



TÉLÉDÉTECTION: ÉVOLUTION DE L'OCCUPATION DU SOL AUX PAYS-BAS

Préparé par
Blin Alexandre
Frérou Hugo
Lunel Baptiste

2023

I - Présentation du territoire

Les Pays-Bas, symbole des territoires impactés par les conséquences du réchauffement climatique, sont le sujet d'étude de ce dossier.

Notre étude porte sur l'évolution de l'occupation du sol d'une zone de 570 000 hectares au centre des Pays-Bas, sur une période de 36 ans, entre juin 1986 et juin 2022. Entre montée du niveau de la mer, urbanisation accrue et création de polder, l'analyse de ce territoire de 17 millions d'habitants, est en lien avec l'analyse des enjeux climatiques, environnementaux et sociaux de notre société actuelle.

Notre dossier sera composé d'images satellites de 1986 (Landsat 4-5) et de 2022 (Landsat 8-9), afin d'illustrer nos propos sur l'évolution du territoire.

La moitié du territoire des Pays-Bas est submersible car l'altitude est en dessous de 5m, pour une altitude maximale d'à peine 200m atteinte seulement dans la région de Maastricht. Pour répondre à cette problématique, le gouvernement a investi dans des infrastructures capables de gagner de l'espace sur la mer, les polders. La construction des polders entraîne le rejet de CO_2 , ce qui augmente indirectement le niveau de la mer. Les deux principaux polders des Pays-Bas, Noordoostpolder (1942) et Flevopolder (1968), se localisent au centre du pays, et permettent l'accroissement des surfaces agricoles et urbaines



L'espace dans le pays est fortement anthropisé avec soit la croissance de l'urbanisme, soit les terres agricoles. Le pays est en effet connu pour la culture de ses tulipes, exportées dans le monde. Les espaces naturels sont rares, en particulier dans le pourtour d'Amsterdam. Bien que la culture d'économie de l'espace est présente parmi les néerlandais, l'urbanisme atteint un point critique dans tout le pays. Mais la doctrine urbaine hollandaise est toutefois appréciable, notamment sur le plan végétal. La capitale, Amsterdam illustre parfaitement cette tendance et le résultat positif produit, en arrivant en 8ème position parmi les villes les plus vertes d'Europe (source : GEO.fr).

II - Objectif du traitement et attentes

La finalité du projet ici est de faire un constat quant à l'évolution du territoire sur la plan urbain. On souhaite tout particulièrement observer l'étalement urbain sur les terres mais également l'évolution des polders sur la mer. La région néerlandaise étudiée se centre sur la mer du MarkerMeer, bordée par la Hollande septentrionale à l'ouest et le Flevoland. Enfin, on s'intéresse à la nature dans la ville. La végétalisation des villes aux Pays-Bas est une politique aux effets concrets dans le pays. Il s'agit de visualiser l'avancement de cette politique dans le temps entre 1986 et 2022.



On choisit cette orientation au regard du contexte national en matière d'aménagement du territoire.

Au XIX^e siècle, les Pays-Bas ont connu une période de modernisation rapide, avec le développement de l'industrie et des transports. Les villes ont été élargies encore plus, avec la construction de grands parcs publics et de bâtiments gouvernementaux imposants. Cependant, la croissance urbaine a également entraîné des problèmes tels que la pauvreté et la surpopulation.

Au XX^e siècle, les Pays-Bas ont connu une période de développement urbain intense, avec la construction de grandes banlieues résidentielles et de complexes industriels. Dans les années 1950 et 1960, l'urbanisme a connu une révolution, avec l'introduction de nouveaux concepts tels que la planification régionale et l'aménagement du territoire. Les villes ont été réaménagées pour répondre aux besoins de la vie moderne, avec des centres commerciaux et des immeubles de grande hauteur.

Au cours des dernières décennies, l'urbanisme aux Pays-Bas a été marqué par un retour à des principes plus traditionnels, tels que le développement durable, la participation des citoyens et la préservation des quartiers historiques. Les villes ont été réaménagées pour être plus conviviales pour les piétons et les cyclistes, avec une attention particulière portée à la qualité de vie.

En somme, l'urbanisme aux Pays-Bas a connu une évolution dynamique et complexe, passant de l'âge médiéval aux pratiques modernes de développement durable, en passant par la Renaissance et les périodes d'industrialisation.

III - Méthodologie

Nous avons choisi les Pays-Bas car ce territoire dispose de problématiques multiples, visualisables grâce à des images de télédétection. Notre méthodologie repose sur les images des satellites Landsat de la NASA. Notre étude compare l'occupation du sol des Pays-Bas en 1986 grâce au satellite Landsat 4-5, et en 2022 grâce au satellite Landsat 8-9. Ces satellites disposent d'une résolution spatiale de 30 mètres et les domaines spectraux explorés concernent le visible, l'infrarouge proche et moyen et l'infrarouge thermique. Nous avons importé ces images du site USGS (institut d'étude géologique des USA) dans le logiciel QGIS, un logiciel SIG qui permet de faire de la télédétection.

Nous avons réalisé des traitement en fausses couleurs afin d'avoir une meilleur visualisation des éléments du territoire, puis nous avons fait une classification composée de 3 masterclasses de 3 classes chacune, car notre objectif est de comparer 3 éléments:

- les surfaces urbaines,
- les surfaces agricoles,
- les surfaces en eau.

Cette classification se fait avec les valeurs des pixels que nous sélectionnons au sein de polygones.

IV - traitements en vraies/fausses couleurs

1986



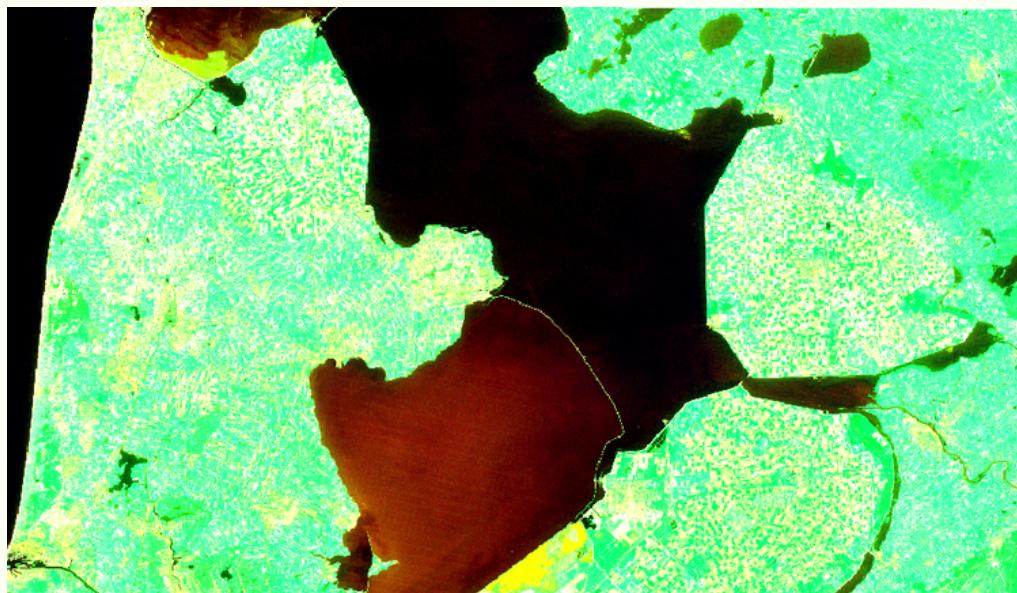
2022



Le traitement en vrai couleur est une phase préliminaire nécessaire pour visualiser l'environnement étudié et ainsi diriger les prochains traitement. Dans notre cas d'étude, on se concentre sur l'étendue urbaine par rapport aux étendue végétales, qu'elles soient agricoles ou naturelles. Egalement, il s'agit de faire une première observation quant à l'évolution du territoire sur ce plan.

On note d'abord que l'étendue présentée, située en bordure de mer et au relief inexistant, présente deux types de paysages principalement. On a d'abord le paysage agricole, composés de vastes champs quasiment pas séparés physiquement, du moins par des clôture végétales (haies, rangées d'arbres...). On suppose que ces champs ouverts sont à usage céréalier. Les forêts et espaces végétaux avec canopée sont rares et minoritaires.

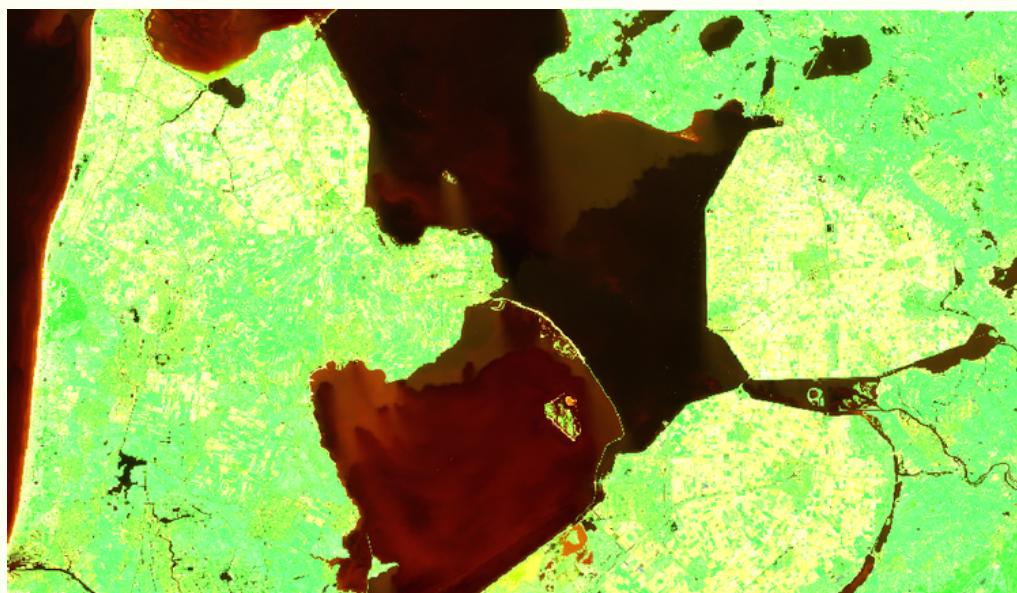
On a enfin les zones urbanisées. Ces zones relève du modèle néerlandais vu plus haut. Elles sont denses et non étalées dans l'espace. Malgré cette structure urbaine, la densité urbaine sur le territoire est importante. La gestion de l'espace est en effet un défi pour un pays qui dispose de peu d'espace. La densité résidentielle nationale est en effet importante avec 420 habitants au km². En comparaison, la France compte habitants 105 au km².



1986

3-4-5

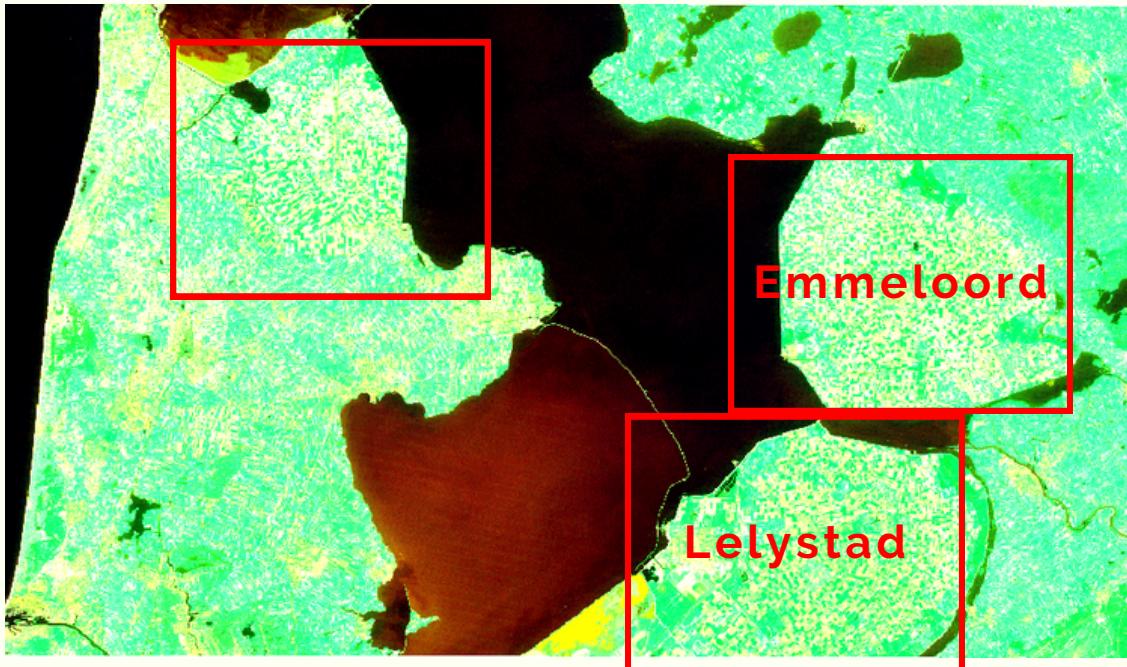
Image dans laquelle les zones de végétation saine apparaissent en vert, tandis que les zones stressées ou mortes apparaissent en rouge ou en brun. Les zones d'eau peuvent apparaître en foncé, tandis que les zones urbaines peuvent apparaître en blanc ou en gris.



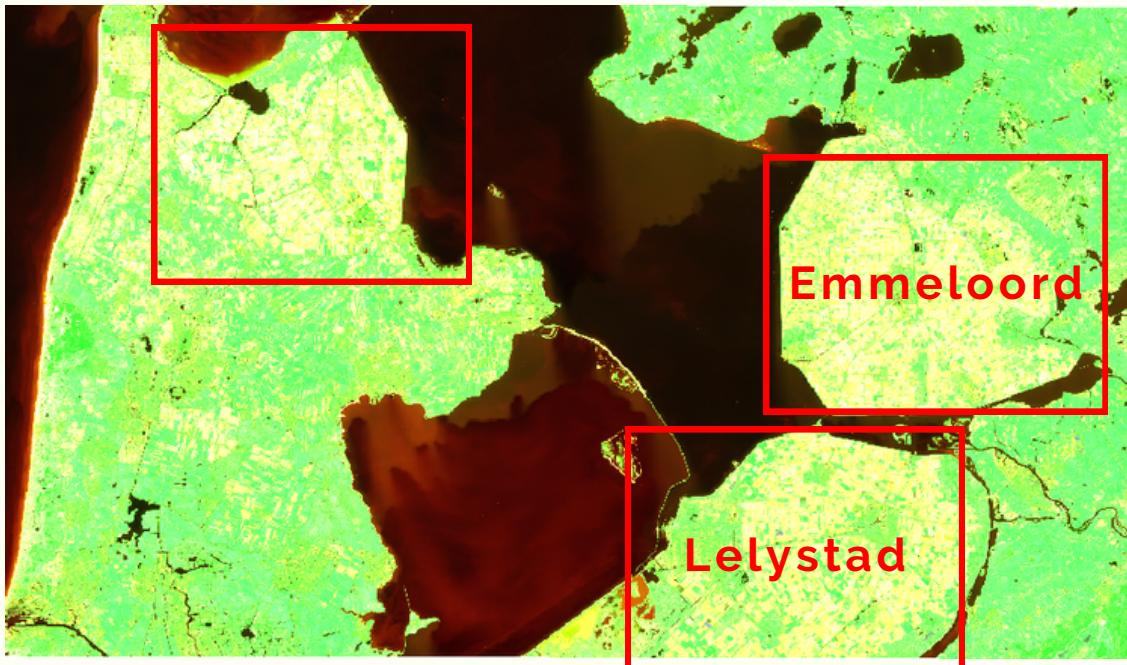
2022

4-5-6

1986



2022

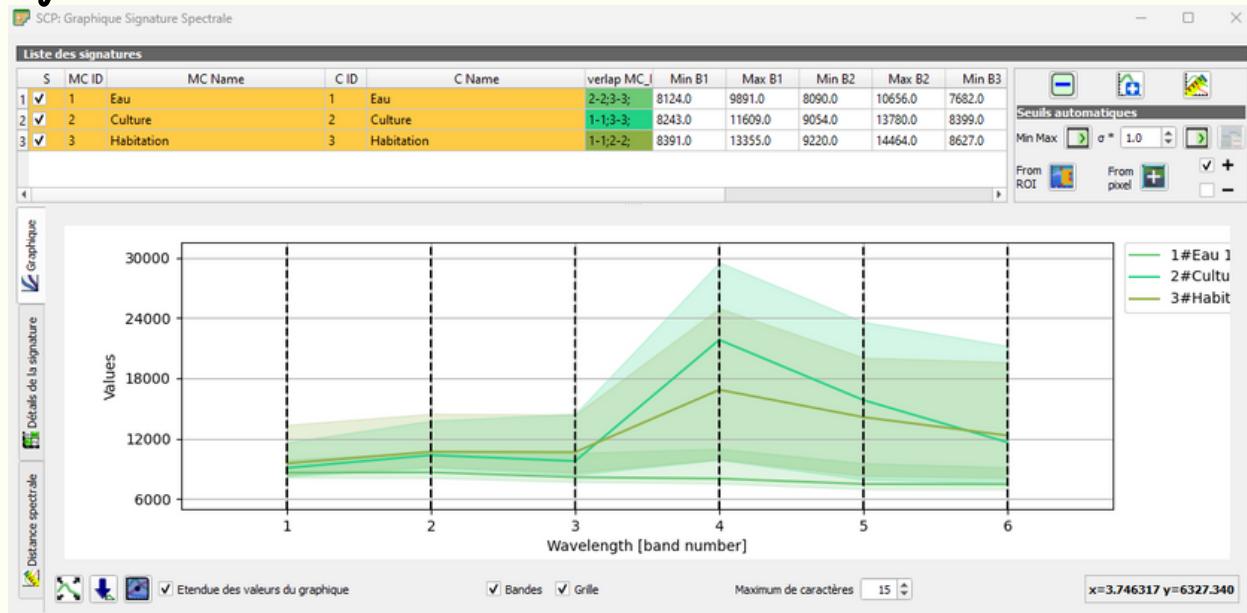


Le traitement en fausses couleurs nous donnent une information plus poussée sur le territoire. D'abord, on distingue trois éléments principaux sur l'image produite, soit l'eau, les zones urbanisées ainsi que la végétation. L'eau apparaît en bleu foncé tandis que les zones urbaines apparaissent blanc ou gris. Ces deux éléments sont subsidiaires ici, l'élément principalement intéressant est la végétation. La finalité de cette image est de définir l'état de la végétation et son évolution sur cette portion du territoire néerlandais.

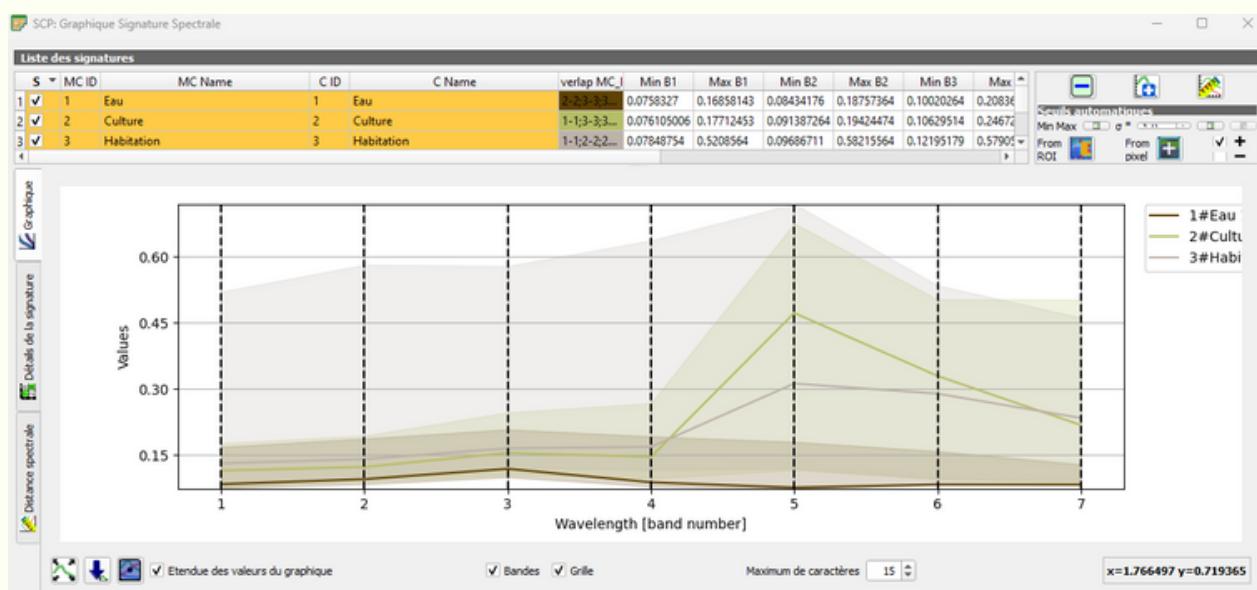
La végétation apparaît ici en vert et se décline en brun voire rouge pour les massifs végétaux en état de stress hydrique voire morts. Entre les deux clichés 1986 et 2022, on constate ainsi une forte augmentation du stress hydrique des végétaux. Mais ce stress s'accentue principalement autour des centres urbains du territoire comme Emmeloord et Lelystad. Au nord ouest, on observe également une augmentation du stress hydrique des végétaux, malgré l'absence de centre urbain considérable. Le stress hydrique des végétaux s'illustre donc comme une conséquence directe de l'anthropisation des sols. Toutefois, la cause est davantage l'agriculture intensive céréalière plutôt que l'urbanisme.

VI - Signatures spectrales

1986



2022



Les signatures spectrales de 1986 et 2022 permettent de comprendre les mécanismes derrière la classification. La signatures spectrales de 1986 ne dispose que de 6 bandes, contre 7 en 2022. En 1986, le Landsat 5 a été équipé d'un capteur de télédétection multispectrale (TM) amélioré qui pouvait capturer des images dans six bandes spectrales : le bleu, le vert, le rouge, le proche infrarouge, le moyen infrarouge et le thermique moyen infrarouge. Cependant, il était techniquement difficile de capturer des images dans davantage de bandes spectrales en raison des limitations des technologies de l'époque. Les évolutions technologiques permettent aux nouveaux satellites, comme les satellites Landsat 9, de capturer des images de meilleures qualités en captant 7 bandes spectrales.

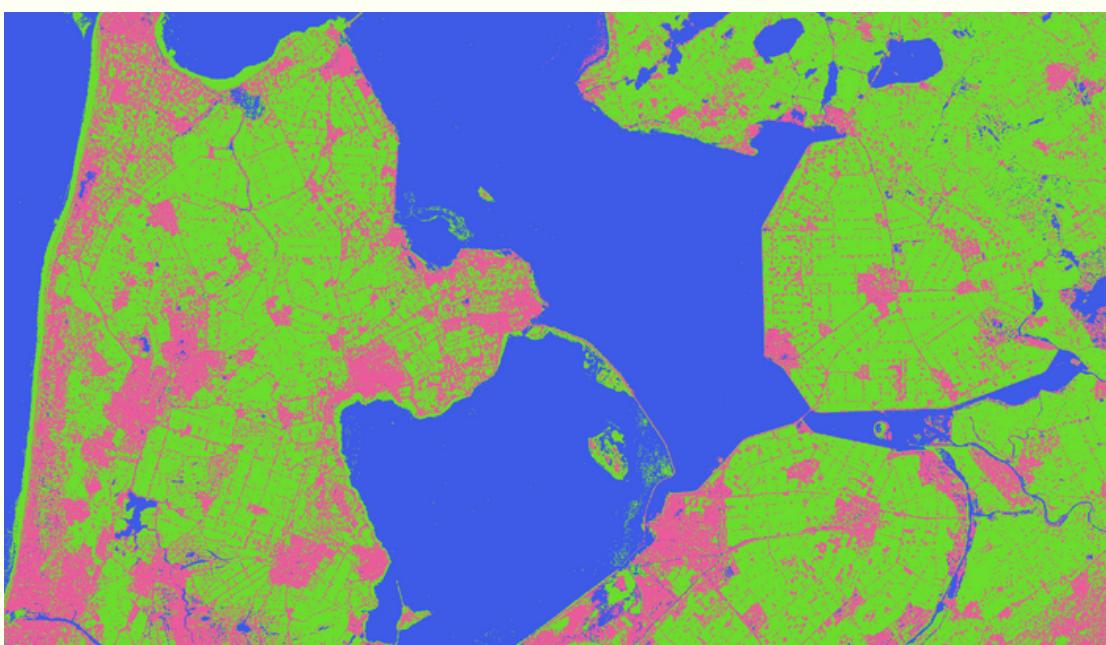
Les graphiques des signatures spectrales de 1986 et 2022 montrent qu'il y a une forte réflectance pour les cultures (housse sur la bande 5) dans l'infra-rouge proche, signe d'une végétation forte. L'eau absorbe toutes les longueurs d'ondes, et dispose, par conséquent, d'une faible réflectance. Il y a une grande diversité dans les longueurs d'ondes pour nos trois catégories, ce qui nous permet de constater que les erreurs entre ces trois catégories lors de la classification sont évitables.

VI - Classifications supervisées

1986



2022

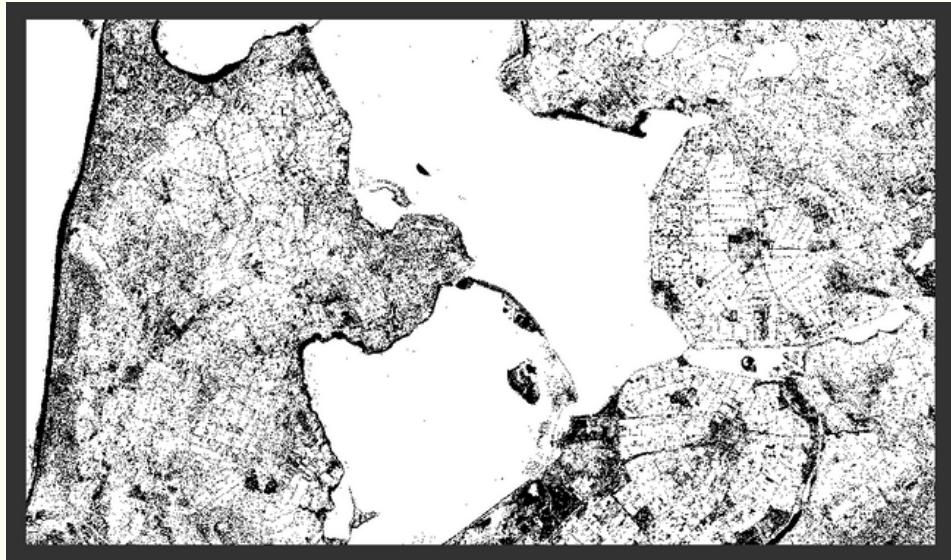


La classification nous permet de visualiser les trois classes de notre étude :

- surfaces en eau
- surfaces agricoles
- surfaces urbaines

Nous pouvons ainsi voir l'évolution de l'occupation du sol entre ces deux dates. Notre première analyse porte sur le rapport surfaces urbaines/surfaces agricoles, qui tend à favoriser les surfaces urbaines sur cette période de 36 ans. Cette analyse est en lien avec la problématique de l'étalement urbain qui est un réel enjeux de société pour les pays européens, comme pour de nombreux pays dans le monde

VII - Détection des changements



Les zones en noires nous permettent d'identifier les surfaces qui ont changé d'occupation du sol entre 1986 et 2022. Nous remarquons qu'elles se localisent sur les littoraux, ce qui signifie que le littoral a gagné de la surface sur la mer, grâce à des actions d'artificialisation, d'ensablement, et la construction d'infrastructures garantissant la pérennité du littoral. De plus, la totalité des villes se sont étalées, réduisant les surfaces agricoles. Enfin, nous remarquons l'apparition de polders dans le bassin Markermerr, qui sert principalement pour l'agriculture. Ces changements d'occupation du sol nous montre que les Pays-Bas agissent pour lutter contre leurs problématiques environnementales.

VIII - Vérification de la validité

La vérification est une étape cruciale dans notre étude, elle permet de valider ou non la crédibilité de la classification. Pour être crédible, la précision doit être supérieure à 80%. Cette limite est respectée pour nos deux classifications qui ont :

-82,83% pour 1986

-81,97% pour 2022

Ces deux scores valident nos classifications et montrent une rigueur scientifique à notre étude.