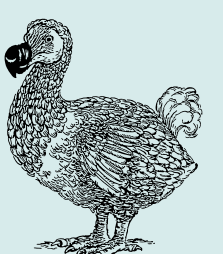


Ile Maurice

Au coeur de l'Ile Maurice, l'explosion du tourisme



CAUMONT
MORGANE
M1 INGETER



Sommaire

Présentation du territoire

Problématique

Méthodologie

Résultats

- I - Une couverture végétale en dégradation
- II - Une urbanisation croissante liée au tourisme

Discussions

Sitographie

Présentation du territoire étudié

L'île Maurice est une île située dans l'Océan Indien à l'est de Madagascar. Sa population s'élève à 1 296 365 habitants (countrysmeters.info, s. d.-b). Elle est indépendante depuis 1968 après avoir été pendant longtemps une colonie néerlandaise, française puis britannique.

L'île est réputée pour ses plages de sable blanc, ses lagons turquoise et sa riche diversité culturelle. Son économie repose principalement sur plusieurs secteurs : l'agriculture avec les cannes à sucre, les technologies de l'information et les services financiers. De plus, le tourisme joue un rôle crucial dans son économie, représentant environ 10 % du PIB. En 2023, l'île Maurice a accueilli 1.3 million de touristes. Au cours de ces dernières décennies de nombreux complexes hôteliers ont vu le jour sur l'île dans le but de répondre à la demande croissante des touristes.

Ses zones côtières sont variées et abritent une biodiversité unique. Les zones côtières les plus importantes sont :

- **Trou aux Biches** : Située sur la côte nord-ouest de l'île, cette plage est célèbre pour ses eaux turquoise et son sable fin. C'est une zone fortement fréquentée par les touristes, avec de nombreux complexes hôteliers et des activités touristiques. La végétation y est principalement composée de plages sableuses et de végétation littorale.
- **Grand Baie** : Grand Baie est connue pour ses plages et sa vie nocturne animée. La zone est également caractérisée par une végétation littorale et des herbiers marins qui soutiennent une faune marine diversifiée. C'est une zone qui a subi beaucoup d'urbanisation.
- **Le Morne** : Située au Sud-Ouest de l'île, cette zone est moins urbanisée mais tout de même très prisée par les touristes. Le Morne est inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO. Cette zone comprend des plages bordées de végétation littorale, ainsi que des zones humides et des mangroves.
- **Belle Mare et Palmar** : Ces plages, situées sur la côte est, sont également des lieux prisés des touristes. Elles sont entourées de végétation côtière, notamment des dunes de sable, des herbiers marins et des espèces végétales résistantes au sel

Les zones côtières de l'île Maurice abritent divers types de végétation qui jouent un rôle clé dans la stabilisation des sols et la protection de l'environnement côtier. On y retrouve :

- **Les Mangroves** : Les mangroves sont des écosystèmes côtiers situés dans les zones maritimes peu profondes. Elles sont cruciales pour la stabilisation des sols et la protection contre l'érosion. À l'île Maurice, on trouve des mangroves dans des régions comme l'île aux Serpents, l'île aux Aigrettes, et dans la zone de la rivière Noire.
- **Les Herbiers marins** : Ces herbiers se développent dans les eaux peu profondes des zones côtières et jouent un rôle fondamental dans la filtration de l'eau, la protection des récifs coralliens et la prévention de l'érosion. Ils sont également un habitat pour de nombreuses espèces marines.
- **Les Dunes de sable** : Les dunes de sable sont des formations naturelles qui se forment le long des plages.
- **La Végétation littorale** : Composée de plantes adaptées à la salinité et aux conditions de sécheresse, la végétation littorale se trouve à la limite des terres et de la mer. Elle joue un rôle important dans la lutte contre l'érosion et la stabilisation des sols.

Problématique

Le tourisme représentant une grande part de l'économie de l'île Maurice, il me semblait intéressant de travailler sur **la croissance du tourisme et son effet sur les sols à l'île Maurice.**

Il existe dans la littérature scientifique des études évoquant le même sujet. Le sujet a notamment été étudié par Jean Paul WILLAIME dans son article "les sols de l'île Maurice". Cet article présente une analyse des sols de l'île Maurice dans le cadre d'une étude pédologique. L'auteur étudie les interactions entre le climat, la géologie et l'activité humaine, notamment l'agriculture et l'urbanisation. L'étude met en évidence les processus d'érosion, les modifications de la couverture végétale, et l'impact des activités humaines sur l'équilibre écologique.

Mon travail se penchera quant à lui sur l'évolution des sols de 2000 à 2024 en comparant l'usage des sols et également la santé de la végétation. C'est en ce sens que j'étudierai plus précisément les zones les plus touristiques où l'urbanisation est plus flagrante.

Claude Cabanne a également étudié les effets du tourisme. Dans son article, il parle notamment de "fièvre de la construction" liée à l'essor de la fréquentation touristique de l'île. Son article se focalise sur les années 1990.

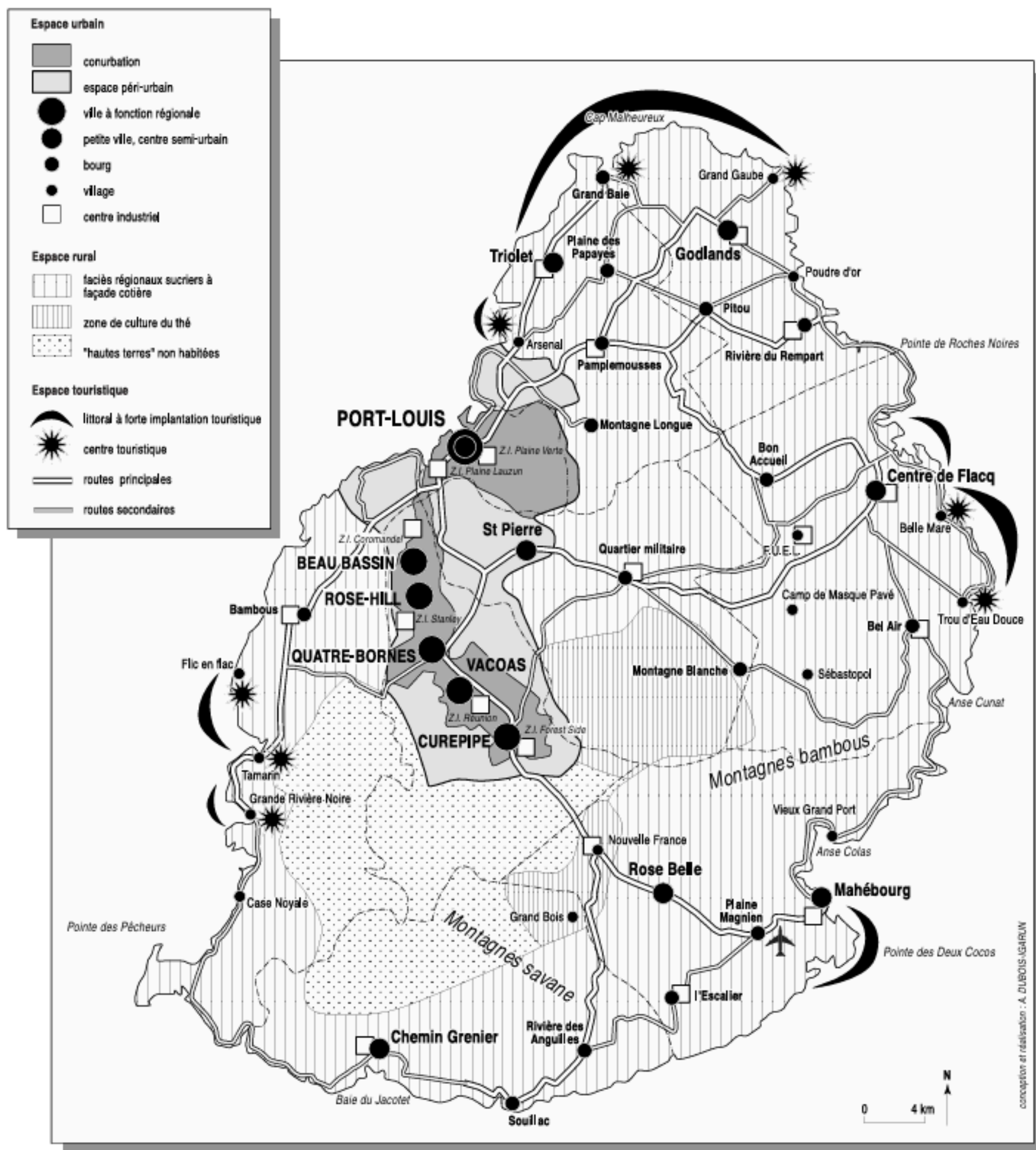


Figure 1 : Claude Cabanne, l'organisation des sols à l'île Maurice

Cette carte représentant l'organisation de l'espace mauricien intégré dans le travail de Claude Cabanne est utile pour faire une comparaison. Mon travail permettra donc d'étudier des années plus récentes et également d'apporter une autre approche de l'étude des sols à l'île Maurice.

Méthodologie

Les données satellites utilisées dans le cadre de cette étude proviennent toutes du site Earth Explorer. J'ai choisi d'étudier des périodes similaires se déroulant du mois de mai au mois d'octobre, en dehors des périodes de cyclones comprises entre novembre et avril. La période étudiée s'étend de l'année 2000 à 2024. J'ai fait le choix de cette période car elle permettait d'avoir des images satellites assez actuelles et nettes mais surtout car le tourisme s'est beaucoup développé depuis les années 2000.

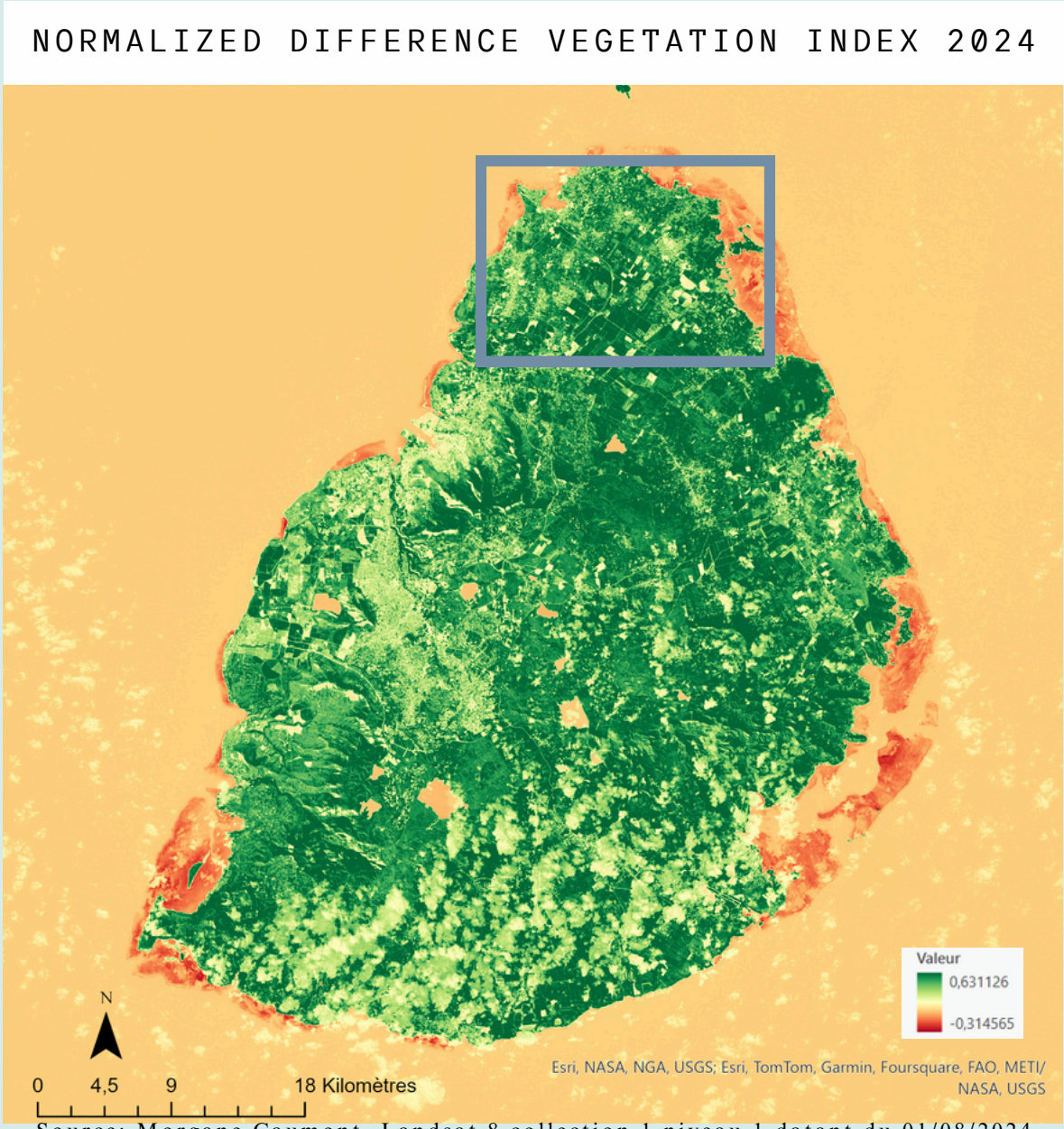
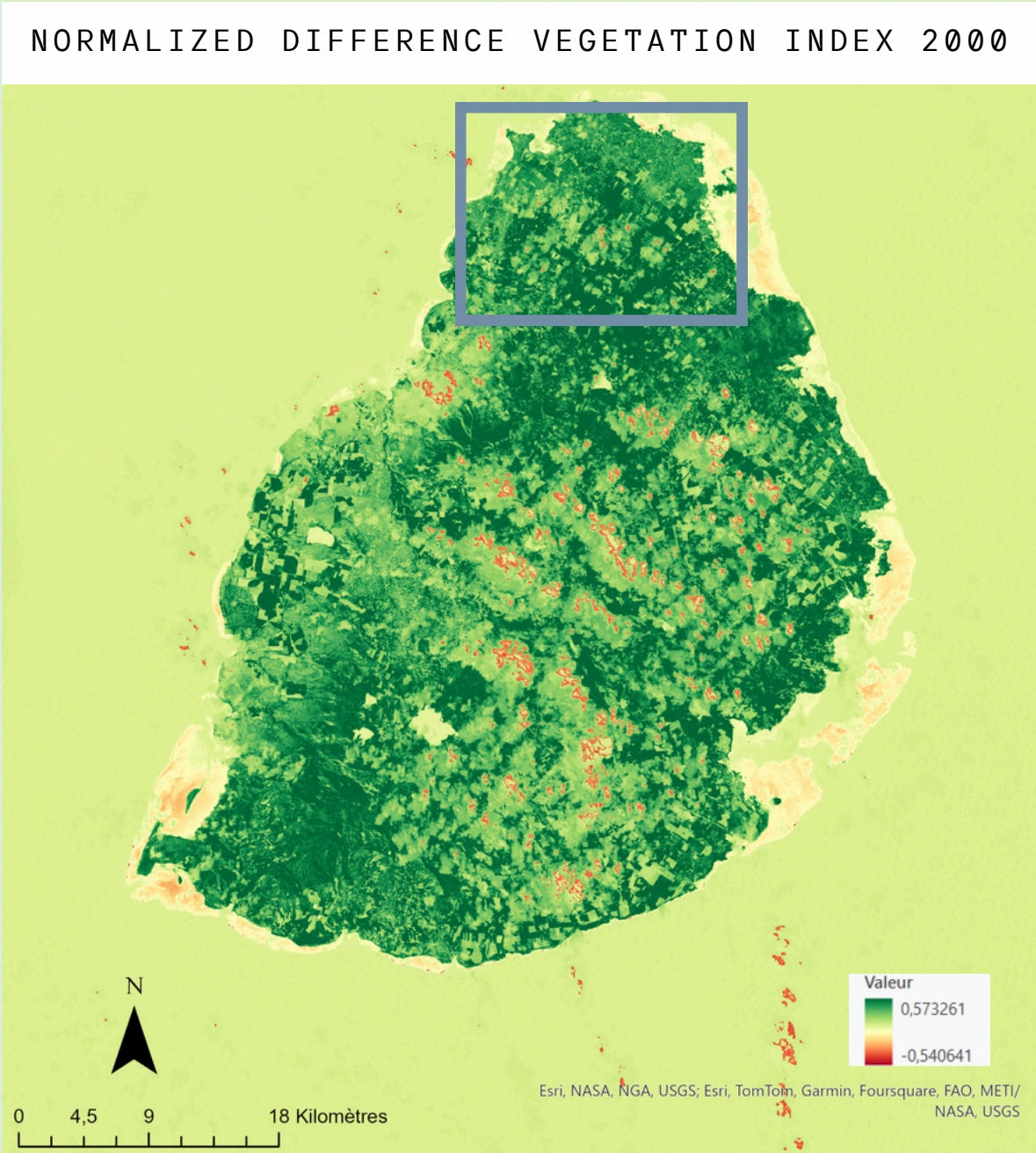
Les images satellites avec une couverture nuageuse inférieure à 10% ont été compliquées à trouver. Néanmoins, si des nuages sont présents sur certaines d'entre elles, ça ne pose pas de problème pour l'analyse car nous nous focalisons sur certaines zones de l'île et notamment les zones côtières, qui sont quant à elles bien visibles sur l'image.

Dans le cadre de l'analyse de l'impact du tourisme sur la couverture végétale des zones côtières à l'île Maurice, j'ai utilisé plusieurs indices spectraux :

- **NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)** : Cet indice permet d'étudier la santé de la végétation. Il est calculé avec les bandes rouge (RED) et proche infrarouge (NIR). Dans le cadre de cette étude, il m'a permis de mesurer la dégradation de la végétation autour des zones touristiques.
- **EBBI (Enhanced Built up and Bareness Index)** : Cet indice permet de distinguer les zones urbaines des zones nues ou désertiques. Il utilise les bandes SWIR (infrarouge moyen), RED et TIR (thermique). Il m'a permis de montrer l'évolution de l'urbanisation sur l'île.
- **NDBI (Normalized Difference Built-up Index)** : Cet indice utilise les canaux NIR et SWIR pour mettre en évidence les agglomérations. Cet indice m'a permis de compléter les données du EBBI.
- **UI (Urban Index)** : Cet indice affine la caractérisation de la densité urbaine en prenant en compte la répartition des bâtiments, des infrastructures et des espaces verts, afin d'identifier des zones à forte ou faible densité et leurs impacts sur l'environnement urbain.
Cet indice se calcul grâce aux canaux NIR et infrarouge.
C'est également un complément pour les données de L'EBBI et du NDBI.
- **Composition colorée** : La composition colorée permet d'afficher en couleurs vraies un territoire. Elle se compose des bandes verte, bleu et rouge. Elle m'a permis de comparer l'usage des sols en 2000 et 2024

Résultats

I - Une couverture végétale en dégradation



Pour comprendre cet indice, il faut prendre en compte le fait que plus une zone est verte foncé plus la végétation y est dense. De plus, si une valeur est comprise entre 0.2 et 0.5 cela correspond a une végétation faible ou modérée tandis qu'une valeur proche de -1 à 0 signifie peu ou pas de végétation.

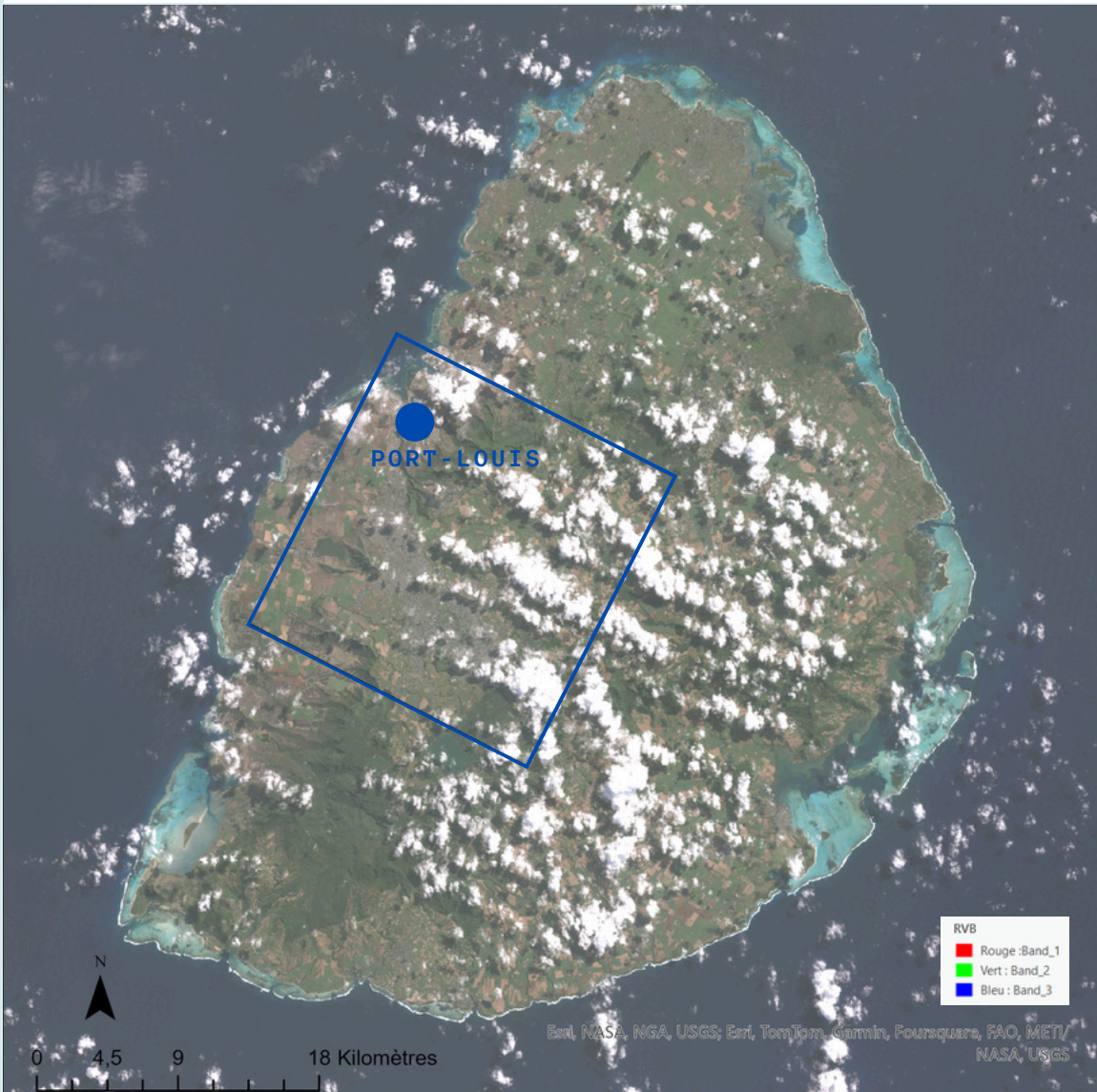
En comparant l'année 2000 avec l'année 2024, on peut voir que la santé de la végétation a décliné notamment dans les zones les plus touristiques. L'analyse NDVI révèle des modifications dans la couverture végétale de l'île Maurice. En 2000, la végétation dense (représentée par les zones vertes foncées) était plus étendue sur l'ensemble de l'île. Cependant, en 2024, une réduction notable de ces zones est observée. En parallèle, les zones affichant de faibles valeurs de NDVI (identifiées par les couleurs rouge ou orange) se sont élargies en 2024. Ces zones sont généralement associées à des sols nus, à une urbanisation croissante ou à une dégradation de la végétation.

Si on se focalise sur les zones côtières notamment au niveau de grand Baie, on constate grâce à l'indice NDVI que la végétation est en déclin. C'est une zone très touristique. C'est également le cas sur d'autres zones de l'île où la végétation a décliné aux alentours des zones urbanisés.

Résultats

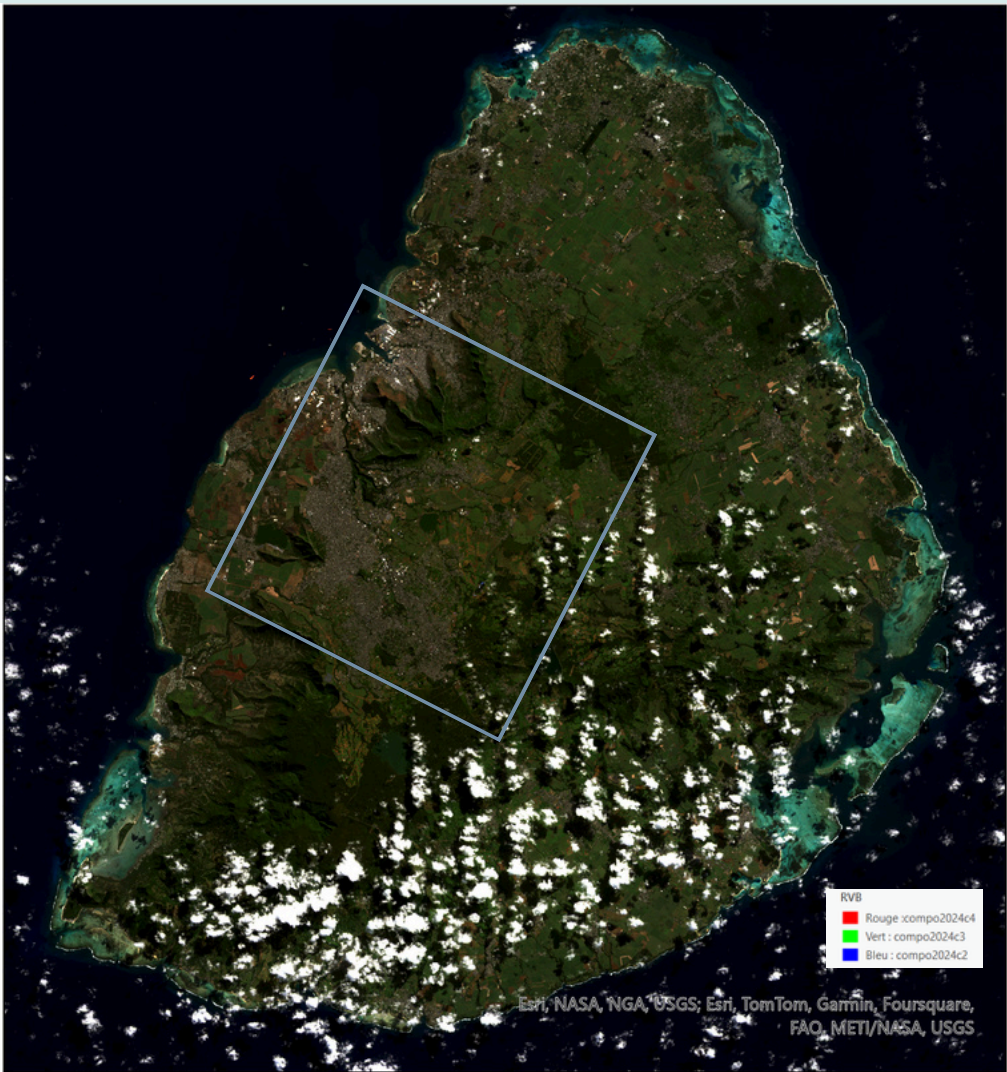
II - Une urbanisation croissante liée au tourisme

COMPOSITION COLORÉE 2024



La composition colorée en couleurs vraies datant de l'année 2000 montre des zones agricoles plus visibles (nuances de beige et marron clair). En 2024, ces zones sont moins visibles, suggérant soit un développement urbain, soit un changement de l'usage des terres. Certaines ont été recouvertes par des bâtiments.

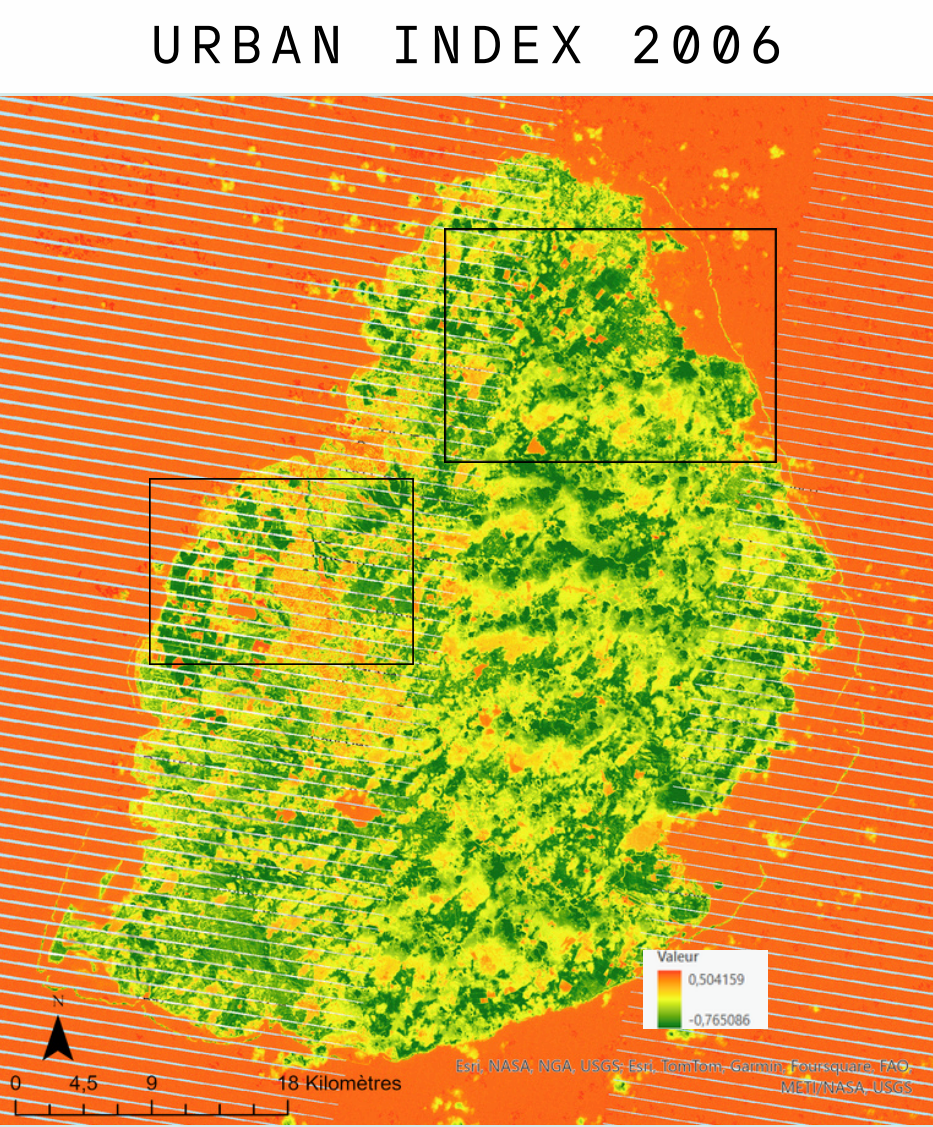
COMPOSITION COLORÉE 2024



Les zones côtières (particulièrement au Sud et à l'Est) montrent des modifications dans leur couverture végétale et leur aspect général. En effet, on remarque que celles-ci se sont étendues notamment près de la capitale Port Louis.

Résultats

II - Une urbanisation croissante liée au tourisme

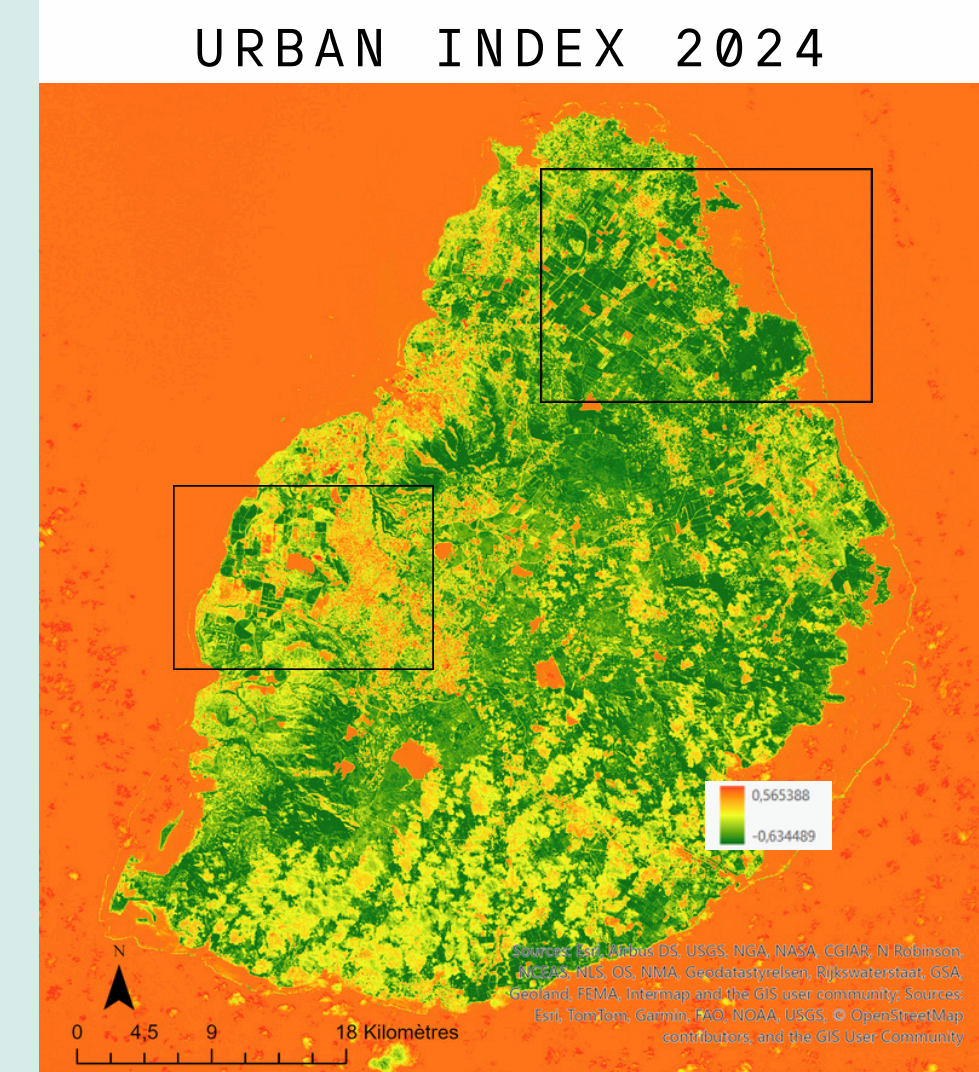


Source: Morgane Caumont, Landsat 7 collection 1 niveau 1 datant du 19/10/2006

On remarque que l'urbanisation est clairement marquée entre 2006 et 2024.

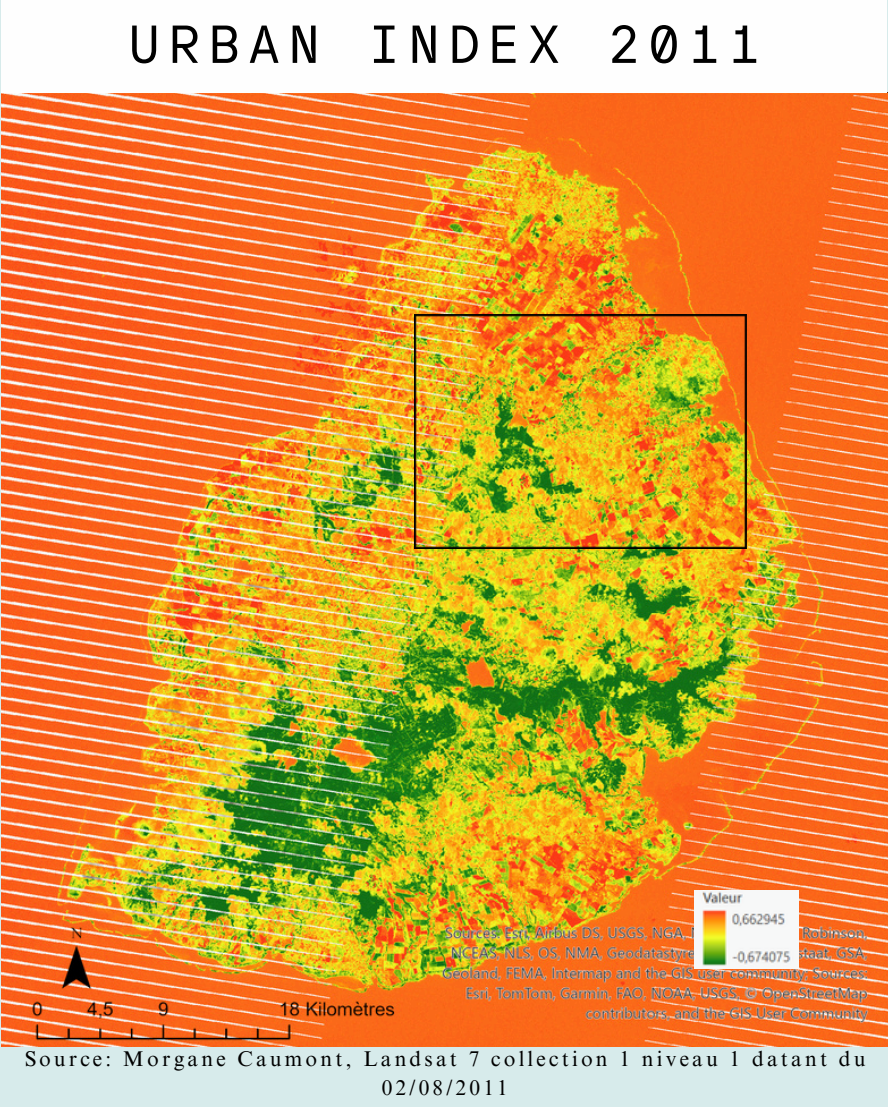
Cette expansion semble être concentrée autour de Port Louis et des zones touristiques côtières. Si l'on regarde les valeurs, on constate une diminution des zones non urbaines entre 2000 et 2024 et une augmentation des zones urbaines denses.

Les zones les plus affectées sont les régions nord-ouest, sud-ouest et est de l'île.



Source: Morgane Caumont, Landsat 8 collection 1 niveau 1 datant du 01/08/2024

Pour comprendre cet indice, il faut prendre en compte le fait que plus une zone est orange/rouge plus elle est urbanisée. De plus, si une valeur est proche de 1 cela correspond a des zones urbaines denses tandis qu'une valeur entre 0 et -1 correspond a des zones non urbaines.

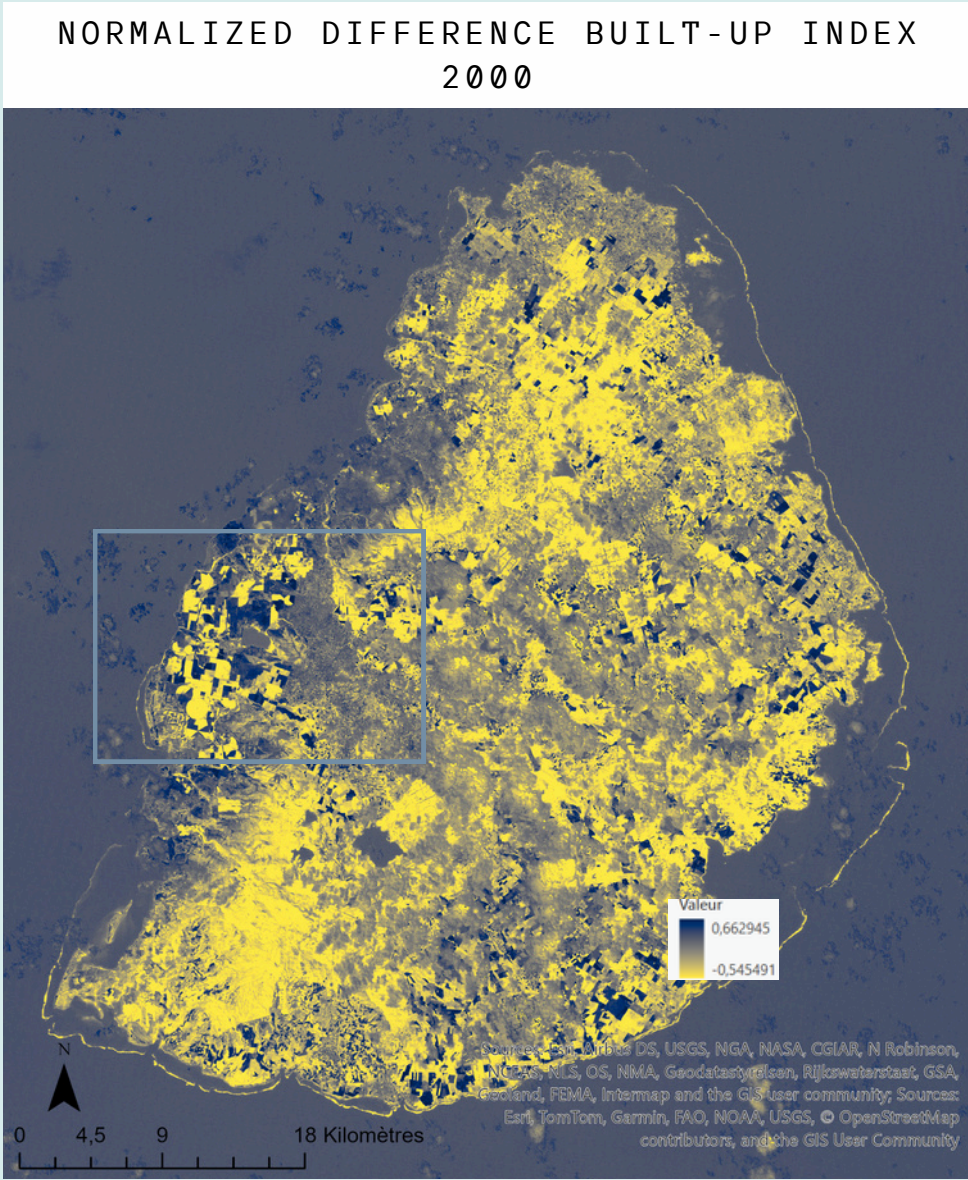


Néanmoins, on constate qu'entre 2011 et 2024, une zone qui apparaissait très orange/rouge redevient verte en 2024. Cela peut-être liée aux nuages qui sont très présents sur les données satellites de 2011.

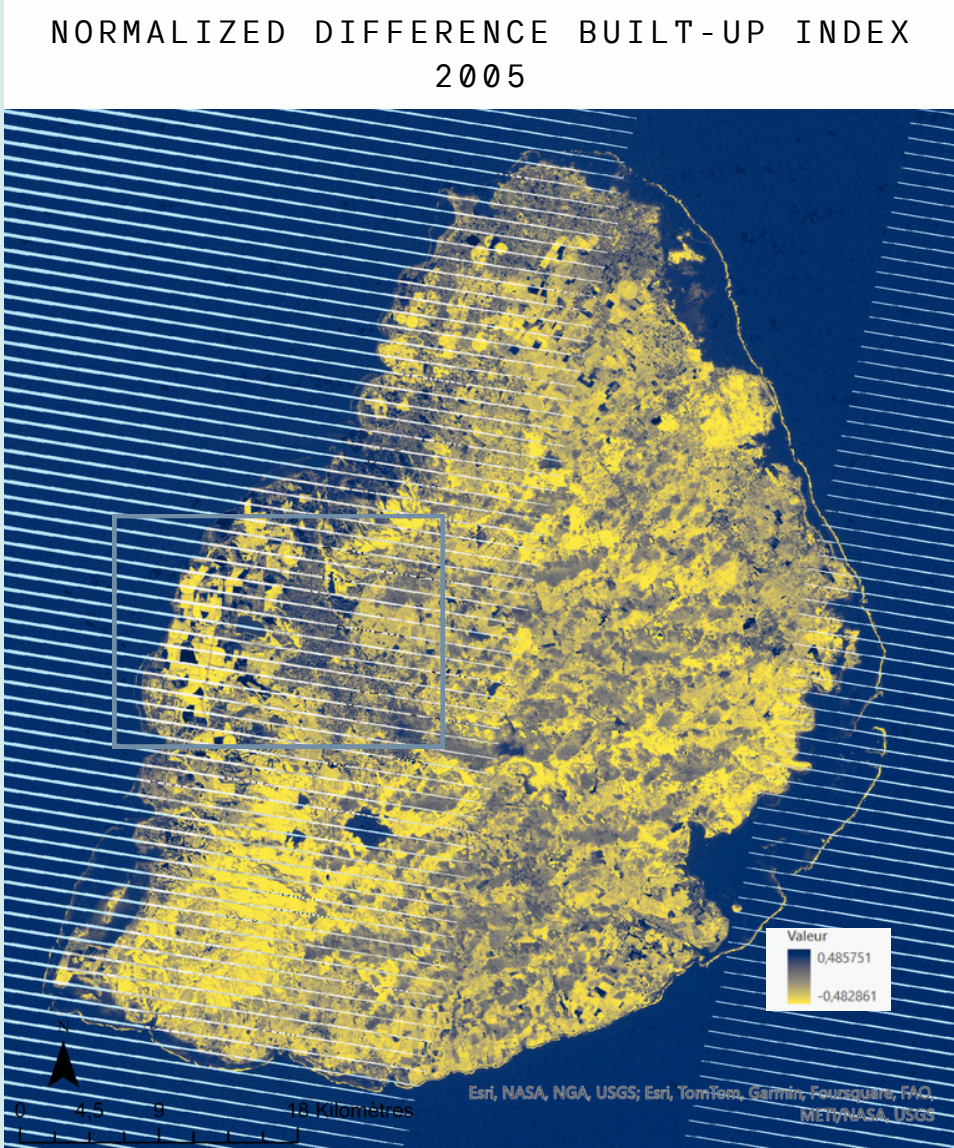
Résultats

II - Une urbanisation croissante liée au tourisme

Pour comprendre cet indice, il faut prendre en compte le fait que plus une zone est bleue plus elle est bâtie. De plus, si une valeur est située entre 0.2 et 0.7 cela signifie des zones urbaines tandis qu'une valeur proche de -0.2 à -0.5 signifie des zones non-bâties ou de la végétation.



Pour l'année 2000, on constate que les zones bâties, indiquées en bleu, sont principalement concentrées autour de Port-Louis, notamment au nord-ouest et au centre de l'île.



En 2005, les zones bleues s'étendent davantage par rapport à 2000, particulièrement autour des zones urbaines existantes. L'expansion est visible sur les côtes indiquant le développement des différents complexes hôteliers.



Une densification et une expansion significative des zones bâties sont visibles. Les régions côtières, en particulier le nord, l'ouest et le sud-est, montrent une forte augmentation des infrastructures bâties.

Résultats

II - Une urbanisation croissante liée au tourisme

Pour comprendre cet indice, il faut prendre en compte le fait que plus une zone est verte foncée plus elle est bâtie. De plus, si une valeur est proche de 1 cela correspond à des zones urbaines/bâties tandis qu’une valeur proche de -1 signifie des zones avec beaucoup de végétation. Si une valeur est proche de 0 cela signifie des zones nues ou désertiques.



Source: Morgane Caumont, Landsat 7 collection 1 niveau 1 datant du 15/08/2000

La différence entre ces deux cartes EBBI est moins flagrante que celle des autres cartes. Néanmoins cet indice vient en complément des précédents pour confirmer la perte de végétation et la densification urbaines autour des zones touristiques et de la capitale Port-Louis.



Source: Morgane Caumont, Landsat 8 collection 1 niveau 1 datant du 01/08/2024

CONCLUSION

La croissance du tourisme, pilier essentiel de l'économie mauricienne, a profondément modifié l'usage des sols sur l'île.

En effet, grâce à l'analyse des différentes cartes réalisées sur Arcgis Pro et à l'utilisation des différents indices spectraux, nous pouvons constater une urbanisation massive des côtes. Les complexes hôteliers se sont énormément développés au cours des dernières décennies dans le but de répondre à la demande des touristes, de plus en plus nombreux chaque année. Cela a eu pour effet de diminuer la santé de la végétation. Les zones les plus touristiques à l'Est et au centre de l'île sont les plus touchées par cette urbanisation massive.

On observe également l'artificialisation de certaines terres agricoles sur lesquelles des bâtiments ont été construits.

C'est un constat assez négatif en terme d'écologie, l'urbanisation ayant un impact à la fois sur la faune et la flore. Les récifs coraliens sont également en danger. Le site national géographie relate les mêmes faits *"L'île Maurice a perdu plus de 97 % de sa surface depuis que les navigateurs européens l'ont découverte il y a 400 ans. Parmi ses espèces disparues, il y a des animaux, comme le célèbre dodo, mais aussi de très nombreuses espèces végétales."* (National Geographic, 2024). Néanmoins des programmes de sauvegardes des espèces végétales et animales sont en cours sur l'île dans le but de limiter les effets négatifs de cette urbanisation.

Par ailleurs, la destruction des écosystèmes côtiers comme les mangroves et les dunes diminue leur capacité à jouer un rôle de protection naturelle face aux tempêtes et aux inondations. Cela rend les populations locales et les infrastructures plus vulnérables aux événements climatiques extrêmes tels que les cyclones. Tout cela nécessite la mise en place de politiques environnementales qui réguleraient le tourisme pour protéger la faune et la flore.

Discussions et limites

Certaines de mes cartes notamment pour les années 2011, 2005, 2000 et 2006 présentent des lignes ce qui gêne parfois l'étude des zones. Les données satellites sur l'île Maurice ont été compliquées à trouver ce qui a rendu l'étude plus complexe que prévue et certaines de mes analyses n'ont pas pu aboutir, faute du manque de données disponibles.

L'étude des températures de surface aurait été intéressante, cependant le calcul de celles-ci nécessite des données précises. En effet, pour effectuer celui-ci les bandes level 2 sont nécessaires. Cependant elles n'étaient pas disponibles pour l'île Maurice aux périodes étudiées.

Il aurait également été utile de choisir des valeurs identiques pour comparer les cartes. Je me suis focalisée ici sur la comparaison par symbologie couleurs. J'ai tenté également d'effectuer une classification non supervisée, cependant celle-ci n'a pas fonctionné et n'était pas assez précise pour ce que je souhaitais étudier. Elle aurait été utile dans le but de faire une comparaison entre l'utilisation des sols entre 2000 et 2024. Cela aurait permis de compléter les différents indices spectraux. Il était néanmoins possible d'étudier l'usage des sols sans celle-ci à l'aide des différents indices.

J'ai également réalisé des cartes avec l'indice BUI mais celles-ci n'étaient pas exploitables car les différences étaient trop minimes à cause de la couverture nuageuse sur les zones sur lesquelles je souhaitais me focaliser.

Afin de plus corréler l'urbanisation avec la croissance du tourisme, il aurait été intéressant d'intégrer des études chiffrées du phénomène.

Enfin, à partir de mon étude, il pourrait être intéressant d'étudier l'effet des politiques de protection sur l'environnement sur la santé de la végétation et sur l'urbanisation. Une étude comparative pourra être effectuée pour mesurer la croissance de la végétation avant et après ces politiques mais aussi la modification de l'usage des sols.

Sitographie

- Cabanne, C. (1999). Le tourisme à l'île Maurice et ses problèmes. Cahiers Nantais, 52(1), 211-219. <https://doi.org/10.3406/canan.1999.965>
- Figure 1 : Claude Cabanne, l'organisation des sols à l'île Maurice. Cabanne, C. (1999). Le tourisme à l'île Maurice et ses problèmes. Cahiers Nantais, 52(1), 211-219. <https://doi.org/10.3406/canan.1999.965>
- Countrymeters.info. (s. d.). *Maurice population 2024*. <https://countrymeters.info/fr/Mauritius>
- Immersion in the unique Fauna & Flora of Mauritius in Chamarel. (2023, 27 novembre). <https://www.chamarel7colouredearth.com/fr/blog/la-faune-et-la-flore-de-lile-Maurice-a-Chamarel>
- L'île Maurice franchit le cap du million de touristes – Mauritius Now (FR). (2023, 19 janvier). <https://mauritiusnow.com/fr/blog/2023/01/19/maurice-franchit-le-cap-du-million-de-reservations/>
- Maurice 2020-2022 : programme Zero extinction - Conservatoire botanique national de Brest (2021, 14 octobre). <https://www.cbnbrest.fr/nos-actions-phares/602-maurice-2020-2022-programme-zero-extinction>
- Maurice. (s. d.). Coface. <https://www.coface.com/fr/actualites-economie-conseils-d-experts/tableau-de-bord-des-risques-economiques/fiches-risques-pays/maurice>
- Maurice - Vue d'ensemble. (s. d.). World Bank. <https://www.banquemondiale.org/fr/country/mauritius/overview>
- National Geographic. (2024, 9 juillet). Près de trente ans après son extinction à l'état sauvage, une espèce végétale endémique de l'île Maurice a pu être sauvée et réintroduite grâce à l'utilisation de biotechnologies très poussées, une première mondiale. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.fr/environnement/inrae-cylindrocline-lorencei-ile-maurice-une-espece-endemique-reintroduite-grace-aux-biotechnologies>
- P. WILLAIME. (1984). LES SOLS DE L'ILE MAURICE. MAURITIUS SUGAR INDUSTRY RESEARCH INSTITUTE ET OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-05/16211.pdf