.climatecentral.org/county/chatham-county.ga.us?comparisonType=county&forecastType=NOAA2017_int_p50&impact=Population_cauc&level=4&stationNum=0&unit=ft&zillowPlaceType=postal-code

c. Synthèse et observations :

Après cette démarche, on voit ici l'importance de l'idée qui sous-entend l'infrastructure verte comme élément moteur de tout développement urbain. Car l'infrastructure verte comme nous l'avons explorée dans ce chapitre consiste à aménager des espaces en améliorant ou maximisant la capacité de la nature à ralentir le ruissellement des eaux de pluie, à l'absorber et à les filtrer au lieu de les évacuer au plus vite vers des réservoirs ou réseaux de canalisations souterraines souvent inadéquates et incapable de recevoir ce volume énorme en un temps record.

L'infrastructure verte est plus efficace quand elle est intégrée dans les projets à travers des espaces verts et boisées ou dans les parcs et jardins. Certains projets réalisés dans cette idée ont démontré une réduction importante de la quantité d'eau de ruissellement entrant dans le réservoir général de la ville, une réduction allant jusqu'à 35% pendant de fortes pluies[133]. De ce chapitre, et d'après ces analyses multiples, on peut affirmer que le moindre projet a son importance et une capacité énorme de diminuer les risques de surcharge d'eau si l'on utilise l'approche de l'infrastructure verte. On remarque aussi que malgré la complexité des analyses nécessaires et le degré de connaissance requise pour comprendre ces modèles, les villes possèdent toutes une capacité de main d'œuvre qui pourrait faciliter cette intégration. Car le procédé est assez simple *(en collaboration avec les experts)*, la structure de la ville a le luxe d'avoir tous ces expert *« in-house »*, ce qui facilite la bonne collaboration, car ce travail peut s'avérer difficile et les résultats faussés en cas d'absence de mauvaise collaboration.

Conclusion :

Ce chapitre sur la résilience a abordé une fraction seulement des outils capables de guider un projet vers la « résilience ». La résilience est aujourd'hui un terme incontournable qui touche toutes les catégories et structures urbaines qu'elles soient politiques, économiques, sociales ou climatiques etc…Dans ce chapitre, on a exploré la nécessité de la ville à réagir à des changements environnementaux et en particulier climatique. Comme l'a dit le diplomate Miroslav Lajčák[134] « … *nous pouvons nous assurer que les personnes et les communautés sont mieux préparées et plus résilientes… ».*

[133] Ville de Vancouver. *Citywide Integrated Rainwater Management Plan: Best Management Practice Toolkit,* 2016, p. 5, by the VCA (Valley Conservation Authority).

[134] Miroslav Lajčák est un homme politique et diplomate slovaque, actuellement ministre des Affaires étrangères du pays. En outre, a été président de l'Assemblée générale des Nations Unies pour la 72e session de 2017 à 2018.

Pour s'en rassurer, il faut une stratégie robuste et testée axée sur l'atténuation des risques. **Stephen Flynn**[135], professeur de sciences politiques à la Northeastern University et chercheur principal au Centre de gestion des risques et des processus de décision de la ***Wharton School***, a présenté un discours au *Volpe National Transportation Center* sur la nécessité d'une conception résiliente dans les infrastructures critiques telles que les ponts, les autoroutes et les réseaux d'énergie. Flynn est un expert des questions de sécurité des transports et des infrastructures qui adopte une vision systémique des risques et de la résilience. Il pense que les risques peuvent provenir de tout : accidents, catastrophes naturelles, de décisions économiques affectant la maintenance ou d'actes de malveillance. « *Il faut des années pour construire la plupart de ces choses, et elles existent depuis longtemps. Attendre que nous ayons identifié une menace, c'est trop tard* », a-t-il déclaré. « *Nous devons prendre en compte les risques au stade de la conception et renforcer la résilience.* »
Flynn continue pour dire que « *Le 11 septembre 2011 a été un véritable réveil* », car les entreprises et les chaînes d'approvisionnement avaient été perturbées de manière imprévisible. Les perturbations ont pris du temps et plusieurs entreprises et structures ne s'en sont jamais remises.

Si ce chapitre définit les attributs d'un système résilient comme la robustesse ou la capacité à absorber les chocs et à continuer de fonctionner ; la capacité de gérer une crise pendant son déroulement ; récupération rapide, la capacité de récupérer les services le plus rapidement possible ; et adaptabilité, on comprend pourquoi la nécessite de résilience urbaine est d'actualité.

Flynn a suggéré que « l'un des indicateurs clés est l'assurance. Les caractéristiques des projets et des activités que le secteur assurera. Les entreprises et les gouvernements doivent penser différemment. À mesure que le changement climatique s'intensifie, des chocs tels que l'ouragan Katrina et l'ouragan Sandy - des événements catastrophiques qui n'auraient lieu que tous les siècles - deviendront de plus en plus extrêmes et fréquents. "Le modèle" cent ans "d'événements climatiques est obsolète", a déclaré Flynn. « Cela peut ouvrir un horizon sur la conversation, mais assurons-nous que c'est la bonne » ».

[135] Stephen E. Flynn, PhD : Founding Director, Global Resilience Institute, Professor of Political Science, Professor of Civil and Environmental Engineering.

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

CHAPITRE VI :

PHASE III : LA MAQUETTE PROCÉDURALE GLOBALE DE SAVANNAH ET DÉBUT D'ANALYSE 3D.

Cette étude s'appuie sur les résultats d'analyses des chapitres précédents pour essayer d'exposer les pistes que l'approche urbaine Neuro-prothétique peut apporter à la conception urbaine. On explorera entre autres dans ce chapitre les avantages d'une utilisation de l'imagerie LiDAR. Un processus qui semble incontournable dans une telle approche. Nous découvrirons à la fin de ce chapitre la ou les raisons à partir des analyses et seulement de là pourrons-nous décider si cette pratique est fiable et/ou nécessaire.

6.1Définition des termes :

LiDAR (***L**ight **D**etection **a**nd **R**anging)* — est une méthode de télédétection utilisée pour examiner la surface de la Terre[136].
LAS : Le format de fichier *LAS* est un format de fichier public permettant l'échange de données de *« points cloud tridimensionnel »* entre des utilisateurs de données. Bien que développé principalement pour l'échange de données de points cloud LiDAR, ce format prend en charge l'échange de tout multiple tridimensionnel x, y, z. Ce format de fichier binaire est une alternative aux systèmes propriétaires (pas gratuit) ou à un système d'échange de fichiers générique ASCII utilisé par de nombreuses entreprises.[137]

6.1.1 Processus de collection des données LiDAR.

Lorsqu'un laser aéroporté est pointé sur une zone ciblée du sol, le faisceau de lumière est réfléchi par la surface qu'il rencontre. Un capteur enregistre cette lumière réfléchie pour mesurer une onde. Lorsque les portées laser sont combinées à des données de position et d'orientation générées à partir de systèmes intégrés de GPS, d'unités de mesure inertielle, d'angles de balayage et de données d'étalonnage, on obtient un groupe de points d'altitude dense et riche en détails, appelé « *point cloud* ou *nuage de points* ». Chaque point cloud a des coordonnées spatiales tridimensionnelles (latitude, longitude et hauteur) qui correspondent à un point particulier de la surface de la terre à partir duquel une impulsion laser a été réfléchie. Les *points cloud* servent à

[136] NOAA https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html visite le 5 Février 2019
[137] https://www.asprs.org/divisions-committees/lidar-division/laser-las-file-format-exchange-activities visite le 5 Février 2019

générer d'autres produits géospatiaux, tels que des modèles altimétriques numériques, des modèles de végétation, des modèles de construction et des contours topographiques.

6.1.2 Explication et utilisation du LiDAR.

Le *LIDAR* utilise la lumière sous la forme d'un laser pulsé pour mesurer les distances (distances variables) jusqu'à la terre. Ces impulsions lumineuses, combinées à d'autres données enregistrées par le système aéroporté génèrent des informations tridimensionnelles précises sur la forme de la terre et ses caractéristiques de surface. Voir illustrations suivantes.

Source : auteur. Travail fait dans *LP-360*[138] de GeoCue.[139]

L'image de site ci-dessus montre un processus de capture avec un avion muni de laser, scanner et récepteur. On arrive à avoir une variété de représentations à l'échelle réelle de toutes structures. On a entre autres, une coupe de profil des contours des structures verticales à l'échelle. Cette image permet de représenter l'existant à une échelle réelle. Cela aide dès le début du projet à gagner du temps et commencer sur un support à dimensions réelles.

[138] LP360 for sUAS is a specially-designed drone 3D mapping software. LP360 for sUAS makes easy work of extracting information and derived products from data collected by small Unmanned Aerial Systems (sUAS, UAVs, drones). LP360 works with point clouds derived from LIDAR systems as well as Structure from Motion (SfM, dense image matching, point clouds from imagery, multi-ray, photogrammetry) point clouds. For drone 3D mapping collecting and processing, LP360 picks up where other point cloud generation tools such as PhotoScan and Pix4D leave off. LP360 has a very rapid Return on Investment (ROI), paying for itself within just a few stockpiles edit sessions. https://geocue.com/products/lp-360-suas/.

[139] GeoCue Group Inc. is a small business located in the Huntsville, Alabama area that offers software, hardware, training, support and consulting services for LIDAR mapping, including production and exploitation, and drone mapping, including data collection, processing and management.

6.1.3 Composition du LiDAR :

Un instrument LiDAR comprend principalement un laser, un scanner et un récepteur GPS spécialisé. Les avions et les hélicoptères sont les plateformes les plus couramment utilisées pour l'acquisition de données LiDAR sur de vastes zones comme dans le cas de ce travail.

6.1.4 Les types de LiDAR :

Les deux types de LiDAR sont *topographiques* et *bathymétriques*. Le LiDAR topographique utilise généralement un laser proche infrarouge pour cartographier la terre, tandis que le LiDAR bathymétrique utilise une lumière verte qui pénètre dans l'eau pour mesurer également les altitudes de fond marin et du lit de rivière. Le document LiDAR utilisé dans ce travail emploie les deux types. Plus important, le LiDAR ne se contente pas juste de détecter les formes et leur distance, il permet aussi, de manière assez détaillée et acceptable quantitativement, de catégoriser les différentes structures. En utilisant les programmes ou logiciels appropriés ***(Arc GISPro, LP360 etc…)***, on arrive à déterminer et classifier les structures selon leur famille. Exemple ; bâtiments, arbres, plantes, gazons, ponts etc….

6.1.5 Les systèmes LiDAR :

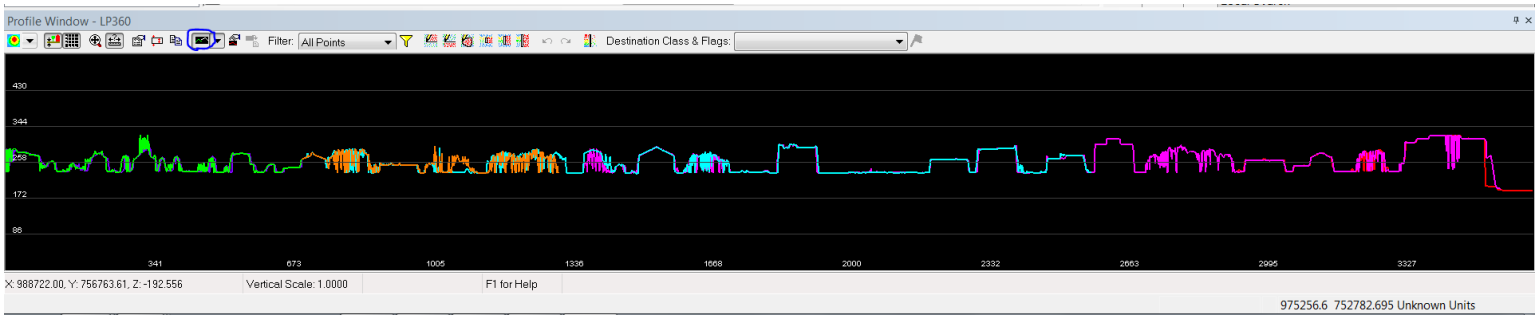
Les systèmes LiDAR permettent aux scientifiques et aux professionnels de la cartographie d'examiner les environnements naturels et artificiels avec précision et flexibilité. Jusque-là les urbanistes et les architectes n'ont pas souvent eu recours à cette approche et c'est justement la question posée et explorée par ce travail. Aujourd'hui, les professionnels scientifiques de NOAA *(**N**ational **O**ceanic and **A**thmospheric **A**dministration)* une branche du « **US Department of Commerce »** utilisent le LiDAR pour produire des cartes de rivage plus précises, créer des modèles numériques d'élévations à utiliser dans les systèmes d'information géographique, pour faciliter les opérations d'intervention d'urgence *(comme par exemple trouver les meilleur accès pour les premiers secours dans un cas d'inondation)* et de nombreuses autres applications.

Certaines données LiDAR pour la zone côtières de Savannah ont été d'ailleurs téléchargés à partir du portail Web du bureau de la gestion des côtes[140].

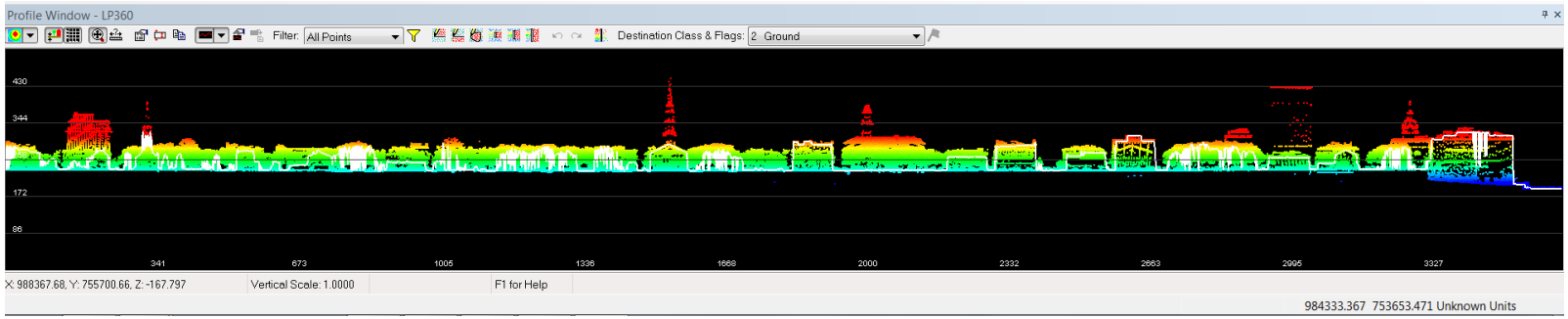
[140] NOAA https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html

6.2 Le fichier de format LAS :

LAS est un format qui permet stocker les références d'un ou plusieurs fichiers sur le disque, ainsi que sur des entités de surface supplémentaires. Un fichier LAS est un format binaire standard pour le stockage de données LiDARs aéroportés. Les fichiers LAS optimisés ***(.ZLAS)*** sont également pris en charge avec le jeu de données LAS.
Le jeu de données LAS permet d'examiner rapidement et facilement les fichiers LAS, dans leur format natif, en fournissant des statistiques détaillées et une zone de couverture des données LiDAR contenues dans les fichiers LAS.



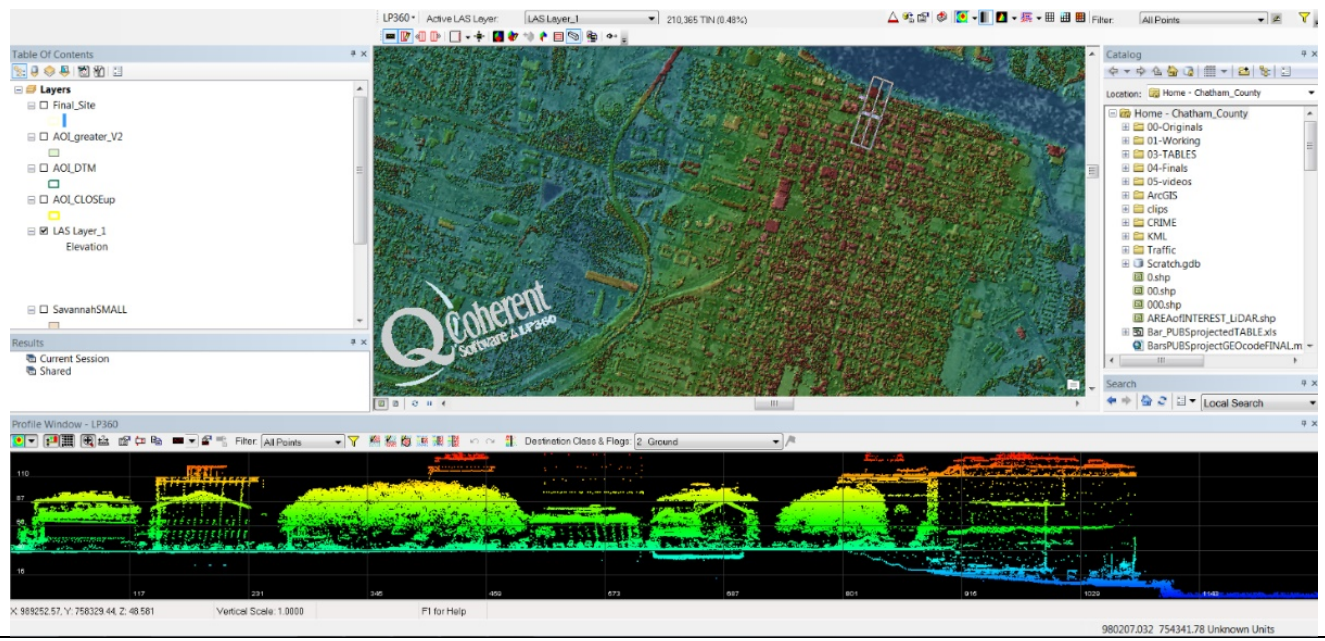
Cette image montre la catégorisation de différentes structures. L'axe X et Y représentent les valeurs cartésiennes à l'échelle réelle de l'étendue de l'image. Un atout extraordinaire quand on sait l'importance que joue les mesures et l'échelles dans tout développement urbain. (Fichier LAS)



Représentation des structures par catégories ; une coupe longitudinale de Savannah. (Fichier LAS)
Source : auteur. Travail fait dans *LP-360* de GeoCue.

L'importance de cette technique dans ce travail est que les données LAS peuvent également stocker des références à des classes d'entités contenant des contraintes de surface. Les contraintes de surface peuvent être des lignes de fracture, des polygones d'eau, des limites de zone ou tout autre type d'élément de surface imposé dans le jeu de données LAS. Les contraintes de surface sont stockées dans des classes d'entités ou des fichiers de formes de base de données géographique *géodatabase[gdb.]*, qui sont généralement dérivés d'une technique de détection à distance, telle que la photogrammétrie.

L'image ci-dessous représente en plan et coupe Nord-Sud du résultat LiDAR montrant les différentes hauteurs à grande précision sous un fichier de format LAS.



Les couleurs son codifiées, avec le bleu qui représente l'eau (bas) le vert les structures moyennes, orange et rouge pour les grandes hauteurs.

Source : auteur. Travail fait dans *LP-360* de GeoCue.

Remarque : toutes les cartes non mentionnées qui vont suivre dans ce chapitre ont été produites par l'auteur de ce travail à l'aide de l'application **LP-360.**

6.3 Les limitations qui pourraient freiner l'utilisation de fichier LAS dans l'urbain.

Si l'avantage de jeu de données LAS est d'examiner rapidement et facilement les fichiers LAS, dans leur format natif, en fournissant des statistiques détaillées et une zone de couverture des données LiDAR contenues dans les fichiers LAS, la difficulté est que LAS est un système propriétaire et par conséquent, les données ne peuvent pas être facilement transférées d'un système à un autre. L'échange avec les fichiers ASCII pose deux problèmes majeurs.

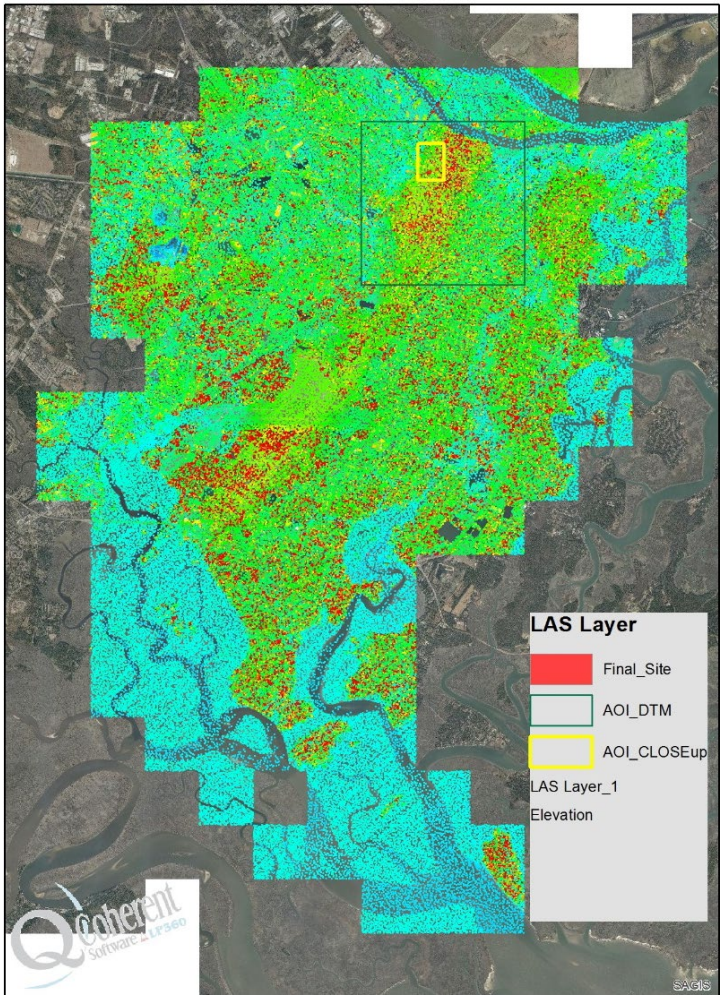
- Le premier problème concerne les performances, car la lecture et l'interprétation des données d'altitude ASCII peuvent être très lentes et la taille du fichier peut être extrêmement volumineuse, même pour de petites quantités de données *(une observation faite très tôt dans ce travail qui a nécessité une réorganisation et réduction de l'emprise du projet)*.
- Le deuxième problème est que toutes les informations spécifiques aux données LiDAR sont perdues. Le format de fichier LAS est un format de fichier binaire qui conserve des informations spécifiques à la nature LiDAR des données sans être trop complexe.

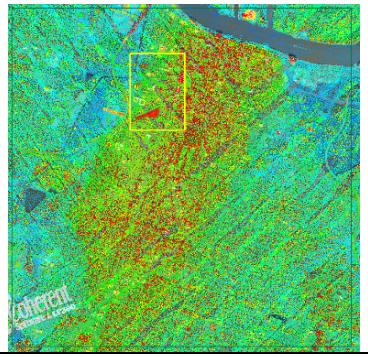
6.4 Visualisation du site à partir des résultats LiDAR :

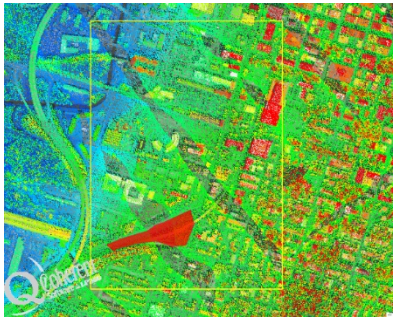
Les illustrations suivantes sont une collection des visualisations d'options possibles et disponibles. Le logiciel d'extraction de ces données est ***LS360.*** C'est un plug-in de l'application ArcGIS payant avec trois mois d'essai gratuit (période utilisée pour ce travail).

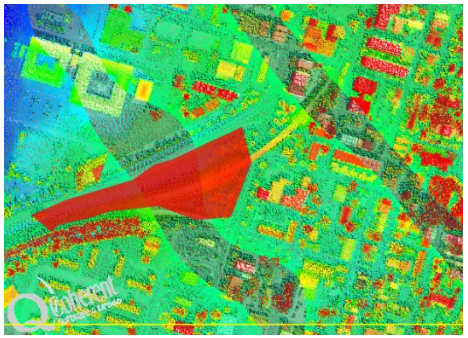
6.4.1 LAS à partir des hauteurs et topographie : Représentation du site

LAS by ELEVATION







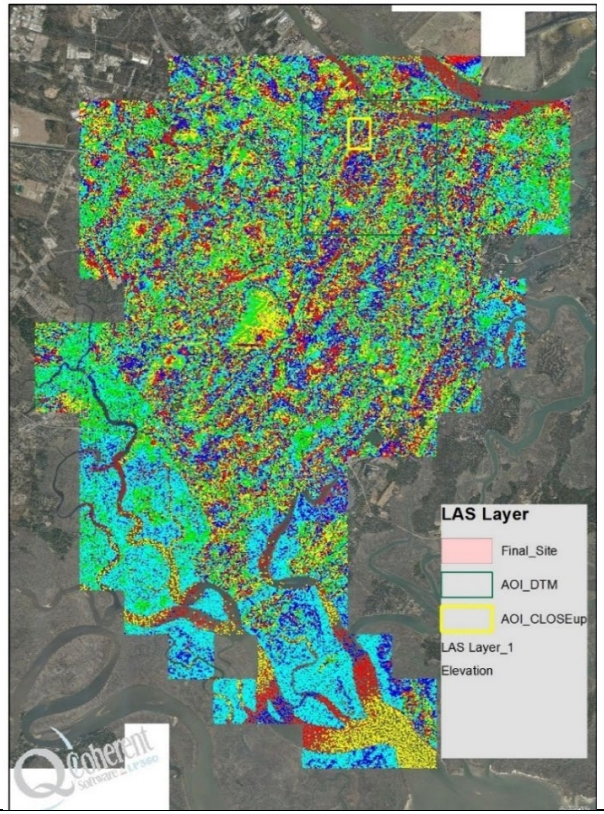


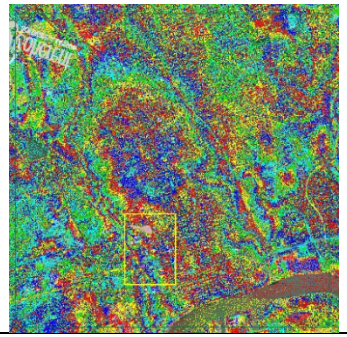
Les bâtiments sont en rouge avec un dégradé de couleur allant du rouge (haut) au jaune(bas) représentant les bâtiments.

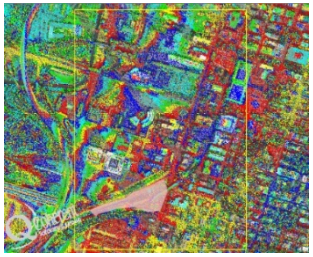
6.4.2 LAS par bande de couleurs : Représentation du site.

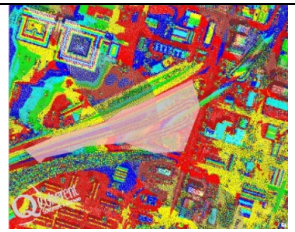
Il devient important à ce niveau d'explorer toutes les possibilités disponibles pour pouvoir déterminer celle qui sera le plus appropriée pour ce projet.
Les couleurs sont déterminées par équation statistique dans le processus.

LAS by Color Band





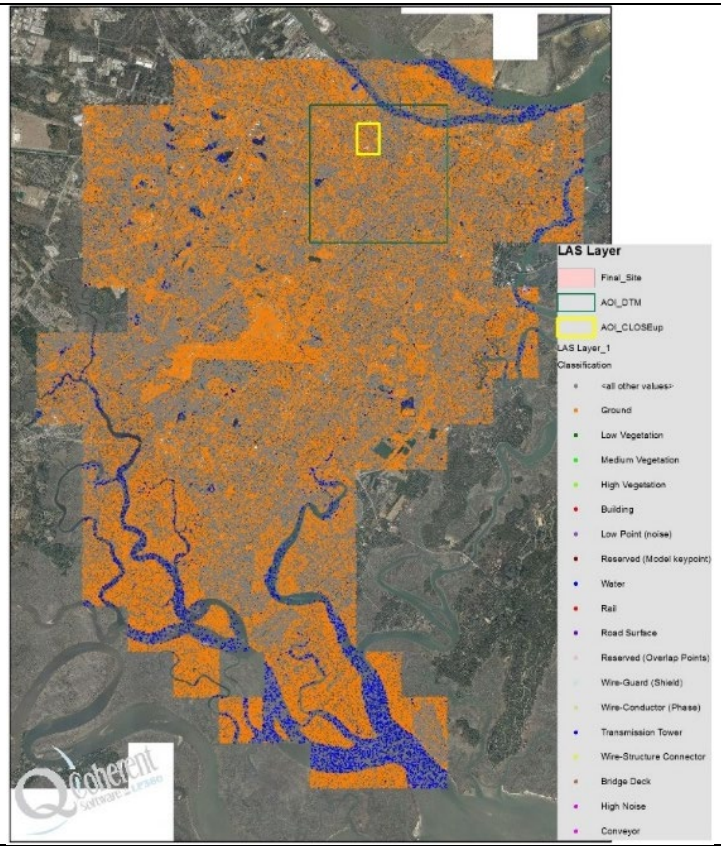




Le site

6.4.3 LAS par classification ; représentation du site :

Cette représentation permet de regrouper les différentes catégories ; sol végétation basse, végétation moyenne, végétation haute, bâtiments, bruits, eau, chemin de fer etc….



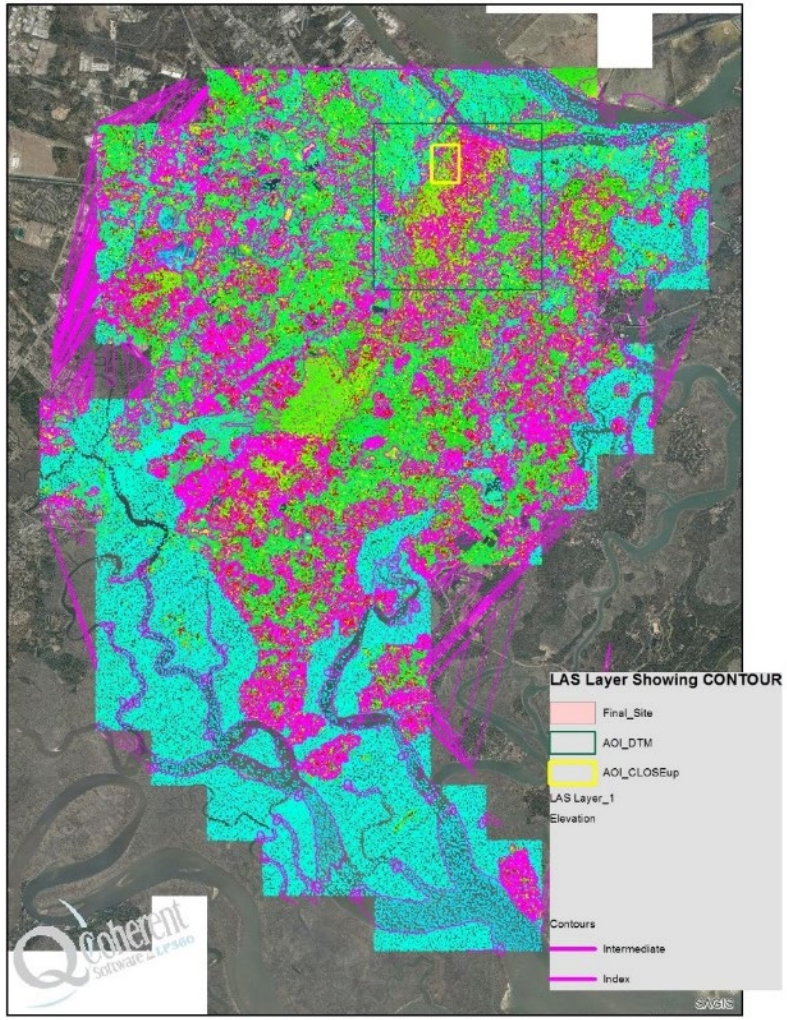
LAS by Classification

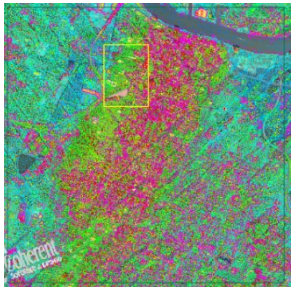
La zone du site.

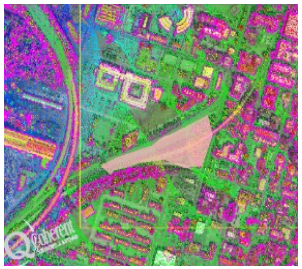
6.4.4 LIDAR Affichage de contour montrant une élévation égale : Représentation du site

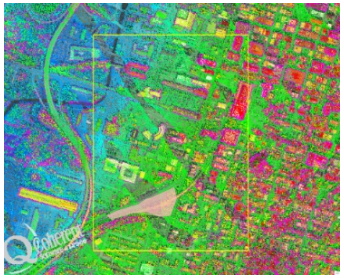
Cette représentation permet comprendre la topographie regroupée en deux catégories ; contours généraux et intermédiaires.

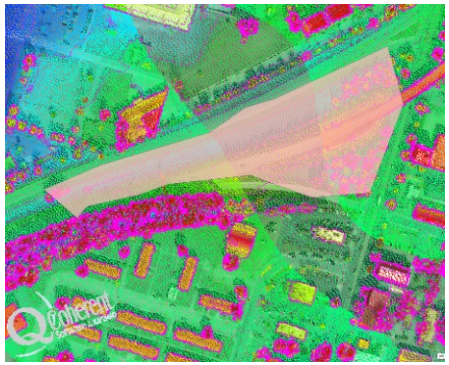
LIDAR Displaying CONTOUR showing equal elevation
LIDAR illustrant les contours topographiques par hauteurs égales (ceci catégorise les hauteurs et les montre de manière regroupées)





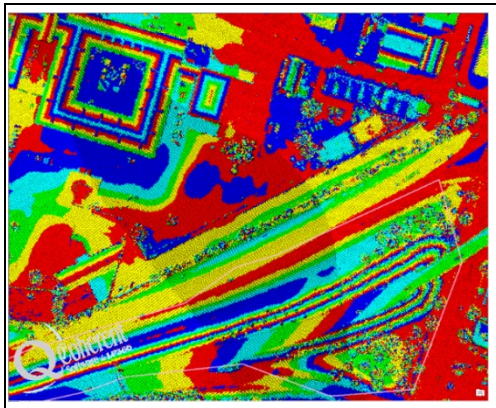


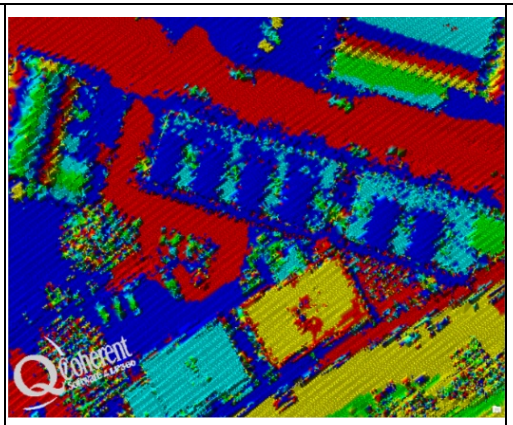


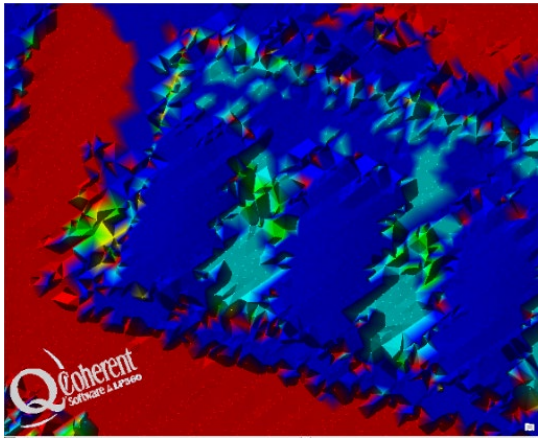


Plan de topographies

6.4.5 Par rampe de couleur :





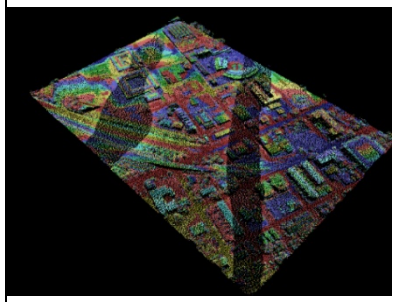


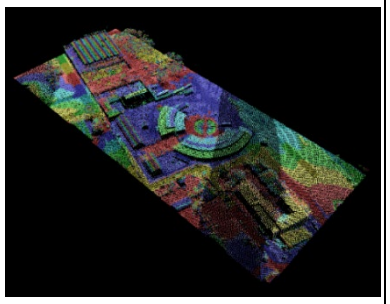
Affichage par rampe de couleurs : cet affichage est fait en fonction des modifications apportées aux distances **verticales.** L'affichage ici est similaire à la visualisation des contours où la distance verticale entre chaque couleur est l'intervalle des contours intermédiaires. Si on regarde de plus près (image de droite), on peut voir plus de détails sur les toitures.

6.5 Affichage LiDAR en représentation 3D du site et son entourage :

Le processus d'extraction du model 3D des procédés LiDAR[141] est une composante essentielle de ce travail. La 3D ci-dessous est générée par les des points cloud à coordonnées spatiales tridimensionnelles (latitude, longitude et hauteur). Il est important de comprendre le procédé afin de décider comment l'intégrer dans la conception urbaine Neuro-prothétique.

[141] Comme décrit au 6.1.1





Autoroute I-16

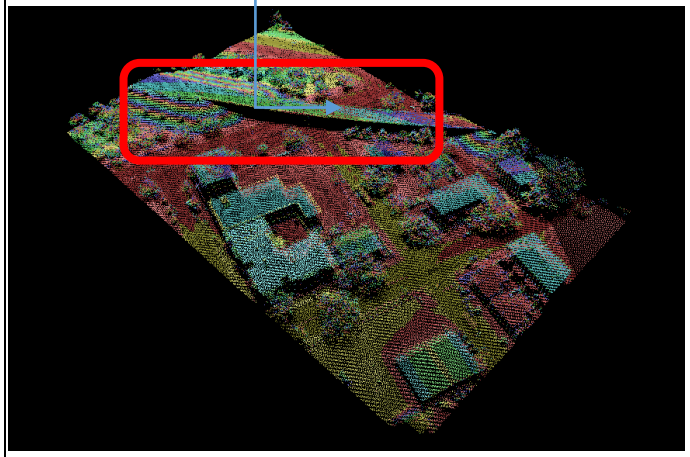
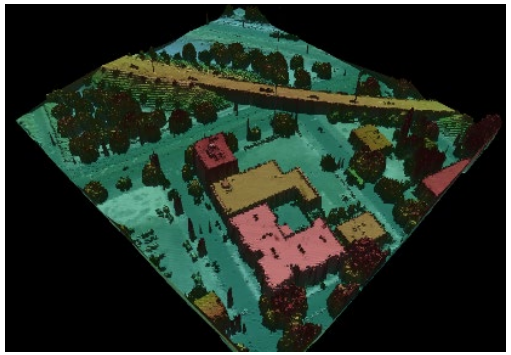
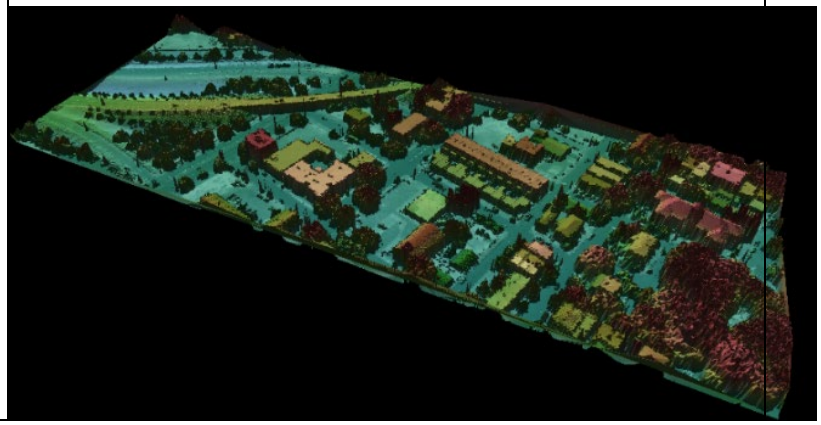
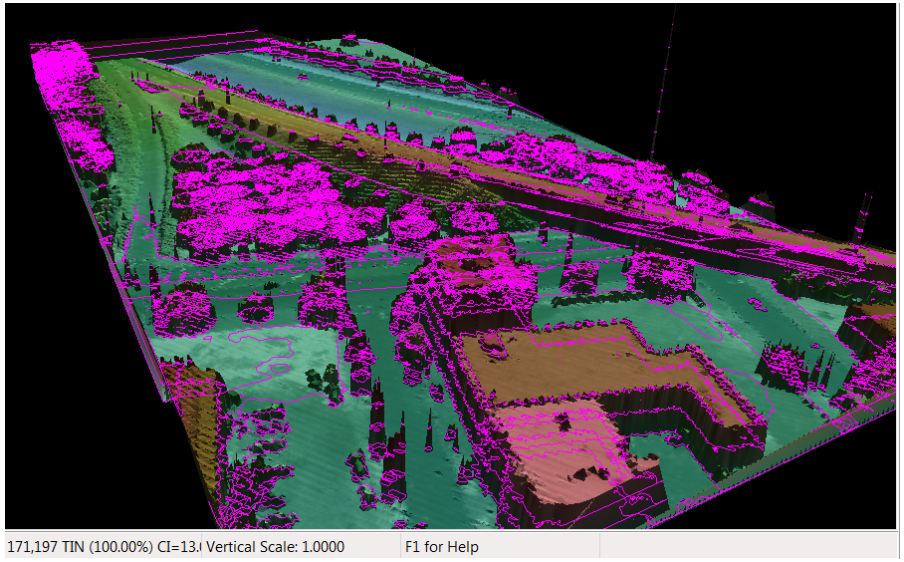


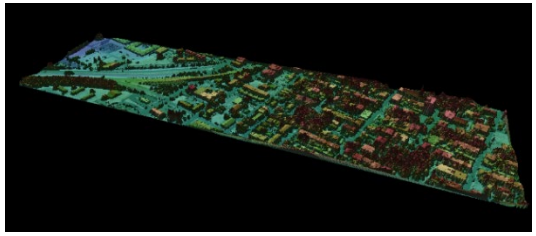
Image LiDAR montrant les hauteurs en volume. On peut clairement voire ici la passerelle de l'autoroute I-16 qui rentre dans le centre-ville.

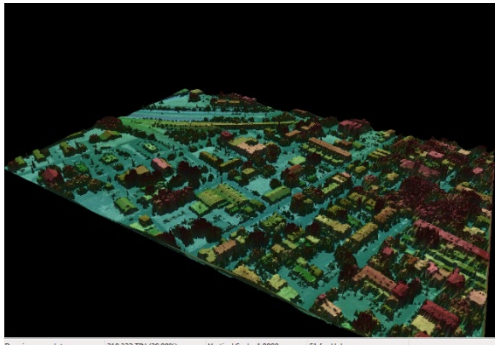


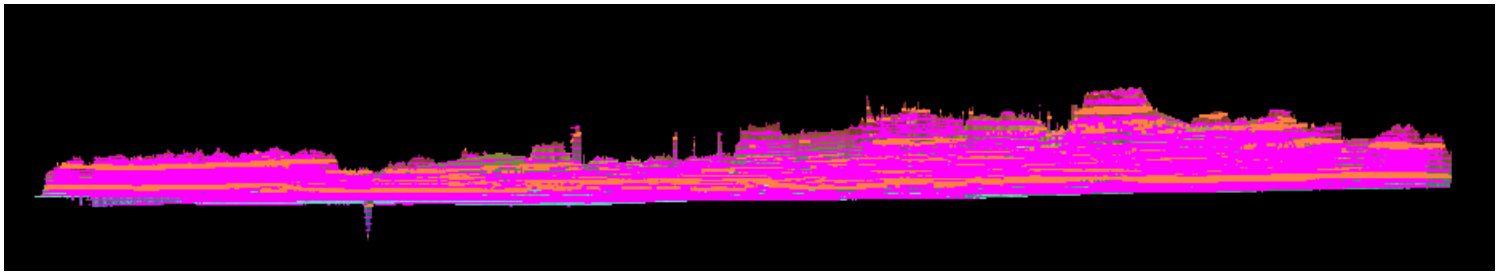


6.5.1 Illustrations des résultats de LiDAR :









Les images ci-dessus montre à gauche les contours topographiques superposés sur les volumes des structures. Plus bas, on peut voir une coupe très détaillée qui montre toutes les couches de contour et volumes. Une image assez détaillée à l'échelle qui devient donc un élément important permettant de reconstruire l'existant pour une meilleur intégration du projet.

Les illustrations suivantes montrent une étude approfondie de l'emplacement et cheminement des points d'intérêts dans les quartiers environnants du site. Les points d'intérêts sont des zones importantes autour du site. Cette étape rentre dans un large éventail d'autres étapes nécessaires à la prise de décision pour un développement future résilient et durable Neuro-prothétique.

6.5.2 Profil et représentations des données LiDAR dans un format conventionnel :

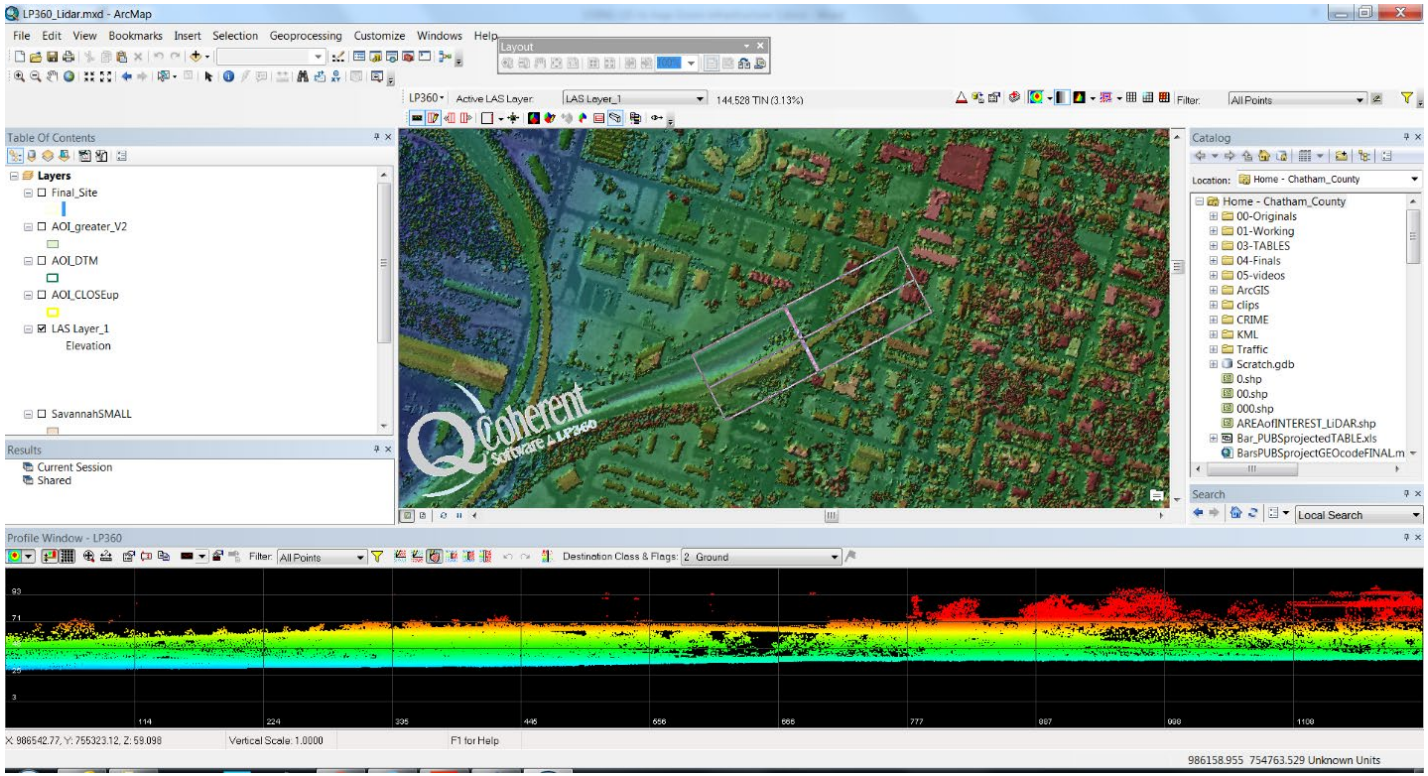
Comme pour tout autre approche, l'utilisation du LiDAR nécessite que l'on passe par un processus bien précis pour arriver à extraire les information nécessaires et utiles au projet. L'intérêt du LiDAR en général est qu'il ne se limite pas à une discipline singulière mais comme une carte, le LiDAR contient un « ***tout*** » qui peut servir plusieurs autres disciplines. Pourtant, une maitrise de cet outil est nécessaire pour comprendre en amont l'utilisation des données à extraites avant de décider de la manière dont cette extraction doit se faire, car selon les projets, il existe des extractions basiques (sans détails et très appropriées pour certains projets d'esquisses) et très détaillées pour un travail de précision. Par exemple, pour des raisons de direction et d'orientation dans la ville, la précision n'est pas primordiale et le processus est assez léger et rapide. En revanche, pour un besoin d'étude du sol, d'archéologie ou de projet d'urbanisme, une grande nécessité de précision s'impose. L'approche ou démarche est donc plus complexe et nécessite des connaissances approfondies de lecture des résultats et des applications de transfert.

6.5.2.1 L'application LP-360 ;

Dans le but de ce travail, les recherches m'ont conduite à découvrir que cette application est compatible avec Arc MAP (ESRI) ; l'application principale utilisée. **LP-360** étant une application payante, elle a été utilisée le temps de test gratuits pour comprendre exactement sa nécessité dans ce travail. Les résultats seront illustrés dans la suite de ce chapitre.

LP-360 est un logiciel de cartographie 3D spécialement conçu pour les drones, qui permet d'extraire facilement des informations et des produits dérivés à partir de données collectées par de petits systèmes aériens. LP-360 fonctionne avec des « points cloud » dérivés des systèmes LiDAR pour la collecte et le traitement des cartes 3D par drones, LP360 détecte les points où d'autres outils de génération points cloud tels que PhotoScan et Pix4D sont incompétents.
Selon mon avis d'utilisatrice, Lp-360 semble proposer une solution assez complète pour l'analyse, l'extraction et la classification de la valeur des points cloud.

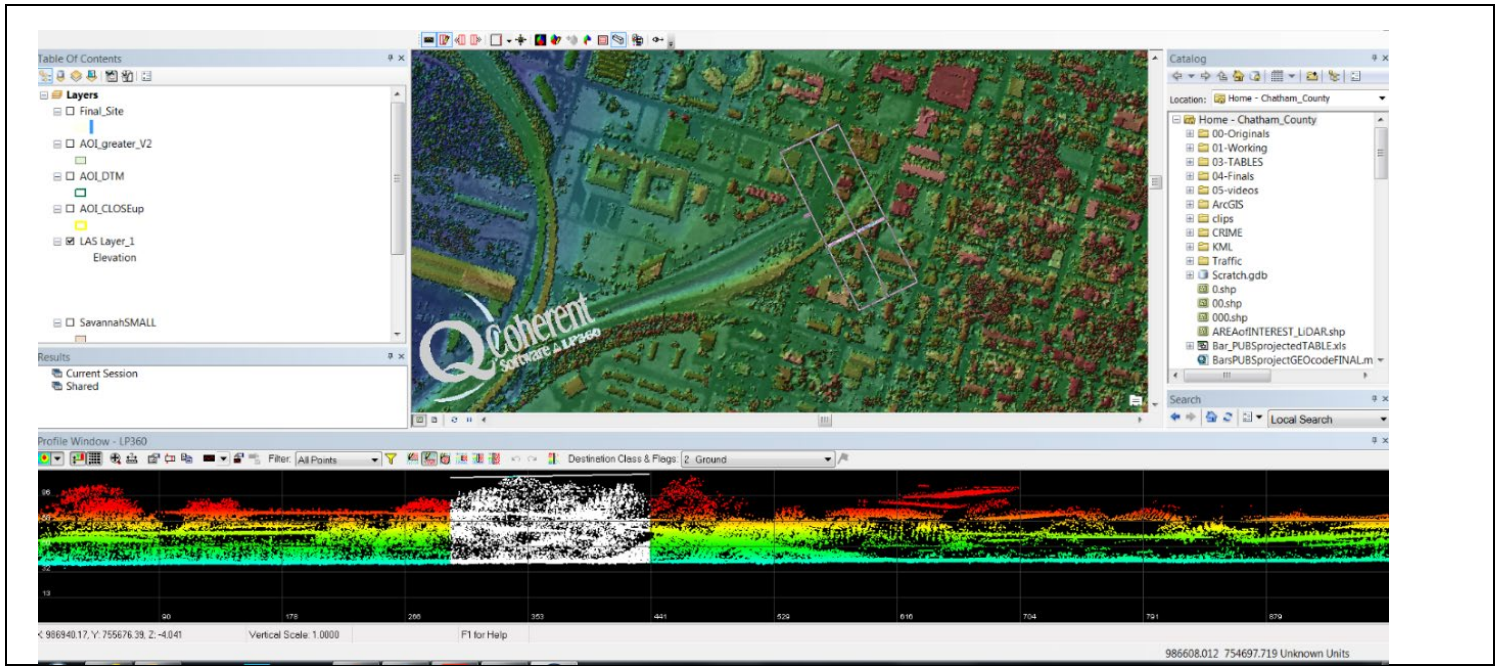
6.5.2.2 Première capture d'écran avec l'application LP-360



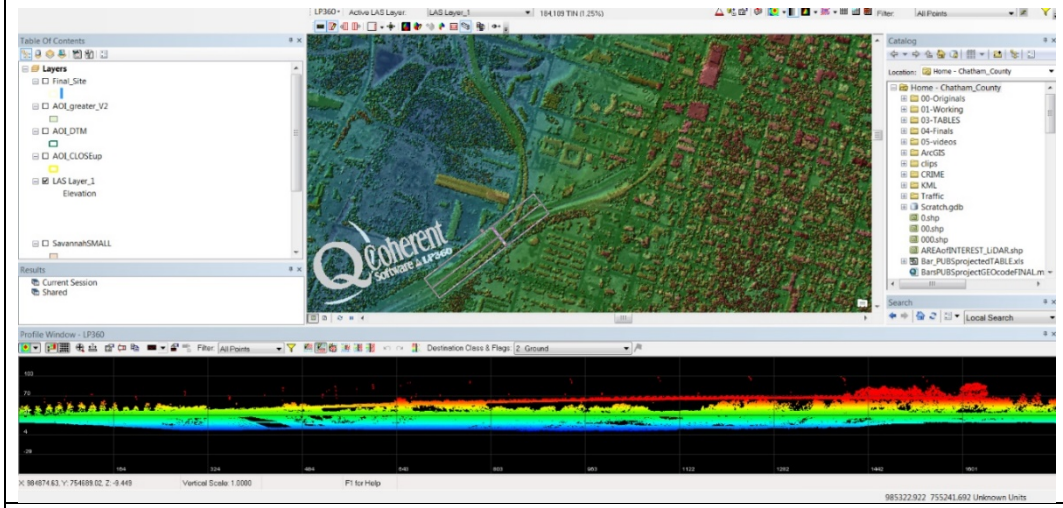
Cette carte montre une capture d'écran illustrant une coupe faite longitudinalement sur la passerelle de l'autoroute I-16.
Dans cette capture, les catégories sont classées par l'application et on peut distinguer les hauteurs marquées par une gradation de couleurs allant du bleu(bas) au rouge(haut). On peut aussi voir l'axe X et Y marquant les mesures cartésiennes.

6.5.2.3 Deuxième capture avec début de classification :

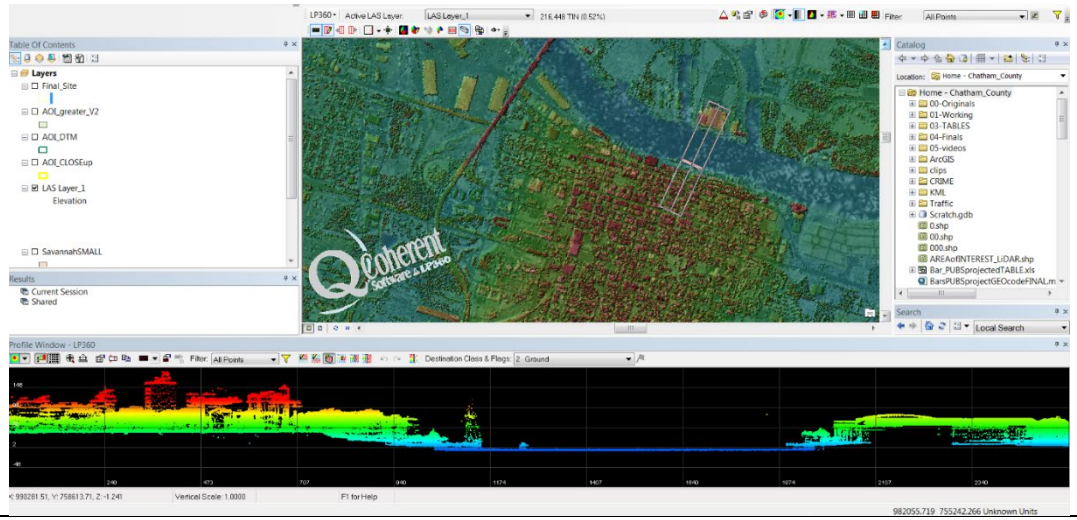
Dans la coupe ci-dessous, on peut voir en blanc une portion sélectionnée pour un début de classification. L'application ***LP-360*** détecte jusqu'à 9 catégories différentes, mais comme toutes application, il existe une marge d'erreur et c'est donc la raison de cette étape de vérification.



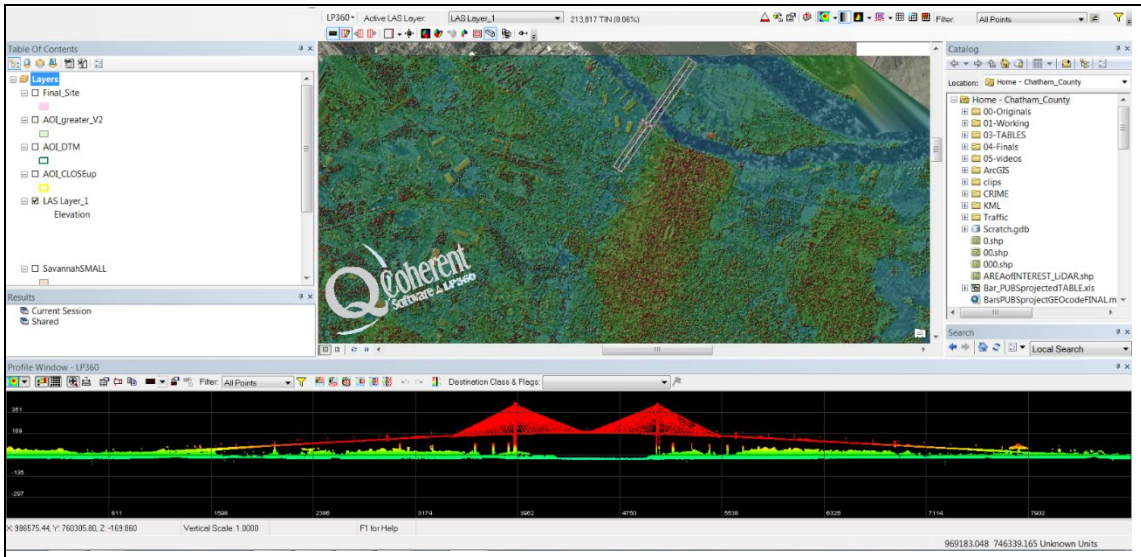
Comme on peut le voir, ceci est une coupe transversale passant par le site de l'autoroute.



Cette illustration montre clairement le profil du site. L'on discerne clairement la relation entre la passerelle et le bâti. De plus les couches sont colorées par catégories et les mesure peuvent se lire sur les axes X et Y.



Coupe montrant les hauteurs et profondeur par rapport à la rivière. Ce profil si détaillé permet de comprendre le profil général et les proportions des structures existantes. Un élément important dans un projet de ville comme celui-ci.

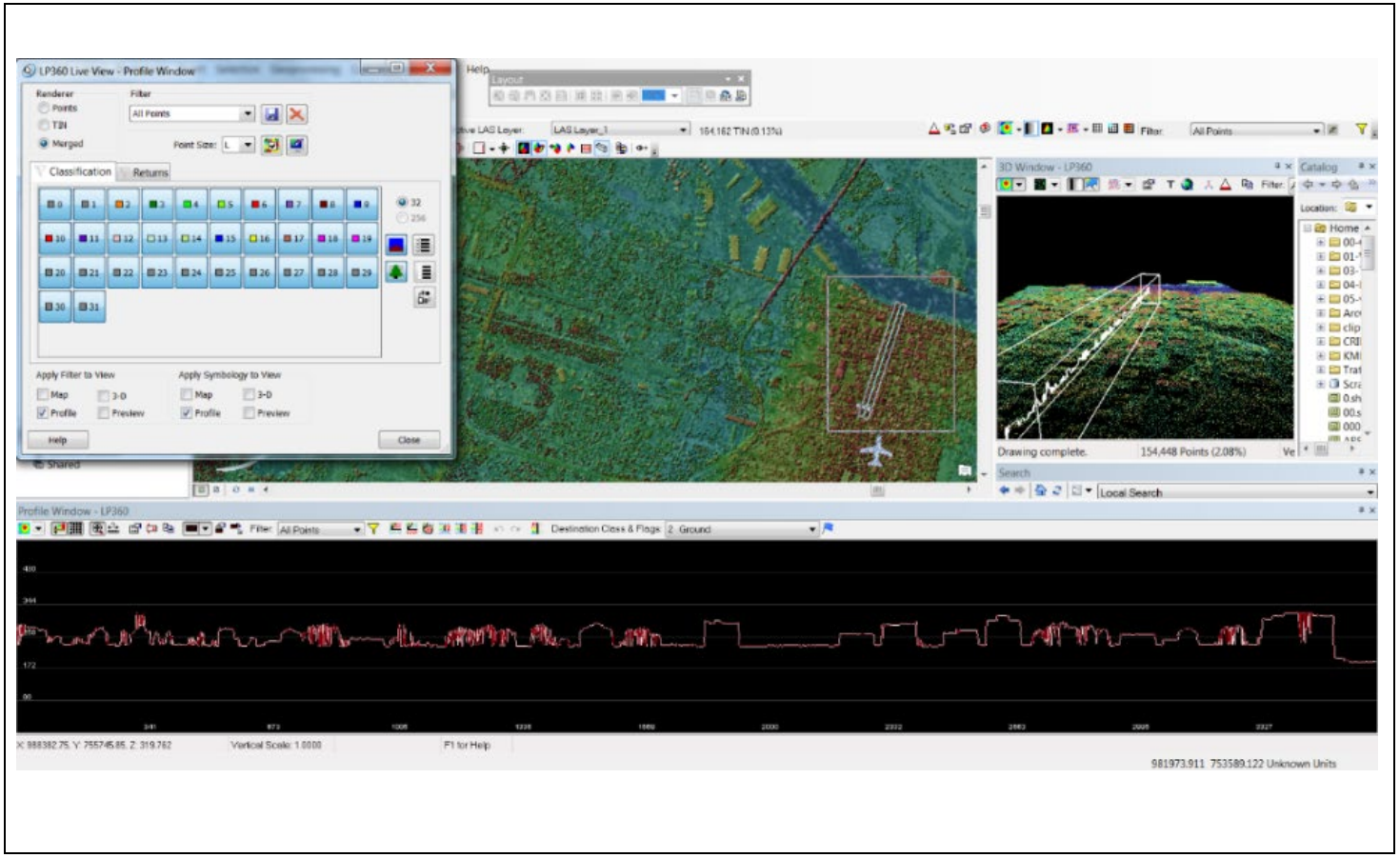


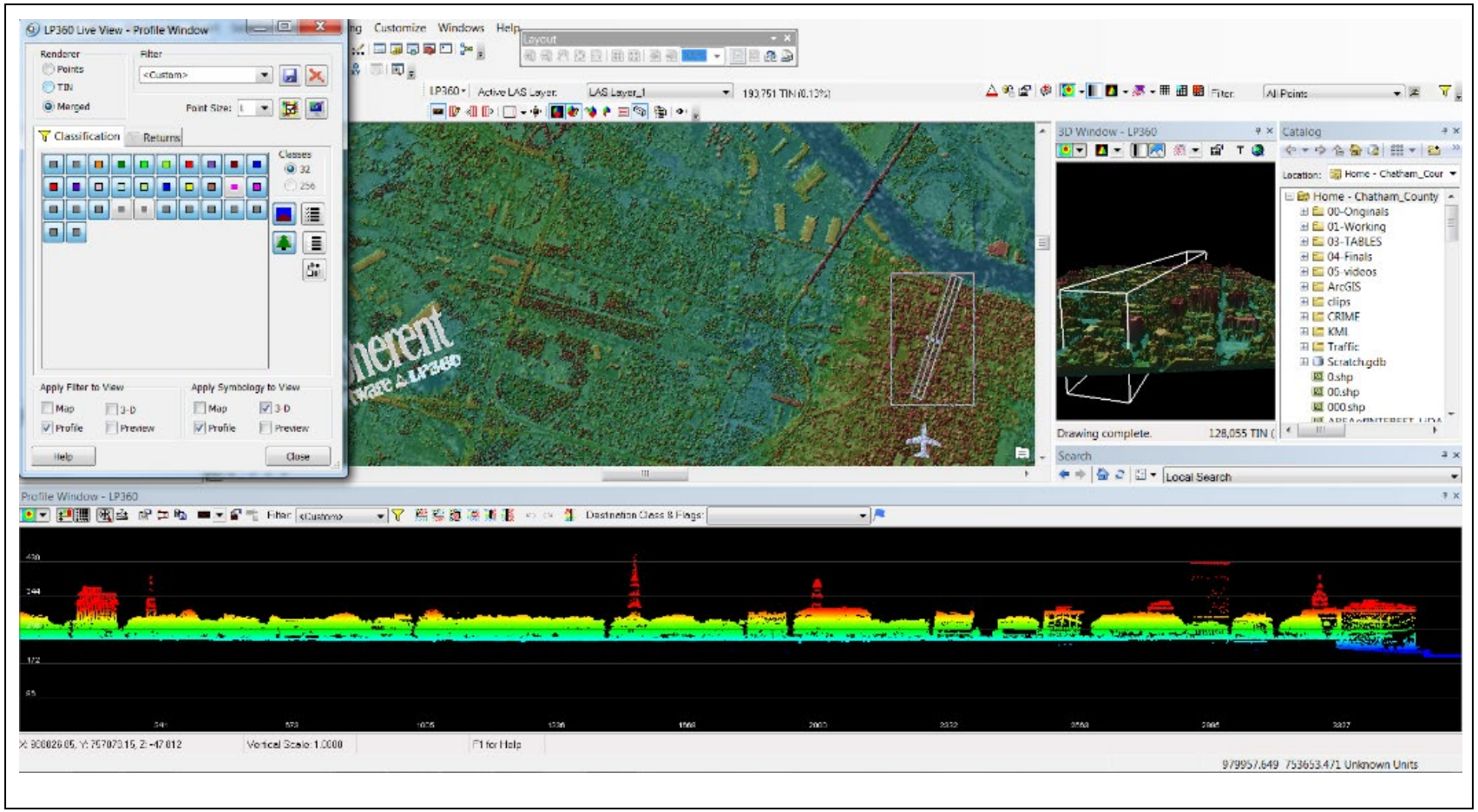
Coupe sur le pont de Savannah obtenu en une fraction de seconde par « un clique » de la souris. Un degré de détail tell que celui-ci permet de gagner du temps dans le processus.

Profil des structures

6.5.3 Processus de nettoyage et classification des données LiDAR :

Le tableau ci-dessous permet de décider le mode de visualisation des résultats. On a une visualisation cartographique ou de profile. On a aussi la flexibilité de n'extraire que les données nécessaires pour chaque visualisation, ensuite, on peut utiliser des symbologies pour représenter chaque catégorie pour une meilleure lecture.

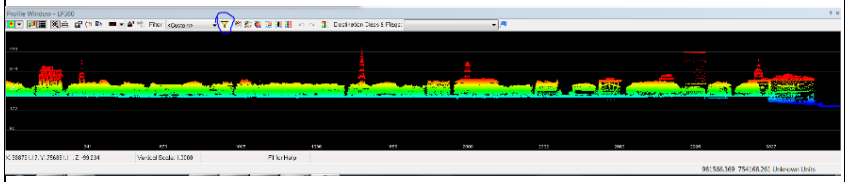
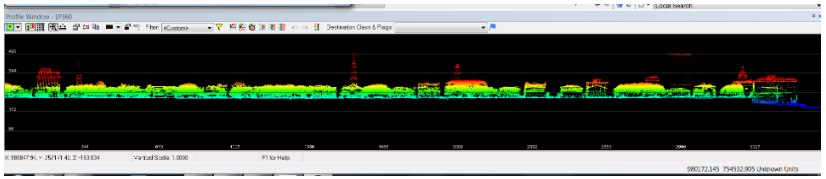
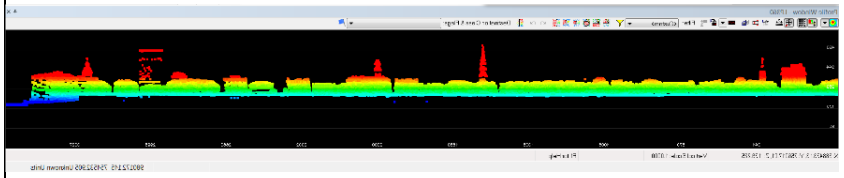
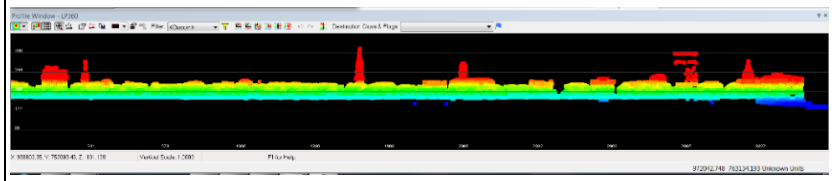




Ci-dessus, un tableau de classification permettant de séparer les catégories jusqu'à 32 classes différentes.

6.5.4 Classification par niveaux de détail :

Par défaut, l'image a une classification **L**. L'on peut régler le niveau de détail en changeant la variable de classification. Ainsi, ça varie de 1 à 9 ; 1 représentant une qualité de l'image moins détaillée et 9 une qualité supérieure et très détaillée.

Point size =L (Default) 	**Point size =1** 
Point size =5 	**Point size =9** 
Représentation de profil de la partie survolée. On voit ici un réplica de la capture LiDAR.	

Le processus précèdent permet donc une bonne compréhension des structures existantes et un recensement des données nécessaires pouvant aider au développement du nouveau projet. Après cette analyse approfondie de l'existant, on passe à la modélisation des structures à une échelle choisie.

6.6 Modélisation de l'existant.

Cette partie se fait dans des logiciels de modélisations 3D capable de lire les données spatiales LiDAR. Nous commencerons par City Engine de ESRI.

6.6.1 L'application « City Engine » CE :

City Engine est une application compatible avec les applications SIG utilisées. City Engine peut être défini par ses trois composantes essentielles :

__la géométrie des entités,
__les attributs des entités et
__ les règles de procédure encore appelées ***CGA Rules.***

Dans l'application CE, plus il y a du détail dans chaque élément, plus la complexité et la précision de la modélisation 3D générée est proche de la réalité. City Engine utilise le fichier de données géographiques SIG (y compris des textures complexes) comme format de stockage de base. Ce qui permet une utilisation dans l'application des données géospatiales vectorielles, telles ; des parcelles/ilots, les empreintes au sol de bâtiments et des réseaux de transport (rues) pour n'en citer que ceux-là.

6.6.2 Attributs analysés dans ArcMap

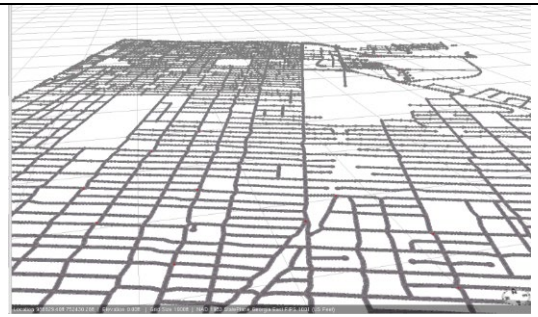
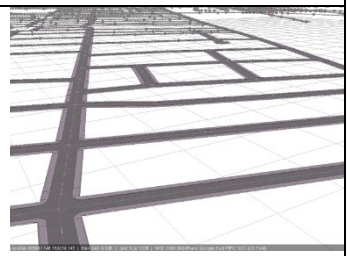
Cette étape permet de modéliser instantanément le quartier historique de Savannah grâces aux données numériques et réelles contenues dans les bases de données numériques appartenant à la ville. L'intérêt d'une telle approche repose dans l'efficacité qu'elle offre à la conception systémique. Plus précisément,

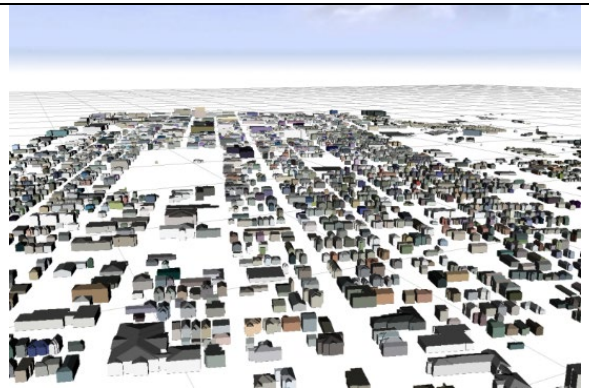
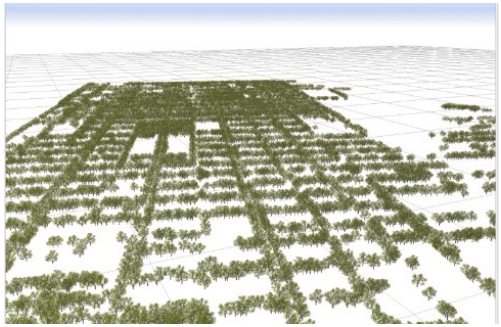
- La modélisation des villes en 3D basé sur les données 2D/3D SIG ainsi que les règlementations de conception urbaine de la ville.
- Le maintien automatique (modification/ mise à jour) des données évolutives de la ville en 2D et 3D.
- Le transfert de données SIG 2D sur une plateforme 3D sans perte d'attributs afin de générer les ensembles constitutifs de la ville ; telle ; Les Parcelles (**1**), les emprises au sol des Bâtiments (**2**), le plantes et verdures (**3**) et bien entendu les hauteurs exactes de tout objets (arbres, bâtiments, trottoirs etc…)

Le travail de modélisation qui suit a été fait par l'auteur pour usage dans ce travail.

1 rues	2 bâtiments	2 Ensembles

6.6.3 Transfer automatique des données de base incluant les hauteurs avec City Engine.

• **Le terrain** : Le terrain est la première entité transférée dans City Engine. C'est l'élément de base de référence de tous autres éléments car il permet de positionner le reste et aligner par rapport à la position réelle et géo spatiale.	• **Les réseaux de transport** : Les rues sont ensuite transférées, un code dans City Engine permet donc de les ajuster à une norme de rues internationales comportant des détails pour enfin être alignées à l'imagerie du terrain.	**Les détails** ; trottoirs, mobiliers urbains, largeurs, angles et pentes des rues.
		

• **Empreintes au sol du bâti** : sont importées dans City Engine et alignées sur le terrain.	• **Le bâti** : l'ensemble du bâti est donc généré à l'aide de la référence de la base de données contenant les attributs tels : hauteurs exactes, les volumes, l'emplacement et l'orientation. Plus tard les formes de toitures, matériaux et autres détails pourrons s'ajouter.	**Les plantes** ; un principe similaire aux bâtiments s'applique aux arbres avec la seule exception que tout arbre est représenté par un seul point et une seule hauteur situe au centre du tronc (contrairement au bâti qui nécessite jusqu'à 100 points à multiples hauteurs)
		

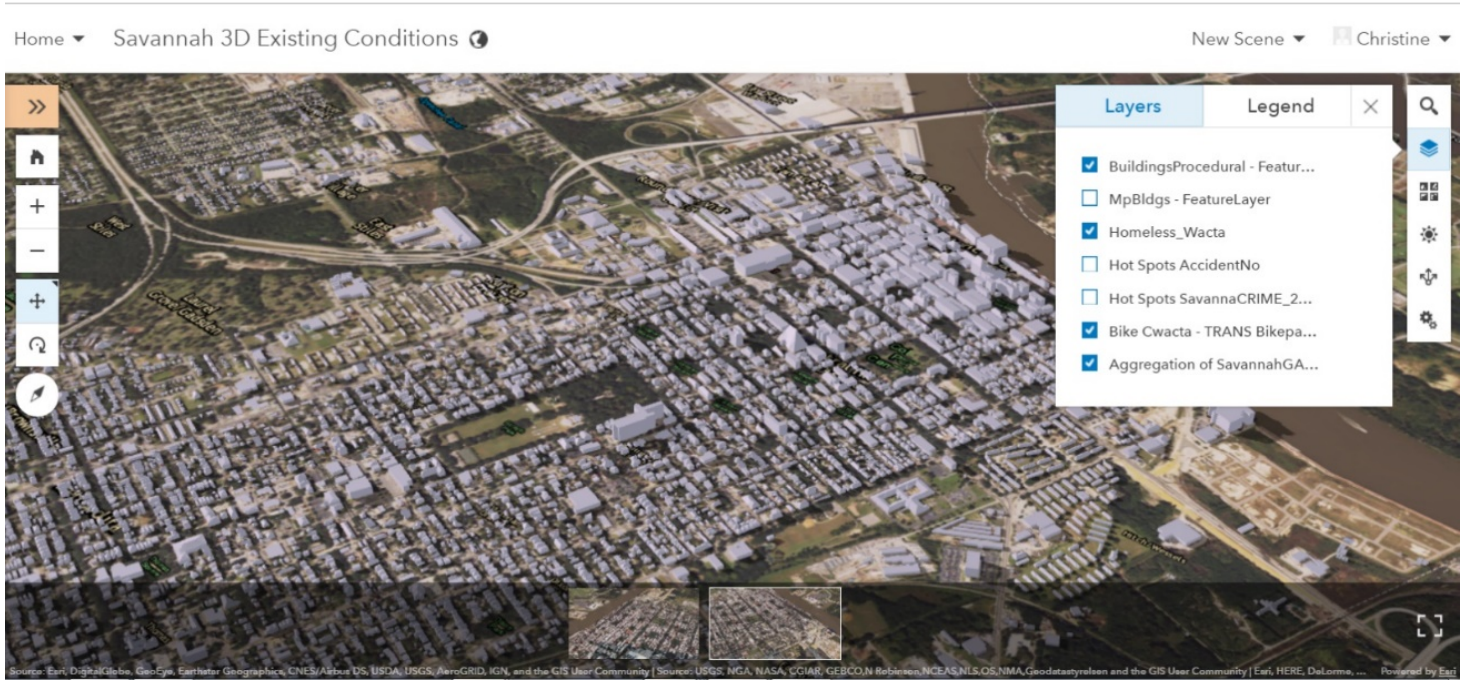
6.6.4 Une capacite interactive de la maquette de ville :

City Engine permet entre autres de publier la 3D sur un site web public pour maintenir un dialogue et une communication interactive avec le public et les décideurs. La 3D est automatiquement mise à jour et plusieurs types de visualisations et test d'ombre et de vue peuvent être faites.

6.7 Début d'extrusion des structures et bâtis en 3D :

Utilisez le lien pour voir la maquette de la ville existante suivante.

http://arcg.is/2fAof8V
http://arcg.is/1ujfTq



L'image ci-dessus est une capture d'écran du lien ci-dessus. Ceci représente la ville de Savannah en 3D. L'extrusion s'est faite à partir de Arc ***GIS Pro***, grâce à des données 2D transférées de Arc Map.

Cette image est publiée sur GIS Online. On peut voir à droite, les attributs de calque qui ont été créés à l'origine dans l'application Arc Map.

Conclusion :

Le chapitre 5 a développé l'importance de la résilience dans tout projet urbain, il s'est intéressé à la capture est représentation des structures physiques qui font la ville. Car, le développement urbain devrait prendre en compte l'existant. Ce chapitre a aussi exploré les applications qui permettent d'utiliser une technologie avancée de de données **LiDAR** pour capter les structures de manière à pouvoir les représenter à l'échelle. Ce processus est nécessaire, pourtant pas évident comme on l'a montré dans ce travail. Le fait que l'application de Geocue (LP-360) soit un plug-in de ESRI (Arc Map,) a permis ce transfert sans perte de données d'attributs. Mais ça n'est pas une application gratuite.

Ce chapitre ainsi que le Chapitre IV (régression) ont une fois de plus montré que même un groupe d'applications appartenant au fournisseur le plus reconnus en application Géospatiale (ESRI) ne suffirait pas pour concevoir un future urbain plus résilient.

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

CHAPITRE VII :
LES SCÉNARIOS URBAINS ; CONSERVATION DE L'HÉRITAGE, EXPERIENCE DU CITADIN ET SÉCURITÉ URBAINE :

7.1 L*'inter-Play (entreJeu/interaction)* entre l'utilisateur et l'objet bâti dans le contexte de la ville Neuro-prothétique.

Ce chapitre introduit la notion du besoin d'intégration de l'expérience de l'homme dans la ville comme une base sur laquelle le développement urbain doit se faire. Jan Gehl explique cela quand il parle au chapitre 9 de l'entre-jeu qui existe entre l'utilisateur de la ville et l'objet (bâti). Gehl dit « *Les cultures et les climats diffèrent partout dans le monde, mais les hommes sont les mêmes. Ils se réuniront en public si vous leur donnez un bon endroit pour le faire* ». Pour Gehl, dans une conception urbaine, le besoin d'un d'espace public et l'homme précèdent les bâtiments. Selon lui, l'industrialisation a poussé l'homme en bas de la liste des priorités pour valoriser l'objet bâti et les voitures, pourtant selon lui, ça doit être l'inverse ; il le précise quand il dit :

" *First life, then spaces, then buildings - the other way around never works.*[142]"

« D'abord la vie, puis les espaces, puis les bâtiments - l'inverse ne fonctionne jamais ».

7.2 La ville et l'utilisateur :

Le Design urbain pourrait-il tirer profit de la démarche du design d'intérieur ? Si les deux disciplines se focalisent entre autres sur l'expérience humaine dans un espace donné selon le temps avec comme variation l'échelle/ouverture/cloisonnement. L'aménagement urbain pourrait peut-être bénéficier des pratiques utilisés dans le design d'intérieur qui sont souvent centrées sur l'expérience de l'individu dans un espace donné avec une exception ; l'espace urbain est limité par quartiers avec un ciel ouvert. Ceci se traduirait de façons suivantes : les ruelles, les îlots et les quartiers correspondraient aux différents espaces compris dans les bâtiments publics ou résidentiels : galerie, hall d'entrée, couloir d'expositions, séjour, bureau etc…. Les ruelles de la ville se transformeraient alors de leur statut de passages transitoires/rapides surchargées de panneaux publicitaires répétitifs *(qui empêchent le citadin d'expérimenter la psycho-géographie de la ville)*, à des places et passages animés d'activités qui encourage le citadin à une libre interaction spatiale ainsi qu'un retour à la réalité d'exister dans un « *corps-à-corps* » avec le contexte géographique urbain. Dans ce nouveau contexte de la ville développée autour des besoins de son utilisateur qui devient la composante clé, vivante de son environnement. On pourrait peut-être alors arriver à une ville qui répondrait aux exigences de son

[142] Quotation de Jan Gehl. https://www.azquotes.com/author/24967-Jan_Gehl visité le 24 juillet 2019.

utilisateur comme le soutient Jan Gehl[143] ; en d'autres termes, une ville qui met en amont la vie (le citadin), ensuite l'espace (interaction du citadin) et enfin les bâtiments et voitures (pour usage du citadin). Car, dit-il, l'ordre inverse de mettre les bâtiments en amont ne marche pas ; si le citadin est l'une des raisons premières de la création de la ville, alors il est aussi à l'origine de la création des situations et des scènes qui animent et transforment les places, lieux, passages et activités de la ville. C'est cette collection de situations qui se succèdent et s'enchaînent de manière naturelle, imprévisible, imprédictible, non calculée, éphémère et plus naturelle. Ces situations sont créées par le citadin et contribuent en partie à l'enrichissement de l'expérience urbaine et créent un cadre qui favorise comme le dit Guy Debord le « corps-à-corps » entre l'homme et son environnement bâti et naturel. C'est dans une pensée similaire que se développe la ville Neuro-prothétique dans laquelle le citadin devient un contributeur économique, social, intellectuel et culturel très important en même temps qu'il se libère et devient un actif vivant de la ville. La ville Neuro-prothétique est abordée ici comme une ville du citadin qui se dessine en fonction et autour des besoins de ce dernier, l'atmosphère de la ville s'ajuste naturellement au fur et à mesure que les besoins de l'utilisateur évoluent dans l'espace et le temps.

7.3 La poussée technologique, son importance et effets sur la ville.

Aujourd'hui (à la croisée des myriades d'opportunités de formation inclusives et intégrées) dans cette nouvelle atmosphère caractérisée par une mondialisation accélérée, les brusques changements météorologiques causent des chocs brusques (baisse ou hausse) de température qui affectent plusieurs villes les régions les plus démunies et forcent les populations à migrer vers des ailleurs sans issues ; nous sommes face à l'urgence d'un besoin rapide d'adaptation et atténuations de manière à alléger les dégâts qui aujourd'hui touchent des pays entiers.

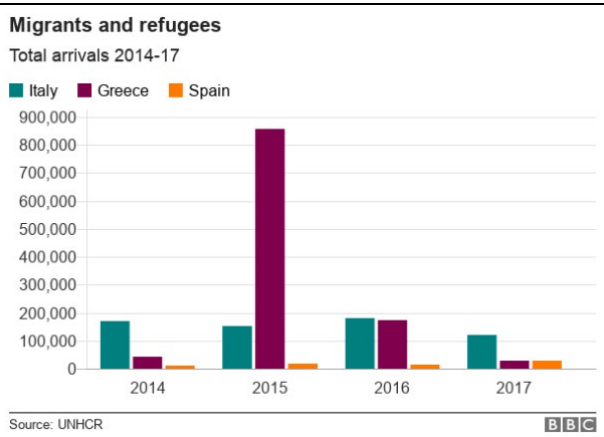
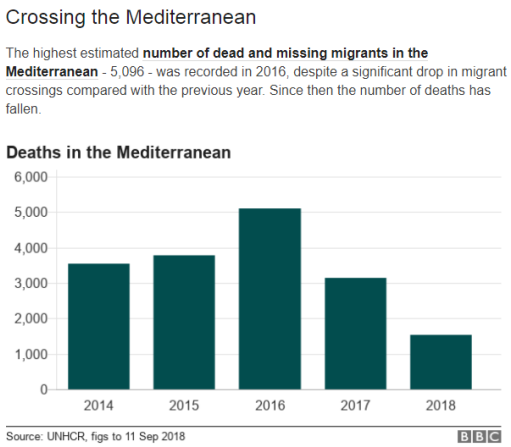


Figure VII-1 :

Figure VII-2 :



[143] Jan Gehl est introduit au Chapitre 9.

Illustrations des migrations.[144]

Les tendances et prédictions de ces dernières décennies dont l'augmentation de la population citadine, nous permettent d'affirmer que l'avenir de la ville de demain prévoit des challenges aujourd'hui inconnus auxquels nous devons commencer à faire face. Si l'on s'en tient aux prévisions, les villes devraient devenir plus peuplées, les prouesses technologiques continueront à percer, les lieux de travail physiques seront de plus en plus mobiles et temporaires, les achats se feront plus en plus en ligne et les magasins de centre villes fermeront pour laisser des bâtiments vides. Ce phénomène se fait déjà ressentir dans plusieurs villes des états Unis avec les grands de l'électroménager comme SEARS qui a fermes plusieurs grandes surfaces.

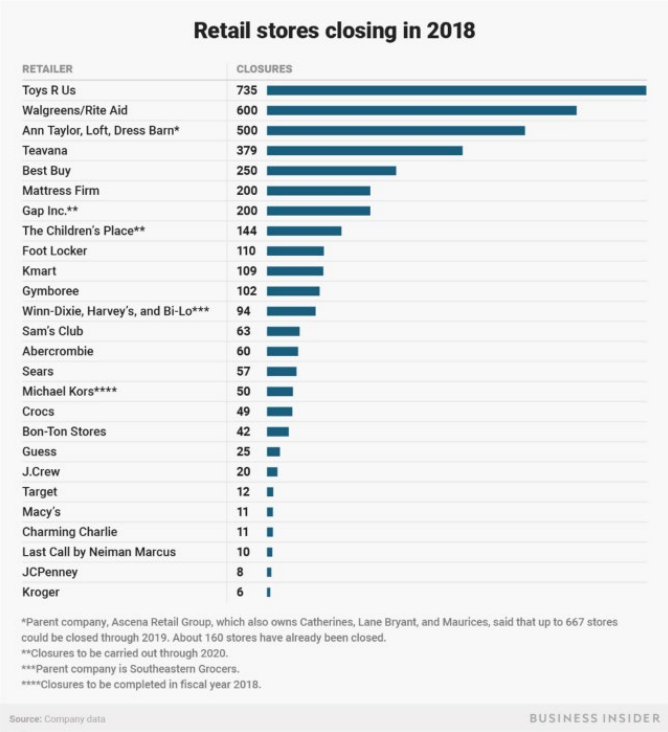
7.4 Les structures de la ville en transition et les challenges infligés dans l'expérience du citadin.

De plus en plus de magasins ferment dans les centres des villes américaines. Ce phénomène appelé « ***retail apocalypse »*** décrit la désertion des grands magasins qui occupaient les meilleurs locaux dans les villes laissant des espaces immenses vides et presque intimidants, surtout effrayants. Les records indiquent que plus de 3800 magasins ont fermées en 2018.[145]

[144] https://www.bbc.com/news/world-europe-44660699 visité le 14 juillet 2018.
[145] https://www.businessinsider.com/stores-closing-in-2018-2017-12 visité le 24 juillet 2019.

Figure VII-3 :

Cette image montre les magasins de grande surface ayant fermés en 2018.[146]



[146] Source des image : https://www.google.com/search?q=retail+store+closing+in+2018&rlz=1C1NDCM_enUS826US826&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjzlKWbkNDjAhUhwFkKHWLuC-UQ_AUIEygD&biw=1920&bih=888#imgrc=pNoj1JVB-TLqfM: visité le 15 Juin 2019

À cause de sa force d'impact sur l'image de la ville, ce phénomène ne saurait être disqualifié dans ce travail, car si l'on parle de l'expérience humaine dans la ville, ces locaux (aujourd'hui vidés) représentent une emprise au sol énorme dans le centre-ville et une composante clé de l'expérience du citadin. De plus, les villes existent et ont toutes une histoire qui les différencient les unes des autres. Ces histoires sont souvent liées aux édifices historiques qui ont, pendant l'industrialisation et le consumérisme, cédés place aux grands magasins. Aujourd'hui, cette tendance a changé avec le commerce en ligne ; les grandes surfaces en centre-ville semblent avoir atteint leur apogée, poussées en périphérie par la technologie et un nouveau style de vie.

La ville de demain doit donc faire face à ce nouveau challenge qui exige que l'on repense les grandes structures vacantes (souvent difficile à Réattribuer) comme ensemble intégré de la ville capable de satisfaire et servir l'utilisateur.

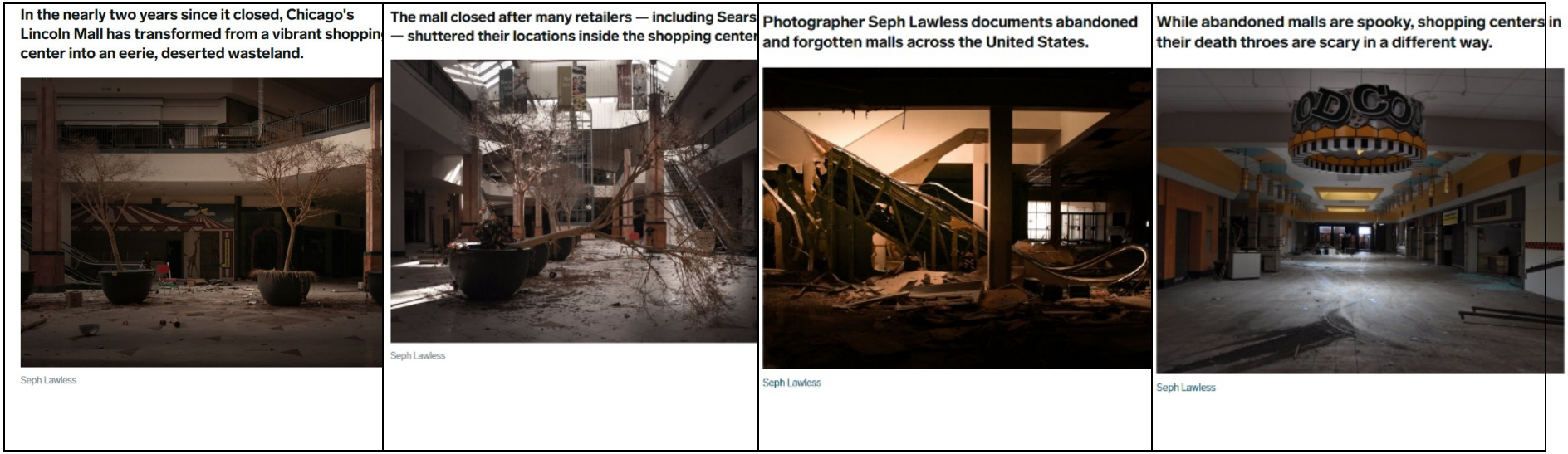


Figure VII-4 : https://www.google.com/search?q=retail+store+closing+in+2018&rlz=1C1NDCM_enUS826US826&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjzlKWbkNDjAhUhwFkKHWLuC-UQ_AUIEygD&biw=1920&bih=888#imgrc=pNoj1JVB-TLqfM:

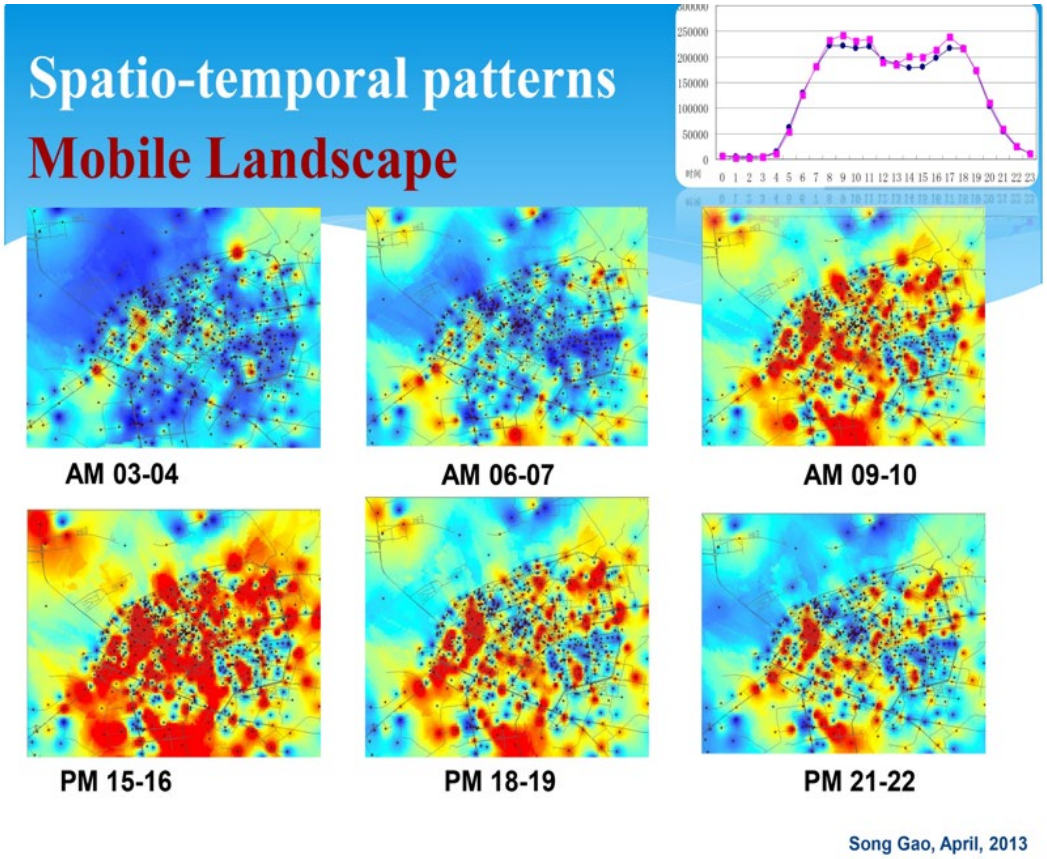
Si la focale de ce travail n'est pas sur la fermeture des magasins en centre-ville, il convient tout de même de rappeler que l'expérience urbaine du citadin se trouve très affectée par ces brusques arrêts de bilans et fermetures qui laissent de grandes structures sans vie ou fonctions.
Face à ce nouveau phénomène, l'architecte et l'urbaniste semblent avoir une responsabilité énorme et un travail colossal à abattre dans la ville de demain et compte tenu de la croissance de la population. La tâche de l'expert sera de savoir optimiser l'utilisation de

l'environnement bâti existant pour permettre à la ville d'accueillir un nouveau flux de citoyens qui s'installeront dans ces structures créées à l'origine pour des fonctions autres.
La structure de la ville étant existante, il est probable qu'il s'avère nécessaire de réorganiser les fonctions internes de la ville de manière à créer des expériences variées d'espaces publics à ciel ouvert et non-ouvert. La question que l'on peut poser ici est celle de savoir si, l'intérieur de la ville de demain pourrait tirer profit du travail ingénieux d'une collaboration entre architectes d'intérieur, architectes, paysagistes et urbanistes ?
Il serait hâtif de répondre à cette question ici car, elle soulève une complexité sous-jacente et un besoin urgent d'analyses plus approfondies des données de prédictions et sur une durée de temps **T**. Est-ce là un indice que le concepteur de la ville de demain devrait avoir une expertise hybride et technique en plus d'une formation transdisciplinaire qui combine l'architecture, le Design d'intérieur et l'urbanisme, ou alors est-ce une spécialité hautement qualifiée qui demande la collaboration d'experts ou ingénieurs techniques ? Telles sont les questions auxquelles ce travail espère répondre dans les chapitres suivants.

7.5 Un besoin de mettre la focale sur l'expérience urbaine ainsi que la création des places publiques attrayantes dans la ville.

Ci-dessous, ces images montrent un travail de recherche fait par Song Gao en 2013. Les différentes cartes représentent l'utilisation de l'espace dans la ville par rapport au temps. Ceci représente une approche de conception centrée sur la mobilité de l'utilisateur et son utilisation de l'espace urbain qui constitue un atout énorme pouvant aider à palier/mitiger les croissances démographiques attendues dans les villes. On peut parler aussi de résilience à ce niveau dans la mesure où cette partie exploite la capacité de la ville à recevoir un surplus de population dans un périmètre inchangé et la capacité à continuer à fonctionner normalement.

Ce travail de Song Gao mesure les motifs spatio-temporels de l'utilisation spatiale de la ville à différentes heures de la journée/nuit.
Les analyses utilisent les capteurs de téléphone portable pour détecter l'utilisation spatiale. Une telle étude peut aider à comprendre les heures de pointe (entre 15h et 16h), ainsi que les zones à basse utilisation et par heure. Cette information peut permettre de repenser ces zones non utilisées de manière à concevoir des attractions spécifiques à ces zones pour aider à désengorger les zones saturées ou surpeuplées pendant les heures de pointes. Ceci permettrait à la ville de mieux fonctionner.



Source : Song Gao, (2013), *Human mobility, urban structure analysis, and spatial community detection from mobile phone data. Page 16.*

7.6 Une focale sur l'expérience humaine réelle et la « *psycho géographie* » du citadin dans la ville.

1960 : Un retour vers les théories socio-philosophique et politico-géographique de Guy Debord, et son livre *la société du spectacle* (1967) nous permet de rapprocher un phénomène actuel de notre société à celui décrypté et critiqué par le membre du mouvement « *Situationniste International ».* Guy Debord dans ce livre[147] défend la théorie de sa vision intacte/réelle de l'humanité à travers son étude et réflexion culturelle. Alors que le monde change avec l'industrialisation, l'accès facile aux services contrôlés par une minorité riche, Guy Debord a un œil critique ; il décrit un monde devenu obsédé par les images, la publicité, le consumérisme et les apparences au détriment et au dépend de la liberté de l'homme d'exister dans la ville, de son expérience dans la réalité, le vrai, le naturel et le concret.

Les idées de Guy Debord dans *la société du spectacle* nous ramènent aujourd'hui à trouver des similarités frappantes entre la société de 1967 et celle de 2019 ; on se croirait vivre dans cet épisode de la société décrite par Debord dans ***la société du spectacle.*** Au regard du développement actuel rapide des réseaux sociaux et leur impact sur le monde et la pensée sociétale actuelle, le récit de « *la société du spectacle »* en 1967 semble avoir quelques rapprochements avec le récit de la société actuelle. Les similarités apparaissent ici dans la place des réseaux sociaux aujourd'hui qui créent une forte dépendance chez le citadin qui, a du mal en s'en déconnecter. Cette situation pourrait dans un sens avoir le même effet de dépendance que celui décrit par Debord dans *la société du spectacle* où il dénonce cette volonté des plus puissants(la minorité riche) à contrôler la masse (le reste de la population) sous un plafond (limitation social) où la seule issue est une survie et un besoin de travailler plus dans le but de s'affirme dans une société qui lui déprave de son temps, sa liberté de penser, d'exister et d'expérimenter la réalité de son environnement. C'est donc ce contexte de dépendance et condition de vie qui empêche le citadin d'avoir un temps de réflexion individuel sur sa vie et son environnement ; ceci emprisonne le citadin et engendrer son adoption et approbation des idées reçues (des réseaux sociaux, et télévision) qui au final crée une confusion et des déformations graves des pensées sociales, politiques et même économiques [*chute de stocks à cause de prédictions faussées des médias*], exemple du Wall Street : *« Wall Street's 2017 Market Predictions : Pathetically Wrong ».*[148]
Le danger aujourd'hui semble provenir de l'évolution de la technologie qui permet un accès facile et sans filtre à l'information et surtout, donne la capacité à tout individu de propager l'information sur des réseaux sociaux qui sont instantanément visibles et accessibles à tous.

Deux choses sont probables :

- D'une part cet excès d'information et l'accès facile et la capacité de tout individu de propager une version différente des faits à une vitesse éclair créant des dommages irréversibles,
- D'autre part, cet excès d'information accessible par le citadin qui n'a pas le luxe d'étudier l'information de l'analyser, synthétiser avant d'agir. Il en résulte que le citadin est prisonnier d'un système qui le rend esclave et occupe tout son

[147] Guy Debord ; 1967, *la société du spectacle*, 154 pages. Zone Books Edition.
[148] https://www.wsj.com/articles/wall-streets-2017-market-predictions-pathetically-wrong-1511474337 .visité le 30 Juillet 2019.

temps dans la routine d'un travail. Ceci ne permet pas à ce dernier d'avoir une libre pensée ou d'être auteur de ses propos.

Cette combinaison de circonstances fait que les dommages engendrés peuvent coûter très cher. Le fait que les réseaux sociaux sont si enivrants et que l'individu est comme hypnotisé, quelquefois incapable de prendre du recul pour analyser/réfléchir semble bien nous ramener dans le scénario de « *la société du spectacle »,* où Guy Debord dénonce justement « *le manque du réel, du vrai et de l'expérience qui emprisonne l'être et lui enlève sa liberté de penser individuelle contre un lavage de cerveau où les pensées de l'individu ne lui appartiennent plus, mais son dérivées des publicités qui l'entourent »*[149]. Si ***la société du spectacle*** semble si proche des réalités actuelles, ce livre ne se situe pourtant pas dans le contexte des réseaux sociaux actuels tels : (twitter, Instagram, Facebook etc) ; mais plutôt dans un contexte révolutionnaire anti conformiste de libre choix d'un idéaliste des années 60 qui maintient : « *tout ce qui était directement vécu, s'est éloigné dans une représentation* ». L'idée de Debord trouve-elle un écho dans ce chapitre ? Cela dépend si l'on le voit du point de vue de la situation du citadin dans le contexte géographique de la ville, alors on peut évidemment parler de similarités. Mais si l'on regarde du point de vue temporel, la différence entre les technologies du temp de Guy Debord et aujourd'hui nous amènent à voir plutôt des parallèles entre les deux sociétés (XXème et XXIème siècle). Est-ce là un indice que malgré les technologies avancées de notre époque, la société répète les mêmes erreurs du passé ?

Quelle que soit la réponse, il est important de remarquer ici que même avec des décennies d'écart et une technologie plus avancée, la situation et condition de vie du citadin ne semble pas s'être améliorées. La question ici devient donc celle de savoir comment une approche de ville Neuro-prothétique peut aider à mieux gérer ce problème qui semble constant et persiste dans la ville. L'approche Neuro-prothétique arriverait-elle à proposer des alternatives permettant d'affronter ce problème dans la ville de la future ?

L'idée de ville Neuro-prothétique dans ce travail se situe à mi-chemin entre les propos de Guy Debord et le consumérisme exagéré causé entre autres par *les médias* et la *publicité* qui engendre une dépendance. Debord critique aussi *l'exploitation du citadin qui a besoin de travailler pour servir les mêmes (riches, grandes chaines) dans un système qui favorise les riches (détenteurs de toute fortune)* au dépend des pauvres (limités par un plafond). C'est donc à ce niveau que le concept de la ville Neuro-prothétique développé dans ce travail diffère de la philosophie de Debord ; car il cherche à encourager le travail collectif et utilise la technologie libre du type (open source) pour donner le plein pouvoir à l'homme à travers :

- Une reconnaissance de l'individu qui prend le rang d'un actionnaire/propriétaire reconnu et qui bénéficie et jouit de son intelligence créative.
- L'individu ici est libre, décideur et détenteur des droits/fruits de son travail et en même temps participant actif et respectée d'un ensemble plus grand d'intelligence collective.
- L'individualité et la différence ici sont reconnues, recherchées et célébrées dans la plateforme Neuro-prothétique.

[149] *La société du spectacle ; (*1971), Ed. Buchet /Chastel, Paris.

- L'individualité et inclusivité de talents variés au sein de la ville permet de mieux gérer et intégrer les différences en même temps d'innover, évoluer, maximiser ses performances économiques et sociales.
-

Économiques ; *productivité, compétitivité, intelligence humaine, capital intellectuel, secteur Hi-Tech….*
Sociales ; *inclusion, collectivité, sureté, chômages, crimes…etc.*

Le model recherché par le développement de la ville Neuro-prothétique est celui qui permet au citadin sa libre participation à l'intelligence collective d'une société qui reconnait l'individu ainsi que le pouvoir collectif d'une intelligence collaborative des utilisateurs.
Les analyses de visibilités qui vont suivre permettront de détecter les zones propices pour la création des situations qui incitent l'utilisateur de la ville a volontairement se déconnecter de ses habitudes imposées par la société de consommation afin de se lancer dans une corps-à-corps psycho-géographique avec la ville.

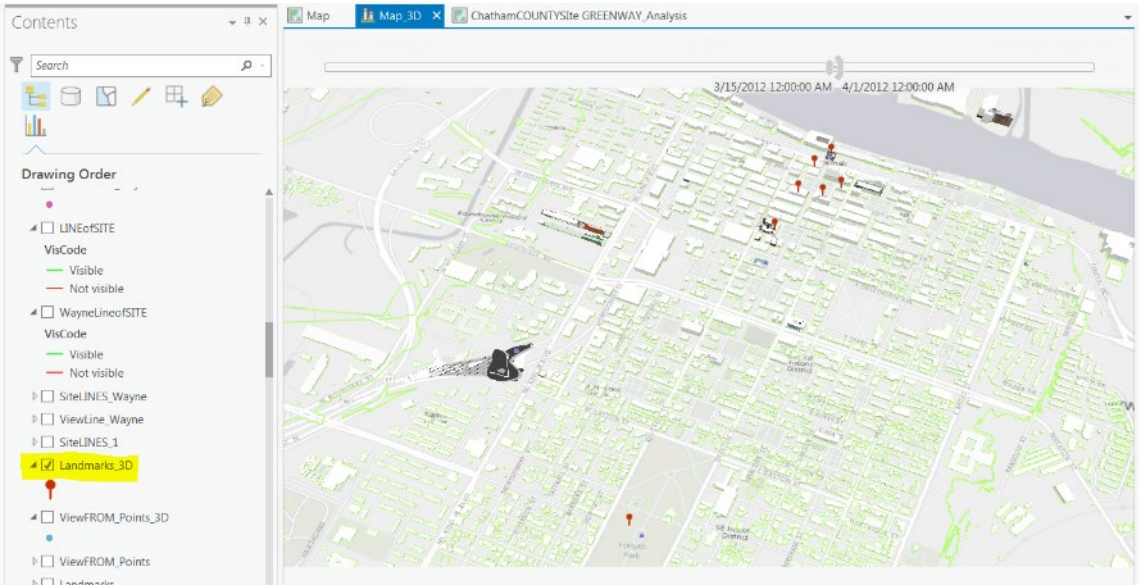
7.6.1 **Analyse de visibilité 3D** :

Le travail qui suit utilise les applications suivantes : Sketch up (pour tous les bâtiments avec rendu de matériaux), et Arc GIS Pro pour l'ensemble de la modélisation de masse.

Il existe une variété d'approches pour effectuer l'évaluation visuelle des impacts, des comparaisons qui intègrent, le temps de conception aux analyses basées sur le géo-traitement qui implémente les systèmes d'enregistrement. Nous nous contenterons ici de quelque unes qui sont plus directement concernées par ce travail.

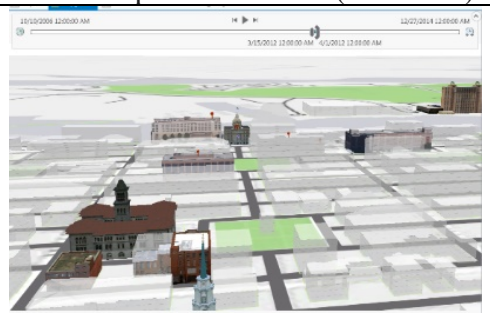
Remarque : Les images, cartes et résultats d'analyses suivantes sont produites par l'auteur :

Les points de référence ou « **points de repère** » sont en rouge.



Modélisation d'ensemble de la ville existante avec la nouvelle gare intégrée.

Parcours du parc à la rivière(nord-Sud)



Les bâtiments importants du trajet piéton. Importés de Sketch Up dans City Engine.

Les points de repère en rouge sont des points ou édifices à grande importance historique, politique, économique ou culturelle. Ces points de repères sont choisis stratégiquement par le concepteur comme édifices/monuments importants devant participer et améliorer l'expérience du piéton

7.6.2 SCÉNARIO #1 : Préservation historique ; une attention portée aux bâtiments historiques dans la ville et leur importance dans le développement de nouvelles structures :

La technique procédurale est utilisée ici pour développer une représentation visuelle simple de la rue principale de Savannah ; la ***Bull Street*** (Nord-Sud) qui relie le grand parc Forsyth à la Mairie passant le long des bâtiments classés monuments à caractères historiques. Dans cette démarche on recherche l'angle de vision qu'a le promeneur dans la rue afin de déterminer les zones de la trajectoire piétonne qui représentent des potentiels d'amélioration ou de développement pouvant enrichir l'expérience dans la ville. En même temps, on repère les atouts visuels et points de repères importants dont les vues doivent être préservées. Le trajet du piéton est donc repensé et recadré en fonction de ces critères pour inclure des opportunités interactives ou d'engagement du piéton pour ramener le « *spectacle* » dans les rues et transformer un trajet insignifiant a un passage bien animé et vivant.

Une autre analyse peut être faite parallèlement à partir des données du nombre de piétons utilisant cette rue, pour comprendre le taux d'utilisation spatiale à différente heures de la journée[150] ; de tels résultats peuvent par la suite aider à **re**penser/développer les zones les moins utilisées. Cette approche permet la préservation historique est le respect des restrictions de hauteurs de bâtiments dans le nouveau développement de manière à préserver soit les vues principales d'édifices historiques importants, soit le profil d'horizon historique et unique qui donne à la ville son originalité et permet de la démarquer d'une autre ville.

La première démarche est de sélectionner les bâtiments iconiques de la rue principale dont les vues sont à préserver et leur attribuer un signe les démarquant du reste (image 2). Comme dans le scenario précédent, une ligne est tracée à hauteur de l'œil (1m50). En rouge les zones de vues encombrées et en vert, celles dont les vues sont centrées sur les bâtiments (désirés).
Cette ligne est faite de points à distance de 3 mètres les uns des autres (images 1 & 2). L'analyse est lancée pour visualiser la scène d'un angle de vision du piéton (image 3).

Ci-dessous, l'image 3 est générée de la manière suivante :

- Sur la ligne de trajectoire, les points de vue sont placés tous les 3 mètres et représentent les différentes positions du citadin,
- Ensuite les bâtiments d'intérêts ou de caractère sont référencés come focale,
- L'analyse est effectuée et le résultat trace une ligne allant du point de vue à tous les bâtiments référencés.
- Le résultat montre des ligne vertes signifiant que le bâtiment est vu du point X (position du piéton), ou des lignes rouges signifiant l'inverse.

[150] Voir travail Song Gao au 7.4.

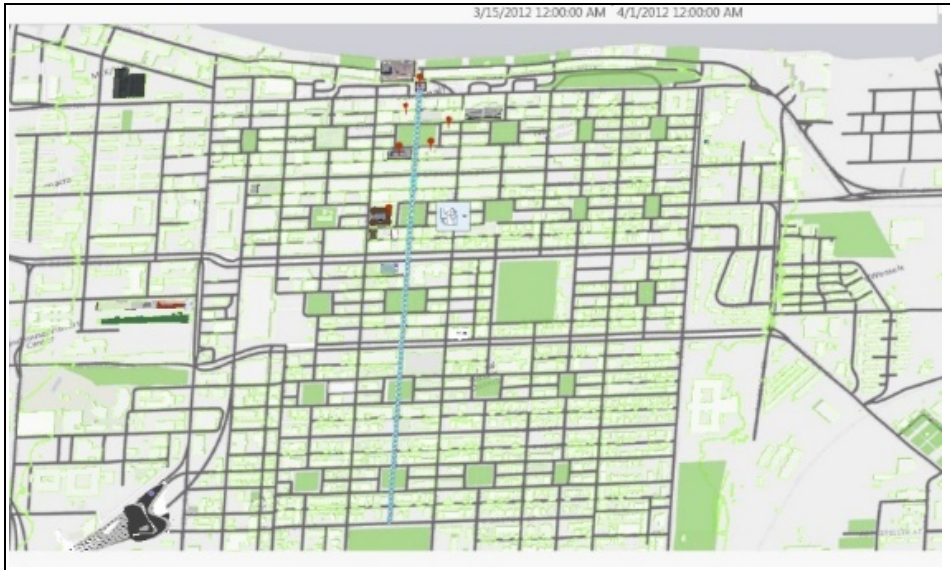


Image 1

Image 2

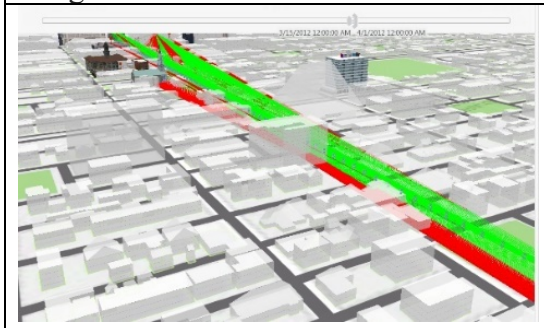
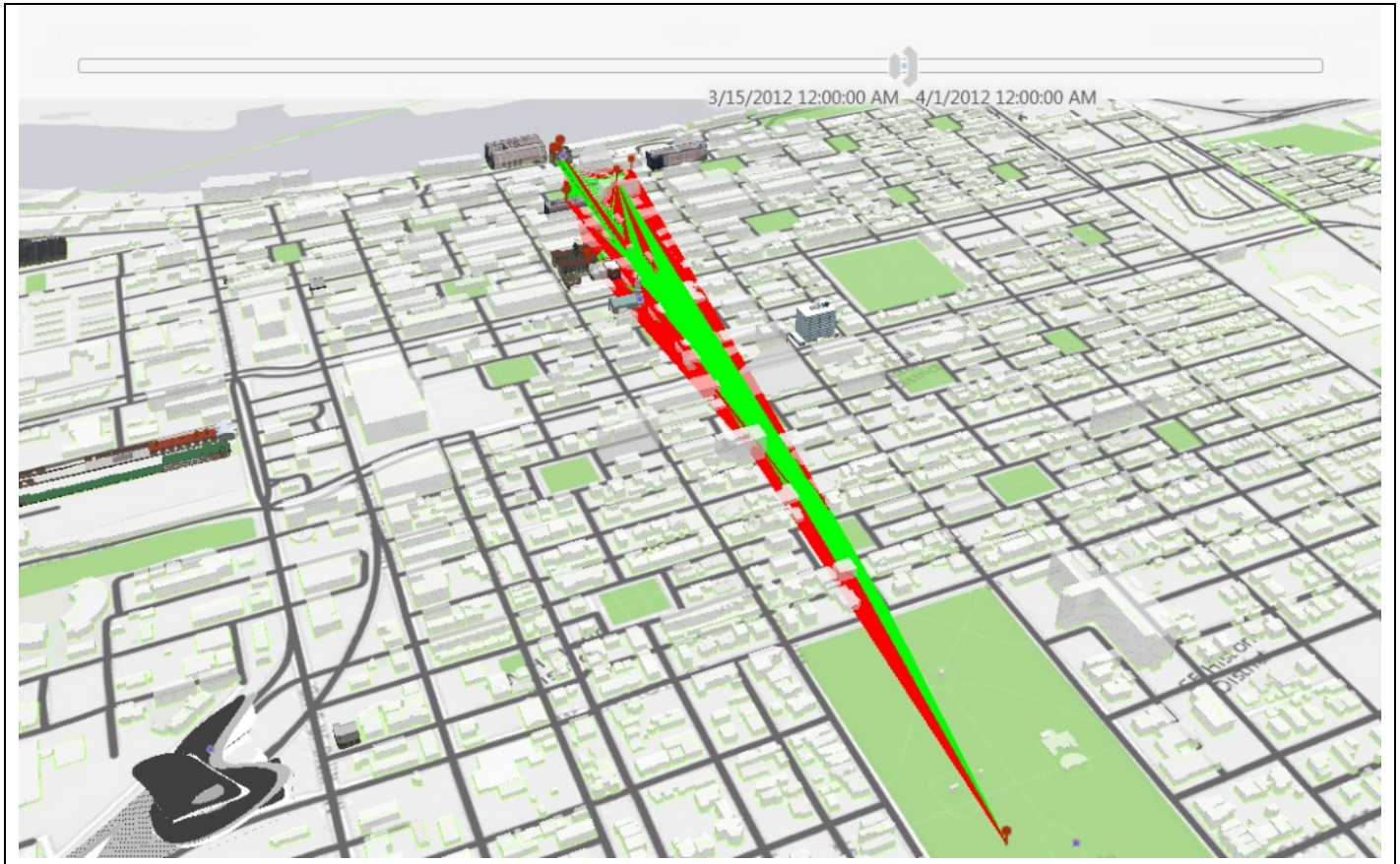


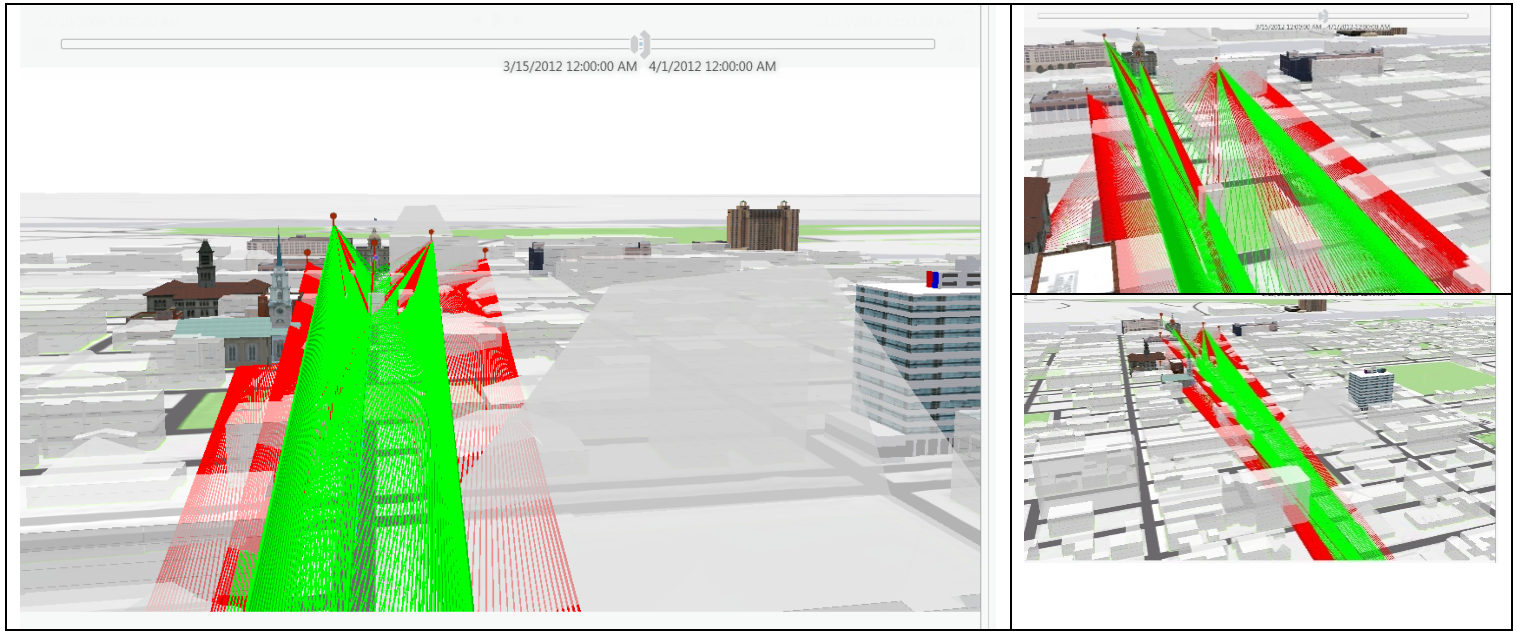
Image 3



Vue d'un Piéton à partir Forsyth Park jusqu'à la mairie de Savannah au Nord.

Dans le cas d'une nouvelle conception, cette approche peut permettre à l'urbaniste d'apporter des modifications à la conception rapidement et facilement et repenser le développement des zones de vue non désirables très tôt. Evidemment l'image précédente montre le piéton sur le trottoir Ouest. Une analyse similaire peut être faite sur le trottoir Est et lorsque les deux résultats sont combinés, on peut alors voir les zones nécessiteuses.

7.6.3 Les illustrations ci-dessous montrent les résultats d'analyse 3D sous différent angles.



Pour permettre de mieux comprendre ces illustrations, les bâtiments non sélectionnés sont transparents, cela permet de mieux voir les bâtiments utilisés dans l'analyse.

7.6.4 SCÉNARIO #2 : Vue centrée sur la nouvelle gare multimodale proposée à l'extrémité Nord-Ouest de la ville :

Les outils utilisés : les outils utilisés ici aident le concepteur à évaluer la visibilité des développements proposés. On peut simuler une ligne de visée à partir de points de vue spécifiques, identifier les obstacles à ces vues et déterminer quels points offrent les meilleures vues de structure ou de points de repères emblématiques. On peut voir l'impact d'un bâtiment proposé sur les vues existantes. Les valeurs des propriétés étant étroitement liées à la qualité de la vue depuis leur emplacement, l'analyse de la visibilité peut, entre autres aider à l'évaluer d'un développement futur tout en préservant la valeur des propriétés environnantes.

7.6.4.1 La Gare :

Au début de ce travail, il était question de développer une gare pour la ville de Savannah. Les analyses préliminaires avaient sélectionné le site de la gare parmi une vingtaine d'autre sites et par rapport aux critères suivant :

- La facilité d'accès,
- La proximité du chemin de fer existant,
- La taille du terrain et la faisabilité,
- Le zonage etc…

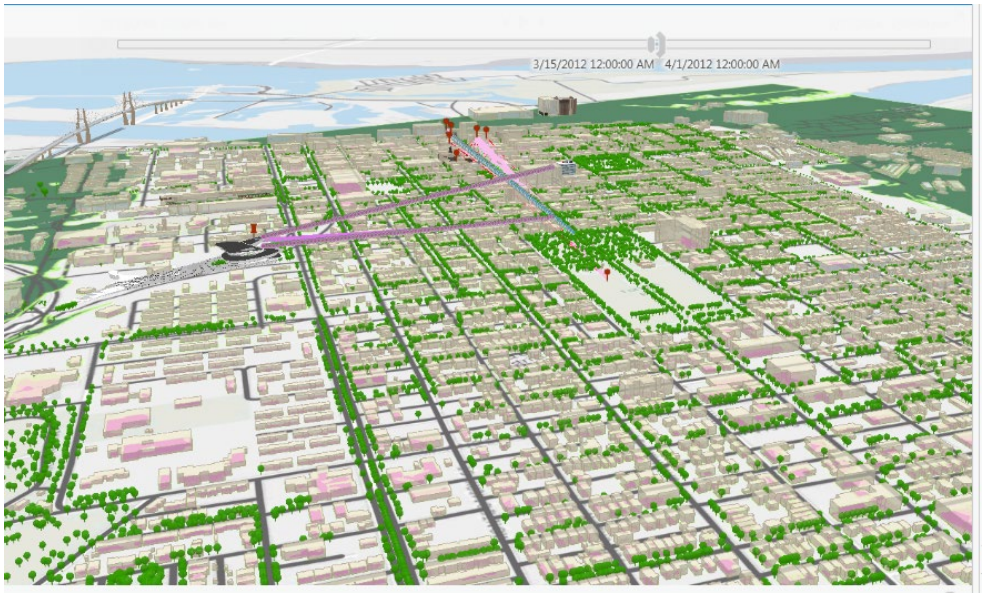
Au fur et à mesure du développement de ce travail, il s'est avéré qu'une gare était nécessaire, mais aussi, qu'une bâtisse quelle qu'elle soit ne saurait à elle seule répondre aux besoins multidimensionnels et complexes de la ville. À cause d'un nombre non négligeable de problèmes révélés par les premières analyses, il a semblé qu'une collaboration soutenue par une plateforme multidisciplinaire d'intelligence collective répondrait mieux à ce degré de complexité apparue dans les analyses. Le travail d'analyse de gare a donc cessé à ce stade d'être la focale pour devenir une composante non négligeable de la conception procédurale de la ville Neuro-prothétique. Le chapitre suivant (8) développe l'idée de l'intelligence collective et des tentatives de réponses complexes à la hauteur d'une conception aussi complexe.

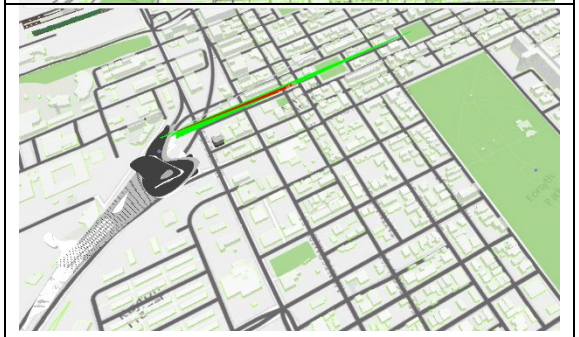
7.6.4.2 Analyse spatiale des vues et accès à la nouvelle gare.

Cette étape analyse l'inter-visibilité à l'aide d'outils de géo-traitement. Ici comme précédemment, des points d'observation et un point de cible sont créés ; avec un outil de gestion de base, la ligne de vue « ***line of sight*** » est créé pour générer des lignes allant des points de position des piétons à la cible (gare). Les lignes de visibilité sont ensuite comparées avec les bâtiments existants pour être sûr de considérer toute angle aveugle où la vue est cachée. Le piéton a des positions multiples sur l'axe choisie et se dirige vers la Gare, des lignes vertes représentent une vision claire et les lignes rouges sont les endroits créant obstruction.

Les ensembles 3D ont été créés par l'auteur. Seul le bâtiment de la gare a été transféré et appartient à une étudiante.

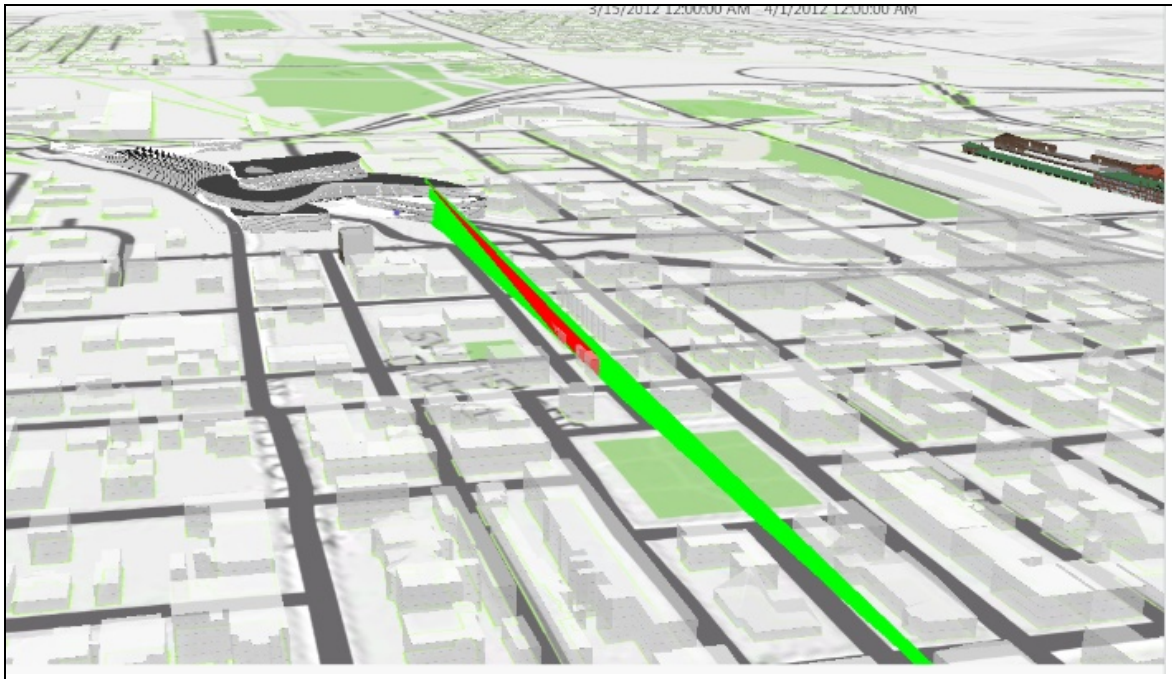
La Nouvelle Gare



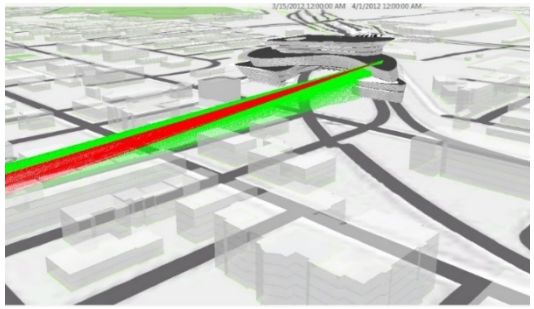


La modélisation de la nouvelle gare (bâtiment inclus dans l'ensemble) est empruntée du travail de l'étudiante **Iman Coupet** en automne 2016. Extrait du travail de deuxième année de Master à SCAD.

Ci-dessous, une vue montrant un accès direct de l'espace vert « *Monterey Square* » à la gare en ligne droite en longeant la West Wayne Street. Les analyses précédentes ont montré que Wayne Street recevait le moins de trafic automobile et pourrait être candidate à une transformation en voie piétonne.



Cette vue de près montre bien les lignes de vue et leur coloration verte (vue dégagées) ou rouge (encombrées).



VUE EN PLAN : illustrations des scenarios 1. La Mairie à droite (Bull Street) et 2. la gare à gauche par la Wayne Street.

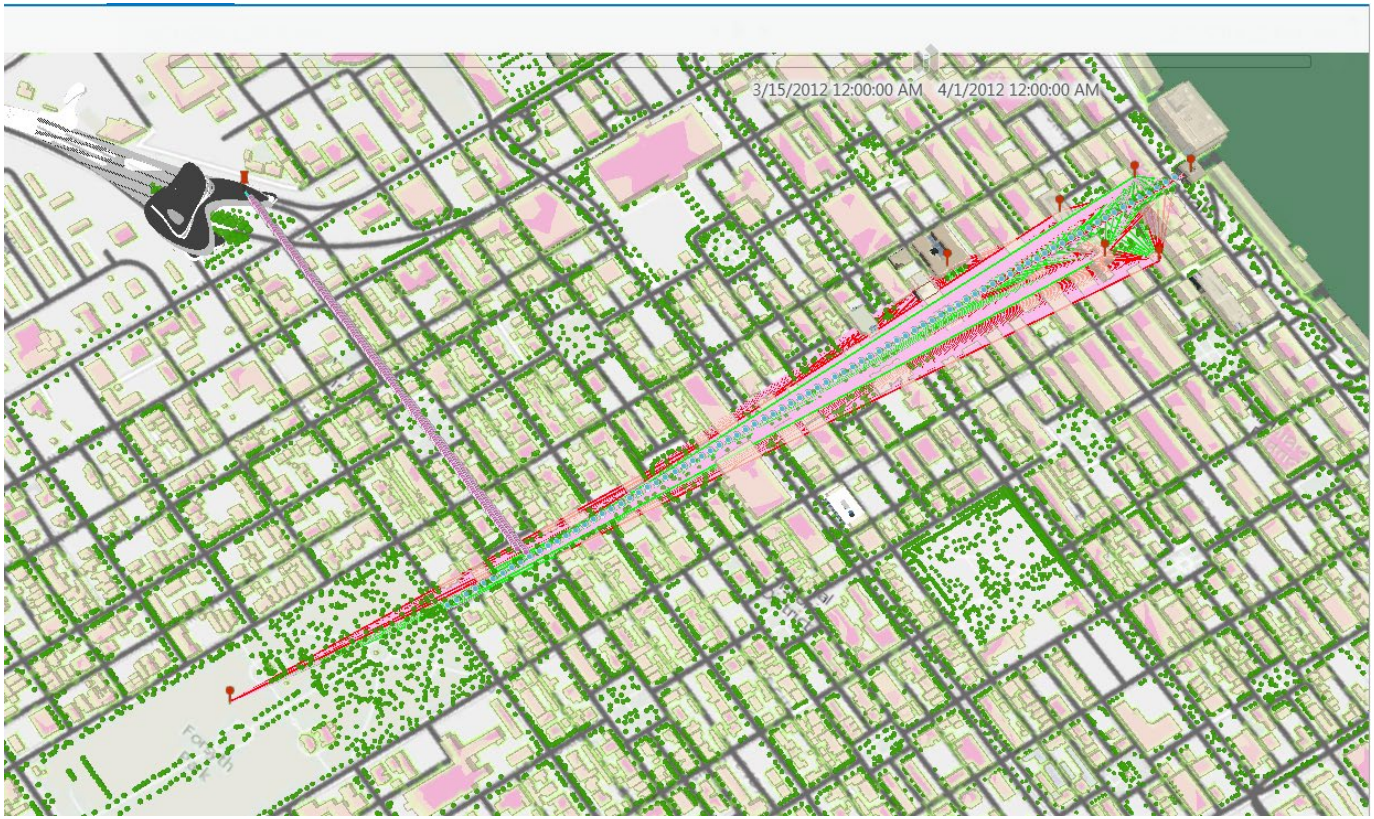
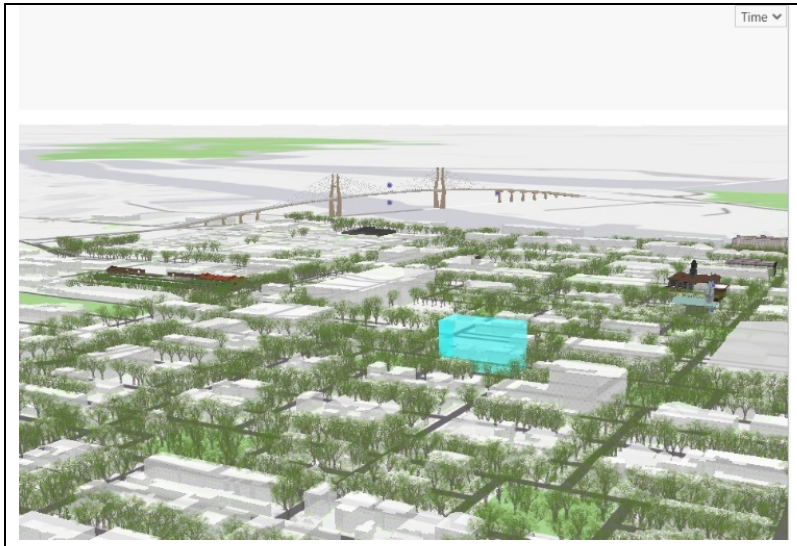


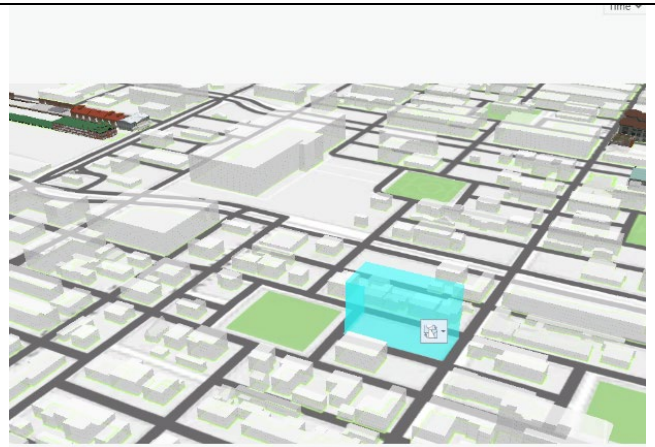
Image et model d'ensemble produite par l'auteur a l'exception du bâtiment de la gare.

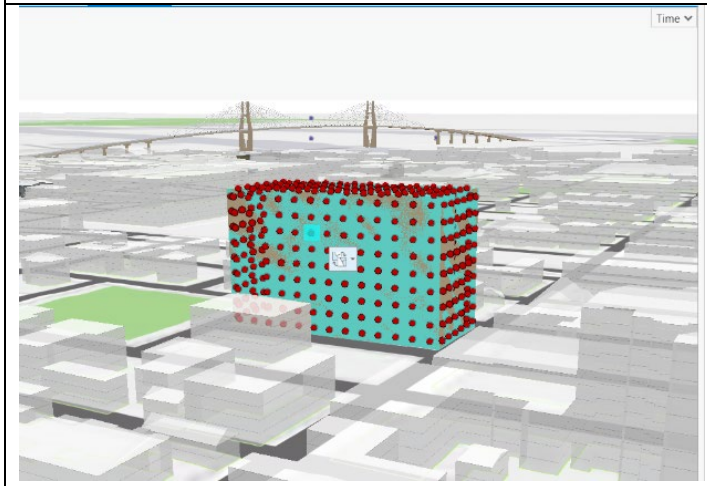
7.6.5 SCÉNARIO #3 : La collecte d'inter-visibilité à partir de multiples endroits fixes *[différents étages d'un bâtiment]* pouvant aider à augmenter la valeur immobilière dans un nouveau développement dans la ville :

La collecte d'inter-visibilité se traduit par des évaluations cumulatives de la visibilité. Fondamentalement, on compte combien de cibles un observateur peut voir. On peut le faire avec plus de solutions alternatives et voir comment ce nombre change. Cependant, il est fortement tributaire du fait que l'observateur est au même endroit, en regardant la même cible, avec un contexte immédiat inchangé *[contrairement aux deux scenarios précédents].* On obtient ici une sorte d'effet de carte de chaleur « **heatmap** » montrant le degré de visibilité.

Toutes les images suivantes sont produites par l'auteur pour usage dans ce travail.







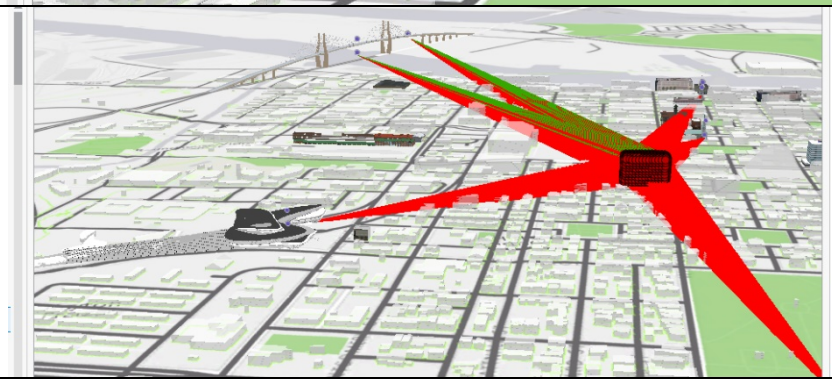
Bâtiment panélisé « *Panalized building* ». Ici, une analyse permet de trouver un point de vision à tout étage à partir duquel se tracera une ligne de vue reliant les différentes cibles prédéfinies.

La démarche se fait à partir :

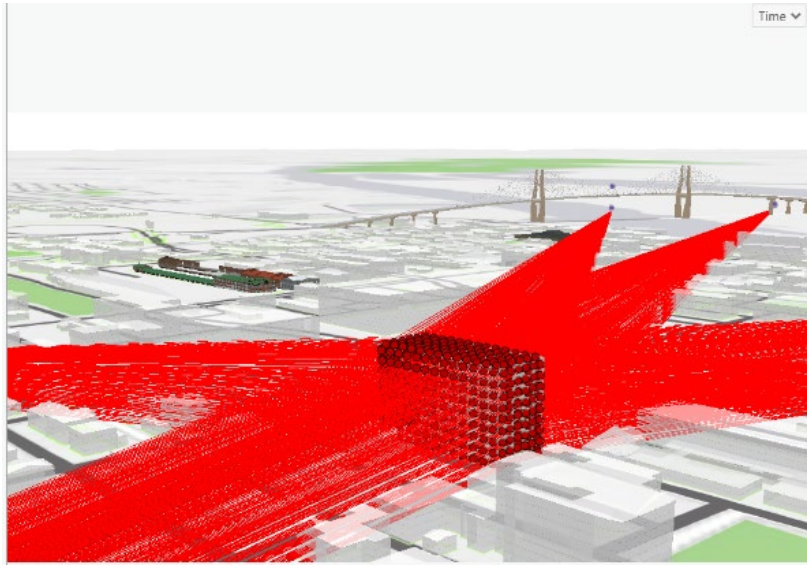
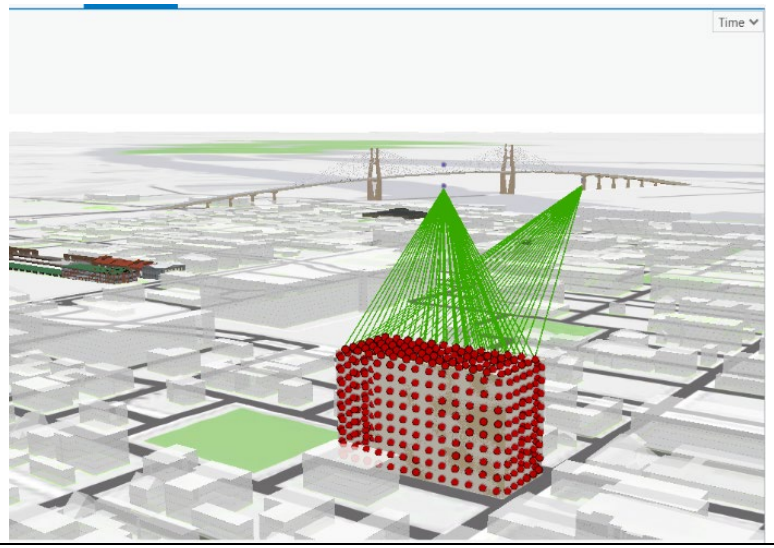
- De la création d'un bâtiment d'une certaine hauteur, *(dans le cas de cette analyse, la hauteur a été exagérée pour permettre de mieux discerner l'objet (sujet) des autres bâtiments existant).*
- Une seconde analyse est faite pour diviser les façades du bâtiment en panneaux et par étage. Le nombre de panneaux par façade peut être altéré à la volonté du concepteur et selon le nombre de locaux. De là, une analyse est faite qui divise le volume en panneaux de taille souhaitées[*panelizing*],
- Des points sont créés au centre de chaque panneau et serviront de **points de Vue**.
- Les cibles sont ensuite créées « *observers points* » ; dans ce cas, le Pont de Savannah, Le grand Park Forsyth, l'hôtel de ville et une poignée de bâtiments classés dans le patrimoine historique sont sélectionnés.

Image montrant les cibles sélectionnées qui sont ici représentées en points violets.

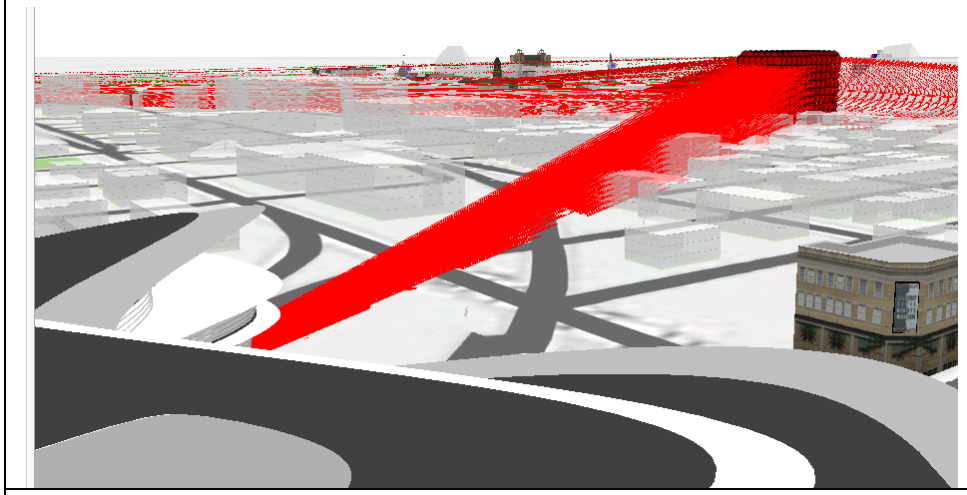
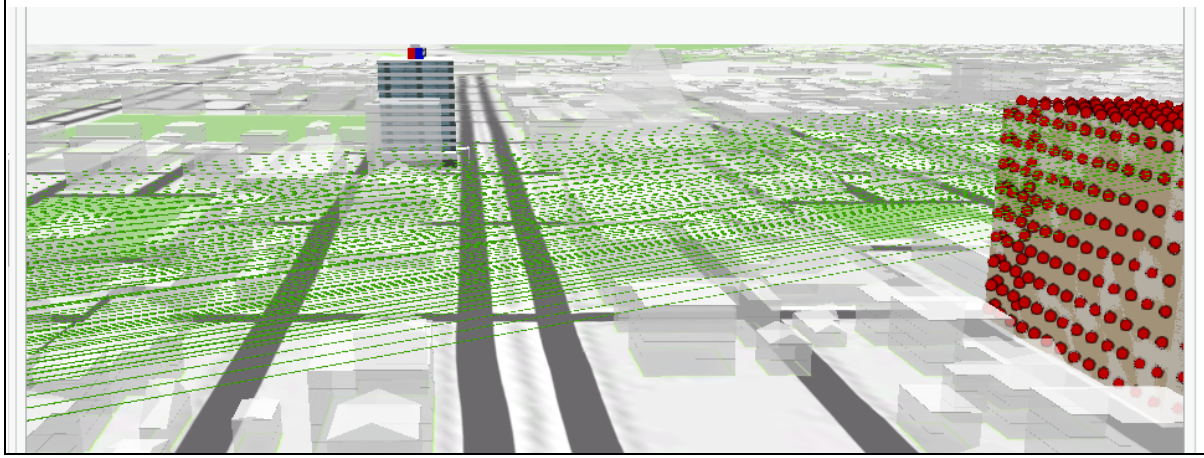
Résultat sans les arbres.



- L'analyse est lancée et l'on peut voir les résultats ci-dessous. Produite par l'auteur dans l'application GIS Pro.

Vues non dégagées	
Vues dégagées	

Pour une meilleure visualisation, on peut séparer les lignes rouges de vue encombrées des lignes vertes de vue non encombrées comme ci-dessus.

Résultats
Une bonne majorité d'appartements n'ont pas de vues des cibles 
Seuls les appartements des trois derniers étages ci-dessous ont une vue du pont. 

7.6.6 SCENARIO #4 : La Ligne d'horizon [Skyline]

Ici est défini une ligne d'horizon comme un profil ou une silhouette unique à une ville qui comprend entre autres, les monuments historiques, et d'autres culturels ayant marqués le passé d'une ville et lui permettent d'occuper une place unique dans les mémoires et les écrits.

La silhouette de la ville de new York[151].

Cette image est en guise de référence et de source internet comme noté en bas de page.

Figure VII-6 :

151 https://www.google.com/search?rlz=1C1NDCM_enUS826US826&biw=1920&bih=888&tbm=isch&sa=1&ei=l147XevwI4K1ggfmx7TgBw&q=new+york+skyline&oq=new+york+skyline&gs_l=img.3..0i67l3j0l4j0i67j0l2.230013.236434..236996...0.0..1.828.2580.12j1j1j5-1j1.....0....1..gws-wiz-img.ydaw2eVhD-M&ved=0ahUKEwirmPLAstPjAhWCmuAKHeYjDXwQ4dUDCAY&uact=5#imgrc=fdfCe4paf1VLoM: visité le 26 Juillet 2019.

7.6.6.1 L'importance de ce scénario dans un développement urbain.

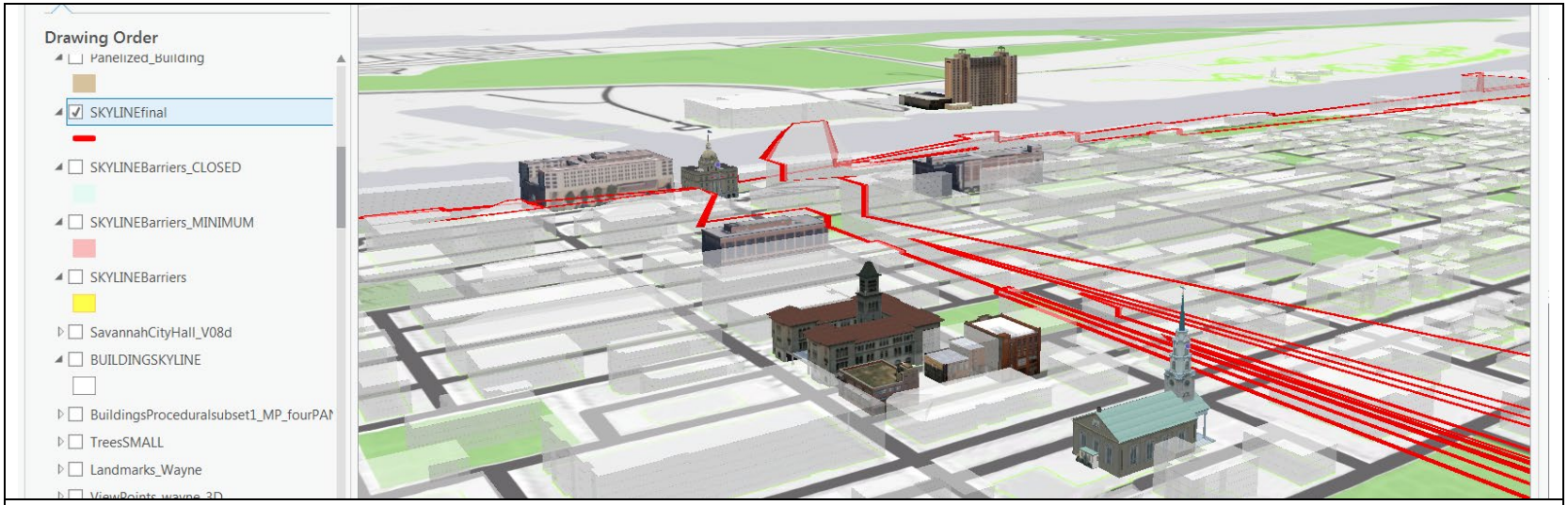
Les villes souvent existent depuis des siècles, leur histoire sont souvent contées dans les bâtiments qui les composent. Tout nouveau développement se doit de tenir compte en plus de l'existant, des règlementations de hauteurs, du nombre limite de niveaux par zone. Tout cela peut être prise en compte et vérifié dans ce scénario d'évaluation de ligne d'horizon.

Cette démarche consiste à extraire séparément la ligne définissant le sol et celle définissant les bâtiments du ciel(horizon). Ceci a un grand avantage dans le cas d'un nouveau projet dans un centre historique car ça permet de vérifier si la hauteur du projet respecte les hauteurs limites ou interfère avec le profil historique existant. Cette pratique présente un avantage dans la mesure où elle permet de voir si le nouveau projet améliore ou change le profil d'horizon de la ville.

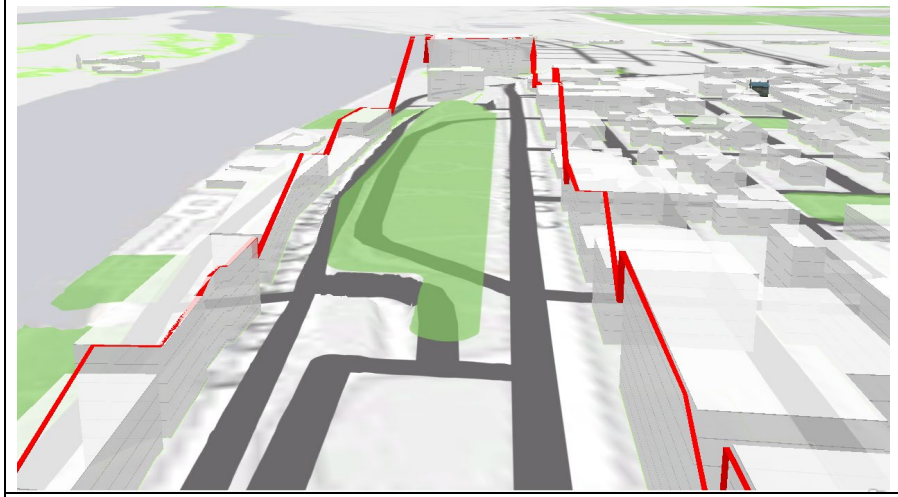
La ligne d'horizon ici est définie par une ligne qui divise le ciel de la surface terrestre ou de caractéristiques telles que les bâtiments qui semblent toucher le ciel du point de vue de l'emplacement d'un observateur. Dans l'application **ArcGIS**, les lignes d'horizon sont principalement créées pour l'utilisation dans le travail de la **ville virtuelle 3D**. Par exemple, si une ville voudrait conserver son profil d'horizon historique intacte, une analyse de la silhouette de l'horizon peut déterminer si un nouveau gratte-ciel proposé modifie l'horizon historique du point de vue d'une entrée par voie principale dans la ville. L'analyse est effectuée à partir des points d'observation voyageant en voiture, en utilisant les outils « *Skyline et Skyline Barrier* » qui, sont utilisés pour effectuer des analyses. *(Par exemple, pour analyser les ombres dans un environnement urbain)*.

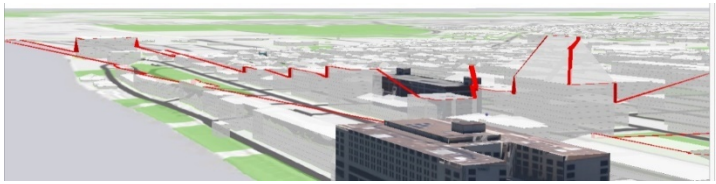
Ci- dessous les illustrations des lignes de profil de bâtiments permettant de comprendre la silhouette de la ligne d'horizon de la ville. Les ligne rouges sont des représentations des contours de bâtiments dans son axe Z (contour des hauteurs).

Ce travail a été fait dans l'application Arc GIS Pro par l'auteur.

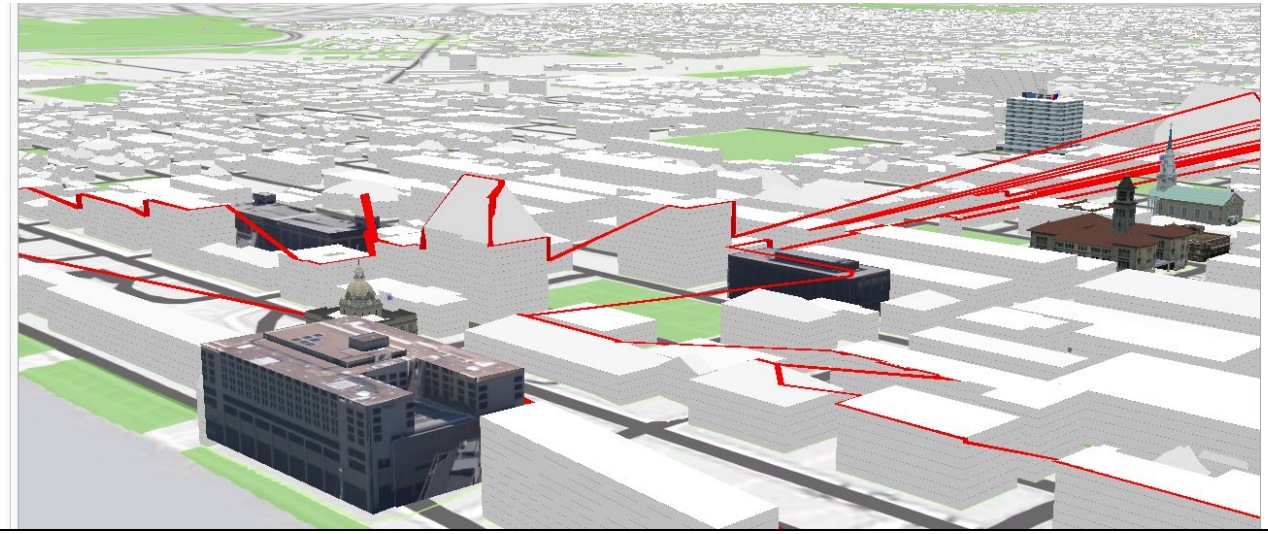


Différentes vues

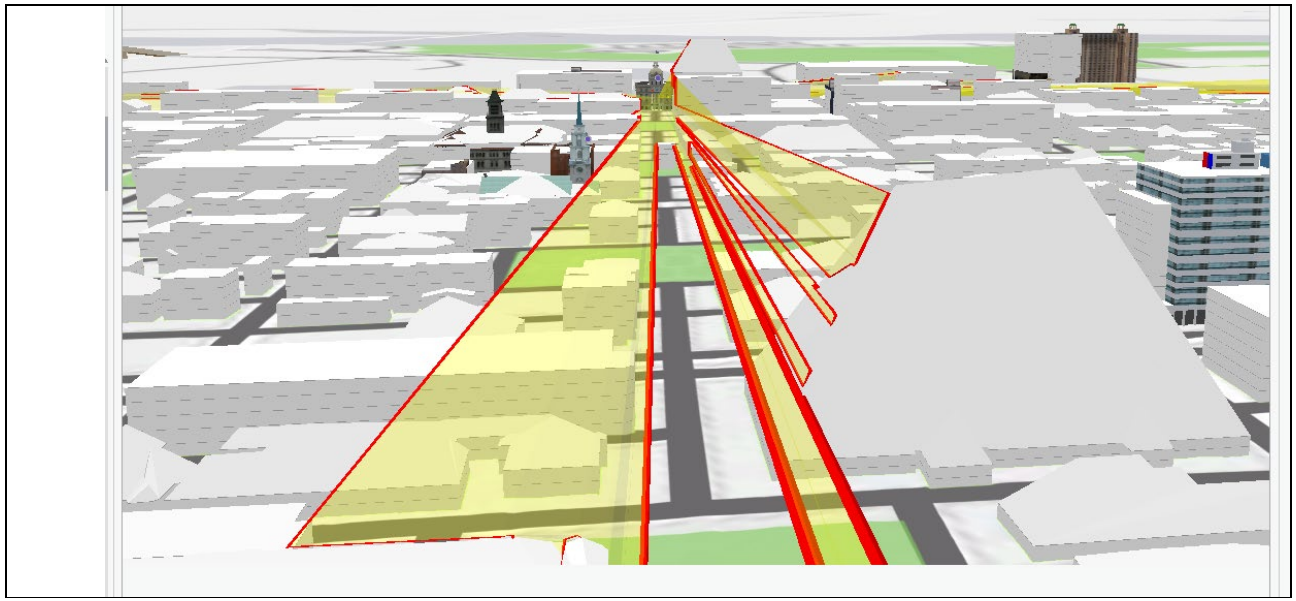




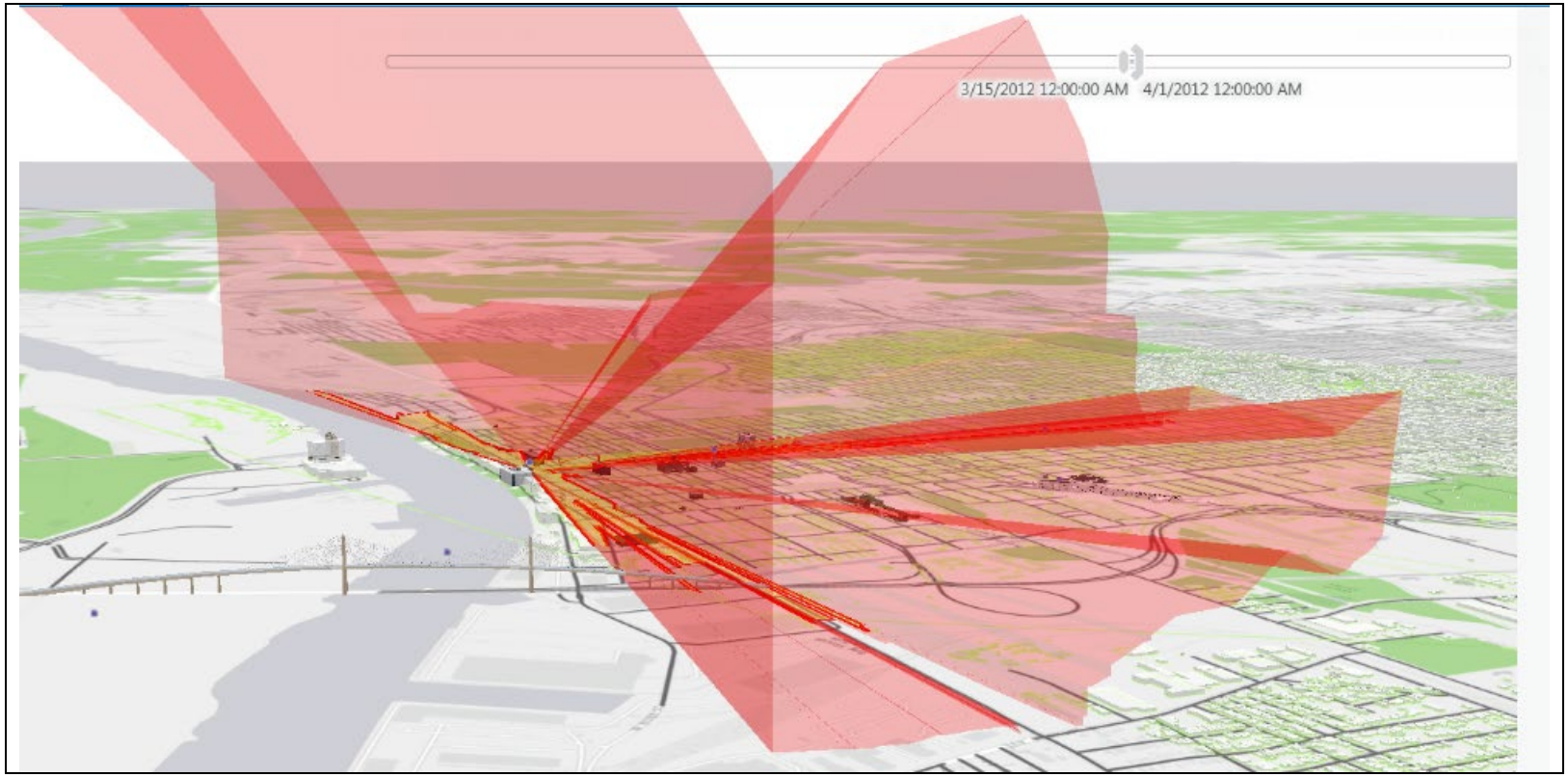
On peut voir clairement ici que la ligne de profil se dessine sur la périphérie des volumes dans la direction de l'axis Z.



Ci-dessous, un film jaune est rajouté pour former une surface qui plus tard servira de surface d'extraction avec les volumes pour les calculs et analyses nécessaires.

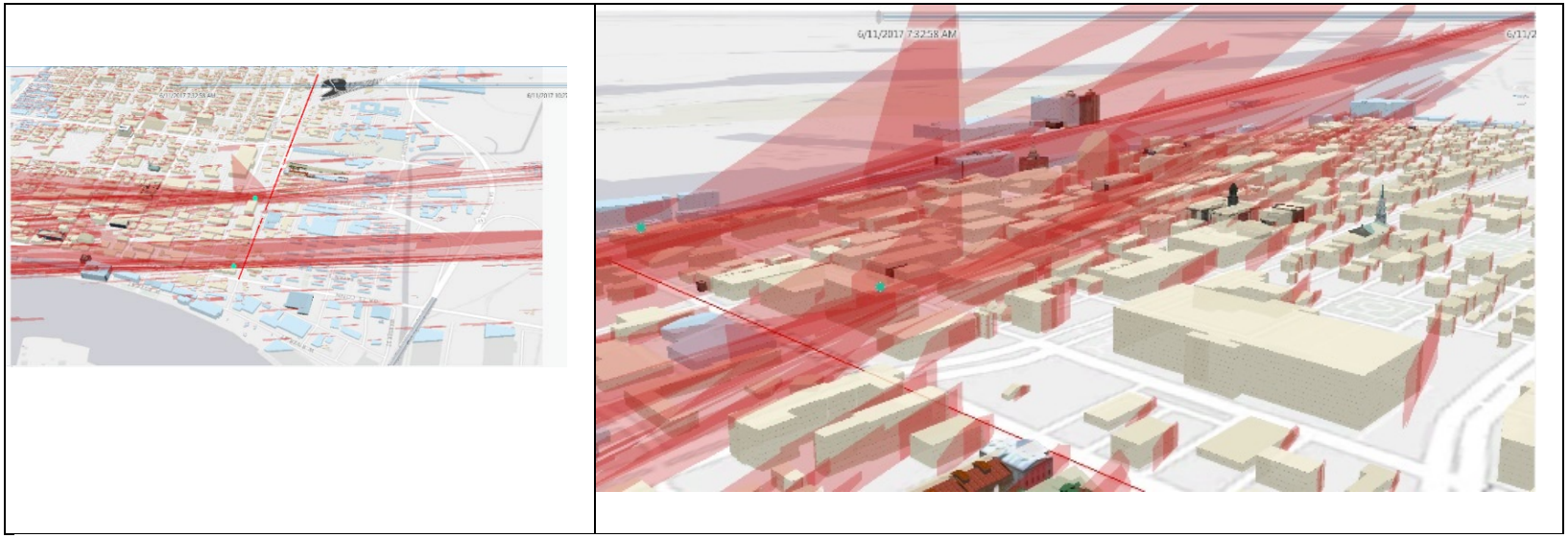


Ce film est ensuite transformé en surface(jaune), créant un voile qui permet de détecter si un nouveau gratte-ciel dépasse (perce le voile). Dans ce cas, la surface de voile peut être soustraite du volume du gratte-ciel pour savoir la hauteur exacte qui dépasse. Les opérations de soustractions, unions, intersections avec d'autres volumes peuvent ainsi être effectuées pour des besoins d'analyses variées.



7.6.6.2 Les barrières de ligne d'horizon « *Skyline barrier* ».

Ce processus permet de créer une barrière de ligne d'horizon *[Skyline barrier]* de chaque point d'observation. C'est comme un voile généré à partir du profil des bâtiments composant la ligne d'horizon à fond transparent qui permet de visualiser les hauteurs surtout quand elles dépassent le voile extrudé de la ligne historique d'horizon.



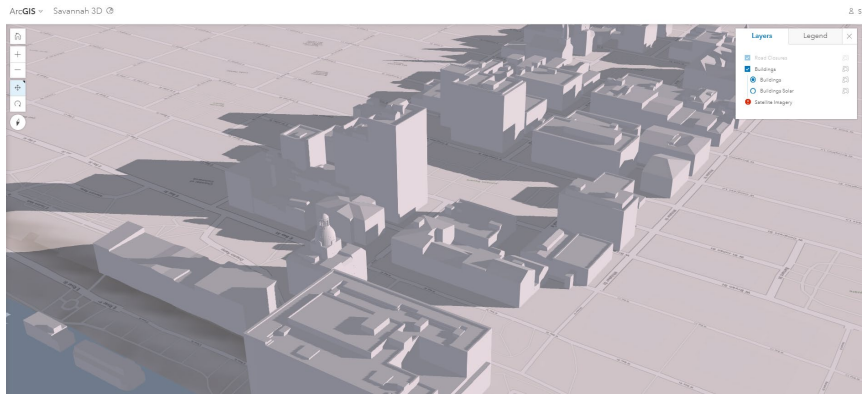
7.6.7 SCENARIO #5 : Calculer le rayonnement solaire.

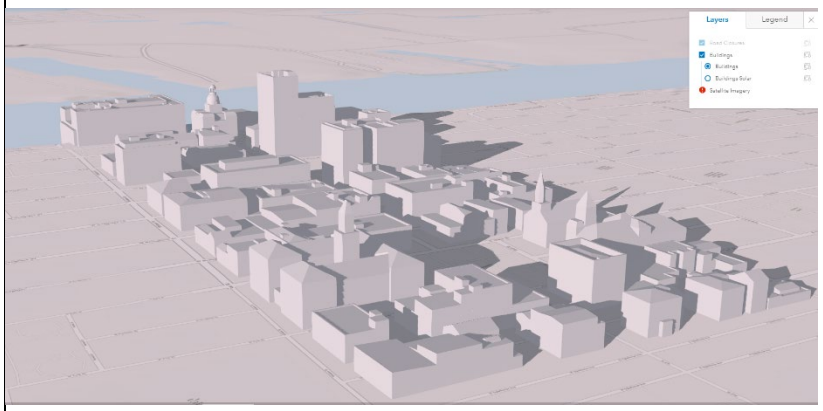
Description :

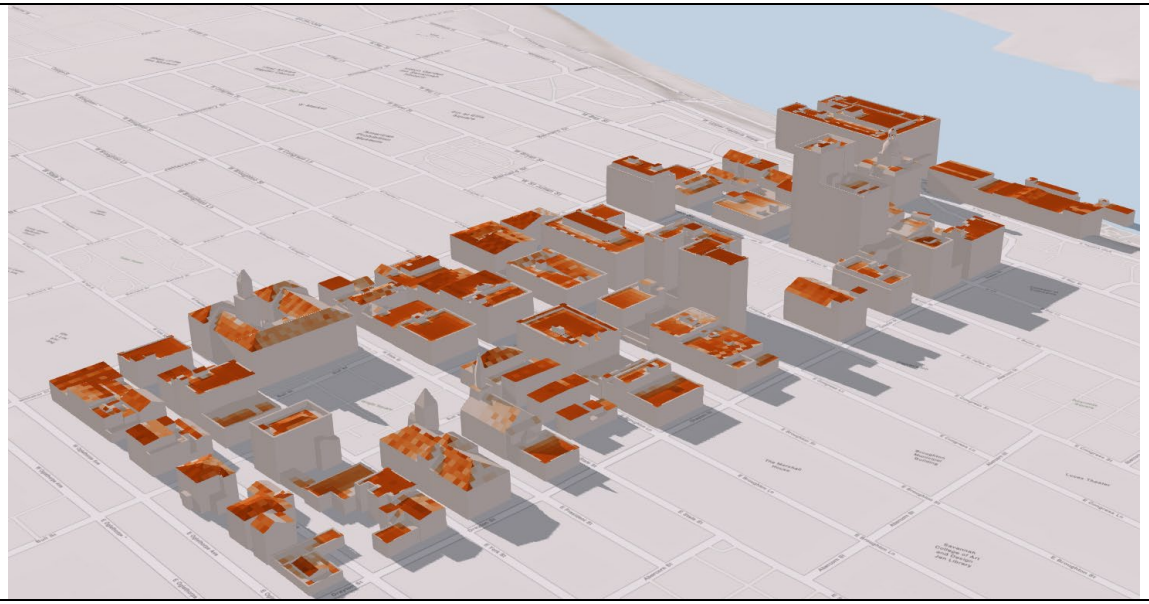
Ces outils mesurent l'exposition au soleil à des endroits spécifiques en fonction des scénarios de développement proposés. On peut visualiser le rayonnement solaire sur le sol et sur les toits des bâtiments, ceci permet d'identifier les surfaces idéales pour l'installation des panneaux solaires. Grâce à ce niveau de compréhension de l'adéquation solaire, on peut contribuer à améliorer l'efficacité énergétique, réduire les émissions de carbone et permettre au public d'estimer les économies d'énergie potentielles résultantes de l'installation de panneaux solaires.

7.6.7.1 Le rayonnement solaire sur le sol et sur les toits des bâtiments : Voir Lien.

http://arcg.is/1TnmK8







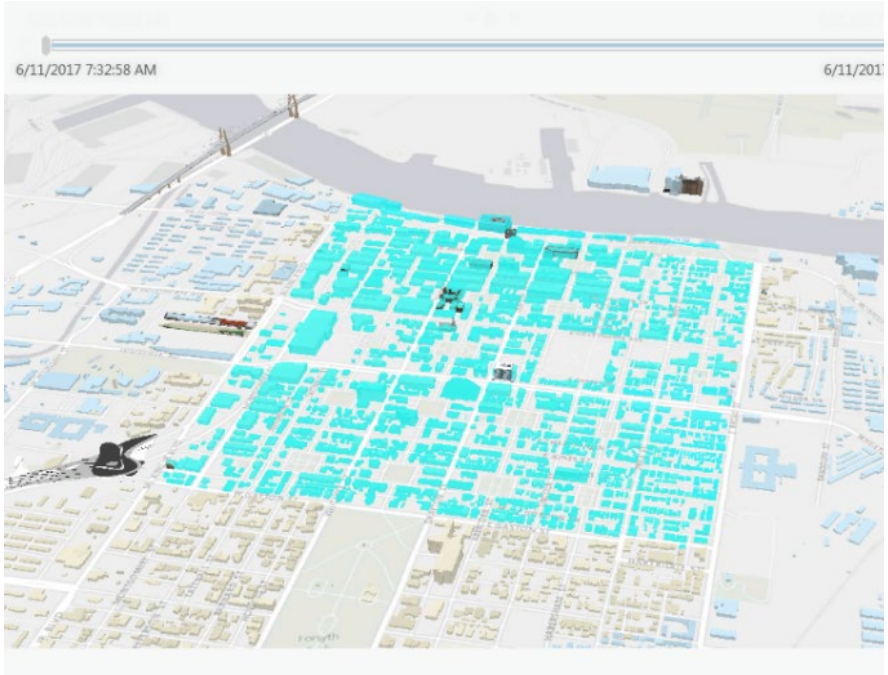
7.6.7.2 Ombres Portées sur une zone d'intérêt : Calcul de l'ombre portée sur une période allant d'un mois à 1 an :

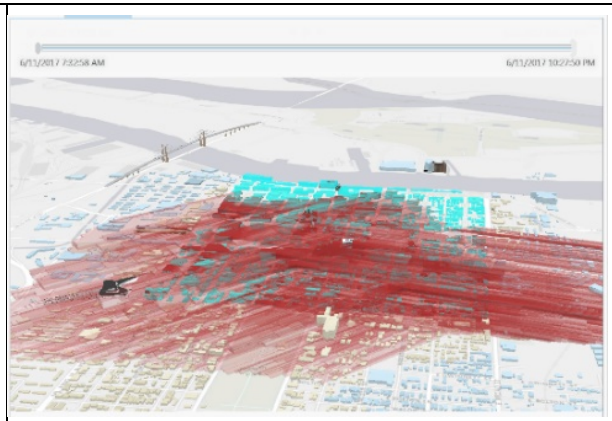
Évaluer l'impact de l'ombre portée : ces outils simulent les ombres projetées par les bâtiments, les arbres et d'autres caractéristiques afin de voir comment elles affectent les lieux proches. L'analyse des ombres peut aider à concevoir des bâtiments et préserver l'accès au soleil des propriétés à proximité. On peut également planifier des espaces publics, tels que des parcs et des jardins, qui profitent de la lumière du soleil ou utilisent l'ombre des bâtiments, des arbres et surfaces imperméables pour minimiser les effets d'îlot thermique. En évaluant l'impact des ombres en 3D, on peut développer des espaces attrayants qui complètent l'environnement existant.

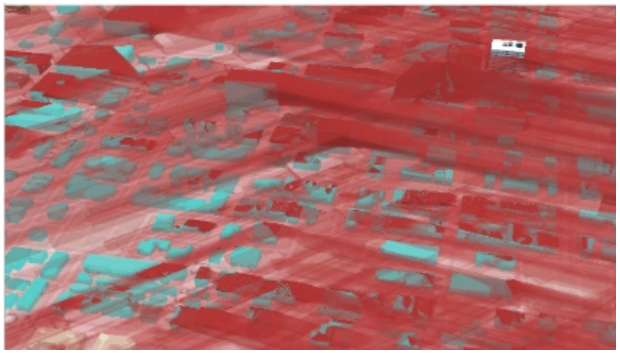
Ce scenario permet de calculer de manière précise l'ombre portée par les nouveaux bâtiments et tout autre bâtiment existant sur le site. Ceci est très important pour tout projet quand on sait que certains usages sont attribués aux locaux en fonction de la quantité de lumière naturelle. Aussi, l'importance de la lumière naturelle dans la création d'un environnement de travail et de résidence fait de cette étape un élément essentiels de développement urbain. Ce scenario est complexe et permet d'explorer de manière détaillée les différentes superpositions d'ombre portées et leur changement au court de la journée. Ce détail peut permettre au concepteur de mieux attribuer les fonctions dans le cas des projets sensibles (hôpital) etc…

Dans l'exploration de cette partie, une zone restreinte a été sélectionnée (en cyan) et l'analyse s'est faite sur une journée (12 heures) en Juin seulement à cause de la capacité et puissance de machine requise. Mon orbiteur n'étant pas très puissant, la décision de sélection a été adaptée à la capacité.

Zone d'intérêt.

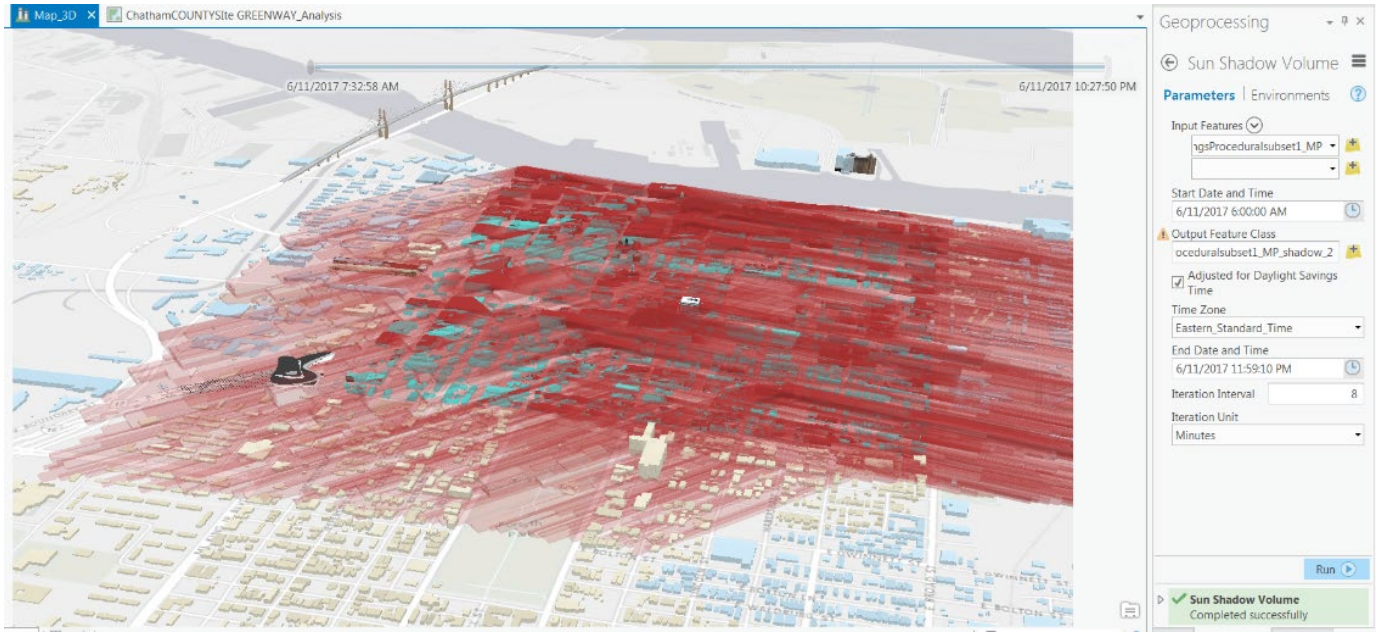


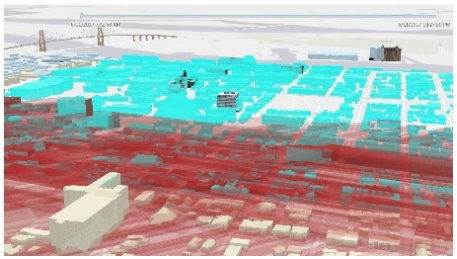


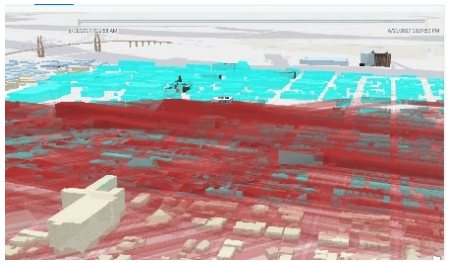


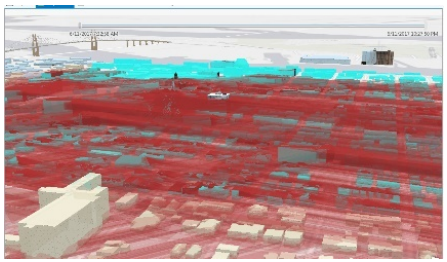
7.6.7.3 Résultat :

Calcul d'ombre portée : Date le 6 Juin 2017 de **6 heures à 23 :59**









7.6.8 SCÉNARIO #6 : Sécurité publique et vidéosurveillance dans la ville :

Cette partie explore la pratique ainsi que le pouvoir d'utiliser l'analyse spatiale pour examiner les endroits optimum, économiques et efficaces permettant une surveillance spatiale qui assure la sécurité dans le contexte urbain. Les captures deviennent aussi des éléments clés permettant de mesurer l'utilisation spatiale des différentes zones de la ville, d'approcher certains aspects du comportement du citadin d'une zone à l'autre et surtout d'étudier pourquoi une **zone A** est plus prisée et utilisée par le citadin à une certaine heure de la journée/nuit qu'une **zone B**. Beaucoup d'autres analyses peuvent être faites de cette visualisation en temps réel à savoir ; les effets de l'environnement bâti 3D sur l'interaction/comportement humain dans l'espace urbain ; ceci peut aider à détecter, à matérialiser par des schémas ou graphes et à contextualiser les utilisations d'espaces urbains sur une durée souhaitée.

Ces informations peuvent ensuite aider à créer des modèles qui incluent des évènements spatiaux pas apparents en 2D. La troisième dimension ici permet une simulation proche de la réalité pour mieux comprendre l'utilisation spatiale de l'axe de hauteur **Z**. Car, de nombreuses questions de géographie spatiale ne peuvent être clarifiées qu'en 3D ; par exemple : si l'on veut calculer l'utilisation spatiale d'une entreprise (pour raison de meilleur performance), un café ou des bureaux et comprendre à quelles périodes de la journée ladite entreprise atteint un taux maximum de visiteurs, d'utilisation spatiale maximale ou simplement quels espaces sont les plus-utilisés/moins utilisés à certaines heures de la journée : un diagramme 2D ne saurait satisfaire une telle analyse si l'espace analysée se trouve dans un immeuble en hauteur (3eme 5eme +), une visualisation en 2D sera faussée si l'on ne sait pas exactement quelle flux d'utilisation accorder à l'espace a l'étage.

7.6.8.1 Le domaine de sécurité publique :

Le domaine de la sécurité publique est une priorité dans le développement des villes. Aujourd'hui, de plus en plus de villes ont des systèmes de vidéosurveillance permettant une surveillance des rues de la ville. Beaucoup d'institutions financières

adoptent cette pratique depuis longtemps et de plus en plus de villes utilisent cette méthode surtout dans les zones à difficultés. Le fait que le public sache qu'il y a des cameras peut décourager le braquage et donner un sentiment de présence et sécurité dans les rues. Ce genre de méthode est aussi utilisée dans le cas des visites de hautes personnalités ; Pape, chef d'états, grandes personnalités à risque etc…

Dans ce travail de recherche la ville de type Neuro-prothétique utilisera de telles techniques pour comprendre l'utilisation spatiale et en tirer profit pour avancer les recherches pouvant mener à une ville futur plus citadine et plus résiliente. Cette approche permettrait de localiser les caméras de surveillance à des endroits mieux appropriés pour peut-être aider à une utilisation plus efficace des équipements de surveillance. Même si ceci ne garantit pas une amélioration du problème. Il est probable que ça puisse contribuer avec d'autres efforts à améliorer la situation du citadin dans la ville.

La Démarche : de trouver des structures ou bâtiments les mieux situés d'où l'on a le meilleur angle de vision. Il s'agit de créer une fonction de visibilité entre les observateurs (un seul point fixe à différent endroits) et les cibles (variétés de points non-fixes sur une trajectoire comprise dans l'angle de vision des observateurs).

De nombreuses autres options (non explorées dans ce travail sont possible) à savoir : *Quelles zones le long d'une autoroute offrent une vue sur une tour cellulaire spécifique ?* l'impact de *la hauteur d'un nouveau bâtiment sur le profil historique de la ville ? vue d'un point d'accès principal ? etc…*

7.6.8.2 Définitions et signification des étapes :

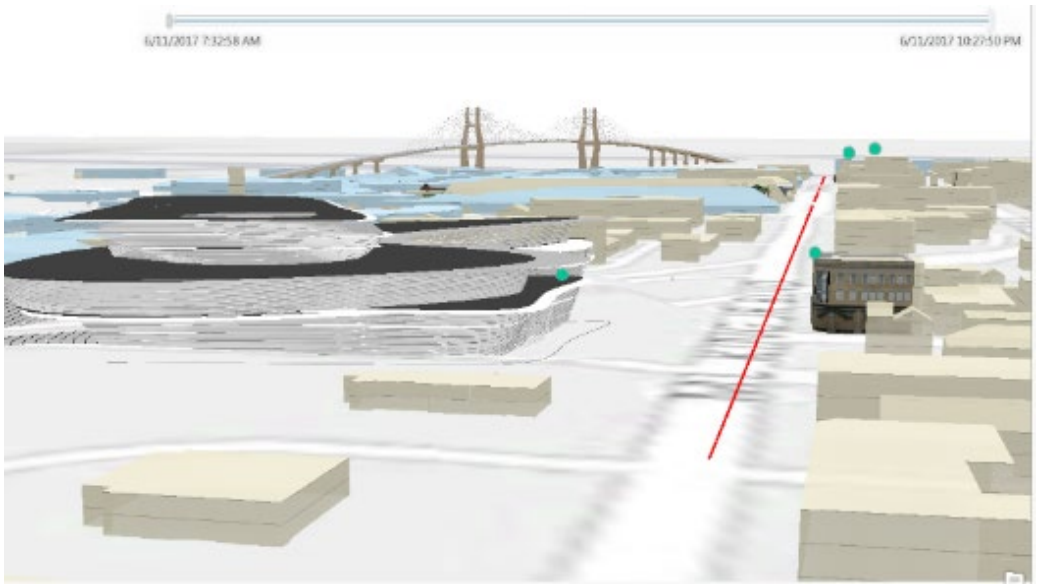
Déterminer des lignes de visée : les lignes de visée sont des lignes représentant les angles de vision d'un observateur ou camera (point fixe) tracées à partir d'une trajectoire choisie. Les lignes de visée sont connectées à la ligne de trajectoire par des points le long de celle-ci et espacées selon le degré de précision désiré. Dans le cas d'une parade, un défile ou un marathon.

Utilisation de l'application 3D-Analyst : cette étape permet d'explorer dynamiquement les surfaces du terrain urbain avec une variété d'outils interactifs. Certaines de ces opérations, telle que la ligne de visée *[champs visuels]*, peut être effectuée de manière interactive en sélectionnant des positions ou des caractéristiques sur une carte. Ceci nécessite le choix d'un site, la création d'une ou des **cibles** *(personnes ou voiture en mouvement)* ainsi que des **observateurs** *(cameras fixes).*

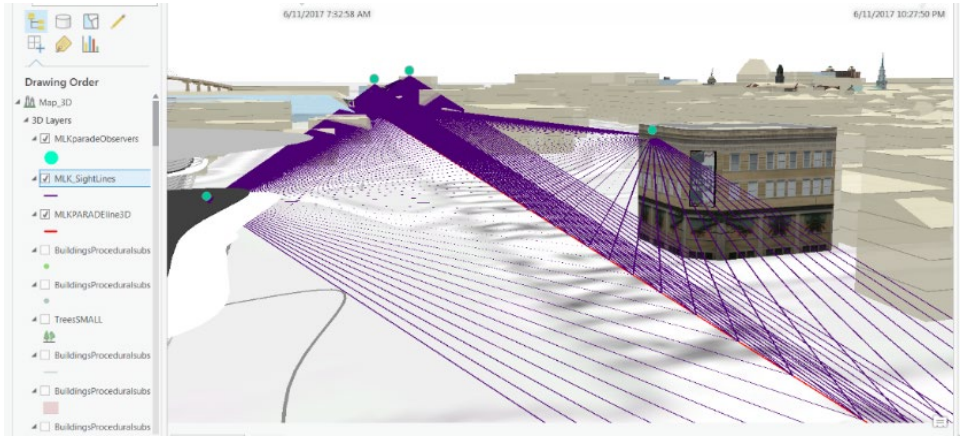
L'utilisation du processus de géo traitement pour déterminer la ligne de visée *[la ligne du champ visuel]* **:** La visibilité peut être déterminée entre les observateurs et les points de cibles à l'aide d'outils de ***géo-traitement***. L'analyse de la ligne de visée exige que l'on ait une surface fonctionnelle avec des fonctions de poly ligne 2D ou 3D le long de laquelle la visibilité est calculée (voir illustration).

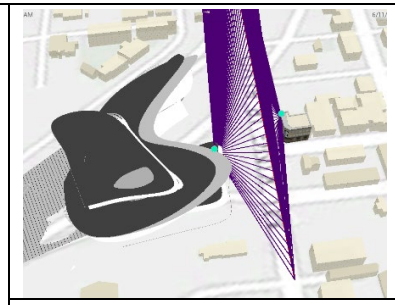
Il faut sélectionner un ou plusieurs points **d'observateurs** *(cameras)* et des fonctions cibles *(en mouvement)*. Dans cet exemple, l'emplacement de l'observateur est celui d'un agent de sécurité au sommet des bâtiments. La fonction **cible** est une route de défilé[citadins].
L'objectif est de déterminer les lacunes ou obstacles dans la couverture de la sécurité.

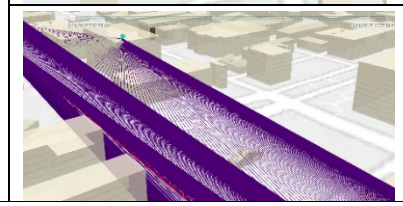
Construire les lignes de visée :
Ici, il faut créer des lignes de visée **3D** entre l'observateur et la cible. La cible est représentée par une ligne, une distance d'échantillonnage de 30 mètres a été spécifiée pour déterminer la densité des lignes de visée le long de la cible.

	Trajectoire piétonne ou auto *(ligne rouge)* et les positions des observateurs ou cameras (points verts).

Illustrations





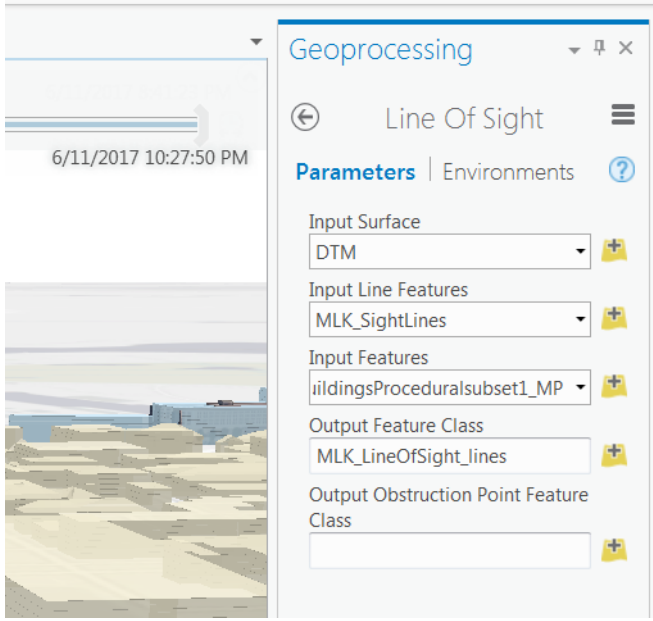


7.6.9 Déterminer la ligne de visée et la vue d'un nouveau projet à partir des points d'observateurs sélectionnés dans les bâtiments existants :

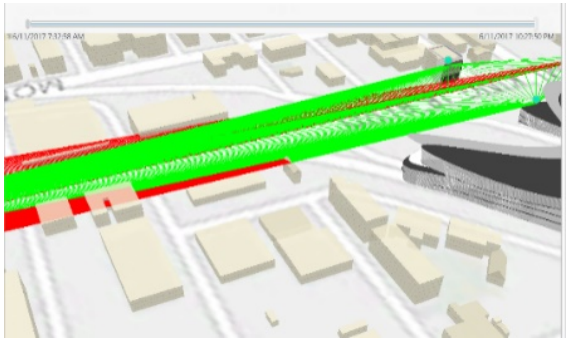
7.6.9.1 Cas du projet de la gare :

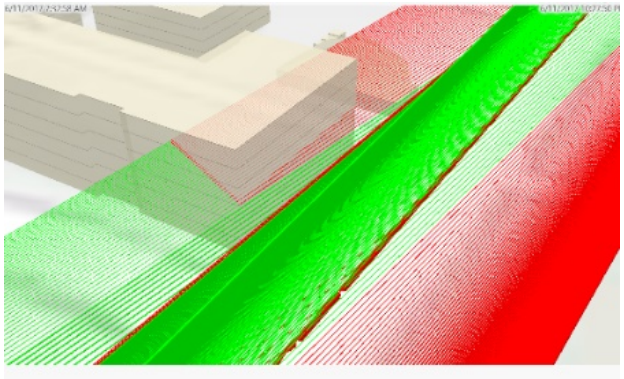
Dans ce cas d'étude, la même analyse peut se faire pour déterminer les points desquels les vues sont dégagées et permettent une vue d'un futur bâtiment : dans le domaine de l'immobilier cette analyse peut malheureusement servir à faire fluctuer les prix d'appartements. Ce qui n'est pas vraiment la focale de cette approche. Comme dans le cas précèdent, la visibilité entre les points d'observateurs *(terrasses ou autres espaces des bâtiments existants)* et les cibles le long de la trajectoire de visée *(nouveau bâtiments)* est fixée. Dans cet exemple, les lignes vertes indiquent des zones qui sont visibles. Les lignes rouges indiquent les zones où la vue des cibles est obstruée.

W OGLETHORPE AVE
W LIBERTY ST
E LIBERTY ST
E GASTON ST
W BOUNDARY ST
17
404


6/11/2017 10:27:50 PM
Geoprocessing
Line Of Sight
Parameters
Environments
Input Surface
DTM
Input Line Features
MLK_SightLines
Input Features
ildingsProceduralsubset1_MP
Output Feature Class
MLK_LineOfSight_lines
Output Obstruction Point Feature Class

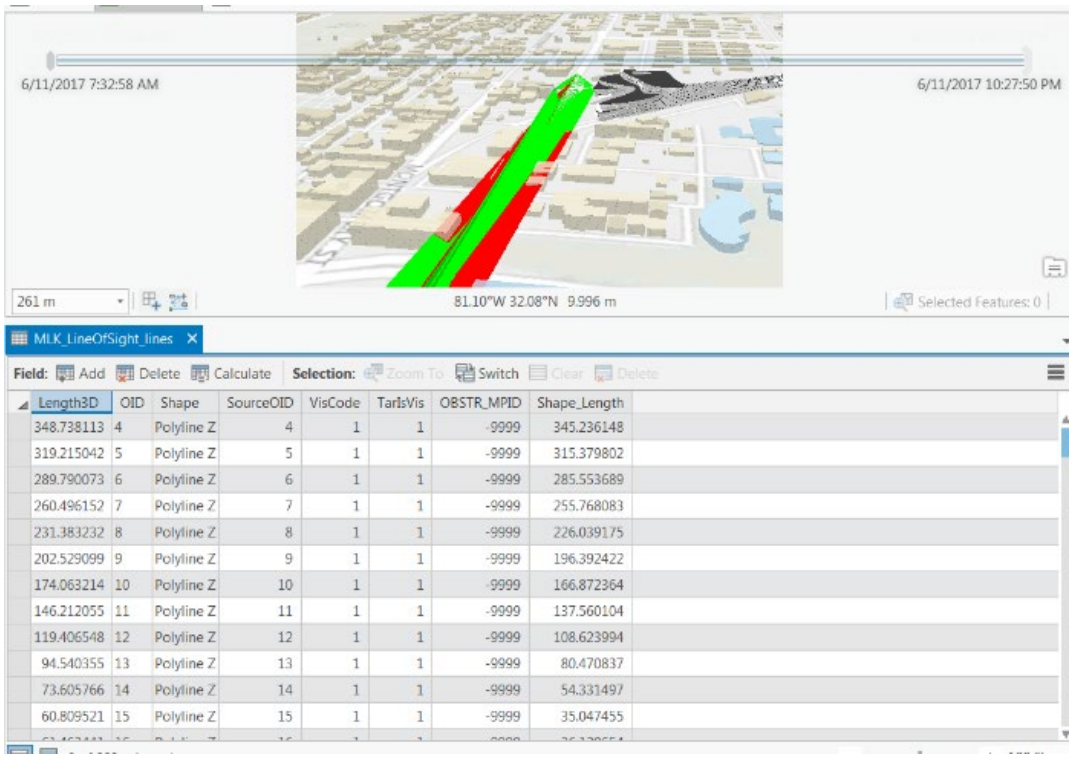
6/11/2017 7:32:58 AM
6/11/2017 10:27:50 PM
LOUISVILLE RD



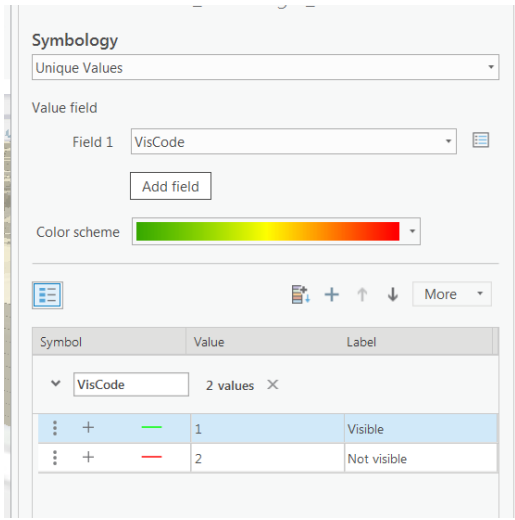


7.6.9.2 La dimension 3D est rajoutée à chacun des points de la ligne de visée.

Cette étape permet de filtrer et séparer les ligne verte (vues dégagées) des lignes rouges (vues obturées).



Length3D	OID	Shape	SourceOID	VisCode	TarIsVis	OBSTR_MPID	Shape_Length
348.738113	4	Polyline Z	4	1	1	-9999	345.236148
319.215042	5	Polyline Z	5	1	1	-9999	315.379802
289.790073	6	Polyline Z	6	1	1	-9999	285.553689
260.496152	7	Polyline Z	7	1	1	-9999	255.768083
231.383232	8	Polyline Z	8	1	1	-9999	226.039175
202.529099	9	Polyline Z	9	1	1	-9999	196.392422
174.063214	10	Polyline Z	10	1	1	-9999	166.872364
146.212055	11	Polyline Z	11	1	1	-9999	137.560104
119.406548	12	Polyline Z	12	1	1	-9999	108.623994
94.540355	13	Polyline Z	13	1	1	-9999	80.470837
73.605766	14	Polyline Z	14	1	1	-9999	54.331497
60.809521	15	Polyline Z	15	1	1	-9999	35.047455

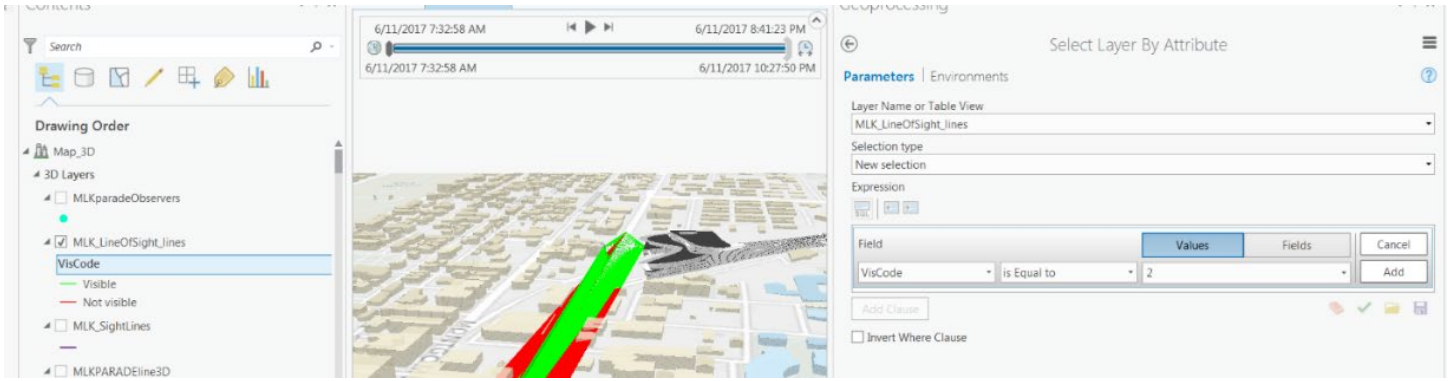


7.7 Suppression des lignes de vue obstruées et distantes de plus de 330 mètres :

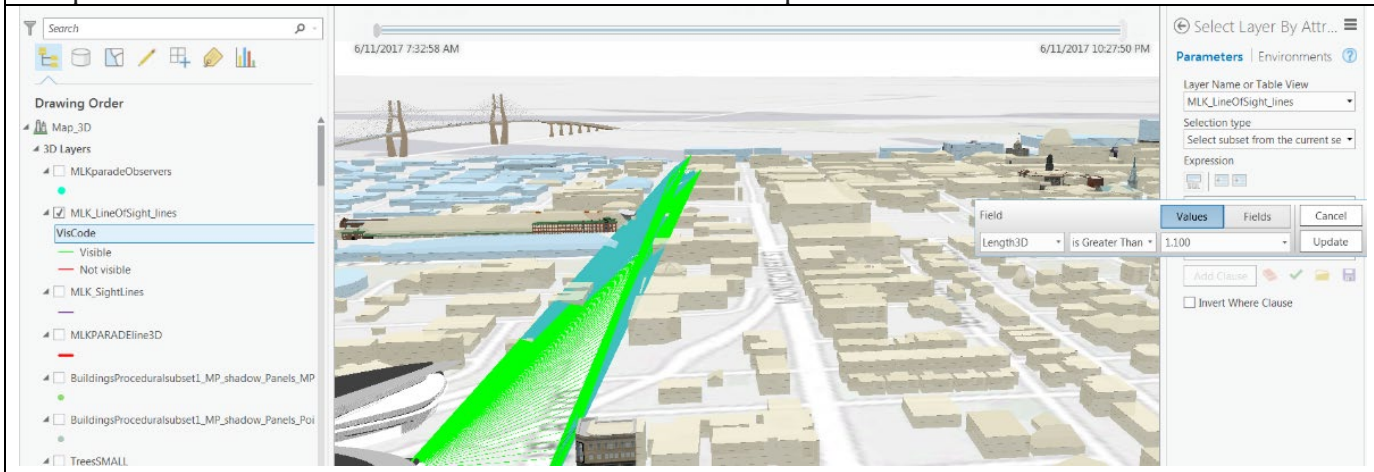
Dans cette étape, les lignes de visée qui sont obstruées ou qui offrent des vues trop éloignées sont supprimées. Dans ce cas, 330 mètres est la distance maximale choisies pour cette analyse. Lors de l'exécution de l'outil ***ligne de vue*** « ***Line Of Sight*** »,

le champ d'attribut **VisCode** est créé. Ce champ indique la visibilité le long de chaque ligne (**1** [vert] représente les zones visibles et **2** [rouge] les zones présentant des obstacles).

La suite consiste à sélectionner les lignes identifiées comme **non-visibles**, ainsi que celles situées a plus de 330 mètres de distance des cibles.

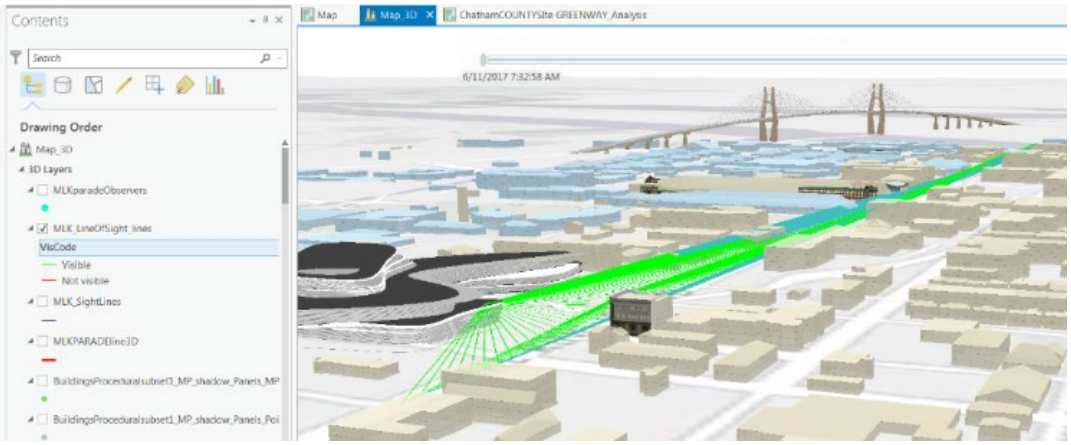


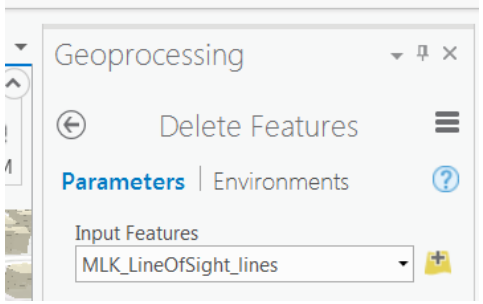
L'équation s'inscrit sout la forme : si **VisCode = 2** alors ne pas retourner de résultat.



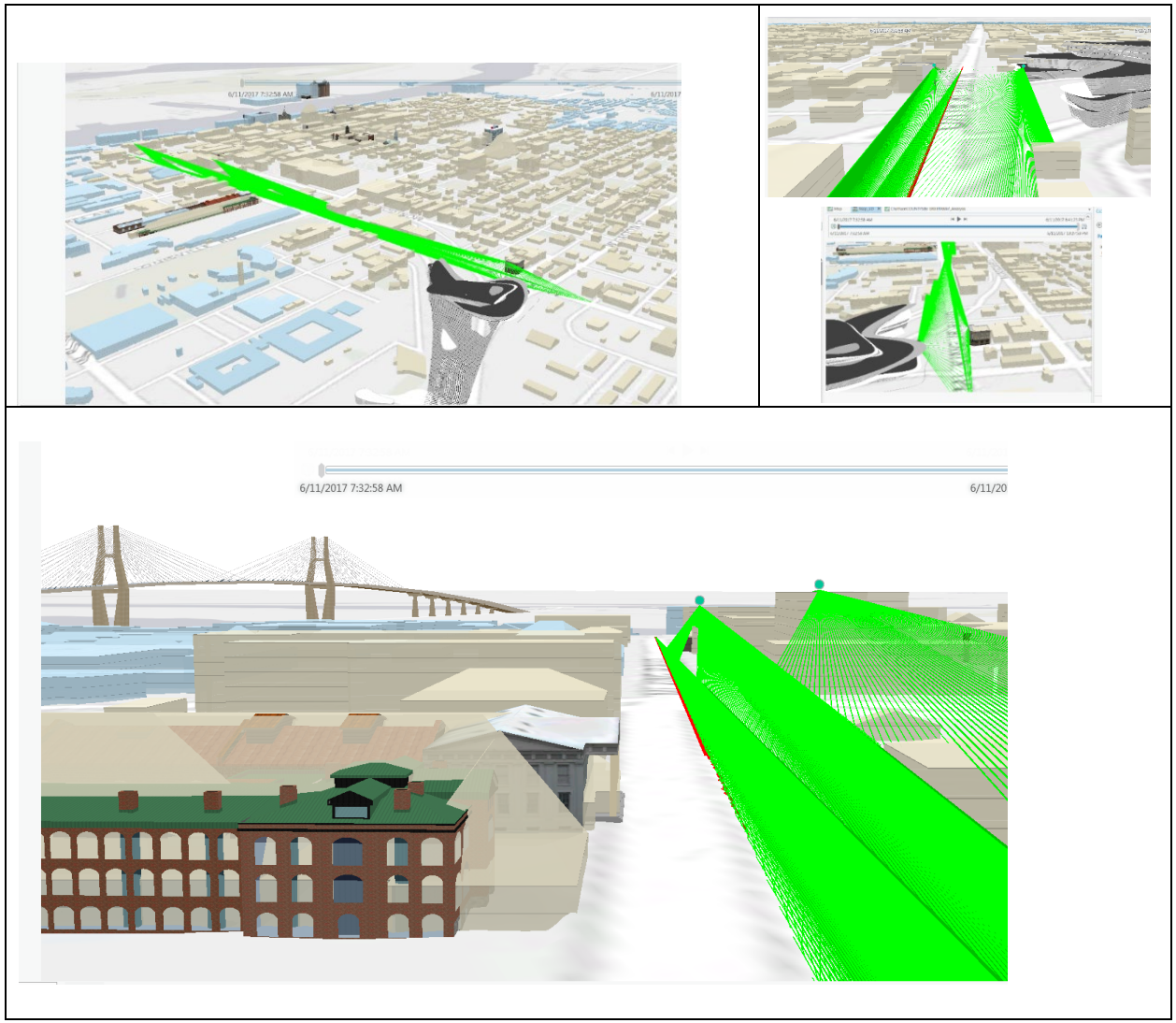
Il ne reste que les ligne de visée à vue dégagée. On va ensuite éliminer les distances supérieures à 330 mètres. L'application utilise une distance en pieds, raison pour laquelle ce tableau montre **1100 pieds** équivalent à environ **330 mètres**.

On peut voir en vert les champs de vues claire et en bleues les zones obstruées. La dernière équation d'analyse est d'effacer les zones obstruées pour ne garder que les zones claires.





7.8 Résultats :



Ci-dessus, des images illustrant les points du parcours desquels la vue est dégagée à partir d'une distance de visibilité maximale de 330 mètres. Ce modèle permet une interactivité qui aide à naviguer dans la scène pour explorer d'autres angles - il peut néanmoins exister quelques lacunes causées par les feuillages d'arbres surtout dans une ville comme Savannah.

7.9 Remarques :

Comme nous pouvons le voir ici, cette méthode parait efficace, mais en réalité, peu fiable dans le site et la ville de Savannah à cause de l'abondance des arbres qui posent un obstacle difficile à contourner. L'idéal dans ce cas serait évidemment de tester le trajet en avance et à une date proche de l'évènement pour être sûr que les feuillages n'auront pas changés. Mais encore faudrait-il que les conditions météorologiques soit correctes (pas de vent). La présence d'un changement de direction du vent pourrait fausser toute prédiction et par conséquent créer un danger en cas d'évènement de haute surveillance tell une visite du pape par exemple. La réduction de la visibilité peut également venir d'autres modifications des conditions atmosphériques telles que la pluie, le brouillard ou la buée du matin. Bien sûr on pourrait remédier à une telle situation en supposant une distance de visibilité maximale de 160 mètres ou moins. Mais encore, il faut être sûre de la météo et ne pas avoir de surprises.

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

CHAPITRE VIII :
INTELLIGENCE COLLECTIVE : CAS D'ETUDES :
LA NÉCESSITÉ PRESSANTE AUJOURD'HUI DE L'INTEGRATION D'APPLICATIONS DE JEUX DANS LA CONCEPTION URBAINE FUTURE ; *« GAMIFYING THE CITY »*

Cette partie présente les résultats des acquis théoriques, des connaissances techniques appliquées, l'intelligence collective ainsi que les imprévues de l'enseignement et l'apprentissage de l'architecture résultant du travail d'étudiants. Les propositions portent entre autres sur un test d''interopérabilité entre diverses applications telles que la plateforme ESRI (ArcMap, ArcGIS Pro, ArcGIS Online, City Engine) et d'autres applications telles que Autodesk (Revit, 3DS Max, Maya) ainsi que Grasshopper, Sketch up, Unreal Engine, Photoshop. Etc….

Les travaux ci-dessous décrivent l'utilisation d'une vaste gamme d'applications numériques combinées de diverses manières et utilisant des expertises variées d'étudiants en fonction de leur dynamiques, styles, compétences et de la capacité d'interaction présente dans leur groupe de travail. Tous les travaux ont été initialement générés à partir des applications 2D et 3D d'ESRI. Les groupes ont été formés sur la base des résultats et des similitudes de l'exercice en début de trimestre la **« *dérive* »,** inspiré par Guy Debord**.**

8.1 La ville comme un laboratoire de test de simulation de réalité Virtuelle et Augmentée :

Ce chapitre présente un travail d'étudiants de quatrième année d'architecture à *Savannah College of Art and Design* « **SCAD »** où j'ai enseigné pendant 14 ans, jusqu'en Novembre 2018.

La décision d'inclure ce chapitre vient de la simple réalisation que le développement d'une approche de ville de type Neuro-prothétique présente une complexité qui exige une forte collaboration d'applications et de pensées très différentes et variées. Très tôt dans ce travail de recherche, il s'est avéré qu'une approche aussi complexe ne saurait être satisfaite par la pensée singulière d'une doctorante, mais plutôt une pensée collective ayant pour potentiel de développer une intelligence collective avec un fort potentiel d'innover.

Après trois années de collecte de données, d'analyses et développement, plusieurs perspectives se sont présentées en aval de chaque analyse rendant ce travail plus complexe et présentant beaucoup plus de possibilités qu'attendues. Dès les premiers résultats d'analyses ont émergés un besoin de faire d'autres analyses qui présentaient toutes des opportunités d'approfondissement. Il a donc semblé plus intéressant d'élargir le champ des possibilités et la décision d'en faire un projet d'atelier d'architecture avec la collaboration du groupe d'étudiants de ma classe de quatrième année d'architecture. Une discussion approuvée par ma directrice de thèse Mme Elizabeth Mortamais.

Ce chapitre illustre donc les approches, les démarches, et solutions variées proposées par les étudiants travaillant en groupe de 2 à 3 maximum. Tous les groupes sont partis de la même base de données et résultats des premières analyses faites en début de ce travail. Les groupes ont adoptés différentes dynamiques, prises de décisions ou focales pour mieux s'aligner avec la complexité des problèmes multifacettes de la ville. L'espoir ici était de permettre une collaboration capable d'approcher le(s) problèmes sous différents angles.

8.2 Une approche de jeu vidéo dans la conception urbaine de demain ?

Le rapprochement ***Ville-laboratoire-jeux vidéo*** s'inspire des tendances aujourd'hui exhibées par les développeurs d'applications de jeux qui de plus en plus essayent de créer des scenarios de jeux qui mimiques la réalité. « ***Zootopia »***[152] par exemple de Disney est un exemple très récent de film qui présentent la ville *de zootopia (divisée en quartiers représentant les différents climats*). « ***Zootopia »*** ; utilise un décor de ville réelle habitée par les différentes espèces animales pour traiter des problèmes graves de la société contemporaine tels que le racisme, le sexisme, la marginalisation. Le film représente des personnages d'horizons différents, de types et de tailles différentes qui doivent se réunir et s'entendre pour résoudre les problèmes de la ville. Alors que dans ce de Disney parvient à s'attaquer à de graves problèmes de la société contemporaine, il est par la même occasion capable de contenir de nombreuses mises en scènes amusantes, éducatives et ludiques à la fois.

L'histoire dans « Zootopia » est assez semblable à celle des villes réelles. Certains créateurs de jeux tel que *Epic Game* semblent avoir compris l'urgence et impact du changement de climat, ces derniers se lancent de plus en plus dans la création d'environnements proche de la réalité pour améliorer l'expérience de l'utilisateur. *Epic Game* a récemment créé une application destinée aux architectes et accessible gratuitement : la ***Twinmotion viz***[153]. Les grands du jeu font aussi appel aux architectes et urbanistes pour essayer de d'inclure la réalité dans la conception et développement de jeux vidéo. Par rapport à cette tendance, ce travail essaye d'utiliser les données d'analyse pour proposer des solutions qui teste à travers des scenarios et mise en scène de jeux pour tenter d'approcher la résolution des problèmes urbains.

8.3 La gamification de la ville :

"GAMIFYING THE CITY" : est une approche de projet urbain guidée par l'analyse géospatiale axée sur les croisements de données et le transfert des mécanismes du jeu dans le domaine urbain pour tester des scenarios de conception urbaine dont les solutions sont issues d'une mise en scène qui reflète les réalités de la vie quotidienne. La *gamification* est une approche basée sur une poussée d'immersion numérique dans la conception urbaine qui permet à l'utilisateur d'expérimenter la

[152] https://www.youtube.com/watch?v=CoSQ4BUqa4k

[153] AEC Magazine du Publié: 13 Mai 2019 https://www.aecmag.com/technology-mainmenu-35/1801-epic-games-acquires-architect-friendly-viz-tool-then-gives-it-away-free visité le 19 Aout 2019.

dynamique spatio-temporelle, la performance, l'efficacité ainsi que les utilisations spatiales variées de la ville à travers une plateforme de jeu. Cet immersion/engagement de l'utilisateur le projette dans un contexte ludique qui peut aider à constituer un support important dans la prise de conscience de ce dernier et peut-être l'inciter à une volonté de repenser/revoir sa prise de décisions quotidienne au profit de l'environnement. Car, les villes sont d'abord des systèmes physiques complexes pouvant être interprétées à travers des expériences. Nos expériences deviennent les composantes intangibles de nos mémoires et sont directement liées au temps et à l'espace. Elles varient donc d'une personne à l'autre donnant lieu à une variété d'interprétations immatérielles et une créativité qui rend cette approche cinématique efficace. Ce chapitre laisse un champ libre aux étudiants d'explorer cette piste et la gamme de possibilités qui existent dans les réalités multiples associées à l'état d'esprit humain [souvenirs, rêves et imaginaires].

8.4 La place du jeu dans le développement de la ville Neuro-prothétique :

Nous assistons actuellement à un changement important de l'industrie du jeu qui vise de plus en plus à répliquer la complexité du monde réel, cette tendance a aujourd'hui créée une nouvelle plateforme hybride faite d'un mélange hétérogène entre fantaisie et réalité. ***Epic Games***[154] par exemple, encourage la collaboration entre architectes et concepteurs de jeux pour améliorer son application ***Unreal***. Pourtant, cette collaboration ne s'arrête pas à des visuels réalistes, car les concepteurs du monde numérique doivent générer de nouvelles histoires et de nouveaux cadres qui ancrent leurs lieux imaginaires dans le réalisme, pendant que les concepteurs urbains, les architectes paysagistes et les architectes d'intérieur utilisent un processus qui établit la narration, la vision et la conception par la recherche et la structuration physique. L'industrie du jeu utilise l'environnement bâti comme plateforme sur laquelle l'histoire de déroule. Les développeurs de jeux tel que ***Thekla Inc***[155]**,** ont récemment engagé des concepteurs urbains pour construire une île virtuelle avec des climats variés, une histoire propre évolutive et culturelle. Les séquences de ce jeu suivent des focales et une mise en scène qui se développe avec une hiérarchie organisationnelle logique d'espaces qui permettent aux spectateurs de se lancer dans une expérience presque magique à travers chacune des zones distinctes de l'île. C'est cette nouvelle découverte et interaction qui pourrait peut-être créer des situations dans la ville qui permettraient à celle-ci de rester dynamique et pleine de vie comme l'explique Guy Debord dans *« la société du spectacle »*.

8.4.1 Organisation de l'atelier du travail de collaboration avec les étudiants de quatrième année d'architecture :

Les groupes d'étudiants travaillant sur ce sujet ont eu le champ libre d'utiliser toute technologie qui présenterait le mieux leurs idées. Les méthodes de jeu ou d'autres secteurs étaient encouragés dans ce travail pour tenter de créer des scénarios avec des

[154] http://www.engadget.com/2015/06/04/epic-games-wants-architects-to-make-unreal-engine-more-lifelike/

[155] http://www.archi-ninja.com/architects-and-gaming/

hypothèses qui essayent de gérer des problèmes urbains contemporains tels : « *inondations, pollutions, injustices sociales* etc… ». Les solutions avaient pour but d'explorer comment transformer en expérience immersive et cadrée de la ville où l'utilisateur se retrouve au centre de la scène avec le contrôle total de la navigation.

Au début du trimestre d'automne 2018, les étudiants ont commencés avec un premier exercice ***« la dérive »*** selon le concept et les approches des Situationnistes[156] 1963. Debord définit la *dérive* comme "*un mode de comportement expérimental lié aux conditions de la société urbaine : une technique de passage rapide à travers des ambiances variées"*. « Il s'agit d'un voyage imprévu dans un paysage, généralement urbain, dans lequel les participants abandonnent leurs relations de tous les jours et «se laissent guider par les attraits du terrain et les rencontres qu'ils y font »[157]. Les dérives impliquent un comportement *ludique-constructif* et une prise de conscience des effets psycho géographiques. Elles sont donc très différentes des notions classiques de voyage ou de promenade.

Chaque étudiant se déplace dans les rues de Savannah pour recueillir des informations (sans vraiment avoir une idée préconçue de quelle information rechercher), les décisions et trajets ne sont pas connues à l'avance, mais émergent au cours de l'expériences dans la ville et les décisions sont parfois guidées par le contexte, le temps etc…. Les étudiants ont le choix d'explorer la ville en groupe de 2 ou 4, ou tout seuls ; leurs expériences à travers la ville peuvent se croiser, se chevaucher etc…

8.4.2 Étapes de la dérive :

Les étudiants utilisent des applications ***(APPS)***[158] de leur téléphone portable. Lesdites applications doivent être dotée de suivi GPS et capable d'enregistrer leur trajectoire et expérience. De retour en classe, les étudiants reçoivent des données (d'analyses préparées en début de cette recherche par le professeur ; *la doctorante*) et il leur est demandé de comparer leurs collectes et les données socio-économiques, démographiques de leurs trajectoires avec les faits d'analyses. Cet exercice devient une base sur laquelle chaque projet se forme. Très vite les étudiants constatent le contraste qui existe entre leurs spéculations (*basées sur leurs expériences*) et les réalités des données collectées de ses zones. Dès lors, des discussions collectives s'engagent pendant lesquelles les étudiants sont très impliqués ; il y a alors une prise de conscience de l'importance des données dans la prise de décision de tout projet urbain. C'est ainsi que l'atelier commence.

156 Les Situationnistes ou artistes et révolutionnaires ; créée en 1957, puis dissoute en 1972. Cette organisation échappe aux classifications sociales habituelles. Entre l'avant-garde artistique et les luttes ouvrières, ce mouvement exprime un refus du travail de réclamer son existence. Les situationnistes rejettent les séparations entre art, architecture, poésie, politique, philosophie…source http://www.zones-subversives.com/2015/01/les-situationnistes-artistes-et-revolutionnaires-5.html. Visité le 18 Aout 2019.

157 Guy Debord

158 Les applications telles que : Pacer, Mapmywalk, FitBit, etc…

Compte tenu de la complexité des problèmes détectés pendant la dérive, les groupes de 2 à 3 étudiants sont créés (*par rapport à la similarité des problèmes détectés*) et se rencontrent pour discuter et formuler une proposition de projet avec titre et en réponse à **_1.** La derive**_2.** Aux études des données et analyses des problèmes les plus urgents. En même temps, le site de développement est choisi dans l'une des zones visitées pendant l'exercice de la *Dérive*.

Des séries de travaux dirigés (TD) sont entrepris pour introduire les applications de la plateforme ESRI pour aider à mener à bien le projet. Les étudiants maîtrisent très vite (en une à deux semaines) les logiciels tels : ***[ArcMAP, GIS Pro, GIS Online, City Engine]*** avec une intégration de BIM ***[Revit, 3Ds Max, Maya, Rhino, Grasshoper, Sketch up]*** et d'autres applications réservées aux concepteurs de jeux.

Après une certaine maîtrise des logiciels, les groupe formule les problèmes à résoudre pendant le trimestre. Le devoir de chaque étudiant à partir de là est d'assumer le rôle d'un décideur public avec des responsabilités de : directeur municipal, Maire, chef de police etc…. Ces responsables bénéficient tous de formations transdisciplinaires d'urbanistes, architectes, réalisateur de film etc.., tous, soucieux des menaces environnementales *[inondations, élévation du niveau de la mer, augmentation de la population, économie, migration urbaine…], et* doivent y faire face. Chaque groupe a pour tâche de créer une proposition ***informée***, ***intelligente***, ***résiliente visuelle et interactive*** pour tenter d'améliorer la ville.

8.4.3 Propositions du travail d'étudiants sous la forme de *« cas d'études »* :

Le travail qui va suivre représente une collaboration entre un groupe d'étudiants du studio d'architecture de SCAD[159] de l'automne 2018.

À cause de du volume énorme des rendus de tous les 7 groupes faisant partie de la classe de 4eme année, nous ne pourrons inclure qu'un exemple dans ce travail. Le choix de ce groupe n'est pas lié à sa supériorité par rapport aux autres groupes *(tous les travaux ont montré une qualité de travail exceptionnel et une approche unique et valide)*, mais plutôt par son champ de recherche vaste incluant des visions complexes et approches de problèmes multiples qui se rapprochent à la focale de ce travail de recherche.

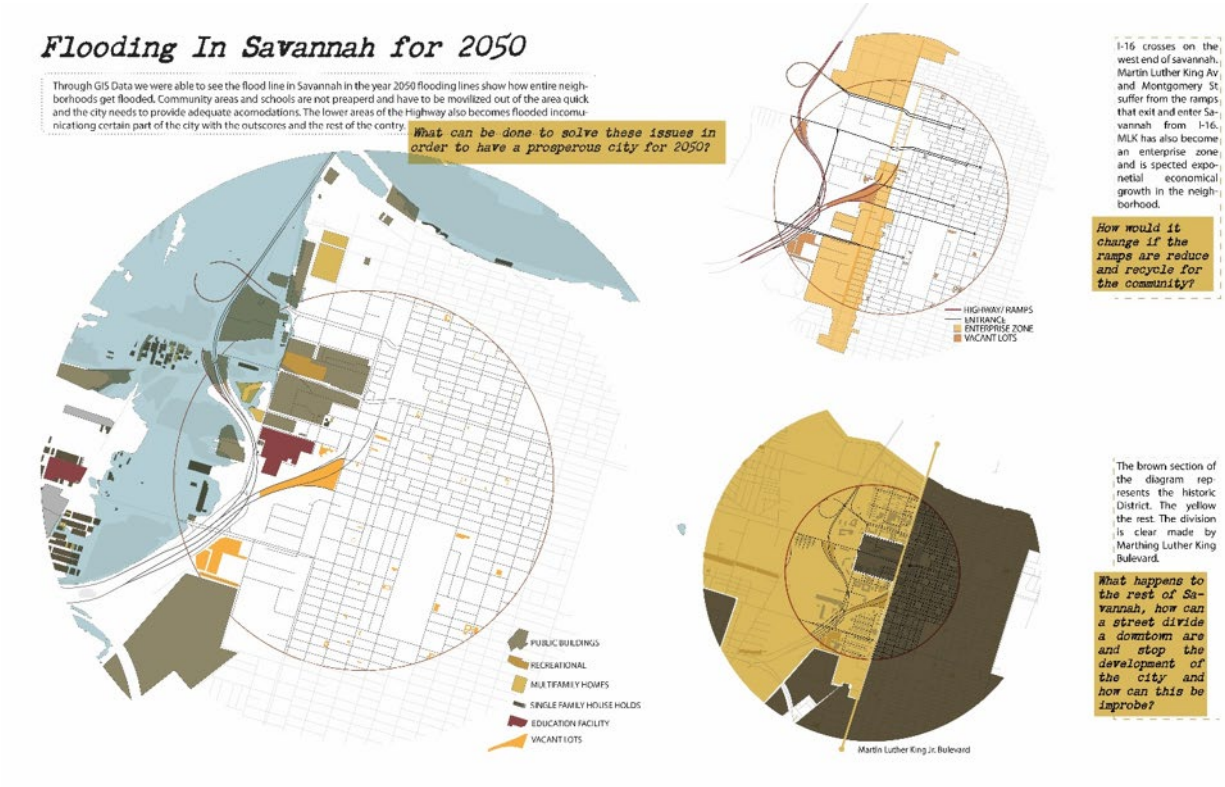
La suite est la transcription exacte des recherche et commentaire des deux étudiants du groupe #2. Bien évidemment sous ma direction et suivi en atelier et travaux dirigés.

8.5 CAS D'ETUDE Groupe #2 : Projet sélectionné d'étudiants : GROUP 2 « Nicholas Hammond & Alberto Arostegui ».

8.5.1 Titre :

[159] Savannah College of Art and Design.

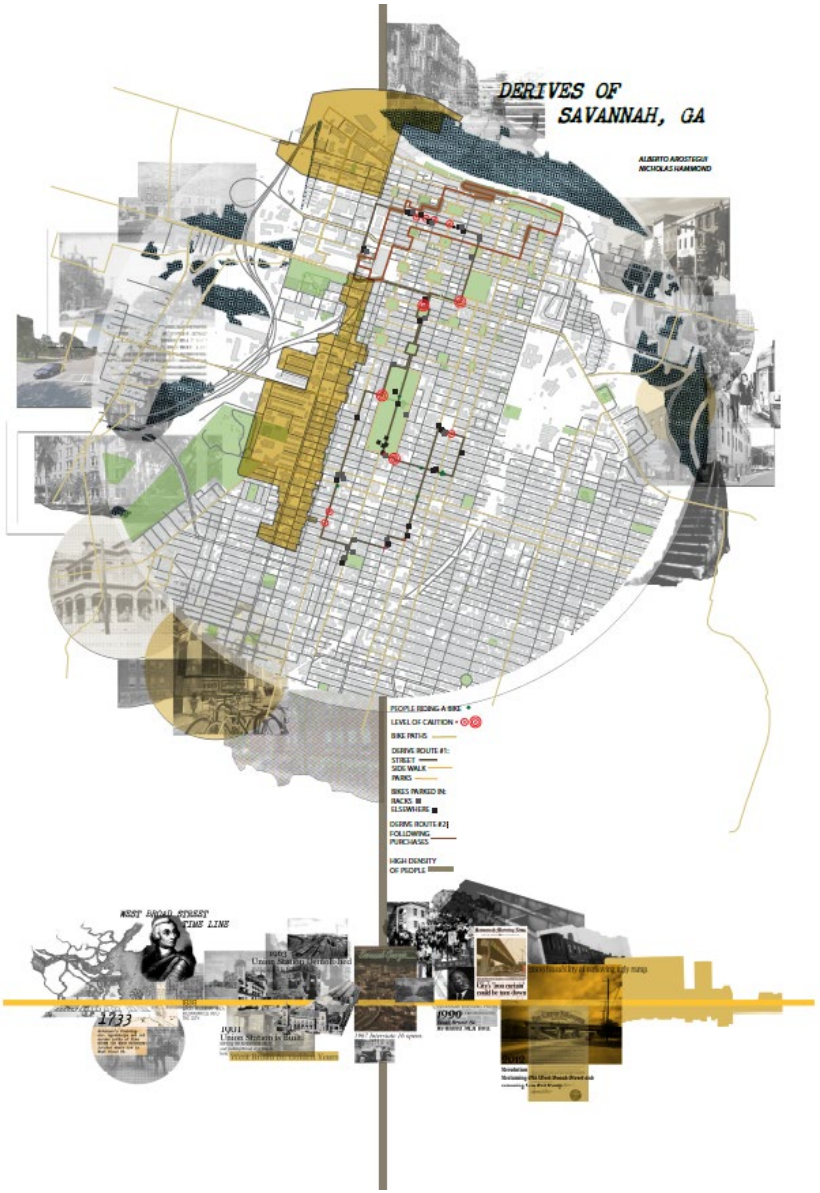
L'ÉTAT DE L'INNONDATION À SAVANNAH EN 2050



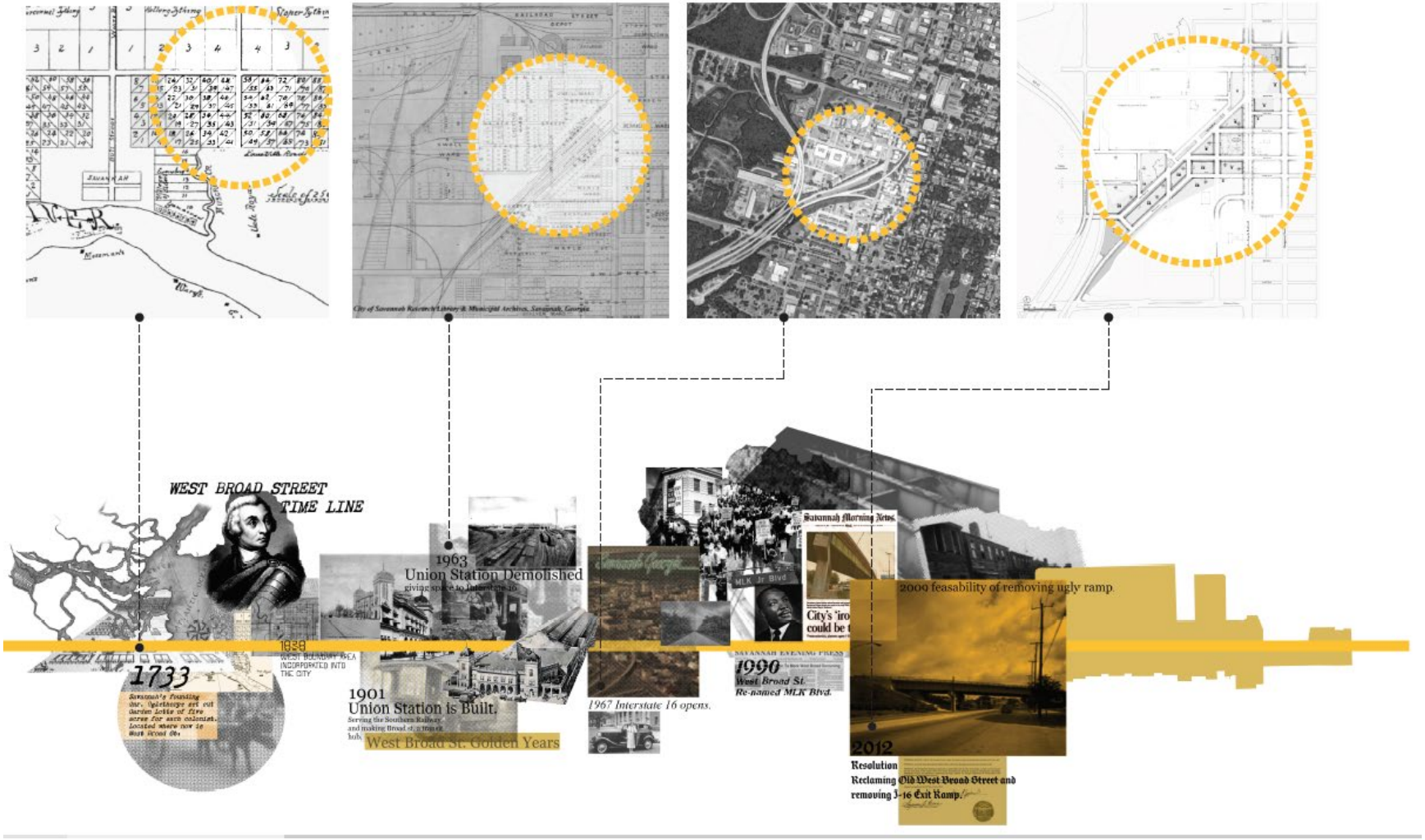
8.5.2 La Dérive d'après le concept de Guy Debord.

Cette carte illustre une représentation de l'exercice de la Dérive.
Les étudiants de ce groupe ont exploré les rues de la ville.
La carte a été créée à partir des visuelles qui récapitulent leurs trajets tout en montrant les points d'intérêts déterminés par le groupe.

Une légende permet de mieux discerner les différents points déterminés par le groupe comme ayant de l'intérêt.

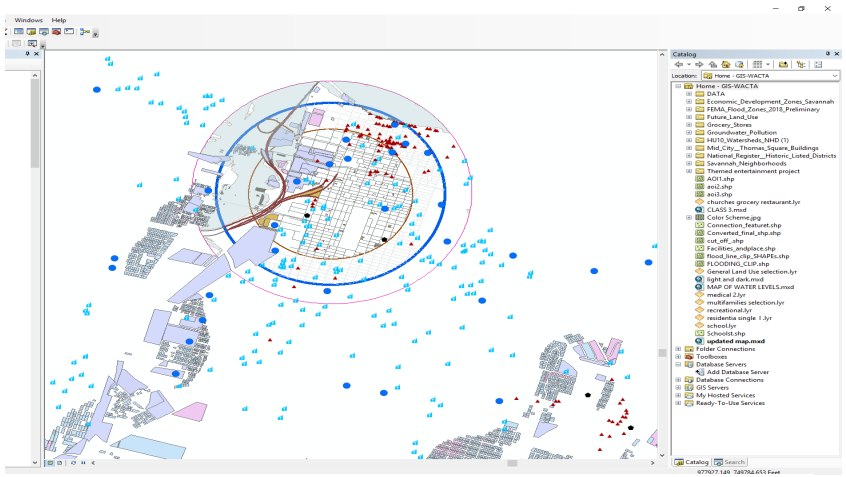


8.5.3 Une Histoire qui n'est pas toujours facile à raconter, pourtant cruciale pour une meilleure évolution de cette ville pas comme les autres :

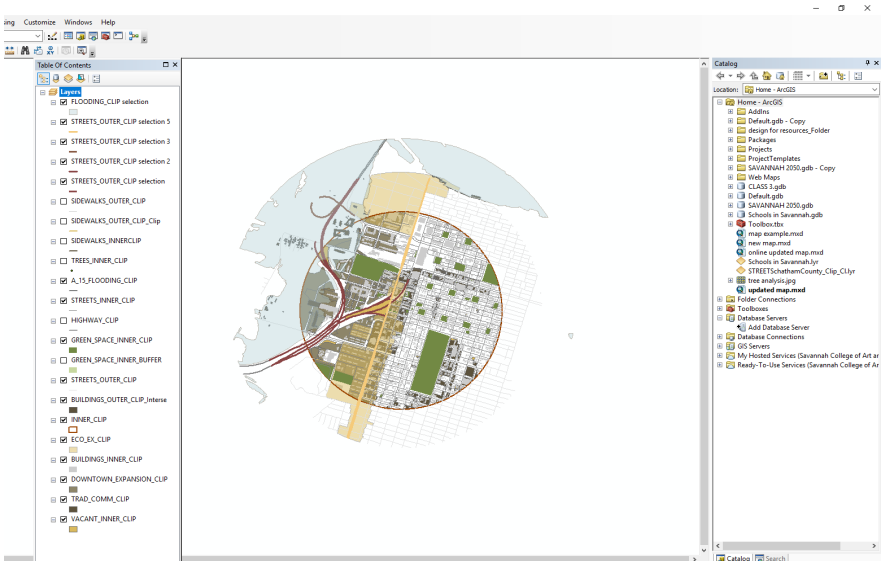


Introduction

Ce travail commence par une collecte de données à partir des bases de données en ligne. Plusieurs bases de données locales ou non sont explorées. La grande partie des données viennent de sources telle que ESRI[160]. Bien que la plateforme utilisée permette d'explorer une variété d'application assez récentes ; ArcGIS Online, *Community Analyst* et ArcGIS Pro[161] ; un travail très délicat est nécessaire pour extraire, filtrer et analyser les informations afin de mieux raconter l'histoire.



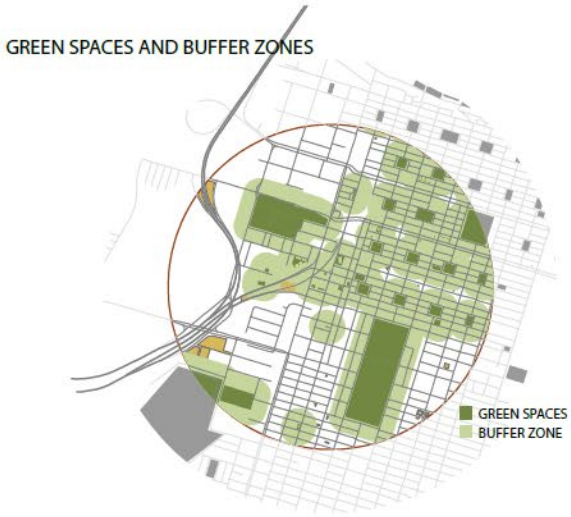
8.5.4 Organisation : Une fois que les données ont été collectées à partir de la base de données locale en ligne ou d'ArcGIS, elles sont filtrées et organisées. Dans un moyen d'analyse plus poussée. Les éléments clés pour mieux gérer ce gros volume des données : coupe, groupement etc…

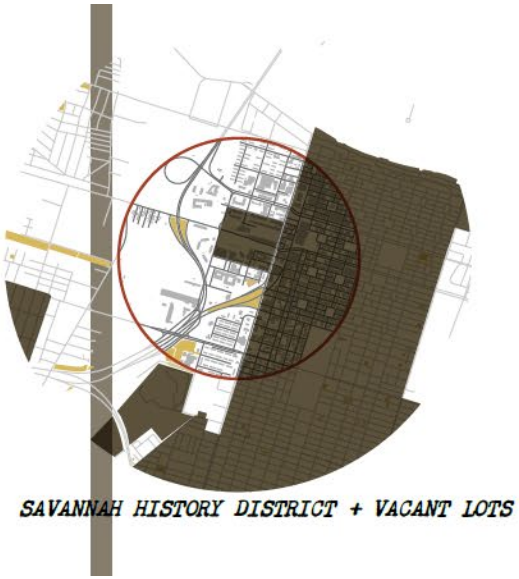


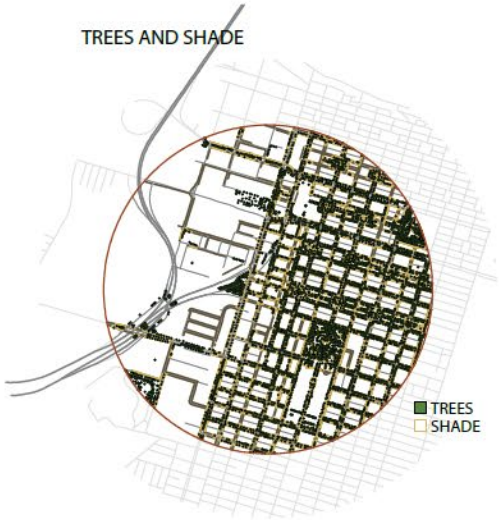
[160] Environmental Systems Research Institute. Esri est un fournisseur international de logiciels de système d'information géographique, d'applications SIG Web et de gestion de géodatabase. La société a son siège à Redlands, en Californie.
[161] Logiciel d'application géospatiales créée par ESRI.

8.5.5 Analyse de l'information :

En superposant les données systématiquement trouvées, ce groupe a développé un concept à partir des questions posées pendant l'analyse : Certaines questions importantes étaient : Les problèmes d'inondation, le nombre élevé dans la ville des parcelles et bâtiments vacants, les possibilités futures d'extension de la ville pour palier à une augmentation de population citadine.







8.5.5.1 Les terrains et parcelles vacantes et non-développés.

Les légendes montrent des terrains vacants et des terrains non-développés.

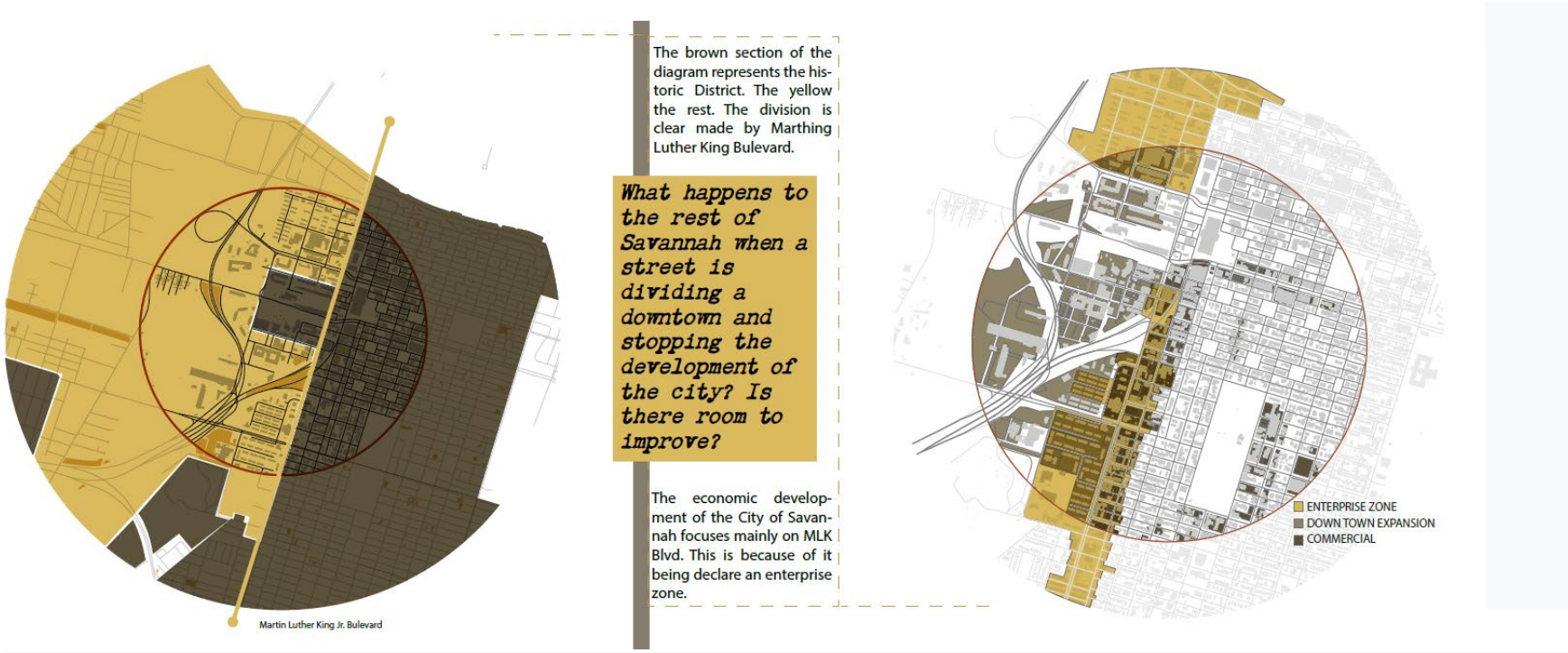
Le chevauchement de ces lots jaunes(vacants) et des zones non développées du centre-ville devient l'objet de cette étude.

Ces cartes montrent l'utilisation générale des sols, ce qui permet de mieux comprendre le voisinage, les habitants et les schémas d'activité des différentes rues. La question ici est celle de savoir :

Question *: Comment utiliser ces parcelles et surtout lesquelles d'entre elles ont le plus de potentiel pour la ville, l'environnement et ses habitants ?*

8.5.5.2 Le potentiel d'entreprenariat et d'expansion :

La partie brune de la carte représente le quartier historique, le jaune est le reste du centre-ville. On constate une disparité du point de vu de la densité très forte au centre-ville et éparse à l'ouest. La division spatiale est clairement marquée par le boulevard Martin Luther King. On voit très bien comment le quartier tombe dans une zone de détresse à l'ouest de MLK.

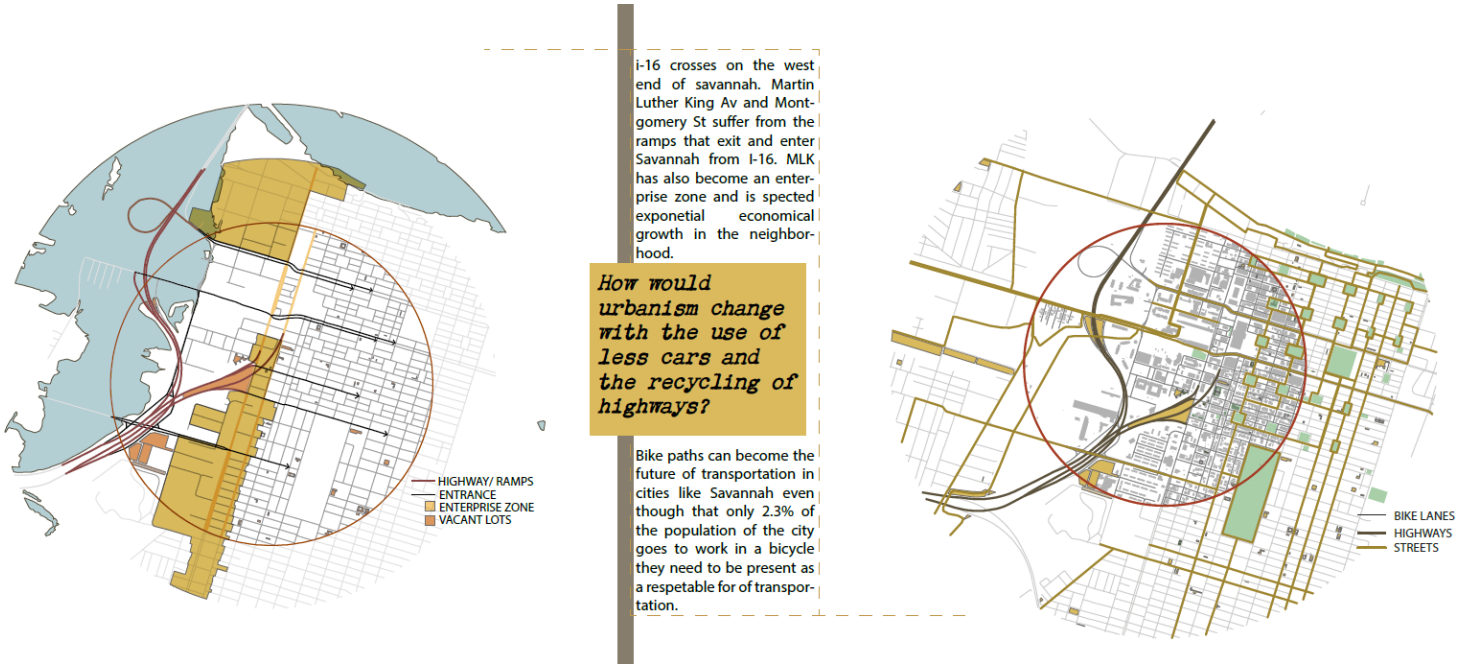


Question *: Qu'advient-il du reste de Savannah quand une rue divise autant le centre-ville et arrête le développement de la ville ? Y a-t-il une possibilité de* ***Reconnexions*** *ou marge d'amélioration ?*

La carte de droite montre que le développement économique de la zone Ouest de la ville de Savannah se concentre principalement sur la Martin Luther King Boulevard. Cette zone se démarque du reste comme une zone entrepreneuriale.

8.5.5.3 L'autoroute I-16 ; une barrière qui stoppe le développement urbain durable ou une idées obsolète difficile à s'en débarrasser ?

Propos du groupe #2 « L'autoroute I-16 constitue un élément d'intérêt dans notre travail car il relie l'Ouest de la ville à d'autre villes et traverse le boulevard Martin Luther King et la rue Montgomery. Ce boulevard a été repéré par ce groupe comme une zone fertile pour l'entreprenariat et les « ***Startup***[162] » avec un future économique prometteur grâce de sa localité au centre-ville et le fait que la zone est encore sous développée par rapport au reste de la ville. Ceci présente donc un double intérêt dans ce travail dans la mesure où ça nous permet de tester les scenarios en nous basant sur les données et faits collectées sur une longue durée ».



[162] **Startup Company**. **Startup Company** is a **business** simulation sandbox game where you're the CEO of a new **company**. Your job is to build your very own website and compete against the largest tech giants on the planet! https://www.google.com/search?rlz=1C1NDCM_enUS826US826&q=Startup+company&stick=H4sIAAAAAAAAAONgecSYxi3w8sc9YanYSWtOXmMM5-IKzsgvd80rySypFFLhYoOypLh4pDj0c_UNMgwM0zQYpLi44DwlZSP-XZemnWPjFPywd017Wm6ww6PVnatYmQwYmvatOMTGwsEowMCziJU_uCSxqKS0QCE5P7cgMa8SAMDxE-F9AAAA&sa=X&ved=2ahUKEwiOgNOopfHjAhVOmVkKHeayCToQ6RMwFnoECAwQBA&biw=1920&bih=888 . Visité le 7 Août 2019.

Question : *Peut-on développer une ville durable à travers un développement qui favorise les déplacements à pied, à bicyclette ou en transports en commun ? Dans ce cas, comment procéder au recyclage des autoroutes existants ?*

Les pistes cyclables peuvent contribuer efficacement à l'avenir du déplacement dans la ville, même si seulement **2,3%** de la population de la ville se rend au travail à vélo. Une meilleure planification sécurisée des passages cyclistes pourrait effectivement faire augmenter le pourcentage de cyclistes.

8.5.5.4 Développement :

Présenté le 17 Novembre 2018 comme projet final de 4eme année.

8.5.6 LE CONCEPT : *Savannah 2050*

Objectifs :

« Ce projet examine la faisabilité d'une relocalisation et reconfiguration de la rampe d'entrée et de sortie qui survole le boulevard MLK, Jr. Pour la rue Montgomery. Pour une approche plus rentable, il paraissait juste de conserver la rampe existante à cause de sa structure intacte et solide. Reconnecter la zone Ouest pauvre avec le reste du centre urbain de Savannah est primordiale dans le développement de cette proposition. Une variété de structures et de nouvelles fonctions seront créées en réponse aux besoins détectés par les analyses. Ce projet offrira entre autres des possibilités d'utilisation de zones mixtes ; logements, commerces de quartier, aires de jeux, parcs pour assurer la sécurité et le bienêtre du piéton et cycliste. Le projet prend en compte les contraintes économiques du développement du quartier et profite de la rampe existante sous utilisée pour raviver le boulevard MLK Jr. Le but ultime est de créer un développement qui puisse faire face aux challenges d'aujourd'hui et de demain ».

8.5.6.1 *UP-CYCLING :*

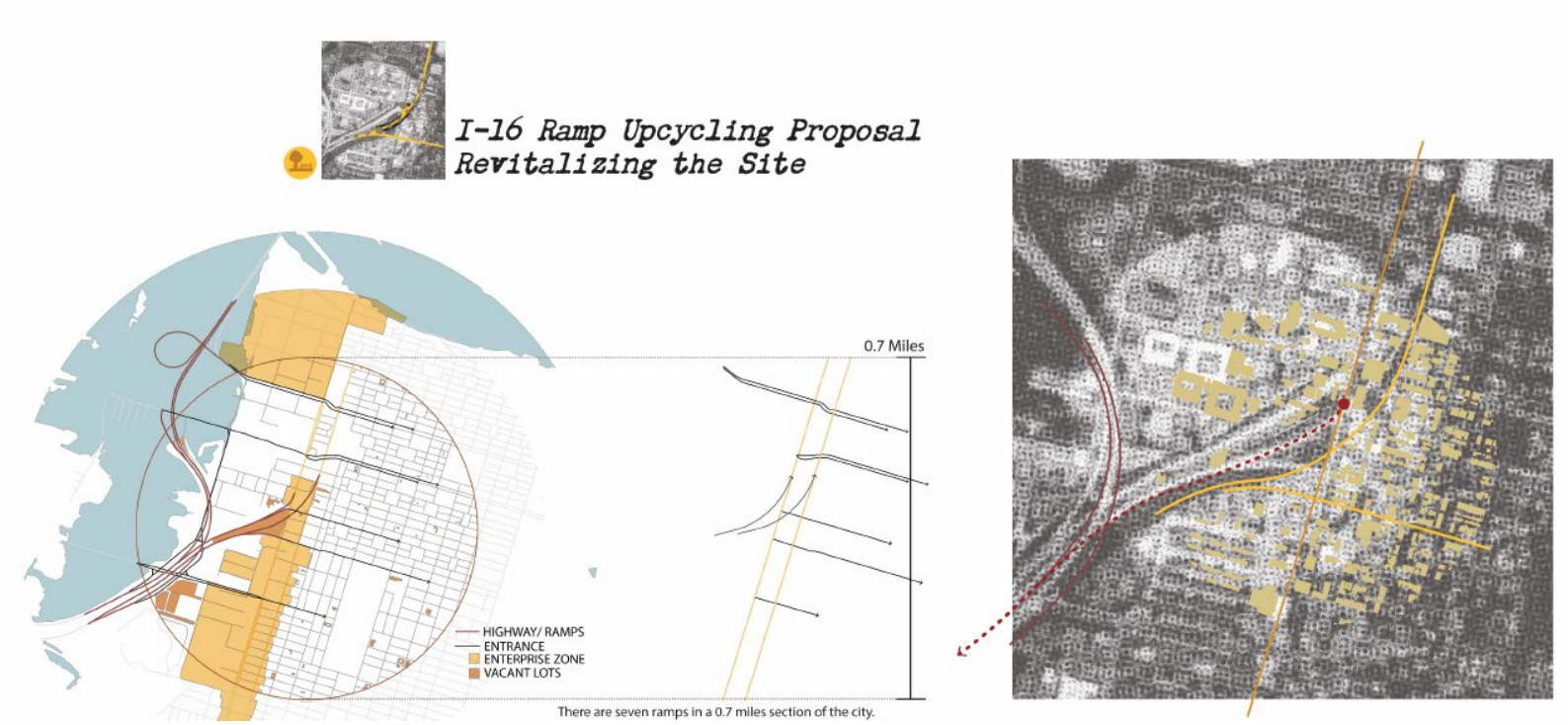
8.5.6.2 *Définition* :

« upcycling » *également appelé réutilisation créative, est le processus de transformation de sous-produits, de déchets, de produits inutiles ou indésirables en de nouveaux matériaux ou produits de meilleure qualité et de meilleure valeur environnementale.*

Dans le cas de ce projet, la réutilisation de la rampe de l'autoroute I-16 à des fins qui bénéficient la ville, ses habitants et l'environnement répond parfaitement à ce concept de ***Up-Cycling***. Nous appellerons ce processus **le recyclage Supérieur** dans ce projet ».

8.5.6.3 Le Recyclage Supérieur :

« Un développement qui se fait sans éliminer l'infrastructure existante, pour reconnecter une ville divisée par l'histoire et resuturer deux zones qui pendant des décennies n'ont rien eu en commun pourrait être un premier pas vers l'inclusion et la redistribution spatiale équitable des fonctions et usages de la ville. Nous espérons que ce processus étendra effectivement la limite perçue du centre-ville au-delà de la limite Ouest actuelle.
Un certain nombre d'usages et de nouvelles structures seront créées pour une ***la mise en route de nouvelles entreprises « startups »***. Ce projet prend en compte les prévisions des futurs changements de climat, du zonage de la ville et des modifications de la réglementation, ainsi que du développement économique prévu. Nous utilisons la rampe d'accès existante pour revitaliser une zone désertée par les affaires et abandonnée. L'approche comprend une infrastructure verte intégrée pour aider à atténuer les dangers de l'environnement tout en créant un sens des lieux dans la ville pour l'utilisation et confort du citadin. La croissance de la population et sa sécurité dans la ville deviennent à ce niveau une priorité ».

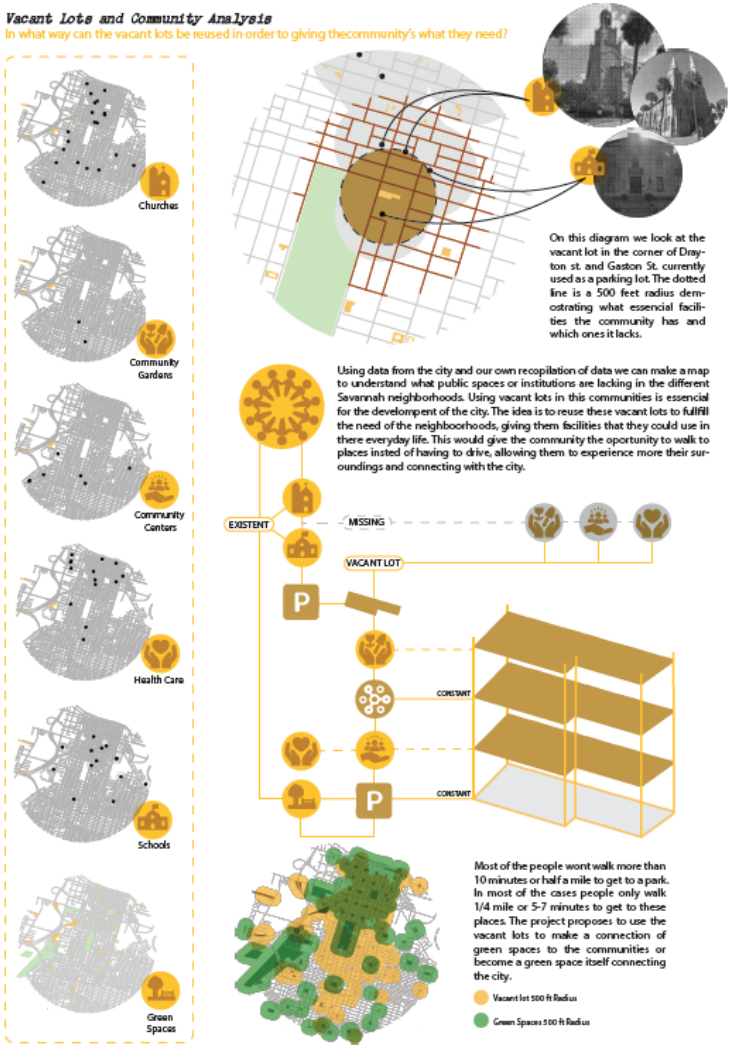


8.5.6.3.1 Analyse des lots vacants et de la communauté :

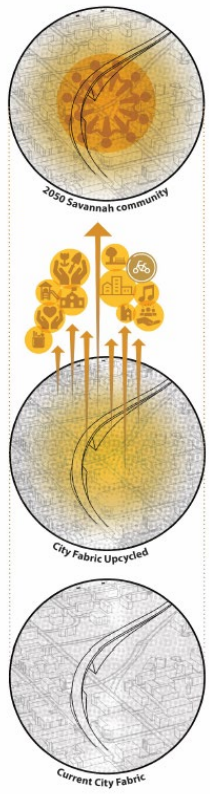
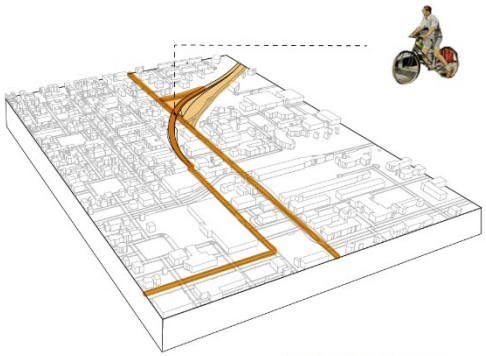
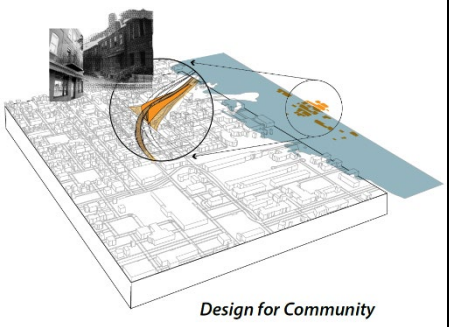
De quelle manière les parcelles vacantes peuvent-elles être réutilisées afin de donner à la Communauté ce dont elle a besoin ?

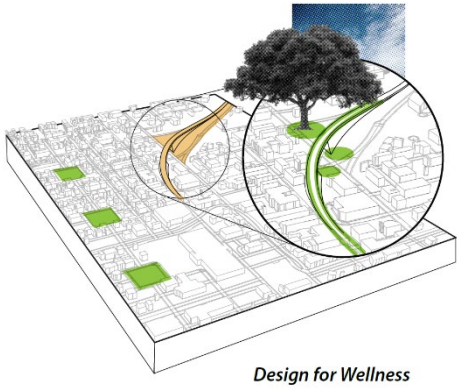
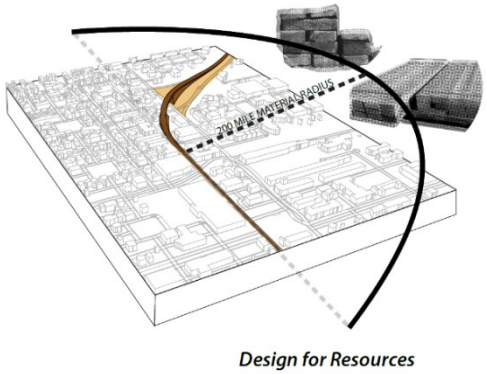
« Sur ces cartes, nous avons examinés la parcelle vacante située dans le coin de la rue *Drayton* et la rue *Gaston*. Cette parcelle est actuellement utilisée comme parking. Le cercle jaune en pointillé dans la première image représente un rayon de 500 pieds *(environ 152 mètres)* illustrant les structures et édifices importantes de la communauté et celles qui lui font défaut ».
« Grâce aux données collectées par la ville ainsi que nos propres visites de sites, nous avons créé une carte pour comprendre les espaces ou institutions manquantes. L'utilisation de terrains vacants est essentielle pour le développement de la ville. L'idée est de réutiliser ces terrains pour répondre aux besoins des quartiers, en leur fournissant des structures à usage quotidien ».

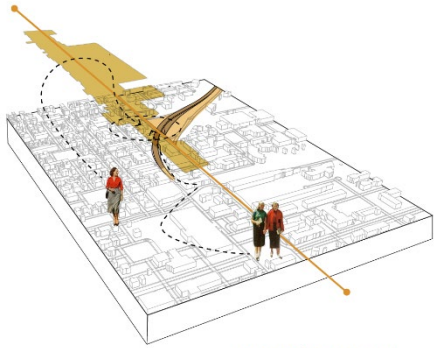
« La carte d'espace verts montre un rayon de 10 minutes de marche. 10 minutes étants le temps limite que la majorité marchera pour se rendre à un parc. Dans la plupart des cas, 5 à 7 minutes parait le temps idéal de marche de la moyenne. Le projet propose donc d'utiliser les terrains vacants comme moyen de créer une infrastructure verte pouvant relier les communautés aux parcs et au reste de la ville ».



8.5.6.4 Cinq scenarios à développer :

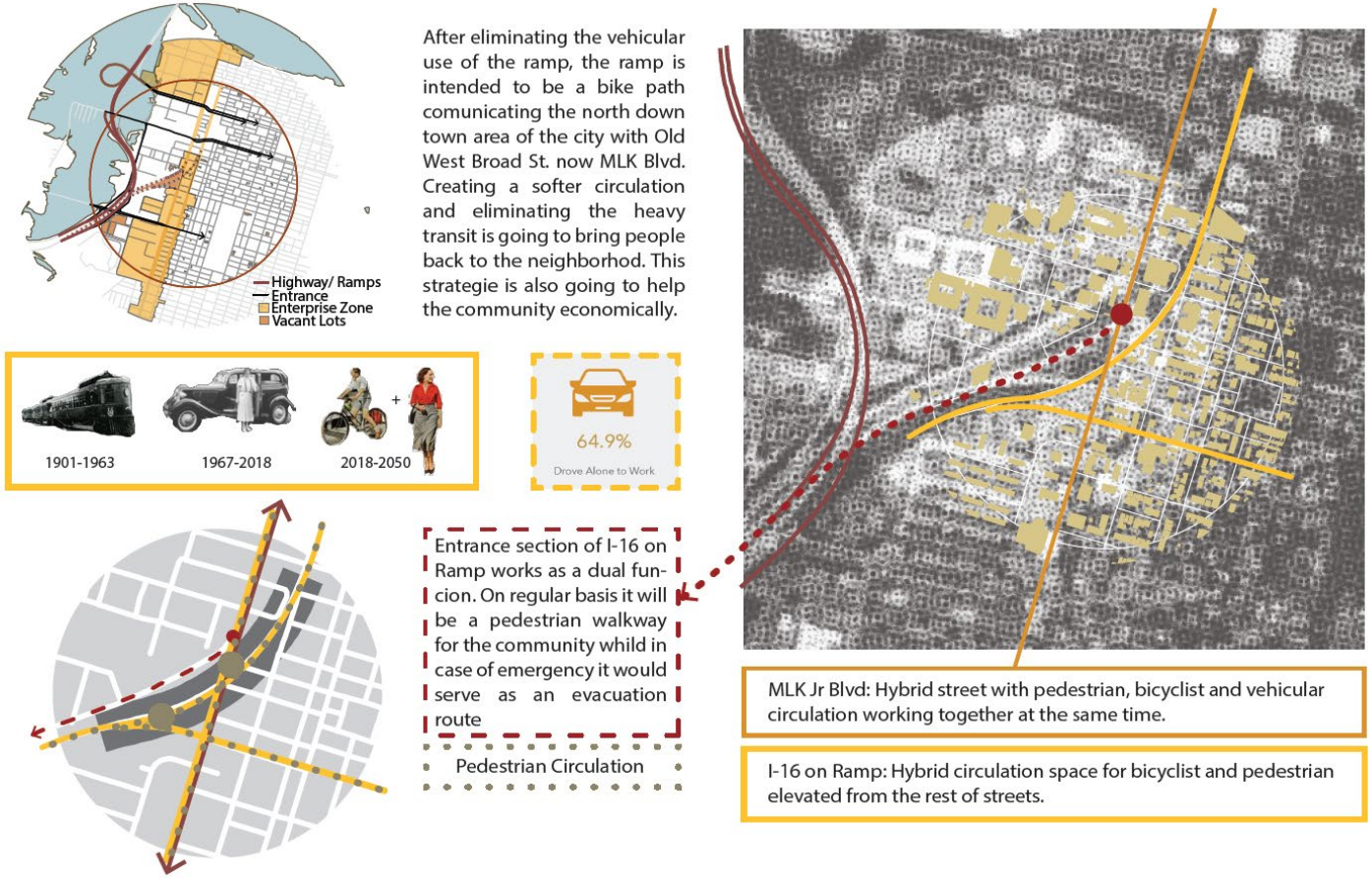
	**Scenario # 1** **Concevoir pour le changement :** • Pensée critique et durable, • Concevoir pour l'avenir, • Eduquer le public par le design, • Amélioration de l'environnement • Les pistes cyclables comme composante intégrée du paysage des rue de la ville.	
	Scenario # 2 **Concevoir pour la communauté :** • Structure résiliente, • Infrastructure verte comme base de conception, • Ressources précieuses, • Centre de loisirs et d'apprentissage, • Ville accessible • Connecter, protéger, nourrir	

	Scenario # 3 **Concevoir pour le bien-être :** • Plaza, chemins verts, jardins et zones tampons dans les rues de la ville. • Connexions intérieur / extérieur, • Activation de tous les cinq sens, • Rue animée (par les résidents), • Meilleure qualité de l'air.	
	Scenario # 4 **Concevoir pour les ressources :** • L'énergie durable • La collecte de l'eau • Sources locales de matériaux respectueux de l'environnement • Infrastructure réutilisée • Agriculture • Système de distribution	

	Scenario # 5 **Concevoir pour booster l'économie :** • Etudier les performance économique et intellectuelle de la ville • Créer de loi qui favorisent les lancements d'entreprise • Encourager l'entreprenariat avec des locaux de parrainage permettant aux jeunes de se lancer à moindre coûts ou risques et tester des possibilités. • Accroître la valeur intellectuelle innovatrice de la ville par des startups	

8.5.6.5 Concevoir pour le changement :

Ce scenario permet une insertion d'une piste cyclable reliant le centre-ville à l'Ouest de la ville en utilisant la rampe qui survole le boulevard MLK. Cette zone sera plus sécurisée pour les piétons. La partie d'accès de la rampe de l'autoroute I-16 aura une double fonctionnalité ; **1**. un usage régulier au quotidien et **2.** _un cheminement d'évacuation en cas d'urgence.

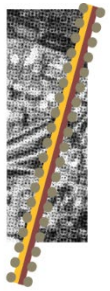


Cette carte montre la rampe ***I-16*** comme une passerelle hybride (piétons, vélos).

8.5.6.6 La rue hybride ; *une proposition qui améliore l'expérience piétonne dans la ville :*

« Le boulevard ***Martin Luther King Jr.*** est une artère importante d'accès dans la ville. La question est de savoir comment utiliser MLK Jr. pour créer une ville plus piétonne ainsi qu'une nouvelle vision socio-économique, culturellement durable pour la ville de Savannah ?

La nouvelle rue permettra un accès piéton, une piste cyclable et de la verdure. Ceci aidera à pallier certaines inégalités d'accès aux parcs, aux transports pour un meilleur équilibre et une meilleure répartition des différentes composantes dans les quartiers de la ville. Créer un environnement plus accessible et plus sécurisant aurait un effet positif sur la santé, le bienêtre physique et moral des citoyens ; cela encouragerait par la même occasion la population à s'engager à la mobilité sans être esclave des voiture individuelles ».

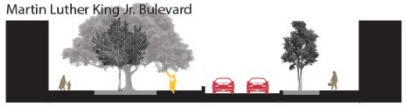


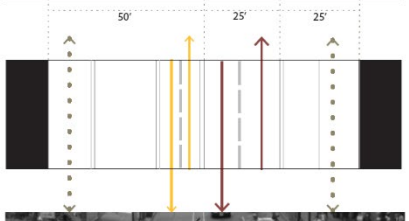
Hybrid Street Proposal

Marting Luther King Jr. Bulevard an only vehicular artery of the city. A one hundred feet wide paved row that connects Savannah north to south hosting seven highway entrances. How can we use MLK Jr. Blvd to create a new sustainable vision of Savannah?

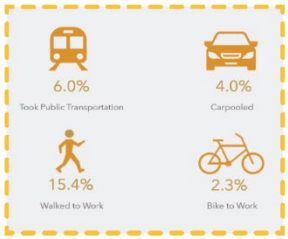
The project ambitions to turn MLK Jr. Blvd into a hybrid street giving space to pedestrian circulation, a bicyle path and green space. This gives equality and balance to the use of different transportation methods. Creating a more user friendly enviroment would increace the porcentage of people walking or riding bicycle to their jobs. This would benefit the people living and doing buisness in the neigborhood.

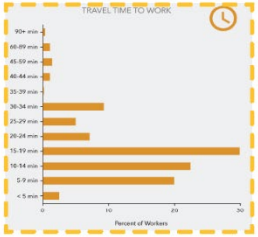
Martin Luther King Jr. Bulevard





New York Protected Bike Lanes





8.5.6.7 Concevoir pour la communauté :

« Ce scenario reprend des commerces existants jugés inadéquates (les ***fastfoods*** tels que : Wendys, Burger King et Popeys) pour proposer un redéveloppement de façon à inclure un parking souterrain (mieux adapté en cas d'inondation) avec une plateforme agricole en surface pour servir la Communauté ».

8.5.6.7.1 Une plateforme d'agriculture appartenant à la communauté urbaine

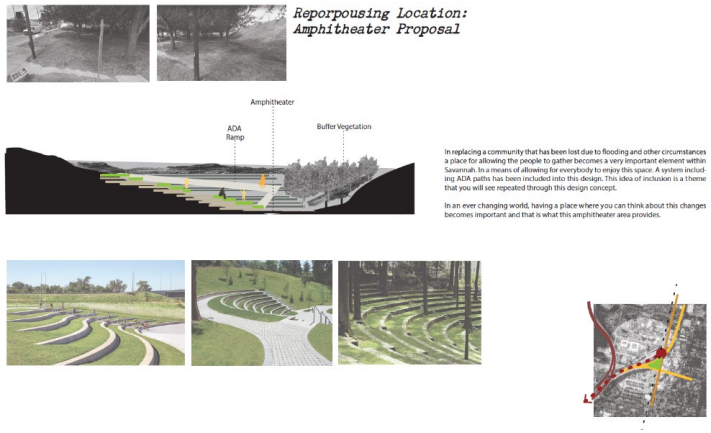
« Ces espaces permettront à long terme une création d'activités et d'emplois pour la communauté, et surtout un environnement avec une empreinte moins destructrice que les chaînes de restaurants à distribution rapides.

Ce projet prévoit qu'en 2050, l'accent sera davantage mis sur l'approvisionnement en matériaux et afin de réduire la pollution atmosphérique. Un système de distribution de bien comestible est prévu qui utilisera les infrastructures déjà en place pour alimenter toute la ville ».

8.5.6.7.2 Amphithéâtre à usage multiple : Création des places dans la ville

Des lieux dans la ville qui permettent aux citadins de se réunir devient un élément très important de ce projet.

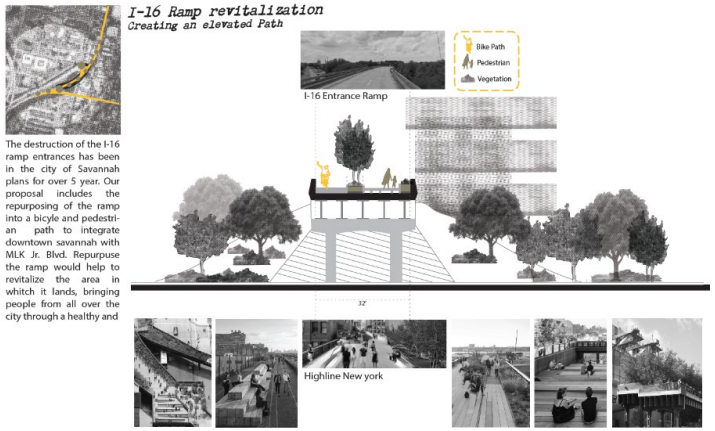
« Une conception universelle *(Universal Design)* qui répond à des règlementations ADA[163] *(loi américaine sur le handicap)* est à la base de ce projet. Cette idée ***d'inclusion*** des différentes conditions physiques est un thème qui reviendra souvent dans ce travail. Car, dans un climat de ville en évolution constante et imprévisible, il devient important de créer des lieux publics en plein centre-ville qui pourrait donner à tout utilisateur le même degré de plaisir et d'expérience. C'est cette expérience riche est enivrante que cet amphithéâtre fournit ».



8.5.6.8 Concevoir pour le bien-être :

« L'idée de la destruction de l'autoroute ***I-16*** est depuis 2012 dans le plan d'aménagement future et a suscité de nombreuses polémiques et fait couler beaucoup d'encre dans les journaux et publication de la ville de Savannah. Dans cette proposition, et compte tenu des polémiques autour de la destruction, notre proposition a pris comme parti celui de considérer la situation financière actuelle de la ville *(incapable de payer les frais de destruction),* de réutiliser la structure de l'autoroute de manière plus bénéfique.

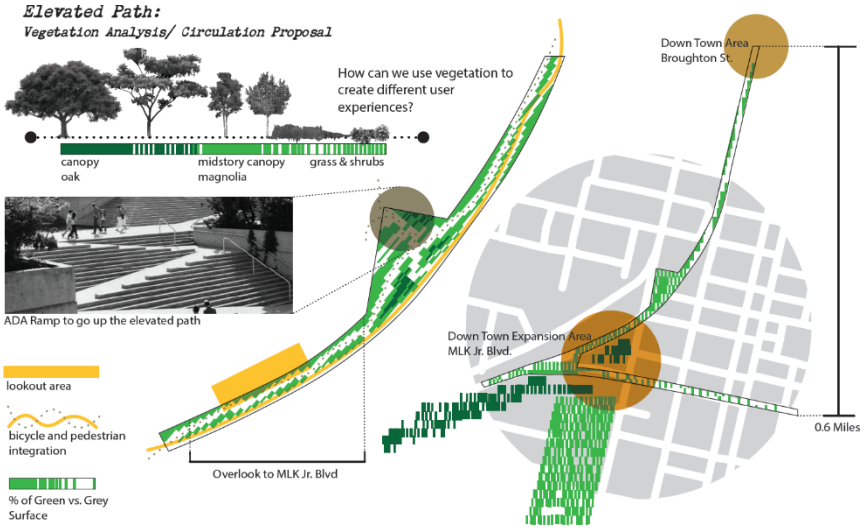
Cette Réutilisation de la rampe aidera à revitaliser la ville ».



[163] ADA: The Americans with Disabilities Act of 1990 is a civil rights law that prohibits discrimination based on disability

8.5.6.9 Concevoir pour les ressources :

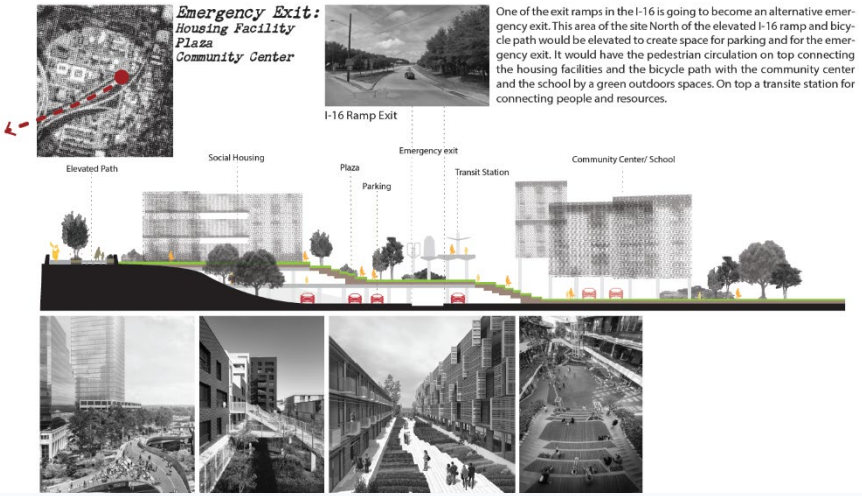
« Ce scenario utilise les ressources existantes et sous utilisées pour en faire un usage supérieur. Par exemple : les différentes possibilités qui permettent de créer des expériences variées dans la ville en utilisant l'infrastructure verte. Les analyses d'infrastructure verte crées préalablement sont revisitées pour déterminer quel type de jardins serait le plus approprié à quel endroit ».



Un accès d'urgence :

« L'une des rampes de sortie de l'autoroute I-16 se transforme en cas de besoin en accès d'urgence. Cette zone du site (en rouge) située au nord de la rampe d'accès et de la piste cyclable surélevée a l'avantage d'être déjà en hauteur. Un espace de stationnement est créé en souterrain permettant aux populations de stationner et profiter de l'espace vert en surface.

En cas d'urgence, cette rampe servira d'accès pour les premiers secours augmentant ainsi le faible nombre d'accès de premiers secours dans la ville. La rampe est donc transformable en esplanade à fonctions et usages variées avec une mixité de commerces de quartiers, logements, bureaux, école, crèches, pistes cyclables, voies piétonnes, aires de jeux, parcs actifs et passifs créant des espaces privés semi-privés et public, etc… ».



8.5.6.10 Concevoir pour l'économie :

« La déserte et détresse du boulevard MLK Jr. s'inscrit dans un registre noir de l'histoire d'une ville du Sud d'Amérique ayant subi des séquelles du passé. Ceci a au fil des années détérioré la zone et fait d'elle un désert pour les entreprises et ceci depuis la démolition de la grande gare « ***Union Station*** » en 1963. Des lors, une décroissance et désertification accélérée de commerces, logements et vies a pris place jusqu'en 2010 ou la ville, dans son plan d'expansion a décidé de lancer un appel à projet pour la revitalisation de ce couloir.

Les cartes montrent un contraste du nombre de restaurants sur la *Broughton Street* (Est-Ouest) et le boulevard *MLK Jr. Street* (Nord-Sud). On peut voire clairement que le Boulevard MLK a très peu de restaurants et par conséquent, pas attrayant aux piétons ».

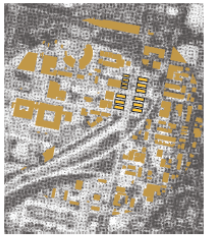
8.6 Zone entreprise :

Des incitations d'infrastructure et une réglementation réduite pour attirer les investissements et les entreprises privées dans les zones de développement.

Les cartes montrent le contraste dans l'emprise au sol de deux rues de la ville. *La Broughton Street* et le *boulevard MLK Jr.*

Pour mieux comprendre le contraste entre le bâti et l'espace vide, les cartes sont créées avec la méthode de **solide et vide** où dans un premier temps, le bâti est représenté en noir et dans une deuxième représentation, les valeurs sont inversées et le vide est poché en noir.

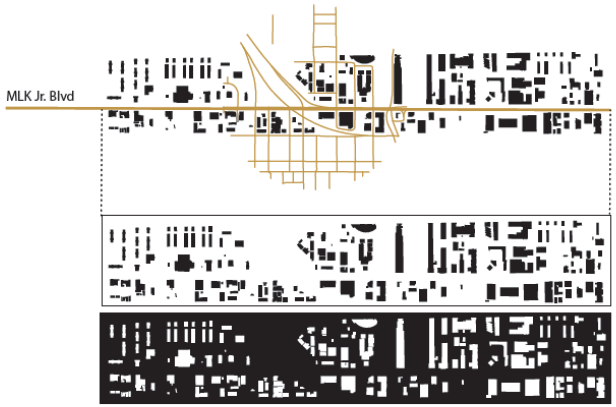
Cette pratique permet souvent de comprendre la densité par rapport à l'espace vide. Dans le cas de la MLK, on voit bien une dominance de l'espace vide. Une grande opportunité à saisir dans ce projet pour mieux intégrer une infrastructure verte dans la ville. Un cas d'étude assez réussi est illustré ici ; la Rambla à Barcelone. Un paradis piéton bien pensé devenu le point de rendez-vous piéton à Barcelone.

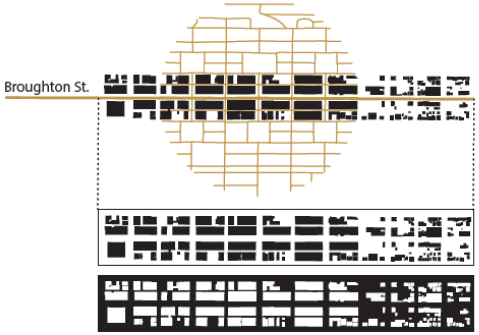


Enterprise Zone:
is an area in whitch policies to encourage economic growth and development are implemented. Urban enterprise zone policies generally offer tax concessions, infrastructure incentives, and reduced regulations to attract investments and private companies into the zones.

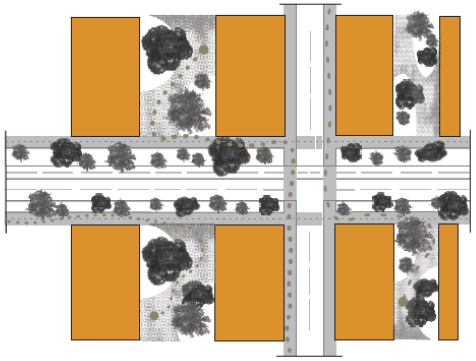
Giving the MLK Jr. Blvd is part of an enterprise zone it is supposed that buisness growth is inevitable in the area. As we considered this growth we look for ways to implement helthy and sustainable urban strategies.

How can we improve the area, attracting and enhansing people experiences?



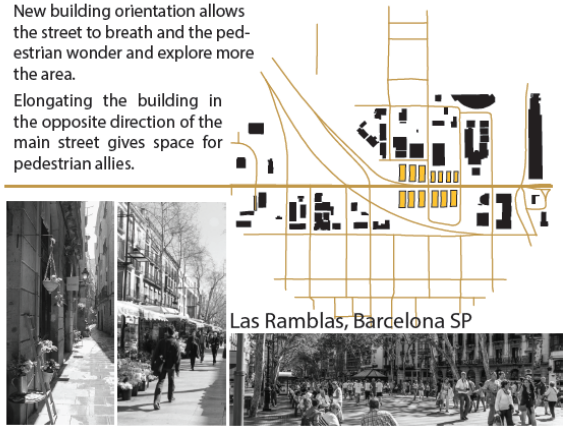


Buissines Block Proposal



New building orientation allows the street to breath and the pedestrian wonder and explore more the area.

Elongating the building in the opposite direction of the main street gives space for pedestrian allies.



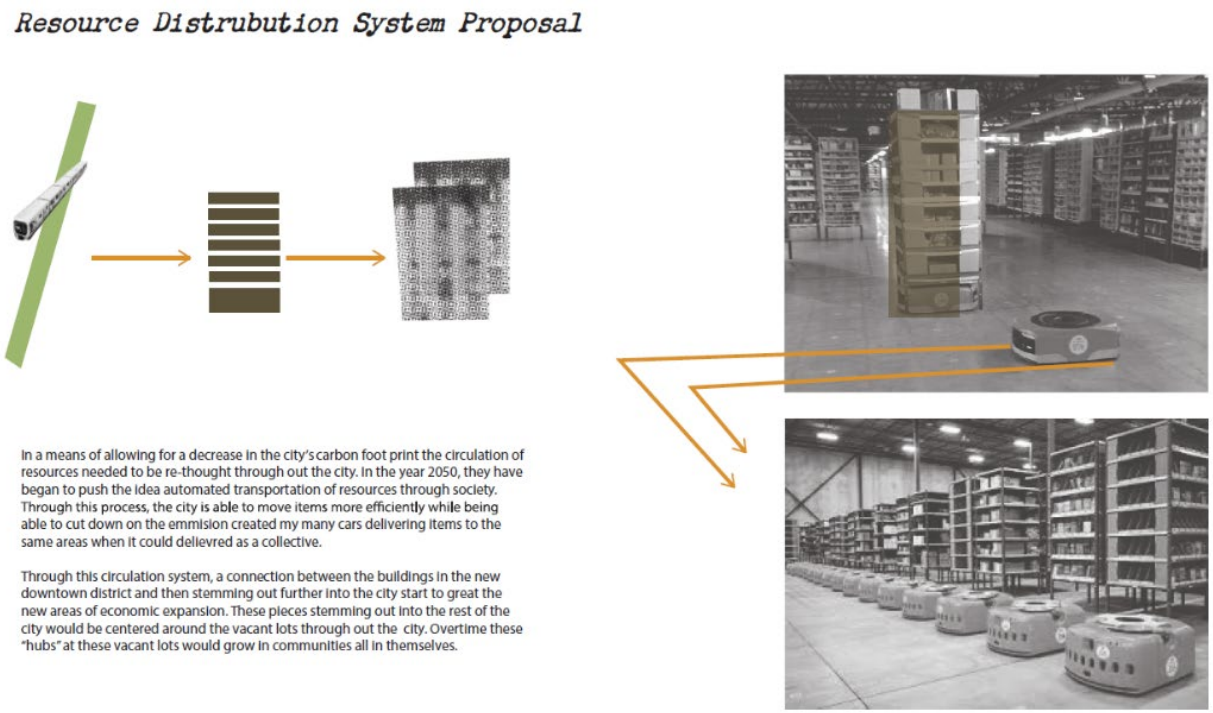
Las Ramblas, Barcelona SP

8.6.1 Planches de solutions proposées par le groupe #2 :

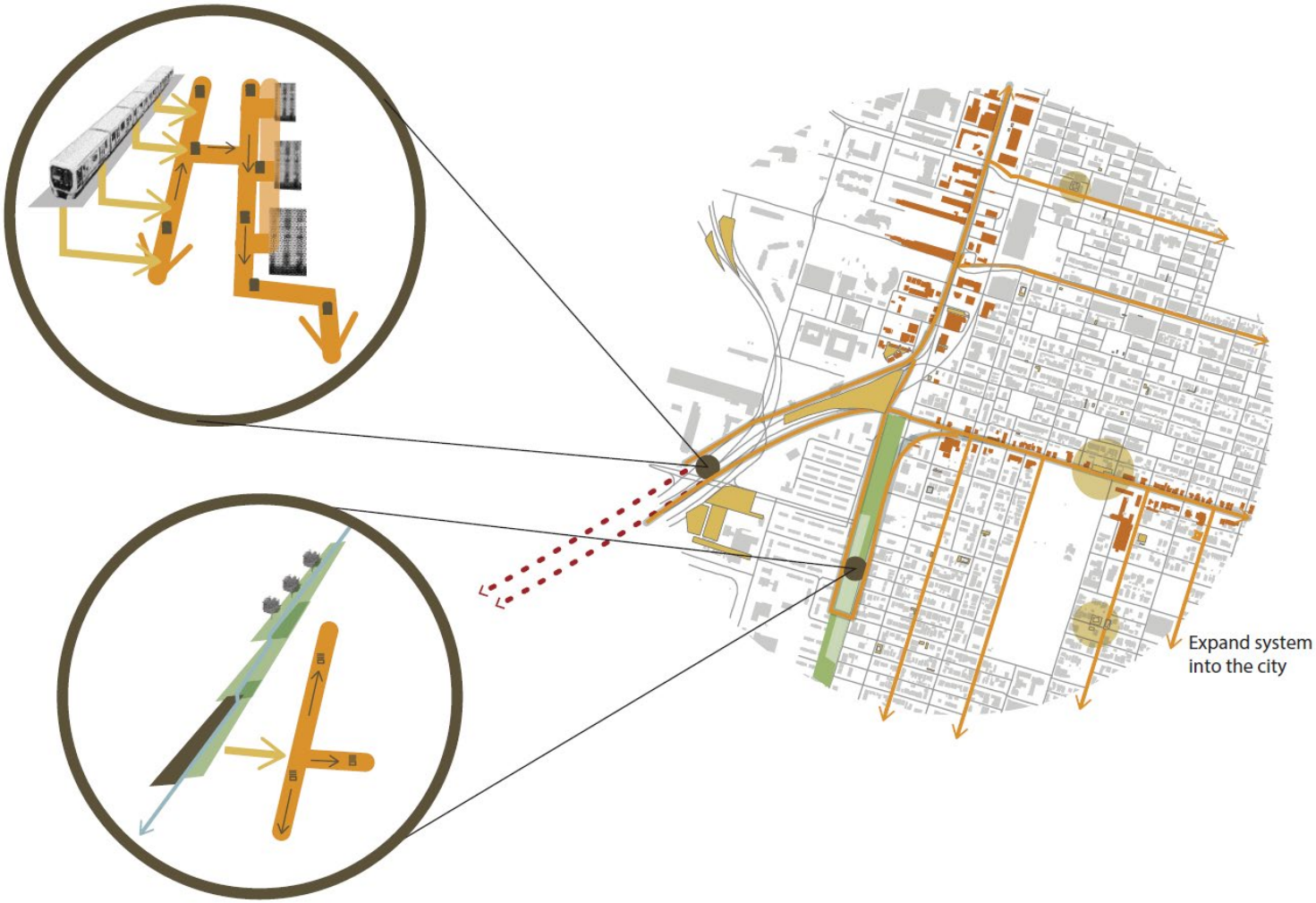
Les illustrations qui vont suivre sont extraite du travail du groupe #2

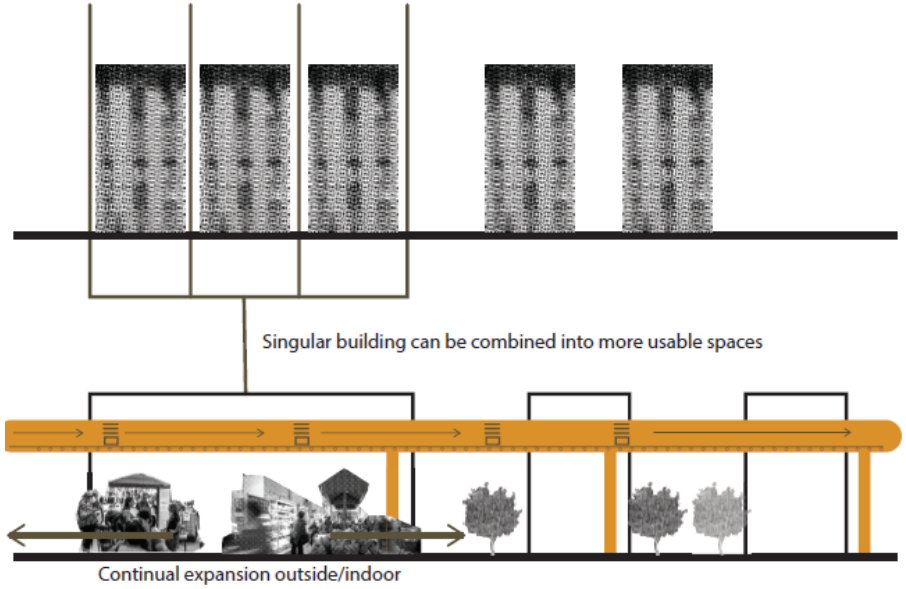
8.6.1.1 Proposition de système de distribution des ressources

« Afin de permettre une diminution de l'empreinte de carbone dans la ville, ce travail a développé un système de cheminement des ressources à travers la ville. Se projetant dans en 2050, l'idée d'un transport automatisé des ressources à travers la ville serait mise en place pour permettre de réduire les émissions de gaz et pollutions causées par le nombre important de transports routier cheminant les biens et comestibles pour ravitailler les grandes surfaces. Notre approche permet de créer un système qui se greffe sur l'infrastructure de la ville et chemine les articles jusque dans les domiciles. Ceci réduirait les déplacements et temps de conduites dans la ville. Grâce à ce système de circulation, une connexion entre les bâtiments du nouveau quartier du centre-ville ouvre de nouvelles perspectives d'expansion économique. Les structures supportant ce nouveau système de distribution ont été érigée en majorités dans les terrains vacants, tandis que le reste utilise un support des structure déjà existantes ; poteaux électriques etc…À long terme, ces méga structures pourraient servir de support pour de nouveaux développement d'expansion de la communauté urbaine ».



8.6.1.2 Schéma illustrant le processus d'intégration en plan et en 3D.





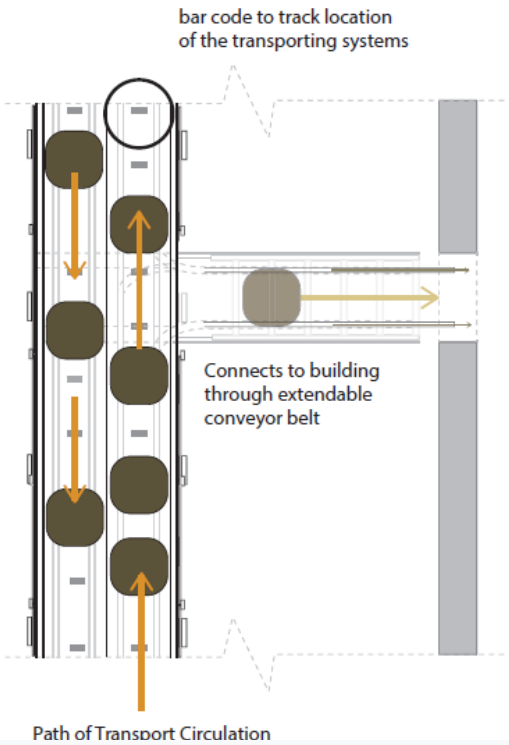
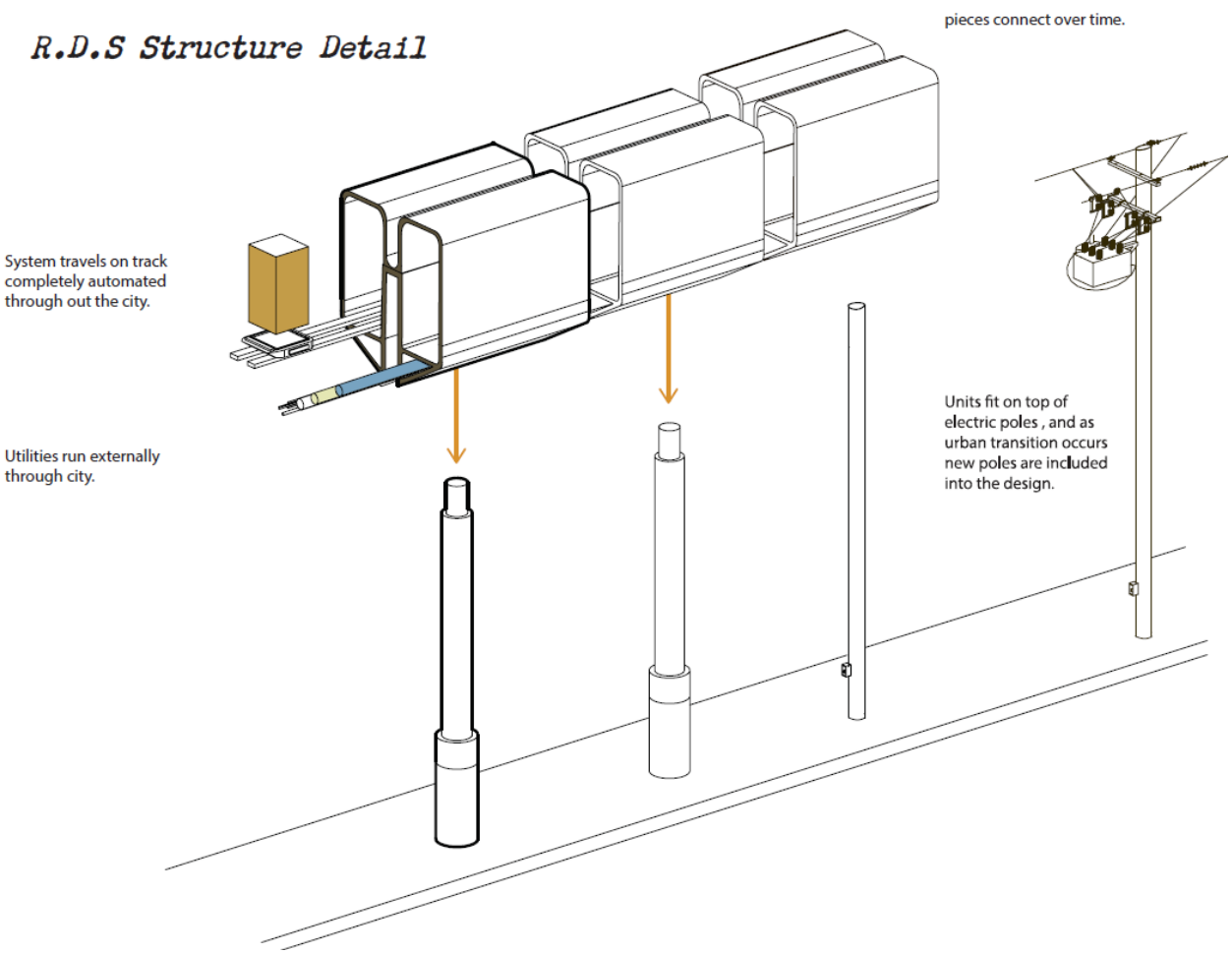


Schéma illustrant le processus de connectivité avec les logements grâce à la bande transporteuse extensible. Le système sera doté de capteur et de code permettant de suivre le cheminement et l'emplacement des objets en transit.

8.6.7.3 Détail de la structure la structure



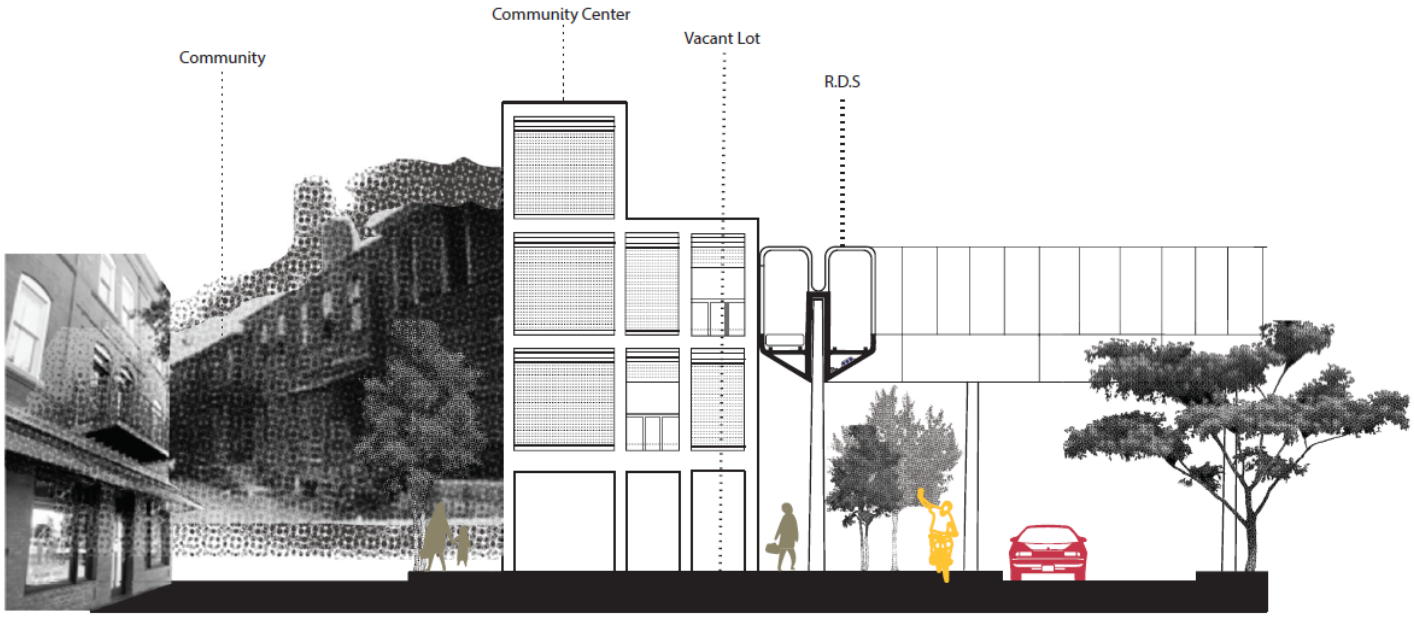
Le système se déplacerait sur les rails de manière complètement automatisée dans toute la ville.

Les unités s'installent au-dessus des poteaux électriques et, à mesure que la transition urbaine se produit, de nouveaux poteaux sont conçus pour faciliter l'adaptation à la métamorphose urbaine.

8.6.1.4 Le système à son arrivée au centre communautaire :

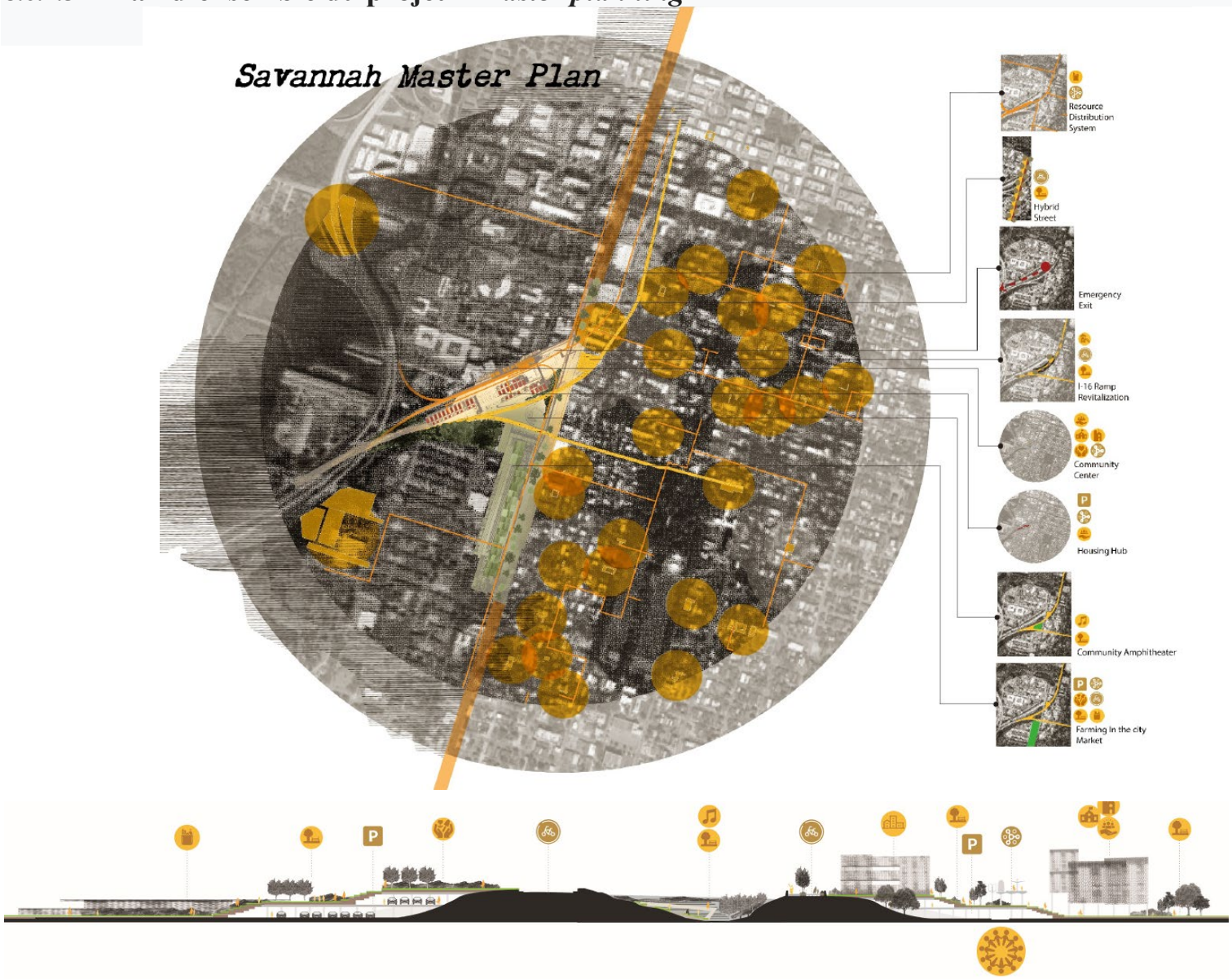
Ici, on voit une intégration qui fait que le lot vacant à cet endroit se confond avec le système de distribution de ressources. Ceci pourrait faciliter l'obtention de sources d'approvisionnement de tout genre ; comestible, objet ménagers, services publics etc…

R.D.S System Arriving at a Community Center

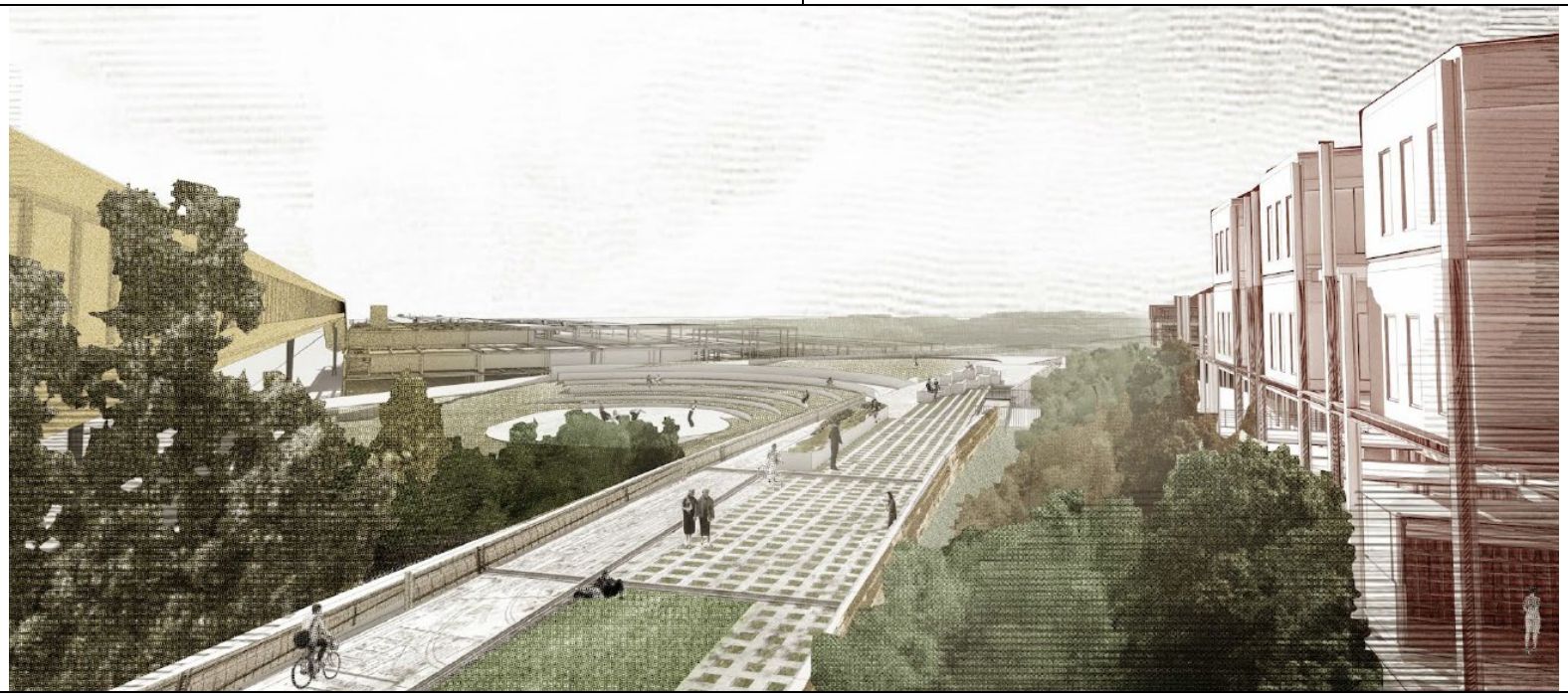


Our Vacant lot proposal merges with our Resources Distribution System Facilitating the communities of Savannah obtaining any sources from, food to cloth or even city utilities.

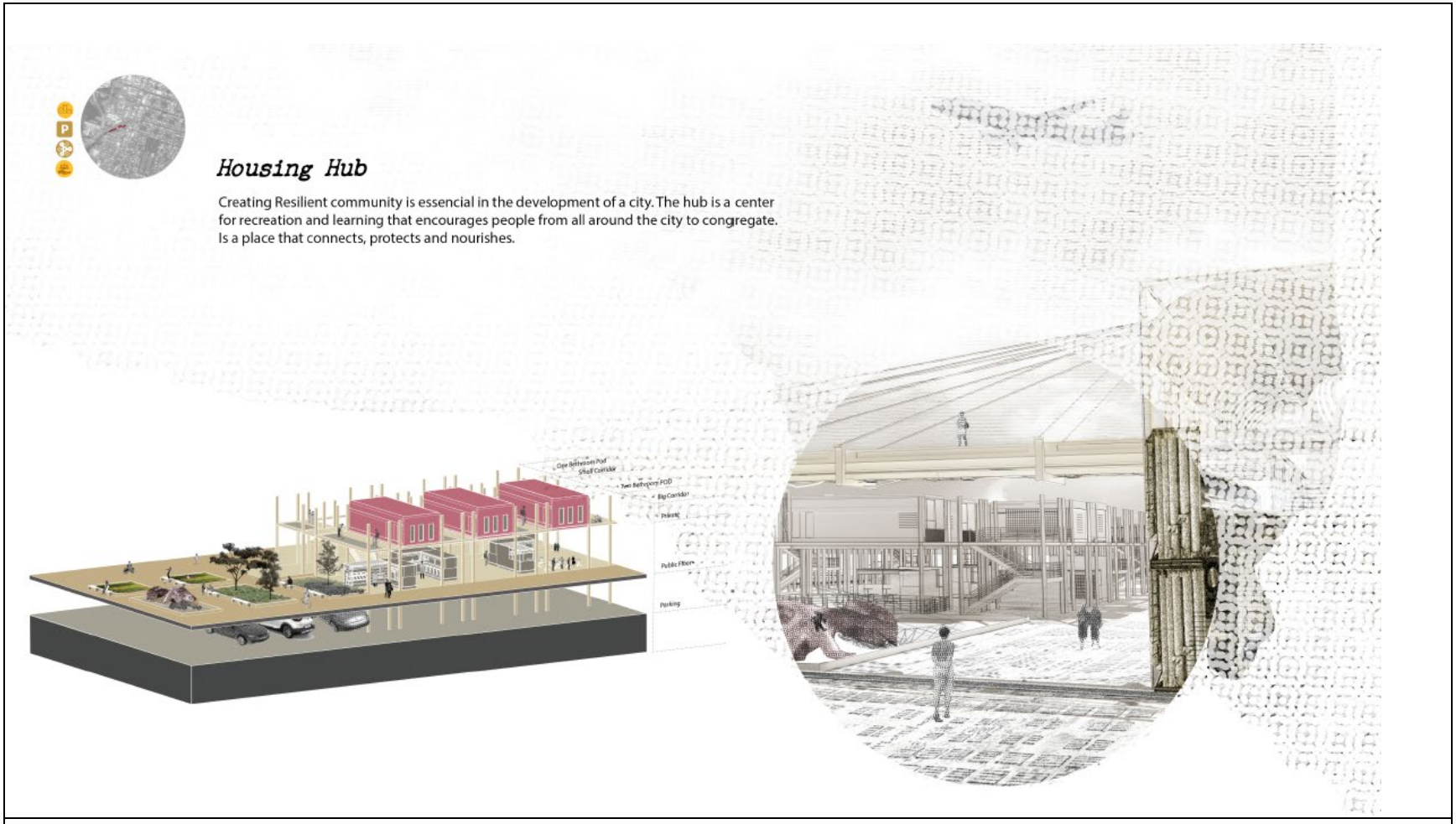
8.6.1.5 Plan d'ensemble du projet « *Master planning* »



Vue d'ensemble

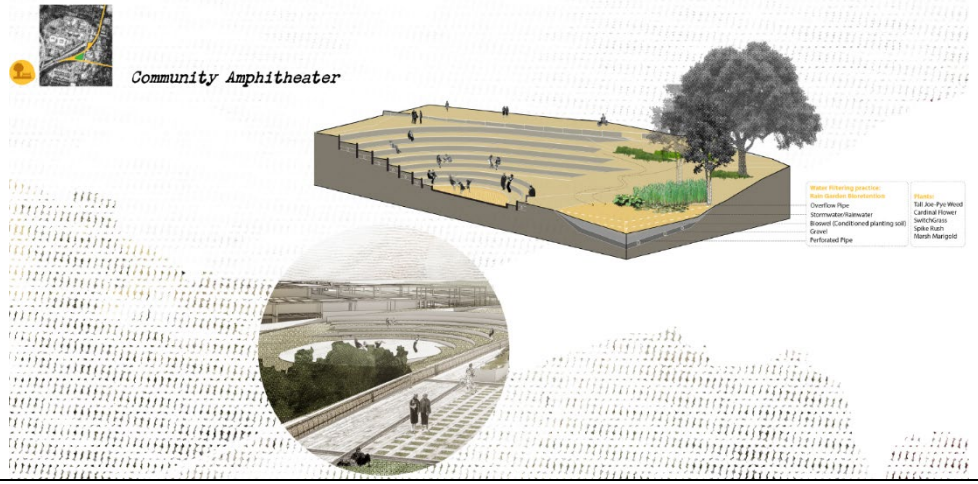


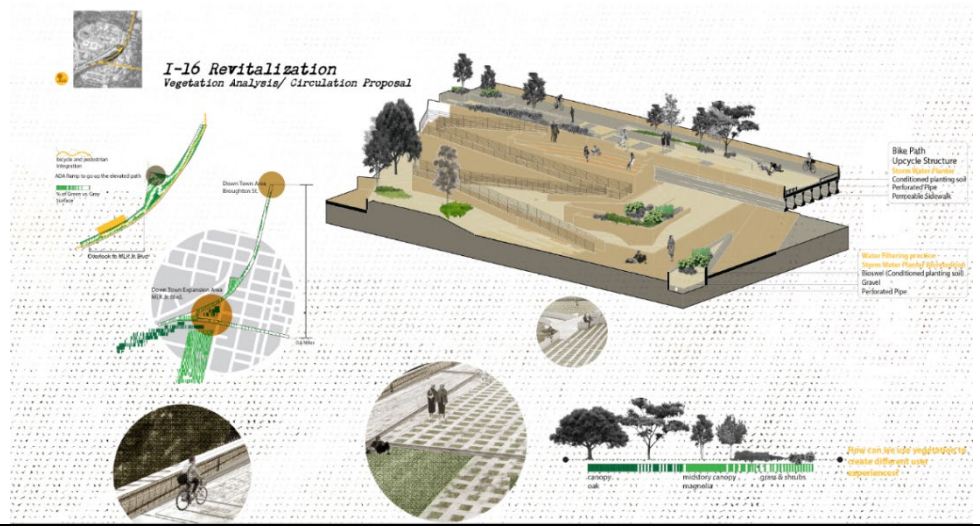
8.6.1.6 Le Centre de logements *« Housing Hub »*



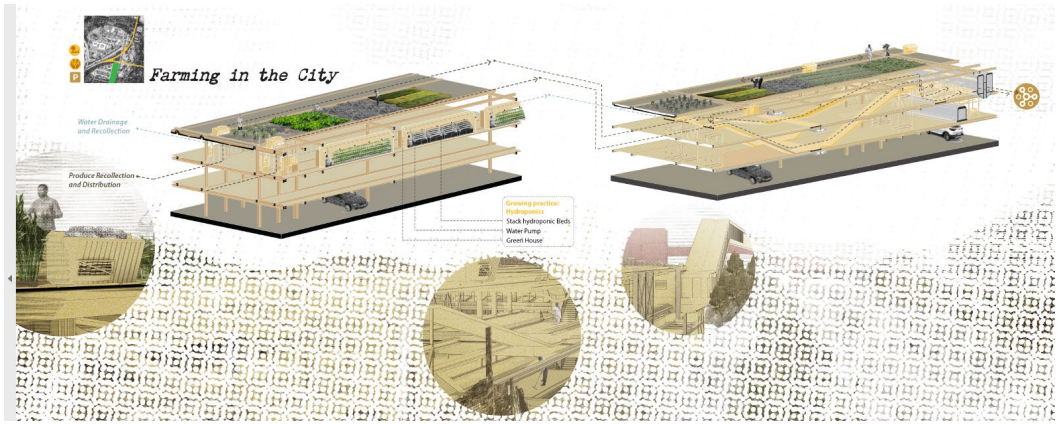
La création d'une communauté résiliente est essentielle dans le développement de ville. Le ***HUB*** est un centre de création et d'apprentissage qui encourage la diversité, un partage , une collaboration qui aide à évoluer ensemble.

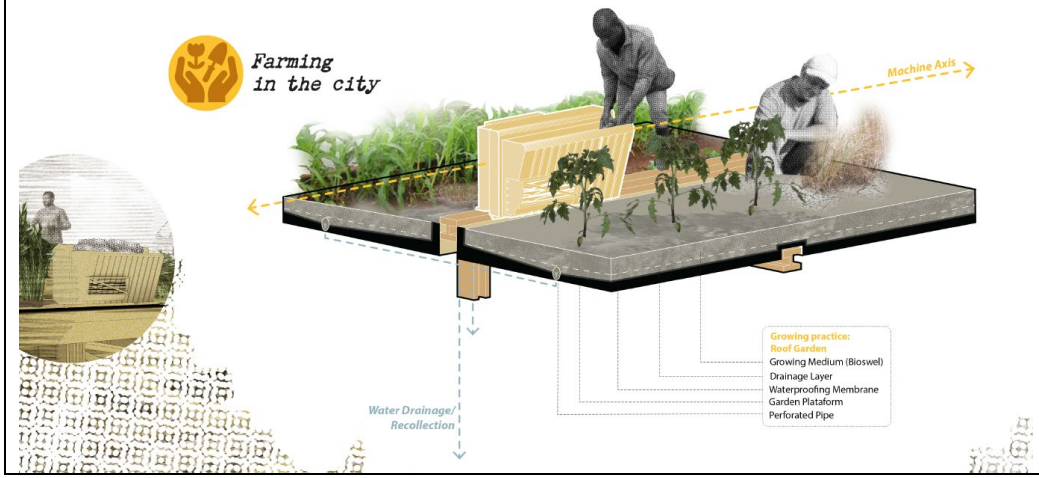
8.6.1.7 L'amphithéâtre communautaire :

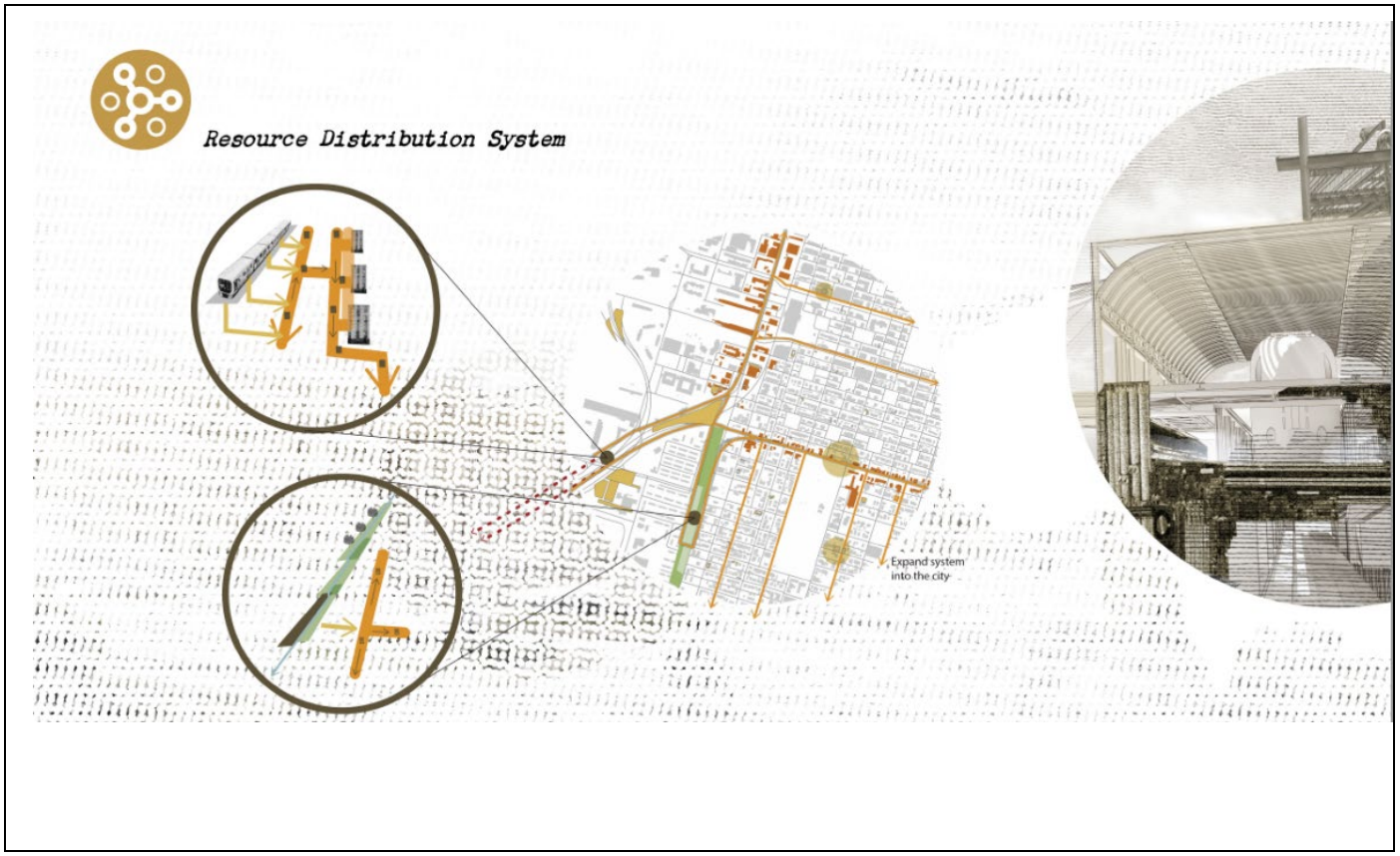


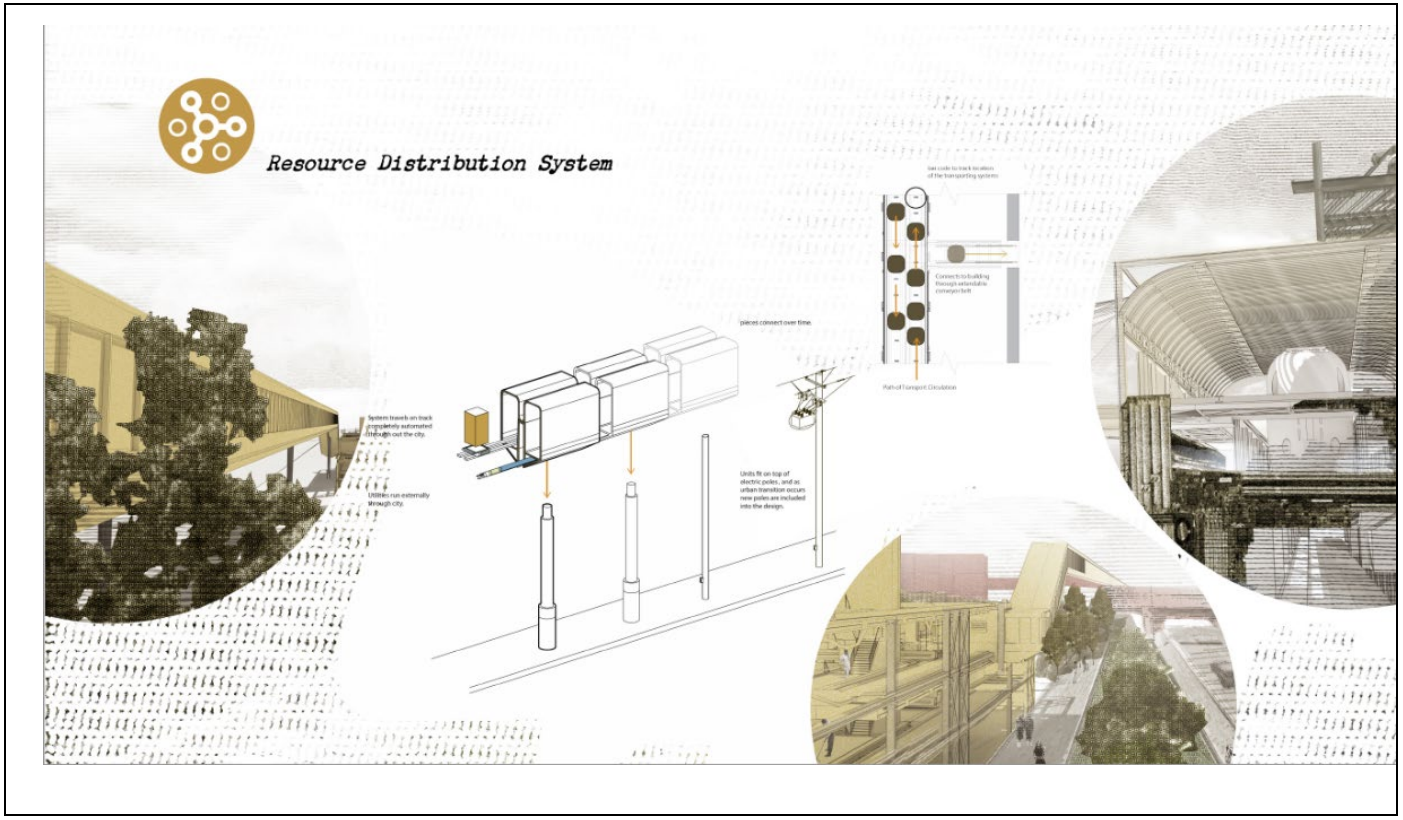


8.6.1.8 La ville agricole qui subvient à ses besoins :






Resource Distribution System
Expand system
into the city


Resource Distribution System
pieces connect over time.
Path of Transport Circulation

Conclusion :

Ce chapitre constitue une leçon qui remet en question seize années d'enseignement. Pendant plusieurs années, j'ai utilisé une approche différente pour enseigner les ateliers de projet niveau Masters. Les sites étaient prédéterminés et imposés aux étudiants avec un programme qui n'avait rien à voir avec le besoin de la communauté, mais plutôt une préférence du professeur.
L'extensivité des recherches et enseignements de ce projet d'étudiants contredisent aujourd'hui toutes les convictions de plus de deux décennies.

Les résultats d'un atelier à l'ancienne qui propose un projet déjà défini sur un site sélectionné au préalable par un professeur et selon des critères qui souvent ne s'alignent guère avec les faits sont clairement moins engageantes, loin de la réalité et surtout ne résout pas les problèmes de la communauté. Par contre, l'approche géospatiale basée sur l'appui des données « ***DATA Driven design*** » en forme de test de scenarios présente sans doute plus d'opportunités d'apprentissage et de murissement de l'ensemble des collaborateurs ; le professeur inclus. Car le professeur cesse d'être sur une scène comme le détenteur d'informations avec dans le public les étudiants dans leur rôle de receveurs qui transforment cette information Unisource. On passe plutôt à une plateforme *uni-niveau* où le professeur devient un guide qui filtre et sélectionne les données pour les présenter aux étudiants qui, à leur tour, sortent du cadre restreint de l'atelier pour se lancer dans la recherche d'informations et d'arguments pour aider à formuler les hypothèses de solutions. C'est à ce niveau que commence l'engagement et la croissance évolutive et intellectuelle collective qui donne lieu à des discussion enrichissantes permettant d'explorer des solutions basées sur les faits et l'information : une force de l***'intelligence collective*** associée à des outils interactifs.

La différence avec un atelier conventionnel se trouve au niveau de la capacité des étudiants à détecter des problèmes réels par eux-mêmes, et de prendre une part importante dans la discussion au point de ramener des composantes qui aurait échappées à l'attention de l'enseignant. Dans ce chapitre, on a bien vu dans le groupe #2 q' après avoir passé le temps dans les rues de la ville et étudié la communauté de plus près, les étudiants se sont rendu compte que le problème du quartier était loin de ce qu'il avait anticipé. C'est cette habilité et agilité du cerveau des étudiants que je trouve très bénéfique dans cette approche. Car on arrive à créer une atmosphère de recherche et de discussion qui permet de multiplier de manière exponentielle les possibilités de gérances des problèmes de la ville. Ceci permet aussi de s'éloigner de l'idée singulière qu'une ville se construit une bâtisse à la fois et embrasser l'approche globale qui traite la ville comme un tout comprenant des composantes connectées et liées qui nécessitent que l'on les traite de manière concurrente.

L'exemple montré dans ce chapitre témoigne du fait que l'approche collective globale ne se limite pas à un problème singulier, mais s'élargie pour englober l'environnement, la sécurité, le bienêtre des populations, leur statut social, la notion d'affordance et surtout leur capaciter à fonctionner et être intégrées dans un système de ville qui parfois masque les injustices sociales dans des données

invisibles et pas souvent à la portée du concepteur. Une remarque qui confirme le besoin urgent d'une réévaluation du cursus architectural et urbain.

De plus, le fait que les concepteurs publics travaillent pour un client qui souvent décide du projet sans faire attention aux effets sur la communauté ou l'environnement, il parait très juste et opportun ici que cette approche basée sur les analyses profondes de la communauté et de l'environnement s'intègre dans un cursus et cadre éducatif. Car cela pourrait à l'avenir permettre aux nouveaux architectes et concepteurs urbains de devenir les agents du changement. Ils/elles se lanceraient dans la vie professionnelle avec des connaissances plus vastes et capable d'éduquer leurs clients ainsi que la masse sur l'importance et le ***pourquoi*** du développement plus inclusif, résilient et durable.

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette partie tente de faire le point sur les leçons tirées de 4 années de recherche sur une approche de conception de ville Neuro-prothétique. Il est important de noter qu'en raison du jeune âge des applications utilisées et surtout du fait que toutes ces applications ont évoluées constamment pendant la durée de ce travail, le ton de cette conclusion sera au conditionnel. C'est donc un point de départ basé sur les résultats et observations d'analyses sur lequelle plusieurs autres recherches pourraient se fonder.

Réflexions sur l'approche de ville Neuro-prothétique procédurale à l'aide des applications digitales.

Si l'on est loin de pouvoir affirmer la fiabilité absolue de la plateforme procédurale d'une approche de ville Neuro-prothétique explorée dans ce travail, on peut toutefois se baser sur les analyses et tests effectués au cours de ce travail pour spéculer qu'une telle opportunité présente à long terme un potentiel énorme d'intégration multidisciplinaire grâce à sa capacité à adapter et réajuster des entrées/sorties à différents stages du processus. C'est donc cette flexibilité et accessibilité d'interopérabilité qui confère à cette approche une particularité réceptrice d'échange nécessaire dans un processus aussi complexe que celui de l'aménagement de ville. Quoi qu'il en soit, ce travail semble loin de pouvoir répondre à de telles questions, son développement a néanmoins permis de détecter d'autres questions sous-jacentes qui aideront à développer ce concept à l'avenir avec plus de visibilité.

La méthodologie présentée au Chapitre 8 (projet d'atelier d'architecture) fait la synthèse des différentes approches discutées préalablement. Il développe l'idée de l'interdisciplinarité, établissant une relation entre les activités humaines et l'évolution de l'environnement menée pour les sites de Savannah étudiés par les étudiants. Des techniques géospatiales appliquées à l'urbain sont mises en œuvre en particulier les analyses multivariées : analyse des changements de l'environnement urbain ainsi que l'interaction **homme-environnement-jeu.** *Parce que la zone urbaine est particulièrement connue pour son hétérogénéité, la complexité de la couverture terrestre et sa la diversité des formes, des dimensions, de la structure et des matériaux, ainsi que le choix des unités géographiques arbitraire et modifiable (MAUP [20]).*

C'est cette capacité modifiable et liée au temps et à la géographie qui a permis au cours de ce travail d'atelier de découvrir le concept du jeu éducatif **Geo***Edu-JEU*.

Geo*Edu-JEU* est un concept dérivé de ce travail avec une application sur l'éducation de l'architecture :

L'exercice de la dérive d'après Debord a permis de voir le lien entre le jeu éducatif et l'architecture de la ville dans un premier temps, puis de cela est née l'idée de **Geo***Edu-JEUX* qui lui s'applique sur l'enseignement et l'apprentissage de l'architecture à travers le jeu.

Geo*Edu-JEU* ou **Geo***Edu-GAMING :* est une idée qui conçoit l'éducation de l'architecture comme un jeu spatial ***« Le jeu de l'inconnu ».*** C'est une approche non conventionnelle qui consiste à utiliser le concept de Géodesign et le jeu comme base sur laquelle l'enseignement d'un atelier de conception architecturale est transformé en séries de tests contextuels, éducatifs et ludiques. **Geo***Edu-JEU* a pour but d'apporter « une approche constructiviste cognitive individuelle et collective » où les développements des systèmes de pensée et de compréhension sont alimentés par l'environnement. Ainsi, les efforts de chaque étudiant participant pour se comprendre (en tant qu'acteur) et aussi comprendre son environnement « entraînent un développement cognitif »[164].

Cette idée défie l'approche connue de l'atelier de conception architecturale à l'ancienne (un projet présélectionné problèmes-sites-clients connus à l'avance) et teste le processus **Geo***Edu-JEU* qui implique de ne rien connaître à l'avance et trouver le(s) problèmes à travers des visites fréquentes et réelles du site (exercice de la dérive), des analyses et synthèses qui permettent alors de formuler des propositions de problèmes réels existants pour enfin commencer une conception géolocalisées.

Dans le contexte de **Geo***Edu-JEU*, le « *jeu* définit une compétition physique ou mentale conduite selon des règles »[165]; car l'architecture ressemble au jeu dans le sens qu'elle a une focale sur la résolution de problèmes spatiaux. L'architecture et le jeu fonctionnent au sein de structures flexibles orientées par le concepteur- développeur, les deux utilisent l'intuition, l'incertitude et sont régis par des règles. Le terme **Geo** dans **Geo***Edu-JEU* représente la *radiographie* du design ; car si nous ne pourrons aujourd'hui parler de médecine moderne sans faire allusion aux rayons X, alors la conception de la ville Neuro-prothétique ne saurais se faire sans la **GÉO**.

Le besoin du jeu dans l'éducation de l'architecture ; un gain énorme du point de vu de l'enseignement et de l'apprentissage :

Ce travail se clôture avec une conviction très forte sur le besoin de rendre ludique (gamifier) l'éducation de l'architecture et du design urbain pour participer à faire progresser les connaissances et mettre en valeur les avancées théoriques, méthodologiques

[164] Piaget, J., & Inhelder, B. (1967). The Child's Conception of Space. New York : W.W. Norton.

[165] The Merriam-Webster Dictionary.

et pédagogiques qui intègre la pluridisciplinarité ainsi qu'une collaboration transversale des disciplines variées. Geodesign devient dans ce contexte un catalyseur qui permet l'intégration de la composante *JEU* dans l'enseignement de l'architecturale par le biais d'approches d'apprentissage ludiques et évolutives.

"Le jeu de l'inconnu" est une approche de projet d'atelier d'architecture basée sur l'engagement de l'étudiant dans une série d'expériences qui l'entraînent dans une exploration en profondeur et non préméditée de l'environnement urbain dans un intérêt de futur projet quelconque. Cette expérience plonge l'étudiant-apprenti dans le jeu de découverte des problèmes à résoudre. Cette pratique est inspirée du concept de la ***dérive*** [166]***urbaine*** de Guy Debord et des situationnistes. *Le jeu de l'inconnu* remet en question les projets classiques d'atelier d'architecture reposant sur le choix aveugle par un professeur/étudiant d'un site, un client et un problème à résoudre. L'approche de **Geo***Edu-JEU* favorise l'expérimentation / exploration du site, l'enregistrement de données, leur comparaison avec les données disponibles en ligne (open Data) ou d'autre sites publics (villes, gouvernement, etc.), ou privés tell que ESRI[167] pour laisser surgir le(s) problème(s) réel(s) avant toute formulation de scenarios de solutions.

L'exercice de la dérive implique un comportement constructif-ludique et une prise de conscience des effets psycho-géographiques. Ces expériences sont donc très différentes des notions classiques de promenade, promenade. Ils impliquent un exercice intellectuel, amusant et interactif de l'esprit du joueur principal (étudiant). L'étudiant est immergé dans un corps à corps entre le bâti et le contexte géographique.

Théorie et application de la dérive en tant que moyen de l'apprentissage constructiviste et son avantage dans l'enseignement d'un atelier architecturale.

La dérive revêt une grande importance dans le cadre théorique des géo-enquêtes qui définissent la relation *jeu-architecture*. La théorie constructiviste permet de développer des processus d'apprentissage actifs, dans lesquels l'étudiant devient le principal acteur, dans le cadre d'une approche centrée sur l'étudiant-acteur dirigeant, visant à la construction du savoir par le biais de la dérive urbaine expérientielle. La construction du savoir par l'acteur (étudiant) est ici enrichie par l'expérience contextuelle réelle, les captures vivantes spatiotemporelle et la flexibilité de l'acteur de filtrer toutes ces informations dont il/elle a accès sur le terrain et en vrac ; de les synthétiser de retour sur la plateforme digitale pour enfin les augmenter grâce aux discussions de groupes en atelier. Ce gain de connaissances non préfiltré par un professeur sur un terrain libre dépend majoritairement de la capacité de chaque étudiant à s'engager de manière peux sérieuse et ludique dans un contexte où rien

[166] La dérive est "un mode de comportement expérimental lié aux conditions de la société urbaine : une technique de passage rapide enregistré à travers différentes atmosphères". C'est un voyage imprévu dans un paysage, généralement urbain, dans lequel les participants abandonnent leurs tâches quotidiennes. / occupations et routines quotidiennes à "se laisser guider par les attraits du terrain et les rencontres qu'ils y font".

[167] **E**nvironmental **S**ystems **R**esearch **I**nstitute.

n'est gagné à l'avance et tout reste à découvrir, c'est donc cette quête de l'inconnu, et les indices qui apparaissent au fur et à mesure de l'avancement dans le projet qui constituent *les composantes du savoir contextuel de la reconstruction du site à partir de zéro*[168]. La plateforme interdisciplinaire de GeoDesign devient le véhicule par lequel cette bibliothèque numérique de connaissances est stockée, analysée et transférée vers d'autres applications pour un début solide de Projet d'architecture qui dure un semestre.

Défis posés par une telle approche dans un programme conventionnel accrédité par le NAAB[169]:

L'intégration de GeoDesign dans un programme d'architecture classique comporte des défis énormes dont ce travail a eu à fait face. L'un des principaux défis est le cadre rigide des projets d'ateliers d'architecture qui semble limités par l'access lent et restreint aux applications digitales adéquates et par la même un manque d'entrainement des éducateurs (*causés par des budgets très bas des universités publiques ou privées*). Pour qu'il y ait espoir dans cette intégration, les enseignants devraient être équipés de manière adéquate en ce qui concerne cette nouvelle approche [170]. A cela s'ajoutent les exigences de NAAB qui sont souvent régies par un curriculum très ancien et dont la majorité des éléments requis sont répétitifs et pourrait être consolidés dans une approche geodesign. On se retrouve alors face à une liste de requis de type *case à cocher* [171]. Le fait que l'organisme (NAAB) qui contrôle et décide de l'accréditation se base sur un curriculum ancien n'encourage pas les universités à se mettre à la page par rapport à la profession ou à la technologie en cours.

Le concept Geodesign apporterait un apprentissage à travers des test réel de site, seulement le processus geodesign est imprévisible et peut être très long et nécessiter parfois des intense interactions entre différente professions. Un luxe que l'on n'a pas dans un cursus architectural qui doit commencer et finir en une période bien déterminée.

La grande question devient alors : les choses doivent-elles changer du haut de l'échelle ou alors les écoles peuvent chacune le faire du bas et imposer au bureau d'accréditation NAAB ? Les deux options sont possibles ; d'une part, NAAB pourrait imposer aux écoles d'architecture d'adopter une attitude plus environnementalement sensible, holistique pouvant montrer des tests réels et scénarios appliqués à des sites afin de participer à la lutte contre le réchauffement. Cela obligerait les écoles d'architecture à s'aligner et à trouver les moyens/applications les plus adéquates pour restructurer un curriculum ancien. D'autre part, les écoles pourraient d'elle-même se placer en position unique d'innover et introduire un curriculum plus en réflexion des problèmes environnementaux et le besoin de s'ouvrir à d'autres disciplines comme on l'a fait a SCAD.

---

[168] Dewey, J. (1997). Experience and Education. New York: Touchstone.

[169] **N**ational **A**rchitectural **A**ccreditation **B**oard.

[170] McFarlane, A., Sparrowhawk, A., and Heald, Y. (2002). Report on the Educational Use of Games, https://pantherfile.uwm.edu/tjoosten/LTC/Gaming/teem_gamesined_full.pdf, visité le 25 Février 2016.

[171] *Case à cocher* : ici réfère a NAAB, l'organisme d'accréditation des écoles d'architecture américaines qui base son jugement sur une liste de composantes à figurer dans tout travail étudiant. Une approche qui ne teste pas la maitrise de l'étudiant mais plutôt sa capacité à recopié du travail déjà fait.

Seulement ce cas ne saurait être suivis par toutes les universités, car, seules celles qui le peuvent le feraient et les autres se contenteraient de ce qu'elles ont toujours fait.

Pourtant. Si nous définissons l'une des exigences de NAAB « *compréhension* » comme étant la maîtrise, le discernement, l'interprétation ou la connaissance ; alors, cela devrait se faire par des tests et analyses dans le contexte du projet. Pour qu'un étudiant atteigne un tel niveau de maîtrise, il doit pouvoir acquérir des compétences grâce à des analyses et à des tests guidés. Ainsi, d'une part, le projet d'atelier d'architecture conventionnel présélectionné par le professeur avec un problème imaginaire à résoudre sur un site donné ne semble pas exposer l'étudiant aux véritables problèmes de design tels qu'ils existent dans le contexte. D'autre part, l'approche Geodesign se prête au jeu pour permettre à l'étudiant de mener une enquête sans aucune connaissance préalable du site/client/projet et permet d'intégrer la composante spatio-temporelle à travers le jeu.

L***e jeu de l'inconnu*** devient donc une mise en scène dans laquelle l'étudiant utilise son imagination et s'inspire du jeu pour découvrir des énigmes lui permettent alors de construire le jeu au travers duquel il/elle acquière des connaissances supplémentaires grâce à une immersion active et sans filtre dans le site. A ce niveau-là, l'acteur/directeur(étudiant) est exposé et doit confronter ses propres idées préconçues, ses jugements et intuitions contre une réalité qui se déplie devant lui/elle. Dans ce scénario, le gain intellectuel de l'acteur se voit augmenté par la qualité auto-dirigée/autodidactique de cette approche unique ; la motivation et l'engagement de tout acteur (étudiant) proviennent en partie du suspense du résultat qui réside dans les étapes à venir (post-analyse).

De plus, le nombre de composantes de conception devant être maîtrisées par les étudiants selon les critères NAAB semble impossible dans une approche classique d'enseignement d'atelier d'architecture. Cela nécessite une plateforme digitale robuste permettant de cataloguer des milliers de données, les filtrer, les transformer en informations et les analyser pour créer une sorte de tableau de bord (comme le cas dans ce travail) afin de les utiliser pendant toute la durée du projet. C'est de telle initiative que **Geo***Edu-GAMING* a vu le jour grâce à l'ingéniosité de 7 groupes d'étudiants qui à travers un travail de collaboration, des visites constantes non-organisées de terrains ainsi que le jeu ludique de la dérive, ont par le déroulement de leur travail et sans le prévoir, développés une théorie et une approche unique d'apprentissage ainsi que d'enseignement qui est ici présentée.

Leçons tirées :

Cet atelier d'architecture a utilisé Geodesign et le jeu pour mettre au point une approche de formation en architecture fondée sur l'association de l'apprentissage par le jeu et la technologie SIG pour un développement de la ville ; en aval du processus a surgi une idée d'application de cette même méthode dans l'éducation de l'architecture. On est parti d'une approche de ville Neuro-prothétique pour développer une idée de **GEO***Edu-GAMMING* qui, même si elle n'était pas l'idée d'origine de ce travail, nous prouve une fois de plus que l'on passerait à côté des gros potentiels d'avancements et d'évolutions dans

l'éducation si l'on continue à rester figée sur nos expériences et méfiant des nouvelles technologies qui, même si elles ne remplacent pas les leçons apprises, nous permettent d'avoir un champs de vision plus incluant des maux d'une société digitale que nos expériences passées ignorent. Car, la société digitalisée d'aujourd'hui changent de forme, de face et de complexité à une vitesse éclair. L'apprentissage collaboratif est réalisé dans l'environnement de l'atelier entre étudiant-enseignant, l'étudiant-étudiant et dans le site entre étudiant-habitant et étudiants -réalité. « La collaboration est un aspect important de la formation de l'architecte et de nombreux jeux de simulation fournissent cette collaboration »[172].

Finalement, le résultat du travail collectif généré par les étudiants a prouvé que la technologie SIG est nécessaire et parfaitement adaptée à l'étude de la convergence des problèmes technologiques, économiques, culturels et environnementaux critiques pour la santé de la ville, aujourd'hui et demain. La composante jeu a accru la curiosité des étudiants à s'engager et à trouver les motivations, tout en offrant des styles d'apprentissage multisensoriels supplémentaires. Elle a aussi permis de voir une application directe dans l'éducation elle-même ; **GEO***Edu-GAMMING*.

La technologie SIG :

La technologie SIG a permis d'explorer l'aspect social du constructivisme au moyen de tests visant à tenir compte de l'inclusion et de la faisabilité ; l'architecture et les composants du jeu ont incité à apprendre sur une plateforme sociale tout en adoptant l'approche d'apprentissage en collaboration. Les propositions de projet ont mis en évidence la réalisation plus aboutie de conceptions holistiques intégrant les composants requis par NAAB dans le cadre d'un projet centré sur l'étudiant, où le professeur est poussé du statut de *fournisseur dominant d'informations* au statut *d'animateur et coach* qui participe aux dialogues collectifs en classe et sur le terrain, aide à construire l'intelligence collective qui est à son tour synthétisée par des groupes pour soutenir la formulation de propositions de conception. La plateforme SIG a aussi permis de générer et alimenter des discussions quotidiennes qui ont nourri et enrichi les participants de la classe, générant des connaissances quotidiennes qui relient la société à l'architecture, en motivant et en attirant les étudiants dans un processus d'apprentissage ludique. Des lors, il est devenu évident que l'enseignement de l'architecture, tel qu'on le connaît, est devenu stérile avec une grande facilité à reproduire les erreurs du passé. Ce travail permet d'augmenter la participation et la motivation d'une génération née dans le digital en rendant l'éducation divertissante (**Geo***Edu-gaming*).

Les travaux d'étudiants ont exhibé un niveau de réflexion et de résolution de problèmes nécessaire pouvant aider la future génération de concepteurs à agir en qualité ***d'agents de changement*** avec des objectifs et des aspirations différents de ceux fixés par la génération qui les précède.

[172] Kalay, Y.H. and Jeong, Y. (2003). Collaborative Design Simulation Game, http://cumincad.scix.net/data/works/att/ caadria2003_c5-3.content.pdf, visité le10 Juin 2017.

Un autre intérêt de cette recherche est la mise en évidence, à travers le processus de jeu, les problèmes et les solutions rencontrés tout au long du processus et inconnus au début de la résolution des problèmes.

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

BIBLIOGRAPHIE :

LIVRES

Alexander, C. (1966) *A city is not a tree*. Design, London. Council of Industrial Design.

Allen, D. W. (2009). *GIS Tutorial; Spatial Analysis* Workbook 2. *Esri Press.*

Altman, I. (1975) *the Environnent and social behavior* : Privacy, Personal Space, Territory, and Crowding. Brooks/Cole Publishing Company, Monterey, CA.

Ambrose, P. (1969) *Analytical Human Geography* : A collection and Interpretation of Some Recent Work. Ed. nº 2 in Concepts in Geography.

Longmans, Harlow. Amoroso, N. (2016). *Representing Landscapes* HYBRID. Routledge,

Armand, M. (1995) *Télédétection, Urbanisme et Aménagement* ; Cahiers Pédagogiques du GDTA ; Série A : Applications Thématiques ; GDTA : Toulouse, France.

Armand, M. and Campagne, P. (Octobre1989) *Mise à jour d'une base de données urbaines à partir d'images satellitaires* : le cas de Bouaké. (R.C.I) Bulletin [Société Française de photogrammétrie et Télédétection], nº 116.

Bachelard, G. (1934). *Le Nouvel Esprit Scientifique,* Une édition numérique réalisée à partir du livre de Gaston Bachelard (1934), 10e édition, 1968, 181 pages. Première édition, 1934. Collection : Nouvelle encyclopédie philosophique. Presses Universitaires de France.

Balmer, J. & Swisher M.T. (2013). *Diagramming the Big Idea*, methods for architectural composition, Routledge.

Batty, M. (1991). *Cities as fractals : Simulating growth and form. In Fractals and Chaos* ; Crilly, A.J., Earnshaw, R.A., Jones, H., Eds. Spring-Verlag : New York, NY, USA. A. J. Crilly et al. (eds.), Fractals and Chaos © Springer-Verlag New York Inc. 1991

Batty, M. (2000). *The new geography of the third dimension*, Environment and Planning B: Planning and Design 27.

Batty, M. (2005). *Cities and Complexity : Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*. MIT Press, Cambridge, MA, 2005.

Batty, M. and Longley P. (1994*). Fractal Cities : A Geometry of Form and Function*. Academic Press, London, 394 pages.

Batty, M ; Chapman, D ; Evans, S ; Haklay, M; Kueppers, S; Shiode, N; Hudson-Smith, A; (2001) *Visualizing the City: Communicating Urban Design to Planners and Decision-Makers*. In : Brail, RK and Klosterman, RE, (eds.) Planning Support Systems, Models and Visualisation Tools. ESRI Press and Center Urban Policy Research, Rutgers Universtiy: Redland.

Baxmann, I. 2001 : *The form of movement and life ; Modern ergonomics and rhythmicising life*. A. Zinsmeister, editor, Gestalt der Bewegung Figure of Moton. Jovis Verlag Gmbh, Berlin, weissenhof edition.

Benenson, I. and Torrens, P. (2004). *Geosimulation : automata-based modeling of urban phenomena*. Chicester, England : John Wiley & Sons.

Bertin, J. (2010). *Semiology of graphics, ed Illustrated; ESRI press*.

Brail, R. and Klosterman, R. (2001) *Planning Support Systems*. ESRI Press. Redlands .CA :

Brown & Harder, (2016) *The ArcGIS Imagery Book*. ESRI Press. 172 pages

Brunsdon C. & Comber L. (2015). *An introduction to R for Spatial Analysis and Mapping*. Second Edition. Sage Publishing,

Carter H., (1994). *The Study of Urban Geography*, Fourth edition, Edward Arnold, New York. Day A., Co-published by Halsted Press, from map to model. Design Studies, 15.

De Rosnay, J. (1977). *Le Macrosope, vers une vision globale,* Points, Éditions Seuil. 305 Pages .

Dickinson, R.E., (1959). *The scope and status of urban geography : an assessment*, in Mayer, H.M. and Kohn, C.F. eds.

Donnadieu G., Karsky, M. (2002). *La systémique, penser et agir dans la complexité*. Éditions Liaisons, 2002**.**

Donnay, J.-P. ; Barnsley, M.J. ; Longley, P.A. (2009). Remote sensing and urban analysis. In Remote Sensing and Urban Analysis ; Donnay,

Optimizing spatial image support for quantitative mapping of natural vegetation. Remote Sens. Environ. 113 .

Douglas I. and James P. (2015). *Urban Ecology ; An Introduction,* pp. 190-225. *Routeledge.*

Emerson, C.W and Lam, N. and Quattrochi, D.A(1999). Multiscale fractal analysis of image texture and pattern. Photogramm. Eng. Remote. Sensing 65, 51-61.

Ervin, S. (2001). "A System for GeoDesign." In: Proceedings of Digital Landscape Architecture, Anhalt University of Applied Science.

Forrester J. (1979). *Dynamique urbaine*, economica.

Flaxman, M. (2010). "Fundamentals of Geodesign.'' In : Proceedings of Digital Landscape Architecture, Anhalt University of Applied Science, 2010.

Folke, C. (2006). *Resilience : The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses.* Global Environmental Change, 16 (3).

Francis, R. and Chadwick, M. (2013**).** *Urban Ecosystems: Understanding the Human Environment.* Routledge.

Fu, P. (2018), *Getting to know Web GIS*, third Edition, ESRI Press.

Gacia, M.*, (*2010). *The Diagrams of Architecture,* Wiley & Son.

Gehl, J. (1971). *Life Between buildings ; using public spaces*, Washington I Covelo I London. Island Press.

Gehl, J. (1994). *Places for People*. City of Melbourne in collaboration with GEHL ARCHITECTS, Gehl Architects. Urban Quality Consultants Copenhagen.

Gehl, J. (2010). *Cities for People*, Washington I Covelo I London. Island Press.

Gehl, J. and Gemzoe, L. (2004) *Public Spaces, Public Life*: The Danish Architectural Press.

Gehl, J. & Svarre, B. (1936). *How to study Public Life,* Ed. ISLAND PRESS.

Gehl, J. and Svarre, B. (2013). *How to Study Public Life*, second Edition, Washington I Covelo I London. Island Press.

Harder, C. & Brown, C. (2017). *The ArcGIS Book second Ed.* ESRI Press.

Harder, C., Ormsby, T., & Balstrom, T. (2011); *Understanding GIS, An GIS Project Book.* Second Ed. ESRI Press.

Hough, M. (1995-2006). *Cities & Natural Process; A basis for Sustainability.* Pp. 167-184. Second Ed. Routeledge.

Keranen, K. & Kolvoord, R. (2012). *Making Spatial decisions USING GIS, A WORK BOOK.* ESRI Press.

KimerlingA-J., Buckley, A., Muehrcke, P., and Muehrcke, J. (2009). *MAP USE; Reading Analysis Interpretation.* Seventh Edition ESRI PRESS.

Law, M., Collins, A. (2015). *Getting to know ArcGIS*, Fourth Ed. ESRI Press.

Law, M. Collins, A. (2016). *Getting to know ArcGIS Pro*, second Ed. ESRI Press.

Lewist, R. et C.Sequin, C. (1998). *Generation of 3D building models from 2D architectural plans. Computer Aided Design*. Vol. 30, nº10. Elsevier Science Ltd, Printed in Great Britain.

Lynn, G. (2004). *Folding Architecture,* pp. 9-14, Wiley Academy, Revised Ed.

Mantho, R. (2015). *The urban Section,* Routledge.

Matan, A., and Newman, P. (2016). *People; Life and legacy of Jan Gehl*. Island Press.

Meentemeyer, V. (1987). *Box, scale effects in landscape studies*. (ECOLSTUD, volume 64), part of the Ecological Studies book series.

McCullough, M. (2004) *Digital Ground. Architecture, Pervasive Computing and Environmental Knowing.* MIT Press.

Michael de Smith, Michael F. *Goodchild & Paul A. Longley. (2015), Geospatial Analysis; A Comprehensive Guide to Principles, Techniques and Software Tools*. Troubador Publishing . Fifth Edition.

Mitchell, A. (1999). *The ESRI Guide to GIS Analysis, Vol. 1. Geographic Patterns & Relationships.* Esri Press.

Mitchell, A. (2005). *The ESRI Guide to GIS Analysis, Vol. 2. Spatial Measurements & Statistics.* Esri Press.

Mitchell, A. (2013). *The Esri Guide to GIS Analysis; Modeling Suitability, Movement, and Interaction. Vol.3* ESRI Press.

Ormsby, Napoleon, Burke, Groessl, (2010), Getting *to know ArcGIS DESKTOP,* 19-74. and 89-121. ESRI Press.

Puissant, A.; Weber, C. (2002). *The utility of very high-resolution images to identify urban objects*. Geocarto Int. nº 17, 29-40.

Small, C. (2003). *High spatial resolution spectral mixture analysis of urban reflectance*. Remote Sens. Environ. Vol. 88, 150-176.

Steinitz, C. (2012). *A frame work For GeoDesign*, ESRI Press. pp. 1-196,

Verebes, T. (2014). *Master Planning, The adaptive City; Computational Urbanism in the 21st Century.* Ed. Routledge. pp. 159-192

Wade, T. & Sommer S. (2006)., *A to Z GIS, An illustrated Dictionary of geographic information systems;* ESRI Press.

Wilpen, L. & Kurland, K (2005). *GIS Tutorial, basic workbook, chapter 2-10,* ESRI press.

Wurman, R. & Dangermond, J. (2017). *MAP, Understanding the Science of Where.* ESRI Press.

Publications, articles et thèses :

AD, Architectural Design Magazine;(November-December 1998), *Architects in Cyber Space II, Vol 68,* nº 11/12, Wiley & Son.
ArcNews*,* (2018) *ESRI, Spring 2018*, Vol. 40, no.2.

Batty M. and A. Hudson-Smith. (2005). *Urban Simulation/ Urban Simulacra:* London. Architectural Design. Article: **https://doi.org/10.1002/ad.170**

Bettum, J. and Hensel, M. (2000). *Channeling systems: dynamic processes and digital time-based methods in urban design*. AD, Architectural Design edition.

Bettencourt, L., (2013)."The Uses of Big Data in Cities", SFI Working Papers, 2013-09-029, September 2013. http://www.santaf.edu/media/workingpapers/13-09-029.pdf , visited on 08/22/2015.

Casey, M. J., and Vankadara, S., 2010. Semantics in CAD/GIS Integration. *CAD and GIS Integrati*on.

Chaszar, A., & Glymph, J. (2010). *CAD/CAM in the business of architecture, engineering, and construction, in fabricating architecture*: *Selected readings in digital design and manufacturing. Robert Corser.* (Ed.) 86-93. New York, NY: Princeton Architectural Press.

Debord, G. (1956). « *Introduction à une critique de la géographie urbaine* », Les Lèvres nues, n° 6, septembre 1955.

Debord Guy (1956), "*Théorie de la dérive*", Publié dans *Les lèvres nues* n° 9, Bruxelles, novembre 1956.

Debord Guy, (1955), « *Introduction à une critique de la géographie urbaine* », Publié dans Les Lèvres Nues, n° 6, septembre.

Debord Guy / Gil J. Wolman, (Mai 1956) "*Mode d'emploi du détournement*", Paru initialement dans Les Lèvres Nues, n°.8

Debord Guy (novembre 1956) "Théorie de la dérive", extraits du N° 9 de la revue LES LEVRES NUES, rééditée en intégralité par les Ed. Allia en 1995.

de Laat R., and van Berlo L., (2011). Integration of BIM and GIS: The Development of the CityGML GeoBIM Extension. In : Kolbe

T., König G., Nagel C. (eds) *Advances in 3D Geo-Information Sciences*. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer, Berlin, Heidelberg.

Id., *« Théorie de la dérive », Les Lèvres nues*, n° 9, novembre 1956.

Folke, C. et al. (2002). *Resilience and sustainable development* : *building adaptive capacity in a world of transformations*. AMBIO : A Journal of the Human Environment, 31(5).

Hassan A. Karimi, Burcu Akinci (2009), CAD and GIS Integration, 247 Pages - 33 B/W Illustrations ,1st Edition, CRC **PRESS.**

P. Corcoran, “The Internet of Things”, *IEEE Consumer Electronics Magazine*, Vol. 5, No. 1, January 2016.

A. J. Jara, D. Genoud, and Y. Bocchi, (2014) "*Big Data in Smart Cities* : From Poisson to Human Dynamics", Proceedings of the 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA).

Jensen, J. (1983). *Urban/suburban land use analysis*. In Manual of Remote Sensing; American Society of Photogrammetry: Falls Church, VA, USA.

Jensen, J. Cowen, D. (1999). Remote sensing of urban/suburban infrastructure and socio-economic attributes. Photogrammetry. Eng. Remote Sensing..

Danesi, F. (2008)., Le mythe brisé de l’Internationale situationniste : l’aventure d’une avant-garde au cœur de la culture de masse (1945-2008), Dijon, Les Presses du réel, 2008.

Editorial, Internet of Things (IoT) and Smart Cities, *Readings on Smart Cities*, Vol. 1, Issue 7, August 2015.

El-Mekawy, M., Östman, A., (2012). Feasibility of building information models for 3D cadastre in unified city models. [IJEPR]. *International Journal of E-Planning Research*, 1(4),. doi:10.4018/ijepr.2012100103.

EsriPress, (2017), Esri MapBook, Vol. 32. 200 pages.

EsriPress ; *Mapping the Nation; GIS for Good Governance.* 2017.pp.21-75.

EsriPress ; *Mapping the Nation; Building a more Resilient Future.* 2015.

Fuchs, C., (1996). *Study on 3D-city model*s, Proceedings of the Workshop on 3D-City Models, OEEPE (organization Europeenne d’Études Photgrammétriques Experimentales), Institute for Photogrammetry, University of Bonn, Bonn, Germany.

Gunderson, L. H. et Holling, C. S. (2002). *Panarchy* : *Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Washington D.C. : Island Press.

Günther Anders (2011) L’Obsolescence de l’homme, tome 2, Sur la destruction de la vie à l’époque de la troisième révolution industrielle, Ed. Fario.

Hankey, S., J. Marshall, M. Brauer. 2012. Health Impacts of the Built Environment: Within-urban Variability in Physical Inactivity, Air Pollution, and Ischemic Heart Disease Mortality. Environ. Health Perspect. .http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1103806

Harrison, C., B. Eckman, Hamilton, R., Hartswick, P., Klagnanam, J., Paraszczak, J. and Williams, P. (2010). "Foundations for Smarter Cities", *IBM Journal of Research and Development*, 2010, Vol. 54, No. 4,.

S. Harris, "Securing big data in our future intelligent cities", in *Proceedings of IET Conference on Future Intelligent Cities*, 2014.

Iaac[173], (2009) *City Sense, Shaping our environment with real-time data*. 4th advanced Architecture Contest. http://www.advancedarchitecturecontest.org/city-sense/

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). Climate Change ; Synthesis Report. IPCC, Geneva,

Switzerland, 151 pp. http://ipcc.ch/report/ar5/syr/

Jara, A., Genoud, D. and Bocchi, Y. (2014). "Big Data in Smart Cities: From Poisson to Human Dynamics", in *Proceedings of the 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (WAINA)*, 2014, pp. 785-790.

Kang, T., (2018). Development of a Conceptual Mapping Standard to Link Building and Geospatial Information. *ISPRS Int. J. Geo-*

Inf., 7, pp. 162-183.

Krygiel, E. (2010). Using building information modeling for performance-based design, in fabricating architecture: Selected readings in digital design and manufacturing. (Ed.) Robert Corser. 42-55. New York, NY : Princeton Architectural Press.

Liggett R. & **Jepson W.**, (1995*). An integrated environment for urban simulation, Environment and Planning B: Planning and Design*. Sage Journals, vol 22. Research Article. https://doi.org/10.1068/b220291

Liu, X., Wang, X., Wright, G., Cheng, J. C., Li, X., and Liu, R. (2017). A state-of-the-art review on the integration of Building Information Modeling (BIM) and Geographic Information System (GIS). *ISPRS International Journal of Geo-Information*, *6*(2), 53.

OGC 2012 City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard.

[173] Institute for Advanced architecture of Catalonia.

Lizarralde, G. et Davidson, C. (2006). Learning from the poor. Dans D. A. *et al.*(dir.), 3rd International i-Rec Conference 2006. Meeting Stakeholder Interests (14 p.).

Maeda, A. (2012). "*Technology innovations for smart cities*", in Proc. of Symposium on VLSI Circuits (VLSIC), 2012.

Mardacany, E. (2014). "*Smart cities characteristics: importance of built environments components*", in Proceedings of IET Conference on Future Intelligent Cities, 2014.

Miller, N. (2009). *Parametric strategies in civic architecture design*, proceedings from the 29th Annual ACADIA Conference. (Eds.) Tristan D'Estree Sterk, Russel Loveridge, Douglas Pancoast. Chicago, IL: Quantum Group.

Mohanty, S. (2009). "*A Secure Digital Camera Architecture for Integrated Real-Time Digital Rights Management*", Elsevier Journal of Systems Architecture (JSA), Volume 55, Issues 10-12, October-December 2009.

Olsson, P., Axelsson, J., Hooper, M., Harrie, L., (2018). Automation of building permission by integration of BIM and geospatial data, Under review.

Perrings, C. (2006). *Resilience and sustainable development*. *Environment and Development Economics*, 22.

Peronto, J., K. Maschke, Robert Sinn, Fei Xu, Ben Raines, Dennis Rehill. (2009). *Data Flow and Communication in the Design of Complex Architectural Forms*, in ACADIA 09: reform, Proceedings from the 29th Annual ACADIA Conference. Eds. Tristan D'Estree Sterk, Russel Loveridge, Douglas Pancoast. Chicago, IL: Quantum Group.

Puissant, A. *Information Géographique et Images à Très Haute Résolution* : *Utilité et Applications en Milieu Urbain.* (2003) Thèse de Doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, France.

Sandalack, B. (2017). *La ville verte*, publication de Park People.

Sebastian, Rizal, Böhms, M. and van den Helm, P. (2013). "*BIM and GIS for low-disturbance construction*." Proceedings of the

13th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality.

Sharp, H., Rogers, Y., Preece, J. (2015). *Interaction design: beyond human-computer interaction.*4th Ed. John Wiley & son.

Shelden, D. (2006). *Tectonics, economics, and the reconfiguration of practice: The case for process change by digital means, in architecture design, Special Issue: Programming Cultures*, v.76, no. 4, July 2006. 82-87. London: Wiley-Academy

Spence, M., Clarke, A., and Buckley, R. (2008). *Urbanization and Growth; Commission on Growth and Development,* World Bank Publications: Washington, DC, USA. Office of VP & Head of Network (PRMVP) http://documents.worldbank.org/curated/en/298101468176683270/pdf/470610PUB0Urba101OFFICIAL0USE0ONLY1.pdf

TAD; Technology-Architecture & Design; (2017). *Viral: Information Technology as Prophet, Panacea, or Pariah?* Issue 1:1, Spring 2017.

Teicholz, N., (2000). *Shaping cities: pixels to bricks*, The New York Times, Technology Circuits, Thursday, December 16, 1999

Tran, T. (2007). Croissance Spatio-Temporelle de la Ville de Da Nang, Vietnam : Apport de la Télédétection et de L'Analyse Fractale. Thèse de Doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, France.

US. Department of transportation ;(August 2012), Traffic Safety Facts*,* 2010 Data. DOT HS 811 625. NHTSA's National Center for Statistics and Analysis.

Valley Conservation. (2015). *Advancing Low Impact Development as a Smart Solution for Stormwater Management,* Version 1.0 - Monitoring Data 2011 to 2013.

Vermesan, O. and Friess, P. (2013)**.** *Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems*, River Publishers, http://www.internet-ofthingsresearch.eu/pdf/Converging_Technologies_for_Smart_Environments_and_Integrated_Ecosystems_IERC_Book_Open_Access_2013.pdf, last accessed on 18 Feb 2016.

Ville de Vancouver. (2016)*. Citywide Integrated Rainwater Management Plan;* Best Management Practice Toolkit, *Vol 2*.

Ville de Vancouver. (2016) *Citywide Integrated Rainwater Management Plan* : Best Management Practice Toolkit, *2016.* Report*, 2016.*

Zanella, Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., and M. Zorzi, M. (2014). *"Internet of Things for Smart Cities",* IEEE Internet of Things Journal, Vol. 1, Issue 1.

Webographies :

[1] http://owni.fr/2011/06/20/. Visité le 6 janvier 2015.

[2] ETSI **Technology Clusters**, http://www.etsi.org/technologies-clusters, visité le 05 Septembre 2015.

[3] **L. M. A. Bettencourt**, "The Uses of Big Data in Cities", SFI Working Papers, 2013-09-029, September, 2013, http://www.santafe.edu/media/workingpapers/13-09-029.pdf, visité le 05 Septembre 2015.

[4] Smarter Cities, http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/smarter_cities/overview/, visité on 08/20/2015.

[5] http://mastersofmedia.hum.uva.nl/20... et Frederic Jameson, "Cognitive Mapping", in C. Nelson, L. Grossberg, Marxism and the Interpretation of Culture, University of Illinois Press, 1988, p. 347-360.

[6] https://www.cbc.ca/news/canada/toronto/toronto-climate-change-flooding-1.3889381 Visité le 12 septembre 2018

[7] http://www.ctvnews.ca/canada/documenting-the-ravages-of-flooding-in-quebec-1.3409153 Visité le 12 septembre 2018

[8] http://citiscope.org/story/2016/why-copenhagen-building-parks-can-turn-ponds Visité le 18 septembre 2018

[9] http://www.nrpa.org/parks-recreation-magazine/2017/april/green-infrastructure-stormwater-management-in-parks/ Visité le 18 septembre 2018.

[10] https://www.theglobeandmail.com/news/toronto/new-toronto-park-doubles-as-flood-protection/article12897840/ Visité le 25 Mars 2018

[11] http://blog.waterfrontoronto.ca/nbe/portal/wt/home/bloghome/posts/torontos+next+generation+stormwater+infrastructure+01 Visité le 12 Juillet 2019

[12] http://synesthesie.com/PDF/CP-balad... Visité le 2 Juillet 2019

[13] http://www.futur-en-seine.fr/fiche/... Visité le 12 janvier 2017

[14] **Safe**, 2016. *BIM to GIS*. https://knowledge.safe.com/articles/1024/bim-to-gis-advancedifc-lod-200-to-lod-3-citygml.html Visité le 12 janvier 2017

[15] http://owni.fr/2011/06/20/pratiquer ... Visité le 12 Juin 2018

[16] http://www.phillywatersheds.org/what_were_doing/green_infrastructure/programs/green-parks Visité le 27 Avril 2018

[17] Green Infrastructure Ontario Coalition. *A Green Infrastructure Guide for Small Cities, Towns and Rural Communities,* 2016, p. 4.

https://d3n8a8pro7vhmx.cloudfront.net/greenbelt/pages/5202/attachments/original/1504021812/Green_Infrastructure_Final.pdf?1504021812 Visité le 12 Novembre 2018.

[18] http://www.politico.com/magazine/story/2017/04/20/innovative-infrastructure-storm-water-system-215055 Visité le 4 Octobre 2018.

[19] https://parkpeople.ca/wp-content/uploads/2017/04/Park-People_Sparking-Change_FRENCH-1.pdf Visité le 12 Novembre 2018.

[20] http://citiscope.org/story/2016/why-copenhagen-building-parks-can-turn-ponds Visité le 5 Mai 2018.

[21] http://phillywatersheds.org/5Down Visité le 2 Février 2015.

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

Figure I-1 : Imagerie de la ville de savannah montrant toutes les structures visibles. Source : auteur, Page 32.

Figure I-2 : Imagerie de la ville de savannah montrant les hauteurs et pentes avec une grande précision. Source : auteur, Page 32.

Figure I-3 : Imagerie des pentes, hauteurs et structures, Source : auteur. Page 32.

Figure I-4 : Charte des comparaisons source : The Business of Architecture 2016. Page 35

Figure I-5: « Teicholz Construction Productivity Index Graph. Indexes of labor productivity rom construction and non-farm industries, » 1964 - 2004[174], indicates no productivity gain in the construction industry. Page 36

Figure I-6: IEA Statistics © OECD/IEA 2014 (http://www.iea.org/stats/index.asp), subject to https://www.iea.org/t&c/termsandconditions/ Page 37

Figure I-7: Relative energy use by sector (data from US DOE EIA). Page 37

Figure I-8 : Schéma représentant la situation actuelle. Source ; auteur. Page 40.

Figure I-9 : Schéma représentant la situation désirable. Source ; auteur. Page 40.

Figure I-10 : Le point LIDAR : la légende montre les différences de hauteurs allant de 70 pieds(haut) à -23 pieds(bas) Source ; auteur. Page 42.

Figure I-11 : 1. Topo, 2. LIDAR, 3. Pente, DTM175 [Digital Terrain modeling], 4. Imagerie. Source ; auteur. Page 42.

Figure I-12 : Représentation 3D des différentes zones du compté/ région Chatham County. Source ; auteur. Page 43.

CHAPITRE II

Figure II-1 : Ancienne Gare Union station de Savannah. **Photo source :** *Reclaiming Old West Broad Street I-16 Exit Ramp Removal Study Phase 2- Interchange Modification Report (IMR) Study Review of Build Alternatives Public Meeting, October 15, 2015* . http://ftpcontent4.worldnow.com/wtoc/web/Savannah%20City%20Council%20I-16%20Presentation%20101515%20pdf.pdf page 1. visite le 10 Mai 2017 Page 56.

[174] Paul Teicholz, "Labor Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies." AECBytes, April 14, 2004

[175] DTM : **M**odélisation **D**igitale de **T**errain.

Figure II-2 : Le pont de l'autoroute I-16. Savannah **Formerly West broad Street; MLK Jr. Boulevard, Savannah GA, image Source :** *Reclaiming Old West Broad Street I-16 Exit Ramp Removal Study Phase 2- Interchange Modification Report (IMR) Study Review of Build Alternatives Public Meeting, October 15, 2015 .* http://ftpcontent4.worldnow.com/wtoc/web/Savannah%20City%20Council%20I-16%20Presentation%20101515%20pdf.pdf page 1. page 56.

Figure II-3 : La ville et le site. Source : auteur. Page 57.

Figure II-4 : Carte montrant les foyers dont les revenus sont en dessous du taux de pauvreté. Source : auteur. Page 57.

Figure II-5 : Le site par rapport aux espaces verts. Source : auteur. Page 57.

Figure II-6 : Espaces verts et les environs. Source : auteur. Page 57.

Figure II-7 : carte montrant les zones prédominantes à population blanche en bleu foncée et l'on voit en violet le taux de criminalité dans ces zones. Source : auteur. Page 58.

Figure II-8 : carte montrant les zones prédominantes à population noire en bleu foncée et l'on voit en violet le taux de criminalité dans ces zones qui est élevée. Source : auteur. Page 58.

Figure II-9 : carte des crimes à main armée sont plus fréquents dans les zones à faible revenu par habitant. Source : auteur. Page 59.

Figure II-10 : Carte montrant un grand nombre de crimes avec des armes à feu dans la zone des descendants d'esclaves. Source : auteur. Page 59.

Figure II-11 : Graphe de mobilités humaines dans la ville représentée en deux et 3 Dimensions. Source : auteur Song Goa, avril 2013.

Figure II-12 : Graphes créées à partir des algorithmes de détection des communautés. Source : auteur Song Goa, avril 2013.

Figure II-13 : une représentation schématique d'un système fermé et ses limites. Source : Wikipédia, visité le 17, Mai 2014. Page 65.

Figure II-14 : une représentation schématique d'un système ouvert avec entrée, sortie et suggestions/réactions. Sources : https://www.google.com/#q=open+system visité le 17, Mai 2014. Page 65.

Figure II-15 : Joël de Rosnay : schéma de la ville qui « contrôle et équilibre les flux des individus entre son centre et sa périphérie. » . Source : Joël de Rosnay, 1975.Page 66.

CHAPITRE III

Figure III-1 : carte de la situation Géographique à l'échelle Mondiale Source : auteur. Page 69.

Figure III-2 : carte de la situation Géographique à l'échelle Nationale. Source : auteur. Page 69.

Figure III-3 : carte de la situation Géographique à l'échelle régionale. Source : auteur. Page 69.

Figure III-4 : carte de la situation Géographique à l'échelle de l'état de Géorgie. Source : auteur. Page 69.

Figure III-5 : carte de la situation Géographique à l'échelle de la ville. Source : auteur. Page 69.

Figure III-6 : LIDAR de la ville de Savannah montrant les hauteurs de terrains. Source : auteur. Page 69.

Figure III-7 : Date chronologique du développement de savannah. Source: Reclaiming Old West Broad Street Book_ **chapter-2-history-and-evolution** https://reclaimingoldwestbroad.files.wordpress.com/2014/04/chapter-2-history-and-evolution.pdf Page 70

Figure III-8 : Place de la gare. source : https://reclaimingoldwestbroad.files.wordpress.com/2014/04/chapter-2-history-and-evolution.pdf Page 71.

Figure III-9 : Image MlK Boulevard avec l'autoroute I-16. source : https://reclaimingoldwestbroad.files.wordpress.com/2014/04/chapter-2-history-and-evolution.pdf Page 71.

Figure III-10 : Rue de la gare West Broad Street aujourd'hui renommée MLK Jr. Blvd. source : Reclaiming Old West Broad Street Book https://reclaimingoldwestbroad.files.wordpress.com/2014/04/chapter-2-history-and-evolution.pdf Page 72

Figure III-11 : Image Gare : source Reclaiming Old West Broad Street Book: https://reclaimingoldwestbroad.files.wordpress.com/2014/04/chapter-2-history-and-evolution.pdf Page 72

Figure III-12: Cartographie de la ville en 1898. source Reclaiming Old West Broad Street Book: https://reclaimingoldwestbroad.files.wordpress.com/2014/04/chapter-2-history-and-evolution.pdf pp.9- Page 73

Figure III-13: Cartographies de la Ville en 1916. source Reclaiming Old West Broad Street Book: https://reclaimingoldwestbroad.files.wordpress.com/2014/04/chapter-2-history-and-evolution.pdf pp.9- Page 73

Figure III-14 : Le site de la nouvelle Gare. Source Auteur. Page 73.

Figure III-15 : Carte destruction de la gare pour faire place à l'AutoRoute **I-16 en 1960 :.** . Source Reclaiming Old West Broad Street Book: https://reclaimingoldwestbroad.files.wordpress.com/2014/04/chapter-2-history-and-evolution.pdf pp.9- Page 74

Figure III-16 : L'autoroute en **1975 :** Source Reclaiming Old West Broad Street Book: https://reclaimingoldwestbroad.files.wordpress.com/2014/04/chapter-2-history-and-evolution.pdf pp.9- Page 74.

Figure III-17 : état des lieux de 2010 -2016 : Source Reclaiming Old West Broad Street Book: https://reclaimingoldwestbroad.files.wordpress.com/2014/04/chapter-2-history-and-evolution.pdf pp.9- Page 74.

Figure III-18 : carte de site montrant l'autoroute qui est l'objet a l'origine de ce travail. Source: reclaiming-old-west-broad-street-book-web.pdf, Pge. 4. Page 75.

Figure III-19 : La carte de site montrant l'imagerie du site. Avec voies principales d'accès. Source: reclaiming-old-west-broad-street-book-web.pdf, page. 5. Page 75.

Figure III-20 : La carte du site avec la délimitation de la zone environnante du projet. Source: reclaiming-old-west-broad-street-book-web.pdf, Pge. 3. Page 75.

Figure III-21 : Carto des réseaux importants d'infrastructure de chemin de fer, de verdure et de zones marécageuses (non constructibles) « wetlands » autour de Savannah. Source : auteur. Page. 77.

Figure III-22 : carte de Savannah dans son contexte régional [*Chatham county]*. Source : auteur. Page. 77.

Figure III-23 : Les points d'eaux ainsi que le moyen de connexion par chemin de fer. Source : auteur. Page. 77.

Figure III-24 : Carte des accès principaux et les voies à sens uniques (très important pour la décision de l'implantation d'une gare), Source : auteur. Page. 79.

Figure III-25: LAS ALL return. Source : auteur. Page. 82.

Figure III-26: LAS ALL return. Source : auteur. Page. 82.

Figure III-27 : LAS First Return. Source : auteur. Page. 82.

Figure III-28 : En 3D on peut voir les structures en trois dimensions telles qu'elles existent en réalité. Source : auteur. Page. 82.

Figure III-29: LAS with Ground Return. Source : auteur. Page. 82.

Figure III-30 : Carte de la ville montrant au Nord le site et l'autoroute I-16. Source : auteur. Page. 82.

Figure III-31 : Carte des proximités de parcelles vacantes aux réseaux routiers, ferroviaires et d'espace verts. Source : auteur. Page. 84.

Figure III-32 : Légende de la figure 31. Source : auteur. Page. 84.

Figure III-33 : Carte montrant une distance de marche (de 800 mètres) des parcs et espaces verts (*la distance se mesure du centre de l'espace vert ; dont le rayon du cercle autour de l'espace vert*). Source : auteur. Page. 85.

Figure III-34 : Table descriptive des ensembles de données. Source : auteur. Page. 86.

Figure III-35 : Tableau de conversion de la valeur **Z** est multipliée par **0,3048** pour une conversion en mètre car les données sont en pieds [*unité de mesure américaine*]. Source : auteur. Page. 87.

Figure III-36 : Imagerie des hauteurs du site. Source : auteur. Page. 88.

Figure III-37 : Imagerie des pentes du site en degré. Source : auteur. Page. 88.

Figure III-38 : Imagerie des points hauts et bas du site en degré. Source : auteur. Page. 88.

Figure III-39 : Carte montrant la direction de la pente. ” ***Aspect***”. Source : auteur. Page. 88.

Figure III-40 : carte de la courbure “Curvature” détermine la vitesse du ruissèlement d’eau sur la pente. Source : auteur. Page. 88.

Figure III-41 : Carte de la courbe convexe“Convex curve” montre les endroits où l’eau ruisselle naturellement, alors que “ concave curve” montre des zones de rétention et concentration d’eau. Source : auteur. Page. 88.

Figure III-42 : Histogramme des structures visibles. Source : auteur. Page. 90.

Figure III-43 : Carte 2D des structures visibles. Source : auteur. Page. 90.

Figure III-44 : Modele builder. Source : auteur. Page. 93.

Figure III-45 : Carte de pente. Source : auteur. Page. 94.

Figure III-46 : Carte des distances les plus proches du parc. Source : auteur. Page. 94.

Figure III-47 : Carte de la distance de gares existantes, les distances augmentent plus on s’éloigne des stations. Source : auteur. Page. 94.

Figure III-48 : Table des procédés d’entrée et sorties. Source : auteur. Page. 96.

Figure III-49 : Carte des Données d’entrée, Distance Euclidienne, Résultat, Reclassification, Sortie de Données. Source : auteur. Page. 96.

Figure III-50 : Schéma de Construction de modèle. Source : auteur. Page. 97.

Figure III-51 : Légende de pente le vert représente les zones pentues. Les valeurs les plus élevées représentent les zones les plus pentues. Source : auteur. Page. 98.

Figure III-52 : Légende de Parcs : les proximités aux espaces verts. Les valeurs les plus élevées représentent les proximités les plus proches des parcs. Source : auteur. Page. 98.

Figure III-53 : Légende ; les valeurs les plus élevées représentent les proximités les plus proches des stations de bus ou trains existants. Source : auteur. Page. 98.

Figure III-54 : carte de pente le vert représente les zones pentues. Source : auteur. Page. 99.

Figure III-55 : carte ; les proximités des stations de bus ou trains existants. Source : auteur. Page. 99.

Figure III-56 : Carte des s proximités des stations de bus ou trains existants. Source : auteur. Page. 99.

Figure III-57 : carte de reclassement des chemins de fers existants ; en noire la zone proche des lignes. Source : auteur. Page. 101.

Figure III-58 : carte de reclassement des chemins de fers existants ; en noire la zone proche des lignes. Source : auteur. Page. 101.

Figure III-59 : légende de reclassement des chemins de fers existants ; en noire la zone proche des lignes. Source : auteur. Page. 101.

Figure III-60 : carte de positionnement des rues principales. Source : auteur. Page. 102.

Figure III-61 : carte de positionnement des rues principales. Source : auteur. Page. 102.

Figure III-62 : légendes de positionnement des rues principales. Source : auteur. Page. 102.

Figure III-63 : Tableaux des entrées de données à analyser. Source : auteur. Page. 103.

Figure III-64 : Schéma représentant le cheminement de la modélisation d'aptitude avec entrées de données. Source : auteur. Page. 104.

Figure III-65 : Carte de candidats résultant de l'analyse. Source : auteur. Page. 105.

Figure III-66 : carte des sites candidats [5] dans le plan de la ville montrant toutes les données utilisées en entrée d'analyse : Stations de transit, parcs et espace verts, pente, voies ferrées existantes etc. Source : auteur. Page. 106.

Figure III-67 : schéma d'analyse conditionnelle. Source : auteur. Page. 107.

Figure III-68 : carte d'emplacements optimums pour un projet de gare en fonction de sa proximité aux espaces verts et voies principales. Source : auteur. Page. 108.

Figure III-69 : carte de candidats optimums. Source : auteur. Page. 108.

Figure III-70 : carte de candidats optimums filtrés. Source : auteur. Page. 108.

Figure III-71 : schéma de Visualisation de Model Builder. Source : auteur. Page. 110.

Figure III-72 : tableau de sélection de calques par emplacement pour lot optimal à moins de 50 pieds de la route principale. Source : auteur. Page. 110.

Figure III-73 : tableau de sélection de calques par attributs pour sélectionner les tailles de lots> = 70 000 pieds carrés. Source : auteur. Page. 110.

Figure III-74 : tableau de sélection du résultat du meilleur site. Un seul site répond aux deux exigences. Source : auteur. Page. 110.

Figure III-75 : Carte du meilleur candidat. Source : auteur. Page. 110.

Figure III-76 : Carte de Parcelles. Source : auteur. Page 112.

Figure III-77 : Table d' attributs. Source : auteur. Page 112.

Figure III-78 : carte de Zonage. Source : auteur. Page 113.

Figure III-79 : tableau de restrictions codifiées par les couleurs différentes. Source : auteur. Page 113.

Figure III-80 : carte d'emprise au sol des bâtiments. Source : auteur. Page 114.

Figure III-81 : carte de représentation des rues. Source : auteur. Page 115

Figure III-82 : Carte du volume de voitures par jour sur toutes les rues de la ville. Source : GDOT (Georgia Department of Transportation). Page 116.

Figure III-83 : carte des arbres qui se trouvent dans la zone d'intérêt. Source : auteur. Page 117

Figure III-84 : carte de proposition des deux avenues piétonnes. Source : auteur. Page 118

Figure III-85 : carte des Les rues locales. Source : auteur. Page 120.

Figure III-86 : carte des Rues principales Est-Ouest. Source : auteur. Page 120.

Figure III-87 : carte des rues à sens uniques : on observe ici que les rue a sens uniques passent par les parcs. Source : auteur. Page 120.

Figure III-88 : carte de rues principales. Source : auteur. Page 120.

Figure III-89 : Carte d'accès aux parcs. Source : auteur. Page 122.

Figure III-90 : carte topographique de la zone d'intérêt (AIO). Source : auteur. Page 123.

Figure III-91 : carte topographique avec attributs. Source : auteur. Page 123.

Figure III-92 : DSM (*la digital Surface modeling)* représente les valeurs hautes et basses du terrain. Source : auteur. Page 125.

Figure III-93 : *(**DTM** =Digital Terrain Modeling).* Source : auteur. Page 126.

Figure III-94 : *(**DSM**=Digital Surface Modeling).* Source : auteur. Page 126.

Figure III-95: *(**nDSM** = Normalized Surface Modeling).* Source : auteur. Page 126.

Figure III-96 : Carte des points distincts attribués à tout polygone de manière aléatoire *« **Random points** ».* Source : auteur. Page 127.

Figure III-97 : Tableau montrant le **Mean Z** dans la table indique la hauteur réelle du point sélectionné. Source : auteur. Page 128.

Figure III-98 : carte de LAS de la ville de Savannah. Source : auteur. Page 129.

Figure III-99 : carte de **DSM** de la ville de Savannah. Source : auteur. Page 129.

Figure III-100 : carte de nDSM de la ville de Savannah. Source : auteur. Page 129.

Figure III-101 : carte de LAS du site. Source : auteur. Page 130

Figure III-102 : carte de **DSM** du site. Source : auteur. Page 130.

Figure III-103 : carte **nDSM** *[normalized digital surface modeling]* du site. Source : auteur. Page 130.

Figure III-104 : légende. Source : auteur. Page 130.

Figure III-105 : tableau traité montrant les données **Z_MEAN** des bâtiments. Source : auteur. Page. 131.

Figure III-106 : sommaires statistiques. Source : auteur. Page. 131.

Figure III-107 : motifs spatio-temporels, la mobilité dans l'espace. Source : Song Gao. Page. 133.

Figure III-108 : Carte montrant le revenu médian des ménages et la population d'enfants sur la carte. Source : auteur. Page. 135.

Figure III-109 : cartes des revenus moyens des familles ayant des enfants de moins de 14 ans. Source : auteur. Page. 137.

Figure III-110 : carte montrant des zones de concentrations des jeunes adultes, les unités de logements sont plus faciles à louer, et les commerces de proximité prospèrent. Source : auteur. Page. 138.

Figure III-111 : carte symbolisée par la désignation de zonage. Source : auteur. Page. 139.

Figure III-112 : carte des zones classées à développement mixte. Source : auteur. Page. 139.

Figure III-113 : carte d'emplacement de développement mixte en relation avec le site de la future Gare. Source : auteur. Page. 139.

Figure III-114 : carte montrant le pourcentage des locataires par rapport aux propriétaires des logements occupés : les zones brunes représentent les emplacements comptant le plus de locataires dans le quartier de la nouvelle gare. Source : auteur. Page. 141.

Figure III-115 : Carte de comparaison entre locataires et propriétaires. Source : auteur. Page. 143.

Figure III-116 : carte montrant les zones ayant un grand nombre d'habitant dans une tranche d'âge de 20 à 39 ans. Source : auteur. Page. 143.

Figure III-117 : carte des parcelles à proximité de la gare pour développement mixte. Source : auteur. Page. 144.

Figure III-118 : carte de zone autour de la gare majoritairement peuplée de jeunes travailleurs en location [population en constante transition]. Source : auteur. Page. 144.

Figure III-119 : carte de localisation candidate ayant le grand nombre de jeunes entre 20 et 39. Source : auteur. Page. 145.

Figure III-120 : carte comparative de locataires par rapport aux propriétaires. Source : auteur. Page. 145.

Figure III-121 : carte de localisation candidate ayant le grand nombre de jeunes entre 20 et 39. Source : auteur. Page. 145.

Figure III-122 : carte de distance de marche ; 5-10-15 et 20 minutes. Source : auteur. Page. 147.

Figure III-123 : carte des distances en voiture mesurées en miles depuis le site de la gare. Source : auteur. Page. 148.

Figure III-124 : carte de la zone centrale désavantagée par les transports en commun. Source : auteur. Page. 149.

Figure III-125 : carte de Conversion des espaces verts en points « **centroïds** ». Source : auteur. Page. 151.

Figure III-126 : Visualisation de « **Model Builder** ». Entrées et sorties de données. Source : auteur. Page. 151.

Figure III-127 : carte montrant les distances autour des parcs et espaces verts à proximité du site de la Gare. Source : auteur. Page. 151.

Figure III-128 : carte des différentes distances des centre d'espace verts. Source : auteur. Page. 152

Figure III-129 : Carte des distances en ligne droite. De 2 à 30 minutes. Source : auteur. Page. 153

Figure III-130 : carte de concentration d'accidents récurrents en 2014 et 2015. Source : auteur. Page. 154

Figure III-131 : carte d'accidents sur les piétons et cyclistes. Source : auteur. Page. 155.

Figure III-132 : légende de la figure III-131. Source : auteur. Page. 155.

Figure III-133 : Carte de prédiction d'accidents en 2014 représentée en dégradé de couleurs. Source : auteur. Page. 157.

Figure III-134 : carte de concentration d'accidents *Hotspot Crash 2014.* Source : auteur. Page. 157.

Figure III-135 : carte de concentration d'accidents *Hotspot Crash 2015.* Source : auteur. Page. 157.

Figure III-136 : Carte de prédiction d'accidents en 2015 par-dessus les résultats réels des accidents en 2015. Source : auteur. Page. 157.

Figure III-137 : carte combinant par intersection les accidents de 2014 et 2015. Source : auteur. Page. 158.

Figure III-138 : Carte d'accidents de voitures en 2015 à Savannah. Source : auteur. Page. 160.

Figure III-139 : carte de Superposition des accidents de 2015 sur les prédictions de 2014. Source : auteur. Page. 160.

Figure III-140 : carte de prédiction de 2014 d'accidents de voitures. Source : auteur. Page. 160.

Figure III-141 : Représentation accentuée des accidents d'autos en 2014 [Heatmap]. Source : auteur. Page. 161.

Figure III-142 : Représentation accentuée des accidents d'automobiles en 2015 [Heatmap]. Source : auteur. Page. 161.

Figure III-143 : Représentation Figure III-141 et Figure III-142. Source : auteur. Page. 161.

Figure III-144 : Carte montrant la concentration des accidents de voitures en 2014 et 2015 à côté des parcs et espace verts. Source : auteur. Page. 162.

Figure III-145 : Système des rues montrant l'utilisation spatiale de l'espace public par les piétons : Source : auteur. Page. 164.

Figure III-146 : Espace vert et pistes piétonnes. Source : auteur. Page. 164.

Figure III-147 : Espace vert et parcelles vacantes. Source : auteur. Page. 164.

Figure III-148 : Voies à sens unique et espaces verts. Source : auteur. Page. 164.

Figure III-149 : Parcelles vacantes et pistes vertes. Source : auteur. Page. 164.

Figure III-150 : capacite journalière des rues et le degré d'utilisation par les automobiles. Source : auteur. Page. 165.

Figure III-151 : forte concentration de crime en 2013. Source : auteur. Page. 167.

Figure III-152 : forte concentration de crime en 2014. Source : auteur. Page. 167.

Figure III-153 : forte concentration de crime en 2015. Source : auteur. Page. 167.

Figure III-154 : le calque d'éclairage (électricité) sur la criminalité en 2013. Source : auteur. Page. 167.

Figure III-155 : le calque d'éclairage (électricité) sur la criminalité en 2014. Source : auteur. Page. 167.

Figure III-156 : le calque d'éclairage (électricité) sur la criminalité en 2015. Source : auteur. Page. 167.

Figure III-157 : Savannah GA, 2015 les vols de voitures et autres incidents de voitures. Source : auteur. Page. 169.

Figure III-158 : Heat Map en 2015 les piétons ayant souffert des crimes de rue (viols, vols dans la rue, agressions**)**. Source : auteur. Page. 169.

Figure III-159 : Heat Map 2015 crimes de rues (vol de voiture, viols, agressions de rues). Source : auteur. Page. 169.

Figure III-160 : Savannah 2015 carte de viols (Revolver, Violence et autres armes). Source : auteur. Page. 169.

Figure III-161 : Savannah, 2015 Agressions de rue (Revolvers, Violence et autre armes). Source : auteur. Page. 169.

Figure III-162 : l'état du crime au environs du site en 2015. Source : auteur. Page. 170.

Figure III-163 : carte des endroits de la ville où les viols ont eu lieu. Source : auteur. Page. 171.

Figure III-164 : carte des autres crimes commis sur des femmes tels que ; (sac arraché, brutalité physique et agression). Source : auteur. Page. 171.

Figure III-165 : carte des endroits de récurrences des crimes sur les femmes dans la ville de Savannah en 2015. Source : auteur. Page. 171.

Figure III-166 : carte de Prédiction _ Superposé sur crimes de type viols. Source : auteur. Page. 172.

Figure III-167 : CRIME de rue _2015v3- Prédiction _ Superposé sur les crimes de rue. Source : auteur. Page. 172.

Figure III-168 : Superposé sur les crimes de rue combinés. Source : auteur. Page. 172.

Figure III-169 : carte montre les 6 subdivisions de la ville et en bleu le site de la gare contenu dans un cercle de trajet/distance de **1 mile ou 1 km 1/2.** Source : auteur. Page. 173.

Figure III-170 : les zones de crime de propriétés. Source : auteur. Page. 173.

Figure III-171 : Les zones du centre-ville ayant un grand nombre de locataires. Source : auteur. Page. 175.

Figure III-172 : Concentration de crimes d'agressions (rue) et leur proximité aux postes de police. (2015). Source : auteur. Page. 175.

Figure III-173 : Concentration de crimes et leur proximité aux postes de police. Source : auteur. Page. 175.

Figure III-174 : représentation en densité. Source : auteur. Page. 175.

Figure III-175 : Contraste entre les locataires et propriétaires. Source : auteur. Page. 176

Figure III-176 : Comparaison entre les locataires et propriétaires : Source : auteur. Page. 176

Figure III-177 : tableau combine les propriétaires et les locataires de manière à mieux comprendre la majorité par quartier. Source : auteur. Page. 176.

Figure III-178 : carte de temps nécessaire pour parcourir le centre-ville en transports en commun. Source : auteur. Page. 177.

Figure III-179 : carte de répartition des bureaux de police dans la ville de Savannah. Source : auteur. Page. 177.

Figure III-180 : carte de zones de concentration de crimes à forte récurrence. Source : auteur. Page. 178.

Figure III-181 : carte des zones affectées légèrement par les concentrations de crime. Source : auteur. Page. 178.

Figure III-182 : carte de criminalité et temporalité dans la ville de savannah. Source : auteur. Page. 179.

Figure III-183 : carte de crime en 2015 en 3Dimensions. Source : auteur. Page. 181.

Figure III-184 : carte de crime en 2014 en 3Dimensions. Source : auteur. Page. 181.

Figure III-185 : carte de crime en 2013 en 3Dimensions. Source : auteur. Page. 182.

Figure III-186 : carte d'endroits à crimes persistants et statistiquement significatifs. Source : auteur. Page. 183.

Figure III-187 : carte des endroits qui statistiquement ont eu récurrence importante à intervalle de temps. Source : auteur. Page. 184.

Figure III-188 : carte de crime en 2013 à Savannah comparant l'année 2013 avec les récurrences historiques. Source : auteur. Page. 185.

Figure III-189 : carte de crime en 2014 à Savannah comparant l'année 2014 avec les récurrences historiques. Source : auteur. Page. 185.

Figure III-190 : carte de crime en 2015 à Savannah comparant l'année 2015 avec les récurrences historiques. Source : auteur. Page. 185.

Figure III-191 : Carte 3D de représentation de l'animation des mois successifs de crimes à Savannah. Source : auteur. Page. 186.

Figure III-192 : carte d'Illustration des zones de criminalité sur les femmes en 2014. Source : auteur. Page. 187.

Figure III-193 : carte d'Illustration des zones de criminalité sur les femmes en 2015. Source : auteur. Page. 187.

Figure III-194 : carte des années 2014 et 2015 combinées. Source : auteur. Page. 187.

Figure III-195 : carte montrant le pouvoir d'achat des foyers ayant des jeunes de 14 ans et moins. Source : auteur. Page. 187.

Figure III-196 : Cette carte montre une concentration au centre-ville de ménages ayant un pouvoir d'achat très bas avec un maximum de jeunes de moins de 14ans. Source : auteur. Page. 188.

Figure III-197 : carte de distances de marche de 5-10- et 15 minutes. Source : auteur. Page. 190.

Figure III-198 : carte de distance de marche de 5 minute en plus grand. Source : auteur. Page. 190.

Figure III-199 : tableau de distance de la population par *groupe culturel* dans la zone des 5 minutes de marche du site. Source : auteur. Page. 191.

Figure III-200 : carte d'analyse de la zone à 5 minutes de marche du site. Source : auteur. Page. 191.

Figure III-201 : Ce tableau d'indications sur l'utilisation des transports en commun pour se rendre au travail. Source : auteur. Page. 193.

Figure III-202 : carte infographique de la zone autour du site avec une de distance de marche de 5 minutes. Source : auteur. Page. 193.

Figure III-203 : carte montrant les habitants de communauté qui sont en majorité pauvres. Source : auteur. Page. 195.

Figure III-204 : La carte infographique de la zone autour du site de distance de marche de 10 minutes. Source : auteur. Page. 196.

Figure III-205 : pyramide des âges de la population autour du site. Source : auteur. Page. 197.

Figure III-206 : pyramide des âges est de la population et un nombre plus élevé d'étudiantes dans la tranche d'âge de 19 à 25 ans. Source : auteur. Page. 198.

Figure III-207 : carte du sommaire démographique. Source : auteur. Page. 199.

Figure III-208 : tableau de données de prédictions d'augmentation de population en 2021. Source : auteur. Page. 201.

Figure III-209 : tableau du profil Infographique de synthèse des salaires des ménages dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes) : Source : auteur. Page. 203.

Figure III-210 : tableau du profil Infographique de synthèse des populations par âge et sexes des ménages dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes). Source : auteur. Page. 204.

Figure III-211 : Tableau comparatif de population blanche et noire par rapport à la population hispanique entre 2016 et 2021. Source : auteur. Page. 205.

Figure III-212 : Profil Infographique de synthèse des foyers par types dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes) : Source : auteur. Page. 207.

Figure III-213 : Profil Infographique de synthèse des populations par niveau d'éducation dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes). Source : auteur. Page. 208.

Figure III-214 : Profil Infographique de synthèse des populations par rapport au styles, tendances et aux dépenses dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes). Source : auteur. Page. 209.

Figure III-215 : Profil Infographique de synthèse des populations par rapport au pouvoir d'achat ainsi que le revenu disponible (épargnes) dans les 3 zones analysées (5 minutes_10 minutes _15 minutes). Page 210.

CHAPITRE IV

Figure IV-1 : Schéma d'équation de régression. *Source. Esri training ; Regression analysis.* Page 214.

Figure IV-2 : schéma graphique décrit chaque étape du flux de travail de régression. *Source. Esri training ; Regression analysis.* Page 215.

Figure IV-3 : schéma des six contrôles statistiques de régression. *Source. Esri training ; Regression analysis.* Page 217.

Figure IV-4 : tableau des données à l'état brute utilisées. Source, auteur. Page 220.

Figure IV-5 : tableau de fréquences cumulatives d'accidents au même endroit. Source, auteur. Page 221.

Figure IV-6 : écran de création de code dans l'application SAS. Source, auteur. Page 222.

Figure IV-7 : tableau de reclassement des données et variables à analyser. Source, auteur. Page 223.

Figure IV-8 : carte montrant la Bull Street et sa position stratégique dans la ville. Source, auteur. Page 224.

Figure IV-9 : tableau de fréquence de procédure selon les rues. Source, auteur. Page 225.

Figure IV-10 : tableau des accidents mortels causées par des accidents. Source, auteur. Page 226.

Figure IV-11 : tableau des différents accidents. Source, auteur. Page 228.

Figure IV-12 : tableau des cause primaires d'accidents. Source, auteur. Page 229.

Figure IV-13 : tableau de fréquence de procédure. Source, auteur. Page 230.

Figure IV-14 : code des impacts d'accidents par localisation. Source, auteur. Page 230.

Figure IV-15 : code des impacts d'accidents par localisation. Source, auteur. Page 232.

Figure IV-16 : tableau de type d'éclairage pendant les accidents. Source, auteur. Page 232.

Figure IV-17 : tableau de fréquence des premières causes d'accidents. Source, auteur. Page 233.

Figure IV-18 : tableau d'accidents par âge du conducteur. Source, auteur. Page 234.

Figure IV-19 : tableau d'accidents par âge du conducteur et par fréquence. Source, auteur. Page 235.

Figure IV-20 : code de la cause première des accidents. Source, auteur. Page 236.

Figure IV-21 : code de groupe d'âge des piétons victimes d'accidents. Source, auteur. Page 237.

Figure IV-22 : formulation de code. Source, auteur. Page 238.

Figure IV-23 : graphiques univariés. Source, auteur. Page 239.

Figure IV-24 : chartes des premières causes d'accidents pour les automobilistes. Source, auteur. Page 240.

Figure IV-25 : chartes des deuxièmes causes d'accidents pour les automobilistes. Source, auteur. Page 241.

Figure IV-26 : tableaux de visualisation d'accidents sur une durée de 5ans. Source, auteur. Page 242.

Figure IV-27 : Le degré d'erreur dans la variable de l'âge du conducteur. Source, auteur. Page 243.

Figure IV-28 : tableau de représentation de hautes valeurs et basses valeurs pour raison de contraste. Source, auteur. Page 244.

Figure IV-29 : tableau de catégorie par groupe d'âge du conducteur. Source, auteur. Page 245.

Figure IV-30 : Le code de visualisation des âges par catégorie. Source, auteur. Page 246.

Figure IV-31 : tableaux comparatifs des degrés d'erreurs des données sur les automobilistes et les piétons. Source, auteur. Page 247.

Figure IV-32 : tableau de procédure « UNVARIATE ». Source, auteur. Page 247.

Figure IV-33 : Valeurs manquantes. Source, auteur. Page 249.

CHAPITRE V

Toutes le figures du chapitre V on pour source l'auteur(doctorante) à l'exception de celles-ci-dessous.

Figure V-1 : Illustration des composantes de l'infrastructure verte. Source. *Green Infrastructure for the US, Pge 5* Page 252.

Figure V-2 : schéma du Processus Geodesign. Source : https://www.esri.com/training/courses/586c3b24d62751d90c64b934-13733//Content/Media/GIInGeoDesign.png . Page 256.

Figure V-3 : Illustration hybride et représentative de cartographie et imagerie s de l'infrastructure verte. Source: Green Infrastructure for the US, Pge 5. Page 256.

Figure V-4 : couches représentant l'infrastructure verte. Source : ESRI. Page 257.

Figure V-5 : inondation à Savannah en Géorgie. Source : https://www.google.com/search?rlz=1C1NDCM_enUS826US826&biw=1920&bih=888&tbm=isch&sa=1&ei=WrysXP_LHoPy5gKm

qp04&q=savannah+GA++flooded&oq=savannah+GA++flooded&gs_l=img.3...15645.17658..18097...0.0..0.177.769.6j2.....1....1..gws-wiz img.....0j0i8i30j0i24.a8xSkrTS240#imgdii=a_iRVGmIE5eBsM:&imgrc=B6vRq8NhpDawVM: page. 259.

Figure V-6 : Ouragan Matthew en 2016. Source : https://www.worldvision.org/disaster-relief-news-stories/hurricane-matthew-facts page. 264.

CHAPITRE VI

Toutes les figures du chapitre VI ont été créées et générées par l'auteur de ce travail.

CHAPITRE VII

Toutes le figures du chapitre V ont pour source l'auteur(doctorante) à l'exception de celles-ci-dessous.

Figure VII-1 : Chart des migrations. Source : https://www.bbc.com/news/world-europe-44660699 page. 310

Figure VII-2 : Chart des migrations morts pendant la traversée de la méditerranée. Source : https://www.bbc.com/news/world-europe-44660699 page. 310

Figure VII-3 : charte dles magasins de grande surface ayant fermee en 2018. Source : https://www.google.com/search?q=retail+store+closing+in+2018&rlz=1C1NDCM_enUS826US826&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjzlKWbkNDjAhUhwFkKHWLuC-UQ_AUIEygD&biw=1920&bih=888#imgrc=pNoj1JVB-TLqfM: visité le 15 Juin 2019. Page 312.

Figure VII-4 : fermeture des magasins dans les grandes surface en 2018, Source : https://www.google.com/search?rlz=1C1NDCM_enUS826US826&biw=1920&bih=888&tbm=isch&sa=1&ei=z9dRXZKVGoiV5wKepoqoCA&q=picture+of++stores+closing+in+2018+in+malls&oq=picture+of++stores+closing+in+2018+in+malls&gs_l=img.3...16467.28256..28673...0.0..1.295.179

3.17j2j1.....0....1..gws-wiz-img.-bVPxP_in5c&ved=0ahUKEwjSuIOaof7jAhWIylkKHR6TAoUQ4dUDCAY&uact=5#imgdii=V_h_zX39VgkCwM:&imgrc=oRRl_kzqCyqCKM: page. 313.

Figure VII-5 : représentation de l'occupation spatiale pendant différentes heures. Source : Song Gao, Avril 2013. Page 315.

Figure VII-6 : La silhouette de la ville de new York. Source : https://www.google.com/search?rlz=1C1NDCM_enUS826US826&biw=1920&bih=888&tbm=isch&sa=1&ei=l147XevwI4K1ggfmx7TgBw&q=new+york+skyline&oq=new+york+skyline&gs_l=img.3..0i67l3j0l4j0i67j0l2.230013.236434..236996...0.0..1.828.2580.12j1j1j5-1j1.....0....1..gws-wiz-img.ydaw2eVhD-M&ved=0ahUKEwirmPLAstPjAhWCmuAKHeYjDXwQ4dUDCAY&uact=5#imgrc=fdfCe4paf1VLoM: visité le 26 Juillet 2019. Page 332.

CHAPITRE VIII

Toutes le figures du chapitre VIII sont des résultats du travail du groupes #2 de la classe de quatrième année d'architecture en Automne 2018 à **SCAD** (Savannah College of Art and Design).

ANNEXES

ANNEXE I :

Les images des interviews appartiennent aux personnes interviewées.

- Pour l'interview de **Carl Steinitz,** les image m'ont été données par Carl et sont de son travail sur le Geodesign, se multiples conférences et enseignement dans le monde.
- Les images comprises dans l'interview de **Jan Gehl,** m'ont été données par ce dernier lors de notre rencontre à Copenhague. Jan Gehl a tenu à ce que je puisse utiliser ces images de sa conférence au Japon. Je lui en suis très reconnaissante.

Figure A-I.1 : Dédicace de jan Gehl dans son bureau de Copenhague le 28 Aout 2018. Un moment inoubliable et riche en échanges et enseignements. Source : auteur. Page 429.

Figure A-I.2-2 : Photo avec Jan Gehl dans son bureau à Copenhague. 28 Août 2018.

ANNEXE II :

A-II.1 Le point sur les applications utilisées dans ce travail ainsi que leurs évolutions pendant la durée de ce travail.

A-II.1.2 Arc MAP:

A-II.1.3 City Engine:
A-II.1.4 Arc GIS Pro:

A-II.1.5 GIS Online:

A-II.1.6 D'autres applications

A-II.2 Les limitations des applications utilisées dans le domaine de la construction

A-II.2.1 Les difficultés de compatibilités et interopérabilités dans les outils utilisés dans la conception urbaine actuelle.
A-II.2.2 Les difficultés et réflexions liées aux évolutions des applications pendant la durée de la thèse :

A-II.2.3 Apport de la nouveauté des logiciels utilisés dans ce travail.
A-II.2.4 Nouveaux axes apparus :

A-II.2.5 L'outils géo spatial efficace mais payant :

A-II.2.6 Les limites et difficultés de l'usage de tels outils dans ce travail et spéculations sur leur intégration avenir dans les disciplines urbaine et architecturale :

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

ANNEXE-I :

LES INTERVIEWS, PUBLICATIONS, CONFÉRENCES, TRAVAIL EN COLLABORATION, COLLOQUES, TABLES RONDES ET DISCUSSIONS SUR LE SUJET DE LA THÈSE PENDANT LES QUATRES DERNIÈRES ANNÉES :

A-I.1 What is geodesign ?

According to Jack Dangermond, "Geodesign brings geographic analysis into the design process where initial design sketches are constantly vetted for suitability against a myriad of database layers describing a variety of physical, and social factors for the spatial extent of the project. This on-the-fly suitability analysis provides a framework for design, giving land-use planners, engineers, transportation planners, and others involved with design the tools to leverage geographic information within their design workflows."[176] — ArcNews Online Summer 2009

Qu'est-ce que geodesign ?

Selon Jack Dangermond[177], "Geodesign intègre dans le processus de conception une analyse géographique dans laquelle les croquis de conception initiaux sont constamment vérifiés et contrôlés par rapport à une multitude de couches de base de données décrivant une variété de facteurs physiques et sociaux pour l'étendue -L'analyse de l'aptitude à la volée fournit un cadre de conception permettant aux planificateurs de l'utilisation des sols, aux ingénieurs, aux planificateurs des transports et à d'autres personnes impliquées dans la conception de disposer des outils nécessaires pour exploiter les informations géographiques dans leurs processus de conception. ArcNews Online Summer 2009

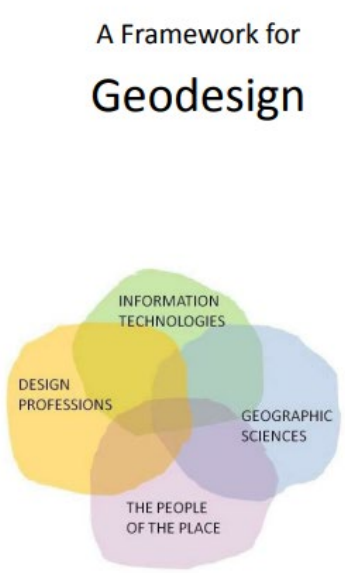
[176] http://www.esri.com/news/arcnews/summer09articles/gis-designing-our-future.html

[177] Jack Dangermond is an American billionaire businessman and environmental scientist. In 1969, he co-founded with his wife Laura the Environmental Systems Research Institute, a privately held geographic information systems software company.
Jack Dangermond est un milliardaire américain, spécialiste de l'environnement et scientiste. En 1969, il a co-fondé avec son épouse Laura le Environmental Systems Research Institute ESRI, une société privée de logiciels de systèmes d'information géographique.

Source des images.[178]

[178] Images prises par moi lors du GeoDesign Summit en Janvier 2018. L'image à gauche montre Jack Dangermond en discussion table ronde et à droite un conférencier de AutoDesk présentant les intérêts d'un partenariat entre AUTODESK et ESRI.

A-I.2 Interview with Professor Carl Steinitz: Carl Steinitz is the Alexander and Victoria Wiley Professor of Landscape Architecture and Planning, Emeritus, at the Graduate School of Design, Harvard University.



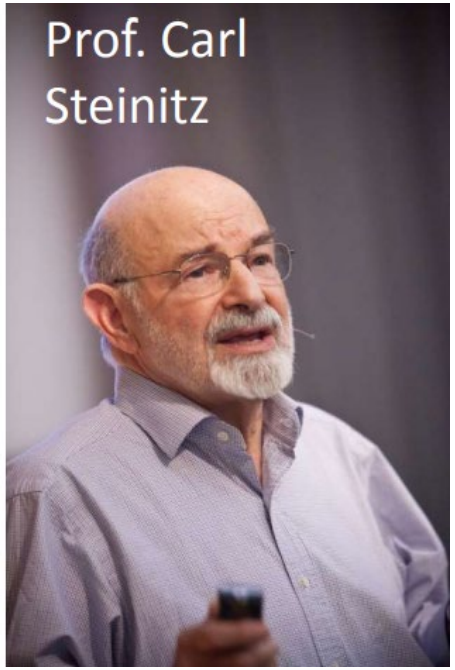


Image source : PEOPLE, PLANET, PROFIT a revolution in integrating local and global for a resilient future "Surface Water – Regional Development Dorset"

Martin Peersmann page 8

A-I.2.1 À propos de Carl Steinitz :

Carl Steinitz est professeur émérite à l'école d''architecture paysagère Alexander and Victoria Wiley et de planification à la Graduate School of Design de l'Université de Harvard. En 1967, le professeur Steinitz a obtenu son doctorat en urbanisme et aménagement du territoire avec spécialisation en design urbain au Massachusetts Institute of Technology (MIT). Il est également titulaire d'une maîtrise en architecture du MIT et d'un baccalauréat en architecture de la Cornell University. En 1965, il a

commencé son affiliation à la Graduate School of Design de Harvard en tant que premier associé de recherche au Laboratoire d'infographie et d'analyse spatiale. Il est professeur d'architecture paysagère et de planification à la Graduate School of Design depuis 1973. Il est actuellement professeur honoraire au Centre for Advanced Spatial Analysis de l'University College London et de la Sheffield University.

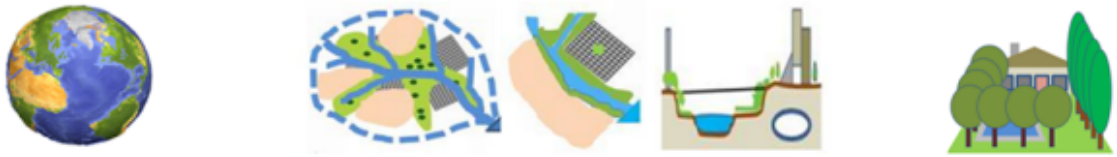
Le professeur Steinitz a consacré une grande partie de sa carrière académique et professionnelle à l'amélioration des méthodes d'analyse de vastes étendues de terres et à la prise de décisions en matière de conception en matière de conservation et de développement. Ses recherches appliquées et son enseignement sont axés sur des paysages de grande valeur qui subissent des pressions considérables en faveur du changement. Il est l'auteur principal du livre « ***Alternative Futures for Changing Landscapes »,*** (Island Press 2003) et de ***A Framework for Geodesign*** (Esri Press, 2012).

Le professeur Steinitz a donné des conférences et animé des ateliers globalement dans plus de 150 universités. En 1984, le Conseil des éducateurs en architecture de paysage (CELA) a décerné le prix *Outstanding Educator Award* au professeur Steinitz pour sa "contribution extraordinaire à l'éducation à la conception environnementale" et pour "son exploration novatrice de l'utilisation de l'informatique dans l'aménagement. En 1996, il a reçu le prix *« Outstanding Practitioner Award »* de la Société internationale d'écologie du paysage et en 2002, il a été honoré comme l'un des professeurs exceptionnels de l'Université Harvard. Depuis 2007, il est conseiller académique externe auprès de l'Union européenne, financé par le programme LE NÔTRE de rationalisation de l'éducation au paysage en Europe. Le professeur Steinitz a reçu plusieurs diplômes honorifiques et a reçu en 2015 la médaille d'enseignement du menuisier de *l'American Society of Landscape Architects*.

A-I.2.2 Questions interview :

Note : Toutes les image et illustrations suivantes sont du travail de Carl Steinitz. Le professeur Carl Steinitz fait des conférences, des tables rondes et des enseignements partout dans le monde. Sa collection d'images illustre un processus robuste de l'approche du géodesign.

1. **After so many years working and developing this concept, what is your Definition of Geodesign ?**



"Geodesign applies systems thinking to the creation of proposals for change and their impact simulations, informed by their geographic contexts, and usually supported by digital technology."

Tess Canfield after Carl Steinitz after Stephen Ervin after Michael Flaxman

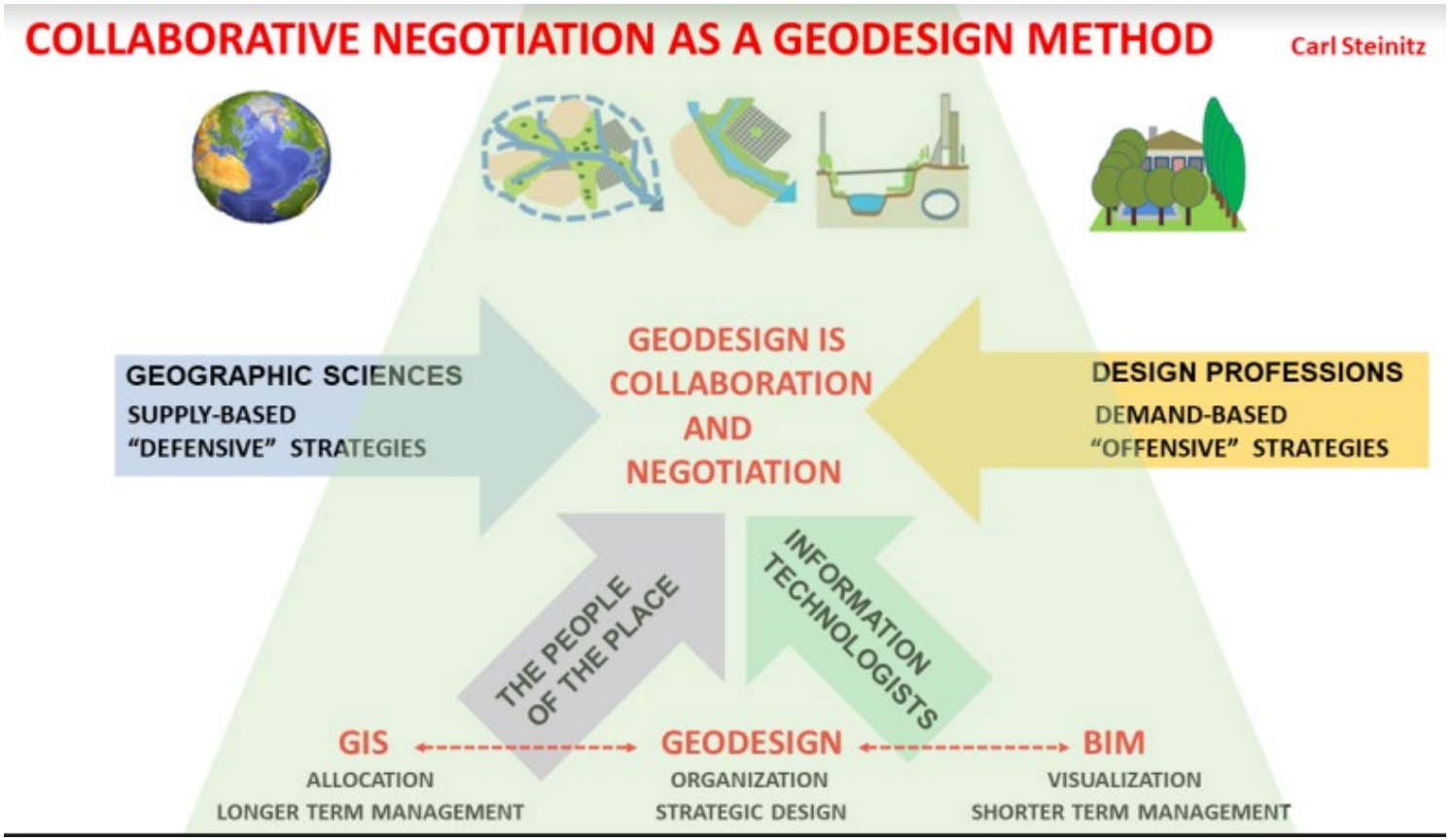
"Geodesign changes geography by design"

Carl Steinitz

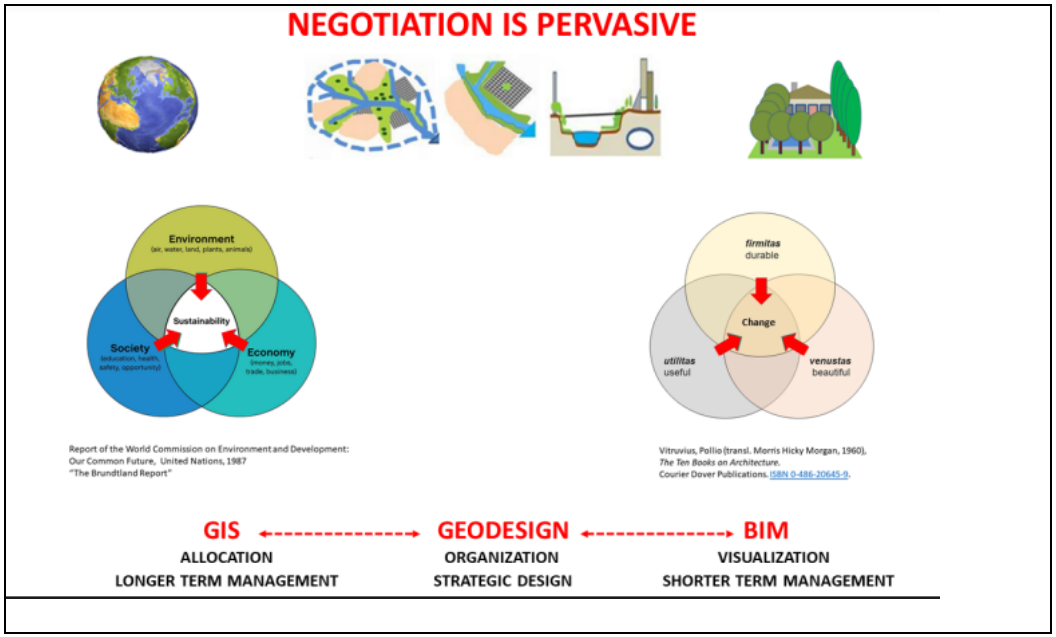
adapted from C.Steinitz, 2012, *A Framework for Geodesign* , preface

Carl : *This is not my definition, it is the one I like the most. And it started with Mike Flaxman which Stephen Ervin changed which I changed which Tess Canfield changed.*

2. **GIS seems to be a vital component of the urban planning and urban design process. However, the Geographical information System has been more associated with Science than Design. Why is that and where and how do, you see the Geodesign concept integrating the Architecture and Urban Design fields ?**
   Well, I have a different view and set of beliefs than you do, you have to look at this image here



I see geodesign as a collaborative merging of design and science processes. It is not so useful at the scale that more architects work at, and I don't see it as that useful at the scale that most scientists work at. I think on the right hand of the image above,

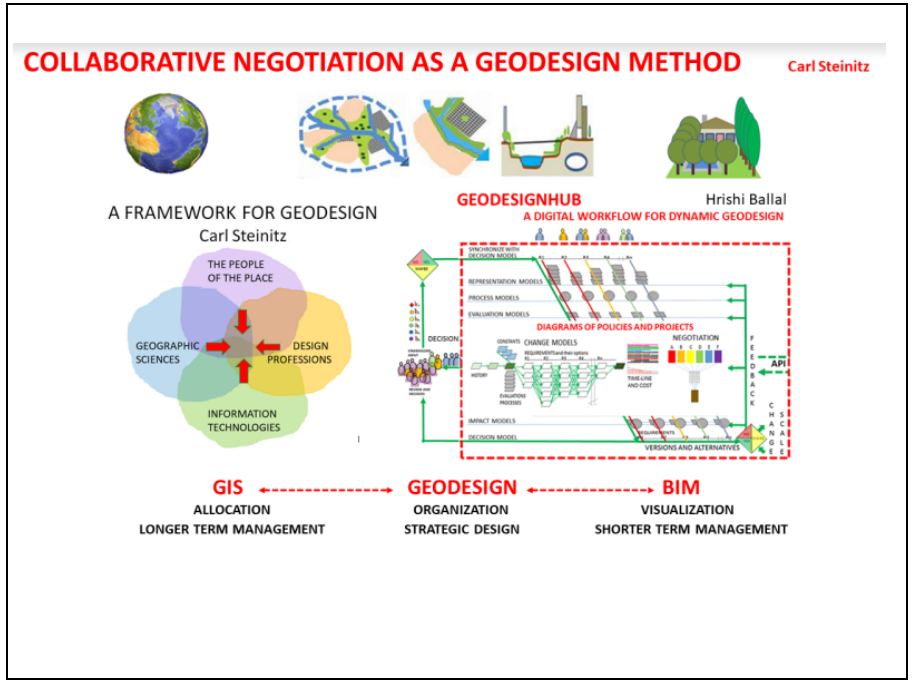


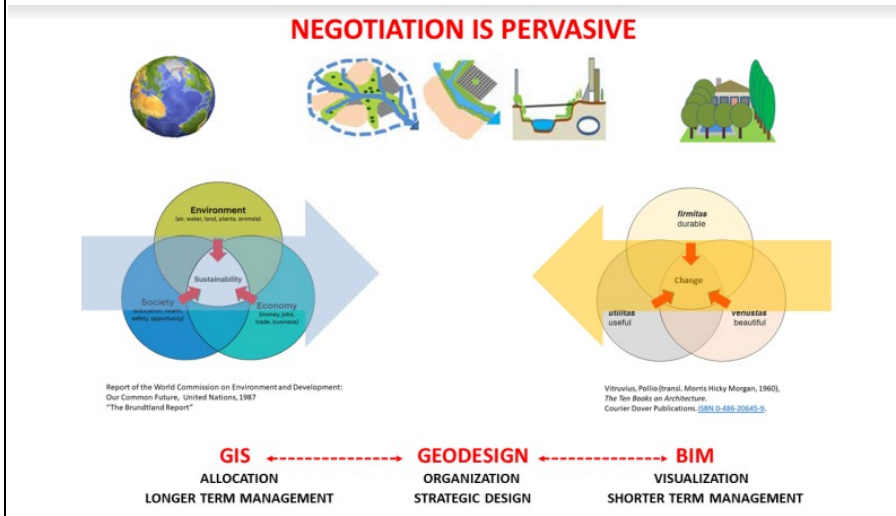
the design professions do pretty well, they have done for 2000 years, and on the left-hand side of the image, I think the scientists do very well. The scientists operate with what you have to call an individual dominated sociology and so do the design professions when you have your students. I am trained as an architect, but I am also trained professionally as a scientist. You operate on the premise of one-student one-project, and if the person is professional, the Designer SINGULAR." The designer" is always used in the singular as while they may have a staff take orders, it is the person who signs off and approves the design or makes the design and is in charge (the Designer). To be this sort of creative visionary is very competitive. The same thing is true for the scientists. The problem is in this middle range of urban design, urban planning and regional planning where the really important decisions are made, and actions taken. It is not a one-person task, it can't be a one-person task, it is too complicated, it has to be a collaboration and it has to be a negotiation based on evidence in my view.

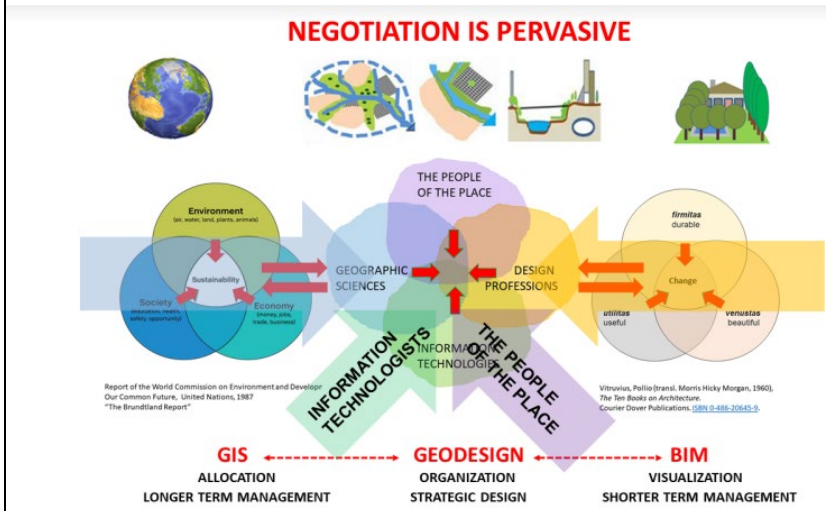
And I think it is a HUGE mistake for architecture schools to think of urban design as large architecture to be approached the way architects approach problems, because I do not think it works right. And therefore, this hybrid work of Science and Design with a very heavy dose of the people of the place and Information Technology (IT) is a side line for architects. But I think it is the core problem that needs a whole different version of how you work together. And that is why I think Geodesign is aimed at that middle ground and it is NOT architecture, it isn't. And I think that is why the BIM technology is really good at the architecture scale and the GIS technologies are really good at the global scale and both of them are going to have to be linked with Geodesign in the middle as providing the design in order to actually have a manageable world. Some of which is very local and some of which is very global. The weakest part of both the architecture Design Education and the Scientific education is that they don't teach the students how to work in this middle scale, but that is what I am trying to do, and many

other professionals. And so, about half the people I work with are designers, are very experienced and half are scientists. My work is getting them together to figuring out ways that they can work together. So, I am not at all satisfied that somebody with architecture training can function as urban designer I don't believe that for a minute. And I also don't believe that a Scientist can function as a regional planner ; I don't believe that, what they have to do is they have to bring the knowledge to the task but learn how to behave in that task in a wholly different professional way. So, that is why I am working the way I do.

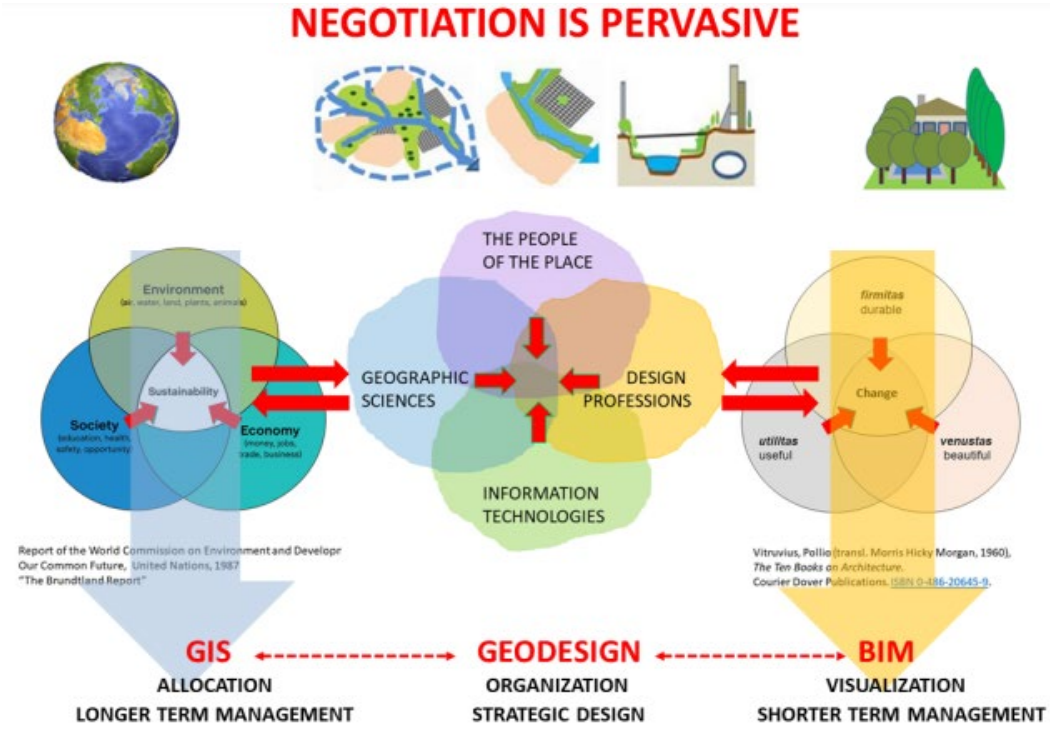
So, my view, what you did not record before, it that it has to be a collaboration of 4 types of people. And each of these types has many variations. You may have an ecologist, a geologist, an economist ; on the left-hand side you may have an architect, and urban designer, an urban planner, a civil engineer, all of which are designers on the right-hand side. By the way a banker might be considered a designer and the people of the place and the Information Technology (IT). But what happens is they better agree with each other in other words UNLIKE an architect who in an ideal environment, is given a good client, a good site, a good program. In this middle ground, there is no client, there is no site necessarily and there is no program. There are many clients and they do not agree. Many programs that operate simultaneously and many sites that have to be integrated. And that is why, this process is much more complicated. And as I describe the psychological differences, between these creations mix of the scientists, planners, architects, urban designers, urban planners on the right side and they have to bring that knowledge to this middle ground (right image) in order to be able to function in a much more complicated way.




NEGOTIATION IS PERVASIVE
Environment
Sustainability
Society
Economy
firmitas
durable
Change
utilitas
useful
venustas
beautiful
Report of the World Commission on Environment and Development:
Our Common Future, United Nations, 1987
"The Brundtland Report"
Vitruvius, Pollio (transl. Morris Hicky Morgan, 1960),
The Ten Books on Architecture.
Courier Dover Publications. ISBN 0-486-20645-9.
GIS
ALLOCATION
LONGER TERM MANAGEMENT
GEODESIGN
ORGANIZATION
STRATEGIC DESIGN
BIM
VISUALIZATION
SHORTER TERM MANAGEMENT

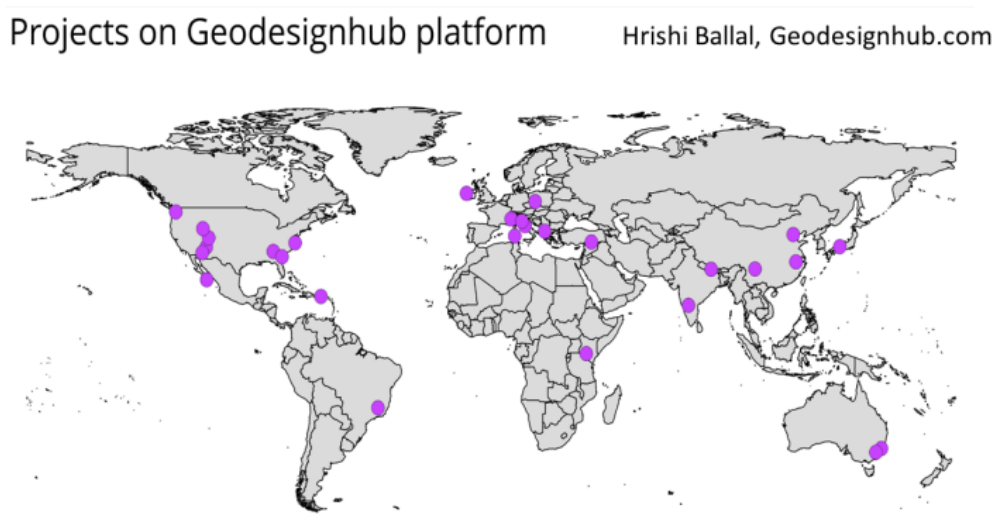

NEGOTIATION IS PERVASIVE
THE PEOPLE
OF THE PLACE
Environment
Sustainability
Society
Economy
GEOGRAPHIC
SCIENCES
DESIGN
PROFESSIONS
firmitas
durable
Change
utilitas
useful
venustas
beautiful
INFORMATION
TECHNOLOGIST
INFORMATION
TECHNOLOGY
THE PEOPLE
OF THE PLACE
Report of the World Commission on Environment and Developr
Our Common Future, United Nations, 1987
"The Brundtland Report"
Vitruvius, Pollio (transl. Morris Hicky Morgan, 1960),
The Ten Books on Architecture.
Courier Dover Publications. ISBN 0-486-20645-9.
GIS
ALLOCATION
LONGER TERM MANAGEMENT
GEODESIGN
ORGANIZATION
STRATEGIC DESIGN
BIM
VISUALIZATION
SHORTER TERM MANAGEMENT

All of these red lines are lines of negotiation, and if they succeed in this middle ground, then they will influence both global policy and local policy eventually, doing something that needs to be managed in a GIS environment or BIM environment. That is really how I see things technically and intellectually.



3. **Where has Geodesign concept worked the most ? In other words, has it performed as you expected when creating the concept ? What are the unexpected happy accidents you would say have happened along the way ?**

Well, I will try to answer your question.



First of all, there are half a dozen groups in the world who are seriously developing computer support systems for Geodesign of which, ***Hrishi Ballal*** *and* ***Geodesignhub*** *is one of them. It is the one that I think is the best and it is the one that I am involved with. So far, 150 projects have been done on this platform Ranging in scale from small-medium-big to monumental.*

.

And these are all projects (and there are many more) that are on Video tapes and YouTube. All of them have been done in workshops, at the very beginning of thinking about the problems and with real people.

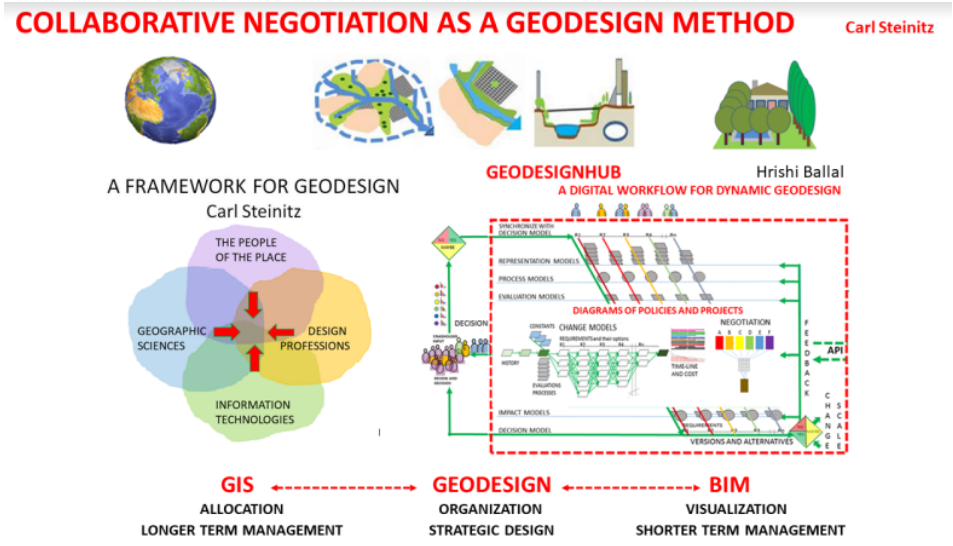
And nobody ever complaints, however throughout those projects, people have made suggestions and the methodology and software support systems have been improved dramatically by ***Hrishi*** *in the last two and half years.*

So, the question is ; have they succeeded ?
The answer is: yes, they have.
The aim is to get people to go there to think together and design together at the very beginning stage of a very complicated problem. The human learning process is the objective, not the design which is to be implemented. And that has been very successful, no question about that. The surprises are some of the comments that people make that are suggestions, many of the

things we have thought of before, some of which have been moved and we developed them. So, if we have any surprise, the surprise is that it has been working as well as it has.

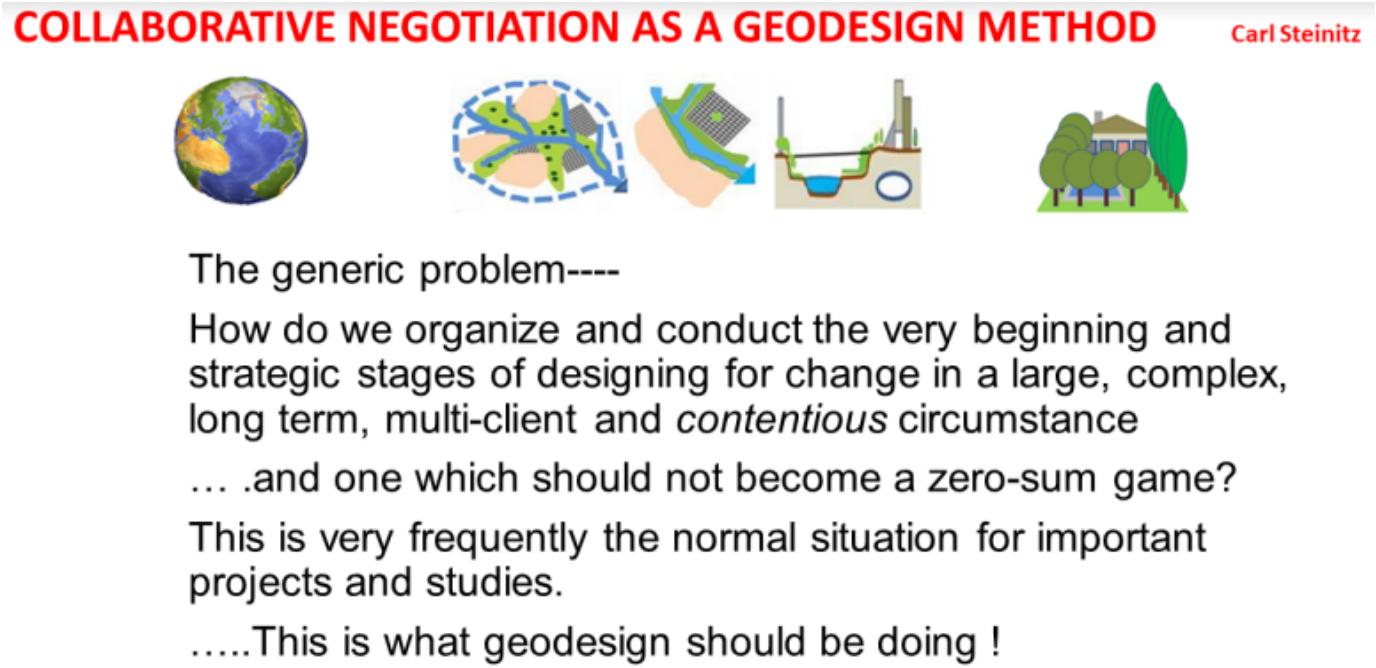
4. **I see that you also worked on Savannah. I see the map of Chatham County, so you have been working all along the coast ?**
   Yes, you know, we have been working on Savannah, we did two studies in GA, one is Chatham County, under the assumption of sea rise and the prediction of the population, and the other is a project that we did lekita Mclaming and the GA people on the coastal zone with the ten counties on the GA coastal Regional commission. Both of those are on YouTube.

5. **After reading numerous documents and watching dozens of videos on the Geodesign concept, I am still unable to come up with a clear definition of what it is; I understand the breath of the concept and the complexity and grandeur of its operation. Yet each time I try to explain it to someone, I explain it differently. Is this part of the complexity of this concept ?**
   No. It is because people have a very wide range and view of what it is. In my opinion, a vast percentage of people who are calling themselves working in Geodesign aren't. They are working in single sector, single action problems. They happen to be using GIS or Geo Planner software, and just because they are working with maps and computer make them think that they are doing Geodesign. I have been working with maps and computers for over 50 years, but I have not been working in system thinking, multiple system thinking and multiple time stages for 50 years I have been doing that for about twenty partially digitally and now for the last 5 almost all digitally. I think the complexity of what we are doing with Geodesign Hub is far greater and far more useful especially at



the beginning stages than the vast majority of people who have Geodesign on their letterhead, but it is just basically using map overlays that have been used like that non-digitally and digitally for 100 years and digitally for over 50. I am actually not impressed with a lot of the work out there that call themselves digital Geodesign. The idea of looking for a simple definition may be a Holy Grail, and I don't even think about it. The definition that I use is purposely large and purposely vague in terms of a definition. But if you basically ask me "WHAT IS THE WORKFLOW ?", that is a different story, for me the workflow is this diagram on the right of the image which basically is the basis for everything that we have done in the last five years with ***Hrishi,*** *it is the diagram of the workflow which implements the major ideas in my book called the Framework for Geodesign. And it is based on an assumption, it has a lot of technical components and actually,*

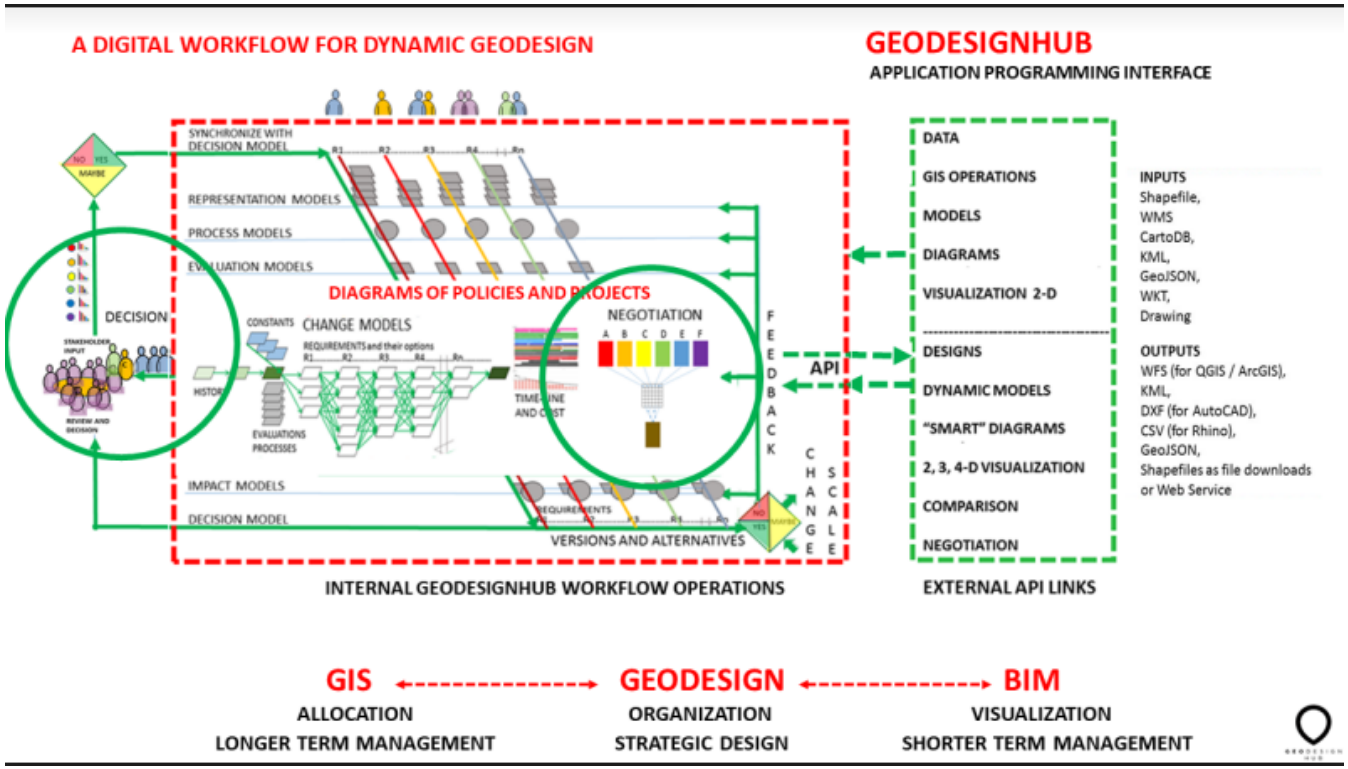
This is the problem that interest me the most. ***See image***



So, the question of the definition is ; look at three things ;

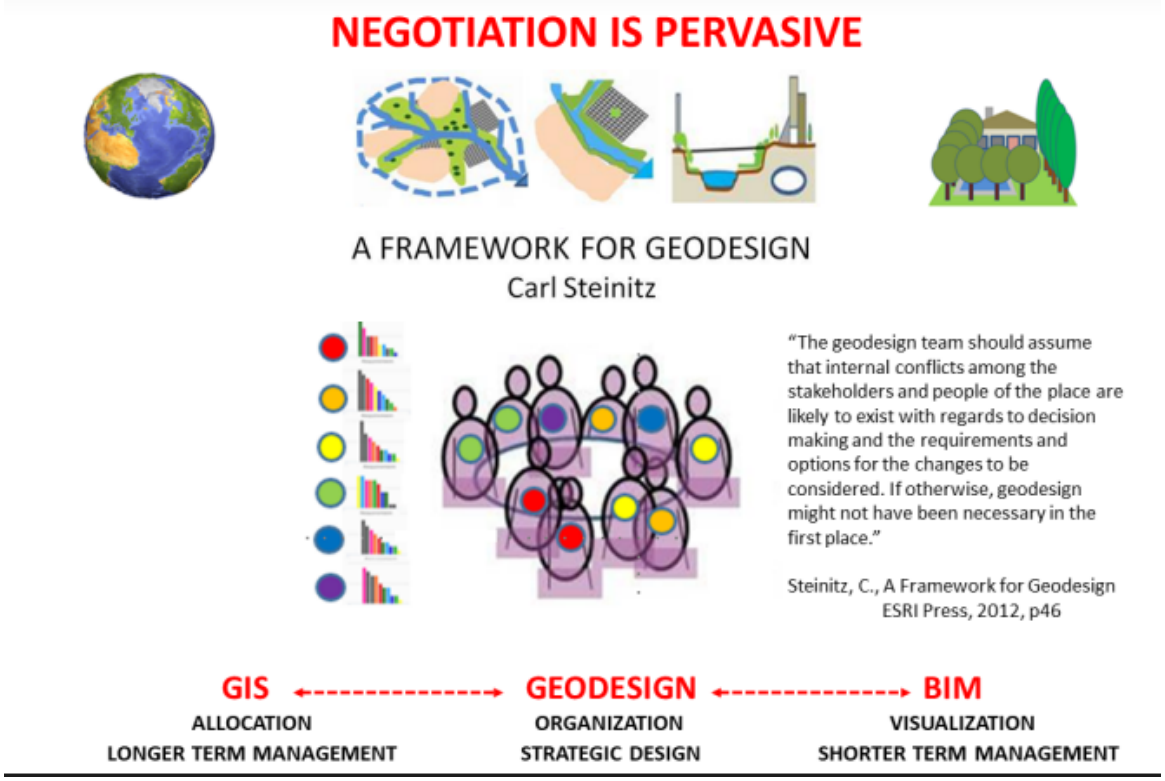
Look at the ***definition that I used****, then look at the* ***problems that I am interested in,*** *and then* ***look at the workflow****.*

And this is the workflow.



The work flow is based on a very important idea

Below is the idea. It is what I said before.



So, when you are teaching an architecture studio, or you are looking for a client, you make an assumption that there is first of all a client, that they know what they want, more or less, that they have a program, they have ideas, they have a site. The difference between that and Geodesign is what I write on the image that" ***the Geodesign team should assume that the internal conflicts among the stakeholders and people of the place are likely to exist with regard to decision making and the requirements and options for the changes to be considered. If otherwise, geodesign might not have been necessary in the first place".***

I wrote that years ago, and what it basically says is; that I have in this diagram, six groups of clients that do not agree with each other and I let them make a Design .I have never in my life, and I have been in over 150 universities and I never seen an architecture faculty member give a problem with 6 competing clients to students, but I do that all the time, by the way, at an urban design scale, you begin to face that level of complexity. That is why I think there is a HUGE gap between the two icons at the upper right of the image between the house for a private family (Architect) and the part of the city that has all kinds of stuff going on. There is a big difference and an architect believe that they are doing at the urban design scale and they don't.

6. **Would I be off if I said that the Geodesign is an efficient approach that uses a cross-disciplinary platform through extensive analyze and data crossing and exchange to help inform decision-making process ?**
   Yes, this is the key, that Geodesign has a set of design methodologies inside it which lead to create a decision process that is basically not a zero-sum game. Which is a negotiation that is intended to satisfy the most people in the majority of what they need. It is not DATA oriented at all. It is design oriented toward a decision that is potentially feasible.in fact, in my opinion, it works on minimum data not maximum data and diagrams rather than precision.

7. **How about Geo Planner ? My understanding of the Geo planner application is that it is a tool used in the Geodesign approach. Is that accurate ?**
   It is accurate but it is not sufficient.in other words, I think geo planner can be a useful tool to some aspects of geodesign. Geo planner is designed fundamentally for one person to sit in front of the computer and make a design. Where what we are doing is, the software is designed for 30 peoples, enabling collaboration amongst groups to make design. Because they are all at the table, they are all making the design. It is a very different way of designing when you are using geoplanner and when you are using geodesign hub. Now, if we make a general design in geodesign hub, we can and have passed it through geoplanner and eventually to City Engine. The city of Australia project and the Seattle project are the perfect exemples of doing that (found on YouTube). There are different ways of working in different pieces of software, but I think that ESRI data structure is very

useful and a lot of people use ESRI's data structure to produce the evaluation that enter geodesign hub. Do I really think that geoplanner is as useful as people think ? NO, I don't think so. I think it is too detailed, too slow and too hard to learn. There are all kinds of things wrong with it and yet it is a very useful potential tool for parts of the problem.

8. **It is very intriguing to look at your background as an architect. I cannot help but ask the question ; how did you get there from your background as an architect ?**
   The real answer to that question are two very important personal circumstances. I grew up in New York city, I went to architecture school then went back to New York City and I realized how racially and religiously prejudice the architecture practice was in New York, and I did not like it, so, I decided that what I was doing, was not terribly interesting enough that I was useful. I had a Fulbright when I was at the end of my under graduate and then I decided to go to MIT. While I was at MIT, the PhD. Program in urban Design started and I decided to be a doctorate student in 1964. I traveled around the world for 9 months and while staying in Calcutta, one night I went out to dinner, when I was having dinner the monsoon started.

Images of monsoon; image source [179]

179 https://www.google.com/search?rlz=1C1NDCM_enUS826US826&q=the+monsoon+in+1964&tbm=isch&source=univ&sa=X&ved=2ahUKEwimuauXxZHjAhWnwFkKHe1NDp4QsAR6BAgIEAE&biw=1097&bih=535&dpr=1.75

So, when I came back three hours later, I was basically waist-deep in water and I knew that they were people sleeping in sewer pipes under water, because I was staying in the salvation army hostel, I said ; ***this is stupid,*** *working at the scale of a building is just non-sense, I am not interested in that anymore and I stopped and became much more interested in this middle scale which is much more difficult, much more complicated, much less famous. Let me digress, I tell my graduate students ; "****you have a choice in life ; you can make a lot of change for a little or*** *a* ***little change for a lot****". And a typical architect makes a lot of changes for a little, and I am more interested in making a little change for a lot and the amount of people who make a lot of changes for a lot are* ***1 in a billion****. And it is not likely to be you and it is a little more likely to be me. So that is a choice and we all make that choice, but some of us have chances and accidents and all kinds of randomness the way. But it could be made. And I am simply not interested in one building or one acre or one client, I think that is noise for the type of problems that I am interested in.*

9. **Having studied as an architect and understanding the architecture and urban Design curriculum, would you say that a concept such as the Geodesign MUST be the Core concept in the architectural curriculum ? Especially in the analysis process ? Why ? And/or Why not ?**

No, I don't think it is core because you have to bring something to the table which it is a professional, Science technology or whatever it is. But I think it is a necessary experience because not everybody wants to collaborate and not everybody wants to negotiate. The myth of architect is still ***"The Fountainhead*** *"and the idea that "my design is the best design", and you have to put that to the side, you have to change mental states to move to a larger, more complicated, more longer-term problem. The issue with negotiation is that the design method is a learned experience it is not an innate experience. And I think that everybody from both sides Scientists/Design professionals needs that experience because one in ten people are enacted by that view, then we have enough people but right now we need 10,000 people working at the middle scale in the world and we do not have them. And that is something else, I don't believe that Geodesign is a profession and I don't believe that it is something that you start out being taught. I know that at the University of Southern California is teaching undergraduate in Geodesign, and I am very respectful of what it is doing because it is an important experiment and I like the students as I have taught them. But I believe that it is a proper study for graduates not undergraduate. But every undergraduate needs an experience that is collaborative not 15 students just sharing the analysis or 15 students making one Design.*

10. **Today, we are witnessing a technological era where Architecture, Urban planning, Social Sciences, Mathematic, electronics, cloud-based services are coming together on a single transdisciplinary platform and like never before, information is becoming an artificial intelligence crucial for future Cities design. Would you say that the Geodesign concept through the Geoplanner application might be the Single platform where all these disciplines coalesce ?**

    I think not, but the idea of interoperability is very high. In other words, I do not believe in a single platform, but I believe in platform interacting with each other easily. I think that Artificial Intelligence (AI) will play a role but I don't think that you are going to have algorithmic designs of cities. I think it is going to be human interaction with computer support. And I think it should be.

11. **What are your advice for an architecture professor who teaches on a quarter system, and has to have a defined project with a specific site and program [sq. ft] for an architectural Design studio class. From my experience with the Geodesign approach, picking a site and a program prior to any Suitability analysis seems to be contrary to a good design approach, yet the Geodesign method appears messy, conceptual and somewhat lengthy to make good use of it in a 10 weeks quarter. By the time, students get to the scenarios upon which good design decisions are made, it is the end of the quarter. With this issue of time constraint, how would you suggest the Geodesign concepts be incorporated in a 10 weeks Architectural Design studio ?**

    That is a good question., well the first thing is a personnel thing, look for other schools, because you are really being hurt by the short and sweet aspect. When I started teaching at Harvard, in our studios, we had 3 projects in one semester, and each was 4 weeks long. The students were given the problem, if you did not have your design concept in 24 hours, you were dead. So, if it is a reciprocal problem with a with a clear objective and a clear site, a clear program…You ought to be able to come up with a design, but what happens if you think there are 50 designs ? Then you are in big trouble. So, I think that the constraint is not necessary the time, it is that you are being told that you have to have a client and a program and a site. In other words, I think that is a TERRIBLE way of teaching, because what you are going to end up with is training employees. Nobody who runs his own practice operate that way. The role of the person who run a practice is to figure out what the site the client and the program should be with the client. It is just a stupid way of tying the hand of the faculty. Now the question is, what could you do in a quarter ? You could do a lot. First of all, you can take an existing problem like Chatham county where the people of GA, the faculty group of GA have all the model and all the diagrams and what you can do is invite the people from Athens GA to run a workshop with you and students and colleagues in which the students don't do the suitability analysis because it has been done already. But what you do is you do the synthesis. How should savannah grow double/ double the port and drain the river and respond to see rise and let them run a few days' workshop, this way, each student can pick a project

over the overview they have developed. And then you still have 7 weeks for them to develop the project imagining what that can be on their own choice. The other option is, to use the number of students (15) take a 3x5 grid and put it over Chatham county. So, you have 15 boxes over Chatham County. Then have the student pick number through lottery. Whoever get #1 has the first choice and pick a location and who gets # 15 picks the last box. Etc…then tell the student that you want to see a physical version of what this place is going to look in 20 years. But it has to be one large drawing the size of the largest paper you can provide and at the end of the project there should be no boundaries. So, the students have to agree through negotiation how they are going to draw and building roads, perspectives, and the final outcome MUST blend in and no one should know who did what square, that is a 10-week problem.

12. What are your thoughts on the future of Geodesign in regard to the sea level rise, the urban resiliency and other natural threats that the world is increasingly facing ?

I am hoping it is the dominant way of designing responses to those circumstances. All the projects that we do have some sort of climate change stuff involved earthquake resilience, we have few earthquake problems, several flooding problems and a lot of see rise problems

13. Do you think that the Geodesign concept should/can be fully integrated into existing curriculums such as urban Design and Architecture or should be its own track thus creating a Cross Disciplinary platform for various other majors ?

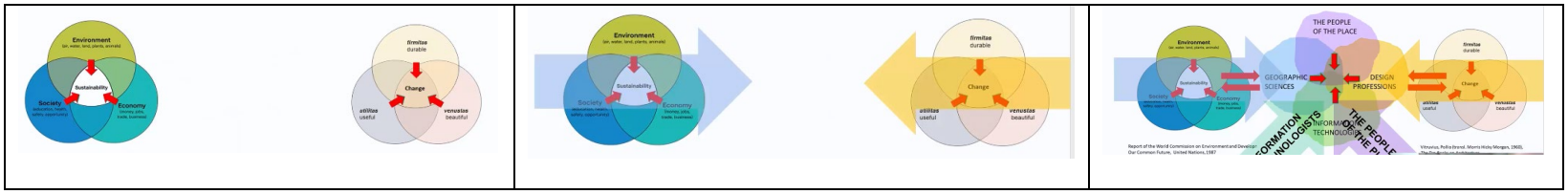
Very good question !

I think the latter is far better, the problem is which school does it belongs to ? because the scientists and designers are typically in different schools and taught totally in different ways…so the problem is where do you place it in the University ? And there is no perfect answer to that question. An architecture-oriented program is probably the weakest place to put it and so is chemistry, because each of those are specialty. Architecture has the myth that the architect can design anything, but if you place it in architecture school, the necessary step is ; 15 students ***ONE design****, NOT 15 students 15 designs. And that raises then the psychology of how do we actually negotiate ? How do we decide who wins these arguments ? And that will put them into the mental set that is very uncomfortable at the beginning but very necessary 20 years after they graduated from school.*

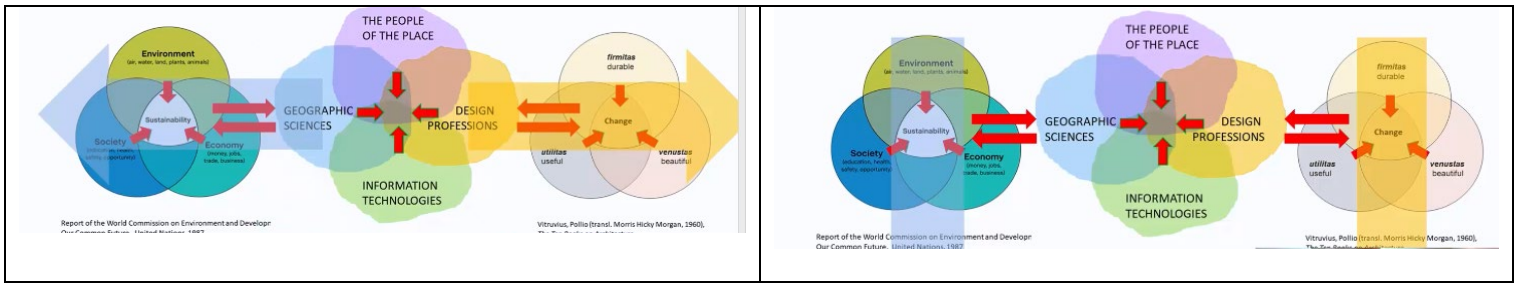
14. This question is a little off track. I am part of a hospital Design in Cameroon Africa and have been researching and incorporating the Geodesign concept in the process. My question to you is ; beyond the Design process, how can you imagine the Geodesign concept extending to the post occupancy of such a complex design as a hospital ? In its daily use by both staff and patients ?

All right, we have a group in Italy at the University of Turin who has used our software to study doubling the largest hospital in Turin Italy. They did a crowd sourcing design where each different interest group made their own proposals and then negotiated the part of Design. So, I think it can be done. I think the way you do it, let me digress. I remember one of a job I did when I was about 19 years old working in the summer. I had to design a very large high school in New York city, a catholic school that has 5 different circulation systems which should not cross. They had boy students and they had priests, and they had girl students and nuns and garbage collection. They did not want the garbage collector people and the plumbers and the electricians to cross with the students or the teachers, they did not want the girls and the boys to mix, or brothers and the sisters to mix.

Each had to have their own way to get in and out of this enormous high school and yet, they had to come together when they needed to come together. So, think about that.



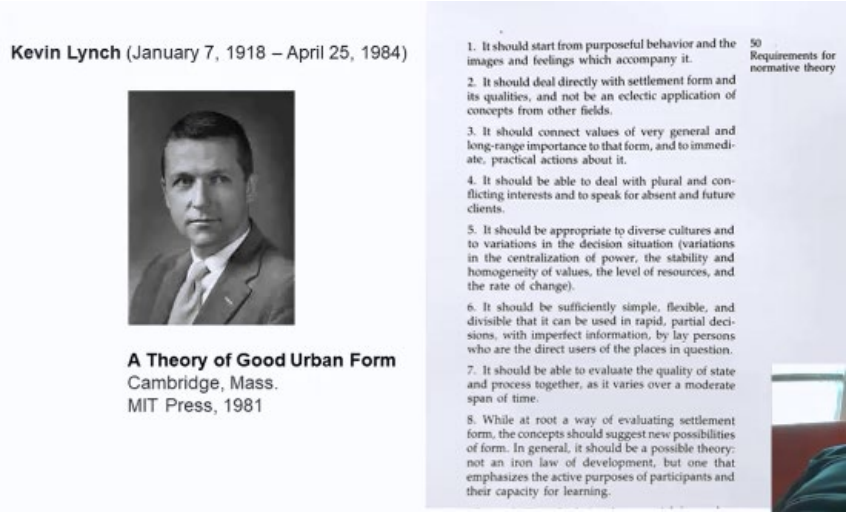
Think about making a design from the perspective of each of the different groups that have to cohabitate and have them negotiate the final design. Don't try to solve it yourself, let them tell you what they think should happen. And see where the power lead on and it will end up being a negotiated design where they all have to work in the end were none of them would have necessarily worked perfectly. We've done at least one or two projects like that, the fact that it is in Cameroon is irrelevant, but the idea of it multiple uses of the same problem that could be a very useful exercise, by the way, can I say something else ? YES. Before we did this all digitally, we did it in plastic with magic markers. There is no reason why you can't do Geodesign using the same exact structural ideas that I have been working on for a long time. In markers and plastics, we have done it, I have written some papers about it. I have run workshops in 4 hours in one day many times with ordinary people as students with no computers at all. It says in the definition that it is usually done through computing. But 30 Years ago, it was not.



But you still have multiple views trying to design and learning how to negotiate with each other's. I think you can do that. I don't see any reason why it has to be done by computers.

15. **Le Corbusier once said « Une maison est une machine-à-habiter » ;** *A house is a machine for living ; "You employ stone, wood and concrete, and with these materials you build houses and palaces. That is construction. Ingenuity is at work. But suddenly you touch my heart, you do me good, I am happy, and I say : "This is beautiful." That is Architecture. Art enters in"***.**
What are your thoughts on this ; was Le Corbusier somewhat flirting with the idea of Geodesign that early on ?

No, I think he is wrong first of all.
I think the concept of a machine for living is far too impersonal, I think that you underestimate the role of the people of the place, building their own environment and making multiple decisions when you are in the middle ground. Keep in mind that everything that he did larger than the building was a total failure. Nothing that he designed larger than the building can be called beautiful. Nothing. What he did that is beautiful is tapestry, what is beautiful is couple of churches, couple of apartment houses, but his ideas for cities were horrible. So, I don't think that in this middle range that I am interested in Le Corbusier is a model at all. If you want a model for this scale, Kevin Lynch is one. This image is page 50 of his book which tells you the means by which he thinks cities should be designed. And I think that people bring those behaviors and feelings, they are not derived from the architect. I think that is crazy it is backward. So, I think Corbusier was absolutely wrong. From my prospective Lynch page 50 is very important.



16. **In our last communication, I was introduced to GeoBIM ; can you talk about it? Is geo BIM the hope for architecture to finally bring the Geo and the Architecture together ?**

    *Maybe it is. This is the first step of this relationship, but keep in mind that England, the United Kingdom, Germany and Switzerland have already passed laws that say that projects now have to be presented to the government to be in BIM format. So, there are now many groups, working on designer friendly BIM software which incorporates visualization and heating calculation and quantity surveys and all kind of things. And the software is object-oriented which means that you can change something and everything else changes. So, it is useful for construction in making changes. This technology, I am making an assumption that the near future, if the Chinese decided they want something in BIM the rest of the World will follow. America will probably do that first, but the Chinese might do it first. The British and the Germans and the Swiss have already made that decision. I have now seen linkages between **GIS** and **BIM**, between **GIS** and **Geodesign** between **Geodesign** and **BIM.** I have seen those experiments. And I know the companies are making major investments in developing this technology. But it is not quite at the point where an undergraduate gets to do it because there is no dominant commercial technology yet, but it surely is going to come fast.*

    a. **So, do you think though that because what I assume that I struggle with is that the urban design program or even architecture are this day still using an old curriculum.**
       I agree.
    b. **Because with all of the innovation in technology, these two programs are so locked up into this old way of teaching design that they have operated in silos and divorced themselves from other and yet needed fields.**
       *I completely agree. Let me say that I really do agree with you. However, there is an argument that says the so called "**old curriculum**" which is only about 40 to 50 years old. Because it used to be "Les Beaux-Arts", and that actually, may have been better. But curriculum takes time, in other word you can't take a pill to be an architect. It just takes time. So, the question of what if you change the curriculum ? The question will be then, what are you going to drop out in favor to what you are going to add ? The pressure on the school of architecture is shorten it by one year. There is that pressure here in America, but in Europe, they have already done it. They have past the Bologna system which means the undergraduate education is 3 years and the Master is 2 years. When I was a student, the undergraduate was 5 years and the master was 1 year. So, the schools have lost a year worth of work. And the question now of what you are going to add and what are you going to drop out arises.*
       What I think is going to happen is before there is a real revolution, there are going to be experiments in the practice and the practice will force the university to change the curriculum. Because the practice is going to be BIM-oriented,

and if students are not well into that system, they will not survive practice. So, at some point, that change is going to be made, I think it is going to come soon but I don't think it is ready yet. So, I don't know the answer to the question.

c. **Your answer about practice leading the way pops another question that I had for some time. At my current school, there is a specific task to send deans out to company that are likely to hire our students. We ask the firms what skills they need for a student to stand out in the hiring process. My opinion is that the process should be reverse. Shouldn't Universities be the testing Labs for city and practices, where schools are able to work on real city projects with REAL issues ? I believe that will create room for innovation that emerges from the collective intelligence of collaboration as you said : *15 students → One project*? What are your thoughts ?**
I will tell you what I really think the answer to that is.
Depending of what type of practice, you are talking to, the majority of practitioners are small firms which do things that they were taught to do. Large firms are much more innovative. It is much easier for schools that have a grad program and major research functions (not too many by the way) like Berkeley and MIT and Harvard to be in that role and have a trickledown effect to school like yours for exemple that has very different style and position and very different theme and very different ethic, it is an Art school with architecture faculty. It is not a generalized engineering with the different architecture program or planning more group with an architecture program. So, for your university to play the role is a long shot. But for them not to be aware of that role is foolish. And I don't know where that balance is, I think that is a very hard thing. You have a primary responsibility to provide employable graduates. And sometimes, the practice is behind the profession and sometimes it is ahead. But not everybody is in the same boat. And I don't know how to play that game at your University. I played that game for many years at my own University and frankly I did it because I saw it 50 years ago, where I might have been now, and I wish I had luck to go forward and do it. But I was a minority in my own school for ever.

d. **Yes, I have that same feeling in my school of being minority in my way of thinking.**
*But that's ok. In other words, as long as you are tolerated as being useful part of a bell curve, and you are one of the terminus, at the low end of a bell curve, then frankly that you should be as experimental as you can. For exemple, it seems to me of all the things you have told me over the several times we have emailed, the thing that is to me the absolutely stupidest is the requirement to have a program, a site and a plan prior first day of class. I would risk my job if you had the luxury of being able to, on that one point, you say to them; "**I want to deal with one semester a year experimentally, and the first experiment I want to make, is to throw my students at Savannah and say: comeback in two days with a client, a site and a program**". I don't think they are going to give that to you. You go find it. And the*

*second experiment the next semester is : "**I want to do something with GA, and I want my students to design Savannah in 20 years, and each of the 15 students is going to design the 15th of it. And they are going to do it in 10 weeks.** And the school will either agree to it or won't. And if they agree with you, it is because they are not stupid, and they realize that it is worth the experiment. And if they are stupid enough to say NO, then you should start seriously looking for another school.*

e. **[Carl asked] Are you from Cameroon ?**
[Christine] *I am originally from Cameroon, that is my place of birth. I did study in France so Yes, I have the Cameroon citizenship as well as French citizenship.*

[Carl asked] Do they have architecture school in Cameroon ?

[Christine]*I do not recall an architecture school in Cameroon. But they have a degree in drafting and engineering I believe BTS (Brevet de Technicien Supérieur).*

[Carl] *Well what you really should be doing, is positioning yourself to start a school, I am absolutely serious. It seems to me that the real need is in Cameroon it is not in Savannah, and what you have to do is, as rapidly as possible and as low personal cost to you as possible broaden your experience as much as possible. And so, tell your school that you are not going to live your life in Savannah and that they have the advantage of having you and you want to exercise the advantage of being with them and that means experimentation.*

17. So, what is Next for you ?

Well, I am teaching all over the world once a month, I have projects using this approach of negotiation giving workshops on real problems. And that Is what I am doing. I enjoy travels and I do it. But I don't want to teach students, I am teaching teachers, I am teaching faculty and professionals.

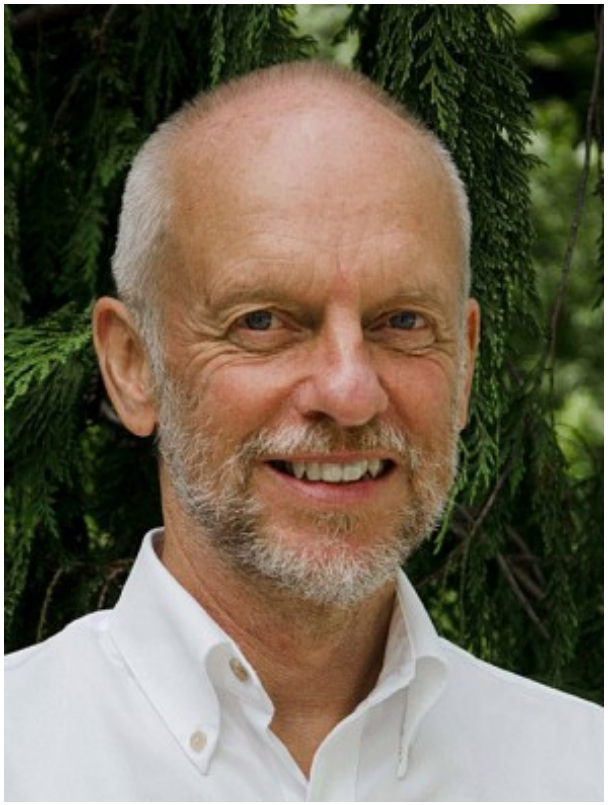
[Christine]Thank you so much Carl for your time and great insights, I might actually take your suggestions. This was an eye opener for me. Thank you for detecting and bringing out through this interview the urgent thirst to serve that I had buried in me. I do want to explore and like you said broaden my experience after I graduate with my PhD next year.

[Carl] *Let me know if it changes. Let me tell you, it is ZERO cost to you in the long run.*

Thank you, Christine, talk to you one of these days.

NOTE *: I will like to thank you so much for allowing me to do this interview.*
This interview is now part of Chapter 9 of my final dissertation and will be available in Paris Diderot, Paris-Cite and ***Sorbonne University libraries, with access to publishers in Europe.***

A-I.3 Interview with Professor Brian Orland:
A-I.3.1 À propos du professeur Brian Orland.



Rado Family Foundation / Professeur UGAF de géodesign

Le professeur Brian est diplômé en architecture et en architecture de paysage. Son enseignement et ses recherches portent sur la perception de l'environnement, la compréhension et la représentation des impacts sur l'environnement et la conception de systèmes d'information pour la conception et la planification communautaires. Il a fait œuvre de pionnier dans le domaine de la visualisation par ordinateur pour la conception et la planification, y compris les environnements virtuels et augmentés, afin de tester les interventions dans l'environnement. Les travaux récents comprennent l'utilisation de jeux sérieux, de la visualisation et d'appareils mobiles pour la collecte de données, la diffusion d'informations et la participation des citoyens à la conception et à la planification de paysages.

Le professeur Brian Orland a dirigé plusieurs laboratoires multidisciplinaires aux laboratoires UIUC (Imaging Systems Lab.) Et PennState (StudioLab). Les intérêts actuels comprennent les intentions de migration des résidents côtiers face au changement climatique (NSF-RAPID) ; les rôles de l'information culturelle dans la planification régionale (NPS) ; et une collaboration mondiale de plus de 80 universités "Changer notre infrastructure mondiale" avec ESRI et Geodesignhub.

A-I.3.2 Questions d'interview :
A-I.3.3 INTERVIEW.

1. **What is your Definition of geodesign?**

I tend to go with a very short one, it is geography by design, the reason I do that is; I am from an architectural background, I tend to think of during the time I was in architectural school, the whole systems thinking idea was a strong thing so, I tend to think about the design as a system which is very much along the line with this framework, so it fits with my thinking but I don't believe that design operates at building scale, it is a way of thinking at many scales, so geography by design is really the short definition that I use.

2. **GIS seems to be a vital component of the urban planning and urban design process. However, the Geographical information System has been more associated with Science than Design. Why is that and where and how do you see the geodesign concept integrating the Architecture and Urban Design fields ?**
   My feeling about this is that designers, I mean landscape designers, landscape architects dropped the ball very seriously at the beginning of the whole emergence of GIS. I don't know if you know anything about my career, but I got introduced to digital means to thinking about design in the 1980's, very early 1980's. So, I have been in this kind of space writing code and doing things since that time. Though, some of the early things were things like image processing in order to understand images, then moving on to creating virtual worlds, as early as 1990-1991-1992. So, in that framework, I have never been a GIS expert. Instead, I use the GIS data structure as a platform for doing what we now call agent-based modeling, an approach that I think is fundamental to designers for understanding how systems work. So, currently the best manifestation that we have at the moment I think is ESRI and the ESRI suite of products, created by a landscape architect, in order to answer landscape architecture problems and yet our colleagues in the field have failed to completely adopt. Originally an architecture graduate, I went to grad school in landscape architecture in Arizona, to gain a landscape architectural background. My landscape architecture advisors for my graduate degree were a systems ecologist, a cultural Geographer and a social psychologist. So, I want to see how people behave if we change the environment, so, agent-based modeling can be particularly useful because it has a spatial component to it. So, agent-based modeling sitting on a GIS framework are the things we should be doing, so one can understand it. Why it is that most of my colleagues ignore it ?

   a. **So, when you say the landscape architects dropped the ball, what do you mean ?**
      I am being provocative ! but, let me say this, at the heart, maybe the very first thing you do with GIS is to map, so that was traditionally a very valuable cartographic function for creating beautiful maps, and as designers we tend to be enamored of everything which is beautiful and visual. So that is the connection. People want to make maps as beautiful as possible and GIS give them that ability, so, that is ***stage 1****.*

Stage 2 *is that it is an incredible platform for analysis. Things like the implementation of map algebra, the idea of map Algebra so that you can simultaneously look at and evaluate several layers of data. You can run operations between them, and you can weight them differently. Those are fundamentally important things to understand for analyzing site suitability. Most discipline around us ; ecology, biology, chemistry, they focus on analyzing and describing the problems. They don't necessarily allocate time to give shape to solutions. But that is what the architecture, landscape architects and planners do, is that we shape stuff, we say how big it's going to be, where it is going and that is also incredibly hard, in some sense it is easier to do the pieces of GIS that have to do with just, maps, creating analysis turning them into beautiful maps, but not necessarily getting to the point synthesizing solutions because to create a synthesized solution within GIS , you first have to articulate the values of those different layers of data you are using which is between them, and that is a hard thing to do , so I am thinking that really, maybe part of the problem is how they do in professional offices, you focus on the first two parts and the third one kind of let it slide. I said agent-based modeling in a very global way, but, if I am going to mess with the parameters of an agent-based model, then I need to kind of sit back and think of what I am doing and I need to spend time doing that and it is not particularly easy doing that, you know, thinking in an abstract way. It is easier to pick up a pencil and integrate the ideas I have about the nature of the site and the kind of features that is has. So anyways, something in those lines of thinking which what landscape architects is do. In a sense for many to extend GIS for use in architecture has really been unelaborate phase where you can go and pull all kinds of doors to use in your reports, but not necessarily as a design tool.*

3. **What group of professionals does geodesign benefits the most ? Who should be the primary users of it ?**
   If that question was asked 15 years ago, the answer will have been Geographers, 10 years ago, maybe planners, in the last 5 years it includes landscape architects and others but now I don't know, you know, I tend to regard GIS as being essential tool for just about every profession. You can't be a farmer without understanding GIS, you can't do emergency management without GIS. In a sense it is an underpinning tool like Microsoft word and excel like word processor and the spreadsheet. So, we can't operate any profession without it. I can't do infectious diseases dynamics without GIS, I can't do public health, transportation engineering. I think it is equally important to just about every profession.
4. **Where has geodesign concept worked the most ? What are the unexpected happy accidents you would say have happened along the way ?**
   I come from an academic point of view. So, my core interest is still the environmental psychology of how people make place. Whether that is measuring response in a psychological way or whether it is more understanding people's orientation, that is my core interest. So, to me, most happy accidents have probably occurred in the conversations that have happened in the last 6

or 7 months after we had the international geodesign collaboration meeting in California last February 2019. One of the things we did in going into that meeting, was we thought of a framework that would allow us to learn more about how people were doing geodesign. In the course of doing that, I think it revealed some of the really fundamental questions we need to ask about how it affects the world ? so, for me, what I have been focusing on a lot and thinking about, is, beyond expressing ideas visually in maps, examine the map layers and ask what are the metrics and how do we connect to those metrics. To me that is the most stimulating and most useful thing to come out of that, it is being forced to think about how you measure the outcome of the design. Generally, we don't. We create beautiful designs, we have no clue, or we have very limited ones about the outcomes of geodesign. We have even less understanding about the impact of our design\project on the world around it. We are supposed to operate across scales but for now we don't have metrics to do that. As we move from scale to scale, we need to have a common set of measurements and metrics. If we are going to work in global scale, we must set metrics operating across national boundaries. The necessity of looking into that is fundamental to the way we look at things.

One other realization I have had personally in trying to push that particular agreement, I was looking into measures like ecosystem assessment and one of the things I realized is a huge gap, we attempt to focus on the green aspects of biological sites without fully taking into account human uses of land in ecosystem services. We are looking at things like ; provision of water, food, fiber, and that is good, but what we don't look at is the necessity for us to also provide the locations for shopping centers, roads, parking lots, lawns…you know, people do things that have great ecological consequences, but that are not captured as a "natural" and expected part of what we do. Nevertheless, the things people do (and there are a lot of people on the face of the planet), if we don't look at the bad things we do, how are we going to ever describe the limits or respond as designers to the limits of the ecosystem. If we are constantly designing and expressing the good ecosystem things without expressing the bad side of things, we bypass the necessity to accommodate human beings. Nothing against accommodating all kinds of creatures and organism and so on. I think that is essential, but it only works if we really accept the human piece as well.

5. **After reading numerous documents and watching dozens of videos on the geodesign concept, I am still unable to come up with a clear definition of what it is ; I understand the breath of the concept and the complexity and GRANDEUR of its operation. Yet each time I try to explain it to someone, I explain it differently. Is this part of the complexity of this concept ?**

Yes, and no, the problems lie in trying to define it at such a granular kind of level. That is where you run into problems when you are trying to give a definition. So, what about, can you define music for me ? Can you define Mathematics ? I think geodesign legitimately sits at the level where it is a way of thinking about the world. geodesign is a fundamental way of expressing the relationship between geography and deliberately shaping things. There are so many ways to go about it, so many aspects of it. Is that a problem ? I am not convinced it is a problem.

*[**Christine**]No, I think it is actually an advantage because one can look at it from so many facets, some part of it can be used to solve issues based on the type of solution seek. I believe that is what make it so complex and hard to wrap an arm around.*

*[**Brian**] Exactly, yes, and it is like if you try to define architecture, you will be in the same type of difficulties because it manifests itself in different kind of ways. Maybe a global level of definition is enough. Because if it is Geography by Design, then, geography can operate at the level of micro city or in many different ways. You can do the design in a GIS system or in a supercomputer-based system. The concept is not tied to a particular scale or approach. I don't think we need to struggle too much to define what it is.*

6. **Would I be off if I said that the geodesign is an efficient approach that uses a cross-disciplinary platform through extensive analyze and data crossing and exchange to help inform decision-making process ?**
I think in a way, we have already covered that, because the reason you say something like ; this is music or this is Arts, is to see people initial reaction. So, putting the expression GEO and DESIGN together, kind of tells people that it can cover all kinds of things. It shapes all this acceptance; before we had the word geodesign if you were a designer you will think to yourself maybe reading that word and thinking about the description this isn't doing anything at the geographical scale or contrary I am a geographer, defined by geography, I have no business doing anything within geographical phenomena, so you put the two together and it gives people permission to think about the two things and do with them whatever comes out of that. So, interdisciplinarity, is kind of challenging because you are putting two traditionally distinct disciplines together ; then you start to add the infectious disease expert or the food delivery expert, with that, you can't avoid the interdisciplinary. My point of view is always right from the beginning of my career even in my earliest design projects in landscape architecture involved etymologist, and they dealt with how I design parks or forest level in response to an insect pest outbreak, to serve a purpose and how does the forest respond and what can the designer do in order to both stop this proliferation and also to maintain,

the same forest beauty . So, interdisciplinarity has been basic to what I do and operating for so many years now. I am not willing to separate that again.

7. **Where do you see the geodesign approach in the future ?**
   Nothing we do at the scale of solving global kinds of problems, nothing could happen without the question of it. It like we have to put, or allow, the natural environment somewhere, the road ways are going to go somewhere, at the very basic level, that kind of thing is not done by biologists and ecologist, they only help us discover what is going to happen as a result, and they may decide how big it is going to be but I think the driver and the shaping of it is to the designer somebody who can actually add input for scenery and things that make it valuable to communities.

8. **How about Geo Planner ? My understanding of the Geoplanner application is that it is a tool used in the geodesign approach. Is that accurate ?**
   Yes, it is a tool that I use extensively myself. I do think it is a very good tool, however, I do see the situation with regards to Geoplanner at the moment, it does not appear to be moving forward as it should yet. When you are at the geodesign meeting and people are making presentations, it is evident that it incorporates a lot of the fundamental ideas. It's got the ability to do weighted overlay analysis, it has that ability to be built into it, fundamental to it, it is very quick and easy to sketch designs, automatically tracking the implications in terms the square footage you are creating, possible implications ; so, it is giving feedback on the design. so, to my mind, yes, it is a very good geodesign tool.

9. **What is your background. How did you get into geodesign ?**
   I do not think that there is anything to add. From very early on, I was already in such place. That is the nature of taking the architecture and landscape architecture as Grad. My professor and advisor in architecture school had a very interesting architecture practice. He had a commission for designing water reservoirs including the dams and he also designed limestone quarries, this is in England, I was at the University of Manchester. In England, if you want to establish a limestone quarry, you have to have the final permission for what it is going to look like afterward. So, he was projecting where the limestone resource was, how much was going to be taken, what was the removal volume and how it is directly related to the value and he was creating 3D form to represent it, the removal of that kind of resource and that he used that kind of medium to make it beautiful enough that the community that it was sitting in it would find it acceptable as a way of extracted and making more value from landscape. So, that was geodesign. So right from being an undergraduate, and without even having a name for it, I was already having to think about that kind of problems.

10. **Having studied as an architect and understanding the architecture and urban design curriculum, would you say that a concept such as the geodesign MUST be the Core concept in the architectural curriculum ? Especially in the analysis process ? Why ? And/or Why not ?**
Well, I believe it should be. I actually still believe that in Europe, In the Europe where I learned to be a Designer, I am talking about the 1960 and 1970 when I was in school, there was a system thinking orientation toward architecture…Architecture was not so interested in a building as an object, but it was the building in its context. If you don't operate in that context or within that context you got to understand that your architecture shapes that come out are just plane. So, then you are not ? doing geodesign in that type of scale. I will like you to quote me in proper way as possible on this "I really believe that the architecture curriculum in the United states focuses on object making, that orientation shifts the focus toward the creation of precious objects. That is not the geodesign way of doing it. I think that BIM thinking, is finally forcing systems thinking on people and architectural designers. There is more to architecture than simply creating shapes without implications. In a way I think that Geodesign thinking is creeping into architecture because of BIM. It's become so essential to the business model BIM is. I don't think the ???is driven by the architects I think it is driven by the contractors, economists, on others on the side of business.

[Christine] *You point about the European curriculum in contrast with the American curriculum matches my observations.*

Because I did study architecture in France [Ecole architecture de Paris-La-Defense] and Germany [TU Dresden]. I decided to go for a second Master at the U of Minnesota, and while there I realized the focus was more to producing iconic objects. What was really strange was that as long as the outcome was beautiful and shiny, there were no question about really how that thing works or if it even works. And worse where in nature it fits. So, to sit in reviews for hours with presentations that had stairs that went nowhere and with the wrong numbers of risers or width or no understanding of where to cut the upper ceiling for head height. Those were the basics that any project had to have in order to be eligible for review in my French school. All of that had vanished at the University of Minnesota. So, as I compared my training here in the US to the previous in Germany and France, the US training was a wash. On one hand, all mechanisms and functional problems had to be at least thought through with proposals of how all systems and functions will work together as system. On the other hand, one just needed to be a good ***story teller*** *to get away with a drawing showing one thing and a story saying the exact opposite ; as long as the presenter could talk his/her way through in convincing the jury on a story that only existed in the narrator mind, everything*

was accepted. So, I completely agree with you on the difference between US and European curriculum. I must nevertheless admit that the object-oriented approach was beneficial to me as it came to complement an already practical and functional systems thinking that I lacked from my European training. The artistic and playful almost storytelling and abstract approach to design that I miss was good addition.

a. **Let me ask you this question about BIM, after getting involved with GIS and the ESRI platform and realized how empowered the user is resifting almost rerouting the outcome of the design based on analysis responses [changing the weight of different component to test scenarios], something that is not necessarily available in BIM. My belief is that if Human create technology, then technology MUST serve our needs and let us be it brain. I think the GIS platform allows just that, not BIM ; What do you think ?**

I don't agree with the BIM does restricts because there are parameters in BIM that you can manipulate that have the same flexibility than they do in Geodesign. Let me talk about something close to BIM that I ever saw. There is something called EdCAAD, it was being produced at the University of Edinburgh (Search for EdCAAD (the Edinburgh Computer Aided Architectural Design research unit*)this is from long time ago, but it had many of the characteristics of BIM, if you wanted a room of certain size, then, the program would run a Daylight calculation and tell you how many windows you needed and what sizes they should be. You know, the designer could override any of those parameters. That the exemple you used with the stairway, we have a relatively small range within which, it is comfortable for human being to function. But nevertheless, there is a bit of flexibility in there, if you are willing to know specifics or change the parameters in BIM, for the comfort of a person going up the stairs, that is a variable in there and you can affect the floor-ceiling height of the building, you can change material finishes in the building. BIM gives you the capability to understand the implications of those right away, so you can give up on some of them. You can decide right at the beginning : I am going to fix the stairways' configuration because of the material used (brick size) or availability or industry standards. But if, we had the capability to endlessly manipulate bricks, we could order custom size from the factory to be whatever size we wanted and then your BIM will keep track of how many bricks you need. What the final cost is going to be etc…. But maybe it is because of the architectural system in which you operate in is really made more rigid because of the enormous investment and supplies and other kinds of things with manufactures whereas when you are working in geodesign area, the image is really less tied down, you could have a plot whatever size you*

want . It is not affected by manufacturers size or standards but by design. You still have the same fundamental capabilities to change the parameters.

11. **Today, we are witnessing a technological era where Architecture, Urban planning, Social Sciences, Mathematic, electronics, cloud-based services are coming together on a single transdisciplinary platform and like never before, information is becoming an artificial intelligence crucial for future Cities design. Would you say that the geodesign concept through the Geoplanner application might be the Single platform where all these disciplines coalesce ?**

    In a way it is going to be too much to ask one application to address all of those because it is always going to be aspects of more importance to one profession vs. another. Maybe the fundamental thing could be the data framework and the way of thinking about problems. So, we had a conversation last week with Mr. Carl Steinitz, me and people from the UN development program, the people behind the sustainable development program. We thought : what if we develop a system of metrics that are placed on ArcGIS that enables you while running GIS to calculate what the impacts are going to be in the context so each of the Sustainable Development Goals? If you do that and if that was successful and available, then it would support the way government will make its Geo-Political decisions. It would be the way that small units and departments would express…, it might be at building scale the way these buildings have implication in terms of global change and creating energy needs and so on…They adopt the same kind of metrics. It is not the same tool at all of these levels but maybe the philosophy of that tool and whether that is a BIM philosophy moving upward or ArcGIS philosophy moving downward ?

12. **Would you say that the geodesign concept is on its own track as a new field or is it rather a concept that can integrate and augment various other fields ? What would those fields be ?**

    I think this goes back to my definition of it, the way of thinking in a sense embracing the word then designing at geographic scale.

13. **What are your advice for an architecture professor who teaches on a quarter system, and has to have a defined project with a specific site and program [sq. ft] for an architectural Design studio class. From my experience with the geodesign approach, picking a site and a program prior to any Suitability analysis seems to be contrary to a good design approach, yet the geodesign method appears messy, conceptual and somewhat lengthy to make good use of it in a 10 weeks quarter. By the time, students get to the scenarios upon which good design decisions are made, it is the end of the quarter. With this issue of time constraint, how would you suggest the geodesign concepts be incorporated in a 10 weeks Architectural Design studio ?**

I don't think it is messy, I teach a semester long class. It is not a studio, but I imagine working in a studio setting. It takes me a single class to teach students enough geoplanner so they can analyze how many people live within walkable distance of the site, they can analyze how many transit station are amount X distance from their site, they can do a suitability analysis on the land which is based on any number of those kinds of characteristics. They can look at other aspects like soil type in urban and rural areas look at the ecosystem services in an urban setting, so, all of those things could be done within geoplanner to support whatever design work is going on to contribute to the economy of the city. So, I don't think it is that hard to incorporate it in, we got students here at the university that have taken my class and gone into studio, they can do walkability analysis for the neighborhood for where the architecture will happen or landscape architecture they know how to do all this.

14. **What are your thoughts on the future of geodesign in regard to the sea level rise, the urban resiliency and other natural threats that the world is increasingly facing ?**
    Dealing with sea level rise is fundamentally dealing with negotiations between the things we value and the things we are willing to give up. Geodesign is to those kinds of decision making in a way you can have different solutions. Geodesign thinking involves the people of the place and solving the kinds of problems that is going to be about people. Our research in the state of Georgia indicates that the attraction and sense of place is far higher than the perception of risk, sense of protection for people, resources. Geodesign informs people inside the decision-making process.

15. **This question is a little off track. I am part of a hospital Design in Cameroon Africa and have been researching and incorporating the geodesign concept in the process. My question to you is ; beyond the Design process, how can you imagine the geodesign concept extending to the post occupancy of such a complex design as a hospital ? In its daily use by both staff and patients ?**
    The way that we conceptualize geodesign is the point of which you make decisions about the design you have to set an impact model that you run and its basically gives you the impacts of the design on different kinds of systems. In case of a hospital that maybe those energy systems, ecosystems, or others. So, there will be a series of mechanisms that we have set for doing the designing that would be the basis on which we choose the design methods implemented. Once this is implemented, you want to continue applying the same metrics to the finish product to judge whether your design outcome matches your design intentions. So, you need a post occupancy evaluation that assesses the same measures as the initial design analysis within the design.

16. **Le Corbusier once said « Une maison est une machine-à-habiter » ; *A house is a machine for living ;* "*You employ stone, wood and concrete, and with these materials you build houses and palaces. That is construction. Ingenuity is at work. But***

suddenly you touch my heart, you do me good, I am happy, and I say : "This is beautiful." That is Architecture. Art enters in". **What are your thoughts on this ; was Le Corbusier somewhat flirting with the idea of geodesign that early on ?**

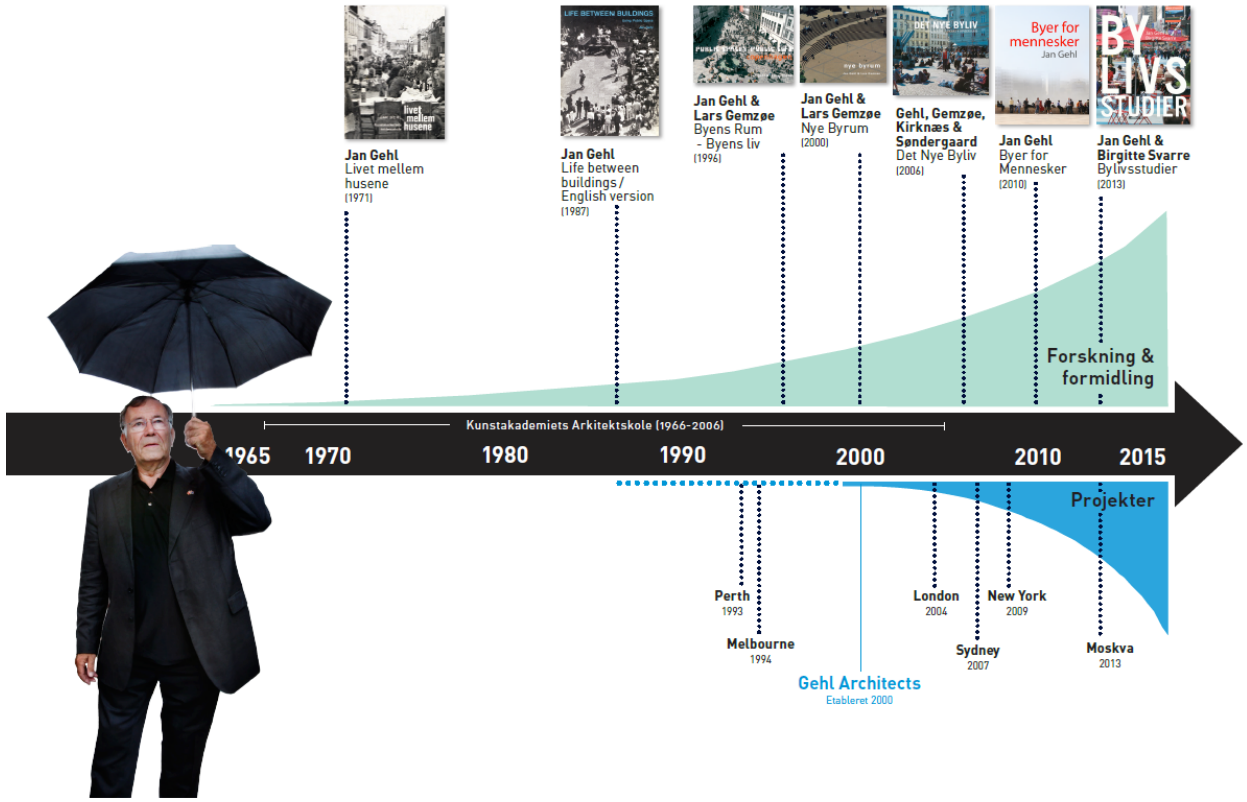
Yes, because whenever Corbusier was setting up these cool structures, he knew that he had to have so many bedrooms and so many kitchens so much space but the choices he made in shaping those places were the essence of design. I think the same principle can apply to geoplanner. We don't design happiness based on the number of acre of plots or the miles of roadways, we design the shapes of places, we give those shapes the configuration of the enjoyment that people get from them. So, I think there is an exact parallel.

NOTE : I will like to thank you so much for allowing me to do this interview.
This interview is now part of Chapter 9 of my final dissertation and will be available in Paris Diderot, Paris-Cite and Sorbonne University libraries, with access to publishers in Europe.

Thank you
Regards.
Christine Wacta

A-I.4 RENCONTRE ET DISCUSSION AVEC JAN GEHL DANS SON BUREAU A COPENHAGUE LE 28 AOUT 2018 : (1h :30 min avec déjeuner au restaurant du bureau de Jan Gehl à Copenhague).

A-I.4.1. La rencontre avec Jan Gehl à Copenhague le 28 Aout 2018 :



La source de cette image est d'une présentation à une conférence donnée par Jan Gehl au Japon en 2018 et généreusement prêté par l'auteur pour utilisation dans ce travail.

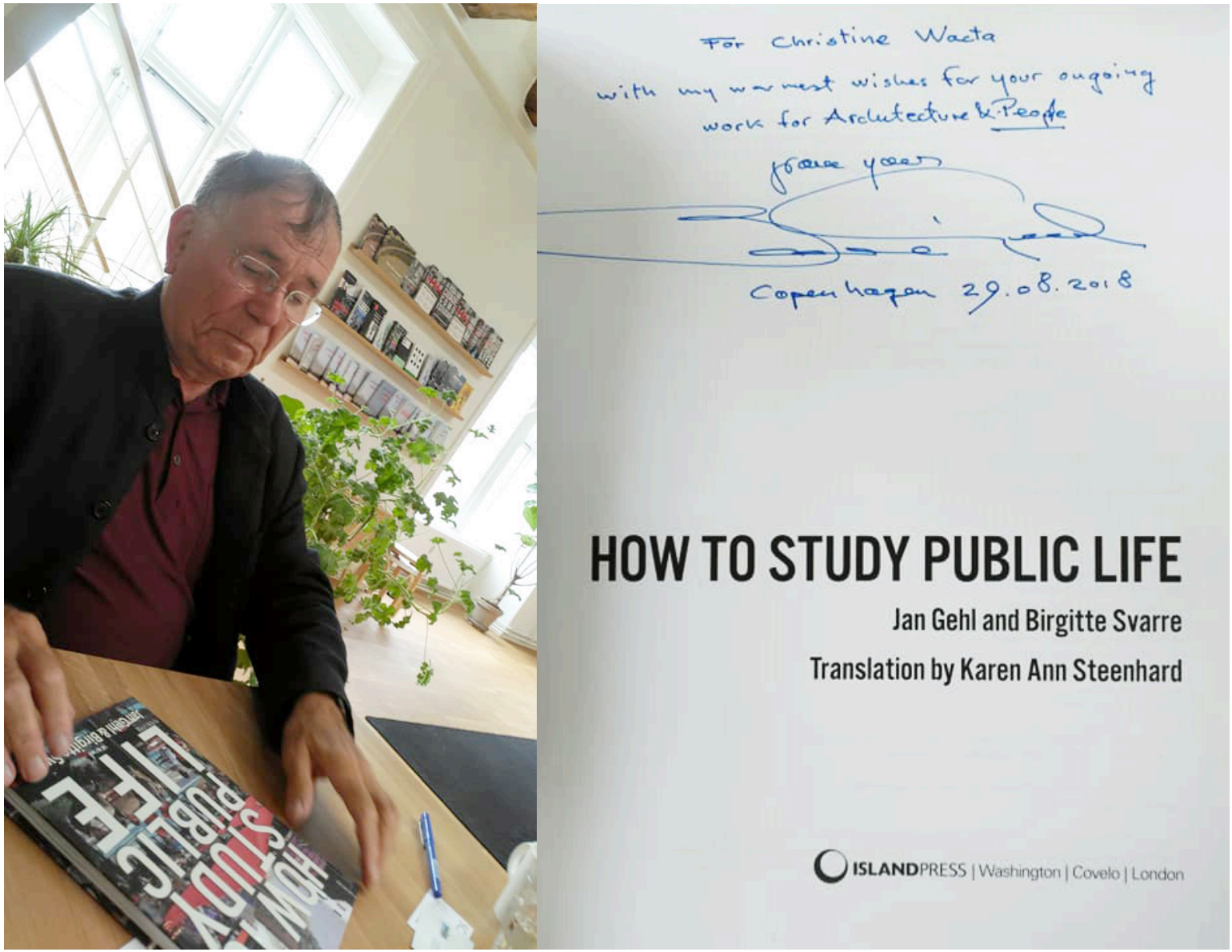

For Christine Wacta
with my warmest wishes for your ongoing
work for Architecture & People
Copenhagen 29.08.2018
HOW TO STUDY PUBLIC LIFE
Jan Gehl and Birgitte Svarre
Translation by Karen Ann Steenhard
ISLANDPRESS | Washington | Covelo | London

Figure A-I.1 :

Figure A-I.2 :

A-I.4.2 Pourquoi Jan Gehl ?

Une autre tournure de ce travail de recherche a été la rencontre avec Jan Gehl dans son bureau à Copenhague le 28 Août 2018. Après trois années passées à travailler exclusivement de manière digitale, mes recherches m'ont dirigées vers deux grands noms qui ont marqués l'histoire de l'urbanisme à l'échelle humaine ;

a) L'américaine Jane Jacob et,
b) Le Danois Jan Gehl.

Ces deux urbanistes ont à leurs débuts sans toutefois se connaitre, utilisés les mêmes approches pour essayer de comprendre la ville. Bien, plus tard dans leur carrière, Jan Gehl et Jan Jacob sont devenu de très bons amis (Jan Gehl m'a montré une lettre écrite des mains de Jane Jacob lors de notre rencontre).

Jane Jacob comme Jan Gehl favorisent les visites constantes des quartiers de la ville et l'observation de l'utilisation de l'espace par le citadin. Jan Jacob utilise la méthode interactive et rencontre/parle avec les habitants, recueille les réflexions sur l'avis de l'utilisateur ; (avis *souvent en contraste avec le développement qui est imposé dans les quartiers)* alors que Jan Gehl se plante à un endroit pendant plusieurs heures et observe la scène. Gehl exprime cette idée plus clairement dans son livre intitulé : « ***life between buildings »***[180] *;* la vie entre les bâtiments.

Une très forte similarité émerge alors entre ce travail de recherche et les approches précédentes dans la mesure où les deux approches utilisent une collecte de donnée, des interviews etc. Pour créer une base sur laquelle les décisions importantes émergent. Cette réalisation de l'intensité des analyses, d'expertise de synthèses ainsi qu'un besoin incontournable du décideur (humain) à gérer a fait naître le besoin de rencontrer Jan Gehl et de comprendre son travail et philosophie de la ville réussie avec une utilisation minimale de technologie. Cette approche humaine et non digitale paru alors importante à intégrer.

La visite à Copenhague au bureau de Jan Gehl se fonde sur deux choses ;

- La lecture et utilisation de plusieurs de ses livres dans des classes enseignées en Design urbain, *Ecologie urbaine* etc…
- Une rencontre avec Jan Gehl à Savannah lors de la conférence « *Congress for New Urbanism* » CNU en Avril 2018 dans lequel Jan Gehl a participé comme conférencier.

[180] Life Between Buildings: Using Public Space Sixth Edition. by Jan Gehl (Author); 211 pages.

La présentation de Jan Gehl a la conférence n'a fait que reconfirmer mes lectures de ses ouvrages. D'une manière différente, Jan Gehl présente une autre façon (non-digitale) d'approcher la ville comme une place dont l'intérêt central est de prioritariser le bienêtre et la sécurité de l'individu dans la ville. Son approche de ville est similaire à celle développé dans ce travail à une exception : le travail de Jan Gehl commence entre les années 1950-1960, bien avant l'apparition des logiciels utilisés dans ce travail. Pourtant, sans se servir des capteurs ou autres technologies qu'il qualifie de source d'erreurs, Gelh utilise la méthode de visites fréquentes et d'observation du site à différentes heures de la journée. Il passe jusqu'à 24 heures au même endroit pour observer et collecter des informations manuellement sur la façon dont le citadin utilise l'espace urbain et interagit avec le bâtit. C'est cela qu'il qualifie de « interplay between man and the buildings » ; l'entrejeu entre l'homme et le bâti.

Ce n'est que de cette manière, pense Gehl, qu'on peut comprendre pourquoi une place publique est plus attrayante à une certaine heure de la journée qu'une autre. Ou alors comprendre le besoin de l'homme dans la ville afin de le servir dans une proposition adéquate de ville. Ces observations sans être digitale semble valides ; néanmoins, on reste méfiant car bien des choses se passent quand le sujet collecteur d'information rentre chez-lui le soir. La pareille est vraie pour la technologie, car les transferts de données d'une application à une autre, la lecture de ces données et bien d'autres moyens de transfères et de transcriptions constituent des risques d'erreurs qui malheureusement peuvent fausser les résultats.

On ne peut pas non plus affirmer ici qu'une approche hybride permet de gérer tous ces problèmes d'erreurs humaines et digitales, néanmoins, l'espoir est que cela pourrait peut-être limiter les erreurs pour arriver à des solutions qui sans être parfaites nous donneront une meilleure idée des tendances.

A-I.4.3 Jan Gehl : une rencontre qui donne à repenser certaines hypothèses défendues en début de ce travail :

Les idées et approches de Jan Gehl donnent sûrement à penser. Cela permet aussi de comprendre s'il y a lieu de croiser les approches de manière à arriver à de résultats supérieurs ou augmentées bénéfiques aux deux approches qui semblent toutes deux prometteuses. D'ailleurs, Carl Steinitz défends le fait qu'une approche de ville ne saurait se faire sans une négociation intense avec la population qu'il appelle « ***the people of the place*** » ; en d'autres termes, les habitants et utilisateurs(rices) de la ville. Carl pense que cette collaboration doit être l'origine et le point de départ de tout projet, car ça permet d'instaurer une hiérarchie où tout participant a une voix qui est :**1.** prise en compte, **2.** écoutée et **3.** analysée. Ceci rend certes le processus plus complexe car on se retrouve autour d'une

table avec des groupes variées dont les besoins sont totalement différents, et qui souvent ne sont pas du même rang social et par conséquent ne se comprennent pas. La négociation avec médiateur devient donc nécessaire, car ils doivent trouver un terrain d'entente permettant que chacun y trouve une satisfaction.

Jan Gehl, sans toutefois dire la même chose a des propos qui se rapprochent de ceux de Carl Steinitz quand il développe la pensée de *« la ville pour les **H**ommes »* dans son livre « ***City for people*** »[181], et défends l'idée que la seule façon de créer une ville vivante est de passer le temps dans les quartiers à observer les utilisat-eurs(rices) pendant des heures sur plusieurs jours/semaines/mois. Gehl, trouve que cette pratique défie toute technologie et permet de comprendre les besoins du citadin sans le filtre d'une caméra. Pendant notre rencontre à Copenhague, Jan Gehl a partagé son avis sur l'utilisation extensive de la technologie et surtout le SIG *(Système d'Information Géographique)* utilisé dans ce travail, et leur importance potentielle dans la création de ville intelligente de demain. Gehl, pense que la technologie pourrait être **LE** problème si l'on ne le prend pas avec précautions ou si l'on ne s'en décolle pas. Gehl prend comme Exemple la manière donc les jeunes de la nouvelle génération utilisent la technologie, Il décrit ses étudiants qui donnent trop de pouvoir à la capture de leur camera et très peu à leur capacité intellectuelle à analyser et synthétiser les faits sur place pendant leur capture sur le site. Il continue de dire que pendant sa carrière d'éducateur, il a souvent cautionné ses étudiants de l'utilisation abusive de la technologie.

Cette conversation fut très enrichissante. De telle idées ne faisaient pas partie de ce travail. Avec du recul, il est apparu très clair que la génération de Jan Gehl qui a commencé ce travail de ville bien avant cette prolifération sur le marché de outils digitaux à capacité analytique : accès facile/affordant à la caméra individuelle a une vision différente de l'intégration de la technologie dans la conception. De ce fait, Jan Gehl exprime là un fait de grande importance, il va de soi que son utilisation de l'appareil digital complémente sa formation et expérience professionnelle d'architecte et de concepteur urbain (*manuelle et tactile*) ; contrairement à la génération actuelle dont l'expérience ne saurait être dissociée du monde digital dans lequel elle a vu le jour.

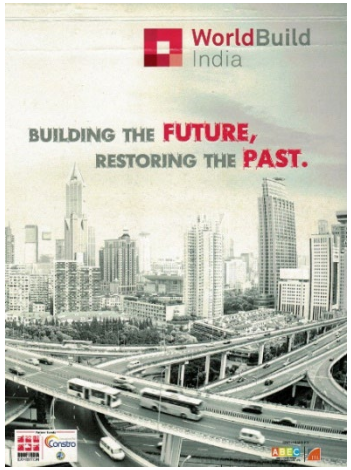
A-I.4.4 Interaction entre l'Homme et l'Objet dans la ville : « *the interplay between Man and the object in the city* » selon Jan Gehl.

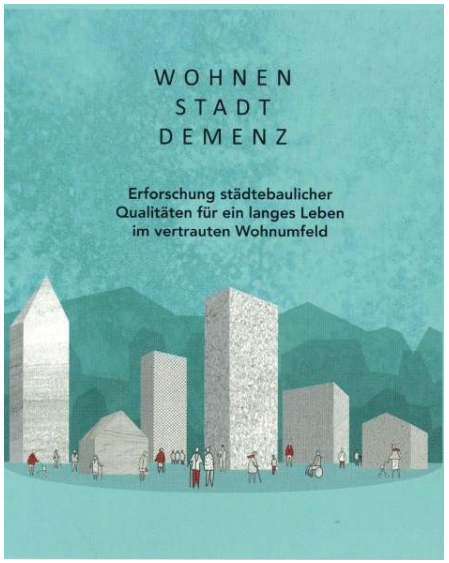
[181] Cities for People 1st Edition, by Jan Gehl (Author), Lord Richard Rogers (Foreword).

« Les villes doivent exhorter les urbanistes et les architectes à renforcer le piéton en tant que politique de la ville intégrée visant à développer des villes dynamiques, sûres, durables et en bonne santé. Il est également urgent de renforcer la fonction sociale de l'espace urbain en tant que lieu de rencontre contribuant à la réalisation des objectifs de la durabilité sociale et d'une société ouverte et démocratique. » Jan Gehl.

Cette phase synthétise en quelque sorte ma conversation avec Jan Gehl. D'une manière générale mon interprétation des propos de Jan Gehl pourrait se transcrire de la manière suivante : ***Si la technologie est une création de l'Hommes, alors elle doit servir l'Homme pas le dominer***. Ceci permettrait à la technologie de prendre un rôle secondaire après l'intelligence humaine. Les pages suivantes illustrent les discussions et réflexions de Gehl par rapport à une utilisation abusive et dominatrice de technologie.

D'après Gehl, l'industrialisation et l'arrivée de l'automobile ont détourné l'intérêt porté sur l'homme comme élément essentiel de la ville pour le recentrer sur les objets bâtis et les autoroutes entrant dans les villes.





Gehl présente ces ouvrages comme étant le début de l'abaddon et oublie de l'homme comme composante importante et vivante de la ville. **Source : Jan Gehl.**

Source : Jan Gehl.

Source : Jan Gehl.

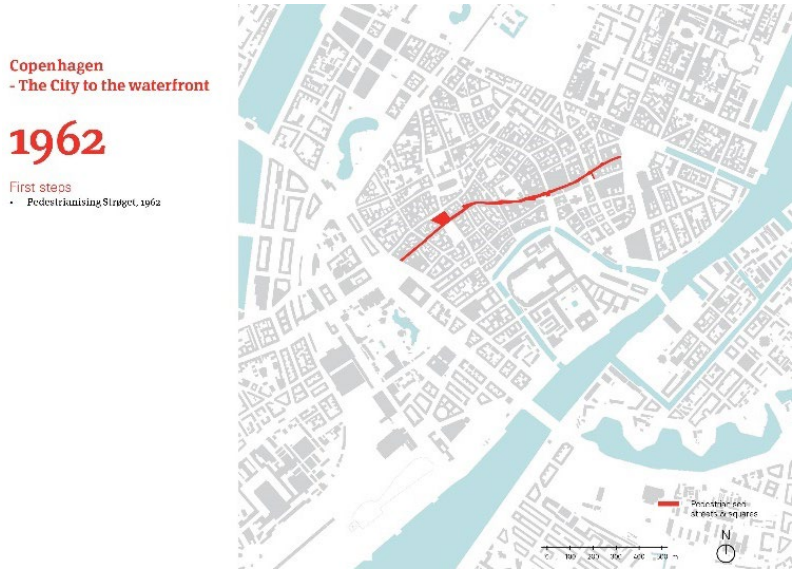
Ceci illustre le point de vue Jan Gehl sur l'utilisation dominante de la technologie.

Reflexion: ***Maybe the future has already started?*** *If that is the case, there is actually good reason for hope!*

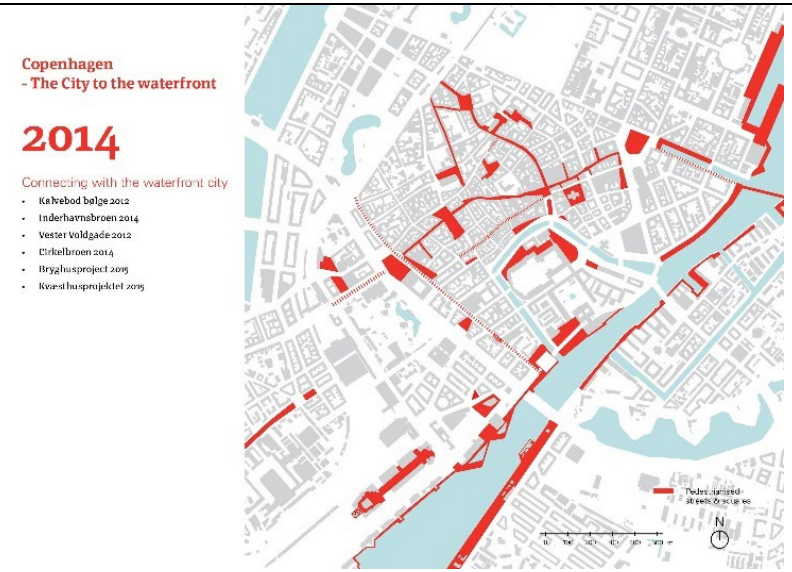
Jan Gehl. *Traduit : (peut-être que le futur est déjà d'actualité, et si c'est le cas, Il y a une bonne raison d'espérer).*

A-I.4.5 Les étapes et stratégies développement de la ville de Copenhague sur plus d'un demi-siècle sous la direction de Jan Gehl.

Jan Gehl montre dans ces illustrations le temps que ça a pris pour que Copenhague soit aujourd'hui un Exemple de ville pour le reste du monde. Evidemment, le changement ne s'est pas fait du jour au lendemain, c'est un processus qui comprend entre autres des négociations avec différentes communautés, gouvernement, des lois d'urbanisme etc…



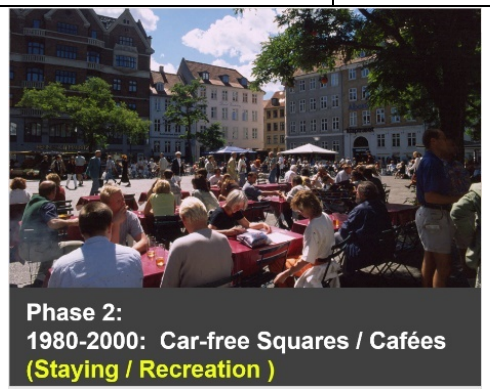
Source : Jan Gehl.



Source : Jan Gehl.

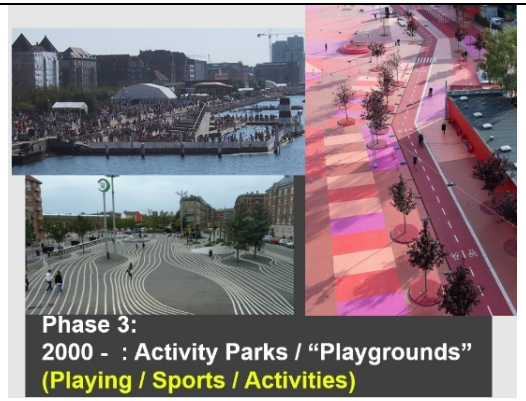
Source : Jan Gehl.

Phase 1 : promenade



Source : Jan Gehl.

Phase 2 : Recréation



Source : Jan Gehl.

Phase 3 : activités, sports

Quand j'ai posé à Jan Gehl la question de savoir comment il a réussi à convaincre la ville et à changer les rues de Copenhague, sa réponse était très intrigante. Jan Gehl confie qu'en réalité, la tâche n'a pas été facile. Car à ses débuts dans les années 60, alors qu'il descendait dans les rues de la ville et y restait 24 heures à observer les citadins, ses collègues éducateurs ne le prenaient pas au sérieux. Aussi, a-t-il dit, « *ce n'est d'ailleurs pas dans mon pays que mon travail a été reconnu en premier, c'est grâce aux Allemands qui, après avoir lu mes publications et mes revues, m'ont invité en Allemagne à Berlin avant la tombée du mur pour un projet d'une place publique. C'est donc après ce projet, son succès et publications dans les journaux allemands que de retour chez moi, j'ai commencé à faire les journaux. Alors entre 1960 et 1990, j'étais dans l'ombre* ».

Quant à la question comment a-t-il réussi à changer les mentalités des décideurs publiques pour que son travail soit si rependu et accepté dans la ville de Copenhague ? Jan Ghel avoue que pendant toutes ses années d'enseignement, beaucoup de ses étudiants ont fini par avoir un poste dans la ville au point où il a été facile pour lui de travailler avec eux directement pour que les meilleures décisions soient prises plus rapidement et plus efficacement. Mais comme le dit Gehl, c'est un processus très long qui demande de la ténacité et une grande détermination. Ces propos de Gehl ont raisonné très fort et m'ont une fois de plus encouragé dans mon choix de ce travail et la conviction que le curriculum éducatif pourrait en réalité être un atout avec de très fort potentiels de se restructurer de manière à devenir une plateforme transdisciplinaire de laquelle émerge une intelligence collective robuste et une capacite d'innovation perturbatrice *(disruptive innovation)* [182].

[182] A disruptive innovation is an innovation that creates a new market and value network and eventually disrupts an existing market and value network, displacing established market-leading firms, products, and alliances. Wikipedia

A-I.4.6 Le résultat d'un travail de plus d'un demi-siècle.

Ci-dessous à gauche la nouvelle stratégie a permis à Copenhague d'être nommée la meilleure ville au monde pour les citadins en 2009.

 Source : Jan Gehl.	 **Source : Jan Gehl.**
Un accent sur : l'habitabilité, durabilité, santé, inclusion sociale, démocratie.	Comparaison de l'ancien et nouveau : Ancien→ 5 voies pour automobilistes. Nouveau → 2 voies autos, arbres, 2 pistes cyclables, 2 trottoirs.

Une rue transformée où le piéton est intégré de manière à inverser la dynamique qui donnait préalablement priorité aux autos. Ici, le volume de piétons dans la rue et la démarcation claire des zones lui appartenant dans la rue et interdites aux voitures donne un pouvoir a ce dernier de s'imposer et de ralentir la vitesse des voitures.	
	Image source : Jan Gehl
Source : Jan Gehl.	Le transport en commun encourage les citadins, familles en poussette et handicapés.

WORLD'S MOST LIVEABLE CITIES, *MONOCLE* 2013 1. Copenhagen 6. Zürich 2. Melbourne 7. Stockholm 3. Helsinki 8. Munich 4. Tokyo 9. Sydney 5. Vienna 10. Auckland **Source : Jan Gehl.**	 **Source : Jan Gehl.**
Classé en 2013 les villes les plus vivables du monde.	Un pont exclusivement cycliste dans le centre-ville de Copenhague.

A-I.4.7 « *De l'air dans les cheveux* » ; une campagne du gouvernement danois pour inciter les personnes âgées à sortir et profiter les cheveux dans l'air.

Cette initiative dont Jan Gehl en est fier semble avoir réussie et les rues de Copenhague ont vu une augmentation de la population du troisième âge dans les rues de la ville (image ci-dessous droite). Cette initiative met en place des groupes de volontaires qui donnent leur temps pour le bien d'une ville qui a un souci d'accueillir ses personnes âgées dans ses rues au même titre que le reste de la population active. Ceci aide à limiter le temps que ces personnes âgées passent enfermées dans les institutions parfois inadéquates et inhumaines.

On peut aussi voir en bas à gauche les membres du gouvernement Danois qui se rendent chez la reine en vélos en Octobre 2017. Un exemple qui s'est propagé en effet mousse sur le pays entier et permis de booster le nombre de citadin se déplaçant à vélo.

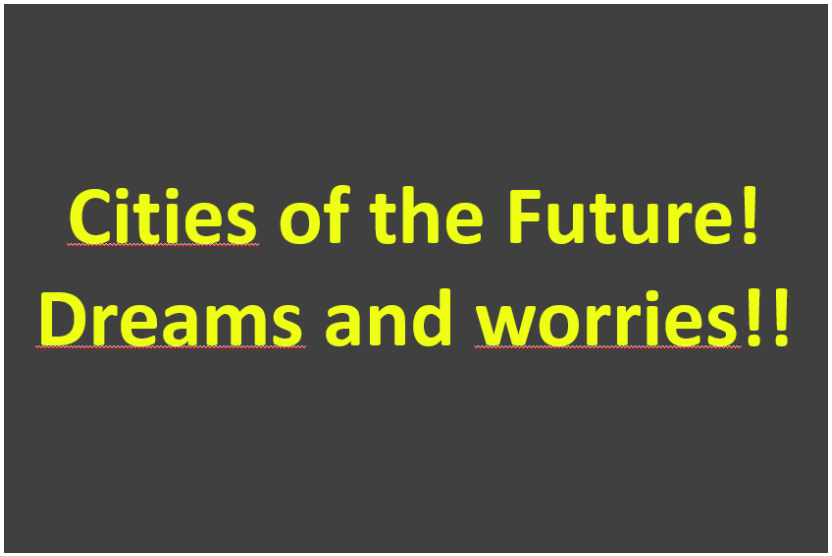
Ces exemples de Gehl montrent un processus multi-dimensionnelle qui engage de manière concurrente un développement urbain grâce l'engagement des populations, des experts, une volonté des décideurs, un gouvernement qui crée des campagnes permettant d'encourager tout individu à être partie prenante dans le développement de sa ville.

Source : Jan Gehl.

Arrêt aux feux.	Une rue de Copenhague pendant les heures de pointe.

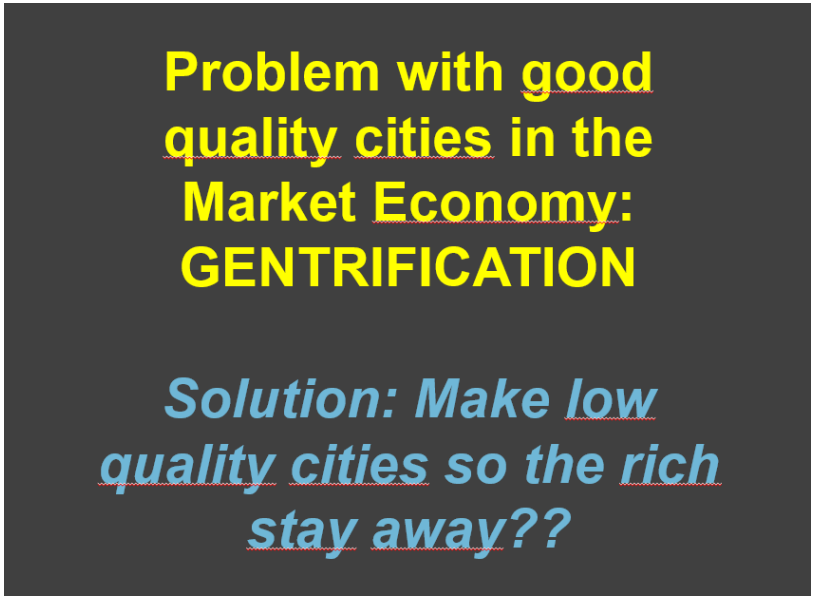
A-I.4.8 L'opinion de Jan Gehl par rapport aux villes comme Dubai (forte utilisation de la technologie).

Gehl suggère : mon conseil pour les villes de la future *« construire pour faire de belles villes pour les habitants c'est le plus simple et le moins cher que l'on puisse faire, et cette stratégie peut être utilisé dans le monde entier ».*

	
Les villes du futur ! Les rêves et les soucis !! »	Que faire de Dubaï ? Dubaï : devient une ville moderne motorisée.

Source : Jan Gehl.

Source : Jan Gehl.



Source : Jan Gehl.

Aux yeux de Gehl, ***une gentrification a REBOUR*** : est de créer des villes à petit prix en plein cœur des centres-villes connectées à la nature, agréables à vivre pour tous pour permettre à la masse(majorité) de vivre dans la ville, avec accès à tout et garder les riches en dehors de la ville ; après tout, ils (les riches) peuvent se le payer.

Problème *avec une ville de bonne qualité dans l'économie de marché* ➔ GENTRIFICATION.

Solution : *faire des villes de bas de gamme pour tenir les riches en dehors.*

Source : Jan Gehl.

A-I.4.9 Copenhague come un LABORATOIRE : Propos du maire de Copenhague entre 1994-1997 :

« Sans les études de vie publique de l'École d'architecture, nous, politiciens n'auraient pas eu le courage de mettre en œuvre les nombreux projets pour augmenter l'attractivité de la ville ».
Bente Frost, Maire de Copenhague de 1994 à 1997.[183]

Extrait de *People Cities de jan Gehl.* Pge 60 & 61

[183] Extrait du livre de Jan Gehl, ***People Cities***, Pages 60 et 61, Ed. Island Press.

Avant : une rive bordée de voiture et pas de promeneurs.

Après : Une place publique, comme le qualifie Jan Gehl*, « une fête réussie où les invités restent tard ».*

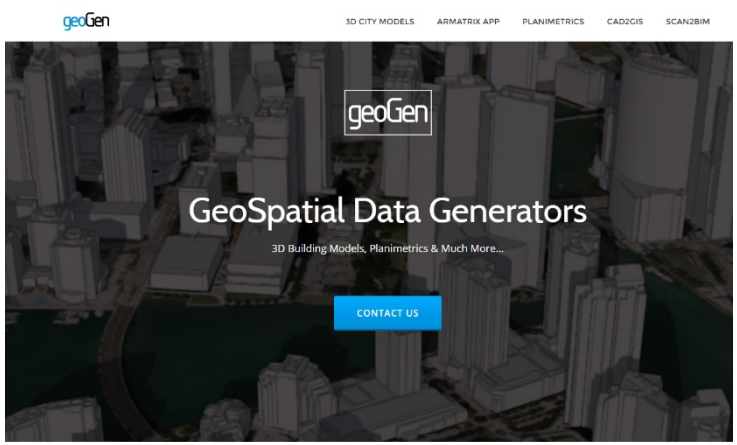
A-I.5 INTERVIEWS, PUBLICATIONS, CONFERENCES, COLLOQUES ET DISCUSSIONS SUR LE SUJET DE LA THÈSE PENDANT LES QUATRES DERNIÈRES ANNÉES :

Deux ans après le début de cette thèse et en vue du volume d'information collectés, j'ai décidé avec un ami de créer une entreprise Geospatiale ; geoGen LLC comme un conduit permettant de tester et exposer le potentiel de cette approche Neuro-prothétique au-delà de la focale de ce travail.

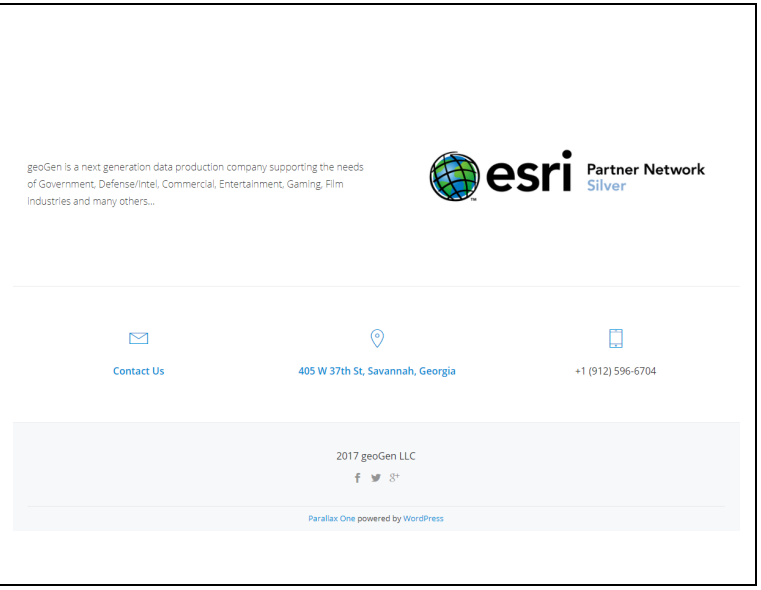
geoGen LLC a donc été créé en Septembre 2017 et nommée la même années l'une des petites entreprises **High-Tech** les plus innovatrice de Savannah par le journal *« Savannah Morning News ». C*'est donc d'une part de cette nouvelle entreprise que les sollicitations aux conférences ont commencé.

www.geogen.io

La suite illustre les différentes activités entreprises concurremment pendant la thèse.

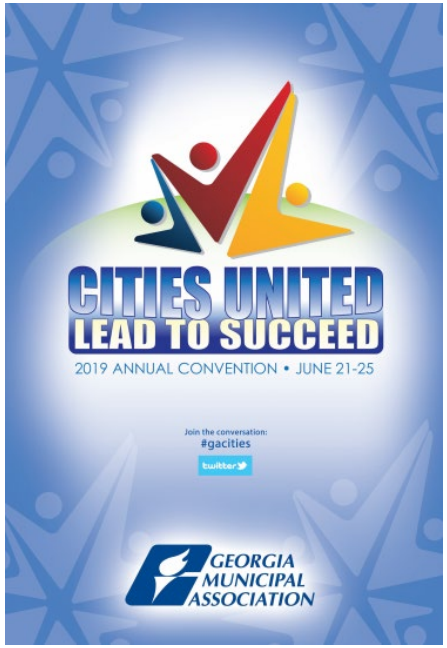


geoGen LLC.



A-I.5.1 Présentation à la Georgia Municipalité Association : *GMA convention.*

Date : du 21 au 25 Juin 2019 à Savannah.
https://www.gacities.com/GMASite/media/PDF/Events/2019-Annual-Program.pdf .



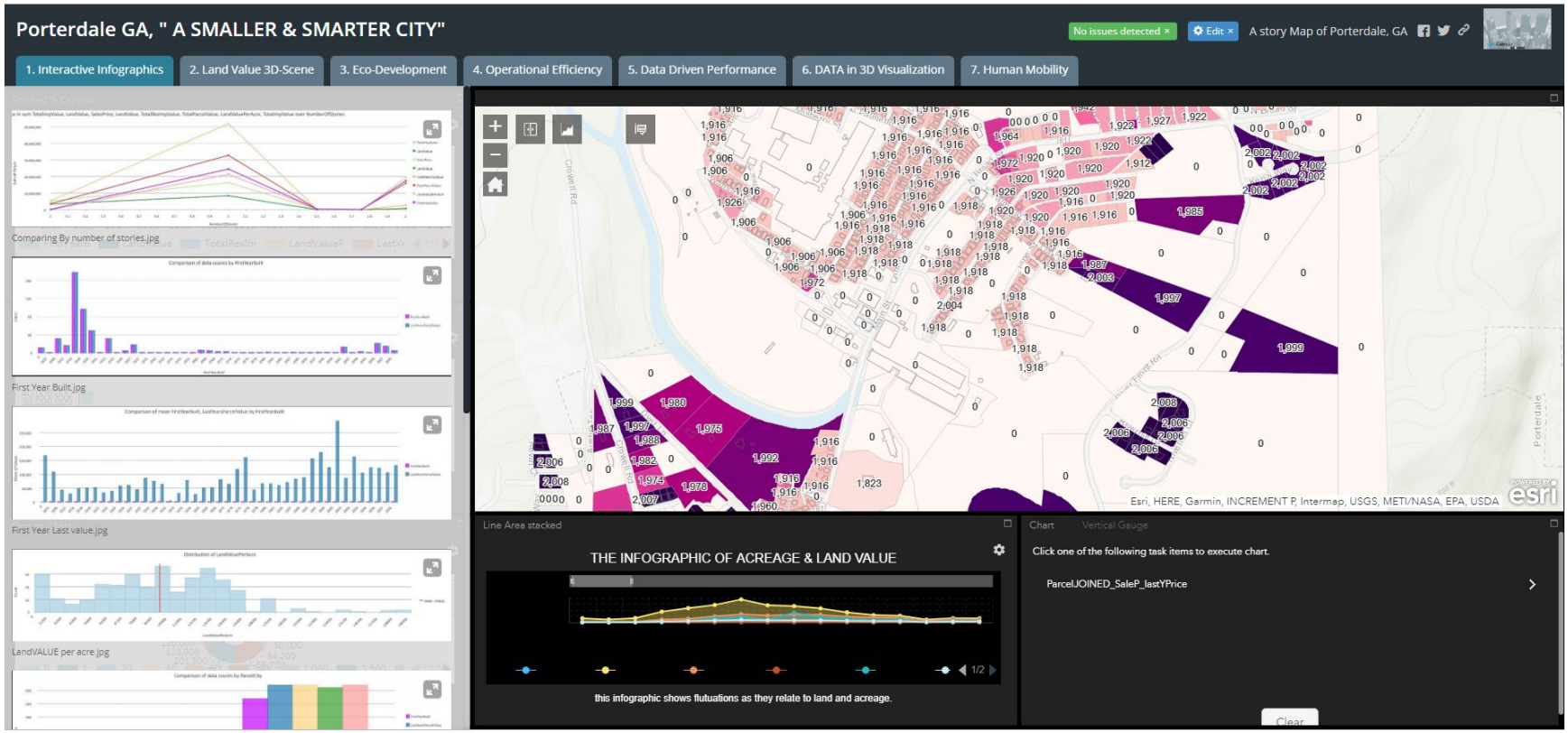
La **G**eorgia **M**unicipal **A**ssociation a pour mission d'anticiper et d'influencer les forces qui façonnent les villes géorgiennes et de fournir un **leadership**, des outils et des services qui aident les administrations municipales à faire preuve de plus d'innovation, d'efficacité et de réactivité.

La conférence (GMA) en 2019 était consacrée aux ***petites villes intelligentes***. Mon intervention était sur la ville de Porterdale en Géorgie, une ville de (1500 habitants). Mon travail était de montrer comment utiliser efficacement la technologie dans une ville si petite. La focale était de montrer que les petites villes ont quelque fois plus de ressources naturelles (intouchées) leur donnant un meilleur avantage potentiel de développer des solutions plus innovantes que les grandes villes.

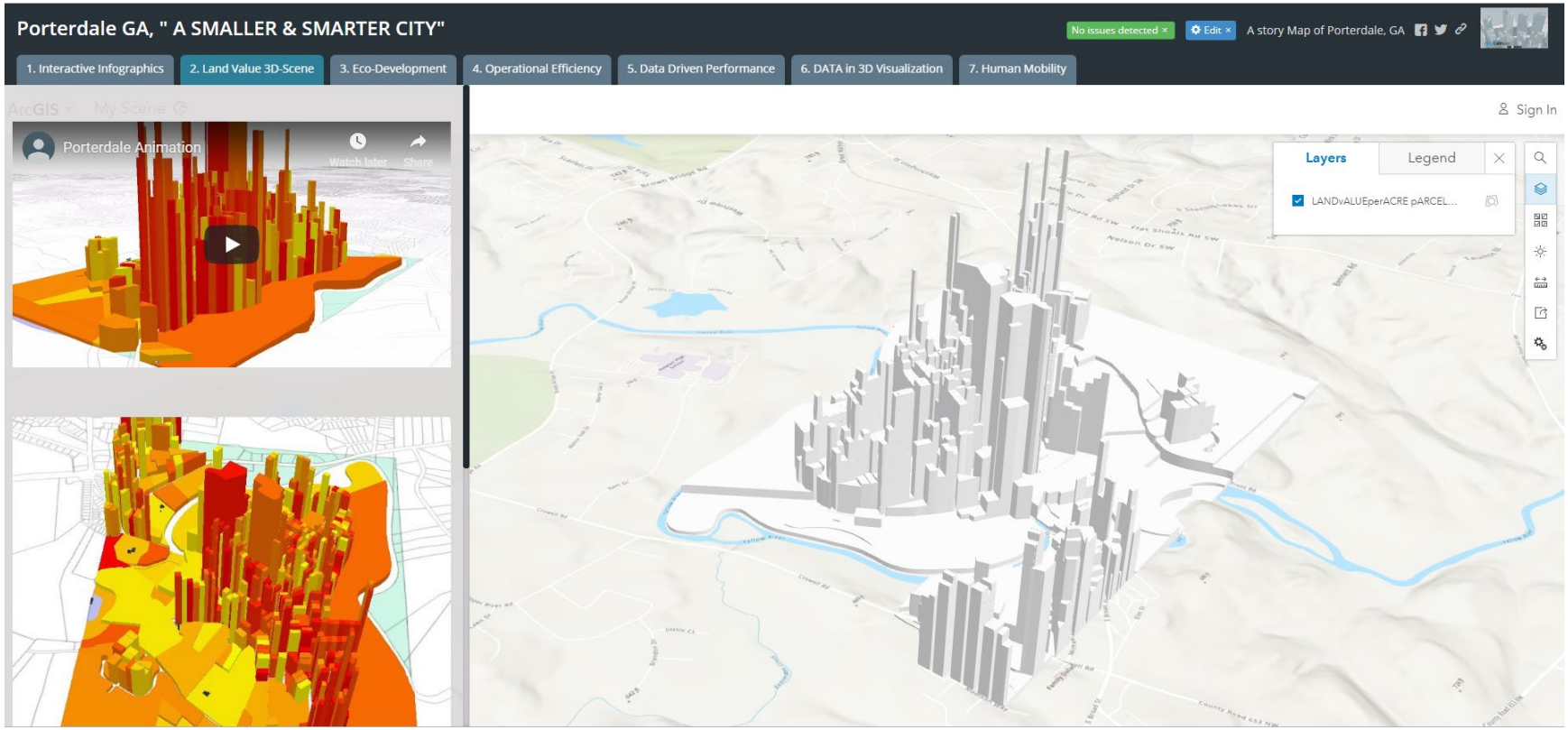
Les idées sur la manière dont les petites communautés peuvent être intelligentes, en utilisant les ressources et la technologie disponibles. Comprendre l'impact environnemental des villes et pouvoir l'expliquer dans un langage compréhensible.

Le lien ci-dessous montre les vignettes interactives du travail présenté.

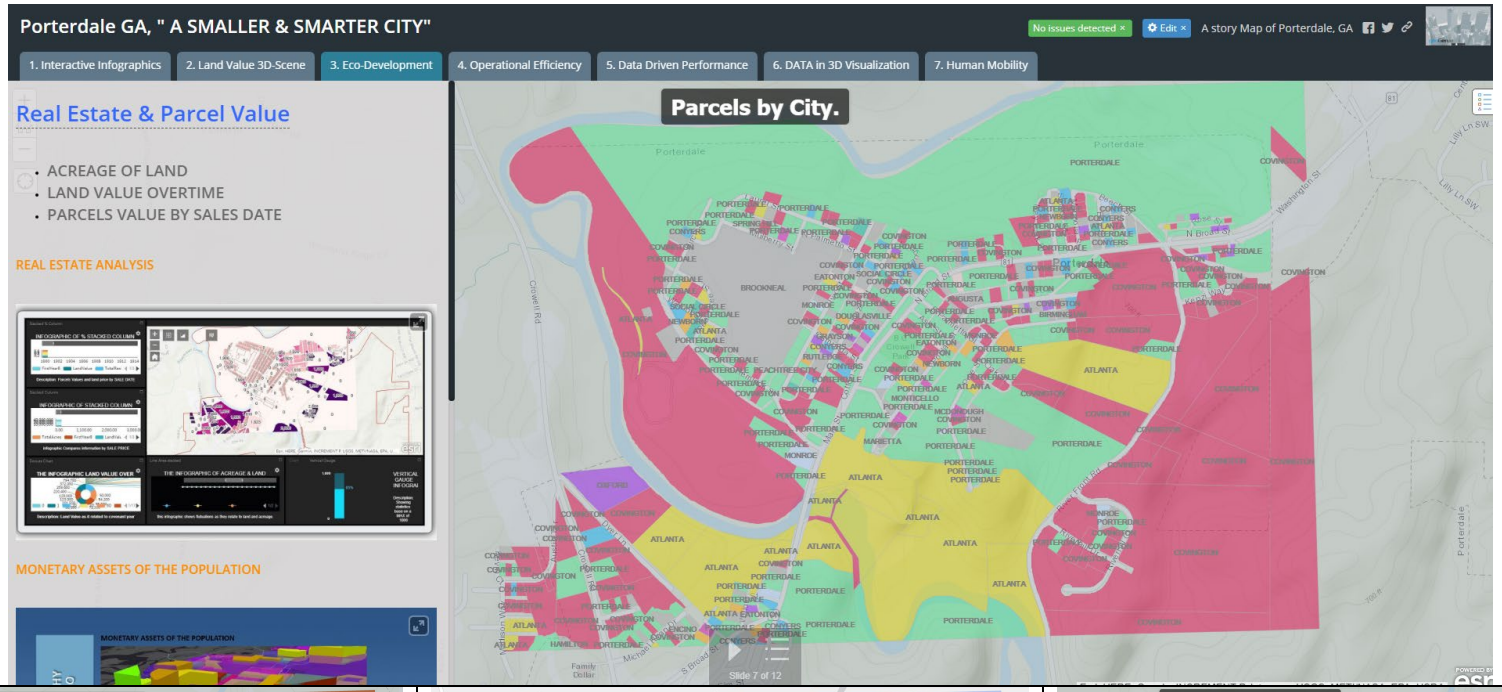
Liens : https://geogen.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=3bff3cfa42574188a9d670f390a48613

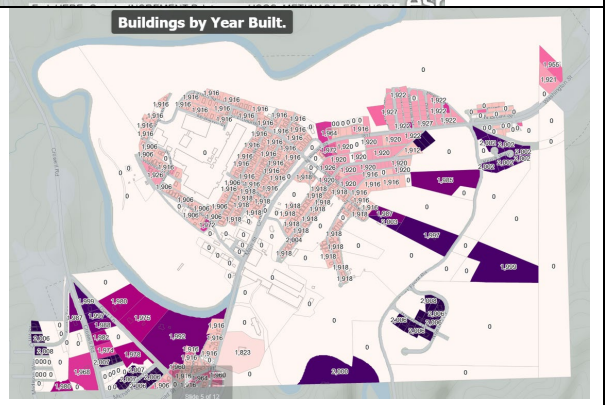


Cette illustration montre les parcelles et leur âge (à droite, grande image). Les vignette à gauche montrent respectivement : les valeurs des parcelles comparées au prix d'achat, a l'années de construction, a la valeur ajoutée depuis la construction ainsi que les tendances de l'immobilier.

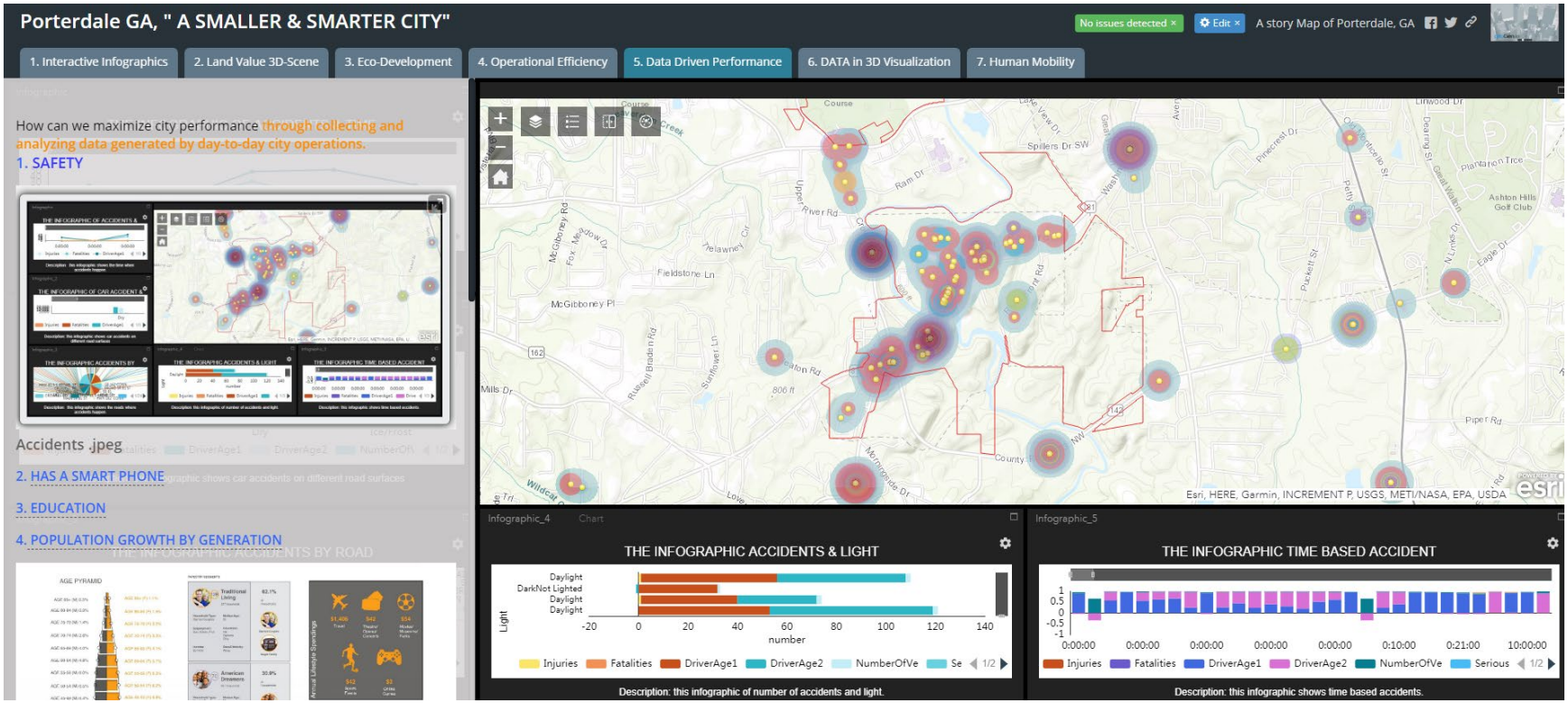


Cette illustration montre la valeur des parcelles extruder en 3D pour une visualisation rapide. En rouge les zones où les parcelles valent plus, en orange, les valeurs moyennes et en jaune les valeurs les plus basses.





Visuels permettant de visualiser très rapidement les paramètres spécifiques tels : fluctuation de prix, valeurs, âges etc…



Cette illustration montre les zones d'accidents dans la ville de Porterdale de 2009 à 2017 (à droite, grande image). Les vignettes à gauche montrent respectivement : les rues où le plus d'accidents arrivent ainsi que les conditions métrologiques pendant ces accidents ; les types d'éclairage (jour ou nuit) etc…

A-I.5.2 Publications dans les journaux :

Arc User au printemps 2018 ; *BIM et SIG - Mieux ensemble*

Cette conférence marquait la première rencontre depuis l'annonce publique d'une collaboration entre AutoDesk (BIM) et ESRI (SIG). À la fin de l'année 2017, **Esri** et **Autodesk** avaient annoncé un partenariat stratégique visant à mieux relier les plateformes *BIM* et *SIG*, dans le but de donner aux professionnels d'**AEC** *(Architecture, Ingénierie et construction)* la possibilité de créer des conceptions meilleures, plus efficaces et plus durables, notamment en 3D. Car Autodesk développe des logiciels pour la communauté AEC, tels que Revit et AutoCAD Civil 3D, utilisés par les architectes et les ingénieurs pour concevoir des actifs réels conformément aux modèles et aux pratiques BIM.

at Savannah College of Art and Design (SCAD) in Savannah, Georgia, and a PhD candidate in geospatial information science. Wacta said her PhD studies focus on BIM and GIS.

"BIM and GIS have to work hand in hand," Wacta said, following a presentation she gave at the Geodesign Summit. "Those two tools should be together because they are not competing."

Wacta said that she has advocated for using GIS in her architecture classes and has taught her students to use Esri CityEngine to create 3D models from 2D GIS data. Her students have used both Esri and Autodesk software in their architecture courses. Models created with Esri CityEngine give architects and urban planners a realistic view of their projects, helping them see where a building that is proposed might cast shadows, reflect heat, or even block views for nearby residents.

Having GIS data available in software for BIM would help in site analysis, Wacta said. "In architecture, we do all the things that GIS does. We do site analysis, but we do it with our ears and our eyes and our feelings," she said. "GIS makes you work smart and not hard. With BIM, we work too hard. I send the students to go trace buildings when the building footprints are already [available]. It's [often on] the city's website, and it's free. Why don't we make the students' lives easier so they can spend more time on design rather than busywork?"

to integrate ArcGIS Online into Autodesk's InfraWorks software later this year.

"It's going to be a marathon, not a sprint," Agelopoulos said. "But we will eliminate the existing barriers between BIM and GIS and improve the user experience for our mutual customers."

One person who looks forward to a connection between BIM and GIS workflows is Christine Wacta, a professor of architecture

Geodesign That Improves Urban Planning—and People's Lives

The summit delved into many aspects of geodesign and supporting technology and content. Geodesign benefits from communities' having access to data and apps that they can use to develop green infrastructure plans.

Making people's lives better is a goal for The Trust for Public Land. (TPL) "Our mission is [conserving] land for people," said Breece

← Christine Wacta is a professor of architecture at Savannah College of Art and Design (SCAD) in Savannah, Georgia, and a PhD candidate in geospatial information science whose work focuses on BIM and GIS. She believes BIM and GIS should work hand in hand.

← Breece Robertson, the director of planning and GIS for The Trust for Public Land, works on programs that create green infrastructure to help reduce the impact of climate change.

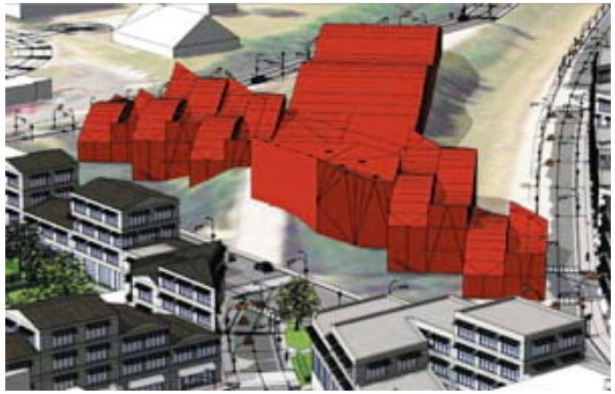
22 Spring 2018 esri.com

J'ai été invité en raison de ma vision stratégique sur la manière de tout concilier pour réaliser une mission. Mon enseignement, mes publications et travail de recherche avaient pendant les deux dernières années focalisées sur ce besoin d'une interopérabilité très étroite entre les deux applications. Les sujets abordés étaient multiples ; *Le cloud computing*, *le big data*, *l'Internet des objets* ***(IoT)***, *l'intelligence artificielle* ***(IA)***, *l'apprentissage automatique et les SIG Web* étaient au rendez-vous. Ce partenariat ne pouvait pas être plus opportun pour ce travail, qui a l'origine décrivait justement le manque de connectivité entre les deux applications de géographie SIG et d'architecture BIM. La décision de rapprocher les logiciels SIG et (BIM) aidera le secteur de l'architecture, de l'ingénierie et de la construction (AEC).

Liens : http://www.esri.com/esri-news/arcuser/spring-2018/coming-together-to-design-resilient-communities

https://www.esri.com/~/media/Files/Pdfs/news/arcuser/0518/arcuser-spring-2018.pdf

a) Dans le Journal Arc*News*, Avril 2018.



One of Christine Wacta's students at Savannah College of Art and Design used Esri CityEngine to create a 3D model of a jazz history museum and train station for Savannah. (Image courtesy of professor Christine Wacta/Savannah College of Art and Design.)

The hope is that the collaboration will help the AEC community improve design and construction by using more precise geographic knowledge or context, resulting in a greater understanding of how designs would impact the environment. The Autodesk and Esri initiative will also focus on ways to gain more information from BIM data for use in GIS-based operations and maintenance workflows.

Lien:
https://www.esri.com/esri-news/arcnews/spring18articles/geodesign-steps-up-to-shape-the-future

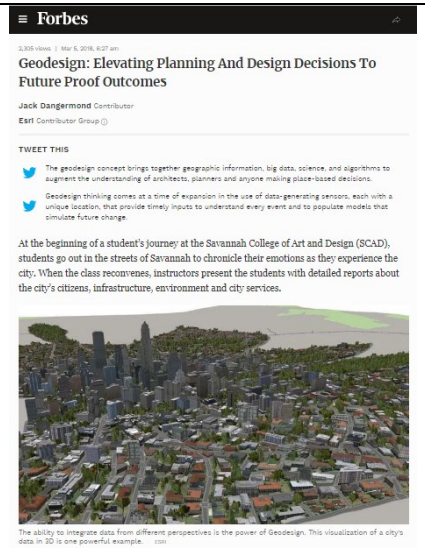
Cette illustration est le travail de mon étudiant J*una Hudy* ; travail d'atelier de l'Automne 2017, montrant une intégration d'une modélisation BIM (rouge) dans une scène de City Engine (Esri).
Un processus d'intégration qui comprend plusieurs étapes ; des données tabulaires 2D filtrées avec ArcMap avant un transfert vers City Engine qui s'occupe de l'extrusion.

b) Le Journal Forbes du 5 Mars 2018.

Journal Forbes le 5 Mars 2018 : Jack Dangemond, CEO de ESRI décrit mon approche d'enseignante par rapport à mon intervention a la conférence GeoDesign Summit en Janvier 2018. Il décrit ainsi l'approche de la dérive développée dans le chapitre 8 de ce travail.

« *Au début du séjour d'un étudiant au Collège d'Art et de Design de Savannah (SCAD), les étudiants se rendent dans les rues de Savannah pour faire la chronique de leurs émotions au cours de leur expérience de la ville. Lorsque la classe se réunit à nouveau, les instructeurs présentent aux étudiants des rapports détaillés sur les citoyens, les infrastructures, l'environnement et les services de la ville.*

Les étudiants qui auraient enregistré un sentiment de sécurité à un endroit donné reçoivent des statistiques sur la criminalité pour cette zone. Ceux qui expriment des sentiments de forte connexion naturelle consultent des données sur les systèmes naturels de la ville. Les instructeurs utilisent cet exercice pour dissiper les hypothèses fondées sur des faits concrets, en favorisant un fondement fondé sur des preuves pour les décisions de conception. SCAD, avec de nombreuses autres institutions à travers le monde, a adopté une approche basée sur les données dans le cadre d'un programme d'études plus large en géo-conception qui enracine les étudiants dans des facteurs paysagers et sociaux au-delà d'un site de projet individuel. Le concept de géo-conception associe des informations géographiques, des données volumineuses, des données scientifiques et des algorithmes pour améliorer la compréhension des architectes, des planificateurs et de tous ceux qui prennent des décisions basées sur les lieux ». ***Jack Dangemond, CEO of ESRI, Forbes du 5 Mars 2018.***



Forbes

Geodesign: Elevating Planning And Design Decisions To Future Proof Outcomes

Jack Dangermond Contributor

Esri Contributor Group

TWEET THIS

The geodesign concept brings together geographic information, big data, science, and algorithms to augment the understanding of architects, planners and anyone making place-based decisions.

Geodesign thinking comes at a time of expansion in the use of data-generating sensors, each with a unique location, that provide timely inputs to understand every event and to populate models that simulate future change.

At the beginning of a student's journey at the Savannah College of Art and Design (SCAD), students go out in the streets of Savannah to chronicle their emotions as they experience the city. When the class reconvenes, instructors present the students with detailed reports about the city's citizens, infrastructure, environment and city services.

The ability to integrate data from different perspectives is the power of Geodesign. This visualization of a city's data in 3D is one powerful example. ESRI

Students who might record a feeling of safety at a certain spot receive crime statistics for that area. Those that express sentiments of strong natural connections view data about the city's natural systems. Instructors use this exercise to dispel assumptions with hard facts, fostering an evidence-based foundation for design decisions.

SCAD, along with many institutions across the world, has embraced a data-driven approach as part of a larger geodesign curriculum that roots students in landscape and social factors beyond an individual project site. The geodesign concept brings together geographic information, big data, science, and algorithms to augment the understanding of architects, planners and anyone making place-based decisions.

Lien : https://www-forbescom.cdn.ampproject.org/c/s/www.forbes.com/sites/esri/2018/03/05/geodesign-elevating-planning-and-design-decisions-to-future-proof-outcomes/amp/

c) Journal Arc*Watch* de Mars 2018: GeoDesign Time to shine:

The AEC industry needs to be patient, however, because the integration will take time and be incremental, though there are plans to integrate ArcGIS Online into Autodesk's InfraWorks software later this year.

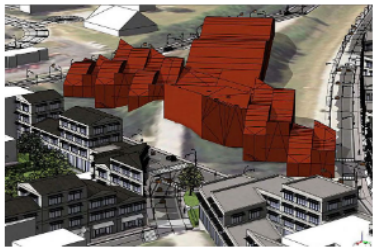
"It's going to be a marathon, not a sprint," Agelopoulos said. "But we will eliminate the existing barriers between BIM and GIS and improve the user experience for our mutual customers."

One person who looks forward to a connection between BIM and GIS workflows is Christine Wacta, a professor of architecture at Savannah College of Art and Design (SCAD) in Savannah, Georgia, and a PhD candidate in geospatial information science. Wacta said her PhD studies focus on BIM and GIS.

Professor Christine Wacta's students use both Esri and Autodesk software in her classes at Savannah College of Art and Design (SCAD).

"BIM and GIS have to work hand in hand," Wacta said, following a presentation she gave at the Geodesign Summit. "Those two tools should be together because they are not competing."

Wacta said that she has advocated for using GIS in her architecture classes and has taught her students to use Esri CityEngine software to create 3D models from 2D GIS data. Her students have used both Esri and Autodesk software in their architecture courses. For example, one student used Esri CityEngine to create a 3D model of a jazz history museum and train station for Savannah, Georgia. The model shows the development in the context of the surrounding urban landscape, including the terrain and nearby buildings and infrastructure. In Revit software for BIM, the student then created interior and exterior designs of the museum and train station.



This is a model of a train station/jazz museum that was created using Esri CityEngine. (Image courtesy of Professor Christine Wacta of SCAD).

Models created with Esri CityEngine give architects and urban planners a realistic view of their projects, helping them see where a building that is proposed might cast shadows, reflect heat, or even block views for nearby residents. This type of information is useful in design, according to Wacta. "When you start saying 'BIM and GIS,' it's like [talking about] bananas and plantains. It's not the same thing," she said. "One is there supporting you [to] make better decisions on those buildings that you are making."

Having GIS data available in software for BIM would help in site analysis, Wacta said. "In architecture, we do all the things that GIS does. We do site analysis, but we do it with our ears and our eyes and our feelings," she said. "GIS makes you work smart and not hard. With BIM, we work too hard. I send the students to go trace buildings when the building footprints are already [available]. It's [often on] the city's website, and it's free. Why don't we make the students' lives easier so they can spend more time on design rather than busywork?"

A SCAD student used software for BIM to design this model of the train station/jazz museum. (Image courtesy of Professor Christine Wacta of SCAD).

Geodesign That Improves Urban Planning—and People's Lives

Du journal ESRI ArcWatch: GIS News and Insights:

Lien : https://www.esri.com/esri-news/arcwatch/0318/geodesigns-time-to-shine

À gauche, un rendu de Jonah Hudy cette fois transféré de City Engine (Esri) à REVIT (Autodesk) et finalement dans Adobe Photoshop pour les touches finales.

d) Congress for New Urbanism (CNU) : à Savannah le 14 Mai 2018.

Titre de conférence : **Engager l'inattendu :**

Home > Education and Events > Educational Events >

Engaging the Unlikely

Congress for the New Urbanism

#9147171

Friday, May 18, 2018
2:15 p.m. - 3:30 p.m. EDT

CM | 1.25

Add to My Log

OVERVIEW

What sorts of new engagement tools welcome groups who don't usually come to the table? To get that complex mix of age, income, and race that truly reflects the collective local vision and makes for resilient, equitable places? In this session, we'll get an update on the latest action techniques, like tactical urbanism, as well as communications techniques, like open space technology. Tactical Urbanism is being used as a public engagement technique at the metropolitan scale in places like greater Los Angeles, Miami-Dade County, and Thessaloniki, Greece. The tool helps address many issues at once: mistrust in government, language/cultural barriers, and lack of leadership from municipal government. We'll also discuss emerging electronic tools, including a Minecraft lounge, where participants are encouraged to work together to model what they love about downtown and calm what they fear using to-scale buildings of existing conditions.

SPEAKERS

Hazel Borys

Confirmed Speaker

Hazel Borys is President of PlaceMakers, LLC in the US and PlaceMakers, Inc., in Canada, city planning firms working to advance the livability conversation. She guides governments through land use law reforms — allowing walkable, mixed-use, compact, resilient places to develop by-right — and helps developers get things built under the increasingly ...

Read More

Jennifer Hurley, AICP

Confirmed Speaker

Jennifer specializes in group facilitation and mediation with respect to the built environment. Jennifer wrote one of the first articles chronicling the implementation of New Urbanist zoning codes and has worked on the development of several form-based codes. Jennifer was the lead writer for the Affordable Housing Policy Guide SmartCode ...

Read More

Michael Lydon

Confirmed Speaker

Christina Wacta

Confirmed Speaker

Christine Wacta is a Professor of Architecture at Savannah College of Art and Design and Co-Founder of geoGen technologies. She is a Ph.D Candidate in Geospatial Information Science for Urban Design, Landscape and Heritage at "Université Sorbonne_Paris-Cité _Paris-Diderot", France. Christine serves on the Board of Directors for the Savannah ...

Read More

CONTACT INFO

CNU Credits, speakerinfo@cnu.org

Question posée : Quelles sortes de nouveaux outils de mobilisation accueillent les groupes qui ne participent généralement pas dans les discussions de société ? Pour obtenir ce mélange complexe d'âge, de revenu et de culture qui reflète véritablement la vision collective locale et crée des lieux résilients et équitables ? Au cours de cette session, les conférencières feront une mise à jour des dernières techniques d'action, comme l'urbanisme tactique, ainsi que des techniques de communication, comme la technologie de l'espace ouvert.

L'urbanisme tactique est utilisé comme technique d'engagement public à l'échelle métropolitaine dans des régions telles que Los Angeles, le comté de Miami-Dade et Thessaloniki, en Grèce. Cet outil permet de résoudre de nombreux problèmes à la fois : méfiance envers le gouvernement, barrières linguistiques / culturelles et manque de *leadership* de la part du gouvernement municipal.

Lien : https://www.planning.org/events/activity/9147171/

A-I.5.3 Interviews :

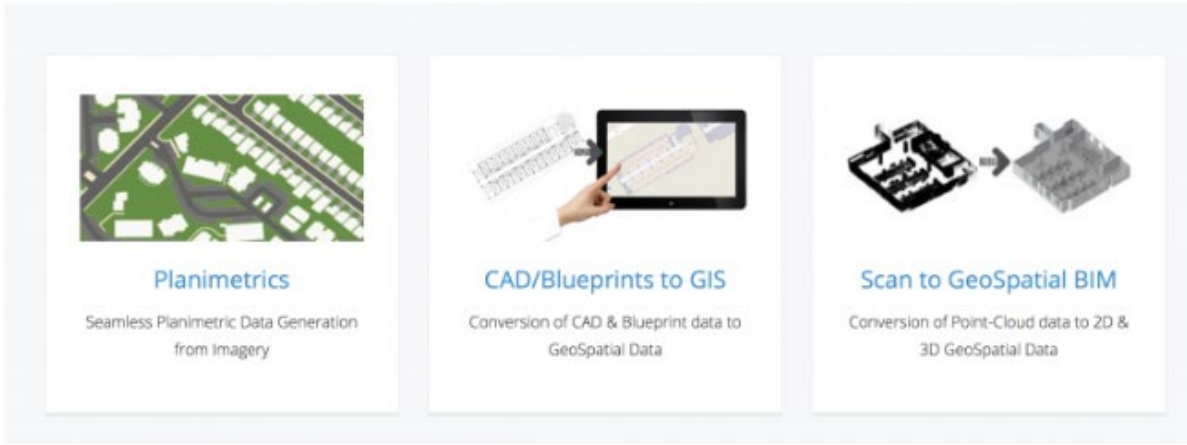
a) **Interview apparue dans le journal ESRI, Arc Users**, du Printemps 2018, parlant de mon approche inclusive de GeoDesign dans le curriculum architectural.

"BIM and GIS have to work hand in hand," Wacta said, following a presentation she gave at the Geodesign Summit. "Those two tools should be together because they are not competing." Wacta said that she has advocated for using GIS in her architecture classes and has taught her students to use Esri CityEngine to create 3D models from 2D GIS data. Her students have used both Esri and Autodesk software in their architecture courses. Models created with Esri CityEngine give architects and urban planners a realistic view of their projects, helping them see where a building that is proposed might cast shadows, reflect heat, or even block views for nearby residents. Having GIS data available in software for BIM would help in site analysis, Wacta said. "In architecture, we do all the things that GIS does. We do site analysis, but we do it with our ears and our eyes and our feelings," she said. "GIS makes you work smart and not hard. With BIM, we work too hard. I send the students to go trace buildings when the building footprints are already *[available]*. It's *[often on]* the city's website, and it's free. Why don't we make the students' lives easier so they can spend more time on design rather than busywork?" **Geodesign That Improves Urban Planning—and People's Lives** The summit delved into many aspects of geodesign and supporting technology and content. Geodesign benefits from communities' having access to data and apps that they can use to develop green infrastructure plans. Making people's lives better is a goal for The Trust for Public Land. (TPL) "Our mission is *[conserving]* land for people," said Breece Robertson, the director of planning and GIS for the national conservation organization, which was founded Christine Wacta is a professor of architecture at Savannah College of Art and Design (SCAD) in Savannah, Georgia, and a PhD candidate in geospatial information science whose work focuses on BIM and GIS. She believes BIM and GIS should work hand in hand.	*« BIM et SIG doivent travailler main dans la main », a déclaré Wacta à la suite d'un exposé qu'elle avait donné lors du sommet Geodesign. "Ces deux outils devraient être ensemble car ils ne sont pas en concurrence." Wacta a déclaré qu'elle préconisait l'utilisation des SIG dans ses cours d'architecture et avait appris à ses étudiants à utiliser Esri City Engine pour créer des modèles 3D à partir de données SIG 2D. Ses élèves ont utilisé les logiciels Esri et Autodesk dans leurs cours d'architecture. Les modèles créés avec Esri City Engine offrent aux architectes et aux urbanistes une vue réaliste de leurs projets, les aidant à voir dans quels cas un bâtiment proposé pourrait créer des ombres, refléter la chaleur ou même bloquer la vue des résidents locaux.* *Disposer de données SIG dans le logiciel pour BIM aiderait à l'analyse de site, a déclaré Wacta. « En architecture, nous faisons en plusieurs heures ce que SIG peut effectuer en quelque minutes. Nous effectuons une analyse de site, mais nous le faisons avec nos oreilles, nos yeux et nos sentiments », a-t-elle déclaré. « Le SIG vous permettent de travailler intelligemment et pas durement. Avec BIM, nous travaillons trop dur pour essayer d'effectuer des tâches propres au SIG. Pour les projets en studio d'architecture, les étudiants passent une bonne partie du temps à mesurer les bâtiments et le site alors que les empreintes de bâtiment sont déjà disponibles dans les sites web de la ville et c'est gratuit. Pourquoi ne simplifions-nous pas la vie des étudiants pour qu'ils consacrent plus de temps à la conception plutôt qu'au travail de recopiage ? »….*

b) Interview avec Creative Coast : dans le journal *#MADEINSAV* par Coco Papy le 12 Mars 2018

GeoGen: Mapping the Future

https://www.thecreativecoast.org/geogen-mapping-future/



"MON NOM EST CHRISTINE WACTA ET JE SUIS PROFESSEUR D'ARCHITECTURE À SCAD. Avec un partenaire, j'ai démarré une entreprise appelée GEOGEN parce que nous avons compris qu'il fallait tout digérer dans la ville pour pouvoir gérer la résilience » Au cours des dernières années, nous avons eu beaucoup d'ouragans et nous constatons que beaucoup de villes n'ont aucune idée de leurs prévisions ou de l'évaluation du niveau de risque. Pouvoir obtenir ces informations du schéma directeur au SIG, il est crucial de créer un catalogue numérique mondial pour toute ville.

CC : Pour ceux qui ne sont pas si familiers avec ça, pourquoi est-ce important ? Pourquoi numériser toutes ces choses au sein de la ville pour les mettre en quelque sorte dans un seul endroit ?

CW : *Beaucoup de villes ont été construites à l'époque où nous n'avions pas de moyen numérique. Aujourd'hui, nous vivons dans un monde où l'énergie numérique est présente et de nombreux antécédents précieux doivent être consignés. Dernièrement, nous avons été frappés par des ouragans et des catastrophes naturelles. Très souvent, nous ne savons vraiment pas où cela se produira, alors être capable de cataloguer ou d'enregistrer l'infrastructure nous permet de conserver l'histoire si quelque chose comme cela se produisait. Dans une ville côtière comme Savannah, de se trouver au bord de l'eau devient un risque chaque fois que nous avons des ouragans (risque d'inondations) Savannah est très inondée. Certaines zones de la ville sont inondées plus rapidement que d'autres, comprendre où cela va frapper pourraient nous permettre de commencer à enregistrer ces bâtiments afin que nous puissions en garder l'histoire plutôt que de les voir disparaître un jour sans aucun enregistrement de cela.*

LES VILLES DEVIENT DE PLUS EN PLUS COMPLEXES. DE DIGITALISER LES STRUCTURE NOUS PERMETTRAIT DE MIEUX CONCEVOIR PAR EXEMPLE : ON POURRAIT DETERMINER LES PROBLEMES DE VUE ET D'ENSOLEILLEMENT AVANT QUE LES BÂTIMENT SOIENT CONSTRUITS ?

Aussi, en termes de valeur immobilière, il est possible de trouver toutes les vues de la construction avant sa conception ... ce qui ajoute une grande valeur au design et à l'expérience de l'utilisateur. Sur la base de l'analyse et du calcul solaire, nous pouvons affecter des bureaux et des locaux de stockages en fonction de leur niveau d'ensoleillement tout au long de la journée. Cela signifie que les utilisateurs se sentiraient mieux sur leur lieu de travail, les bureaux ne seraient pas ombragés, les employés seraient plus performants et l'entreprise prospèrera. C'est vraiment une question de performance humaine, de conception pour le bienêtre de l'utilisateur et sa performance au travail.

Je pense que la numérisation des structure urbaines aurait vraiment un impact sur l'améliore de la vie dans la ville, car les villes sont de plus en plus denses et nous ne pouvons pas empêcher les citoyens de vouloir s'installer dans les villes. Une chose que nous pouvons faire est de mieux concevoir afin que les citadins puissent mieux vivre dans des villes de plus en plus denses.

CC : Pouvez-vous parler de tout ça, parce que wow. C'est tellement d'informations, mais aussi comment les données sont utilisées à des fins multiples ?

CW : *Nous utilisons des données disponible 2D de la ville à travers les applications SIG. Les villes ont souvent ces données*

disponibles gratuitement ou à faible coût. Car c'est ainsi que les villes enregistrent toutes leurs informations sur l'infrastructure, les biens immobiliers, les taxes, distribution des eaux etc., etc.

Si vous vous rappelez l'ouragan Matthew à Savannah, la plupart des dégâts étaient causés par les arbres. Cela a causé des dommages matériels très grave à la ville. La ville a été fermée pendant deux semaines. Pensez à toutes les pertes générées et au stress que cela a infligé aux familles. Eh bien ! La ville de Savannah a un registre de tous les arbres, leur âge, leur type et leur espérance de vie. On pourrait mieux se préparer ; en modelant la ville en 3D avec des arbres pour ensuite générer une simulation 3D avec la vitesse du vent. A travers une analyse de régression, l'on pourrait montrer avec 90% de précision les arbres qui constituaient des risques en fonction de leur type, leur d'âge, le sens du vent (données accessibles sur le site de NOAA[184]) et leur durée de vie .... Pensez à toutes les pertes matérielles que la ville aurait pu s'épargner.

C'est cela la RÉSILIENCE et c'est l'expertise mon entreprise ***geoGen LLC****.*

www.geogen.io

Extrait de l'interview avec Coco Papy de Creative Coast.

[184] The National Oceanic and Atmospheric Administration

A-I.5.4 Travail en collaboration :

TITRE : *"DE HOLLYWOOD A HOLYSEE:* "

Le BIG DATA en Réalité Augmentée et Réalité Virtuelle *AR/VR :*

Cette collaboration se concentre sur la création d'un environnement de **R**éalité **V**irtuelle et **R**éalité **A**ugmentée **AR/VR** pleinement immersif/spatio-temporel/informé à l'aide d'applications multimédia et de jeux intégrant des données en temps réel sur un support de référence géo-topographique. Nous nous concentrons sur les moyens par lesquels la Science peut devenir un véhicule qui aide à informer tout design.

Participants :

Molly Burhans, fondatrice de Good-lands. www.good-lands.org

Matthias Buehler, fondateur de VRBN. https://www.vrbn.io/

Geoff Taylor, Ingénieur des Solutions 3D chez ESRI. www.esri.com

Christine Wacta, Co-fondatrice de geoGen. www.geogen,io

Lien : https://panelpicker.sxsw.com/vote/78236

FROM HOLLYWOOD TO HOLYSEE: BIGDATA IN AR/VR DESIGN

We will focus on the creation of an informed fully immersive/spatio-temporal AR/VR environment through motion of our memories and therefore vary from person-to-person thus giving ROOM to a variety of intangible interpretat

Related Media

Takeaways

1. How can we leverage entertainment/game engine technology to enhance AR/VR environments created with real
2. How does the entertainment and scientific communities integrate/cross over?
3. Why should we use real world data to inform entertainment designs?

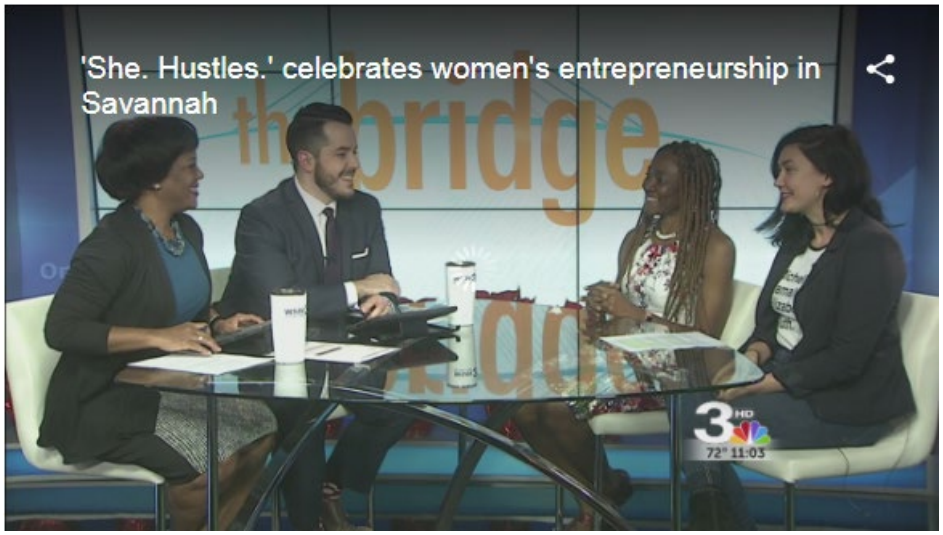
Speakers

- Christine Wacta, Professor of Architecture, Savannah College of Art and Design
- Molly Burhans, Founder, Executive Director, Goodlands
- Matthias Buehler, CEO and Founder of High-end Procedural 3D Cities , VRBN
- Geoff Taylor, 3D Solutions Engineer, ESRI

Organizer

Christine Wacta, Professor of Architecture, Savannah College of Art and Design

A-I.5.5 Apparition dans le journal télévisé à savannah le 19 Novembre 2018 :



À la suite de la création de mon entreprise geoGen inspirée par ce travail, une invitation m'a été faite pour présenter le concept Neuro-prothétique de la ville intelligente a la télévision locale **WSAV3**.

Lien : https://www.wsav.com/news/she-hustles-shines-light-on-female-entrepreneurs-in-savannah/1077787882

A-I.5.6 Savannah Geekend; printemps 2018:

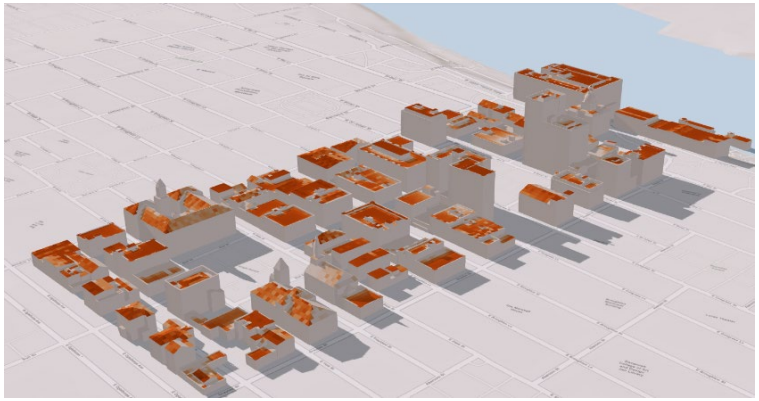
Chaque année au Printemps, l'organisation ***Creative Coast*** sous la direction de la SEDA[185] (structure de développement économique de la ville de Savannah) organise un long weekend High-Tech où sont invités les professionnels de la ville dont le travail relevé d'une innovation technologique.

Ce panel dans lequel j'ai participée avait pour focale : *Reality 2.0: « AR/VR Tech That Disrupts the Status Quo » :* ***la Technologie AR/VR qui perturbe le statu quo.***

Lien : https://www.youtube.com/watch?v=VHnsg8KJTqo

[185] Savannah Economic Development.

A-I.5.7 Remarques :



Finalement, on peut dire que l'approche de ville Neuro-prothétique de la ville est efficace dans le cadre de son fonctionner sur une base technique ; capable de générer une *Techni-Ville* dont les performance(s) et efficacité énergétique peuvent être mesurée comme on l'a vue au chapitre 7. Ceci lui donne alors à la ville une similarité de fonctionnement de système où l'on peut arriver à contrôler les gains/pertes d'énergie, gérer l'apport optimal d'énergie ainsi que les dépenses optimales nécessaires pour le bon fonctionnement du système urbain, ceci est possible grâce à des applications qui permettent de :

- Calculer la quantité d'énergie nécessaire pour accueillir un flux de population futur…
- Comprendre et accroitre les performances du système urbain en accumulant et dépensant de manière optimale ; Annex : cas de la petite ville de Porterdale.
- Aider à supporter la décision humaine de réduire l'empreinte environnementale et bien d'autres atouts.

Pourtant, et malgré tous ces atouts techniques extraordinaires d'applications digitales, l'interview avec Jan Gehl nous permet d'affirmer qu'une intervention humaine vivante ne saurait être sous-estimée et qu'au contraire, la nécessité d'une forte présence et négociation est vitale pour que la ville Neuro-prothétique puisse s'élaborer. Les découvertes réalisées durant ce travail de recherche viennent ici enrichir le dialogue qui continue à faire couler pas mal d'encre ; la complexité urbaine et la difficulté à comprendre la ville dans toute ses dimensions. Que l'on considère les propos de Carl Steinitz ou de Jan Gehl qui ont des approches différentes, on s'aperçoit que la finalité est la même, à savoir : *arriver à une ville animée, résiliente et intelligente qui met l'utilisateur au premier rang de ses priorités.* De ce fait, la question que ce travail de recherche pose est la suivante : devrons-nous vraiment attacher une importance sur la manière d'arriver à cette finalité, du moment où on y arrive ? Ce travail pense affirmativement et c'est à ce niveau que l'approche procédurale dans ce travail se démarque des autres approches. Car, elle a pour focus la démarche et les procédures de cheminements de système en plus d'une finalité qui permet de faire marche arrière afin de pouvoir innover.

(1) Réflexions sur les approches de ville résiliente non-digital ou Hybride ; les cas de Carl Steinitz et Jan Gehl.

Carl Steinitz et Jan Gehl se rapprochent dans leur propos quand ils parlent de conception urbaine dans la mesure où Carl ne conçoit pas une création de ville sans négociation et interaction (actif) avec les utilisat-eurs(rices). Jan Gehl quant à lui met en avant l'utilisat-eur(rice) par un processus répétitif d'observation et collection de données (passif). Carl utilise une méthode hybride de données collectées par les recensements, les visites de sites et des applications digitales Géospatiales. On peut ici affirmer que les deux hommes remettent la vie et l'homme *(interaction avec l'objet pour Gehl et négociation avec l'utilisateur pour Carl)* au centre de tout développement urbain. L'interaction et le recueil des éléments qui permettent ensuite de prendre des décisions informées sur le futur du développement.

L'approche de la ville Neuro-prothétique explorée dans ce travail pourrait rentrer dans la lignée des projets de Géo-Design comme définit par Carl Steinitz et par la même occasion contribuer au dialogue de future ville résiliente et durable qui continu de faire couler de l'encre. La finalité est : *une ville vivante, résiliente et intelligente pour le bienêtre de l'Homme*. On se pose donc la question de savoir si toutes ces approches combinées sur une plateforme singulière permettraient de synthétiser et développer une approche de ville durable plus robuste et efficace ?

Si la plateforme Géo-Design est concernée par une application d'outils transdisciplinaire, elle met en avant une nécessite d'interaction, négociation des personnes concernées. Cette méthode systémique et procédurale se rapproche bien de la méthode utilisée par Gehl dans sa création de ville.

D'une part, Carl Steinitz s'appuie sur l'application de la « pensée systémique globale », l'utilisation de divers « modèles » (décision, impact, etc.) et la synthèse des solutions de conception créées en sélectionnant et en superposant les entrées des différents systèmes. La collaboration ici se fait par une négociation avec les utilisateurs qu'il appelle « ***The people of the place*** ». D'autre part, on a Jan Gehl qui plaide en faveur des visites de site et observations constantes de l'interaction entre l'utilisat-eur(rice) et l'objet. Pourtant ces visites de site peuvent se traduire en observations passives dans la mesure où l'on n'interagit pas avec l'utilisat-eur(rice) et par conséquent il y a risque d'omission de faits importants. Jan Gehl développe entre autres un concept de dualité assez complexe *de l'espace public individualiste à l'espace public communautaire* ou l'émergence d'une double identité individuelle et collective qui rend possible un mécanisme sociocognitif d'appropriation et d'utilisation de l'espace public par le citadin. La question devient : peut-on se servir de la technologie pour capter les émotions et l'atmosphère du moment ? c'est peut-être là une composante importante de l'approche de Jan Gehl que les applications auraient des difficultés à implémenter et à retranscrire. Les deux méthodes de (Gehl et Steinitz) semblent converger vers l'importance du collectif et place ; la tâche de conception collective en tête de liste comme un aspects incontournable permettant de mettre à

profit le "savoir collectif incarné" : soit l'intelligence collective de la communauté qui prend en main les changements qui affectent directement son quotidien.

La question ici pour chacune de ces méthodes est celle de savoir comment le savoir collectif est acquis dans l'approche de Jan Gehl sans aucune contribution ni négociation avec l'utilisat-eur(rice) [observations passives] ? Le processus semble non litigieux. Chez Carl Steinitz, la question serait : est-ce suffisant de négocier avec les utilisat-eurs(rices) ; « *the people of the place* » sans toutefois les observer dans leur utilisation quotidienne de la ville ?

Quoi qu'il en soit, toutes ces méthodes semblent très efficaces sur leur focale respective : Carl Steinitz met un accent nouveau sur la « négociation collaborative en tant que méthode conception urbaine incontournable, » pour lui, si ce processus ne présente aucun litige, alors on est en train de passer à côté du vrai problème qui aiderait à créer une ville qui répond aux besoins de son citadin. Quant à Gehl, les observations et visites de site deviennent le pivot autour duquel les décisions importantes sont prises ; enfin, l'approche procédural digitale se focalise sur la nature systémique dynamique et flexible du processus. Il y a des similarités de but à atteindre et une complémentarité des approches qui se dégage de ce travail de recherche. A la base, elles sont toutes concernées en priorité par une inclusion des habitudes et sensibilité des utilisat-eurs(rices) dans un environnement complexe.

(2) Synthèse.

Traditionnellement, le SIG était utilisés pour la production de cartes ou la planification de services importants, mais moins critiques pour les opérations quotidiennes. Le SIG a aujourd'hui élargie son champ pour conquérir les domaines éparses tell la médecine, l'agriculture, la géomatique et bien d'autre encore… Comme le dit Brian Orland dans son interview en annexe, « *il est impossible aujourd'hui d'être un bon agriculteur sans maitriser le SIG, un expert en maladies contagieuses ne saurait exceller sans le SIG, l'architecte, le scientiste, l'ingénieur etc.… ».*
L'intérêt du SIG dans ce travail se résume à la capacite assez unique du logiciel à intégrer des données spatiales et d'attributs qui peuvent être stockées pour multiple utilisations future. C'est un moyen puissant de visualiser les informations dans un format de carte volumétrique facilement compréhensible par la plupart des utilisateurs et surtout ceux qui ne sont pas de la profession.

CETTE PAGE A ÉTÉ INTENTIONELLEMENT LAISSÉE BLANCHE

ANNEXE # II :
ÉVOLUTIONS DES APPLICATIONS ANALYSÉES DANS CE TRAVAIL, NOUVEAUX AXES APPARUS, LES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES.

A-II.1 Le point sur les applications utilisées dans ce travail ainsi que leurs évolutions pendant la durée de ce travail.

A-II.1.2 ArcMAP: « ArcMap vous permet d'afficher et d'explorer des jeux de données SIG pour votre zone d'étude, d'attribuer des symboles et de créer des présentations de carte à imprimer ou à publier. ArcMap est également l'application que vous utilisez pour créer et modifier des jeux de données. »

> **"***ArcMap is where you display and explore GIS datasets for your study area, where you assign symbols, and where you create map layouts for printing or publication. ArcMap is also the application you use to create and edit datasets***"**[186].

En amont de ce travail, une poignée seulement d'applications étaient sélectionnées parmi lesquelles ArcMap. Son rôle dans ce travail a été dès le début de préparer les données collectées pour les premières analyses. Au cours de ce travail, l'application ArcMap n'a pas vraiment évolué même si 4 versions se sont succédé. Les nouvelles versions de ArcMap ont permis d'agrandir son champ d'interopérabilité plus que sa capacité de performance. Une chose très intéressante néanmoins a été de remarquer la nouvelle application ArcGIS Pro (décrite plus bas) se développer à partir des principe et fondement de ArcMap.

A-II.1.3 CityEngine :

« Le concept principal de City Engine est l'approche "procédurale" pour modéliser efficacement. Une "procédure" basée sur du code est donnée à l'ordinateur. Elle représente une série de commandes - dans ce contexte, des commandes de modélisation géométrique - qui seront ensuite exécutées. Au lieu de l'intervention "classique" de l'utilisateur, qui interagit manuellement avec le modèle et modélise les géométries 3D, la tâche est décrite "de manière abstraite", dans un fichier de règles. »

[186] Source : http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/main/map/what-is-arcmap-.htm , visité le 5 Aout 2019.

> **“***The main concept of CityEngine is the "procedural" approach towards modeling efficiently. The computer is given a codebased "procedure" which represents a series of commands - in this context geometric modeling commands - which then will be executed. Instead of the "classical" intervention of the user, who manually interacts with the model and models 3d geometries, the task is described "abstractly", in a rule file***”***[187].

CityEngine était le logiciel à la base de cette thèse. Sa capacité procédurale ainsi que sa plateforme interopérable sont les éléments qui ont à l’origine, inspiré ce travail. Sa capacite interopérable s’est développée pendant les quatre dernières années pour lui permettre de supporter trois formats variés transférables dans des multiples logiciels 3D entre autres :

a) **Les formats 3D :** ABC *(Alembic*), FBX (*Autodesk*), DAE (*Collada*), DATASMITH (*Unreal*), glTF (*Khronos Group*) , OBJ (*Wavefront*) , RIB (*Renderman*), VOB (*e-on Vue*).
b) **Les formats 3D SIG :** Esri *FileGDB*, Keyhole *KMZ/KML*.
c) **Les formats ArcGIS Online :** Esri Scene Layer Package *SLPK*, CityEngine Web Scene *3WS*, 360 VR Experience *3VR*.
d) **CityEngine** supporte aussi des exports de fichier *Python*.

En plus de la téléportation, City Engine permet aujourd’hui de développer des fichiers du style VR[188]. Au cours de ce travail, cette application a développé les capacités de recevoir ainsi que d’exporter vers plusieurs logiciels tel que Maya, Revit, Rhino et un transfert de scène vers GIS Online ainsi que **Unreal** (l’application de jeu). Cette connectivité avec *Unreal*[189] a été un heureux hasard pour ce travail qui a commencé dans ce champ avant même que le logiciel suive. Ce logiciel a donc joué un rôle majeur en début de thèse pour peu à peu céder la place à Arc GIS Pro. Malgré cela, City Engine reste un logiciel important de développement urbain. Depuis l’été 2019 avec l’arrivée de ***GIS Urban*** (ESRI), qui est très compatible avec *GIS Pro*, traite l’urbain et semble avoir beaucoup de similarités avec City Engine (avantage de traiter de la grande échelle ainsi qu’un transfert rapide sur le web), il est difficile de savoir ce qui adviendra à City Engine.

[187] Source : https://doc.arcgis.com/en/cityengine/latest/get-started/get-started-about-cityengine.htm visité le 5 Aout 2019.

[188] **V**irtual **R**eality.

[189] Unreal Engine is a complete suite of development tools made for anyone working with real-time technology. From enterprise applications and cinematic experiences to high-quality games across PC, console, mobile, VR and AR, Unreal Engine 4 gives you everything you need to start, ship. A world-class toolset and accessible workflows empower developers to quickly iterate on ideas and see immediate results without touching a line of code, while full source code access gives everyone in the Unreal Engine 4 community the freedom to modify and extend engine features. https://www.unrealengine.com/en-US/features Visité le 8 Août 2019.

A-II.1.4 Arc GIS Pro : « ArcGIS Pro est l'avant dernière application SIG de Esri juste avant GIS Urban. Avec ArcGIS Pro, on peut explorer, visualiser et analyser des données. Créer des cartes 2D et des scènes 3D ; et partagez sur un portail ArcGIS Online ou ArcGIS Enterprise ».

*"**ArcGIS Pro** is one of the latest professional desktop GIS application from Esri. With ArcGIS Pro, you can explore, visualize, and analyze data ; create 2D maps and 3D scenes; and share your work to yourArcGIS Online or ArcGIS Enterprise portal[190]".*

L'application ArcGIS Pro est arrivée sur le marché le 27 Janvier 2015[191] et en test jusqu'en 2016. Peu à peu, ce travail a transféré de ArcMap et City Engine à cette plateforme grâce à sa facilité de navigation, l'aisance et son interface simple/accessible à l'utilisateur non averti.

- La capacite de GIS Pro de gérer les données 2D (préalablement traitées dans ArcMap) en même temps que générer la 3D de ces données 2D,
- L'aisance de transfert de la modélisation 3D préalablement générée dans CityEngine,
- La capacité de visualiser les données 2D en 3 dimensions et d'entreprendre des analyses sur la 2D et 3D concurremment,
- Ainsi que sa capacité de traiter des zones à grande échelle en très peu de temps ont été des raisons décisives pour le transfert sur cette nouvelle plateforme.

L'interopérabilité de ces trois logiciel (ArcMAP, CityEngine et GIS Pro) avec beaucoup d'autres à la base *(SketchUp, Revit, Maya, Rhino)* ont été primordial pour un développement sans rupture de ce travail. Car alors que j'apprenais à utiliser GIS Pro, le travail pouvait avancer dans les deux logiciels précèdent *(ArcMap, CityEngine)*. Cela a été un atout dans ce travail dans la mesure où les tâches se faisaient dans le logiciel que l'on maîtrisait le plus et transférées dans le suivant pour approfondissement. De ce fait, Arc GIS Pro s'est imposé très naturellement pour permettre de combiner les capacités 2D de ArcMap et 3D (CityEngine) de manière efficace dans une seule application.

Arc GIS Pro n'a pas arrêter d'évoluer et depuis le partenariat avec Autodesk, ce logiciel est devenu comme une centrale à partir de laquelle les interopérabilités avec le secteur de la construction devraient être générées. La version **2.4.0** de l'application ***Arc GIS Pro*** est sur le marché depuis le 27 Juin 2019 et par rapport au succès qu'il connait *(grâce au fait qu'il*

[190] https://pro.arcgis.com/en/pro-app/get-started/get-started.htm. Visité le 8 Août 2019.

[191] https://support.esri.com/en/technical-article/000012500 Visité le 8 Août 2019.

combine deux logiciels très importants de 2D et 3D et simplifie des tâches analytiques qui prenaient des jours en minutes), on comprend mieux la volonté de ESRI d'en faire le logiciel clé du partenariat ***Geo-BIM***[192] . De plus, ESRI semble avoir mis le focus sur GIS Pro qui aujourd'hui comporte en plus des outils de base des logiciels anciens, toutes les innovations et logiques geomatiques avec un gain de temps énorme. Ce sont là des atouts qui sont difficiles à rejeter par les entreprises ou utilisateurs. Surtout que ESRI[193] multiplie des formations pour entreprises et débutants gratuites ; (**mais attention** : ceci est gratuit pendant une période donnée pour les novices et payante dès qu'on maîtrise). Quant aux entreprises, elles sont déjà des clients ESRI et reçoivent un entrainement pour rajouter le coût (souvent très élevé) de ce nouveau logiciel « innovant » sur leur facture d'achat annuel de logiciels… Une bonne affaire pour ESRI. Voilà encore un vice de la société consumériste critiquée par Guy Debord. Doit-on espérer que les deux grands du logiciel se mettent ensemble pour le bien des utilisateurs, de l'environnement et de tous ? Ou alors, profitent-ils des dangers environnementaux pour leur propre bénéfice ? Pour mieux monopoliser et contrôler le marché ? Dans tout ça, les secteurs concernés semblent s'en réjouir…
Pour ma part, je m'en réjouissais en amont de ce travail, mais aujourd'hui, après les différentes recherches, rencontres, interviews et lectures pendant ces quatre dernières années de recherche, mes avis sont partagés. J'ai des doutes que j'espère éclaircir à l'avenir, car il est trop top de juger cet effort qui dans la forme semble noble et admirable.

A-II.1.5 GIS Online : « ArcGIS Online est une solution de cartographie et d'analyse en « cloud ». On l'utilise pour créer des cartes, analyser des données, partager et collaborer. Accédez à des applications, des cartes et des données spécifiques au flux de travail du monde entier, ainsi qu'à des outils pour une mobilité sur le terrain. Les données et les cartes sont stockées dans une infrastructure sécurisée et privée et peuvent être configurées pour répondre à des besoins en matière de cartographie et d'informatique ».

"*ArcGIS Online is a cloud-based mapping and analysis solution. Use it to make maps, analyze data, and to share and collaborate. Get access to workflow-specific apps, maps and data from around the globe, and tools for being mobile in the field. Your data and maps are stored in a secure and private infrastructure and can be configured to meet your mapping and IT requirements*".

L'utilisation de cette application a permis de travailler très efficacement de manière mobile sans avoir à sauvegarder ou transporter des fichiers lourds et surtout un accès instantané de partout dans le monde pendant les voyages. GIS Online et GIS

[192] **GEOBIM** is an exclusive platform in Europe wherein dialogues are initiated across the geospatial and the Building Information Modelling (BIM) community for utilizing integrated solutions, i.e. spatial technologies and BIM – duly augmented by digital technologies (Internet of Things, Cloud, Augmented Reality/Virtual. https://geo-bim.org/europe/ Visité le 14 Août 2019.
[193] Environmental Systems Research Institute.

Pro partagent l'espace « cloud » dans la mesure où toute analyse ou travail fait sur GIS Online en ligne peut être vu dans l'application GIS Pro et déchargé dans un projet pour être retravaillé. Cette flexibilité plus grande de pouvoir accéder instantanément les données générées en ligne dans tous les autres logiciels ESRI précédemment décrit font de cette plateforme une de valeur dans le travail de données et analyses spatiales. GIS Online a beaucoup évolué au cours de ce travail pour permettre de gérer de plus en plus de données ainsi que de générer des analyses très complexes voir même 3D qui au début de ce travail ne pouvait se faire qu'avec des logiciels installés sur un disque dur d'ordinateur.

Ce travail s'est développé de manière parfois imprévisible et surprenante, exposant plus de questions sous-jacentes à résoudre que des solutions pouvant valider les affirmations. Elle nous a aussi permis de suivre l'évolution accélérée des applications géospatiales en contraste avec la lenteur et la stagnation de la profession sensée les utiliser. Ce manque d'alignement entre les développeurs de logiciels et la profession qui l'utilise est une observation très importante qui fait penser au cursus éducatif comme une plateforme appropriée pour pouvoir tester ces applications à la vitesse de leur évolution. Mais là encore, le risque est de rentrer dans un problème plus sérieux de manque d'expertise des enseignants du système éducatif où les emplois du temps sont chargés. De plus, les enseignants n'ont pas nécessairement un intérêt à s'imposer une telle tâche en plus de celle d'enseigner un cursus déjà surchargé. La question reste donc en suspense. Comment former les étudiants ? Peut-être n'est-ce pas à un outil en particulier ou à une application, mais à des méthodes systémiques à qualité de procédure ?

A-II.1.6 D'autres applications : une douzaine d'autres applications non ESRI ont été utilisés dans ce travail, notamment : Revit, Maya (de Autodesk), UnReal, Rhino, Grasshorpper, SketchUp, et un grand nombre de logiciels de la plateforme Adobe Suite et d'autres utilisées par les étudiants que je ne saurai lister ici.

A-II.2 Les limitations des applications utilisées dans le domaine de la construction.

Le transfert des données reste une difficulté actuellement entre le secteur de la construction et le domaine géospatiale. Une situation qui pose un problème de rupture dans la chaine de transfert d'informations qui doit exister entre les applications et permettre une analyse sans rupture ou faille. Par conséquent, la grande diversité d'applications utilisées dans la conception urbaine et qui devraient avantager la discipline est en réalité son propre talon d'Achille. Le manque d'interopérabilités au sein de ces applications rend impossible tout échange transversale limitant ainsi le processus de conception urbaine à une simple approche linéaire. Nathan Miller le décrit ainsi :

« Et si les développeurs Web avaient accepté la « guerre » perpétuelle entre les navigateurs Microsoft et Netscape au milieu des années 90 comme un coût d'activité ? Et si les normes Web n'étaient jamais prises au sérieux alors que les fournisseurs continuaient à hiérarchiser leurs propres fonctionnalités de navigateur propriétaires pour un avantage concurrentiel ?[194]

Maintenant, gardez cela dans le fond de votre esprit. Parlons des outils que nous utilisons pour construire des bâtiments…Une mauvaise ***interopérabilité*** *au sein de l'industrie du bâtiment a entraîné des pertes mesurables sous la forme de « retouches, redémarrages et pertes de données ». Pire encore, les professionnels de la construction sont souvent mis dans une situation où la résolution des problèmes avec le « meilleur outil pour le travail » se fait au prix de ne pas pouvoir exploiter pleinement les données en aval sans limitations…Pourtant, malgré tous les outils disponibles qui aident à décomposer les jardins murés des applications de construction, l'****interopérabilité*** *reste un problème épineux dans le secteur de la construction. Le problème de l'interopérabilité est profondément ancré dans les questions interdépendantes du marché des outils et de nos processus d'exécution. »*[195]

Au problème de l'interopérabilité s'ajoute un problème de monopole des grands fournisseurs d'applications du secteur de la construction. Les produits sont souvent exclusifs, dont certains semblent dominer le marché. Par exemple, la présence d'Autodesk Revit sur le marché a établi une sorte de « norme » pour de nombreux acteurs du secteur du bâtiment et de la construction. Bien que le développement et apparition du BIM ait permis une API [196] assez substantielle et largement utilisée, il s'agit néanmoins d'un produit très inaccessible et « fermé » quant à sa capacité à échanger, transférer les données vers d'autres applications de la même discipline ou non en gardant leur intégrité. Pire encore, l'accès aux données et la disponibilité de l'API sont fournis à la discrétion du fournisseur et les décisions majeures d'amélioration sont prises par le fournisseur sans une véritable maitrise des acteurs et utilisateurs. Pourtant, dans cette atmosphère actuelle de l'*Open source*, on a du mal à penser que ce monopole bénéficie au grand public, utilisateur du logiciel. La grande question est donc de savoir : si l'intérêt est de développer des applications efficaces pouvant améliorer le domaine de la construction, n'est-il pas logique d'inclure l'utilisateur dans ce processus de développement ? De nombreuses applications Open Source ont aujourd'hui fait la preuve d'une efficacité supérieure émanant de l'intelligence collective des utilisateurs et les échanges d'idées créent un produit holistique et plus adapté aux complexités des métiers[197]. Le cas d'Autodesk n'est pas exceptionnel, car la plupart des fournisseurs partagent cette

[194] Nathan Miller, *Building Design & Construction*, https://www.bdcnetwork.com/author/nathan-miller.

[195] https://www.bdcnetwork.com/blog/wicked-problem-interoperability. Date de consultation; Septembre 2016.

[196] Interface de Programmation d'Application

[197] « Le retour des communs » sur le sujet

Bollier David*, La Renaissance des communs, Pour une société de coopération et de partage*, Paris, ECLM, 2014

Coriat Benjamin (dir.), *Le retour des communs, Paris, Les Liens qui libèrent*, 2015.

approche avec leurs produits, laissant les professionnels de l'industrie concocter des solutions limitées ou hasardeuses qui fonctionnent dans une multitude d'API logiciels et de formats de fichiers, différents les uns des autres renforçant ainsi les divisions déjà existantes et un manque de connectivité nécessaire pour le bon déroulement du projet.

Les problèmes et les défis auxquels nous sommes confrontés dans la création et le bon fonctionnement des villes du futur sont étroitement liés, complexes et multidisciplinaires. Une étude comparative de *[Wiek et al., 2011]* a abouti à la conclusion que l'une des cinq compétences clés pour un avenir durable est la « *compétence en matière de pensée systémique* ». Peter Senge, l'un des pionniers de l'apprentissage organisationnel et de la pensée systémique en gestion [1990], affirme que trois capacités essentielles sont nécessaires : nous devons accroître la "***collaboration entre les frontières***", "***voir les systèmes***" dans le cadre de systèmes plus vastes et apprendre à « ***créer un avenir souhaité*** »[198]. Ces trois défis semblent les mêmes rencontrés dans le secteur urbain et à la base de ce travail de développement de la ville de type Neuro-prothétique. Sur un plan plus spécifique lié aux outils majoritairement utilisés dans la discipline urbaine, d'autres questions se posent : celles de savoir si le manque d'interopérabilité entre logiciels couramment utilisés dans les disciplines est la raison majeure de la stagnation ? En d'autres termes, sommes-nous limités par nos propres applications ?

A-II.2.1 Les difficultés de compatibilités et interopérabilités dans les outils utilisés dans la conception urbaine actuelle.

Les avancées technologiques actuelles dans le domaine de la conception urbaine ont conduit à la mise à disposition de banques de données numériques et cartographiques créées par des utilisat-eurs(rices) (Ex : Open Street Map), les gouvernements ou des collectivités partout dans le monde. Ce processus a rendu l'information plus accessible au public et parfois gratuite [cas de l'*open source*]. La valorisation de ces diverses sources de données essentielles dans la conception urbaine nécessite d'une part que l'on facilite leur réutilisation au sein de logiciels d'aménagement urbain, d'autre part, que les fabricants de logiciel intègrent dans leur produit une plateforme dotée de paramètres qui facilitent les échanges transdisciplinaires ou simplement des croisements entre applications de différents domaines. Pourtant, malgré une multitude d'excellents logiciels de conception urbaine, très peu à ce jour favorisent un croisement de données à capacité transdisciplinaire pouvant assurer une continuité conceptuelle holistique.

198 [Senge et al., 2010, p. 44]

Prenons l'Exemple de la plateforme BIM[199] : le **BIM** à ce jour représente une révolution sans précédent dans le domaine architectural. Le BIM est défini comme ... *a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its life-cycle from inception onward*[200]. Si l'on s'en tient à cette définition, on attribuerait à la plateforme BIM des propriétés systémiques capables d'échanges transdisciplinaires : une affirmation partiellement pour la simple raison qu'au sein des logiciels Autodesk [AutoCAD, 3Ds Max et Revit] du même fournisseur, on relève des difficultés d'interopérabilités. Les objets transférés d'un logiciel à un autre dans la même famille perdent leurs attributs. Pire encore, dès que l'on élargit les champs pour inclure d'autres plateformes telle que les **SIG**[201], cette affirmation devient erronée.

On se rend bien compte que l'approche **BIM** à tendance systémique a bien des limites et que malgré sa performance et capacité de collection et d'échange de données le contexte environnemental, géographique ainsi que les performances et réactions du bâti par rapport à son environnement physique, socio-économique, géographique et temporel, ne sont pas si exactes que ça ; ceci résulte à une application performante certes, mais dans des limites restreintes.

De grandes organisations professionnelles et militaires tels que ; **AIA** (The American Institute of Architect), GSA (The U.S. General Services Administration) et bien d'autres encore encouragent cette nécessité d'***interopérabilité*** globale de la plateforme BIM. La réalité est qu'une seule application, quel que soit sa capacité, ne saurait à elle seule gérer une approche urbaine holistique. Ainsi la **AIA**[202] déclare :

> « *Les architectes (ou consultants, sous-traitants, fournisseurs ou propriétaires) n'utilisent pas tous les mêmes logiciels pour leur travail, et ils ne devraient pas : chacun devrait utiliser le meilleur outil pour le travail à accomplir dans son entreprise particulière. Mais les intervenants de l'industrie ne fonctionnent pas en vase clos : ils doivent partager l'information afin de réaliser des projets, et la quantité de partage nécessaire de l'information s'accroit de plus en plus à un rythme spectaculaire. Transformer les processus commerciaux exige l'interopérabilité des données, de l'interopérabilité des données exige une définition claire des échanges d'information nécessaires de l'entreprise. Tout échange ne doit pas contenir toutes les données ;*

[199] **B**uilding **I**nformation **M**odeling.
[200] United States National BIM Standard V1, P1 Jan 2008.
[201] **S**ystème d'**I**nformation **G**éographique.
[202] AIA: The American Institute of Architects.

cependant, les échanges d'informations commerciales nécessaires pour gérer le projet doivent contenir les informations appropriées et nécessaires pour accomplir la fonction de l'échange ou de la tâche et ce à portée de main »[203].

Alors que les secteurs urbain et architectural continuent d'explorer des scénarios pour satisfaire les besoins de production immédiats de plus en plus complexes, les professionnels se trouvent dans un contexte fondé sur des « ***plug-in*** » (applications servant de pont entre logiciels). Les formats de fichiers, les connexions API et de nouveaux produits conçus pour créer des couches limitées de compatibilité entre différents outils. Ceci répond certes en partie aux besoins individuels [utilisateur] à court terme. Pour qu'il y ait un changement, peut être que l'utilisateur en temps qu'acheteur/client devrait exercer son pouvoir et se montrer plus critique et exiger des solutions à long terme ?

De plus, au cours de cette recherche sur quatre ans, les applications utilisées ont évolué pour intégrer des applications et compatibilités avec des logiciels de jeux AR/VR[204]. Ceci ouvre un autre univers de possibilités où l'on pourrait commencer à utiliser une composante aussi commune aux humains qui est l'idée du jeu (représentée ici par le jeu vidéo), grâce à l'utilisation d'un langage engageant une action ludique de jeu afin de facilement intégrer les données réelles de manière à répliquer la réalité. Ceci pourrait permettre d'atteindre un plus grand nombre de personnes de toutes les couches sociales, économiques et intellectuelles, intéressées ou non par l'urbanisme pour une prise de conscience plus efficace. Par Exemple : on pourrait utiliser le sujet de la pollution pour créer une vidéo/publicité qui utiliserait les données réelles et faits avec des visuels qui représentent l'effet négatif de la pollution sur l'écosystème ou une espèce (*mélanisme*[205]) pour mieux faire passer un message de sensibilisation. Il est fort probable que ce message attendrait un grand nombre de populations plus vite. Le groupe le plus visé et le plus important à atteindre sera la jeunesse qui commencera peut-être à avoir des réflexions et réactions sur des sujets qui sont d'actualité. (Exemple en France le groupe de 150 citoyens retenus par le gouvernement pour faire des propositions sur les

[203] Interoperability Position Statement, http://aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab082297.pdf, visite le 13 Décembre 2009, traduit en Français par Christine wacta.

[204] AR/VR: **A**ugmented **R**eality/**V**irtual **R**eality.

[205] Melanism : La mutation du mélanisme du papillon de nuit est un élément transposable… En 1895, 98% de la population de papillons de nuit à Manchester était de type carbonaria… L'origine des espèces, a attiré l'attention des biologistes. J.W. Tutt a proposé pour la première fois « l'hypothèse de prédation différentielle des oiseaux» en 1896…. Des chercheurs de l'Université de Liverpool et du Wellcome Trust Sanger Institute rapportent désormais dans Nature que la mutation à l'origine du mélanisme industriel du papillon poivré consiste en l'insertion d'un grand élément transposable, répété en tandem, dans le premier intron du cortex du gène…. https://wp.unil.ch/genomeeee/2016/12/16/peppered-moth-melanism-mutation-is-a-transposable-element/ visité le 18 Juin 2017.

mesures en faveur du climat - ils sont réunis 6 fois au Conseil Economique social et environnemental - Convention citoyenne pour le climat)[206].

A-II.2.2 Les difficultés et réflexions liées aux évolutions des applications pendant la durée de la thèse :

Tout au long de ce travail, la plus grande constatation a été la vitesse avec laquelle la plateforme SIG s'étend d'année en année. De grands changements ont vu le jour notamment ; de nouvelles applications telles que GIS Pro et très récemment (Avril 2019) ***GIS Urban***. La recherche a également révélé une vitesse évolutive très rapide et des mises à jour annuelles des logiciels déjà existants qui semble être un grand défi pour la pratique et l'intégration de ces applications dans la profession ou l'éducation. Cette évolution constante dans l'application a été un défi pour ce travail. L'analyse géospatiale telle qu'explorée dans ce travail s'est révélée capable d'informer des décisions impliquant des dépenses importantes. Aussi, la réalisation que chaque ville est unique et que ce qui marche dans une ville ne conviendra pas à d'autres villes, comme le montrent les études de cas ; aussi, que la géographie et l'environnement sont des éléments importants dans un travail de création ou aménagement urbain.

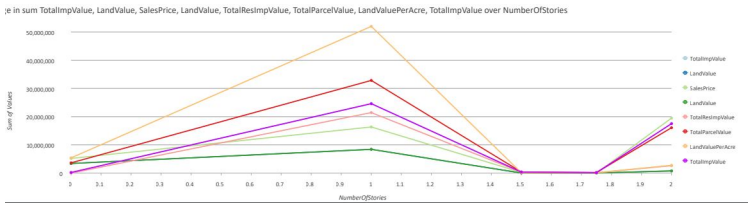
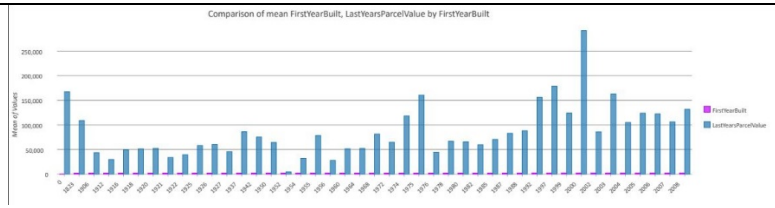
Par le passé, (années 1990), il était nécessaire de numériser des travaux à l'aide de données rudimentaires fournies par le Bureau américain de recensement ***US Census Bureau***. Aujourd'hui, il existe de nombreuses options, y compris l'utilisation de données open source, des fournisseurs de cartes, les commerciaux, des sources de données des gouvernements locaux, ce qui a permis un meilleur accès à des informations de meilleure qualité et géoréférencées. La précision et l'actualité des données spatiales ont encouragé un plus grand nombre d'utilisations du SIG pour l'affichage et l'analyse.

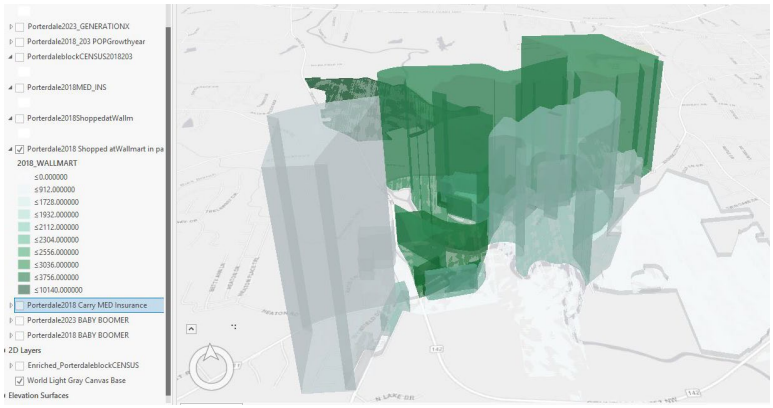
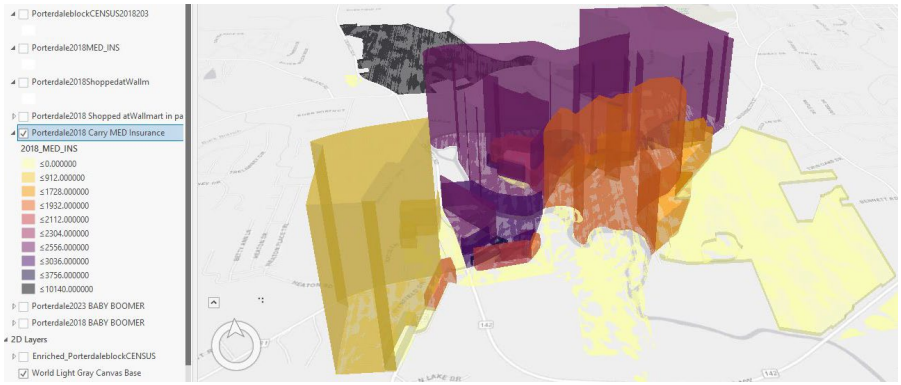
En pratique, les applications du monde réel sont susceptibles d'être régies par les pratiques et procédures organisationnelles qui prévalent dans les villes telles : les règlementations de zonage des villes. Il existe non seulement de grandes différences dans le volume et la portée des données collectées par le secteur public sur les caractéristiques de la population et de son territoire dans les différentes parties du monde, mais il existe également des différences dans la manière dont les données sont collectées, rassemblées et diffusées (par exemple modélisation statistique des enquêtes sociales, des registres de propriété et des paiements d'impôts). Il existe également des différences dans la manière dont différentes bases de données peuvent être légalement fusionnées et dans les finalités pour lesquelles des données peuvent être utilisées - en particulier en ce qui concerne

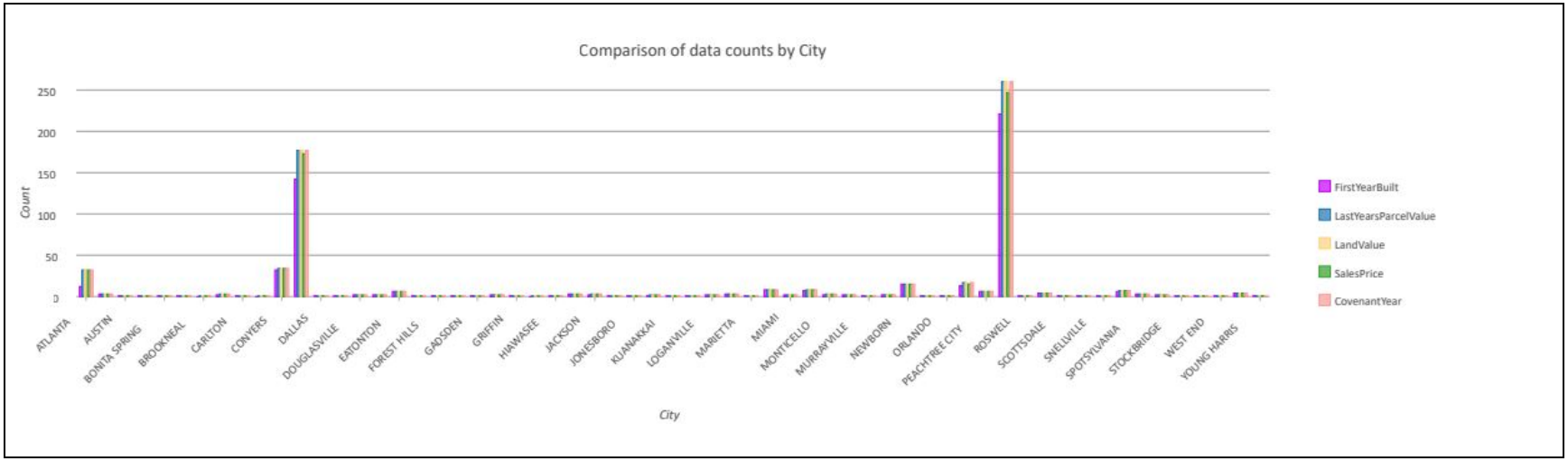
[206] https://www.gouvernement.fr/convention-citoyenne-pour-le-climat-les-150-citoyens-tires-au-sort-debutent-leurs-travaux.

les données relatives au crime, à la santé ou à l'application de la loi. En plus, il existe des différences géographiques dans le coût de données géographiquement référencées. Certaines organisations, telles que *l'US Geological Survey*, sont tenues par des lois limitant les coûts des données à des coûts divers tels que les supports utilisés pour la transmission des données, tandis que d'autres, telles que la plupart des organisations cartographiques internationales ailleurs dans le monde (en Afrique par exemple, au Cameroun), sont tenues de facturer des coûts pour certaines données. Les utilisateurs doivent déjà être conscients de ces considérations contextuelles, et d'autres considérations peuvent devenir apparentes dans les catalogues de métadonnées. Les applications SIG doivent par définition être sensibles au **contexte**, car elles représentent des emplacements uniques à la surface de la Terre.

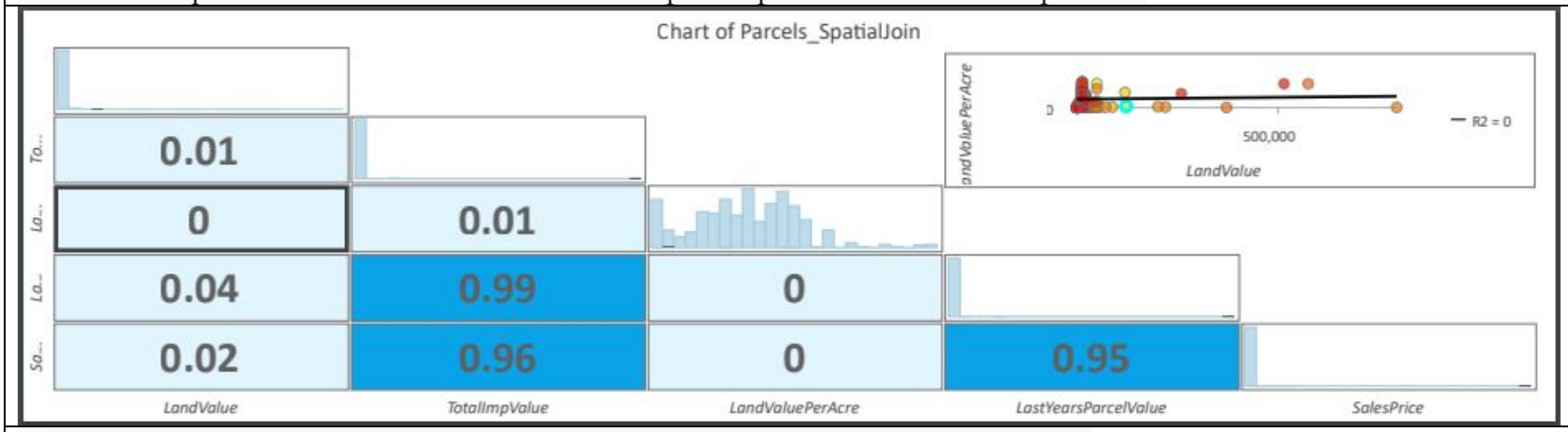
La ville de type Neuro-prothétique abordée dans ce travail a pourtant encore des défis à relever, elle exige que l'on tienne à jour des inventaires d'informations sur la population, les changements, la démographie, la croissance des biens immobiliers et les fluctuations / tendances qui restent des efforts importants. Par Exemple dans la petite ville de Porterdale en Géorgie, USA suivant :

	
Graphe comparant les parcelles en raison de leur prix d'achat, valeur, gain etc…	Charte comparant l'année de construction sur une parcelle avec la valeur l'année précédente (bleue).

	
Cette carte montre le nombre de personne ayant fait des courses au supermarché Walmart dans les 6 derniers mois dans la ville de porterdale en Géorgie.	Cette carte montre le nombre de personne ayant l'assurance maladie dans les quartiers de la ville de Porterdale en Géorgie.



Charte de comparaison de différentes fluctuations des prix de parcelles et immobilier par ville.



Pourcentage comparatif de la valeur de ***la parcelle***, la ***valeur par hectare***, le ***prix d'achat***.

Le second problème dans ce cas est que tous les éléments qui font la ville changent continuellement et doivent être reflétés rapidement dans un système à capacité d'ajustement instantané. La plateforme géospatiale avec le système de tableau de bord « ***Dashboard*** » semble avoir cette capacité à partir des analyses SIG ; sinon les données ne seraient pas synchronisées et par conséquent, cela causerait des retards dans l'actualisation des évènements et faits. Même hormis ce cas, un autre problème persiste ; l'intégration de divers types de données collectées avec divers supports par des agences variées risque de poser un problème d'incompatibilité de formats. C'est là le véritable défi de ce processus ; pas nécessairement la capacité du logiciel à intégrer les données, mais les divers types de fichiers, les standards dans les agences qui collectent, leur méthode de collecte, les formats de fichiers utilisés et surtout l'expertise et maitrise de l'application SIG. Dans ces cas, les données existantes sont souvent en vrac sans organisation et maquent beaucoup d'information (cas de Porterdale, GA) et demande que l'on les retravaille. Ces données peuvent alors être inutiles et doivent être recollectées et reformatées. Un autre gros problème alors qui se pose est celui du capital d'expertise humaine qui comprend entre autres le manque d'expertise sur le marché, la capacité d'embauche, de formation et de développement professionnel, ainsi que la structure organisationnelle visant à supporter l'application SIG à long terme.

Ce travail de recherche se conclut donc avec plus de questions qu'à l'origine. Les objectifs visés en amont de cette thèse se sont vus restructurés et réalignés en raison des découvertes apparues en cours. Ceci à cause de plusieurs paramètres ;

- Le processus très nouveau de la conception procédurales de type Neuro-prothétique.
- La présence récente sur le marché des applications utilisés.
- Le caractère imprévisible et dynamique des applications.
- L'imprévisibilité des résultats d'analyse.

Ce travail a néanmoins permis d'exposer des nouveaux axes qui permettraient de compléter cette recherche dans la modélisation/création basée sur un modèle Neuro-prothétique qui facilite les échanges transversaux et multidisciplinaires pour une conception urbaine plus adaptée. Un approfondissement futur de ce travail serait par exemple de poser les questions suivantes :

- Comment le modèle Neuro-prothétique gère la notion de frontière[207] ou de non-frontière entre les applications utilisées ?
- Quelle priorité est accordée aux données et structure spatiales écologiques et environnementales etc.. ?
- Quel est le moyen de mesure dans ces applications qui permet de valoriser les éléments/constituants fondamentaux de l'ensemble urbain ?
- Comment définir la relation entre la structure et le zonage d'ensemble à l'aide des attribut fonctionnels développés par l'architecte urbaniste en fonction du plan de zonage de la ville ?
- Enfin, peut-on transcrire les émotions et qualité d'expérience humaine d'une écriture de terrain à une représentation graphique à la fois qualitative et quantitative ?

Il est juste de dire que la démarche prise dans ce travail a permis d'élargir les horizons futurs d'une conception urbaine globale qui favorise une variété de solutions et scenario de possibilités. Il reste pourtant à savoir comment ces approches pourraient se synchroniser sur une plateforme unique. Est-ce possible ?

L'application de l'approche Neuro-prothétique combinée avec d'autres approches hybrides ou non-digitales, au suivi de la dynamique environnementale en zones urbaine semble proposer une méthode adaptative et pertinente pour faire évoluer la recherche et l'innovation dans le problème des villes durables et résilientes futures. Cette thèse a permis de rassembler un catalogue vaste d'idées et fournit par la même occasion des prototypes valides avec possibilités de développements plus

[207] La frontière d'une application est comme l'ensemble des éléments à connaître et/ou utiliser pour pouvoir la manipuler. Cela couvre les interfaces quel que soit leur type (programmatique, graphique…) et la documentation, voire le fonctionnement interne, si la compréhension de celui-ci est nécessaire pour une bonne utilisation. Source : https://blog.octo.com/cest-quoi-larchitecture-de-si-lenjeu-des-frontieres-entre-systemes/

approfondies d'hypothèses variées et viables pour de telles recherches. Cette méthode procédurale de neuroprothèse peut-elle être appliquée à des villes de toutes tailles ? À des zones non-urbaines et même à des milieux naturels ou de conservation ?

A-II.2.3 Apport de la nouveauté des logiciels utilisés dans ce travail.

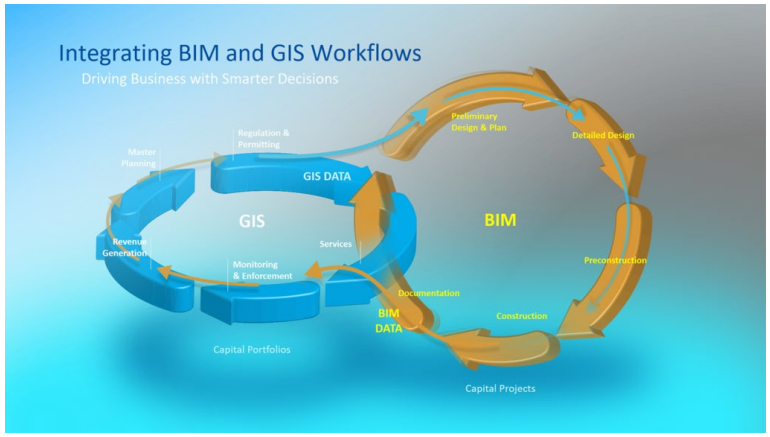
La nouveauté des applications utilisées dans ce travail rend difficile le jugement de l'utilisateur novice qui les utilisait en même temps qu'il les apprenait. La nouveauté d'un tel concept et les terminologies très techniques demandent que l'on les maitrises pour pouvoir mieux les comprendre et enfin juger. Il est arrivé dans ce travail que l'on ne sache pas exactement (malgré les aides en ligne) quels systèmes de notation choisir parmi un éventail d'options. La nature transdisciplinaire de ce processus s'est donc vue confirmée au cours de ce travail par la nécessité d'une collaboration entre experts de disciplines scientifiques différentes sur une même plateforme et concurremment. Un apport indéniable a été la capacité à lire et interchanger les fichiers de disciplines différentes. Un gain de temps et d'intelligence non négligeable pour la collaboration. L'expertise en Géocode et étude des sols[208] (une étape très accessible et achevable par un utilisateur non averti) est un atout qui s'est avéré indispensable.

Au cours de ce travail, la réflexion d'origine a évolué et s'est transformée avec les évolutions des logiciels utilisés, ceci a permis à ce travail d'innover et d'explorer des pistes qui n'était pas prévus. Cette constante remise en question du processus et effort de développement en parallèle et à la hauteur de l'évolution des outils a apporté à ce travail une originalité rare et un gain énorme qui pourrait être poursuivit.

La démarche procédurale flexible a été très enrichissante et imprévisible. La direction de ce travail s'est défini étape après étape et les composantes que l'on croyait importantes avant les analyses se sont avérées quelquefois sans grande importance ; cependant, plusieurs autres idées ont émergé des résultats d'analyses et nécessitaient qu'on les explore afin d'avancer dans le travail. Ce qui a rendu cette approche très enrichissante mais parfois déstabilisante du fait que l'on se retrouve quelquefois confronté à des difficultés liées au manque d'expertise de l'outil qui nécessite une connaissance spécifique comme dans le cas de l'analyse de régression et l'étude de résilience urbaine ; (deux composantes qui contenait des étapes très scientifique et techniques) ; cette situation est pour cette approche procédurale son talon d'Achille. Car le nombre illimité de guides tutoriaux et instructions sur le web qui permettent de gérer les difficultés ne suffisent pas toujours pour relever l'obstacle du novice. Enfin, ce processus s'inscrit parfaitement dans la question posée par ce travail à savoir la validation ou non d'un besoin d'utilisation d'outils digitales d'une approche procédurale globale dans la conception de ville du type Neuro-prothétique.

[208] L'étude des sols permet de mitiger les tempêtes et dangers d'inondation. Cela permet de déterminer la perméabilité ou non du sol et de savoir où planter et où placer le bâtiment de manière à ne pas créer plus de problèmes environnementaux…Cela permet aussi de déterminer quelle partie d'une parcelle retient de l'eau et quel endroit laisse ruisseler l'eau au plus vite. Une information nécessaire pour planter des arbres etc….

A-II.2.4 Nouveaux axes apparus :



Source : https://www.dlt.com/blog/2018/05/01/digital-design-month-autodesk-esri-partnership/

Ici Jack Dangermond, le CEO de ESRI et Andrew Anagnost, CEO, Autodesk.
Source : https://www.esri.com/esri-news/releases/17-4qtr/autodesk-and-esri-partnering-to-advance-infrastructure-planning-and-design

« Au cours de ce travail (à mi-chemin), en Novembre 2017, ESRI et Autodesk, les grands créateurs de deux logiciels mondialement utilisés se sont mis en partenariat[209] pour permettre une interopérabilité de type Geo-BIM[210]. Cette décision ne pouvait pas être plus opportune pour ce travail qui avait pour focus cette interopérabilité entre géographie et structure systémique de construction. Les annexes précédentes décrivent en détail les conférences et interviews qui ont sollicité une présentation de ce travail grâce à cette focale de transdisciplinarité et interopérabilité de la géographie et la construction. Les objectifs de ce partenariat sont dans les propos suivant de *ERIC VAN REES* du 25 Mai 2018 :

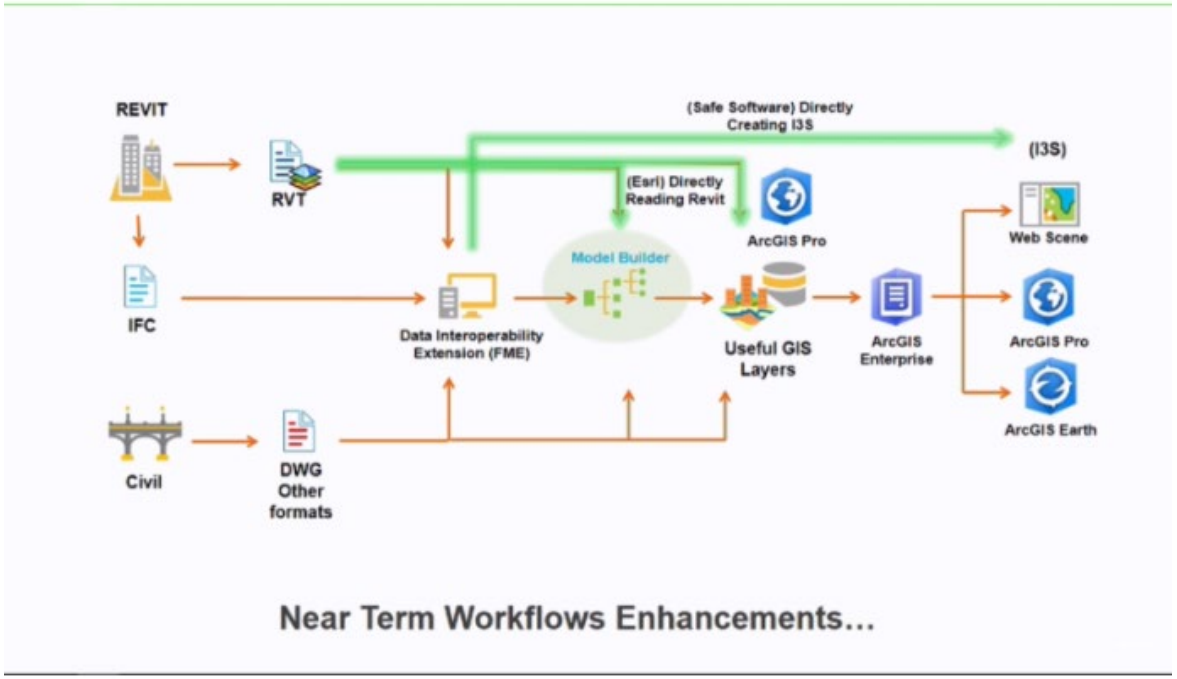
[209] https://www.youtube.com/watch?time_continue=5&v=0zVqhdsF4Ss visité le 14 Aout 2019.
[210] https://geobim.maps.arcgis.com/apps/Cascade/index.html?appid=e613e7f3157b45c09e9455e79912d2a4 visité le 8 aout 2019.

« *Lorsque le partenariat Esri / Autodesk a été annoncé, les deux sociétés ont promis de mettre en place des flux de travail SIG et BIM plus étroitement intégrés. Ils ont également promis un échange plus transparent, une connexion entre les données spatiales et les données d'attributs généralement capturées dans les systèmes SIG d'Esri et les informations provenant de modèles BIM 3D du logiciel de conception Autodesk.*

Depuis l'annonce du partenariat Esri / Autodesk en novembre dernier, Esri travaille sur une future démarche à suivre pour l'intégration BIM-GIS avec ArcGIS. La société a présenté le plan d'exécution lors du dernier DevSummit à Palm Springs, en Mars 2018.

*Le plan d'exécution pour l'intégration BIM-GIS montre comment Esri envisage d'intégrer les modèles BIM dans ses propres flux de travail. La prochaine version d'**ArcGIS Pro** offrira des fonctionnalités de lecture directe pour Autodesk Revit afin que les informations BIM puissent être intégrées aux flux de travail de la plateforme ArcGIS. Cette fonctionnalité est prévue pour ArcGIS Pro 2.2, dont la sortie est prévue pour cet été (2019). Jusqu'à présent, ArcGIS Desktop pouvait uniquement lire les informations BIM à l'aide de fichiers IFC (Industry Foundation Classes). Il l'a fait par le biais de l'interopérabilité Extension, un plugin pour la conversion de données* ».[211]

[211] https://www.spar3d.com/blogs/all-over-the-map/bim-and-gis-together-at-last-next-arcgis-pro-release-to-add-revit-support/



Esri plans to enhance current workflows for the integration of BIM data.

Schéma de la carte de procédure de l'intégration Geo-BIM ;
Source[212] :note de bas de page :

[212] https://www.spar3d.com/blogs/all-over-the-map/bim-and-gis-together-at-last-next-arcgis-pro-release-to-add-revit-support/

A-II.2.5 L'outils géo spatial efficace mais payant :

Il est important de comprendre que « *non commercial* » ne signifie pas souvent que les utilisateurs peuvent télécharger le code source complet et gratuitement. À cet égard, les logiciels non commerciaux répondent mieux aux exigences de rigueur scientifique que de nombreuses offres commerciales, et sont souvent fournis avec une documentation, des outils de formation, des tests multiplateformes et / ou un support technique très limités. L'application QGIS utilisée très brièvement en début en est un parfait exemple.

A-II.2.6 Les limites et difficultés de l'usage de tels outils dans ce travail et spéculations sur leur intégration avenir dans les disciplines urbaine et architecturale :

Finalement on remarque que les disciplines architecturale et urbaine paraissent mal équipées en ce qui concerne les analyses de prédictions et d'études liées à la résilience urbaine. Ce travail a permis de découvrir des pratiques simples et facilement intégrables dans la formation et pratique architecturale et urbaine, pourtant les disciplines continuent à opérer sur des modèles qui datent des périodes PRE- problèmes de réchauffement et surpopulation des villes. La question est peut-être celle de savoir si cette approche procédurale et résiliente peut/doit être incorporée dans une discipline déjà encombrée(architecture) ou alors devrait-elle être une nouvelle discipline qui s'insère tel un aimant entre l'architecture et l'urbain et permettant de les combiner ? ou alors est-ce une discipline à part entière ? Les réponses à cette question sont-elles mêmes très variées et parfois contradictoires. Les interviews de Carl Steinitz et Bill Miller (à l'origine du concept Geodesign**)** ont révélées la grande complexité d'une telle question. Les deux interviewés ont eu un avis diffèrent sur la place de cette approche quant à son intégration dans un cursus universitaire. Encore une fois la preuve que la réponse à cette question ne saurait être simplement OUI ou NON. Cela dépend.

Mais encore, peut être que cette intégration ne devrait pas être forcée dans un cursus universitaire. En ce moment-là, on peut espérer que le partenariat ***AutoDesk /ESRI*** deviendrait un modèle souhaité et plus efficace. Car, si les grands créateurs de logiciel décident de travailler ensemble, cela présente plus d'assurance dans le bon développement de cette nouvelle discipline. On peut alors spéculer ou espérer que cette collaboration entre les grands du logiciel est l'élément important ou plutôt le noyau central duquel une nouvelle discipline transdisciplinaire et de complexité similaire à celle explorée dans ce travail s'inspirera. C'est alors que ce travail se clôture sans une réponse spécifique, mais plutôt des questions à explorer.

FIN