



# Soutenance HDR



## «Impact croisé du climat et de la gestion sur la végétation des pâturages : apport des outils numériques»

Simon TAUGOURDEAU

3 Juillet 2024



# Plan



Parcours



Positionnement scientifique



Résultats marquants



Projet

# Parcours



Licence  
Sciences du Vivant  
2005-2008



# Parcours



Licence  
Sciences du Vivant  
2005-2008

Master Ecosystème  
2008-2010

M1



CENTRE D'ÉCOLOGIE  
FONCTIONNELLE  
& ÉVOLUTIVE

M2



cirad



# Parcours



Licence  
Sciences du Vivant  
2005-2008



Master Ecosystème  
2008-2010



Doctorat Sciences  
Agronomiques  
2010-2014



INRAE

 Agroscope



# Parcours



Licence  
Sciences du Vivant  
2005-2008



Master Ecosystème  
2008-2010



Doctorat Sciences  
Agronomiques  
2010-2014



CDD-Post doc  
2014-2015



# Parcours



Licence  
Sciences du Vivant  
2005-2008



Montpellier  
2015-2016



Master Ecosystème  
2008-2010



Dakar  
2017-2022



Doctorat Sciences  
Agronomiques  
2010-2014



Montpellier  
2023



CDD-Post doc  
2014-2015



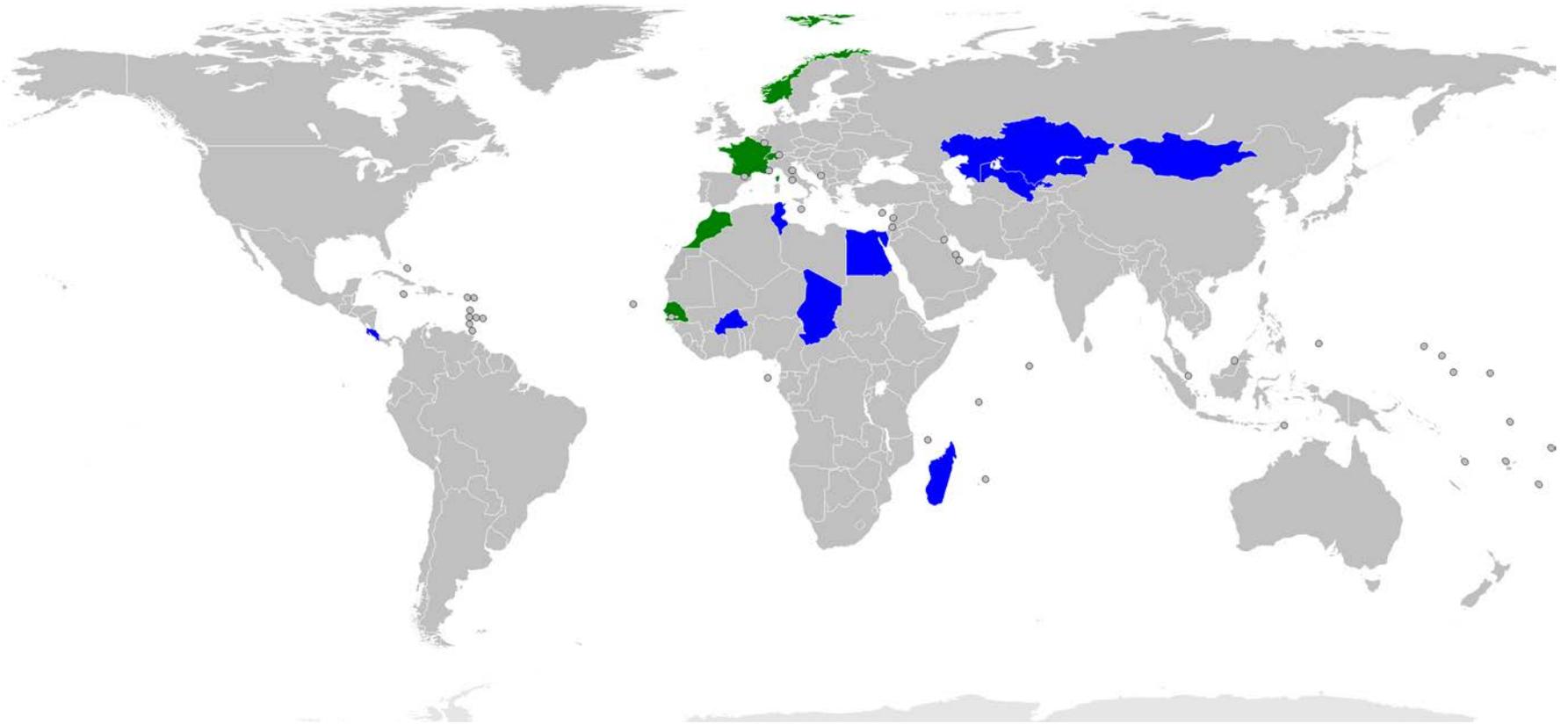
Cadre scientifique  
2015-...



Rabat  
2024-...



# Expertise internationale



# Positionnement



# Impact croisé du climat et de la gestion sur la végétation des **pâturages** : apport des outils numériques

Espace à vocation de production de fourrage pour animaux domestiques ou/et sauvages (directement ou indirectement) .

Uniquement spontanée



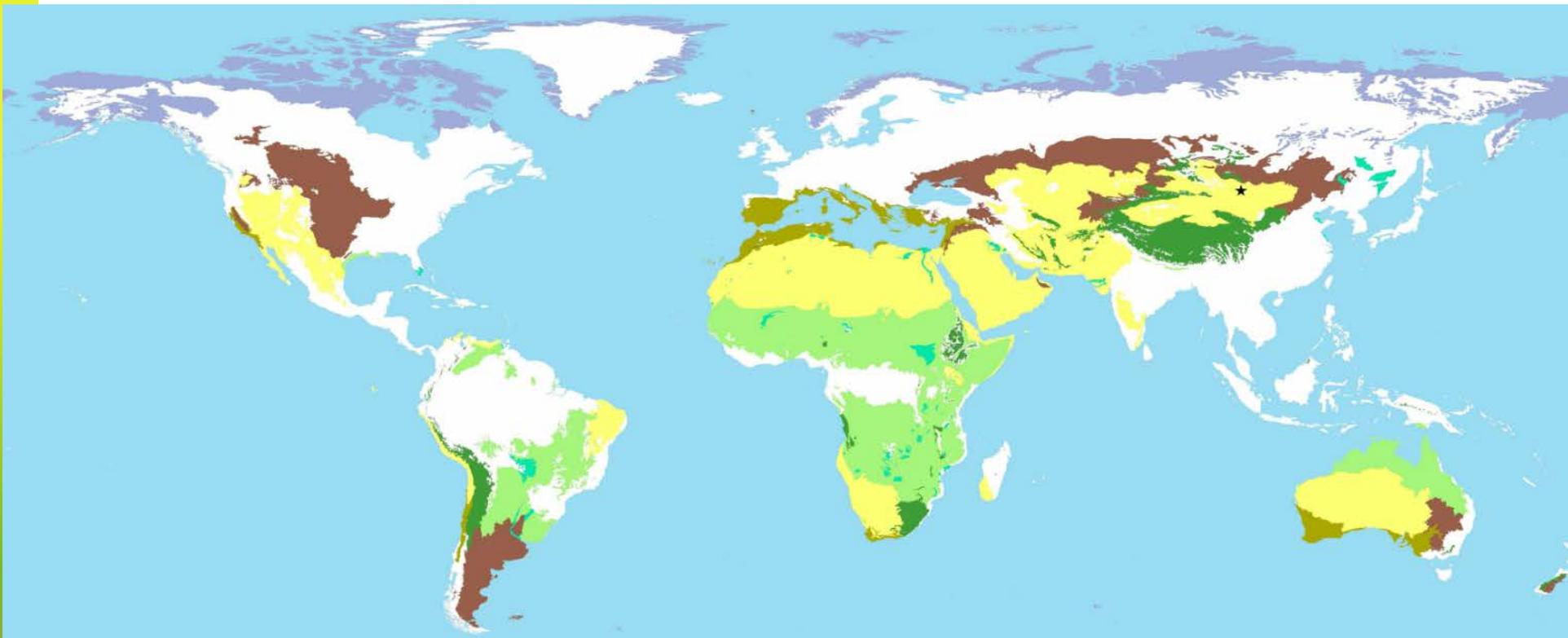
# Végétation des pâturages

- Herbacées avec une forte diversité de plantes
- Prairie: Principalement des herbacées



- Parcours: herbacées et ligneux





@FAO

- Diversité de conditions climatiques



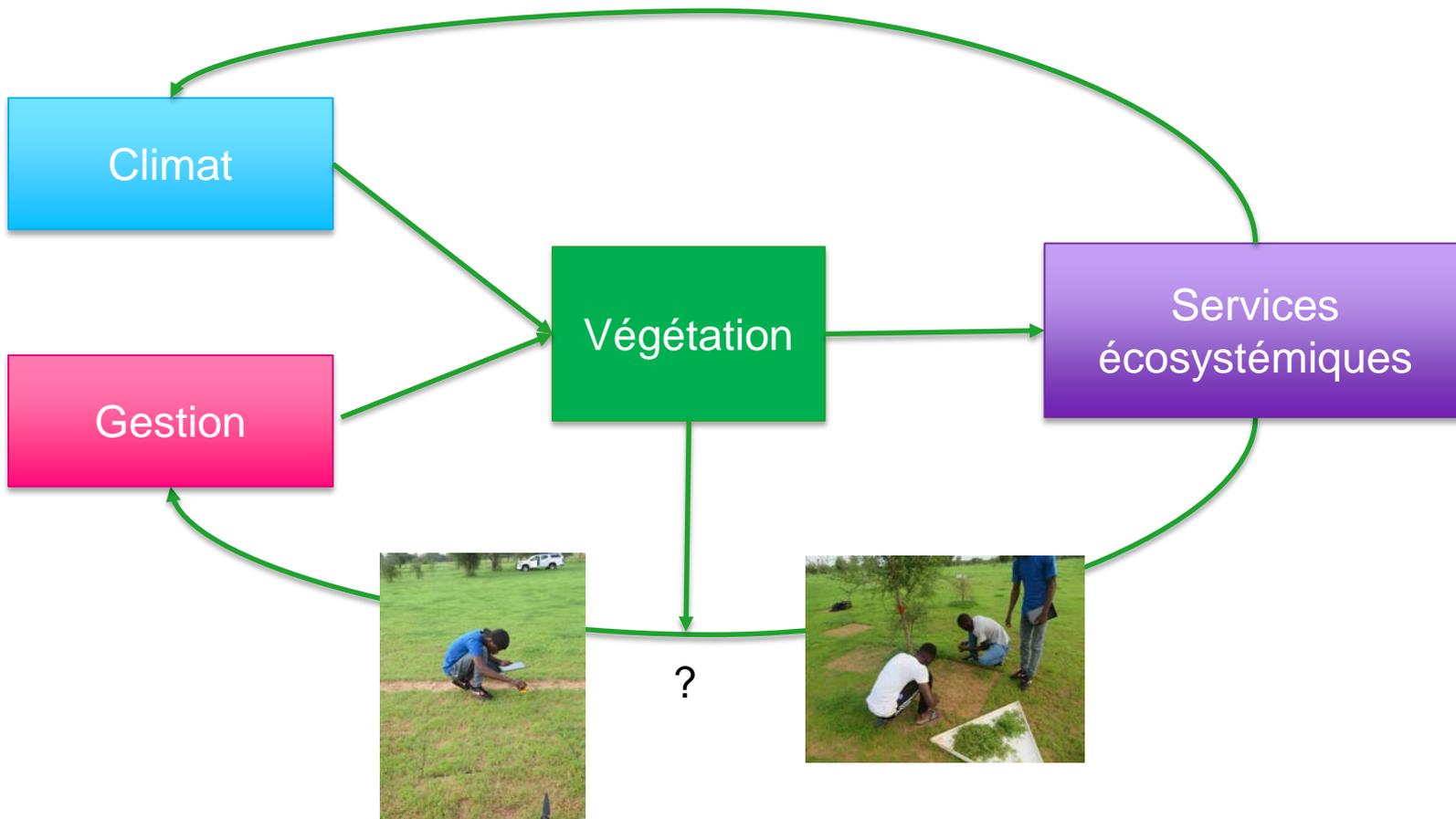
# Diversité des pratiques de gestion

Parcelle/Ranching	Commun/Pastoral
Un gestionnaire (propriétaire)	Multiples éleveurs (utilisateurs)
Pratiques au niveau de la parcelle	Gestion de la mobilité
Pratiques limitées ou favorisées par l'état	Intervention de l'état pour la régénération
Gestion à l'échelle de l'exploitation	Gestion des territoires
Elevage de production spécialisé	Elevage de capital et mixte
Stockage de l'herbe très fréquent	Peu de stockage



# Services écosystémiques





# Végétation

Végétation

- Biomasse
- Espèces
- Approche trait fonctionnel

**Functions**

Fecundity  
Dispersal  
Recruitment

Light interception  
Competitive ability

Resource acquisition/growth  
Litter decomposition

Absorption (nutrients, water)  
Carbon fluxes (exudation...)  
Underground competition

**« Functional markers »**

Seed mass  
Reproductive height  
Reproductive phenology

Vegetative height

Traits of living leaves  
NIRS spectrum

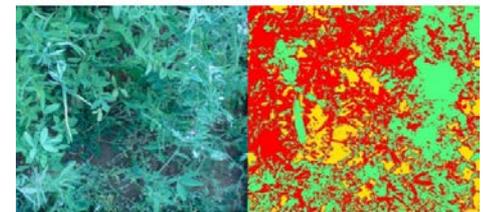
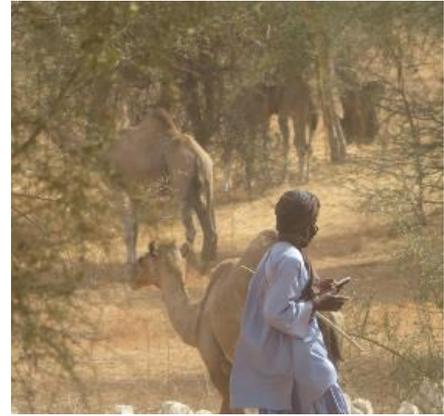
Root density  
Root diameter, length  
Root specific area



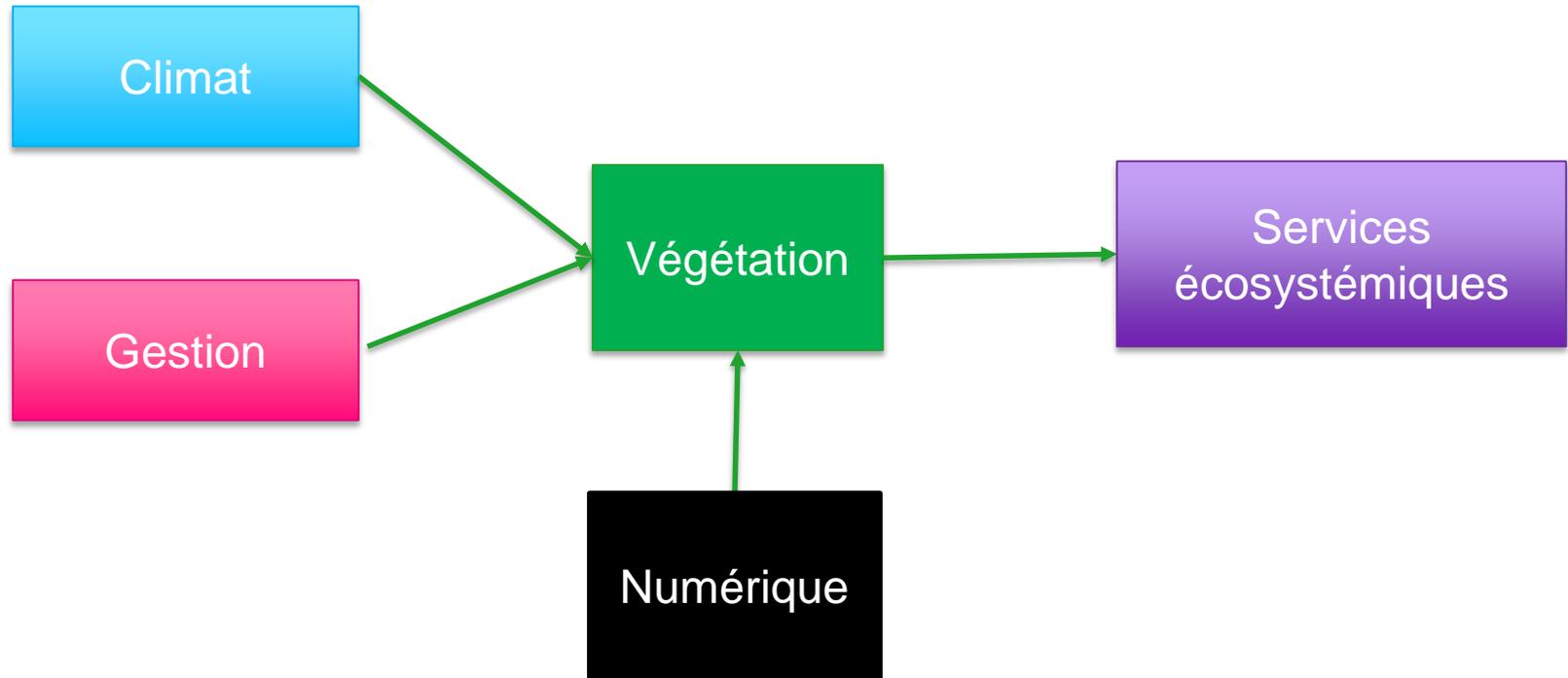


# Numérique

- Connectivité (partage de données / accès au données)
- Capteurs plus puissants /moins chers
- Puissance de calculs plus importante (utilisation de l'intelligence artificielle)



# Questions



- Comment les outils numériques permettent de mieux appréhender l'impact des pratiques et du climat?
- Quels sont les limites des outils numériques?



# Résultats marquants



# Partie 1: Données historiques

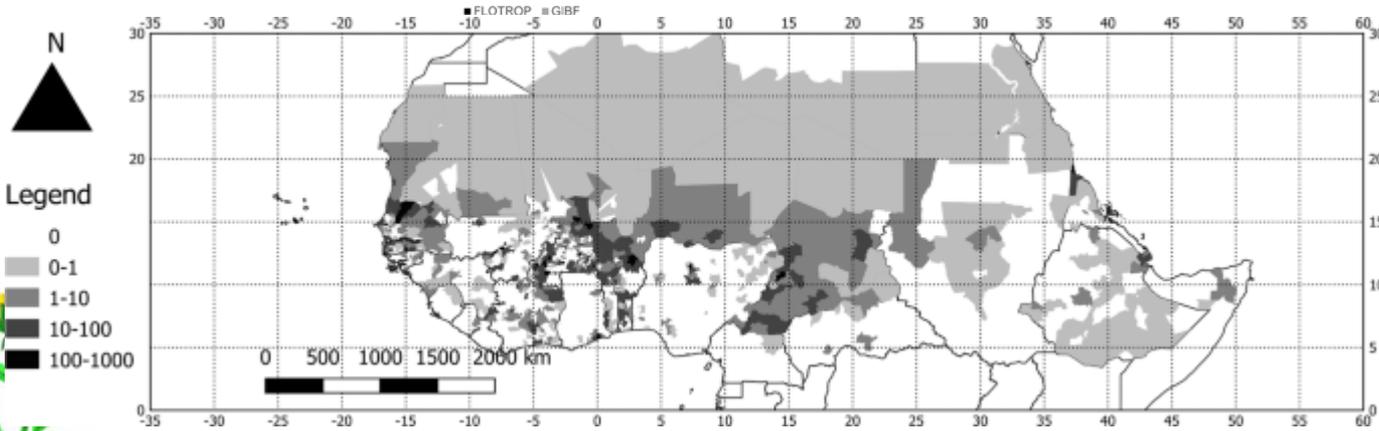
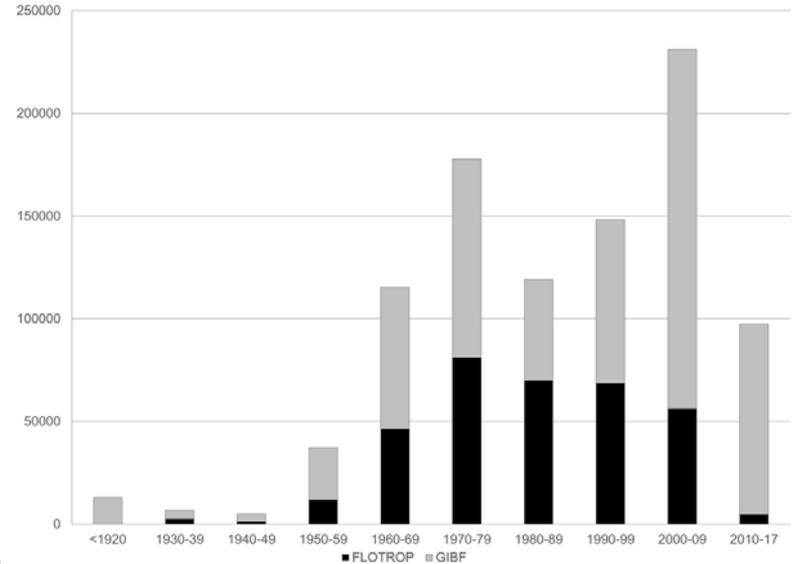
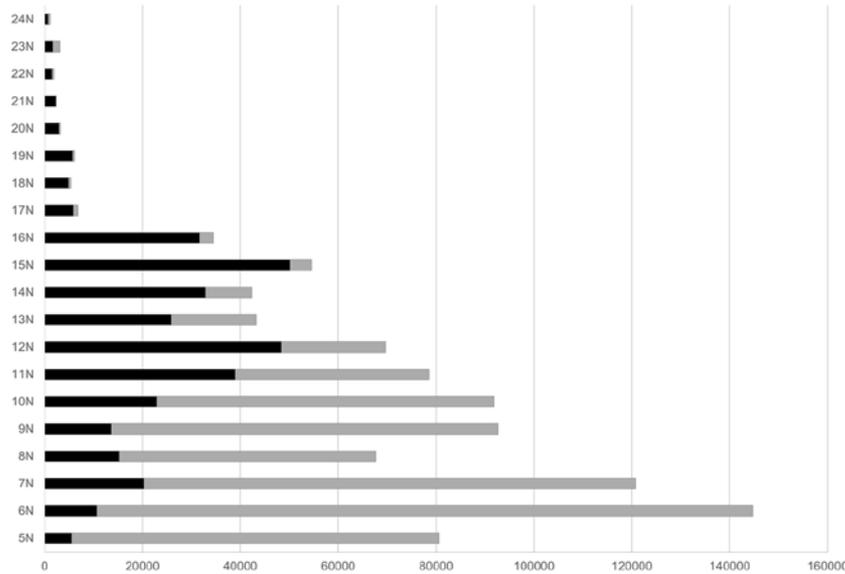
Comment réutiliser des données historiques de relevés botaniques et de traits fonctionnels pour étudier les impacts des pratiques et de la gestion?

Comment évaluer les services écosystémiques à partir de bases historiques?

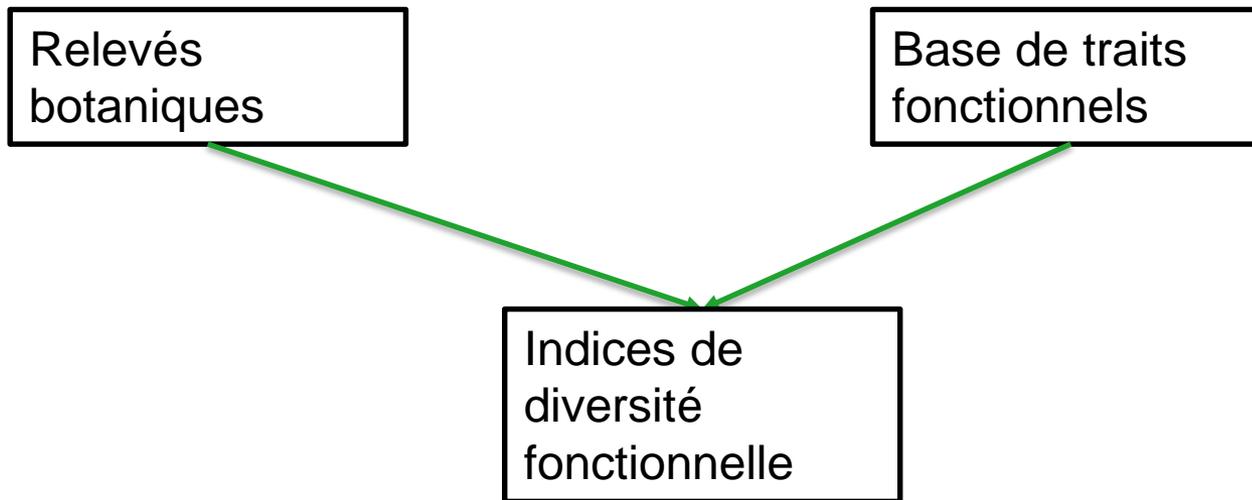


@HerbierALF

# Partage de données

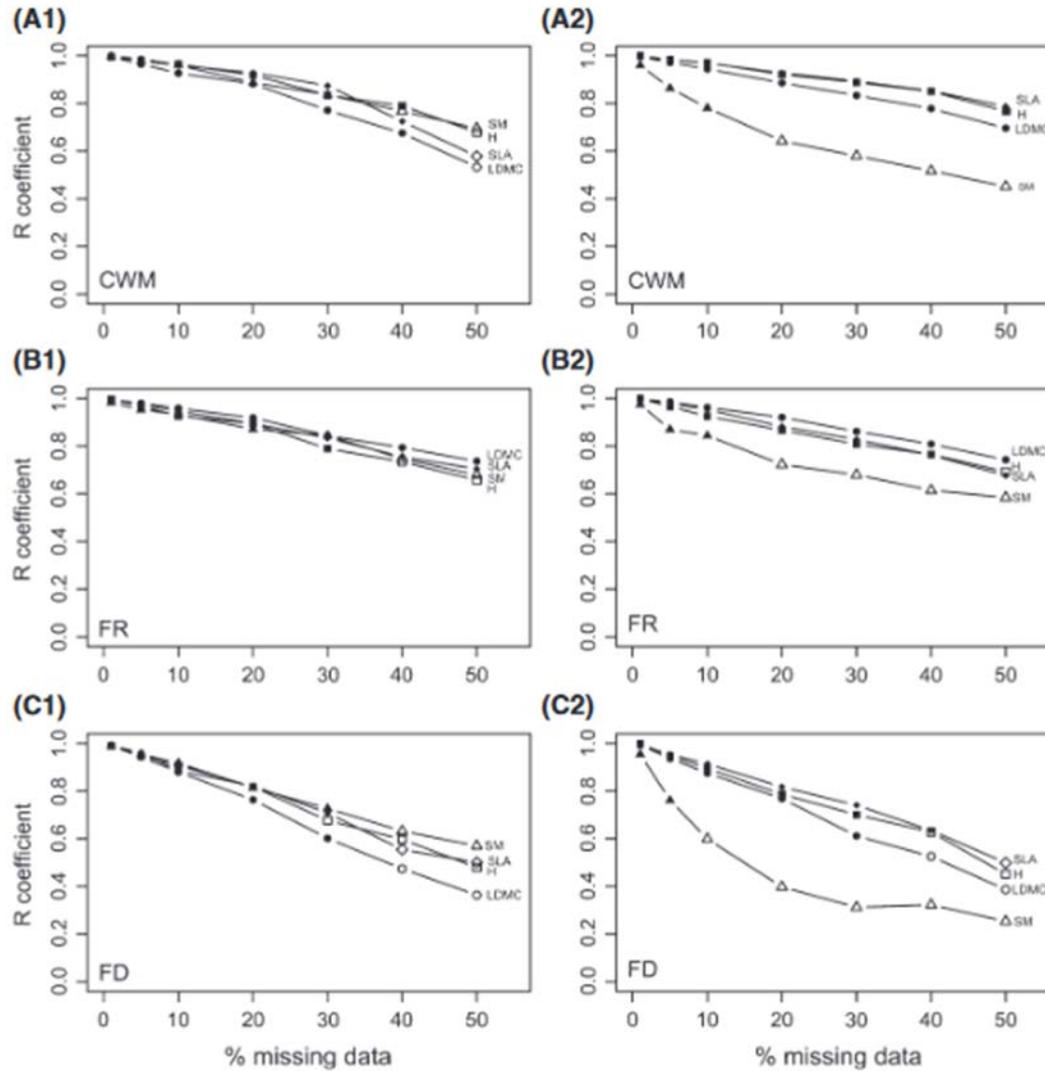


# Problèmes liés à l'utilisation des bases de traits



- Impact des données manquantes et de l'utilisation de méthodes d'imputation.





# Réutilisation de bases de données

- Impact croisé pratique/climat prairies permanentes France Suisse (thèse)

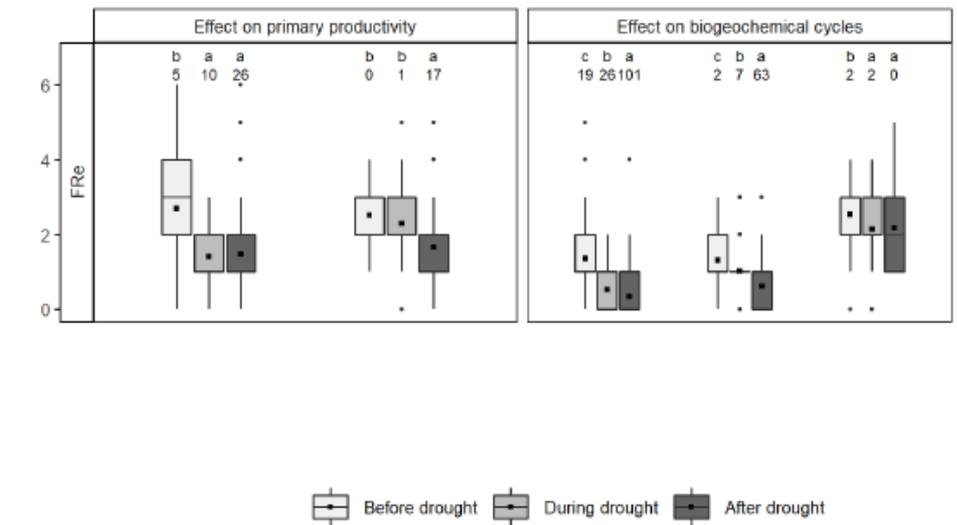
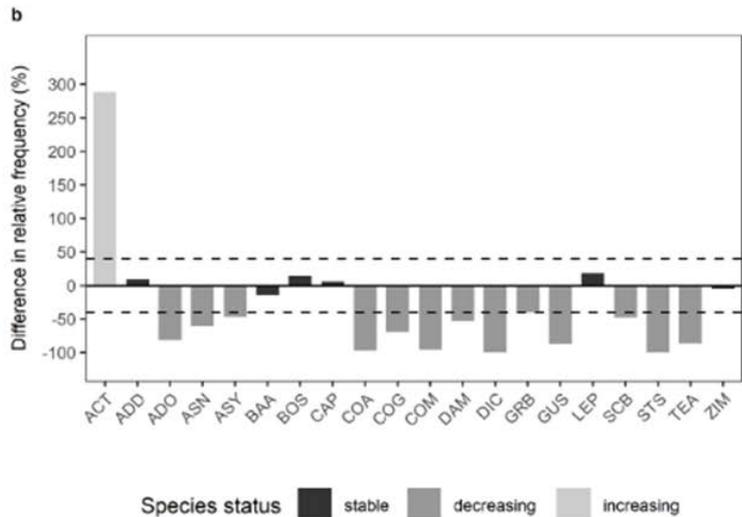
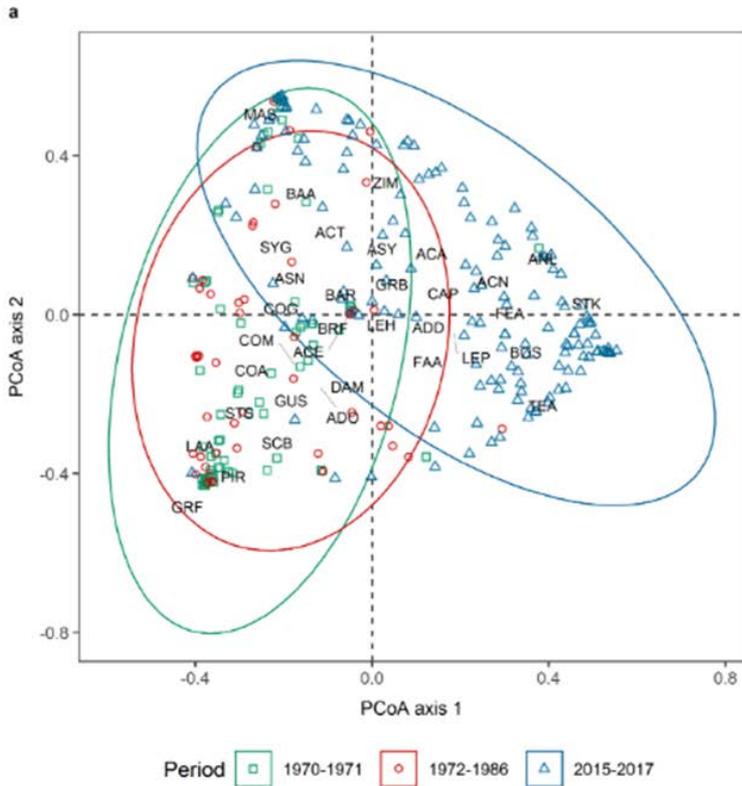


- Impact pâturages Norvège (*Wehn et al ,2017 Journal of Vegetation*)



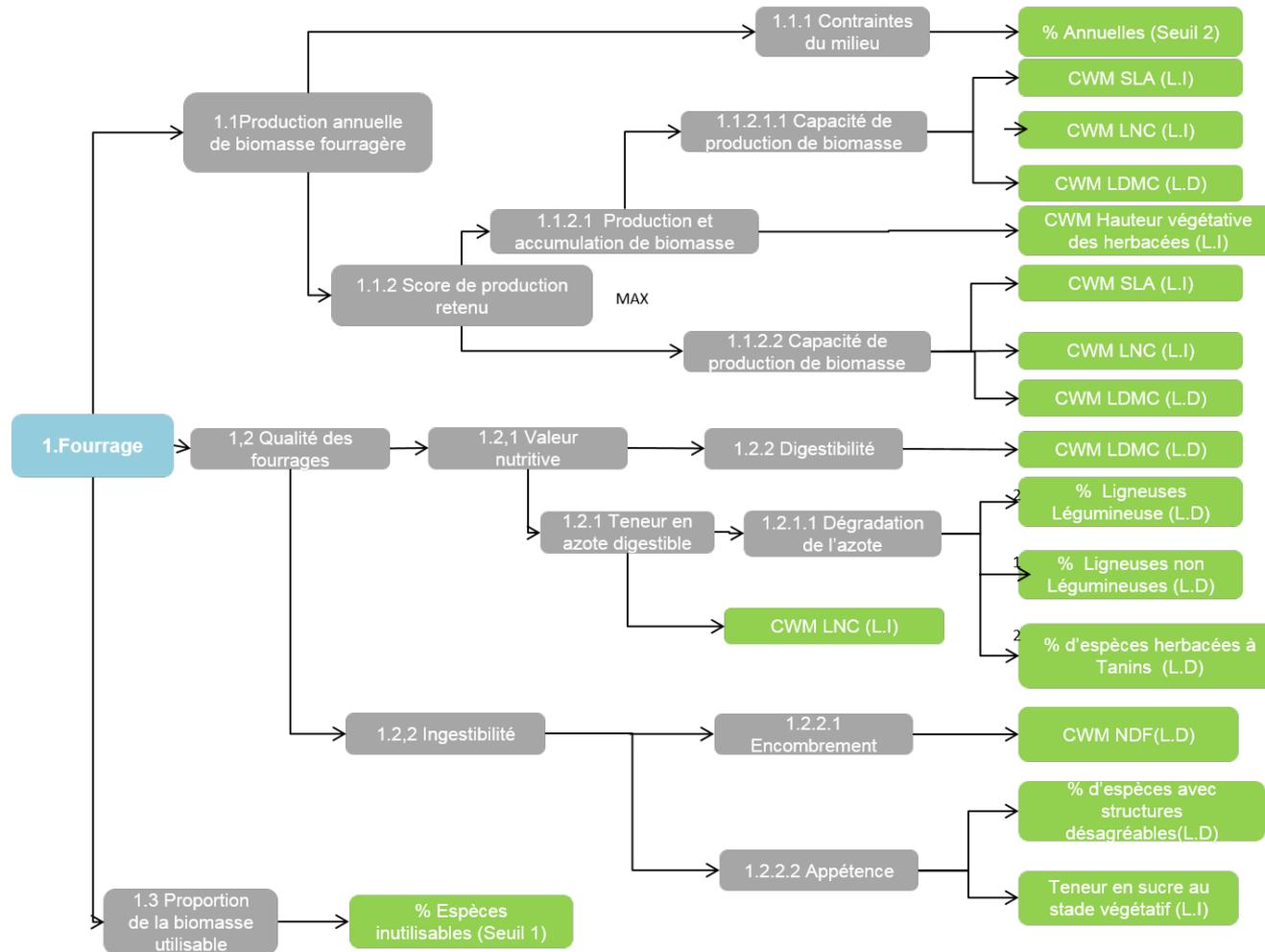
- Impact climat (sécheresse) sur diversité des ligneux (*Dendoncker et al., 2023 Forests*)

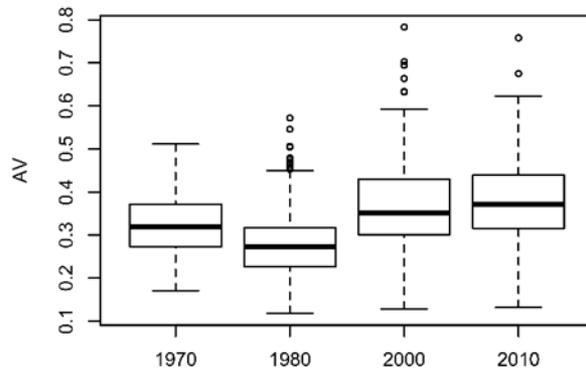
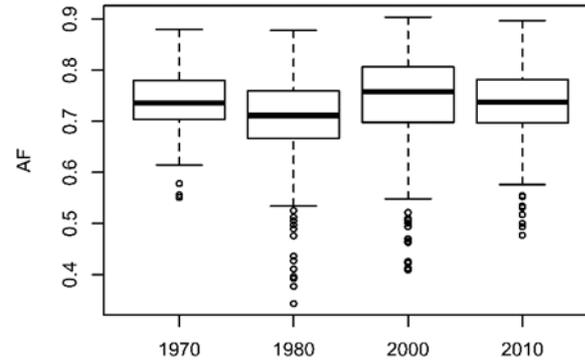
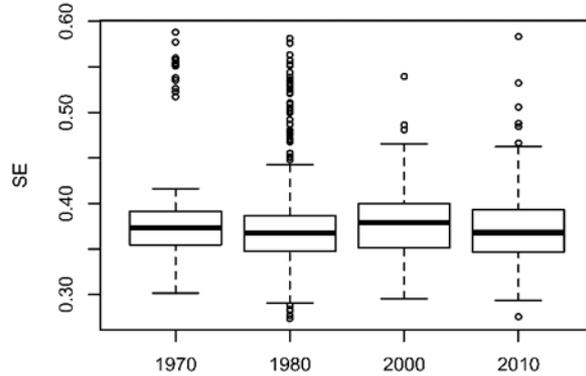
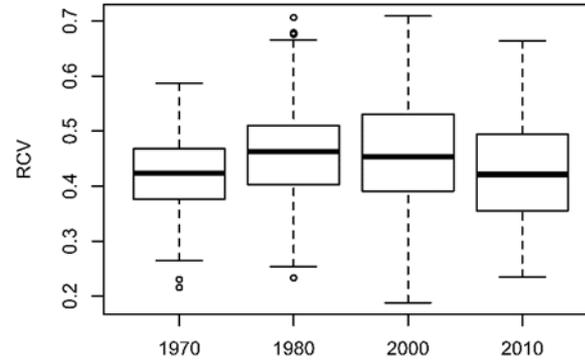
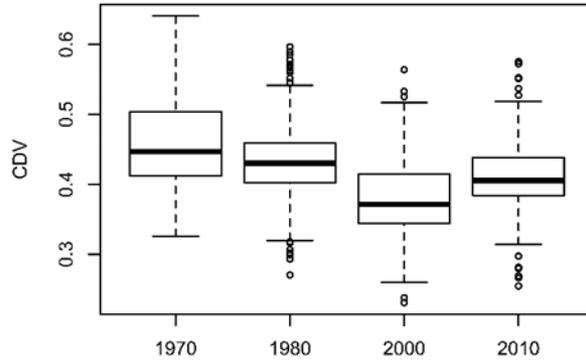




*Dendoncker et al., 2023 Forests*

# Services écosystémiques





# Limites données historiques

- Peu de précisions sur certaines données (historique de gestion)
- Pas de suivi dans l'année



# Partie 2: Etude des dynamiques de la végétation au Sahel

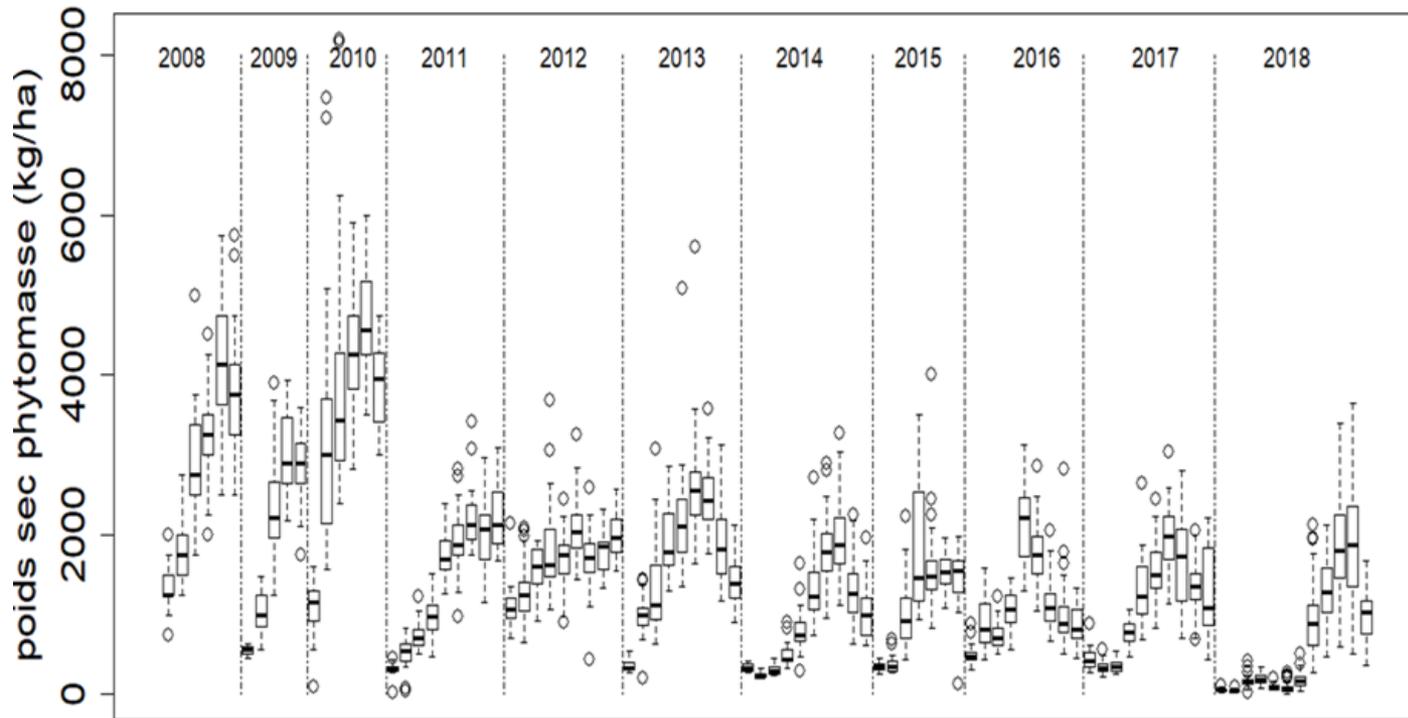
Quelle est la dynamique des herbacées durant la période de végétation?



Quelle est la dynamique des ligneux (régénération)?



# Suivi Herbacées en saison des pluies

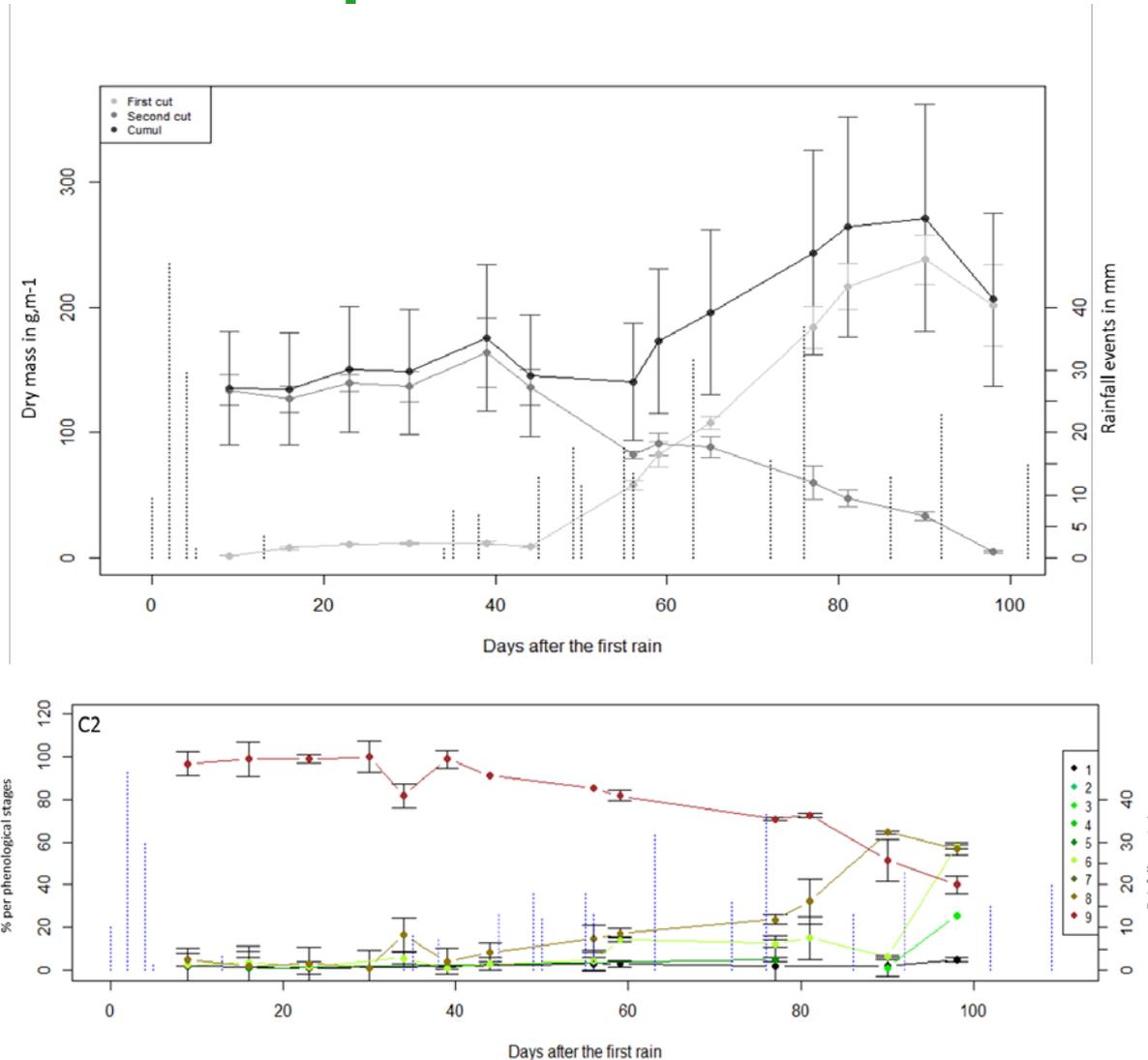


dates de mesure (tous les 10 jours)

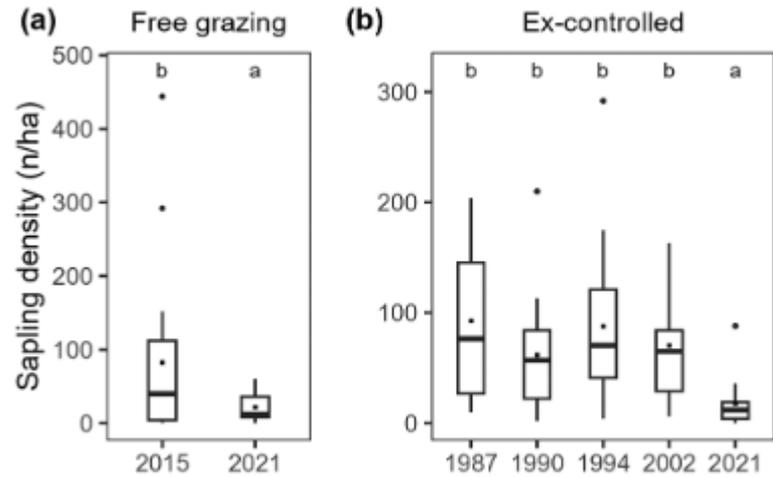
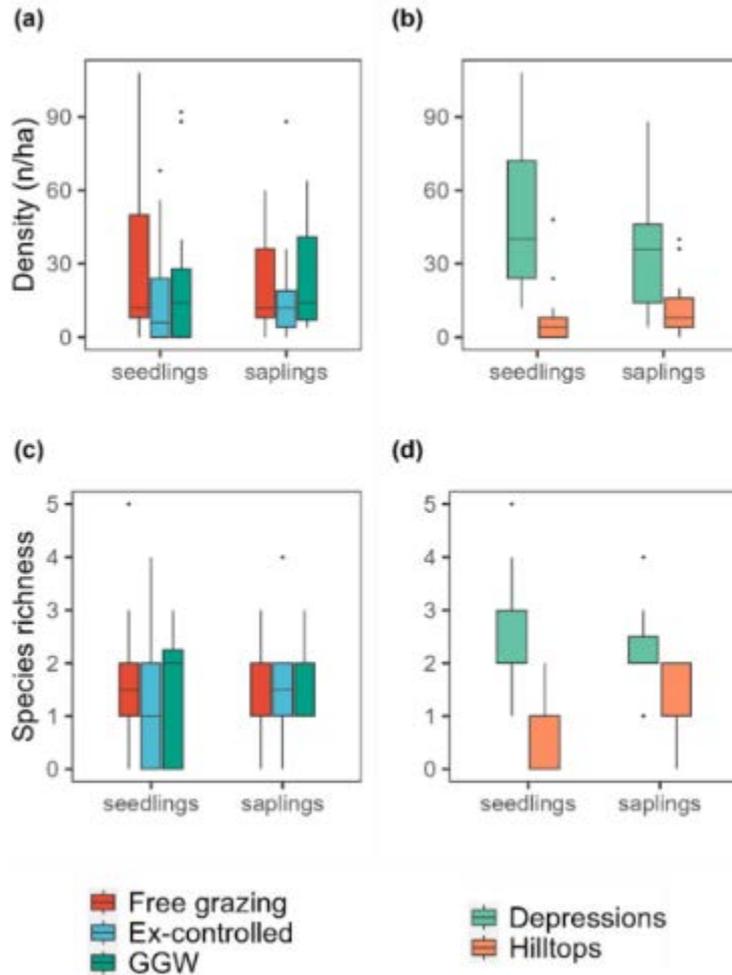


*Diatta et al., 2021 Fourrages; Diatta et al., in prep Data paper*

# Impact fauche



# Ligneux



# Limites Dynamiques

- Manque de mesure sur le long terme sur la régénération pour appréhender l'importance du climat.
- Suivi très lourd et donc difficilement répliquable sur des traitements différents.
- Besoin d'outils pour simplifier les mesures.



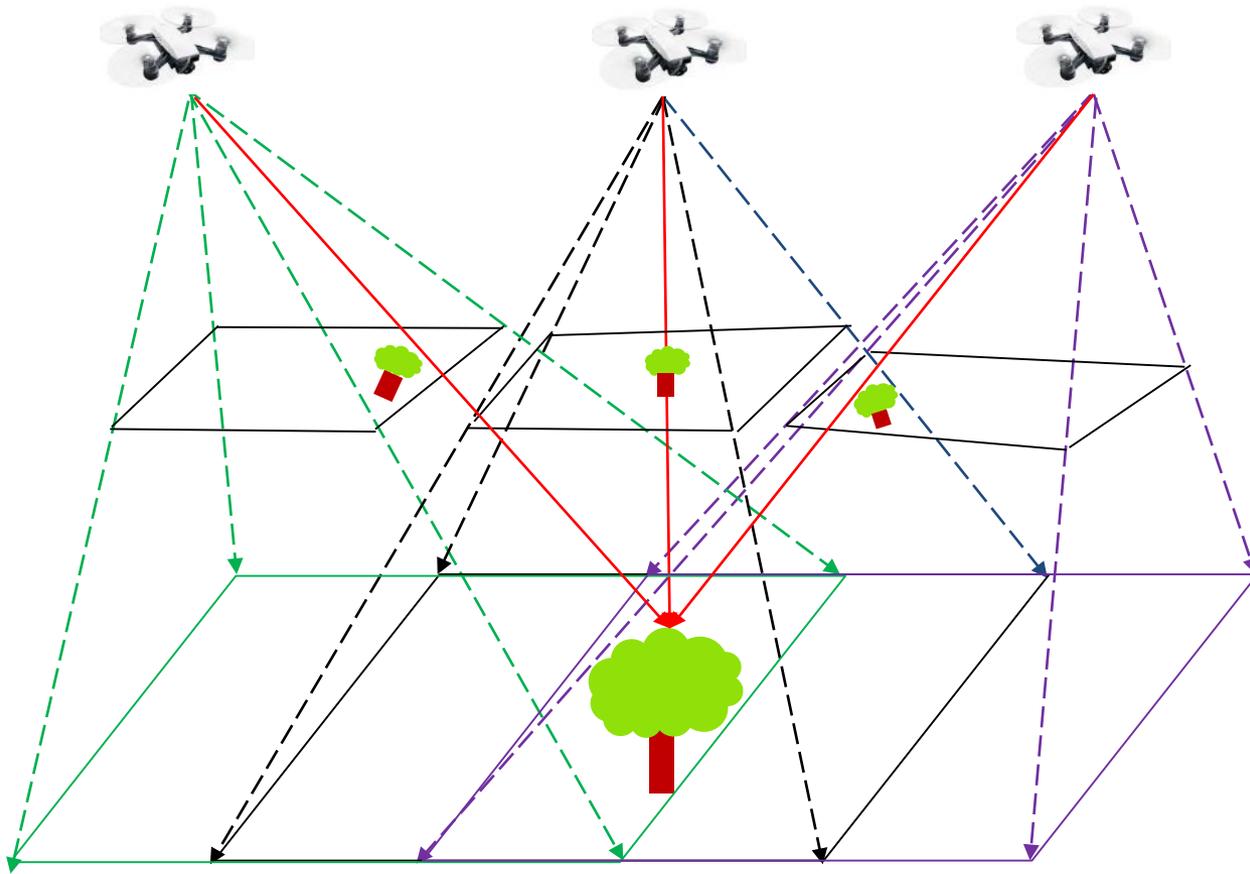
# Partie 3: Photogrammétrie

Est-ce la photogrammétrie à partir d'imagerie low cost permet de caractériser la végétation au Sahel?

Comment les images très haute résolutions permettent de mieux rendre en compte l'hétérogénéité?

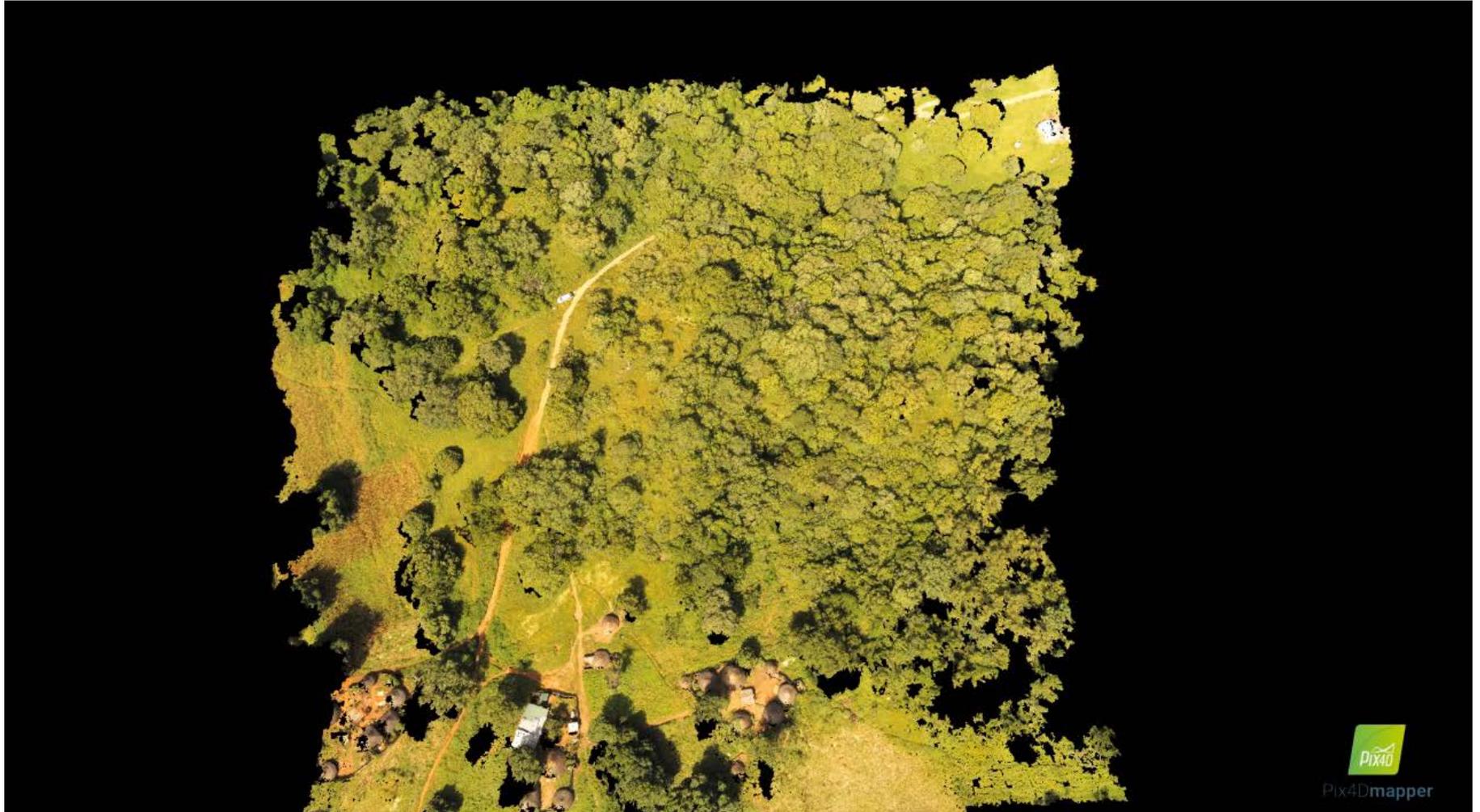


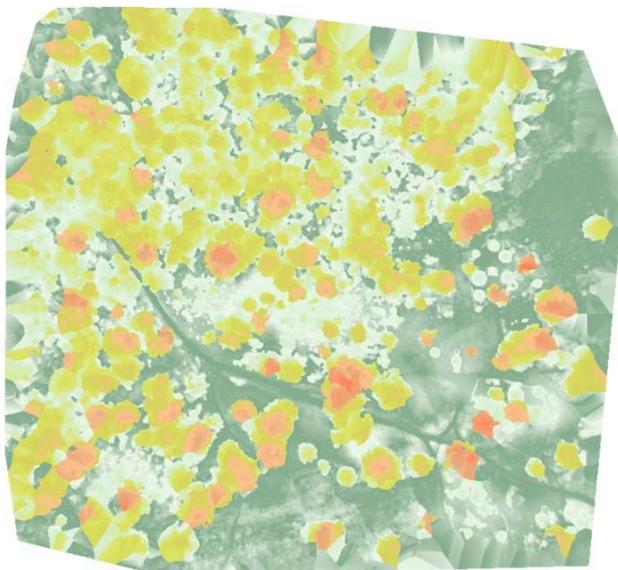
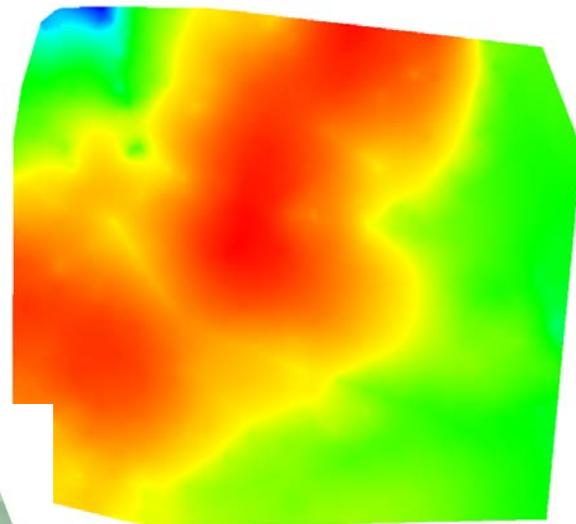
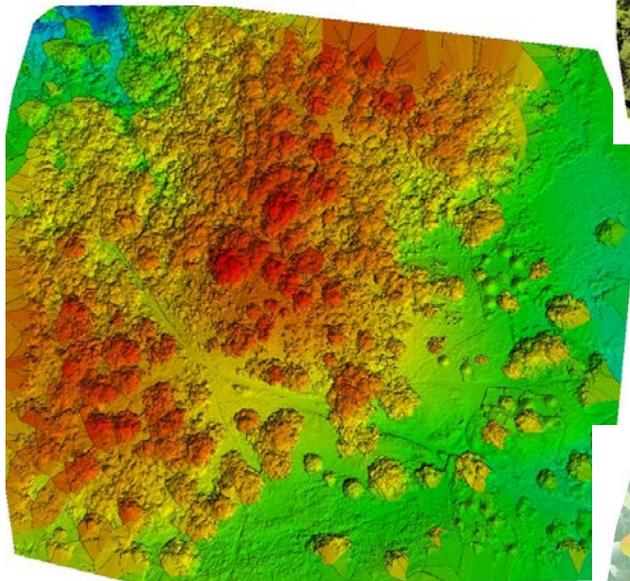
# Photogrammétrie



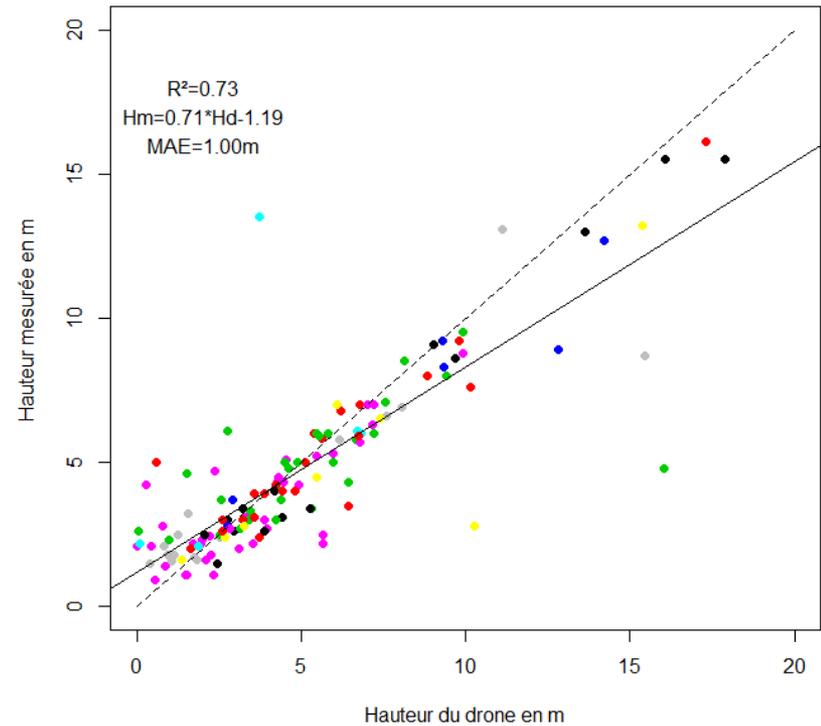
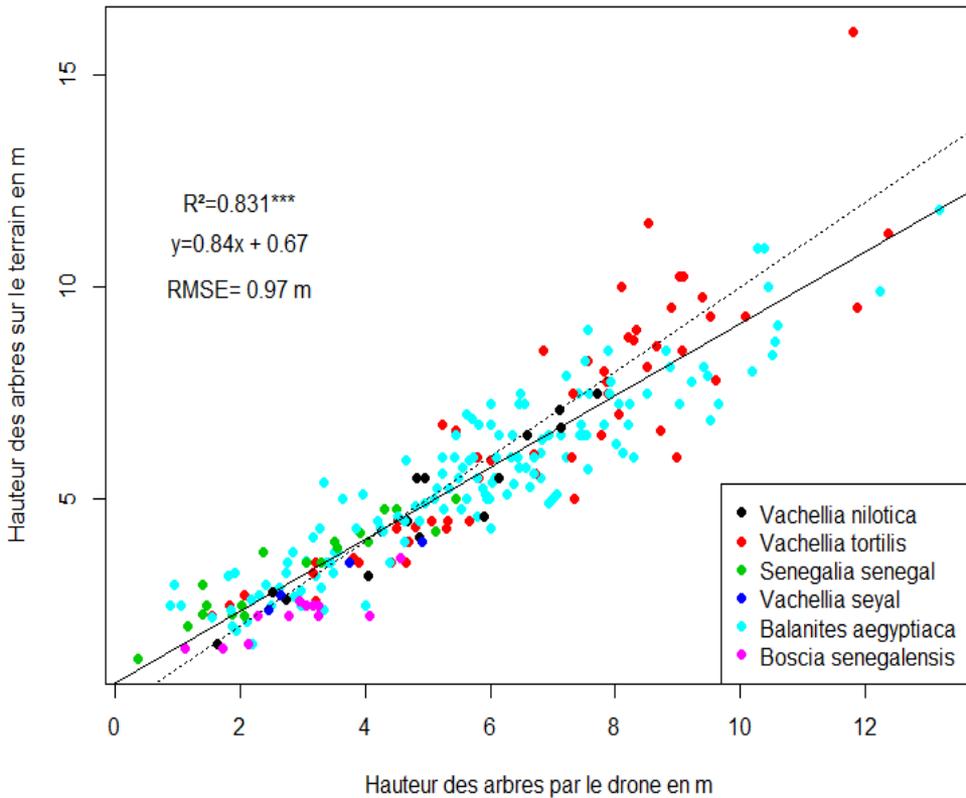
# Photogrammétrie



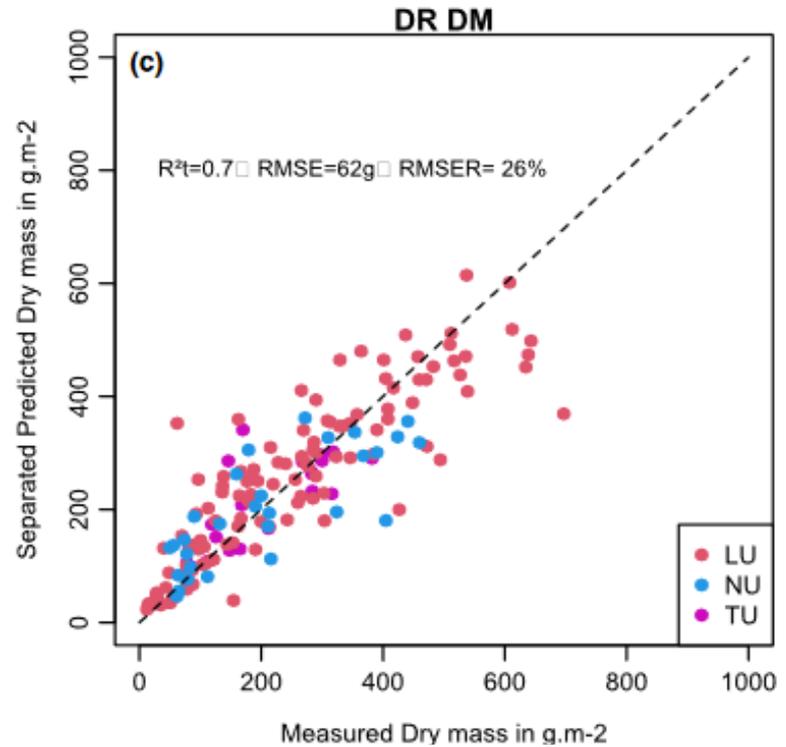
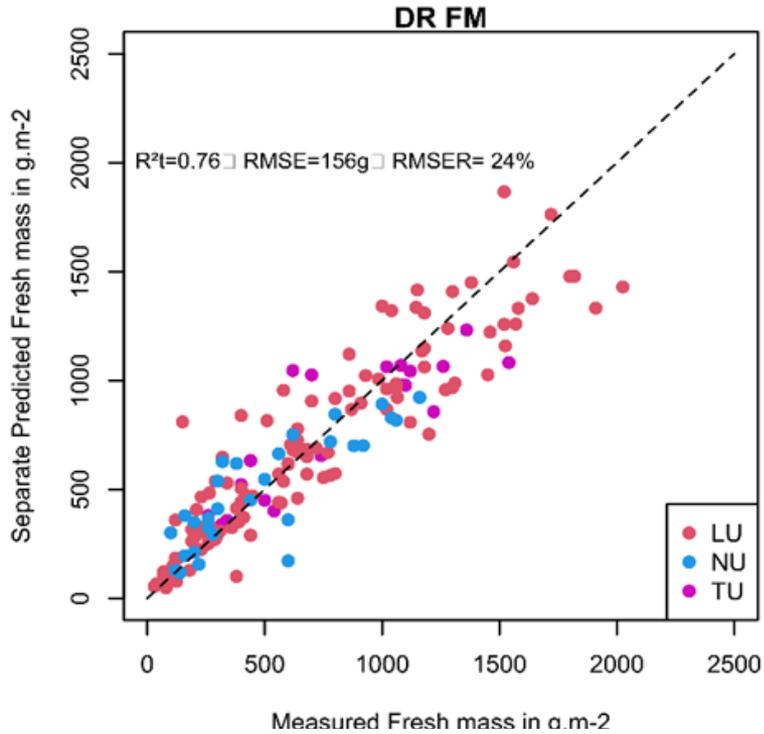




# Validation hauteur



# Calibration biomasse



# Utilisation drone

Calibration intéressante avec des drones RGB low cost

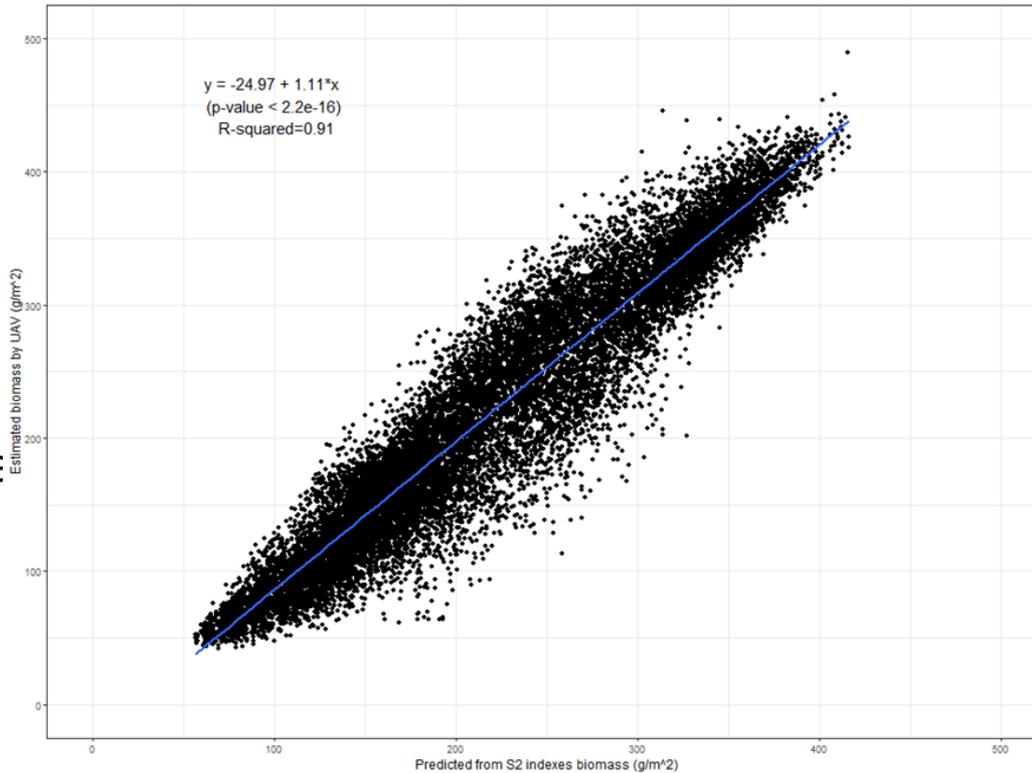
Tester plus de capteurs pour améliorer les prédictions sur plus de variables de végétation.



# Echelle nationale

Donnés terrains  
(arbres et  
herbacées)

Données drones



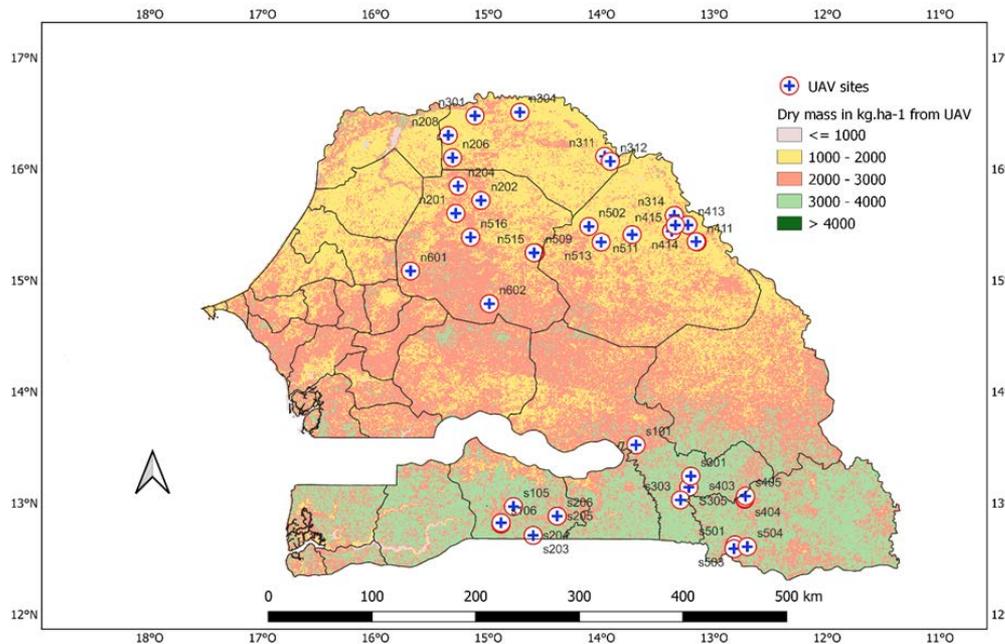
Images satellite



# Echelle nationale

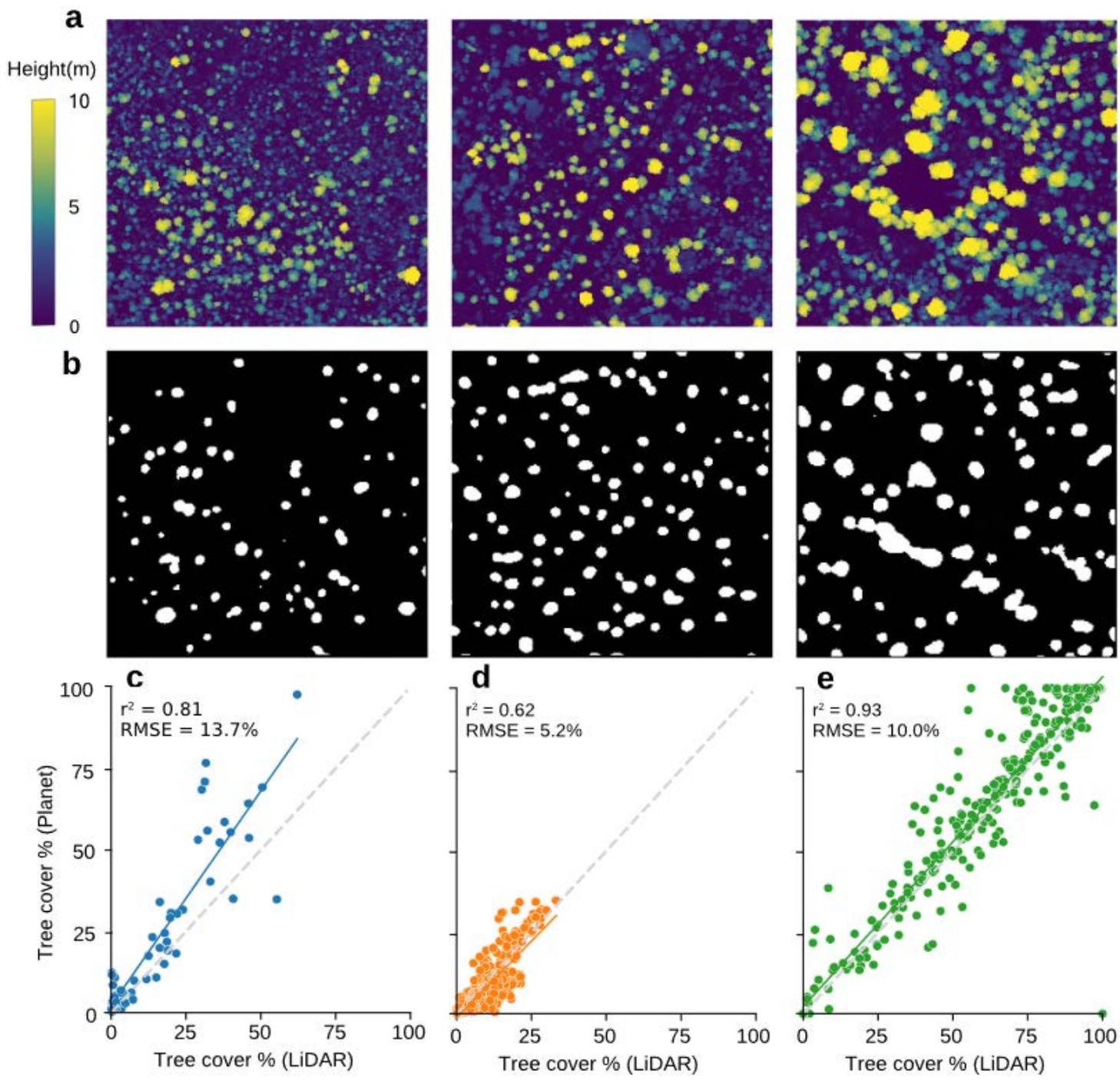
Donnés terrains (arbres  
et herbacées)

Données drones



Images sa

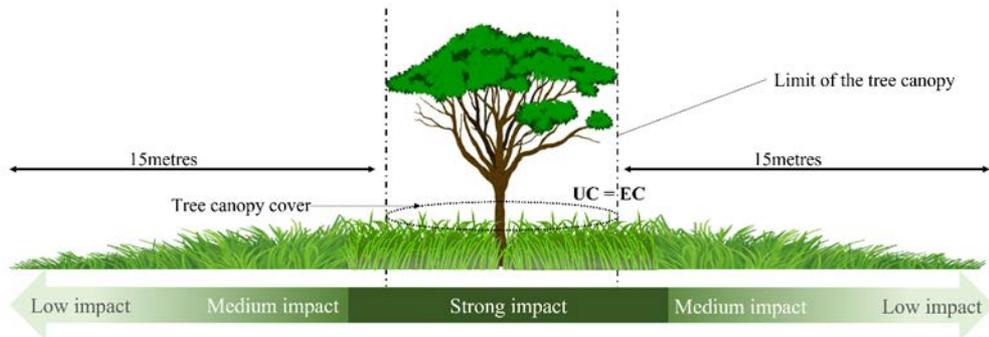
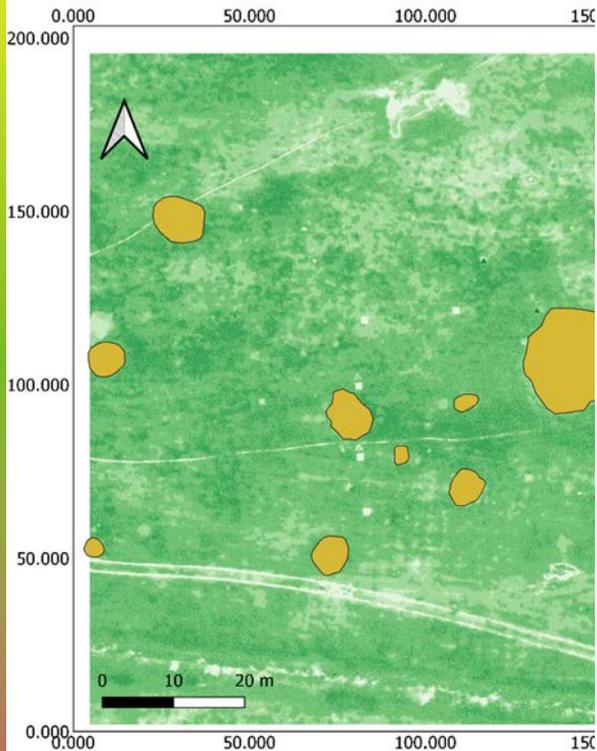




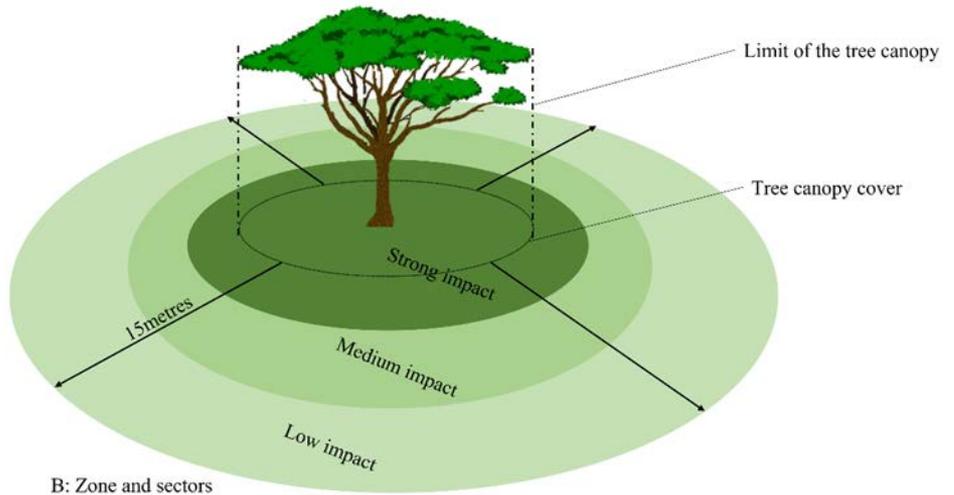
ES



# Hétérogénéité



A: Transect



B: Zone and sectors



# Limites photogrammétrie

- Approche principalement sur variables structurelles (tester plus de capteurs)
- Analyse d'image parfois lourde et technique



# Conclusion Résultats

- Diversité des approches sur la végétation des pâturages.
- Difficulté d'évaluer les impacts croisé climat et gestion en particulier au Sahel (manque de données, lourdeur des mesures).
- Les approches indirectes (télédétection) peuvent permettre de simplifier les mesures mais doivent être testées /calibrées

# Projet scientifique



# Projet

- Impact des changements globaux avec des approches participatives
- Étude de l'hétérogénéité des pâturages
- Modélisation des pâturages

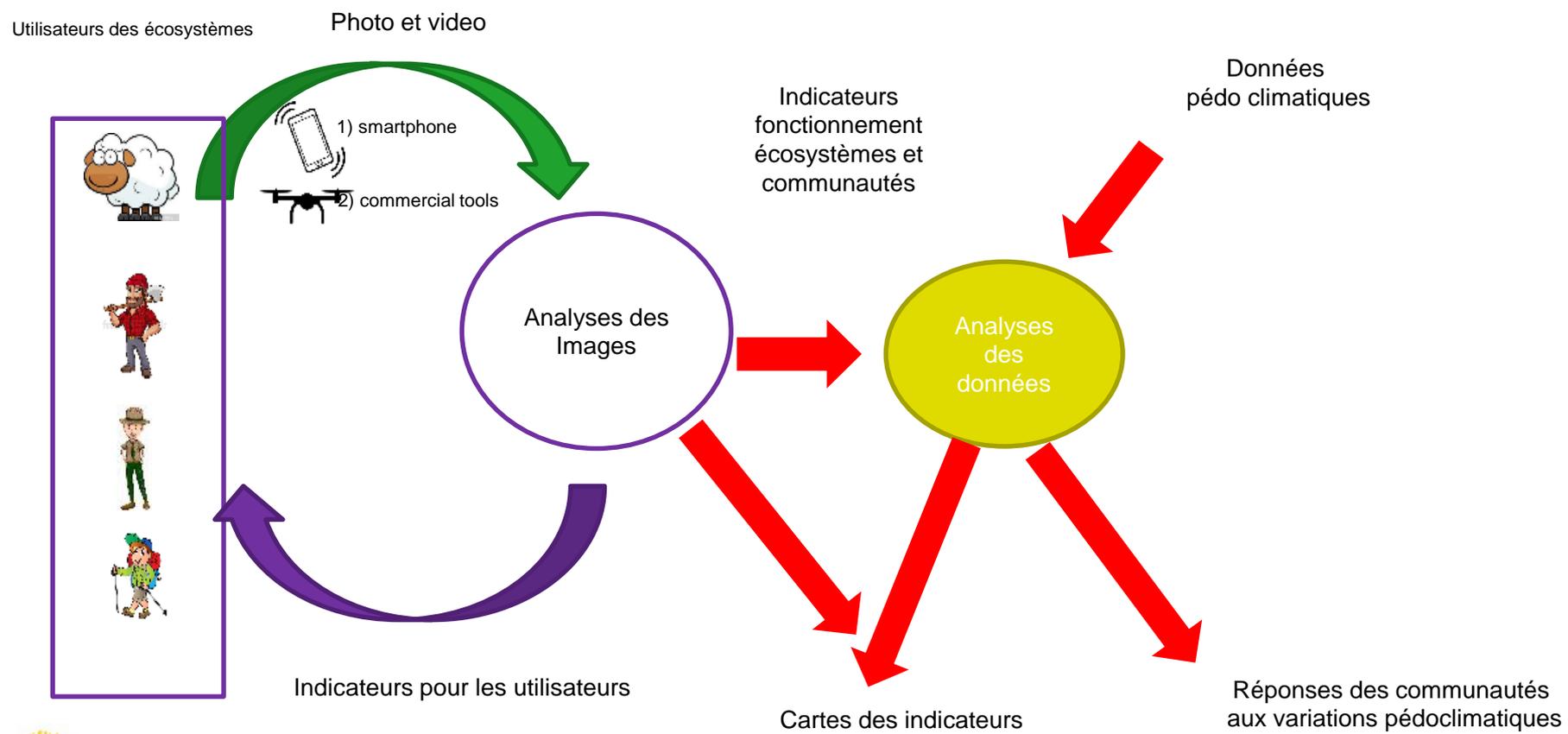


# Impact des changements globaux sur la végétation des zones arides.

- Plantes pérennes (ligneux herbacées) et plantes annuelles (herbacées).
- Dynamique différentes de ces deux communautés aux pratiques et au climat.
- Est-ce que les patterns de réponses spatio-temporelles sont similaires entre les deux types de plantes?
  - Besoin de données large échelles



# Suivi participatif



Hypothèse: Proposer des outils adaptés aux acteurs locaux permet un suivi à large échelle

*Biodiversa PIA-MED (refusé), PRIMA DWP (refusé)*



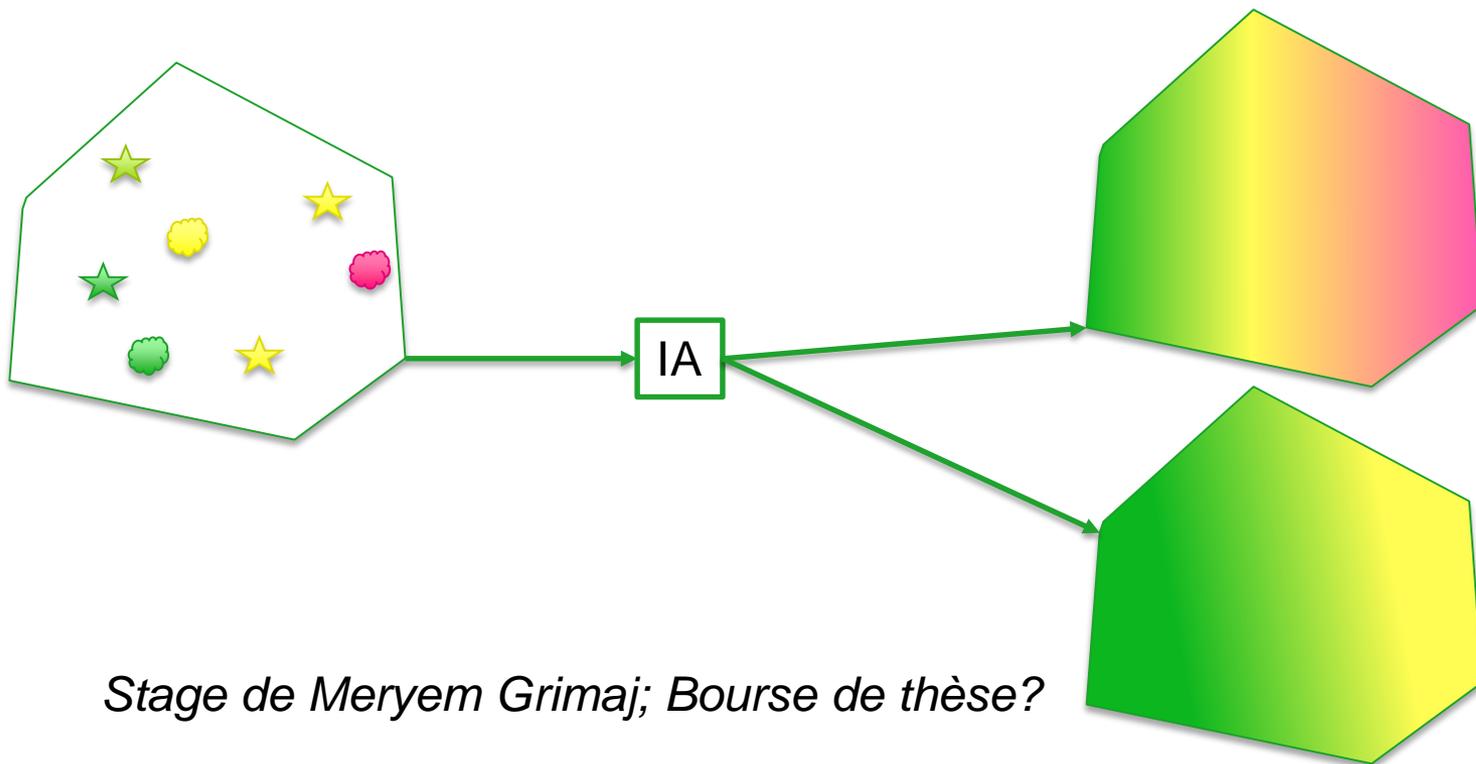
# Suivi participatif

- Quelles variables pour qui?
- Mettre en place un protocole d'analyses d'image
- Quel dispositif de collecte? (stationnaire ou opportuniste)?
- Quel dispositif de gestion des données?
- Quelle analyse de données?



# Réutilisation des données hétérogènes

- Hypothèse: possibilité d'utiliser des méthodes d'analyses IA (Machine Learning ou Deep Learning)

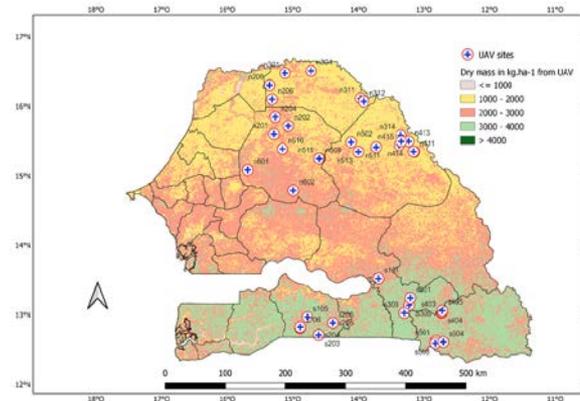


*Stage de Meryem Grimaj; Bourse de thèse?*



# Dynamique spatio-temporelle

- Utile pour informer sur l'état des ressources à large échelle.



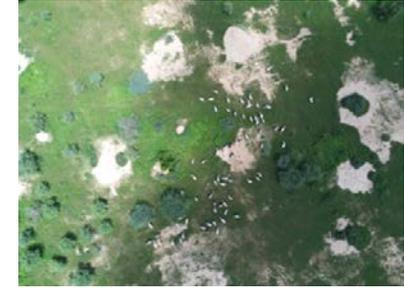
- Pas de données précises sur la gestion et donc pas de possibilité de réfléchir des nouvelles pratiques de gestion.



# Pratiques agroécologiques

## Hétérogénéité spatiale

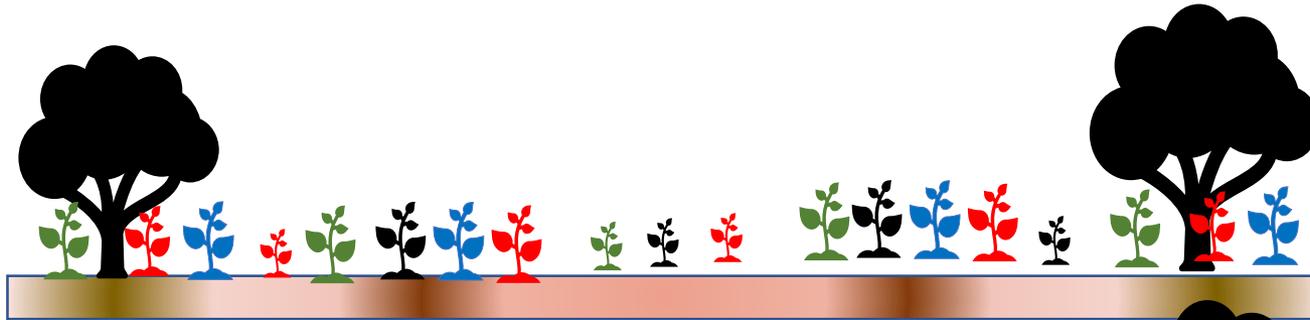
- Pâturage très hétérogène
- Peu prise en compte lors des tests de pratiques.
- Importance dans les processus (maintenance de la biodiversité, valeur pastorale)



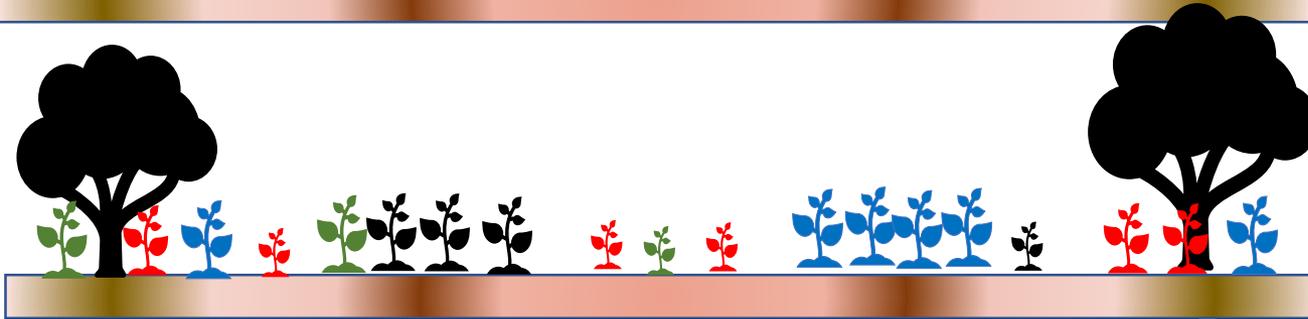
*ANR GSH-image*



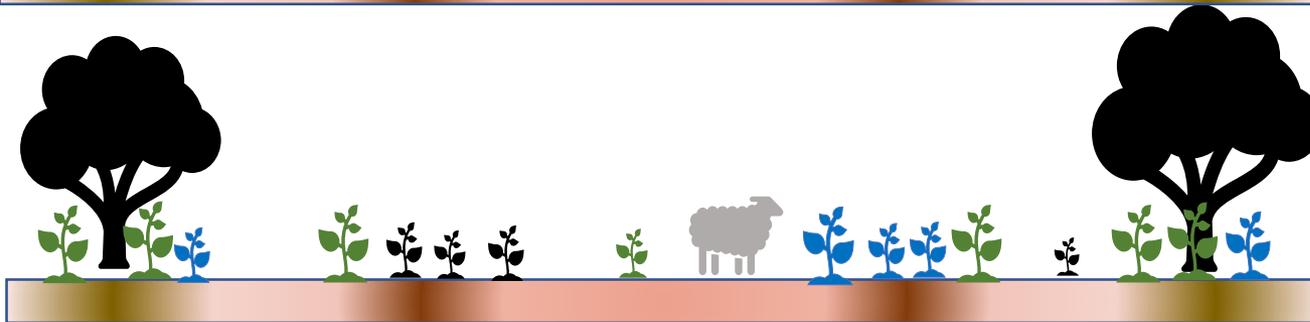
Hétérogénéité sol



Pérennes



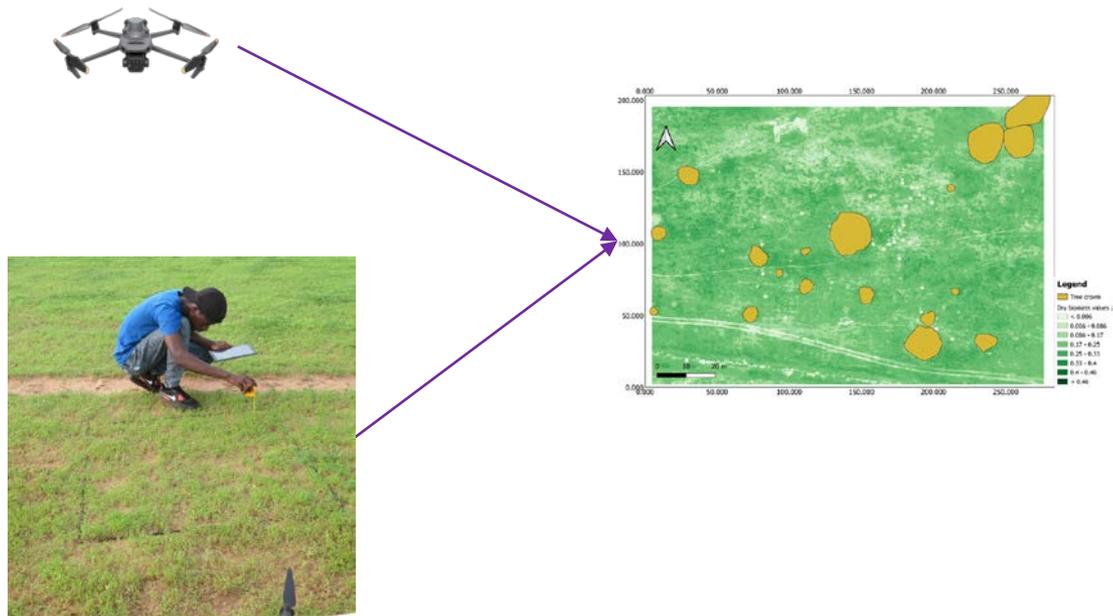
Effets  
stochastiques



Effet pâturage



# Utilisation du drone



# Etudes des facteurs

	Pâturage	Pérenne	Sol
Analyse géospatiale	Vol avant et après pâturage	Effet espèce et paramètres dendrométriques	Microtopographie Micro-variation des paramètres du sol
Analyse d'indicateurs d'hétérogénéité	Gradient de pâturage /gestion	Gradient de densité	Gradient de sol

# Hétérogénéité

- Intérêt des outils drone pour cartographier l' hétérogénéité à une échelle des processus écologiques.
- Etude des processus qui pilote l'hétérogénéité.
- Utiliser ces résultats pour proposer des pratiques de pâturages ou des plantations de pérennes.

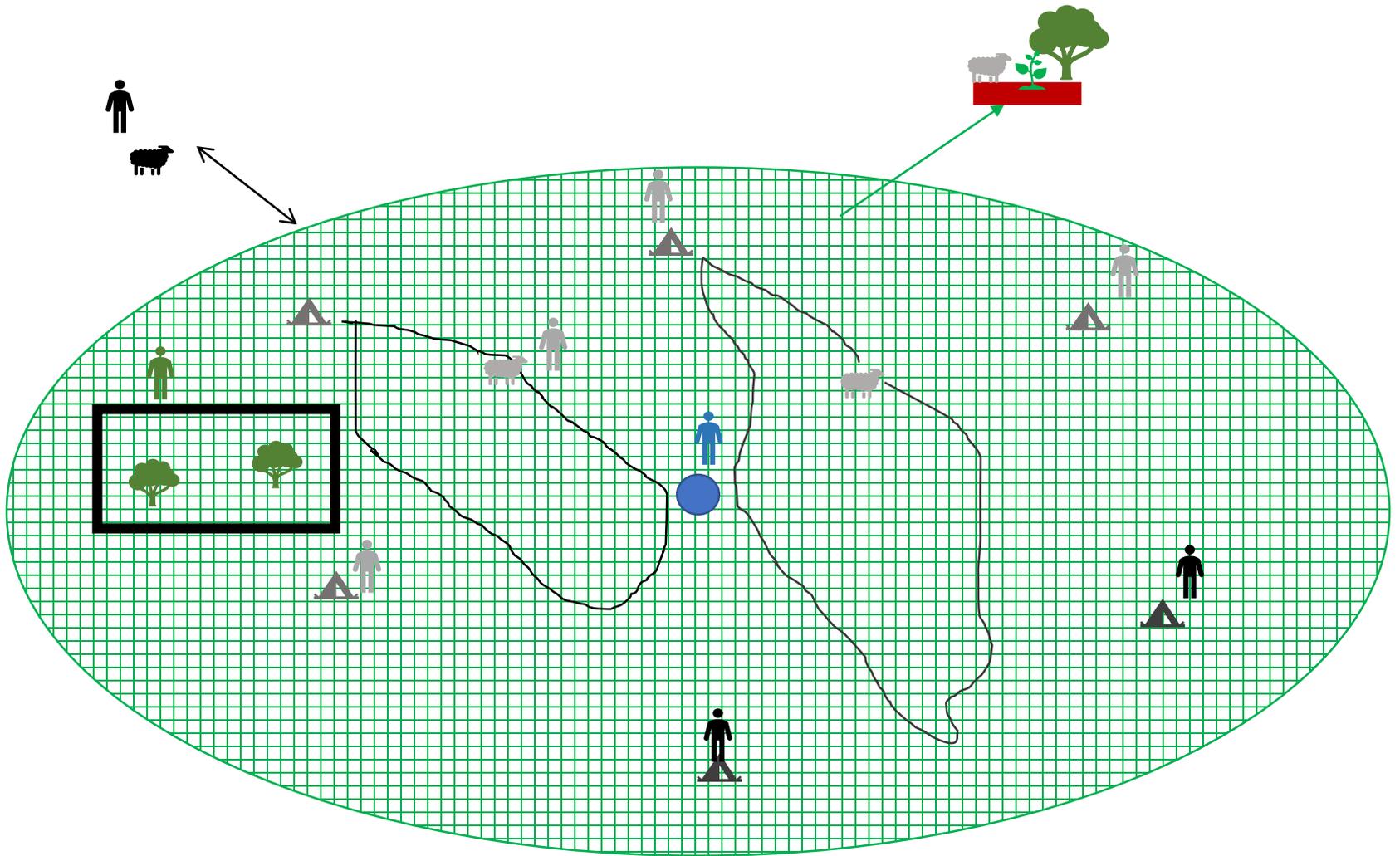


# Modélisation

- Outil d'intérêt pour croiser les impacts changement climatique et pratiques
- Besoin d'un modèle pour faire le lien entre végétation et pratiques de gestion pastorale échelle troupeaux.



# Modèle des territoires pastoraux

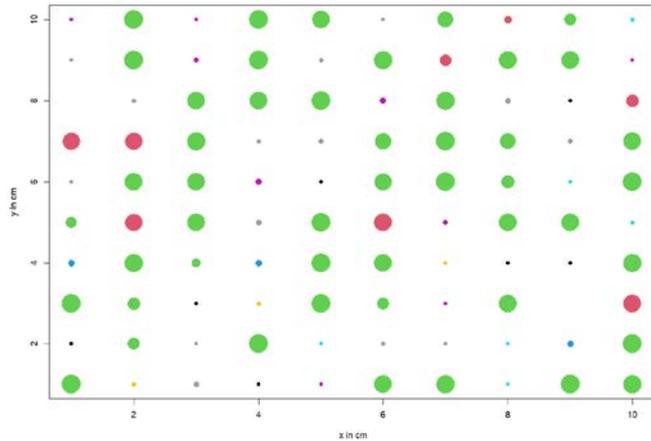


# Modélisation croisée biodiversité et biomasse

- Modèle écosystème (biogéochimique)
- Modèle communauté (coexistence des espèces)
- Besoin d'interaction des deux pour mieux appréhender les processus (présence des espèces modifiant les comportements au pâturage).
- Modèle testé en Europe (Travaux UREP), Transfert vers les pâturages d'Afrique (*Projet TSARA*)



# Modélisation spatialisée

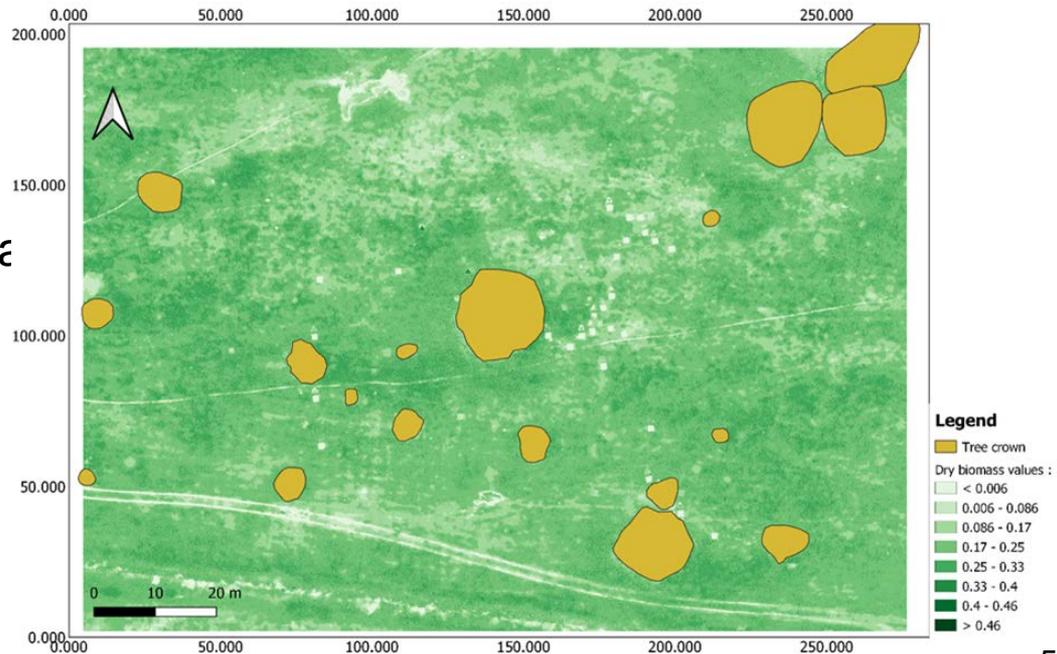


1 cm<sup>2</sup>) avec une compétition pour

« pour la germination

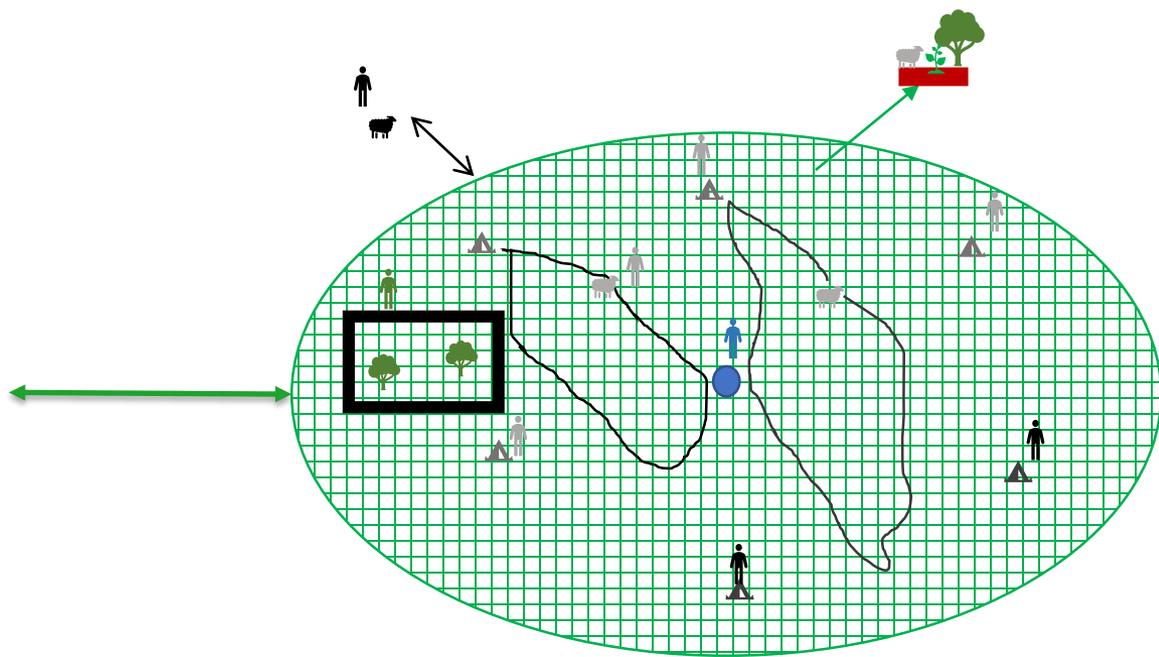
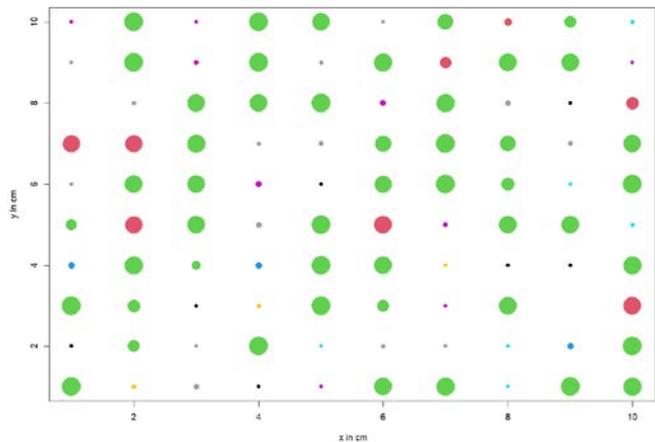
» végétation

- Intégration des processus pérennes.
- Validation des patterns spatiaux par drones.



ANR GSH-Image

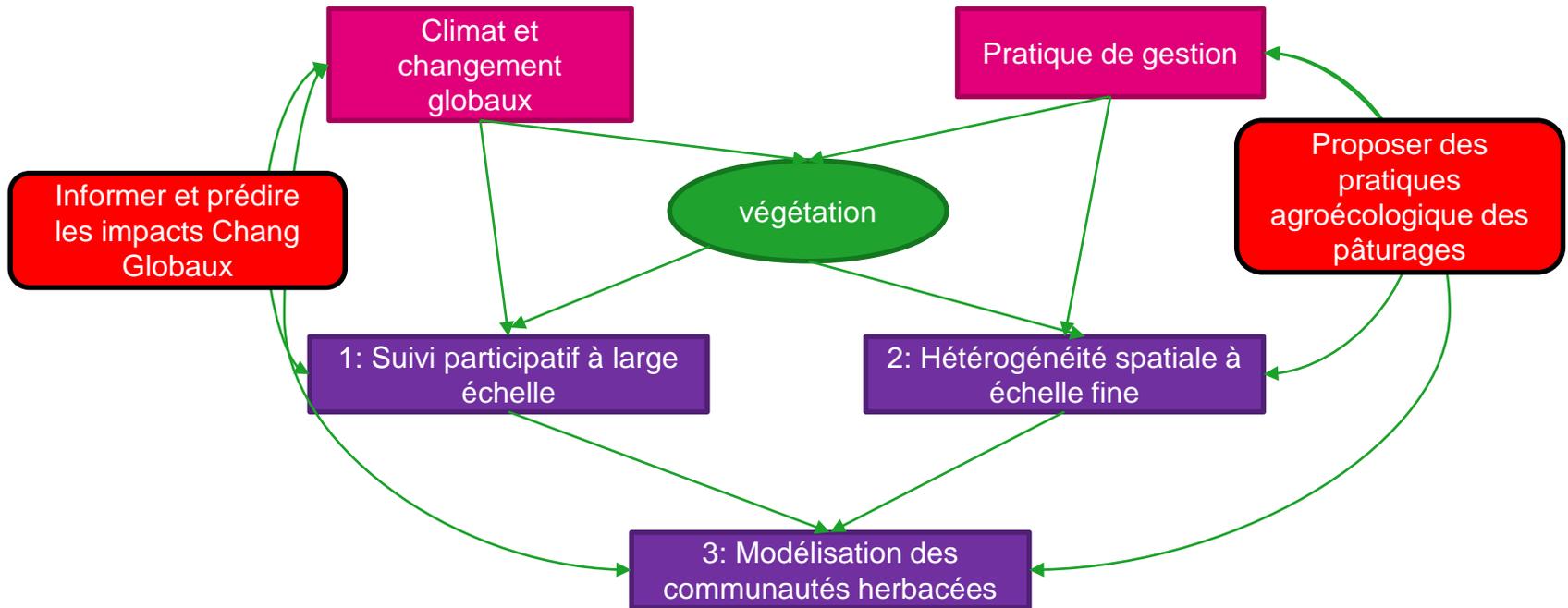




Comparaison/ simplification



# Résumé



# Merci de votre attention



## Remerciements:

- Aux membres du jury
- A tous les étudiants et collègues impliqués dans mes travaux
- Aux relecteurs du manuscrit.
- A ma famille en particulier mon épouse



Crédits @STaugourdeau

