

Centre Alpin de Recherche sur les Bassins Trophiques et Ecozones Alpes-Limniques



Utilisation de la télédétection pour estimer la productivité primaire des bassins versants d'altitude

Célia DELUGIN



CONTEXTE

Phénomène de **verdissement** de certains lacs de montagne

Causes possibles :

- élévation de la température
- Dépôts d'azote, de particules
- Usage des bassins versants d'altitude :
 - Refuges
 - Pâturage
 - Pisciculture
- ...

Mais hiérarchisation très controversée.



OBJECTIFS

Nécessite une meilleure connaissance :

- Des relations entre facteurs environnementaux et fonctionnement biogéochimique des lacs
- Des dynamiques lacs – bassins versants

Définir un indicateur global de la productivité primaire des bassins versants basé sur la télédétection



OBJECTIFS

Nécessite une meilleure connaissance :

- Des relations entre facteurs environnementaux et fonctionnement biogéochimique des lacs
- Des dynamiques lacs – bassins versants

Définir un **indicateur** global de la productivité primaire des bassins versants basé sur la télédétection



Outil d'évaluation et d'aide à la décision

Obj : relier fonctionnements des lacs et dynamiques de productivité des bassins versants



OBJECTIFS

Nécessite une meilleure connaissance :

- Des relations entre facteurs environnementaux et fonctionnement biogéochimique des lacs
- Des dynamiques lacs – bassins versants

Définir un indicateur global de la **productivité primaire** des bassins versants basé sur la télédétection

Vitesse à laquelle se forme, par unité de temps, une quantité donnée de biomasse.

Biomasse produite par les organismes autotrophes.



OBJECTIFS

Nécessite une meilleure connaissance :

- Des relations entre facteurs environnementaux et fonctionnement biogéochimique des lacs
- Des dynamiques lacs – bassins versants

Définir un indicateur global de la productivité primaire des **bassins versants** basé sur la télédétection



Unité territoriale où toutes les eaux convergent vers un même point appelé exutoire

Ici, exutoire = lac



OBJECTIFS

Nécessite une meilleure connaissance :

- Des relations entre facteurs environnementaux et fonctionnement biogéochimique des lacs
- Des dynamiques lacs – bassins versants

Définir un indicateur global de la productivité primaire des bassins versants basé sur la **télé-détection**

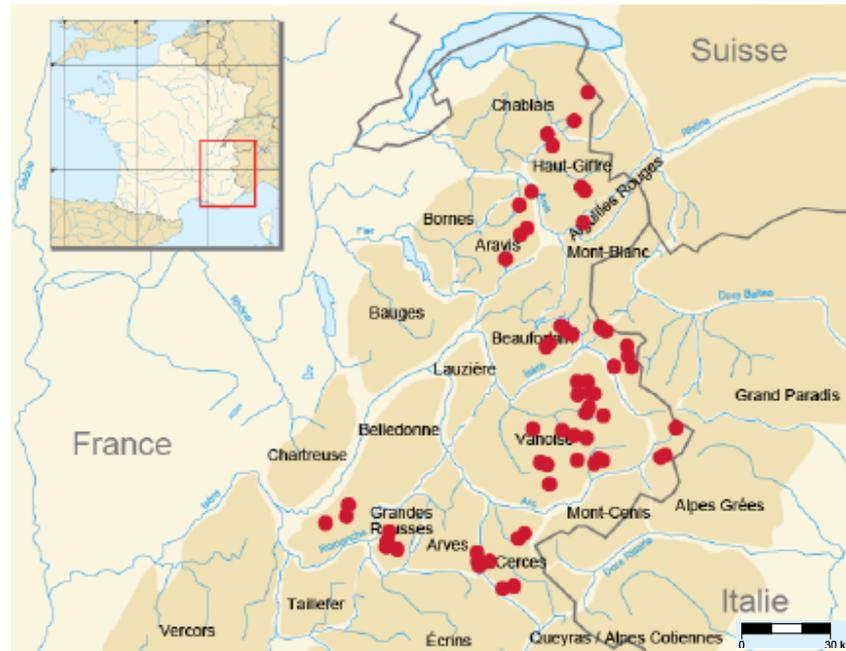
Processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique (émis ou réfléchi), à traiter et à analyser l'information.

Obj : obtenir des informations sur la surface terrestre



LOCALISATION

2013 : Programme sur 68 lacs de montagne des Alpes du Nord



Carte de localisation des systèmes lacustres étudiées

- Descriptif détaillé du bassin versant de chaque lac (occupation du sol, géomorphologie)
- Analyses physico-chimiques de l'eau et des sédiments pour chaque lac
→ chlorophylle A
- Activités anthropiques associées (tourisme, pisciculture, pâturage)



MATERIEL ET METHODE

- Estimation de la **productivité primaire** via l'indice **NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)** à partir d'images satellites.

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{Red})}{(\text{NIR} + \text{Red})} \quad \text{Compris entre -1 et 1}$$

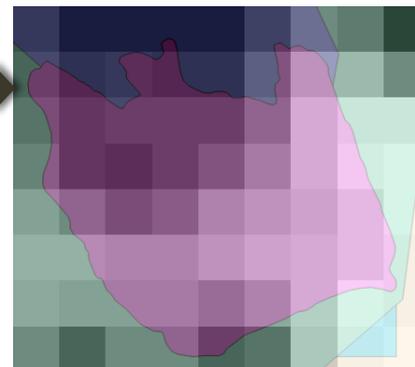
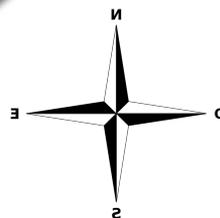
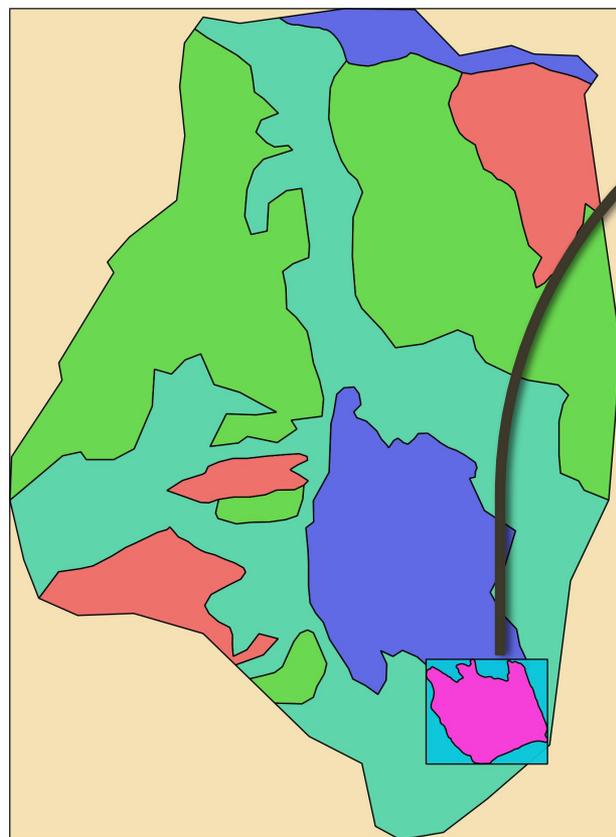
NDVI proche de 1 → productivité primaire forte

NDVI proche de -1 → productivité primaire faible

- Etude l'**occupation** du sol (forêt, pelouse, glacier...) des bassins versants pour prendre en compte leur complexité.
- Utilisation d'images satellite à **moyenne et haute résolution** : MODIS (250m*250m) et LANDSAT8 (30m*30m)



Lac de la patinoire et son bassin versant



Avec superposition de l'image LANDSAT8

Légende

- lac
- lac_cadre
- bassin versant-cadre
- Occupation du sol
 - Aulnaie verte
 - Eboulis vegetalises 20%
 - Glacier (0%)
 - Roche nue (0%)



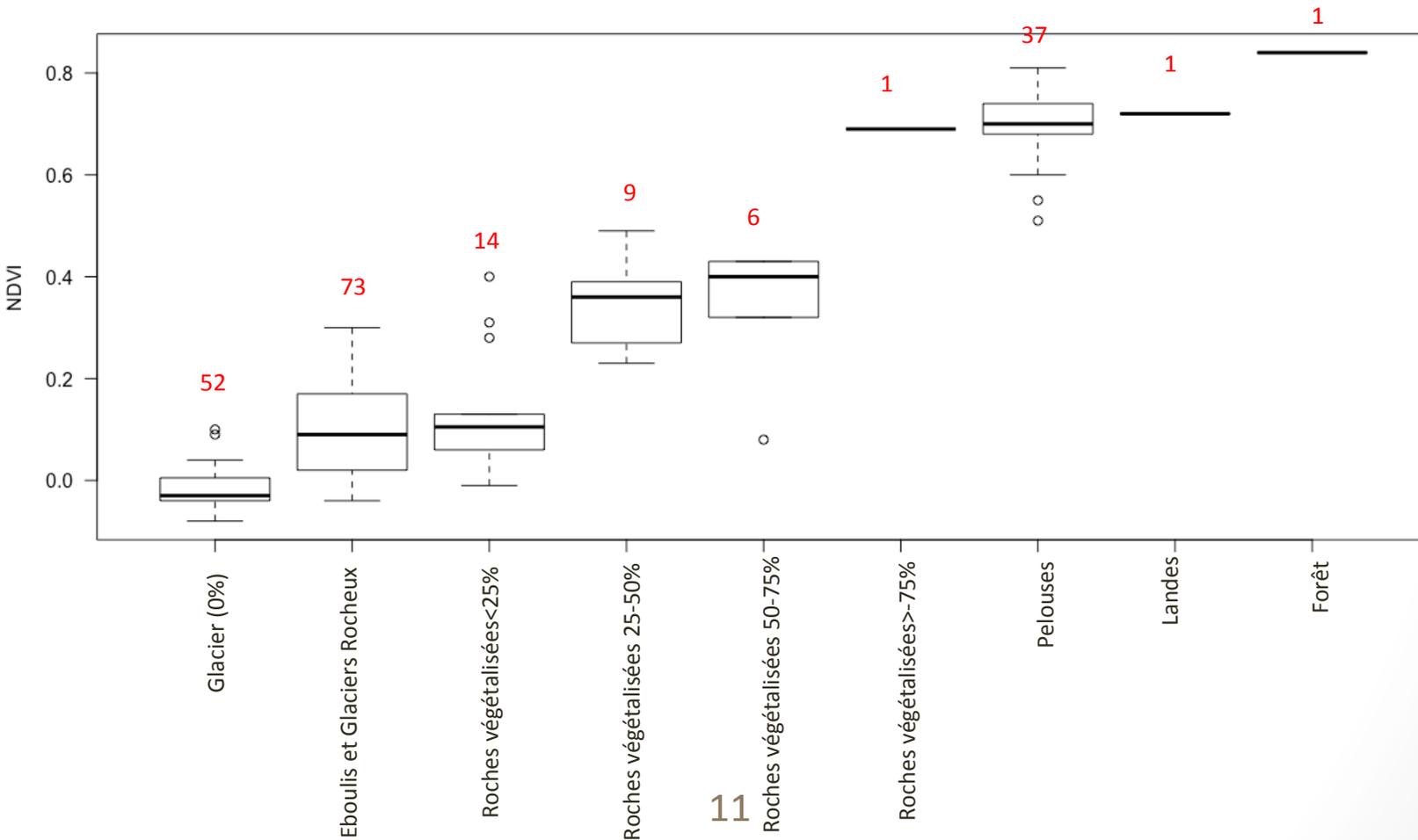
- Création d'une base de donnée qui associe à chaque pixel de l'image satellite le lac, le bassin versant, l'occupation du sol, le NDVI et les données chimiques sur l'eau/les sédiments.

RESULTATS

NDVI en fonction de l'occupation du sol

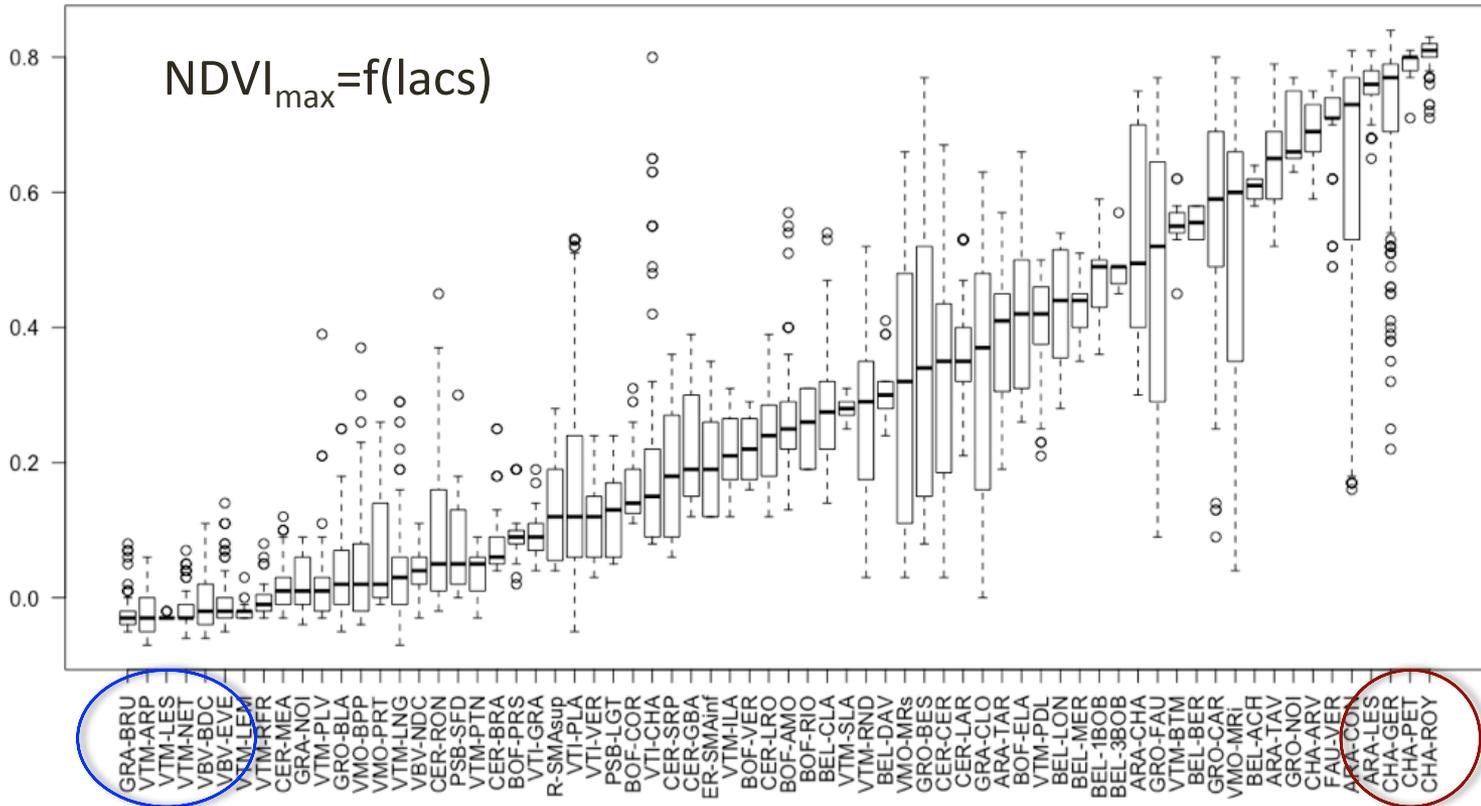
Pixel « 100% » pour chaque occupation du sol

Résultats cohérents avec la réalité terrain



RESULTATS

- Somme des NDVImax (MODIS 2013) par pixel pour chaque lac
- Résultats : cohérents avec la réalité terrain

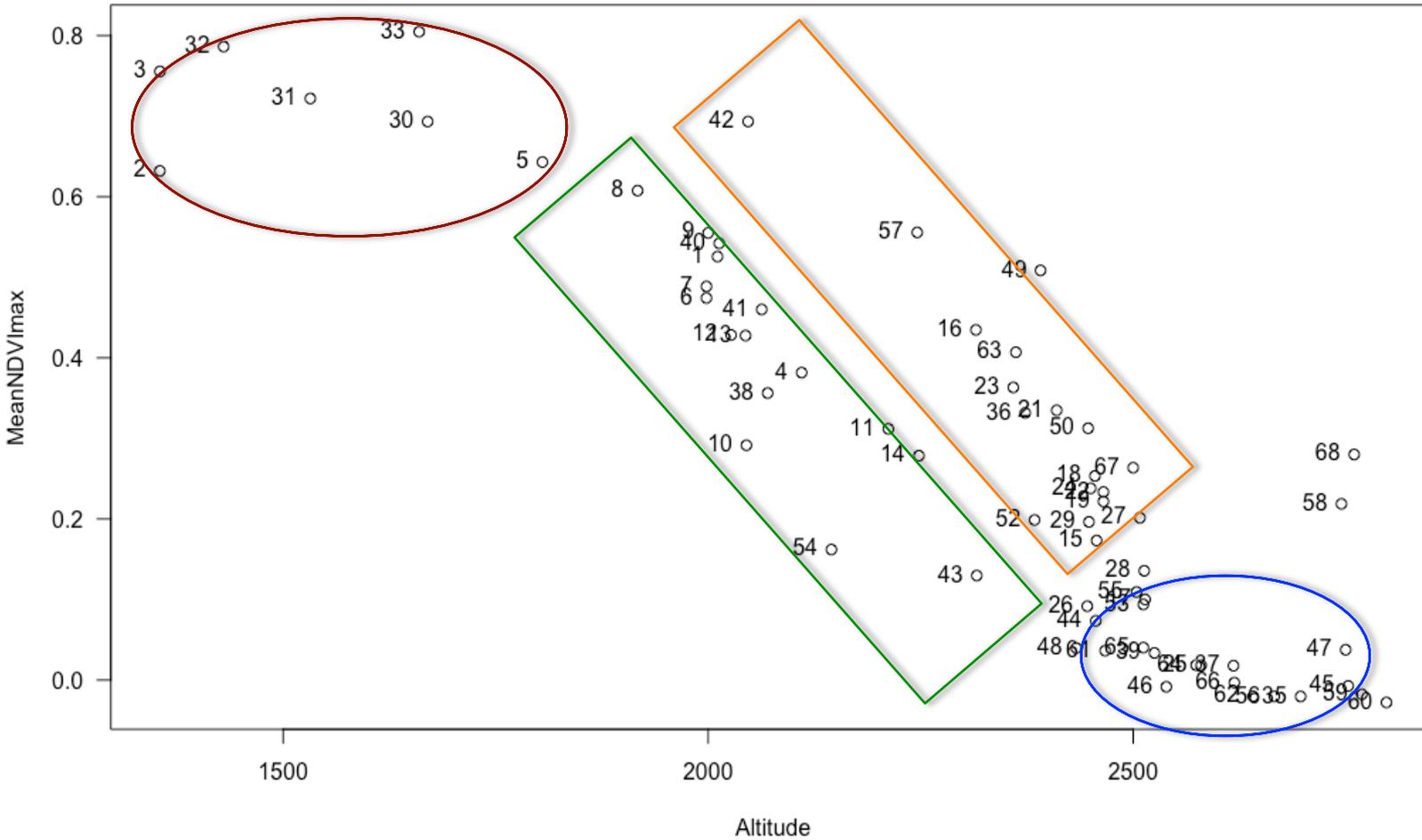


- Perspective : étudier variabilité interannuelle NDVI_{max}



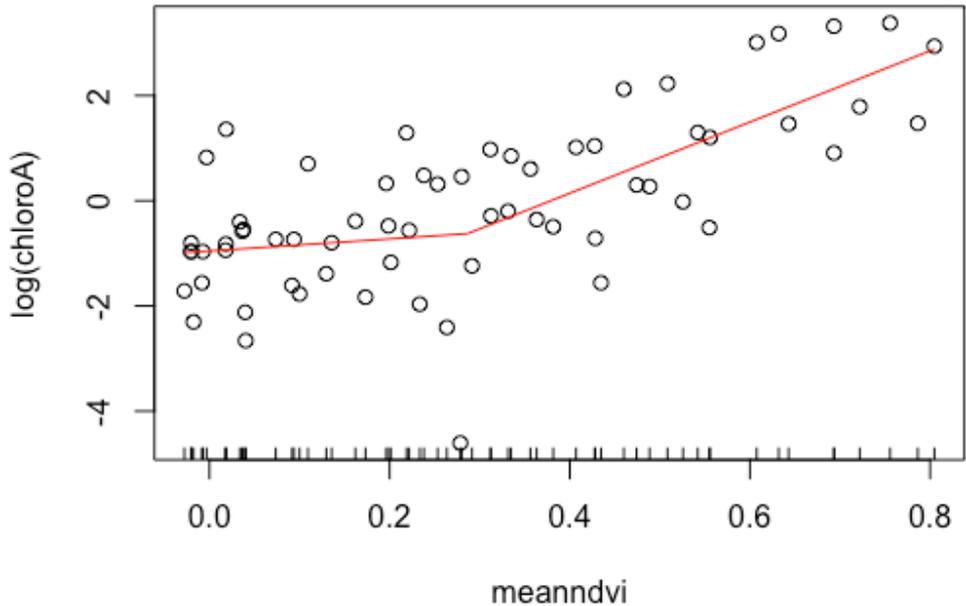
RESULTATS

Relations entre données satellites et données terrain : test de corrélation entre $NDVI_{max}$, Altitude

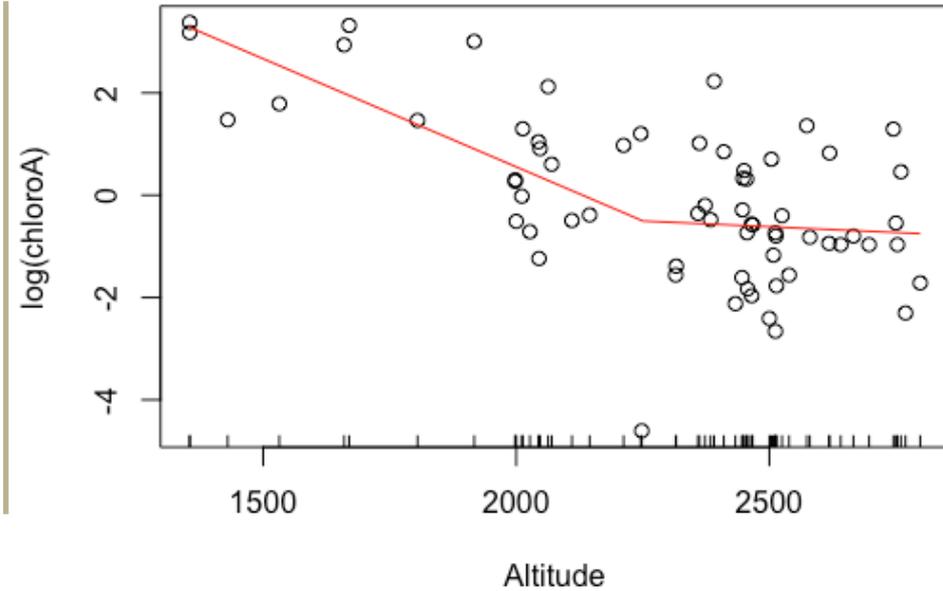


RESULTATS

Relations entre données satellites et données terrain : test de corrélation entre $NDVI_{max}$, Altitude et Chlorophylle A.



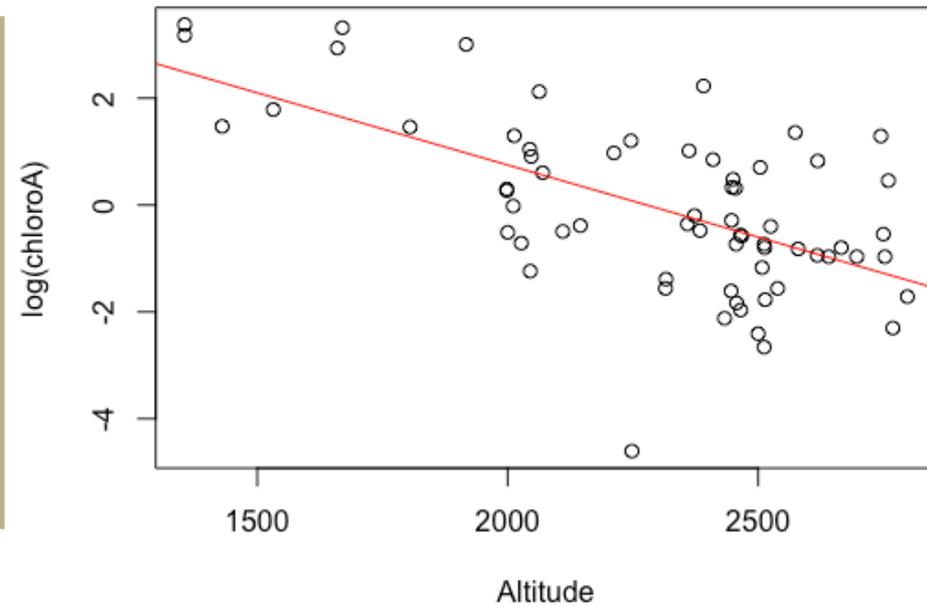
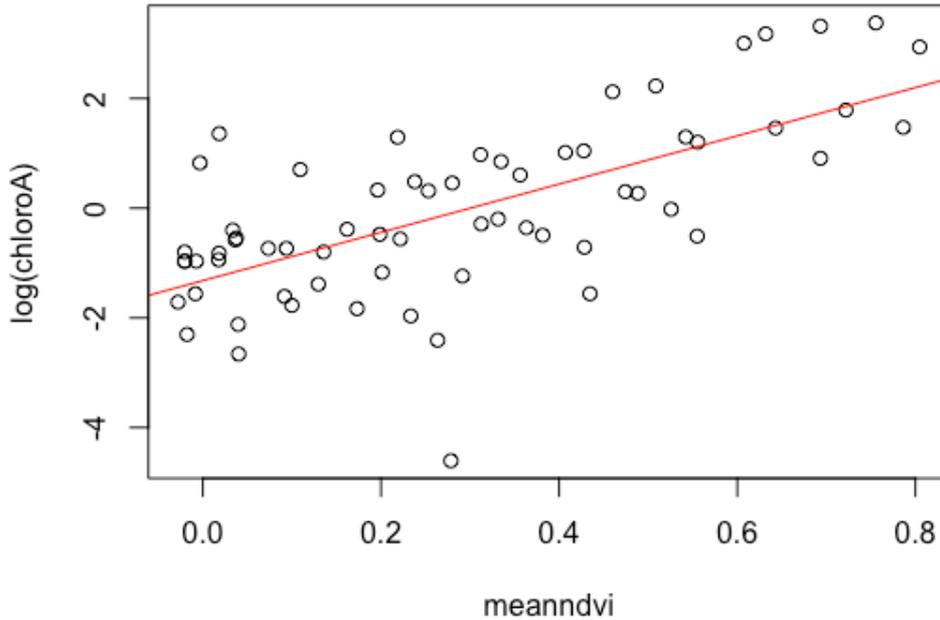
Estimated Break point : 0,28
Davies.test : p-value = 0,1333



Estimated Break point : 2253
Davies.test : p-value = 0,1755

RESULTATS

Relations entre données satellites et données terrain : test de corrélation entre $NDVI_{max}$, Altitude et Chlorophylle A.



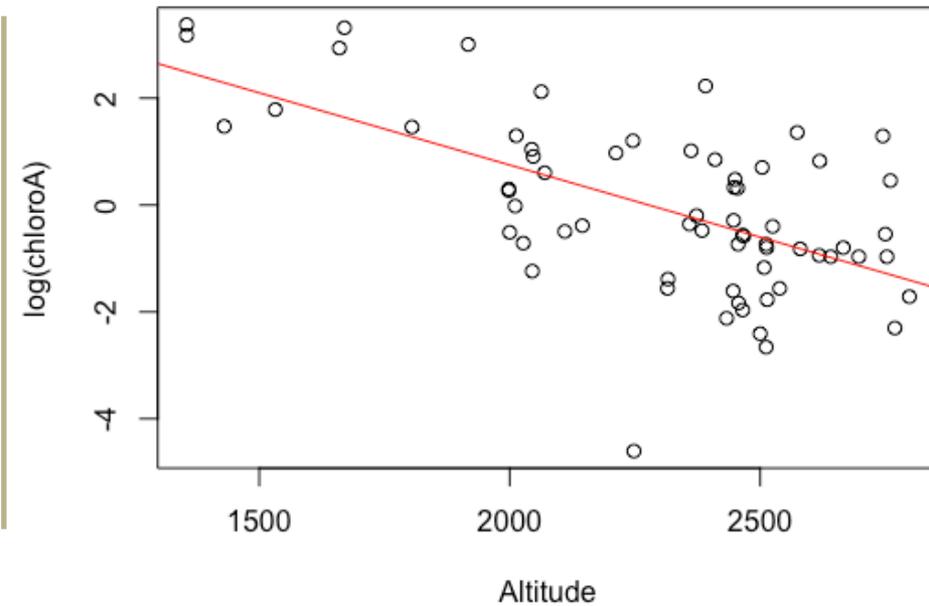
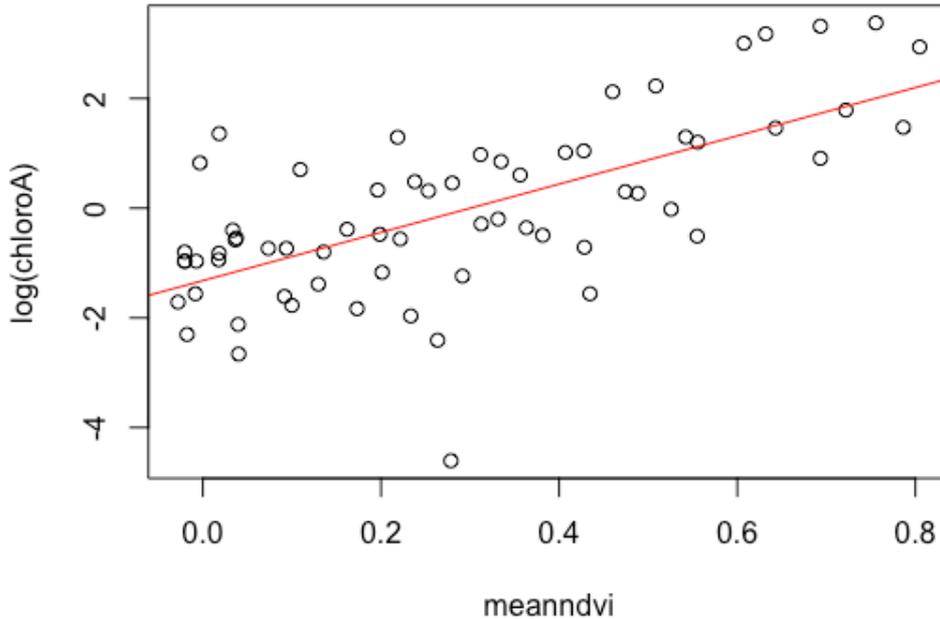
Régression multiple :

```
(Intercept) 0.313123
NDVIsu$Altitude 0.290305
NDVIsu$meanndvi 0.000112 ***
NDVIsu$Altitude:NDVIsu$meanndvi 0.000119 ***
```

Interaction significative

RESULTATS

Relations entre données satellites et données terrain : test de corrélation entre $NDVI_{max}$, Altitude et Chlorophylle A.



Chloro \sim NDVI pour Altitude < 2253
p-value = 0,0001514

Chloro \sim Altitude pour NDVI < 0.28
p-value = 0,2741

Chloro \sim NDVI pour Altitude > 2253
p-value = 0,009142

Chloro \sim Altitude pour NDVI > 0.28
p-value = 0,0005561

PERSPECTIVES

- Ajout des données **anthropiques** (pâturage, refuge, pisciculture) et relation avec NDVI en fonction des différentes occupations du sol
- Indicateur de productivité des **lacs** à partir des images LANDSAT8
- Relations entre données satellites et données terrain : autres données chimiques eau et sédiments
- Travail sur les communautés microbiennes



Merci de votre attention !

