

# Réintroduction des grands herbivores et restauration des écosystèmes : effet sur la végétation, le sol et les réseaux d'interactions



Emmanuel Corcket  
Christel Vidaller  
Arnaud Lec'hvien  
Irene Castaneda  
Maya Gonzalez  
Raphaël Gros



# Les « grands herbivores » : espèce clé

## Paléolithique : herbivores sauvages

300 000 – 10 000 BP



Aurochs représentés dans la grotte de Lascaux

## Néolithique : herbivores domestiqués

- 7 000 à - 3 000 ans



[https://www.inrap.fr/magazine/userdata/g\\_arbo/0/145/670\\_145\\_vignette\\_3-NEO-maison-NMII-Cairon.jpg](https://www.inrap.fr/magazine/userdata/g_arbo/0/145/670_145_vignette_3-NEO-maison-NMII-Cairon.jpg)

Habitation avec bovins et caprins

## Contexte historique / grands herbivores ?

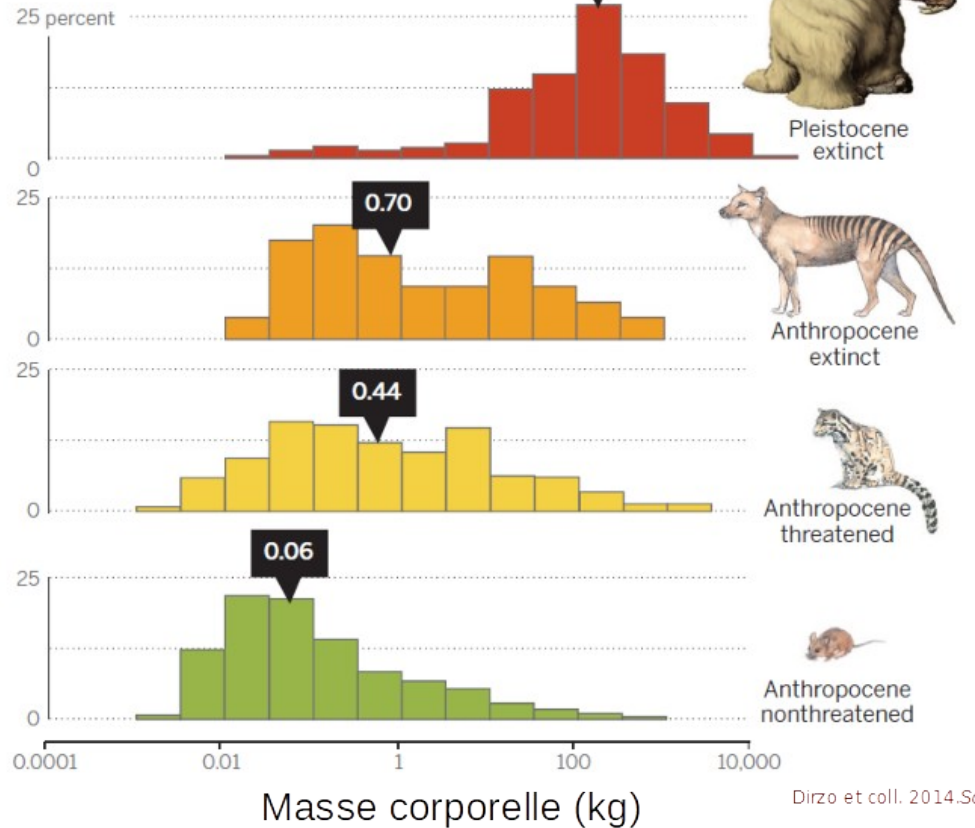
POUR SAUVER LA SÉCU



# Défaunation des grands herbivores

## Size-differential defaunation

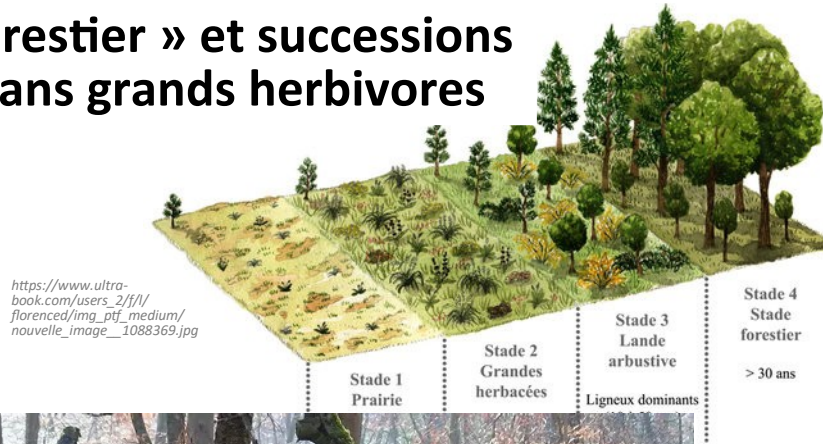
Frequency of extinction (median value highlighted)





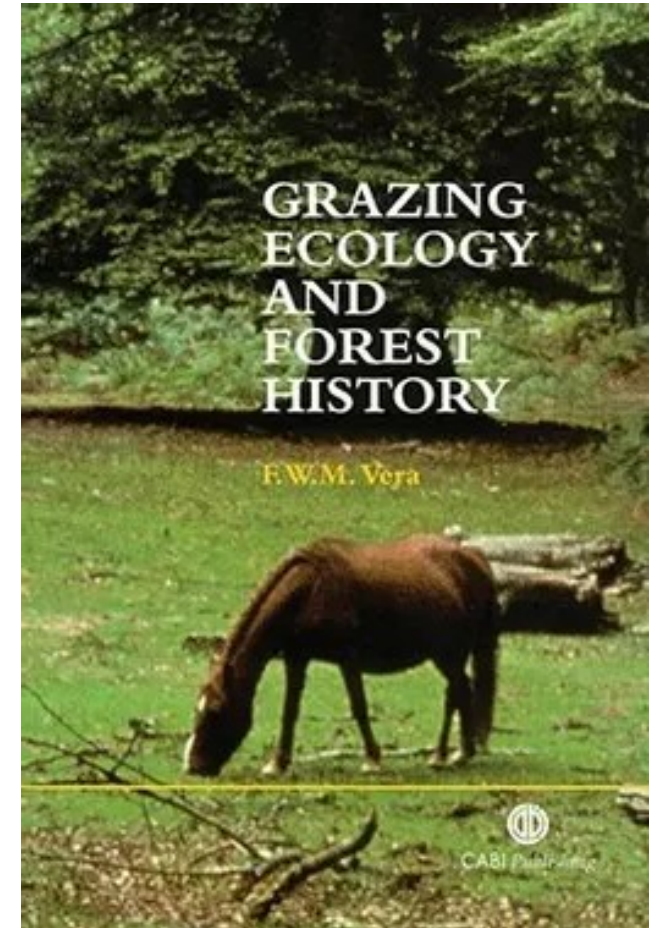
## Conséquences paysagères

### « Climax forestier » et successions végétales sans grands herbivores



FLORENCE DELLERIE

Réserve intégrale de la forêt de Fontainebleau





# Conservation et restauration des espaces



**Maintien ou restauration  
des milieux ouverts...**

**... alternative ou compléments  
aux interventions humaines :**

- Écobuage**
- Entretien mécanique**

**Conservation  
des espaces**

# Réintroduction des grands herbivores

## Réintroductions de faune sauvage

Hart, Haigh et Ciutti 2023. *Conservation Biology*

- bison d'Europe
- auroch « reconstitué »

...

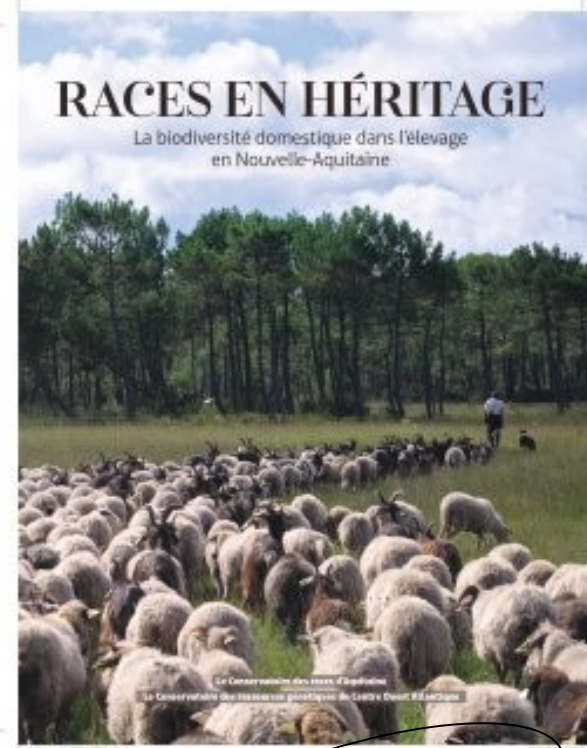
Conservation  
des espèces

Conservation  
des espaces

« Ecopastoralisme »



Parc National Régional des Alpilles 2018. *Éco-pastoralisme dans les Alpilles, témoignages et retours d'expériences*



Conservation  
des espèces



## Vache marine landaise



CONSERVATOIRE DES RACES  
D'AQUITAINE



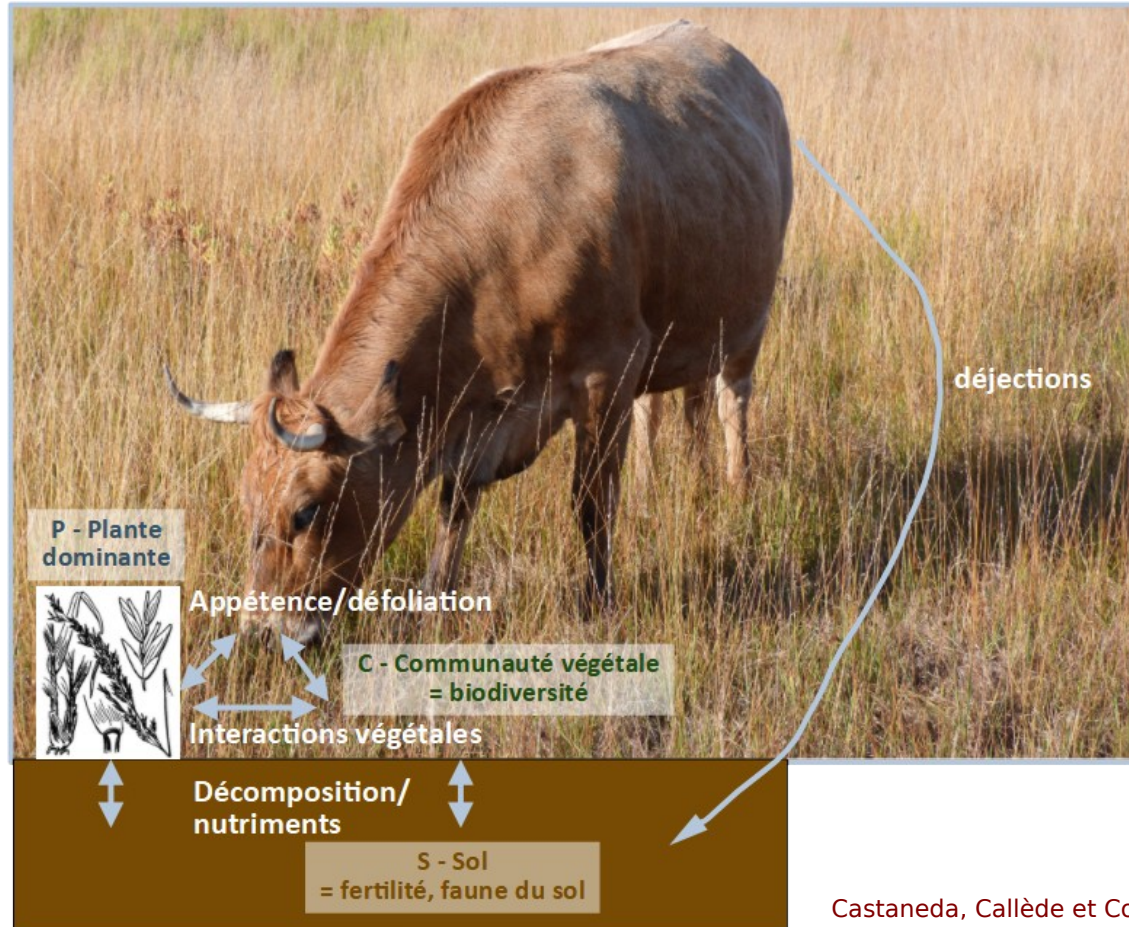
- **Libres à l'état sauvage** le long du littoral aquitain sur les dunes, dans les marais et les forêts.
- A partir du XIXe siècle, **pourchassées pour protéger l'enrésinement** des landes et des dunes : derniers individus abattus en 1950.
- **Sauvetage de la race** : découverte en 1987 d'un petit troupeau domestiqué.
- **Réintroduction dans réserves** naturelles d'Aquitaine.

Conservatoire des Races d'Aquitaine 2019, *Atlas*.

# Effets interactifs : système grands herbivores

Modèle **CPS** :

- communauté végétale
- plante dominante
- sol





- Quelles sont les effets à court terme de la **réintroduction des grands herbivores domestiques menacés sur le fonctionnement des écosystèmes** des réserves naturelles ?
- Quels sont les **effets interactifs** pilotés à court terme par le pâturage **autour des populations végétales, du compartiment sol et des communautés d'organismes** ?

# Matériels & Méthodes



© Emmanuel Corcket

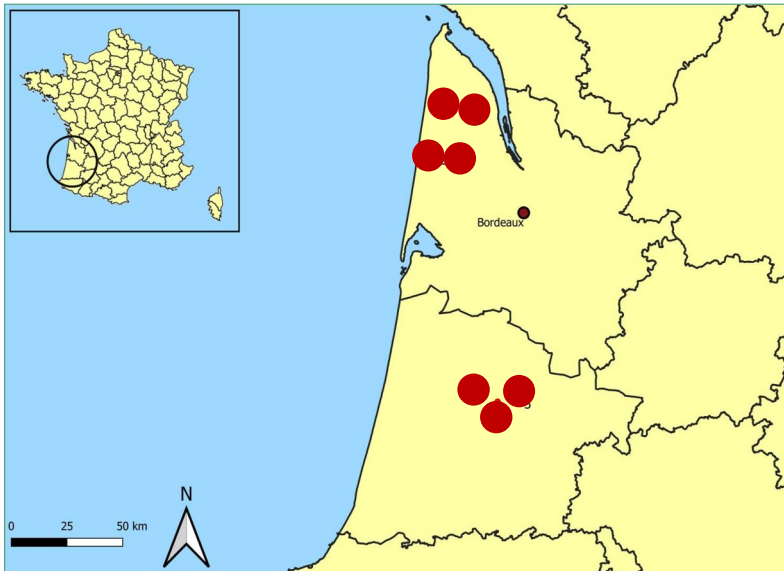


© Arnaud Lec'hvien



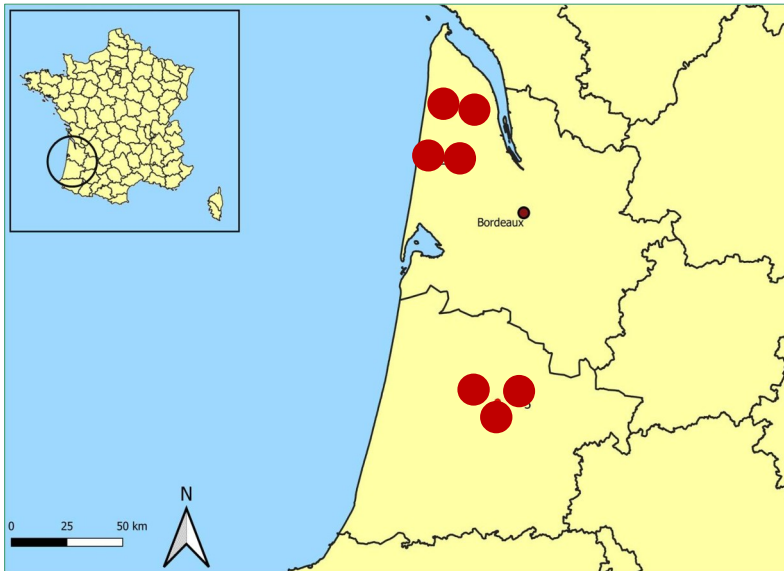
## Réseau expérimental « vache Marine landaise » (RExMarine)

Réserves naturelles des landes de Gascogne réintroduction des Vaches marines landaises



## Réseau expérimental « vache Marine landaise » (RExMarine)

Réserves naturelles des landes de Gascogne réintroduction des Vaches marines landaises



2 intensités de pâturage :

- faible (0,04 UGB/ha/an) – N=3
- moyenne (0,13 UGB/ha/an) – N=4

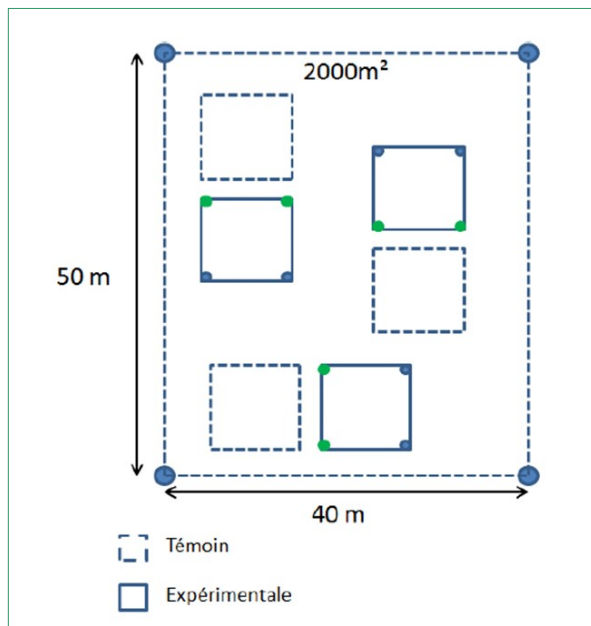


© Christel Vidaller



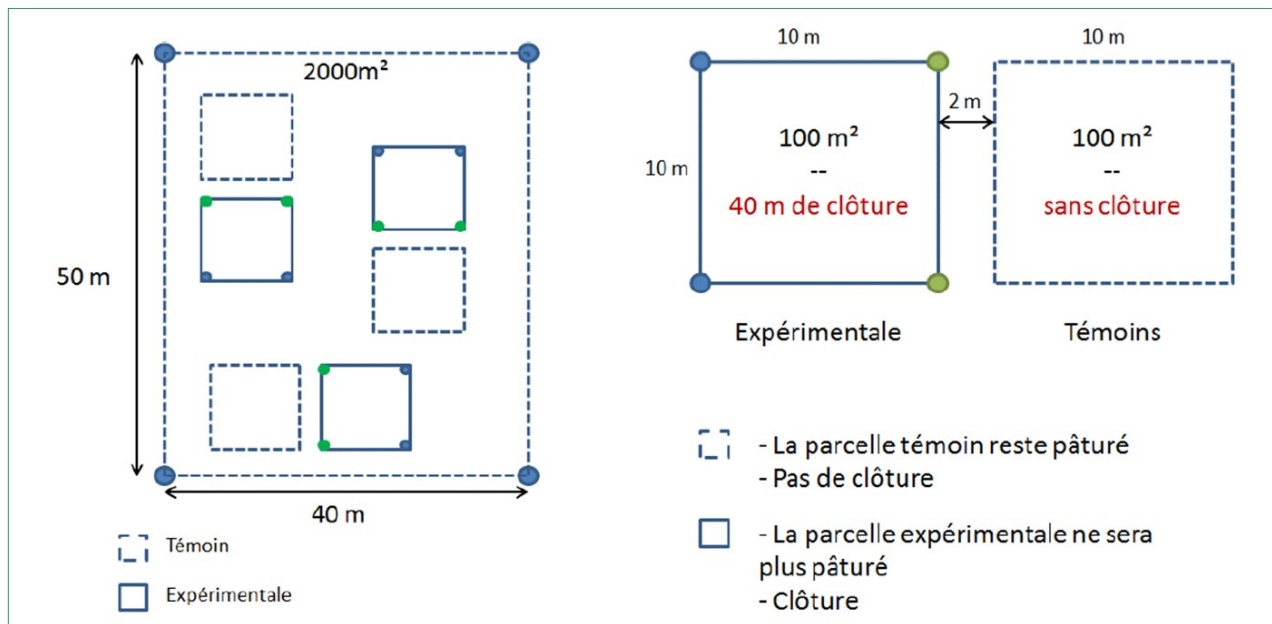
## Dispositif expérimental (2019)

Au sein de chaque site:



## Dispositif expérimental (2019)

Au sein de chaque site:



© Christel Vidaller



## Paramètres mesurés (2022)

### Végétation

Transects de végétation

Densités de végétation

Indices de diversité



## Paramètres mesurés (2022)

### Paramètres physico-chimiques du sol

Teneurs en N (nitrate et ammonium),  
en P Olsen et C



Compaction  
pH

### Activités biologiques du sol

C : Activité FDAse  
P : Activité phosphatase  
N : Nitrification et  
ammonification



Acariens (sous-ordre)  
Collemboles (sous-ordre)



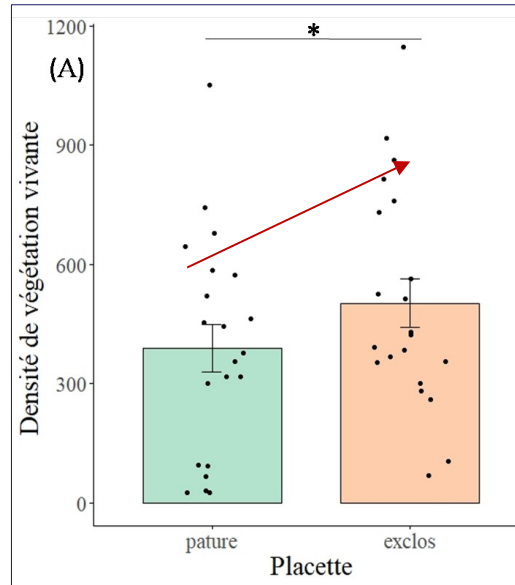
# Résultats & Discussion



© Arnaud Lec'hvien



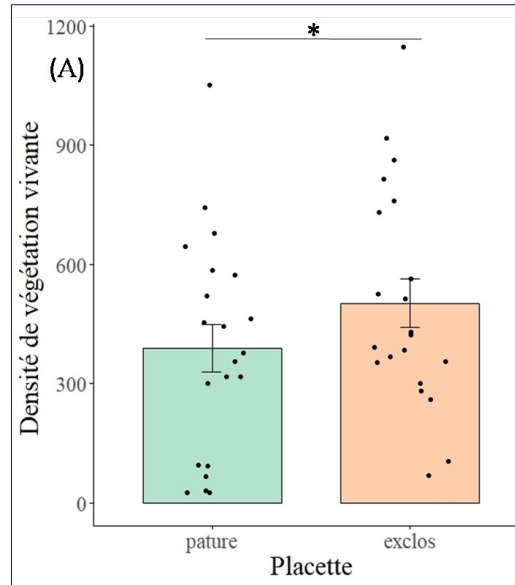
## Effets de l'exclusion de l'herbivorie sur la **densité végétale vivante**



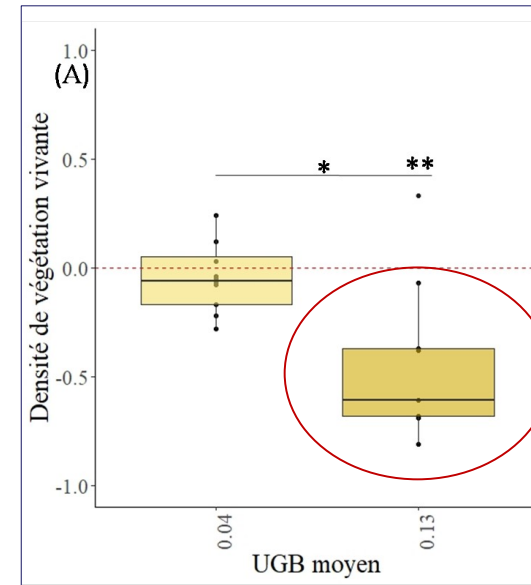
Augmentation de la densité de végétation suite à l'exclusion  
= effet de défoliation des herbivores (Vidaller *et al.* 2022)



## Effets de l'exclusion de l'herbivorie sur la **densité végétale vivante**



## Effets de l'intensité du pâturage sur la **densité végétale vivante**



Augmentation de la densité de végétation suite à l'exclusion  
= effet de défoliation des herbivores (Vidaller *et al.* 2022), excepté à faible intensité



## Défoliation

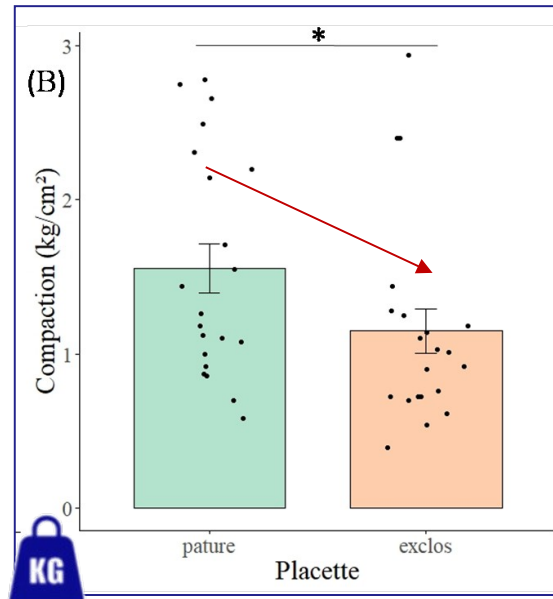


- L'herbivorie ouvre le milieu et réduit la compétition (Castillo-Garcia et al. 2022).
- Augmentation de la diversité floristique  
(Piggot & Grime 1980; Milchunas et al. 1988; Burns et al. 2009; Vidaller et al. 2019).
- La croissance compensatoire peut expliquer l'absence d'effet de la faible charge pastorale sur la densité de végétation (Blesky 1986)





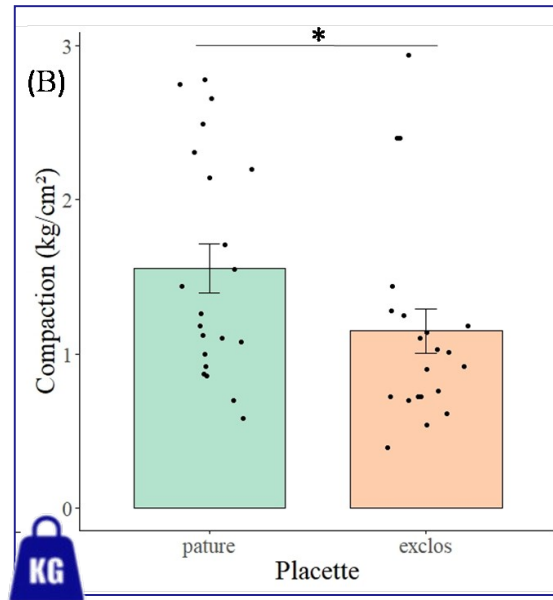
## Effets de l'exclusion de l'herbivorie sur la **compaction**



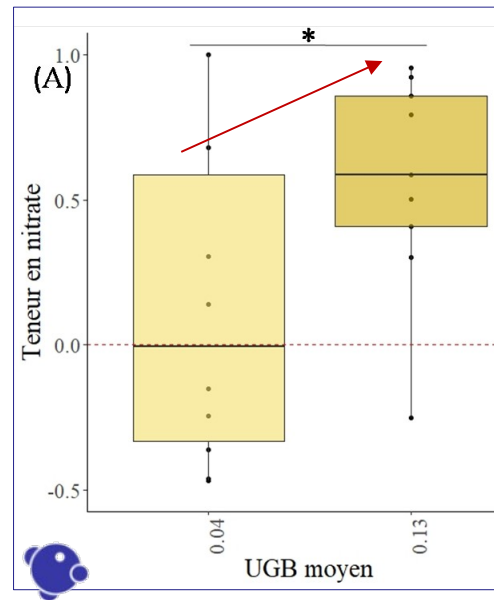
# Propriétés physico-chimiques et biologiques des sols

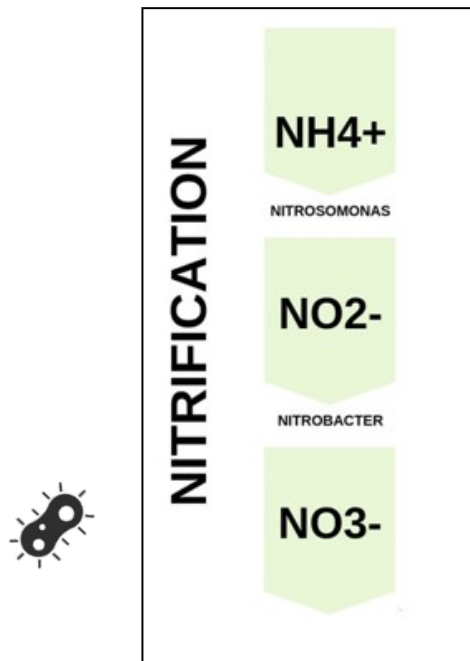
## Résultats & Discussion

Effets de l'exclusion de l'herbivorie sur la **compaction**

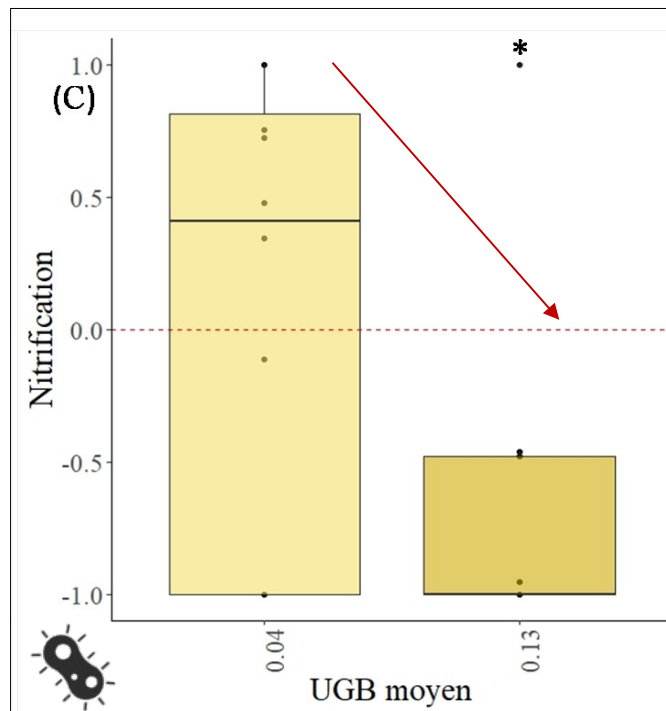


Effets de l'intensité du pâturage sur les teneurs en **nitrate**



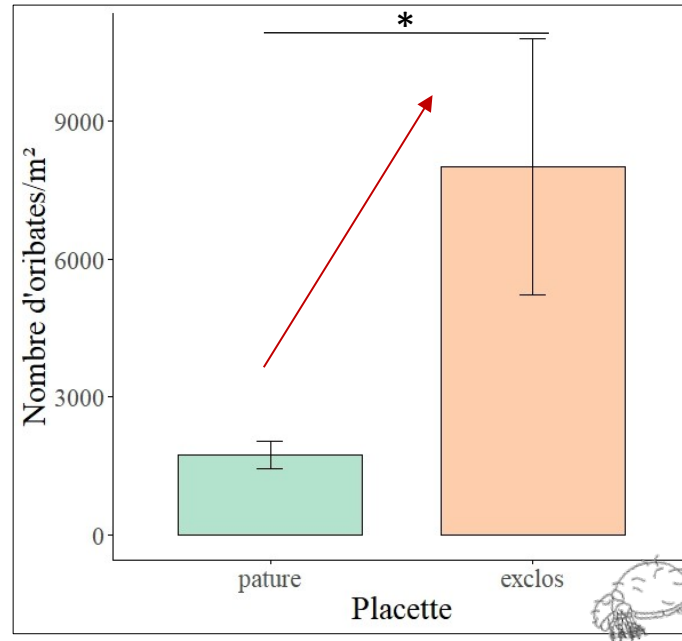


Effets de l'intensité du pâturage sur la **nitrification**





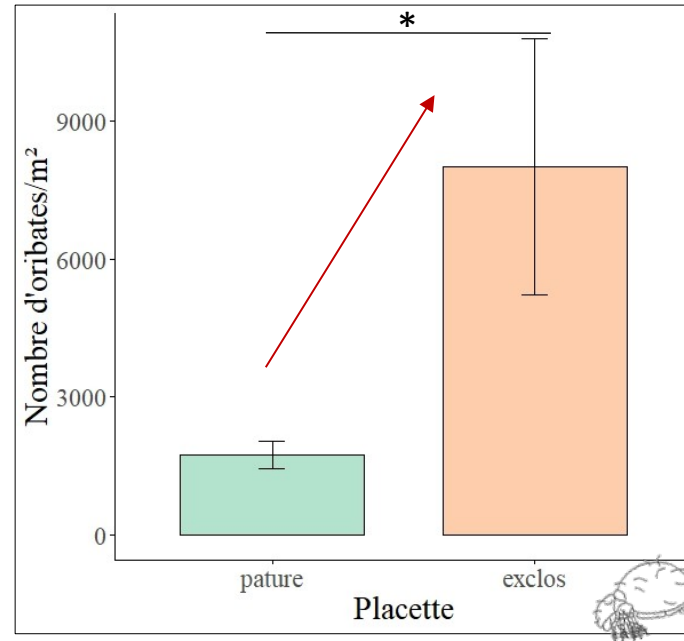
Effets de l'exclusion de l'herbivorie sur  
l'abondance en **acariens oribates**



Les oribates détritivores diminuent avec l'herbivorie



Effets de l'exclusion de l'herbivorie sur  
l'abondance en **acariens oribates**



MAIS diminution des  
collemboles épiédaphiques

Les oribates détritviores diminuent avec l'herbivorie



## A court terme

Augmentation de la compaction (Cumming & Cumming 2003).



Piétinement

Augmentation des teneurs en nitrate (Bloor *et al.* 2012)



Déjection et urine

Altération de la nitrification à charge moyenne  
(Haynes & Williams 1993 ; Bloor *et al.* 2012)



Augmentation des collemboles épiédaphiques

Altération des abondances en acariens  
oribates (Chabert 1999 ; Battigelli *et al.* 2003).



Défoliation

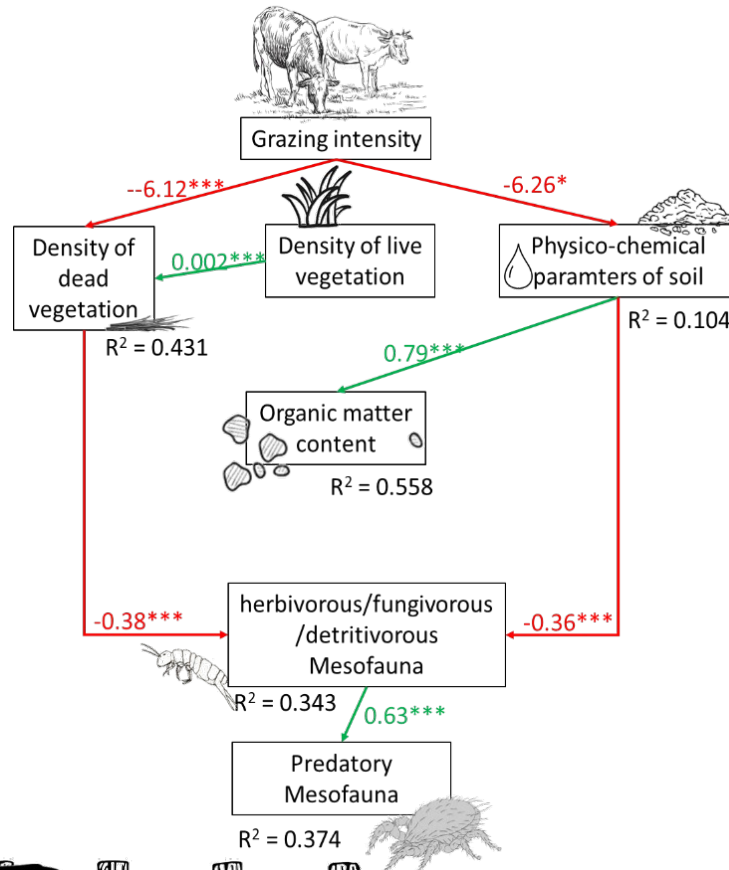


...





Résultats & Discussion



- L'intensité de pâturage impacte la nécromasse et non directement la biomasse vivante
- 2 cascades d'interactions sur la faune du sol:
  - 1 pilotée par la nécromasse
  - 1 par les propriétés physico-chimiques du sol

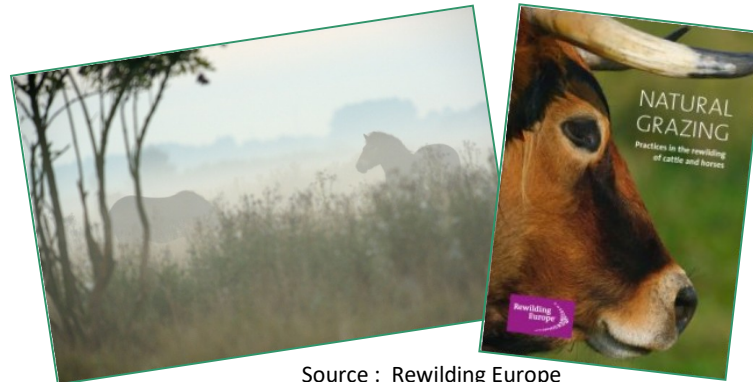


# Conclusions & Applications



## A court terme et à faible densité d'herbivores !

- La réintroduction des vaches marines landaises modifie tous les compartiments de l'écosystème: végétation, sol, fonctions microbiennes, mésofaune via la défoliation, le piétinement et les excréments
- Le pâturage affecte la biodiversité des sols par des effets de cascades et court-circuite les fonctions microbiennes (augmente la teneur en nitrate mais diminue la nitrification)
- Les effets du pâturage dépendent de la charge pastorale



Source : Rewilding Europe



## Restauration et conservation des milieux prairiaux humides par les grands herbivores

- Limiter l'enfrichement et contrôler la nécromasse de l'espèce dominante molinie
- Modifier les abondances de la mésofaune:
  - Voie trophique de la nécromasse
  - Voie trophique liée aux fèces
  - liée à habitat (paramètres physico-chimique des sols)
- Sauvegarde et conservation des races anciennes

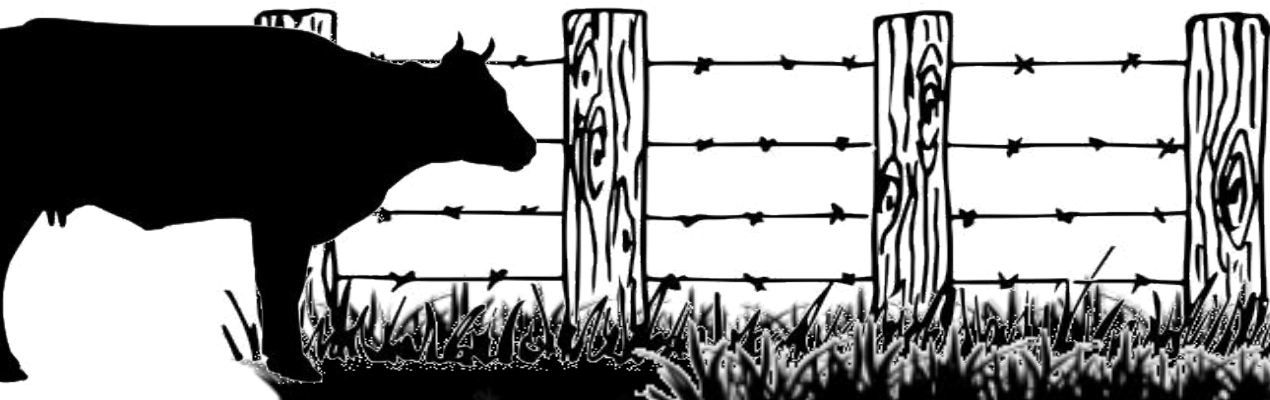
**Même à court terme, les grands herbivores peuvent impacter l'écosystème. Attention à la charge pastorale !**





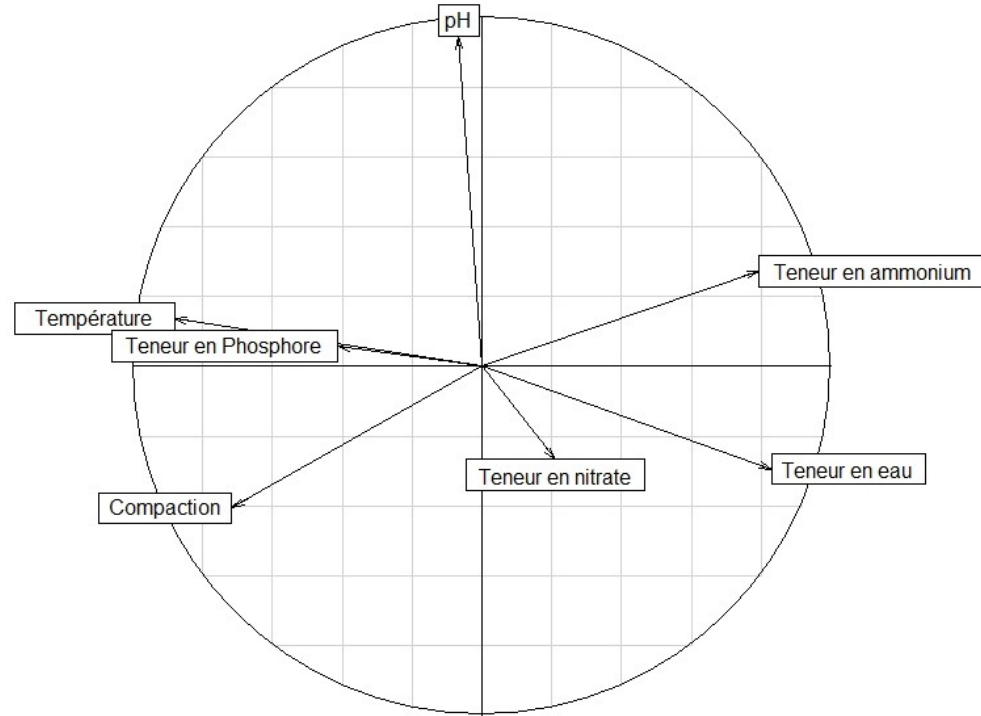


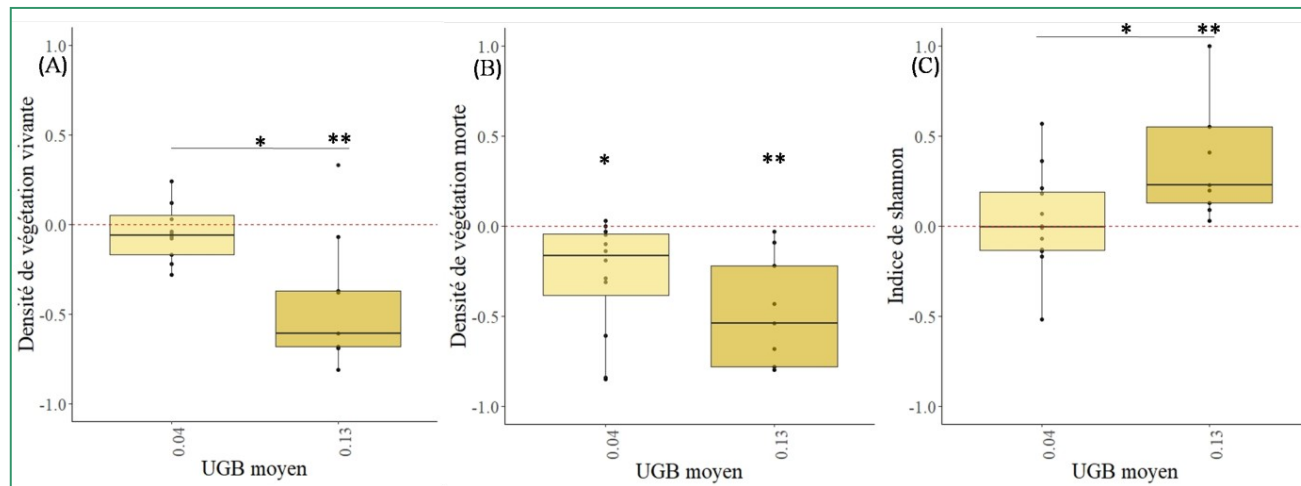
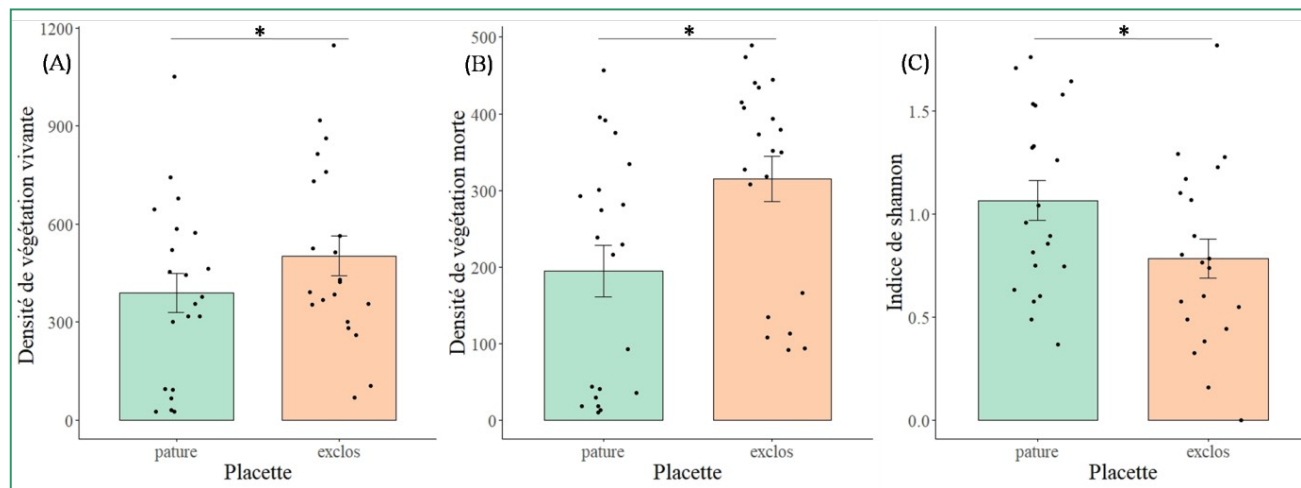
**MEUHRICI !**



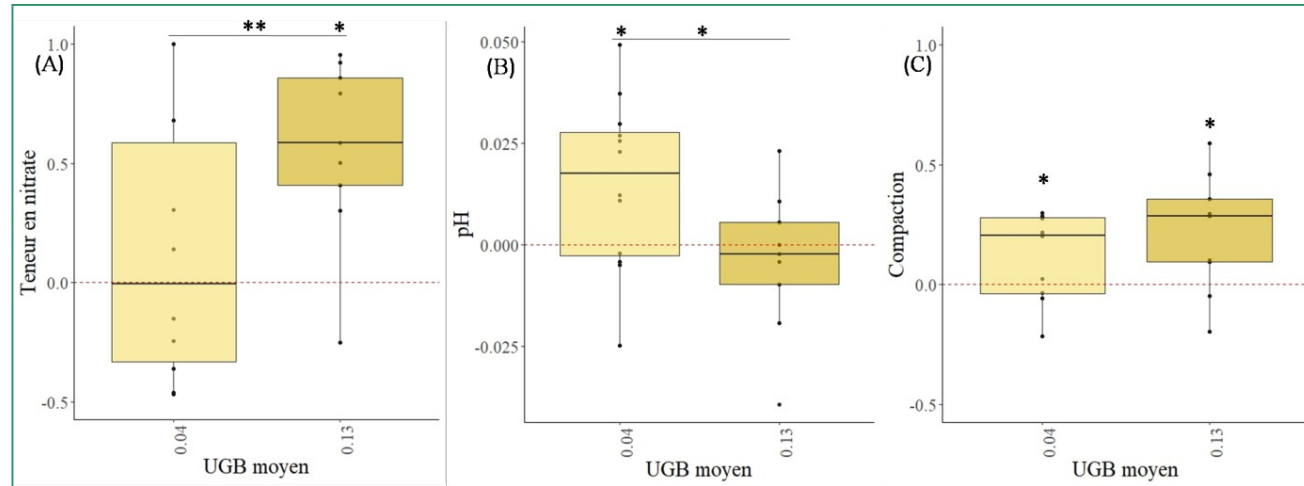
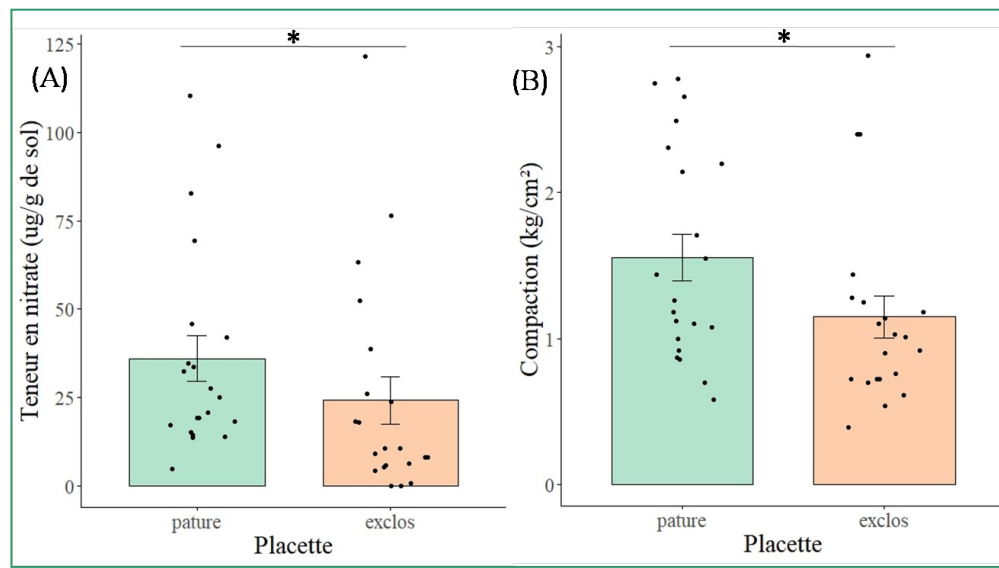
# Bibliographie

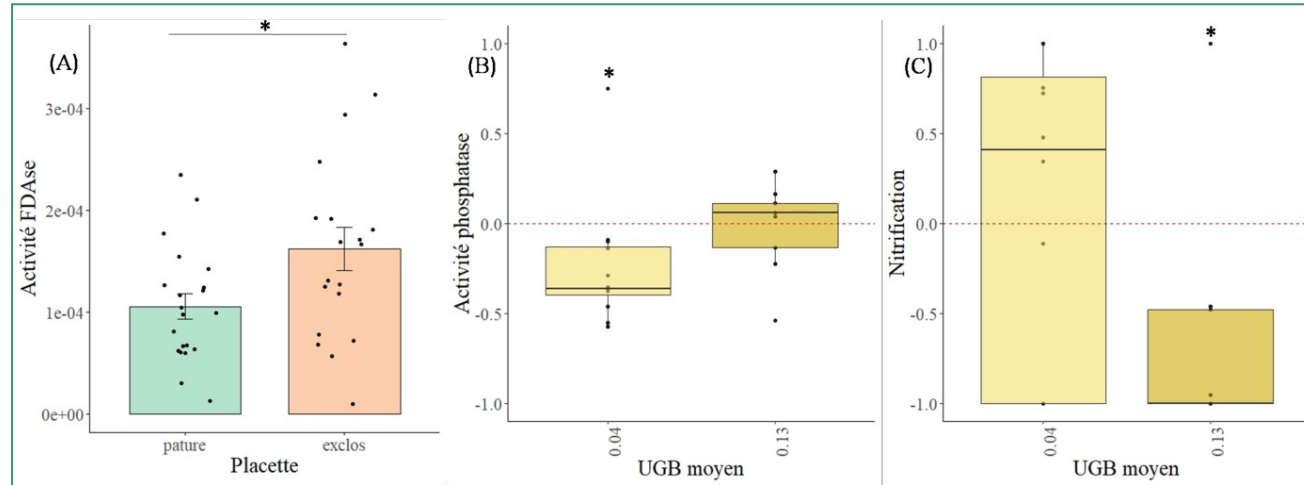
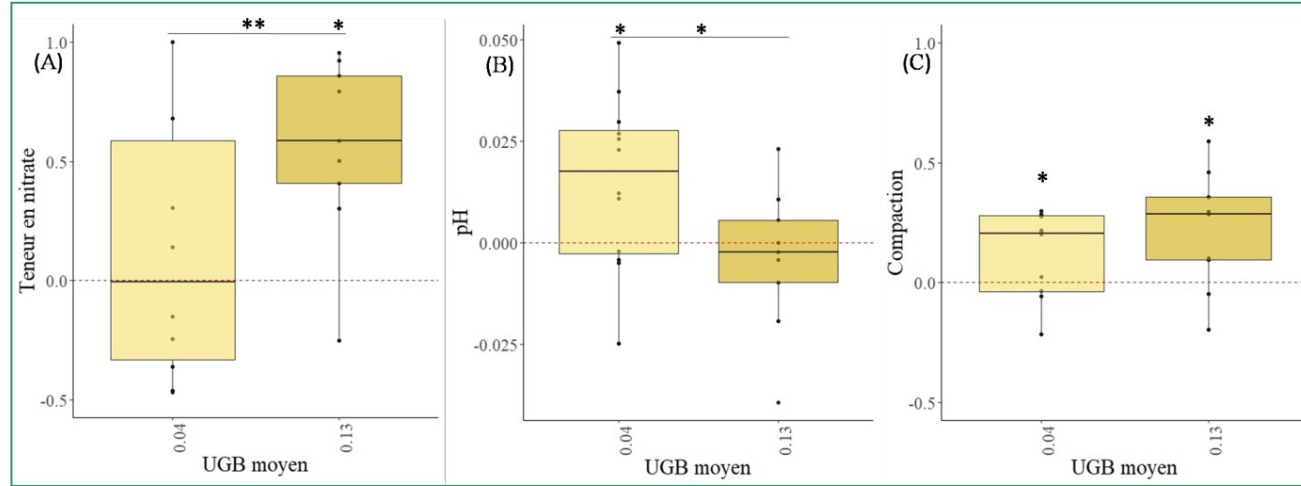
- Piggot, C.D. & Grime, J.P. (1980). Plant Strategies and Vegetation Processes. *The Journal of Ecology*, 68, 704.
- Lecomte, T., C. Le Neveu, and A. Jauneau. (1981). "[Restoring marshland biocenosis through the use of an ancient cattle breed (Highland cattle): case of the nature reserve at Manneville (Marais Vernier, Eure)[France]].[French]." *Bulletin d'Ecologie*.
- Belsky, A.J. 1986. Does herbivory benefit plants? A review of the evidence *The American Naturalist* 127: 870–892.
- Milchunas, D.G., Sala, O.E. & Lauenroth, W.K. (1988). A Generalized Model of the Effects of Grazing by Large Herbivores on Grassland Community Structure. *The American Naturalist*, 132, 87–106.
- Haynes, R.J. & Williams, P.H. (1993). Nutrient Cycling and Soil Fertility in the Grazed Pasture Ecosystem. In: *Advances in Agronomy*. Elsevier, pp. 119–199.
- Chabert, A. (1999) . Utilisation d'indicateurs biologiques pour l'analyse de l'impact des pratiques agricoles sur l'environnement - (dossier 99/19 - Diagnostic environnemental et indicateurs biologiques). Projet pilote conduit par l'ACTA. Montluel, 152p.
- Callaway, R.M., Kikvidze, Z. & Kikodze, D. (2000). Facilitation by unpalatable weeds may conserve plant diversity in overgrazed meadows in the Caucasus Mountains. *Oikos*, 89, 275–282.
- Battigelli, J.P., McIntyre, G.S., Broersma, K. & Krzic, M. (2003). Impact of cattle grazing on prostigmatid mite densities in grassland soils of southern interior British Columbia. *Can. J. Soil. Sci.*, 83, 533–535.
- Cumming, D.H.M. & Cumming, G.S. (2003). Ungulate community structure and ecological processes: body size, hoof area and trampling in African savannas. *Oecologia*, 134, 560–568.
- Burns, C.E., Collins, S.L. & Smith, M.D. (2009). Plant community response to loss of large herbivores: comparing consequences in a South African and a North American grassland. *Biodivers Conserv*, 18, 2327–2342.
- Bai, Y., Wu, J., Clark, C.M., Pan, Q., Zhang, L., Chen, S., et al. (2012). Grazing alters ecosystem functioning and C:N:P stoichiometry of grasslands along a regional precipitation gradient. *J Appl Ecol*, 49, 1204–1215.
- Bloor, J.M.G., Jay-Robert, P., Le Morvan, A. & Fleurance, G. (2012). Déjections des herbivores domestiques au pâturage: caractéristiques et rôle dans le fonctionnement des prairies. *INRA Prod. Anim.*, 25, 45–56.
- Schrama, M., Heijning, P., Bakker, J.P., van Wijnen, H.J., Berg, M.P. & Olf, H. (2013). Herbivore trampling as an alternative pathway for explaining differences in nitrogen mineralization in moist grasslands. *Oecologia*, 172, 231–243
- Zhou, G., Zhou, X., He, Y., Shao, J., Hu, Z., Liu, R., et al. (2017). Grazing intensity significantly affects belowground carbon and nitrogen cycling in grassland ecosystems: a meta-analysis. *Glob Change Biol*, 23, 1167–1179.
- Boulanger, V., Dupouey, J., Archaux, F., Badeau, V., Baltzinger, C., Chevalier, R., et al. (2018). Ungulates increase forest plant species richness to the benefit of non-forest specialists. *Glob Change Biol*, 24, e485–e495
- Lefebvre, T. & Gallet, C. (2018). Impacts des grands herbivores sur la végétation des prairies et conséquences sur la décomposition de la litière. *INRA Prod. Anim.*, 30, 455–464.
- Castaneda, I., Callède, L., Corcket, E. (2022). Apports d'un dispositif intégré « Communauté-Population-Sol » pour évaluer l'effet des grands herbivores sur les écosystèmes *Naturae*, sous presse.
- Castillo-Garcia, M., Alados, C.L., Ramos, J., Moret, D., Barrantes, O. & Pueyo, Y. (2022). Understanding herbivore-plant-soil feedbacks to improve grazing management on Mediterranean mountain grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 327, 107833.
- Vidaller, C., Malik, C. & Dutoit, T. (2022). Grazing intensity gradient inherited from traditional herding still explains Mediterranean grassland characteristics despite current land-use changes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 338, 108085.
- Vynne, C., Gosling, J., Maney, C., Dinerstein, E., Lee, A.T.L., Burgess, N.D., et al. (2022). An ecoregion-based approach to restoring the world's intact large mammal assemblages. *Ecography*, 2022, ecog.06098.



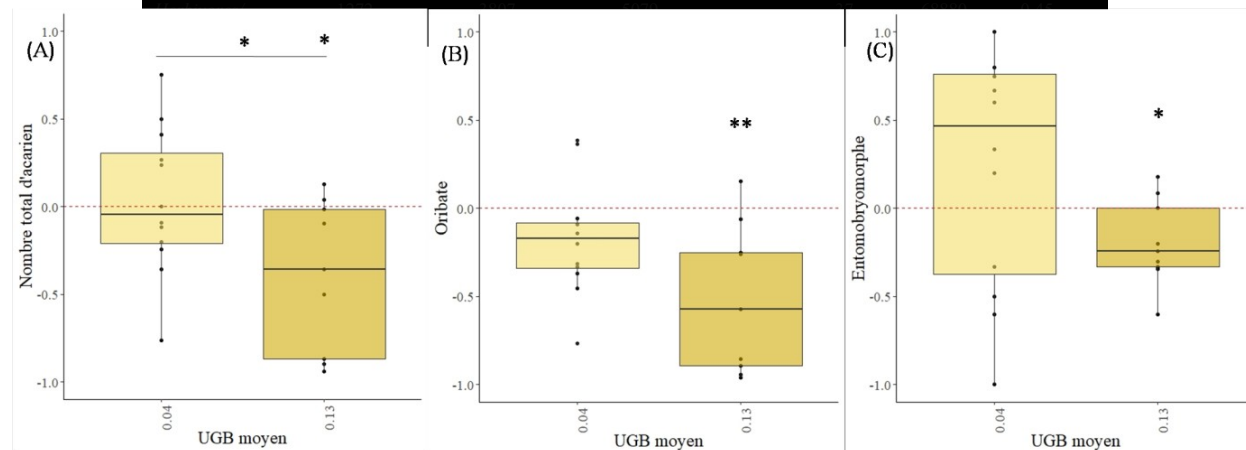








Taxons	Nombre d'individus captures par type de parcelle			Anovarg <sup>2</sup>		
	Témoin	Exclus	Total	ndf	deviance	Pr (>Chi)
Acariens	844	3710	4554	37	69643	0.34
<i>Prostigmata</i> prédateurs	148	372	520	37	30806	0.63
<i>Prostigmata</i> détritivores	133	287	420	37	34058	0.13
<i>Mesostigmata</i>	38	170	208	37	6506	0.67
<i>Astigmata</i>	256	1640	1896	37	39272	0.34
<i>Oribate</i>	269	1248	1517	37	26169	0.04*
Collemboles	614	639	1253	37	26148.4	0.67
<i>Symphyleone</i>	236	140	376	37	35370	0.05*
<i>Podurcomorphe</i>	118	216	334	37	19103	0.06
<i>Entomobryomorphe</i>	244	277	521	37	17196	0.12
<i>Neelipleone</i>	16	6	22	37	4432	0.04*
Total	1458	3785	5807	37	66745	0.42
Groupe fonctionnelle (collemboles)						
<i>Epiédaphique</i>	99	47	146	37	17875	0.01*
<i>Hémiedaphique</i>	195	225	420	37	23899.7	0.61
<i>Euedaphique</i>	320	367	687	37	10763	0.32
Groupe trophique						
<i>Predateurs</i>	186	542	728	37	30231	0.68



# SUIS-JE UN CHEVAL ?

