

Analyse des changements de productivité de la végétation

MOOC - Mars 2021

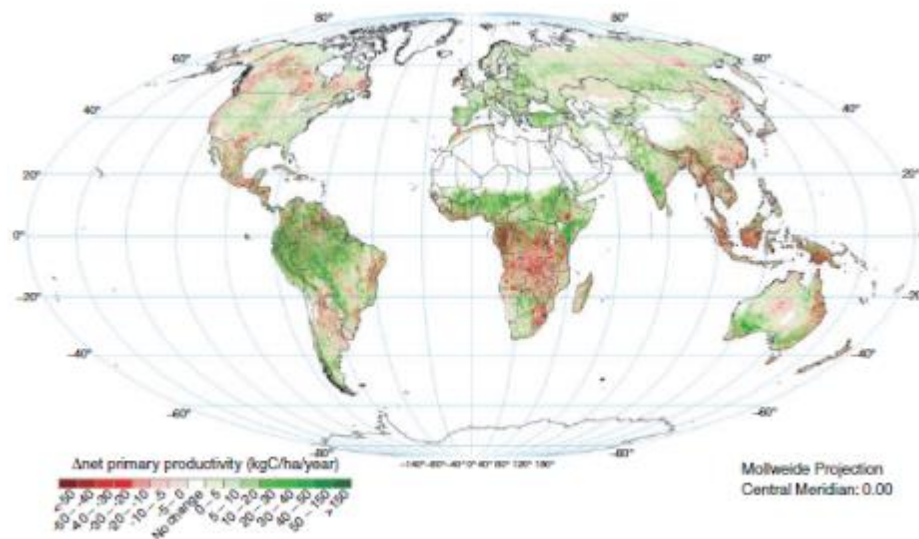
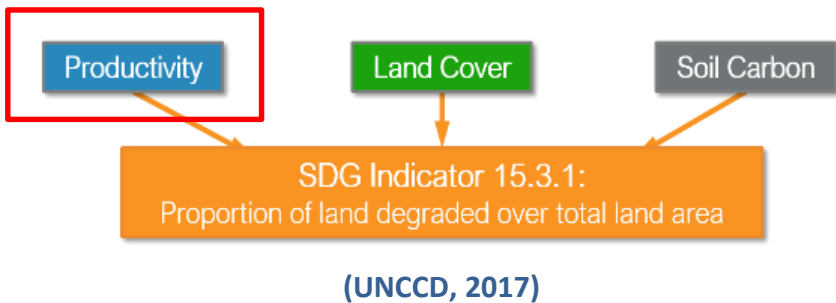
Montfort Frédérique
Grinand Clovis
Nourtier Marie

C'est quoi ?



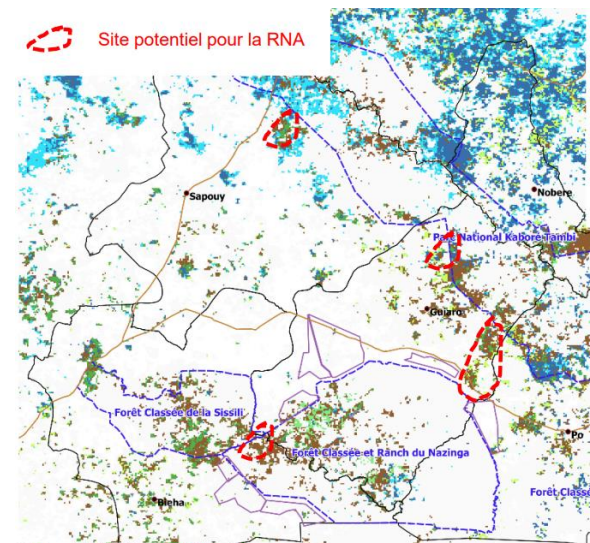
Production de biomasse aérienne (vigueur et quantité de végétation)

Pourquoi faire ?



Et localement ?

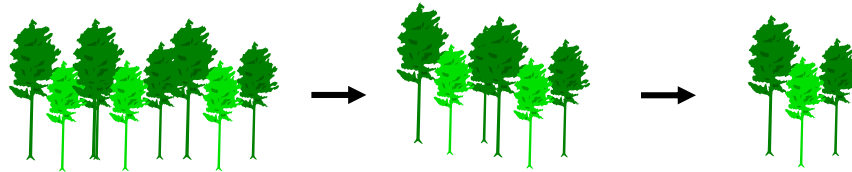
- Fournir des informations spatialisées et temporelles pour affiner les **diagnostics** : localisation des ressources naturelles, pressions, activités humaines.
- Identifier et quantifier les **facteurs probables des changements**.
- Identification des **sites favorables** pour les activités projet : boisement, agroforesterie, RNA (en complément des connaissances locales : foncier, motivation, sols, espèces, etc.)
- Apporter des données pour l'état de référence en début de projet et évaluation des effets et impacts du projet (**suivi-évaluation**)



Méthodologie

- **Objectifs :**

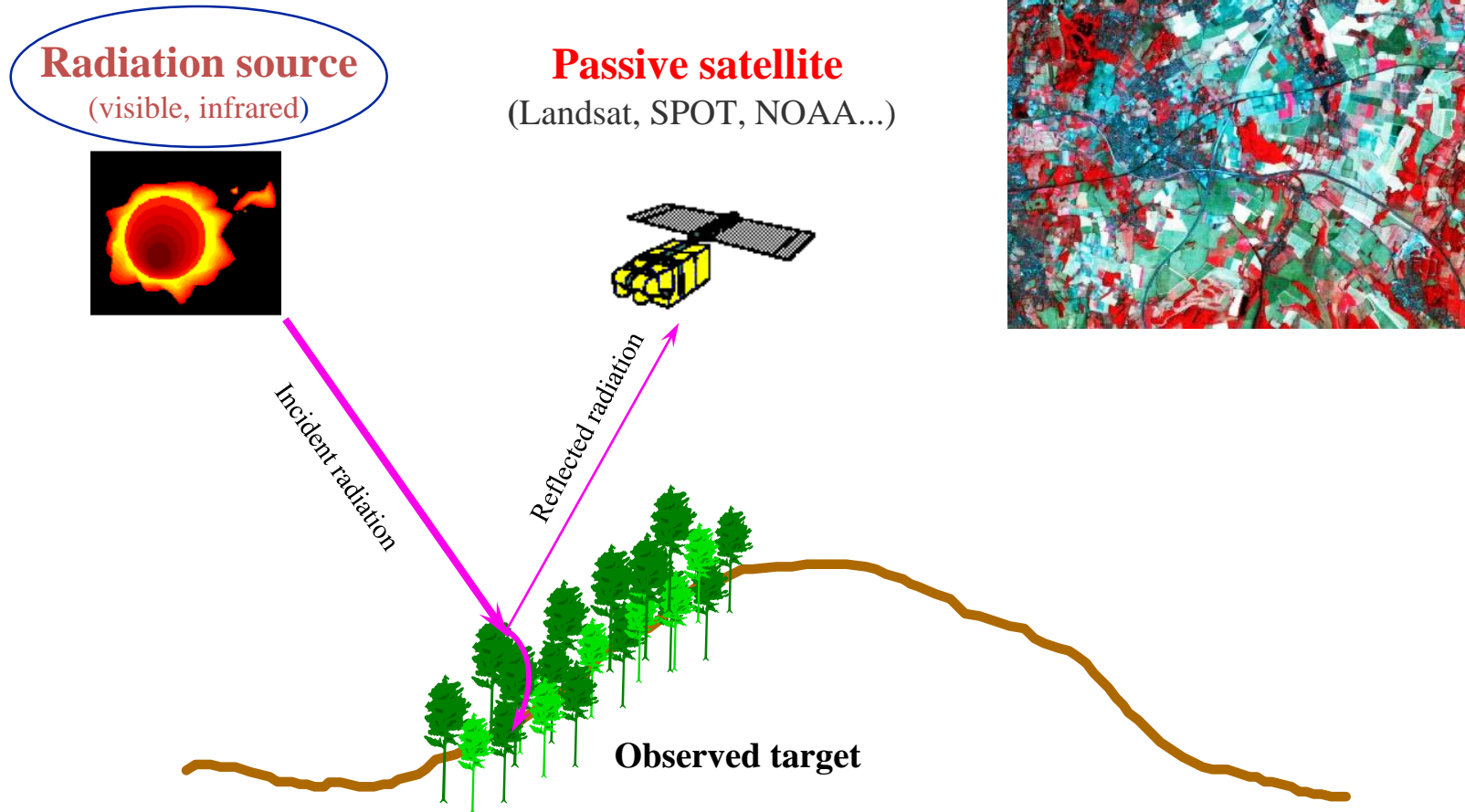
- Localiser les zones de changement significatif au cours d'une période donnée
- Déterminer le sens de ces changements (dégradation de la végétation ou restauration)
- Quantifier et spatialiser les facteurs sous-jacents (climat ou activités humaines)



- Analyse de **l'évolution de la biomasse** sur une période historique. L'indice de végétation calculé à partir des mesures du satellite est utilisé pour représenter la biomasse de la végétation (naturelle ou cultivée). Données tous les 16 jours sur un pixel de 6ha (MODIS)
- Analyse de l'effet de **l'évolution du climat** : précipitation et température
- Analyse **des facteurs anthropiques**

La télédétection

- Robuste
- Suivi à large échelle
- Données objectives

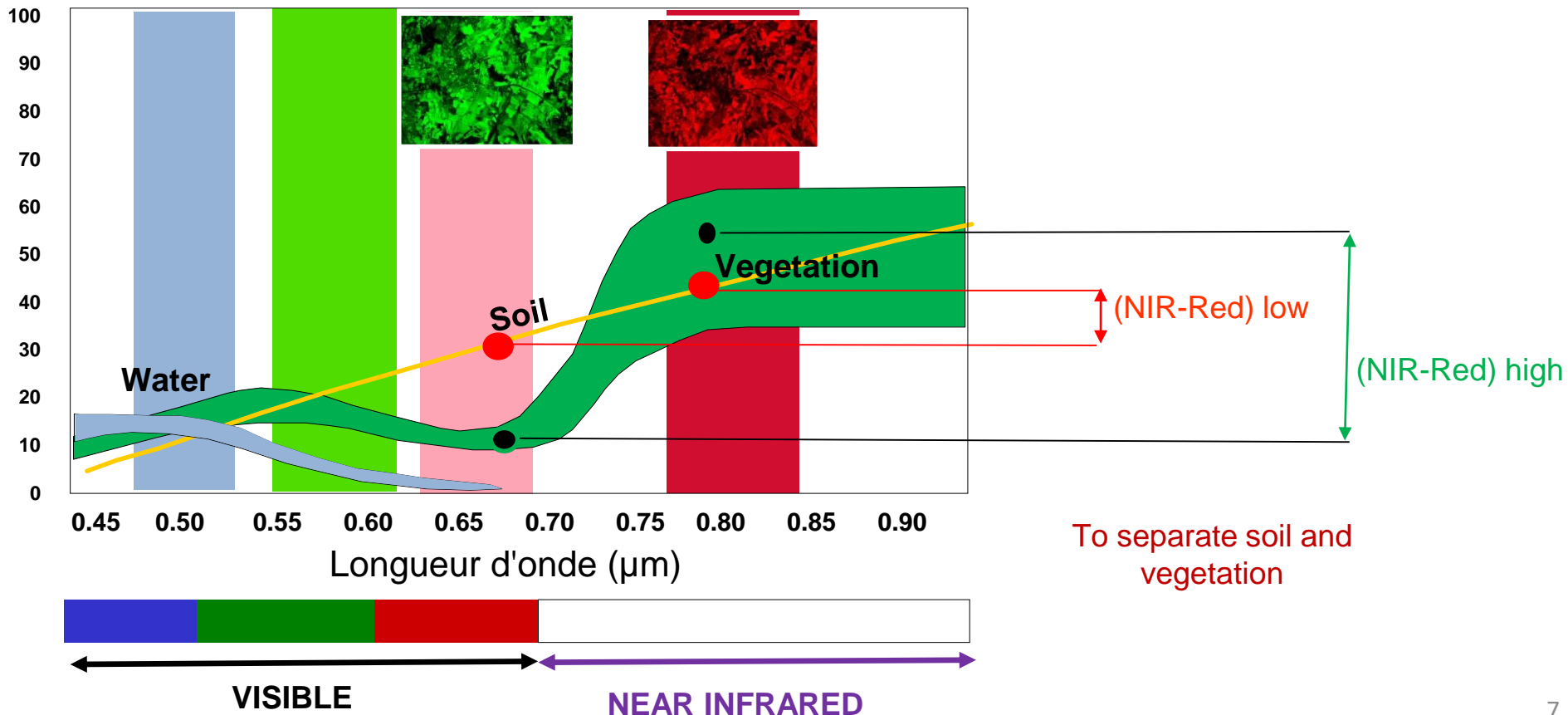


Pourquoi l'indice de NDVI?

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}}$$

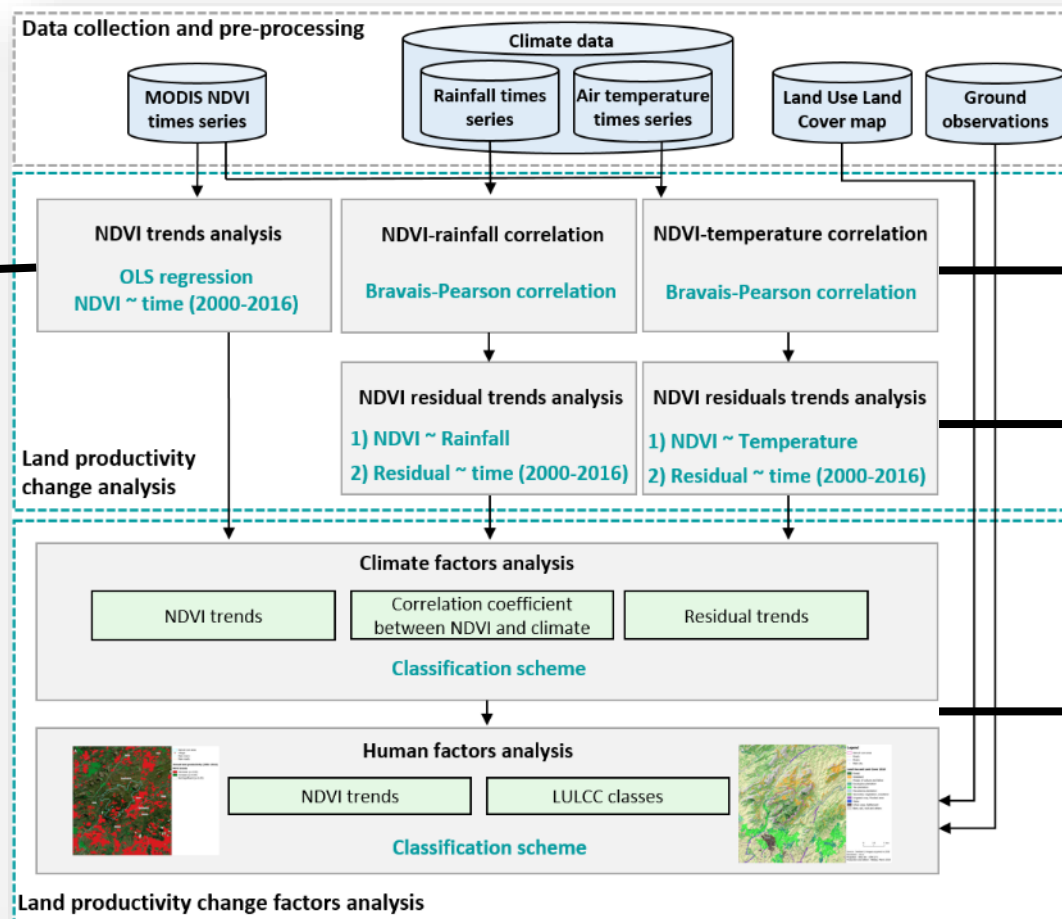
- Simple à calculer
- Simple à comparer
- Simple à interpréter (indicateur de l'activité photosynthétique potentielle, et donc de la biomasse potentielle)
- Robuste

Réflectance



Traitements des données

- 1) Collecte et préparation des données
- 2) Analyse des changements de productivité
- 3) Analyse des facteurs de changements :
 - Effet du climat
 - Effet des activités humaines



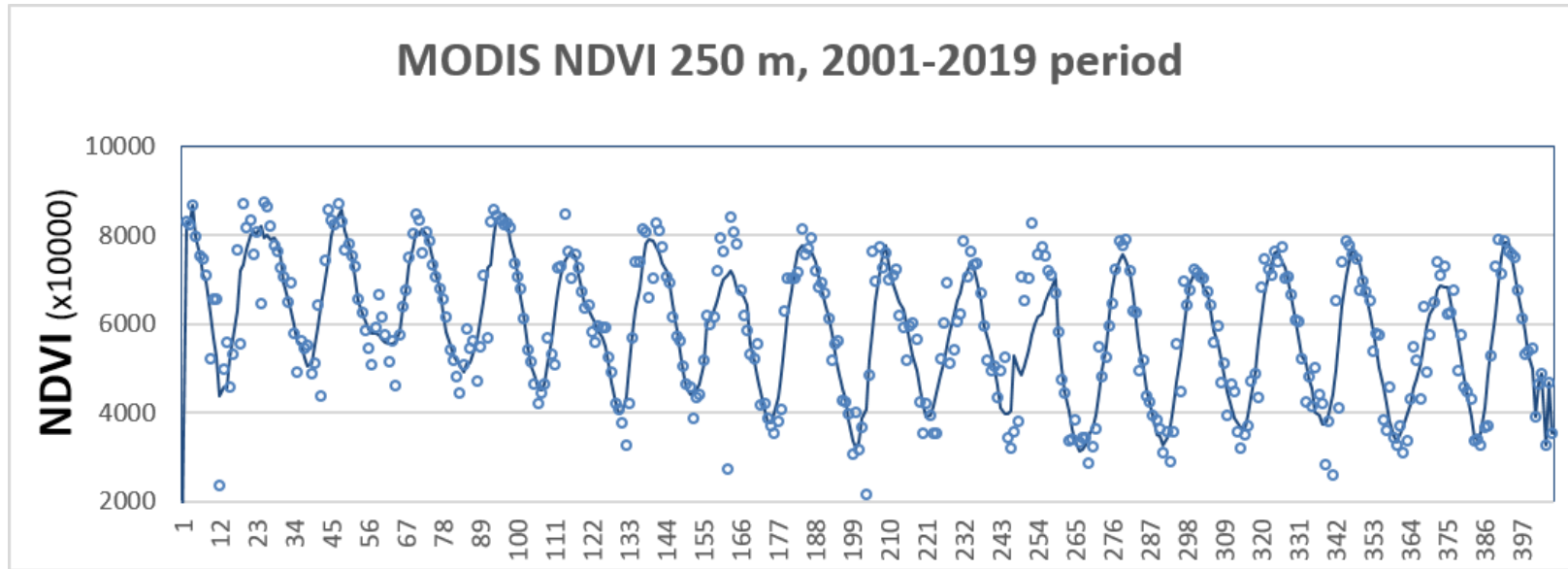
Régression linéaire & classification des pixels

Corrélation NDVI-Climat

Analyse des résidus de la régression NDVI-Climat

Règles de décisions

Choix, collecte et préparation des données



Lissage des données de NDVI

-> enlever les données aberrantes (bruit du capteur)

Séries temporelles :

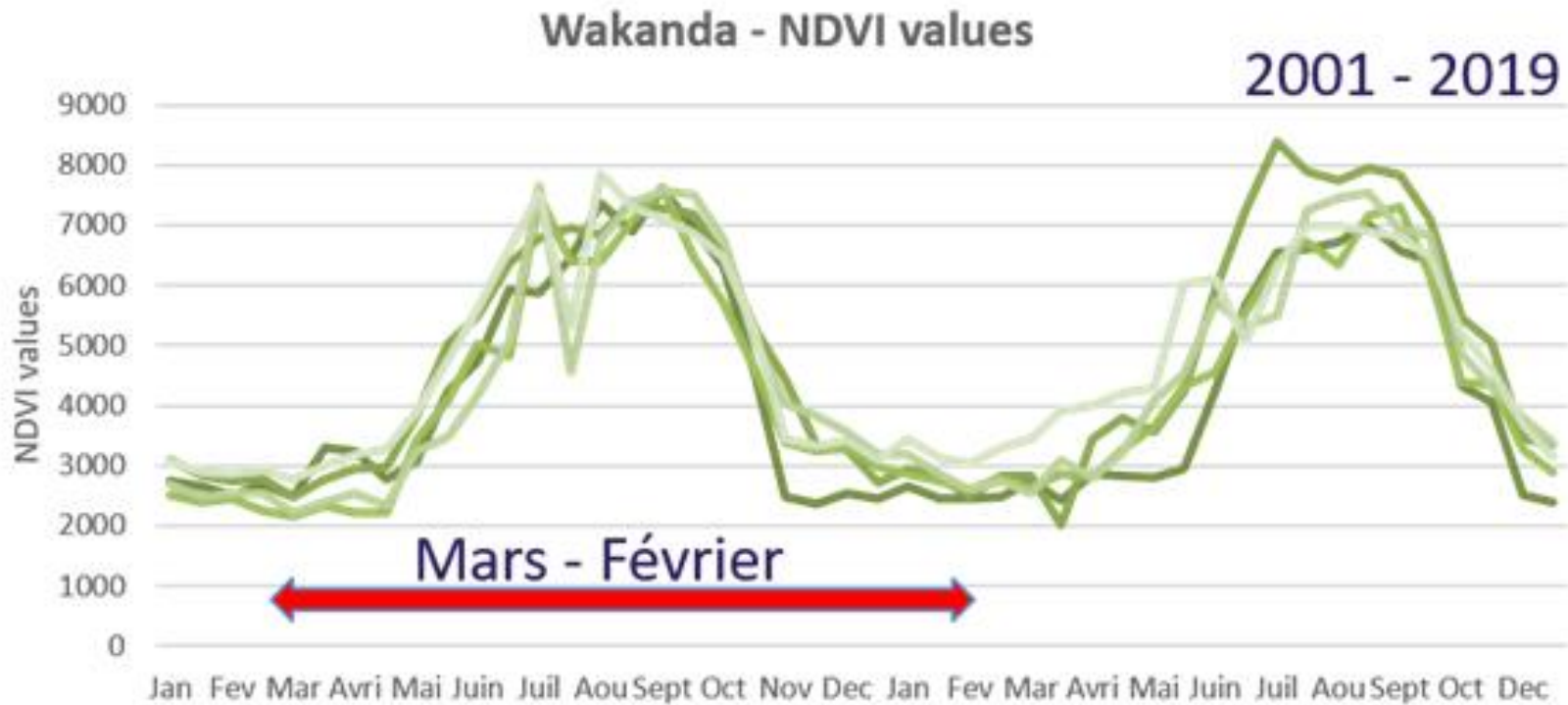
- **NDVI** : Données MODIS (MOD13Q1, Collection 6), résolution: 250 m
Cumul des valeurs du NDVI sur l'année
-> *Intérêt de Modis: régularité des données*
- **Températures** : données CRU TS v. 4.02, résolution : 0.5°
Moyenne de la température maximale par an
- **Pluies** : données CHIRPS, resolution 0.05°
Cumul des données pluies sur l'année

Carte LULC :

- **LULCC** : carte Laurel (30 m), carte land cover copernicus 2019 (100 m)

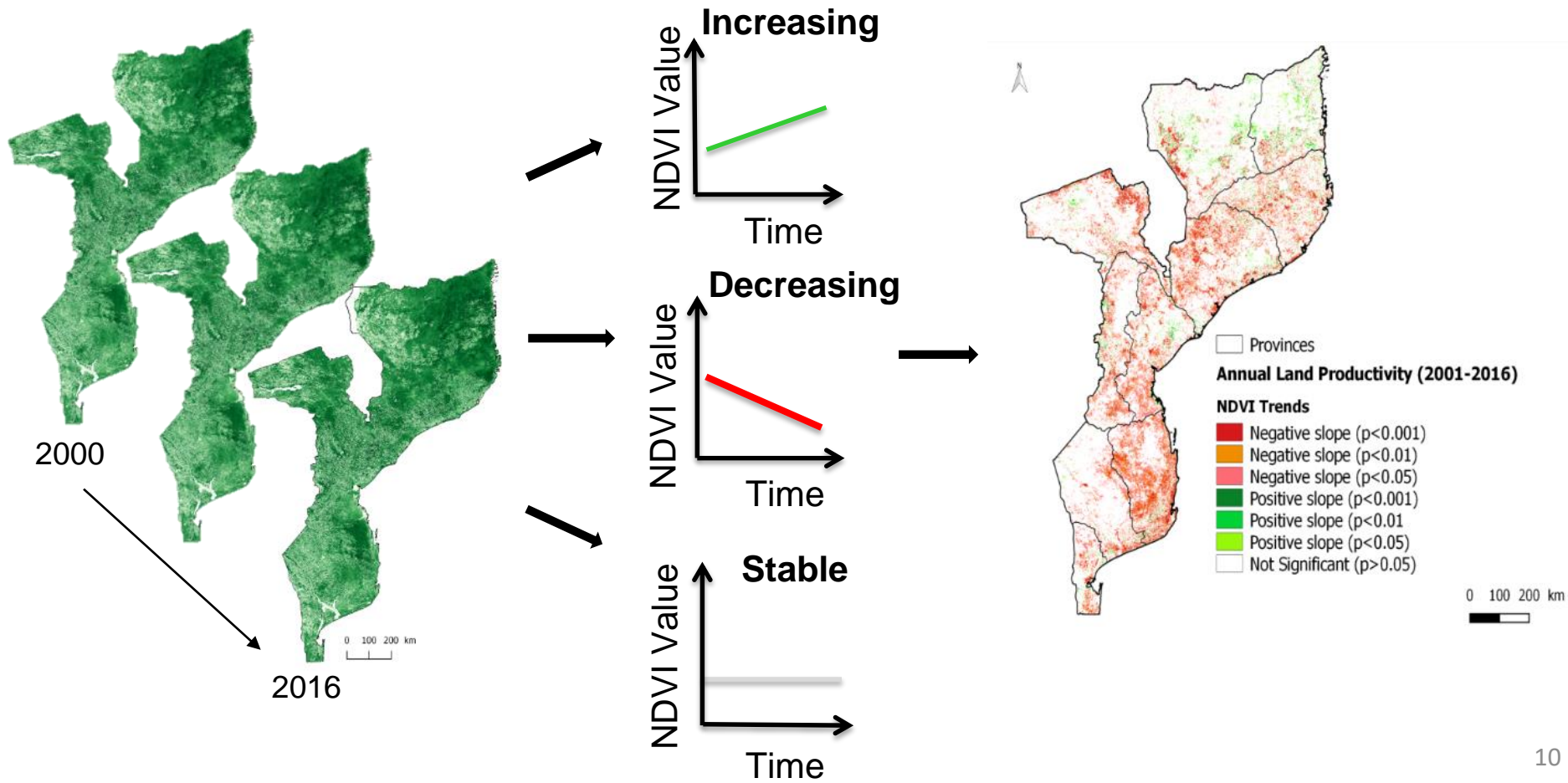
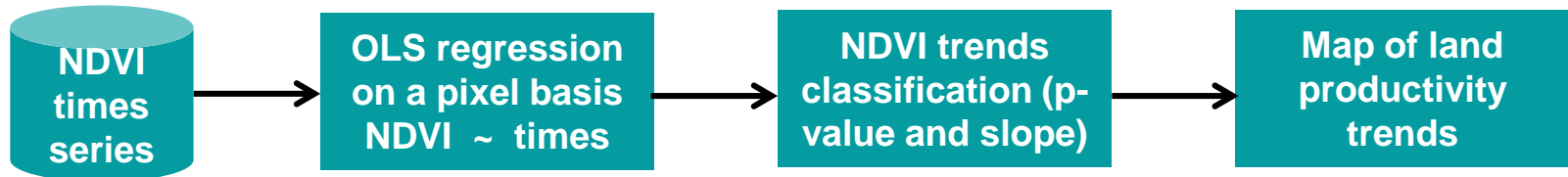
Choix de la période

- Période d'analyse => nb d'années
- Période d'intégration annuelle => mois pour le cumul des données

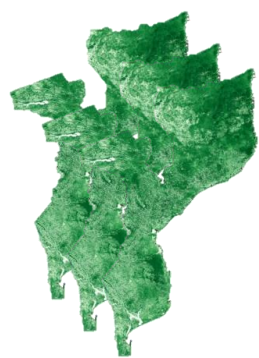


Mozambique : Août - Juillet

Analyse de la série temporelle de NDVI



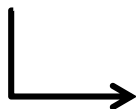
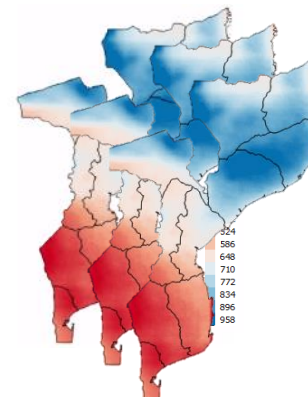
Corrélation NDVI-climate



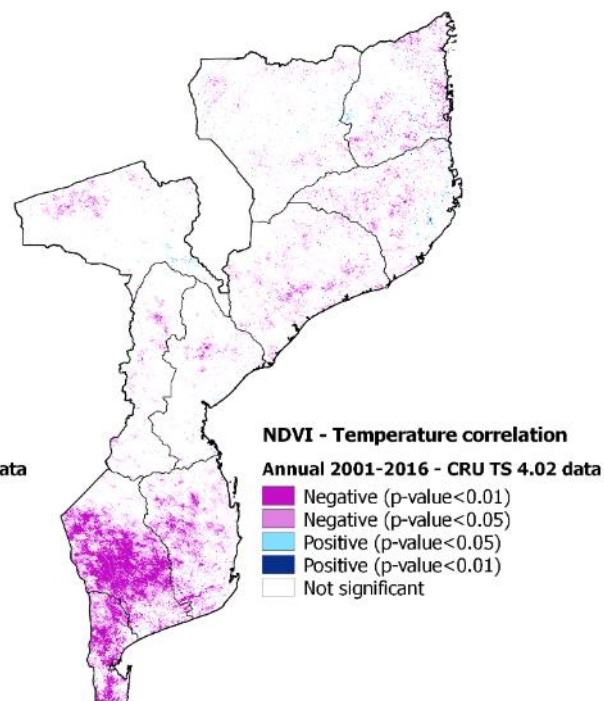
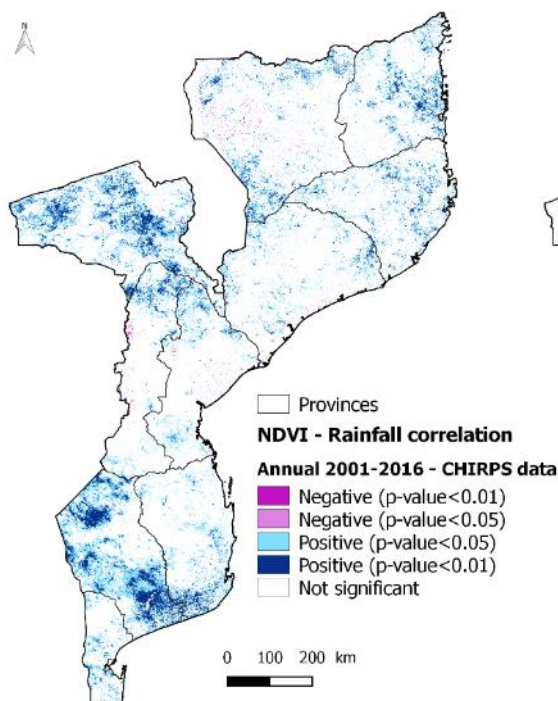
NDVI times series

Temperature times series

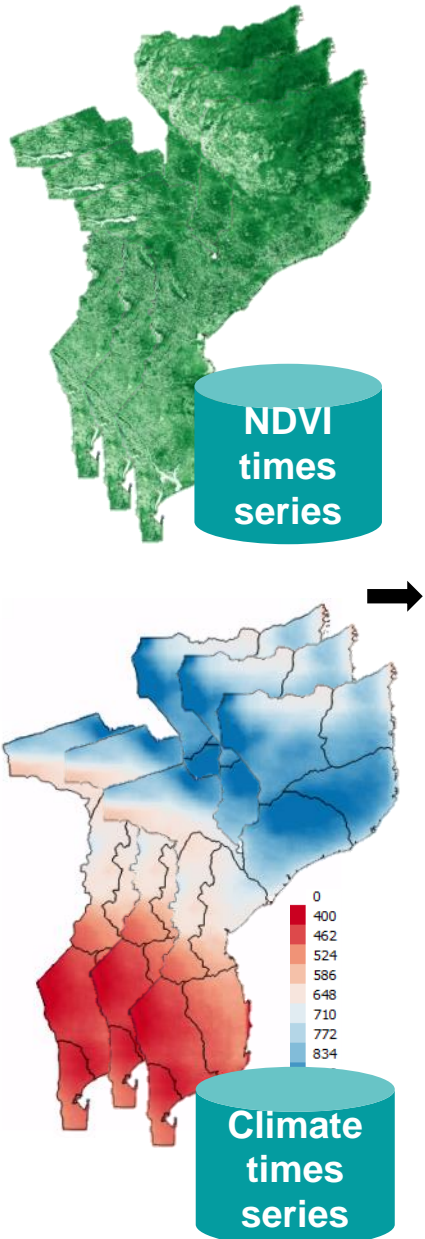
Rainfall times series



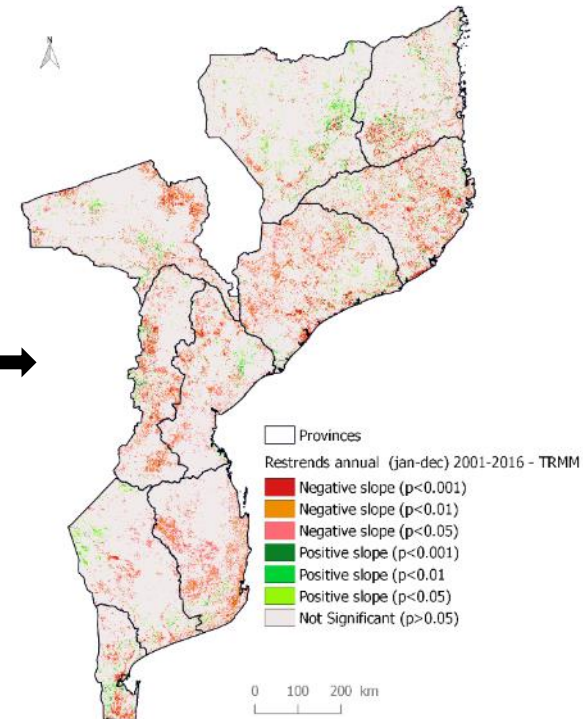
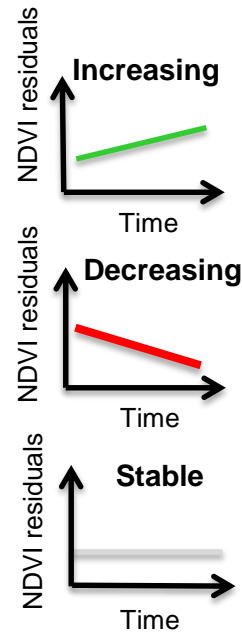
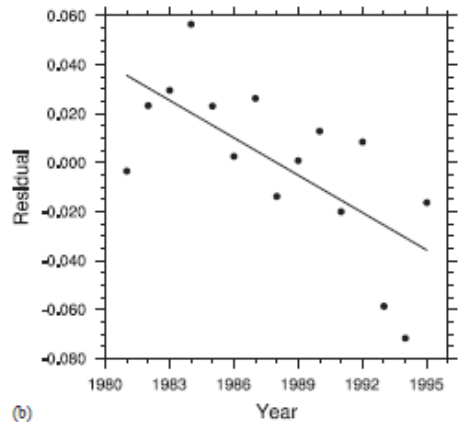
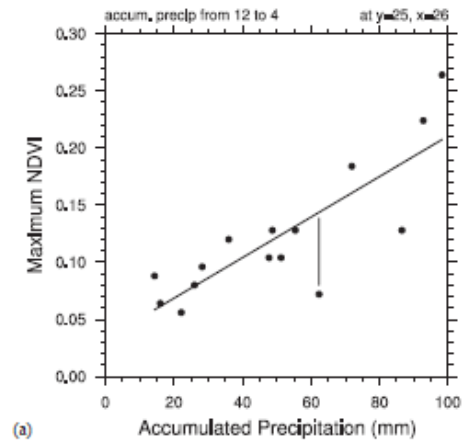
PEARSON CORRELATION COEFFICIENT (R): NDVI – CLIMATE



Analyse des résidus NDVI - Climat

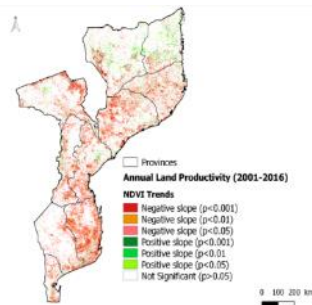


Regression between cumulated NDVI and annual rainfall/temperature & trend analysis of the residuals

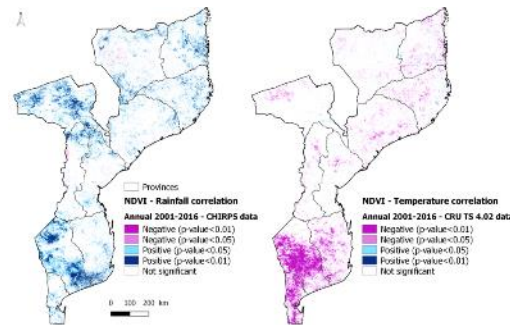


Effet du climat Vs activités anthropiques

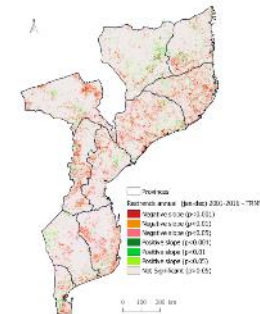
NDVI TREND



NDVI-CLIMATE CORRELATION



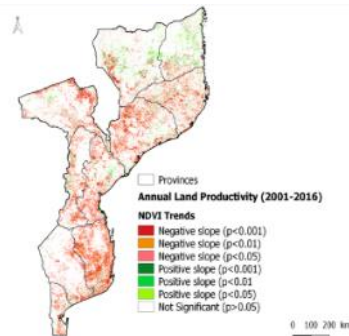
RESIDUALS TREND



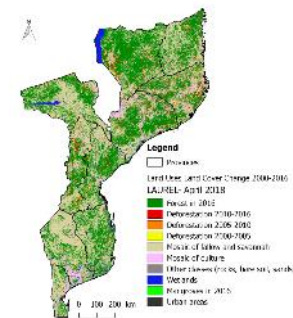
| NDVI trends (p-value < 0.05) | Coefficient of correlation NDVI-Rain | Coefficient of correlation NDVI-temperature | Residuals trends (p-value < 0.05)* | Change Factor |
|------------------------------|--------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|
| Slope >0 | $r > 0.4973$ | $r < -0.4973$ | Slope >0 | Rainfall/temperature change + other |
| | $r > 0.4973$ | $r < -0.4973$ | Slope < 0 or n.s. | Rainfall/temperature change |
| | $r < 0.4973$ | $r > -0.4973$ | | Other |
| Slope <0 | $r > 0.4973$ | $r < -0.4973$ | Slope <0 | Rainfall/temperature change + other |
| | $r > 0.4973$ | $r < -0.4973$ | Slope > 0 or n.s. | Rainfall/temperature change |
| | $r < 0.4973$ | $r > -0.4973$ | | Other |

Effet des activités humaines

NDVI TREND

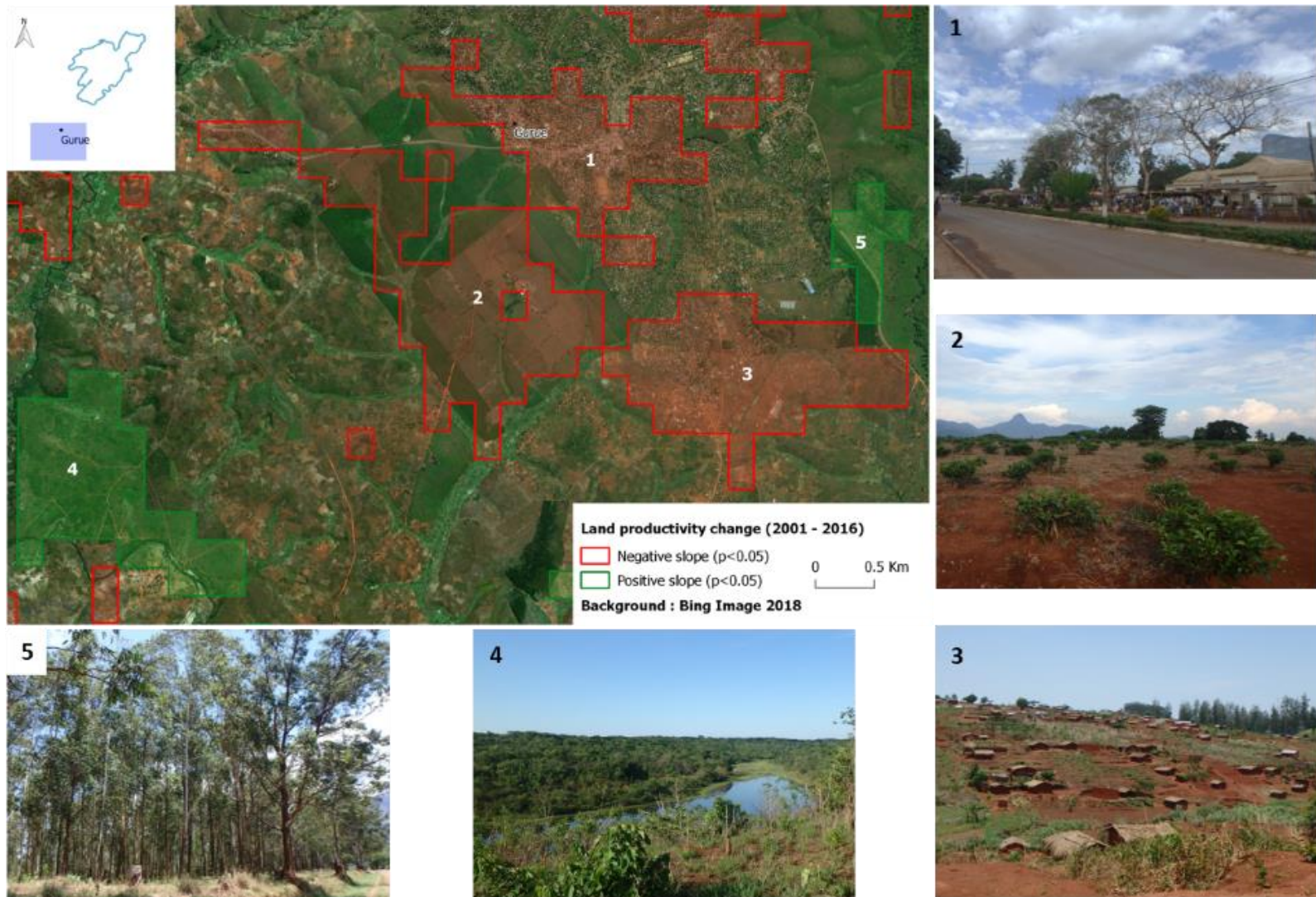


LULCC DATA

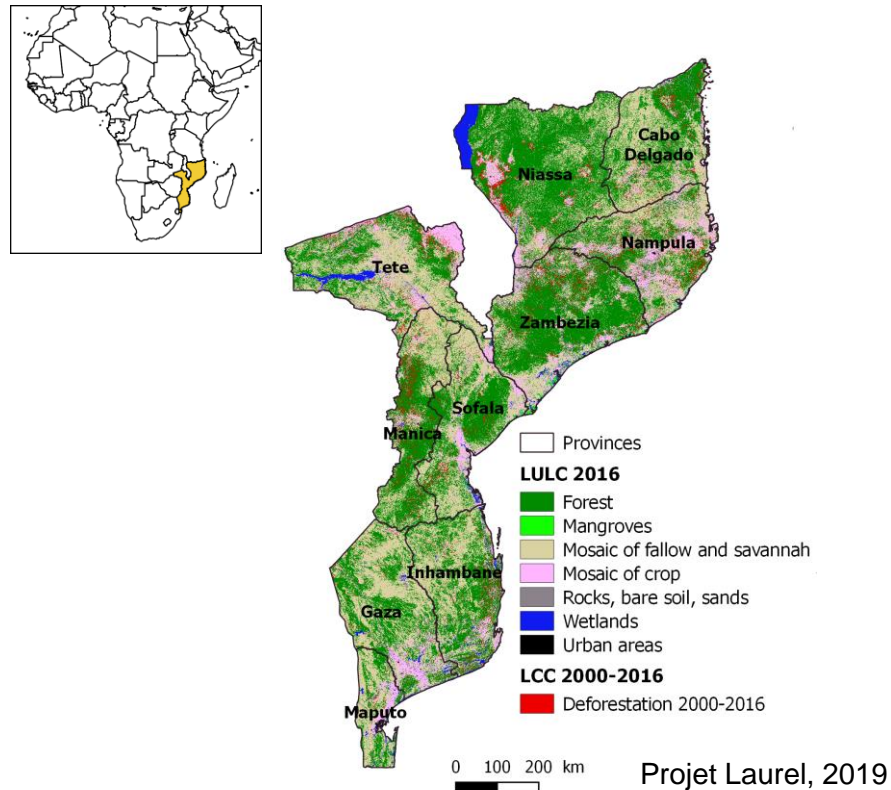


| NDVI trends | LULCC | Change Factor |
|-----------------------------|--|---|
| Slope >0 Positive | Forest 2016 | Native Forest Growth or Plantations |
| | Cropland 2000 – 2016 | Agricultural Productivity Increase or Fallow regrowth |
| | Grassland 2000 – 2016 | Grassland Productivity increase |
| | Mangrove 2000 - 2016 | Mangrove Productivity increase or Regrowth |
| | Urban area 2016 | Urban greening |
| | Other land use | Others (undifferentiated multiple factors) |
| Slope <0 Negative | Forest 2000 & defor.> 10% | Deforestation |
| | Forest 2000 – 2016 | Forest degradation |
| | Cropland 2000 – 2016 | Agricultural Productivity Decline |
| | Grassland 2000 – 2016 | Grassland Productivity Decline |
| | Mangrove 2000 - 2016 | Mangrove degradation or deforestation |
| | Urban area 2016 | Urban expansion or densification |
| Other land use | Others (undifferentiated multiple factors) | |

Typologie basée sur les connaissances de terrain

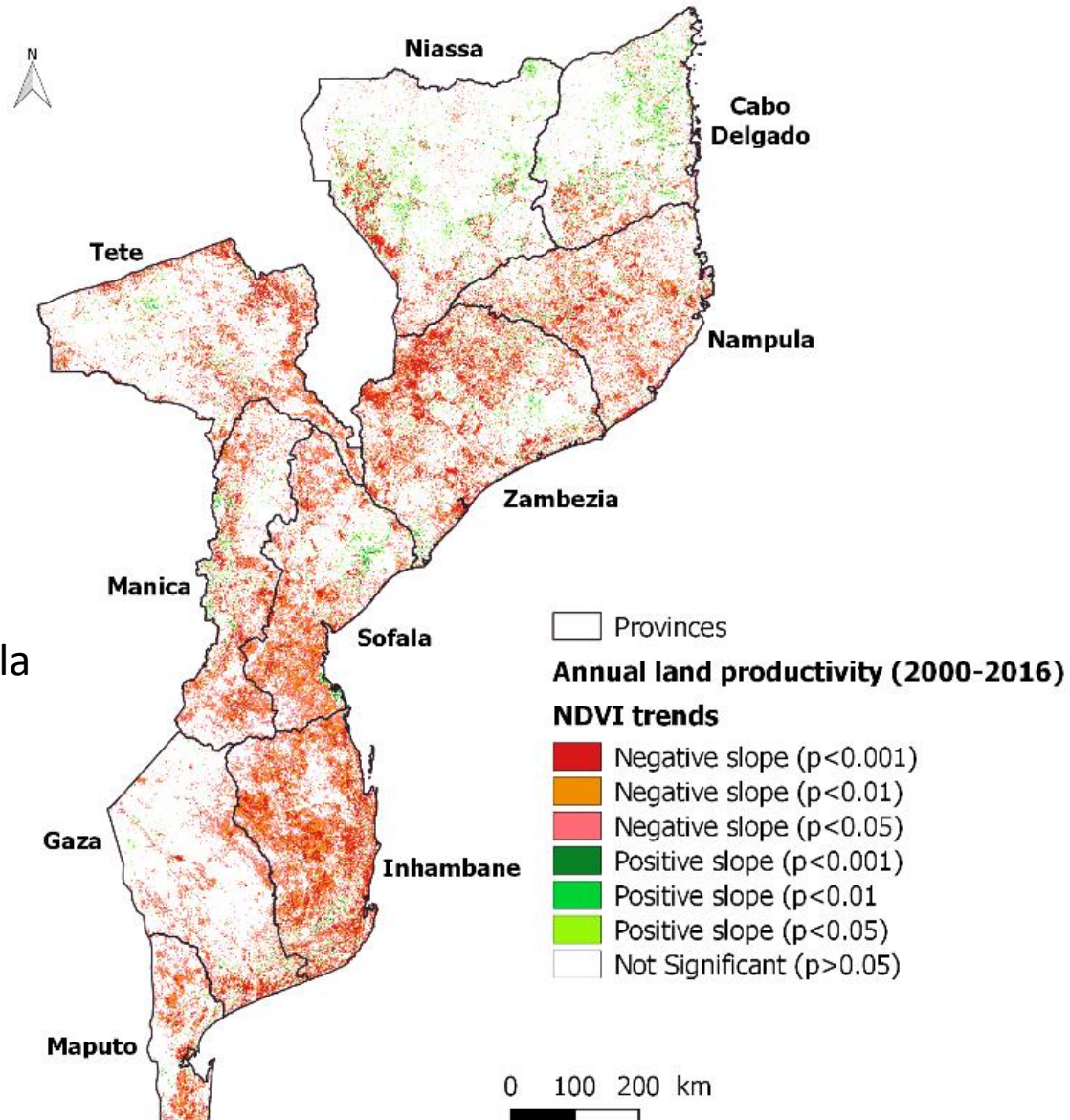


Applications au Mozambique

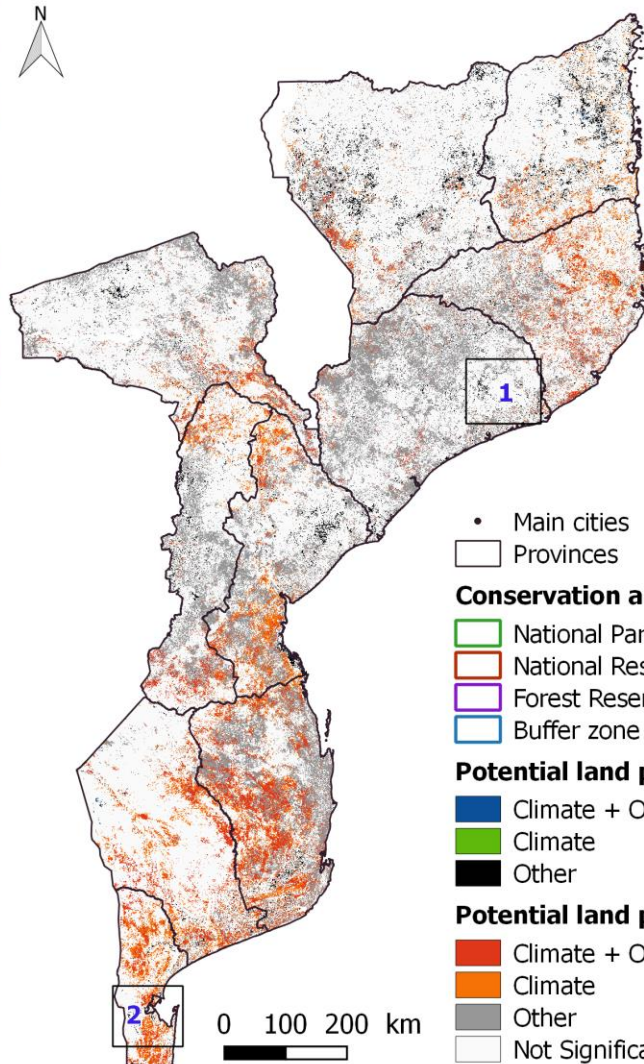
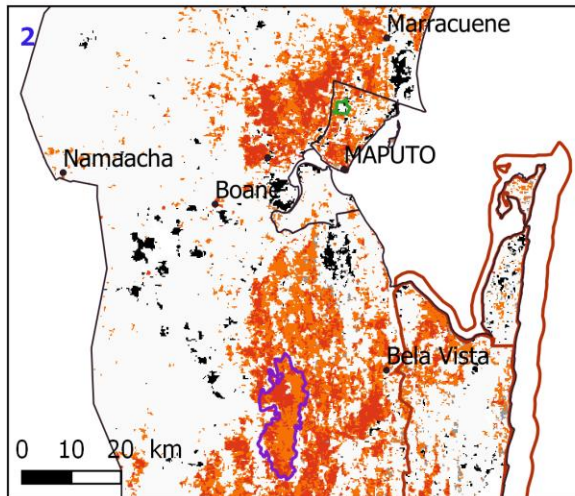
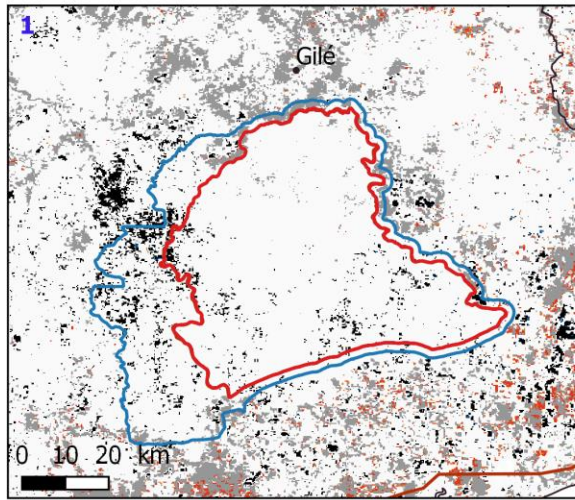


Changements de productivité de la végétation (2000-2016)

- Tendence globale stable (72%)
- Identification de zones avec :
 - Une **diminution** significative de la productivité végétale (25%)
-> **Dégradation**
 - Une **augmentation** significative de la productivité végétale (3%)
-> **Restauration**



Effet du climat Vs activités anthropiques



- Main cities
- Provinces

Conservation areas

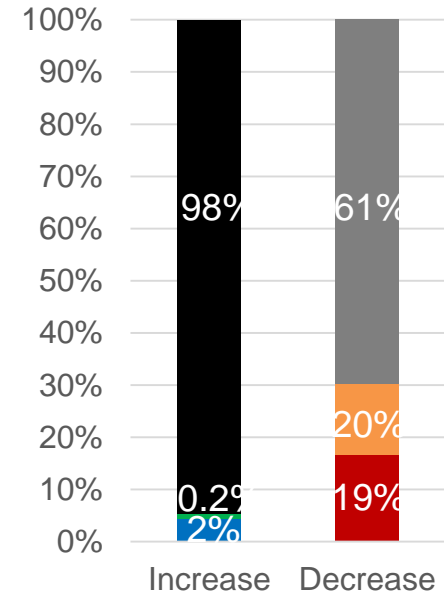
- National Park
- National Reserve
- Forest Reserve
- Buffer zone

Potential land productivity increase factors (2000-2016)

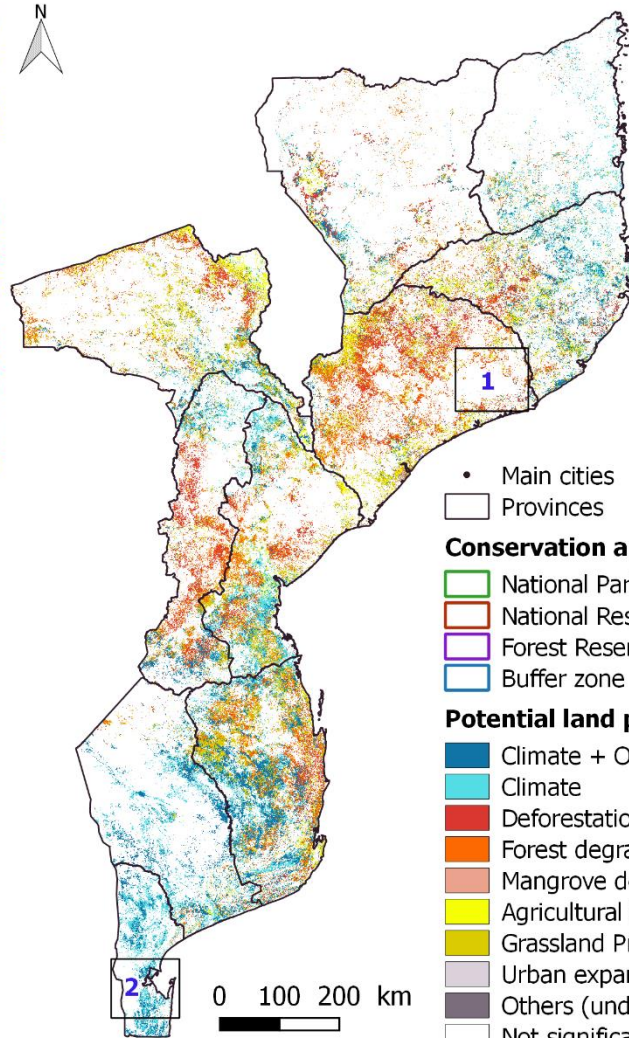
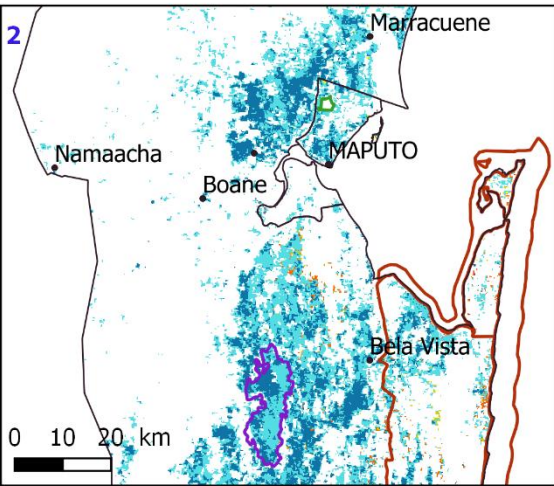
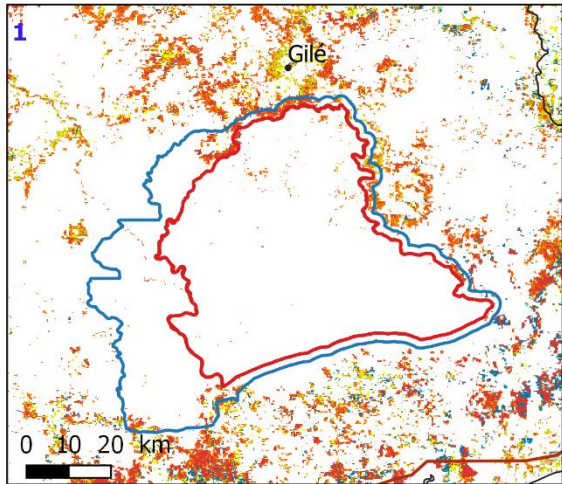
- Climate + Other
- Climate
- Other

Potential land productivity decrease factors (2000-2016)

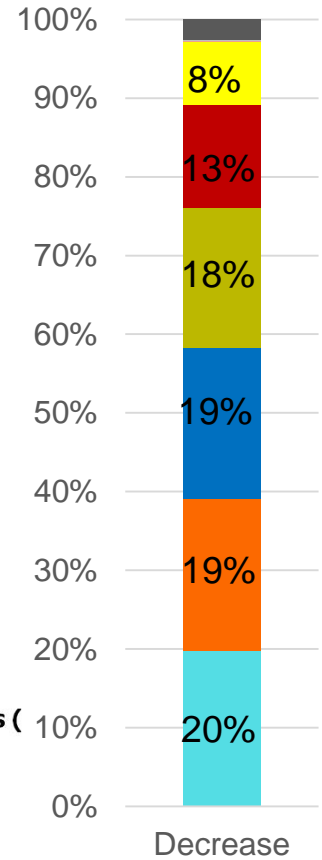
- Climate + Other
- Climate
- Other
- Not Significant



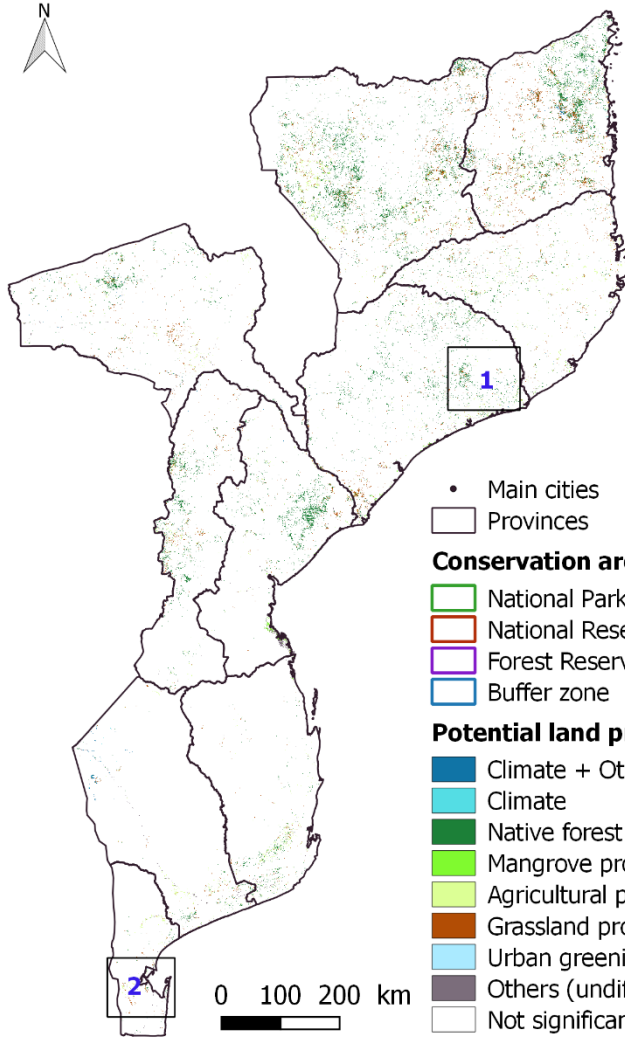
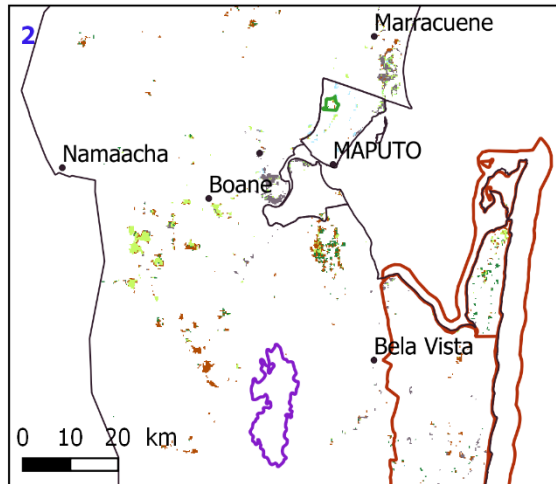
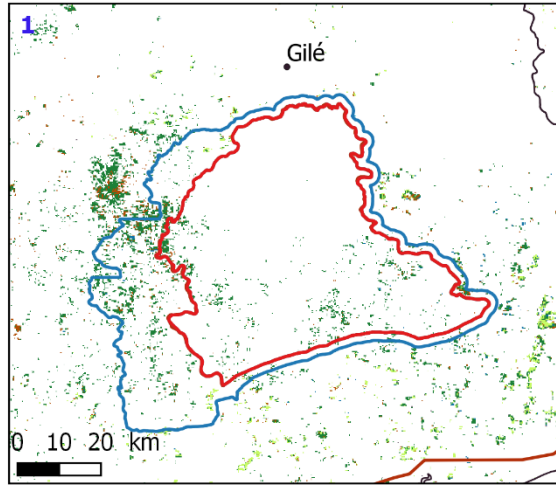
Diminution de la productivité végétale



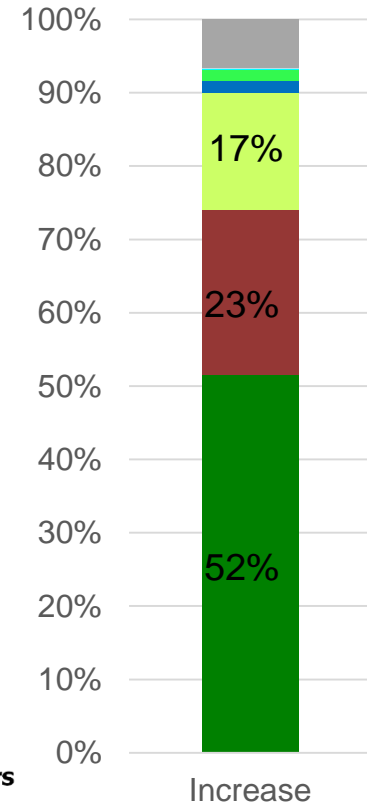
- Main cities
- Provinces
- Conservation areas**
- National Park
- National Reserve
- Forest Reserve
- Buffer zone
- Potential land productivity decrease factors (**
- Climate + Other
- Climate
- Deforestation
- Forest degradation
- Mangrove degradation or deforestation
- Agricultural Productivity Decline
- Grassland Productivity Decline
- Urban expansion or densification
- Others (undifferentiated multiple factors)
- Not significant or increase trend



Augmentation de la productivité végétale



- Main cities
- Provinces
- Conservation areas**
- National Park
- National Reserve
- Forest Reserve
- Buffer zone
- Potential land productivity increase factors**
- Climate + Others
- Climate
- Native forest growth or plantation
- Mangrove productivity increase or regrowth
- Agricultural productivity increase or fallow regrowth
- Grassland productivity increase
- Urban greening
- Others (undifferentiated multiple factors)
- Not significant or decrease trend



Conclusions

Au cours de la période 2001-2016, les résultats montrent :

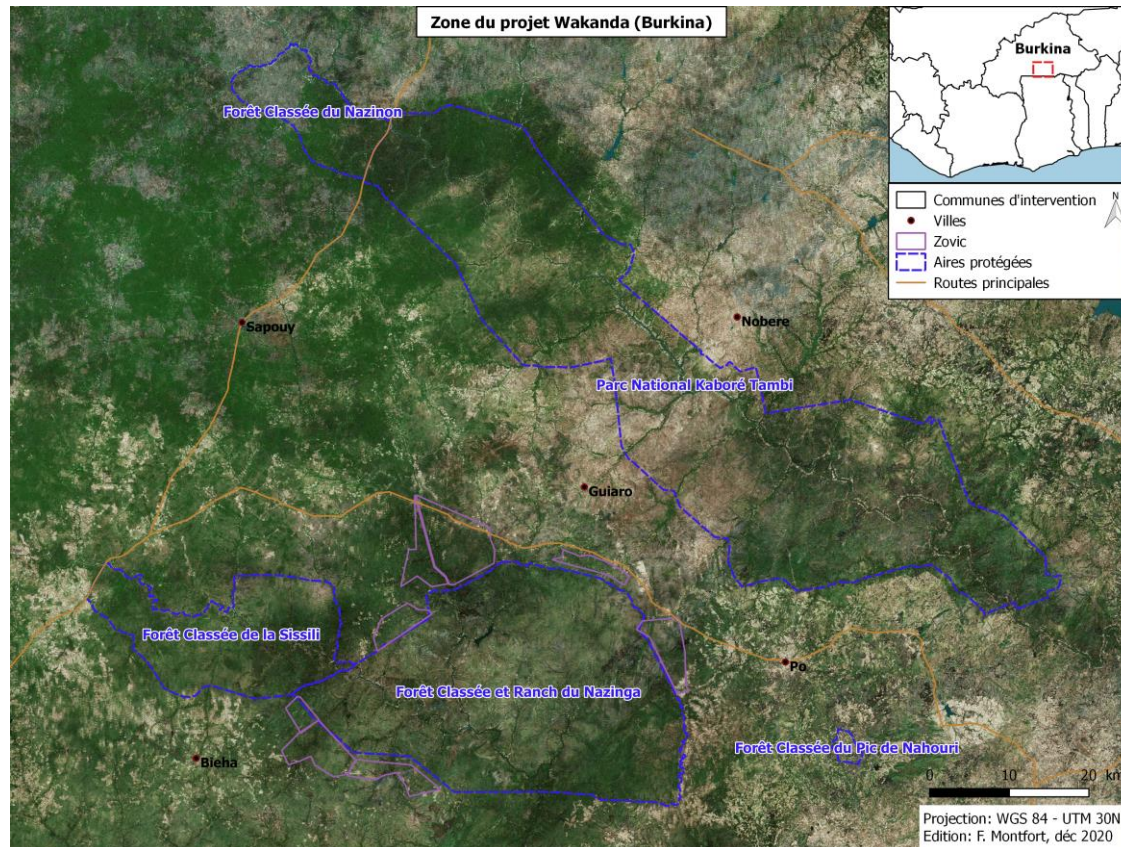
- Une **dégradation des zones forestières et déforestation**.

⇒ **Causes probables**: Coupes illégales, prélèvement pour le charbon de bois, défrichements pour l'agriculture

- Une **régénération principalement dans les provinces de Cabo Delgado et Niassa** des zones forestières et de prairies

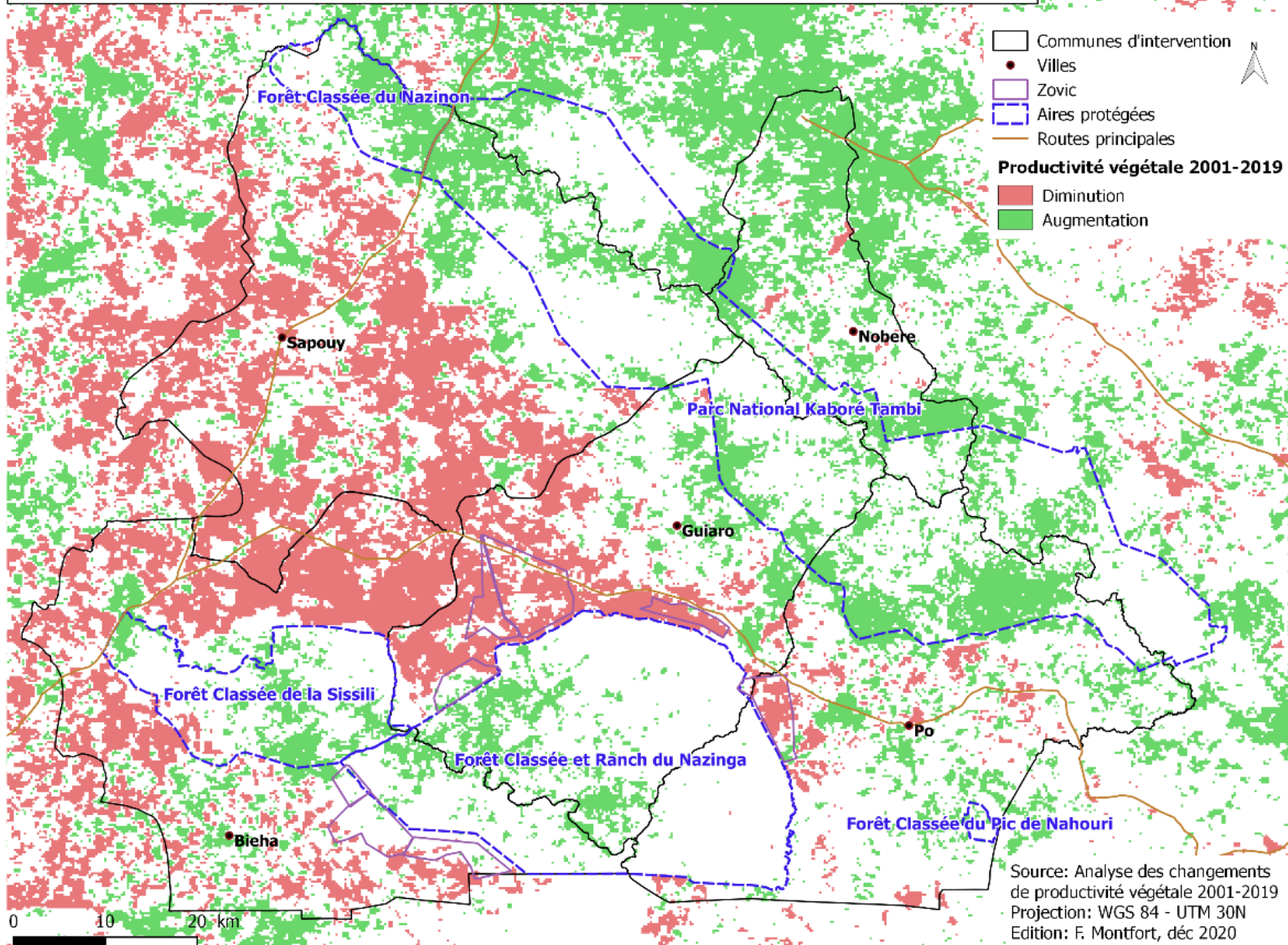
⇒ **Causes probables**: régénération naturelle de la végétation, plantations, fermeture des savanes (bush encroachment), moins d'activités anthropiques, moins de passage de grandes faunes.

Applications au Burkina Faso



Changements de productivité de la végétation

Carte des changements de productivité végétale entre 2001 et 2019 - Zone du projet Wakanda (Burkina)

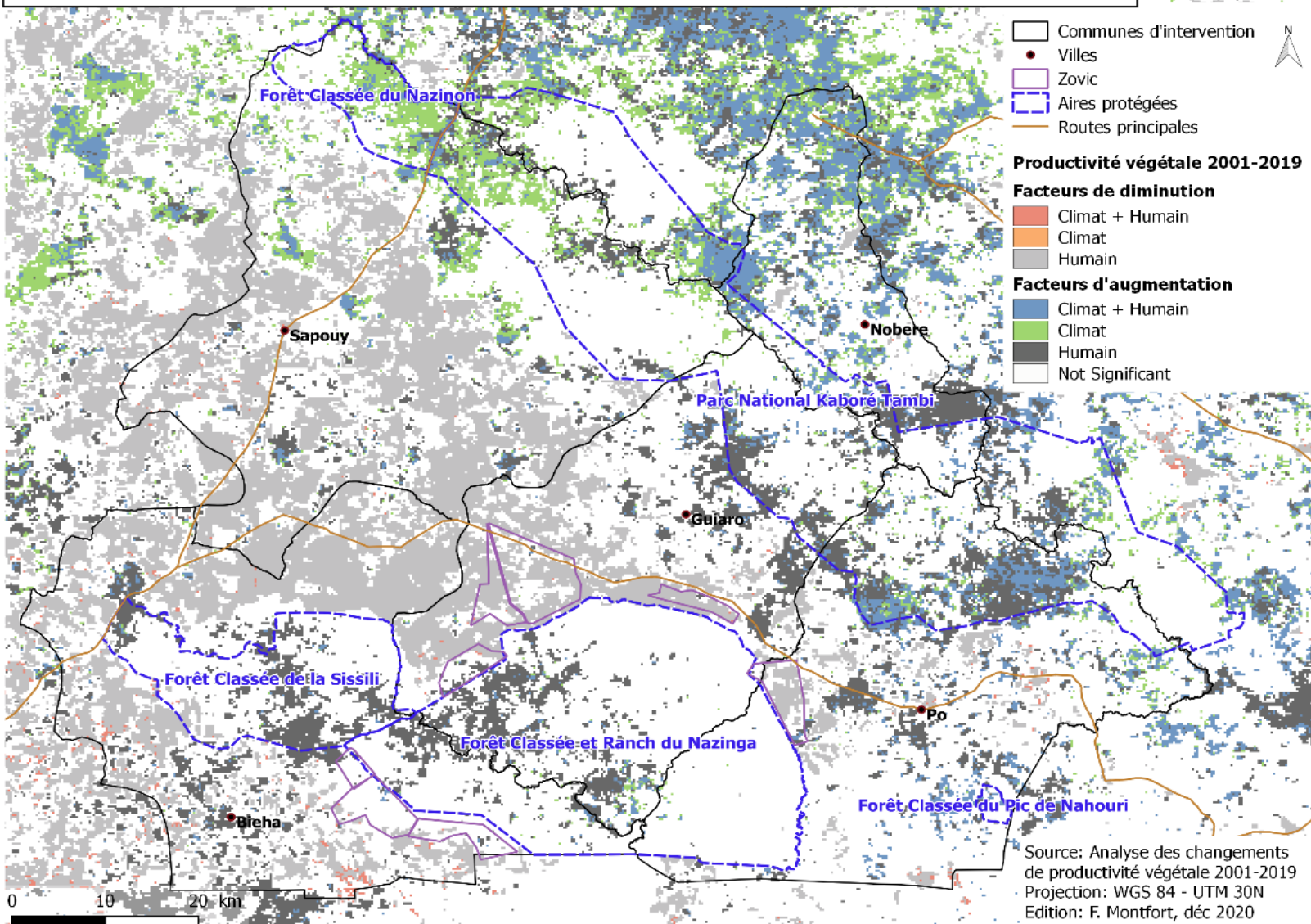


Diminution : 15 % de la zone -> **Dégradation** de la végétation (Sapouy, Bieha, Guiaro, ZOVIC)

Augmentation : 18 % de la zone -> **Restauration** de la végétation (Aires protégées)

Effet du climat Vs activités anthropiques

Carte des facteurs changements de productivité végétale entre 2001 et 2019 - Zone du projet Wakanda (Burkina)

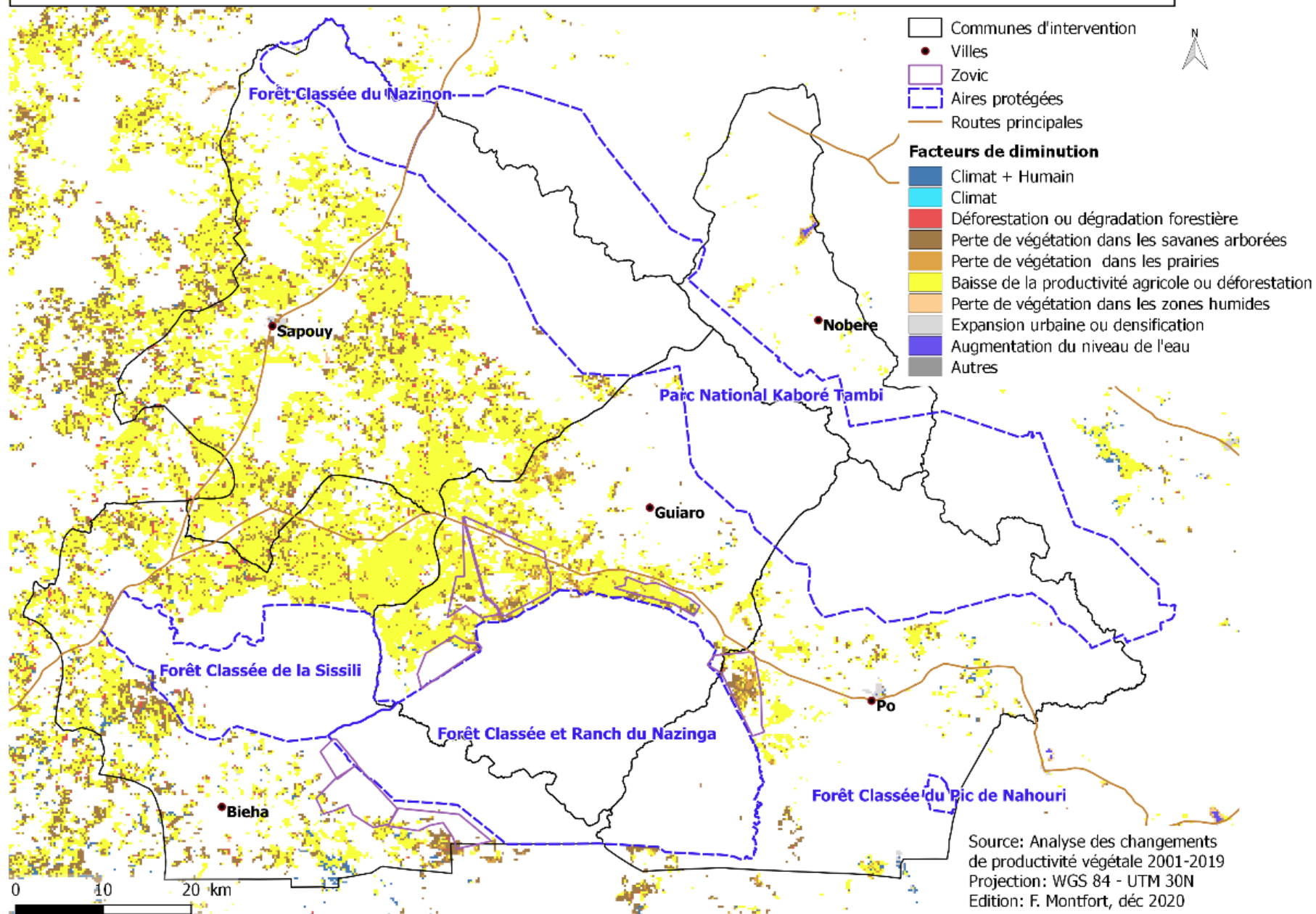


Diminution : peu d'effet du climat, facteurs anthropiques dominant (97 % des diminutions)

Augmentation : effet du climat (27% des augmentations) et des activités anthropiques (43 %)

Diminution de la productivité végétale

Carte des facteurs potentiels de diminution de productivité végétale entre 2001 et 2019 - Zone du projet Wakanda (Burkina)

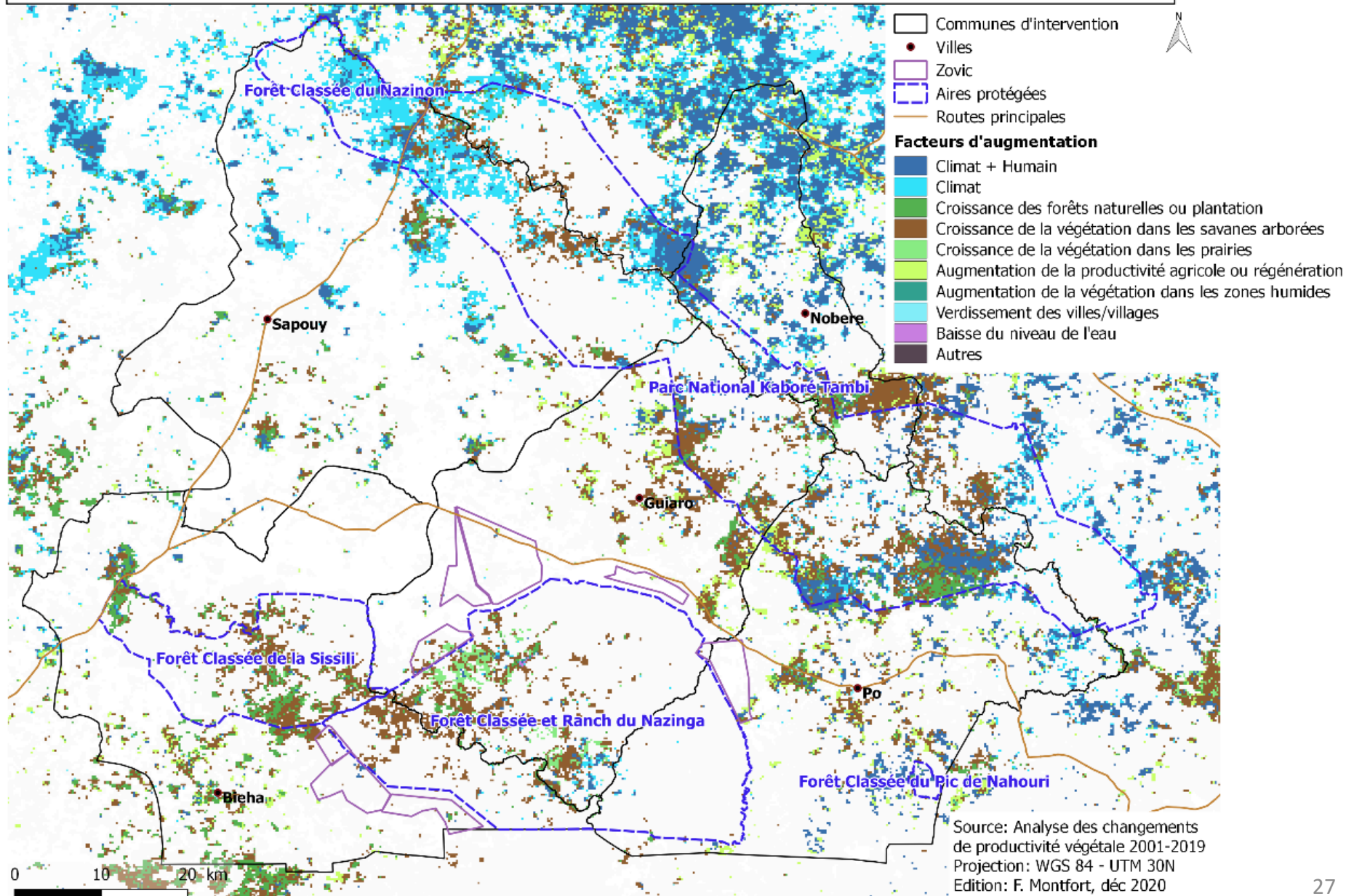


Statistiques de diminution de la productivité de la végétation

| Tendances de NDVI | Facteurs potentiels de changement de productivité | hectares | % diminution | |
|------------------------------|---|----------------|--------------|----|
| Diminution ($p < 0.05$) | Climat + humains indifférenciés | 12 869 | 3 | 3 |
| | Déforestation ou dégradation forestière | 5 209 | 1 | 97 |
| | Défrichement dans les savanes arborées ou arbustive, bois de chauffe, charbon de bois | 96 934 | 25 | |
| | Surpâturage, dégradation des savane, augmentation des feux de brousse | 15 505 | 4 | |
| | Défrichements dans les terres cultivées, perte de la fertilité des sols, diminution des rendements agricoles | 252 912 | 65 | |
| | Défrichements dans les zones humides | 1 812 | 0,5 | |
| | Expansion urbaine ou densification | 4 680 | 1,2 | |
| | Augmentation du niveau de l'eau | 1 001 | 0,3 | |
| | Autres | 760 | 0,2 | |

Augmentation de la productivité végétale

Carte des facteurs potentiels d'augmentation de productivité végétale entre 2001 et 2019 - Zone du projet Wakanda (Burkina)



Statistiques d'augmentation de la productivité de la végétation

| Tendances de NDVI | Facteurs potentiels de changement de productivité | hectares | % augmentation | |
|--------------------------|--|----------------|----------------|-----------|
| Augmentation (p<0.05) | Climat + humains indifférenciés | 142 990 | 30 | 30 |
| | Climat | 129 203 | 27 | 27 |
| | Croissance des forêts naturelles ou plantations | 30 012 | 6 | 43 |
| | Régénération naturelle ou assistée des savanes arbustives ou arborées | 112 732 | 24 | |
| | Régénération des prairies, réduction des feux | 9 375 | 2 | |
| | Augmentation des jachères, rendements agricoles | 52 830 | 11 | |
| | Végétation des zones humides, | 377 | 0,1 | |
| | Verdissement des villes/villages | 639 | 0,1 | |
| | Baisse du niveau de l'eau | 79 | 0,02 | |
| | Autres | 734 | 0 | |

Conclusions préliminaires pour la zone du projet Wakanda

Au cours de la période 2001-2019, les résultats montrent :

- Une **régénération** principalement dans le nord-est, dans les forêts classées et dans le Parc National de Kaboré Tambi qui serait principalement lié au climat (augmentation des précipitations) et à la régénération naturelle de la végétation
⇒ **Causes probables** : diminution de la fréquence des feux de brousse, fermeture des savanes, moins d'activités anthropiques, moins de passage de grandes faunes, moins de passage de troupeaux d'élevage.
- Une **dégradation** des savanes arbustives, arborées et terres cultivées dans les communes de Sapouy, Guiaro, Bieha et certaines ZOVIC.
⇒ **Causes probables**: Défrichage dans les savanes arborées ou arbustives, prélèvement pour le bois de chauffe et le charbon de bois, défrichements dans les terres cultivées, perte de la fertilité des sols, diminution des rendements agricoles

Conclusion

Intérêts

- L'analyse permet de **localiser les zones de dégradation et de régénération** de la végétation (naturelle ou cultivée) sur les 20 dernières années
- Apporte une **compréhension globale et rapide des principaux facteurs** de changement qui ont eu lieu dans la région.
- Constitue l'une des briques de l'**analyse des dynamiques spatiales et temporelles du territoire** proposée par le N'Lab

Limites

- Les résultats sont **dépendants des données d'entrées** et notamment de la qualité de la carte d'occupation du sol (nombre de classes, date, précision géométrique, validation locale)
- **Les connaissances de terrain sont essentielles** pour affiner l'interprétation des facteurs de changement et pouvoir proposer des recommandations de gestion (sites boisement, RNA, intensification agricole, production de charbon)

Merci pour votre attention !
Des questions?