



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE,
DE LA BIODIVERSITÉ,
DE LA FORÊT, DE LA MER
ET DE LA PÊCHE
*Liberté
Égalité
Fraternité*



Programme FRB-MTE-OFB

Pressions anthropiques et impacts sur la biodiversité terrestre

Restitutions Juin 2025

Projet COMEPI

**Comprendre les patrons de biodiversité et leurs impacts fonctionnels,
MESurer des indicateurs pour PIloter les habitats par la gestion
anthropique**

Axe Synergie

Anne BONIS
Chargée de recherche
CNRS UMR GEOLAB, Clermont-Ferrand

T. Dutoit, H. Fontes, F. Mesleard, G. Loucougaray, A. Michelot-Antalik, D. Alard, S. Lemauviel Lavenant, S. Diquelou, O. Chabrerie, C. Blaix, A. Bonis & Mia Svensk (post doc) & Nicolas Rossignol (data analyst)



Contexte:

Programme de surveillance nationale de l'état de conservation des habitats *semi-naturels ou naturels* prairiaux et pelousaires (**projet SURPAS**)

Enjeux

- ⇒ Identifier les conditions de gestion permettant de maintenir le bon état les habitats agropastoraux, semi-naturels et naturels, et ses indicateurs
- ⇒ Démêler les effets des pressions anthropiques et non anthropiques pour connaître les objectifs atteignables par la gestion
- ⇒ Documenter les effets des pressions sur une diversité de critères d'état de conservation pour tenir compte de la diversité des enjeux

Challenge analyse à l'échelle métropolitaine

=> analyses sur des pools d'espèces différents, soumis à des pressions ou à des gammes de pressions pour partie différentes => *Jusqu'où peut-on préciser les liens pressions/réponses? Avec le jeu de données 'SURPAS' / avec autres jeux de données (cahier des charge)*

- 2 Habitats agropastoraux=> usage indispensable à la conservation de l'habitat

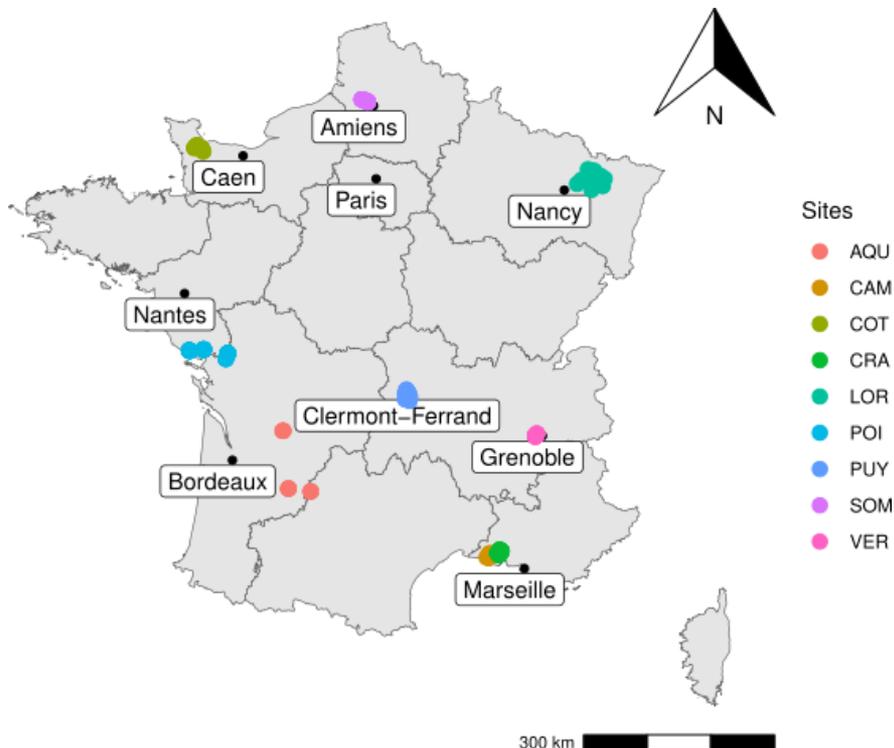
- Connaitre l'importance relative des pressions impactant significativement l'état de conservation des habitats agropastoraux métropolitains
 - pressions anthropiques
 - pressions non anthropiques

- Identifier les critères d'état de conservation d'intérêt (réponses) qui répondent aux pressions & peuvent être suivis (faisabilité, répétabilité et fiabilité)

- Proposer des indicateurs de pressions et d'état de conservation pertinents, protocolés, pour suivi et analyse dans le cadre du programme national de surveillance
 - ⇒ Identifier les modalités de gestion anthropique favorables à l'EC et adaptées au 'champ des possibles' (*cf pool d'espèces, conditions environnementales-pressions non anthropiques*)

Habitats agropastoraux: pelouses, prairies, landes basses

⇒ Une diversité de types d'habitats agro-pastoraux dans & autour de 9 sites N2000



Coteaux calcaires

⇒ Aquitaine & Somme

Prairies humides

⇒ Cotentin, M. Poitevin, Lorraine, Camargue

Pelouses méditerranéennes

⇒ Crau, Camargue

Prairies et landes basses de moyenne montagne

⇒ Vercors, chaîne des Puys

- Acquisition des données terrain dans le cadre du projet SURPAS => par tout le consortium
- Design et suivi du travail d'analyses des données => réunions et échanges réguliers par mails
- Réalisation des analyses des données: M. Svensk puis N. Rossignol (dir: Geolab)

Deux séquences d'analyse de données => deux démarches complémentaires explorées pour apprécier leur 'efficacité' pour produire des résultats utilisables pour le programme de surveillance

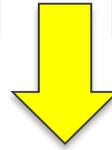
Cadre Pressions/Réponses

- Dimension multiple des pressions comme des impacts/réponses
- Hypothèse de co-effets des différentes pressions
- H0: prédominance de l'effet de la modalité ou de l'intensité de la gestion
- H0: diversité des critères d'état de conservation répondent de façon différente aux pressions, y compris au sein d'une même famille (patrimoniaux, fonctionnels, valeur d'usage)

Pressions: gestion agro-pastorale

Pressions : non anthropiques :

+ et X



Impacts sur une diversité de critères
d'état de conservation des habitats

Pressions: gestion agro-pastorale: enquêtes +

partenariat avec animateur N2000

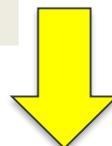
- Type de gestion (sans gestion, fauche, pâture, mixte etc), fréquence, calendrier
- Type de bétail et chargement
- Fertilisation, amendement
- Traitements

=> **Land Use Index (LUI)**, Blüthgen *et al.* (2012)

+

Pressions : non anthropiques :

- Altitude
- Pente
- Exposition
- Caractéristiques sol (pH, C, N, P, CEC,)
- Climat (P, T, ETP, etc)
- + Régime hydrique, Conductivité du sol



Impacts sur différent critères d'état de conservation des habitats

- Critères patrimoniaux
- Critères fonctionnels – fct écosystémiques
- Critères de valeur d'usage (agropastorale)



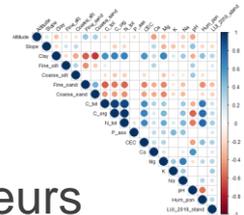
- Richesse taxo, Nb espèces caractéristiques habitat N2000, ressources pollinisateurs, structure ht pour araignées
- cycles biogéochimiques: Ht, LDMC, épaisseur litière
- Biomasse, tx N, Digestibilité fourrage, Min

- ⇒ **Pressions** sol et climat => multi-dimensionnelles => approche intégrative par les scores ACP sur les 10 caractéristiques de sol et 17 variables climatiques
- ⇒ **Gestion agro-pastorale** => multi-dimensionnelle => expérience suggère fiabilité limitée des contenus des enquêtes, nb de modalités élevé, modalités corrélées => variable Land Use Index, LUI (Blüthgen *et al.*, 2012)

$$LUI = \frac{F_i}{F_R} + \frac{M_i}{M_R} + \frac{G_i}{G_R}$$

F_i : the fertilization level (kg N ha⁻¹ year⁻¹), M_i the mowing frequency per year, G_i the grazing intensity (livestock units ha⁻¹ year⁻¹) on each plot i , and the F_R , M_R , and G_R their respective mean within the concerned region

- ⇒ **Sélection** des variables de pression non fortement redondantes
- ⇒ **Sélection des jeux de données** pour garantir la pertinence des facteurs de pressions et de leur gamme de modalités



Analyses de l'effet des Pressions sur les critères de réponses (impacts)

Séquence 1

⇒ Choix d'une méthode permettant de prendre en compte la diversité des pressions et leurs interactions, les effets directs et indirects entre pressions et impacts (indicateurs de ..), entre pressions, entre impacts

Modèles en équations structurales (SEM)

- 4 types d'habitats dans même analyse
- Pour chaque type d'habitat

Séquence 2

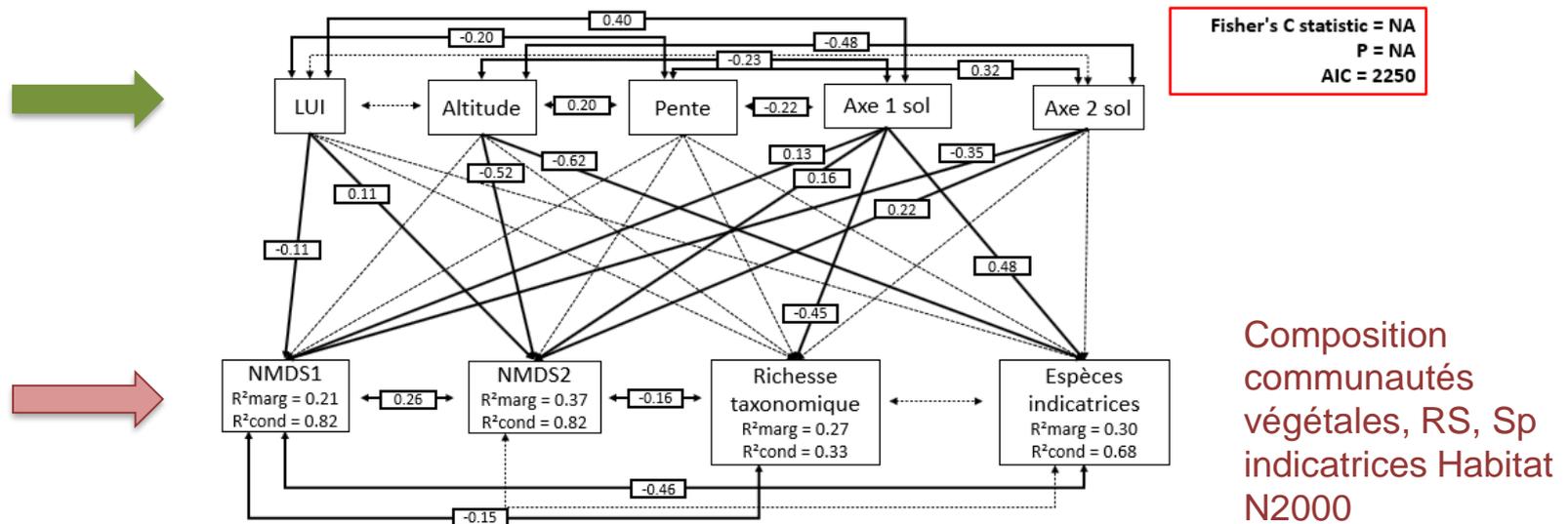
⇒ privilégie l'identification des pressions qui ont un effet direct sur les critères d'état de conservation

⇒ Orientée vers la gestion et l'action

⇒ Solution face à l'impasse de certains SEMs

GLM: analyses de variance

Résultats obtenus via les modèles en équations structurales (SEM)



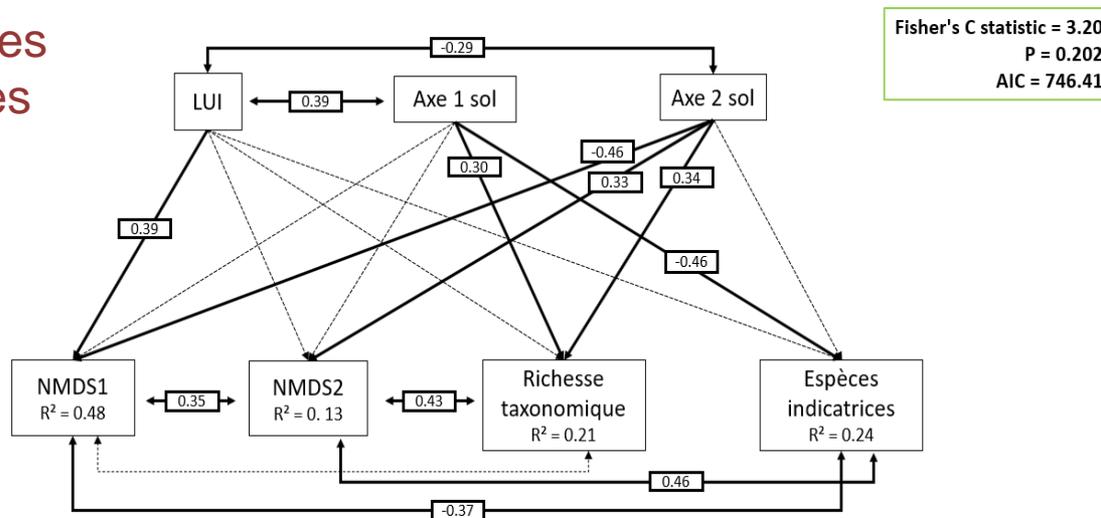
- N'aboutit pas quand données analysées pour tous les types d'habitats ensemble => pertinence limitée de certaines pressions ou de leur gamme (altitude, pente, régime hydrique, ..) selon les grands types d'habitats

11 Analyses par grands types d'habitats, identifiés sur la base des facteurs écologiques

Résultats obtenus via les SEM par grands types d'habitats, sur critères patrimoniaux

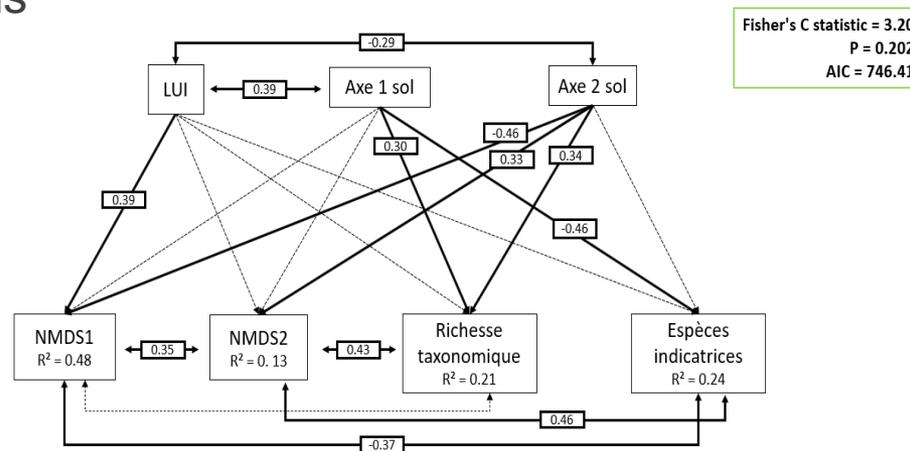
- SEM aboutissent sauf pour jeu données relatifs aux habitats méditerranéens

SEM sur données Prairies Humides



Résultats obtenus via les SEM par grands types d'habitats, sur critères patrimoniaux

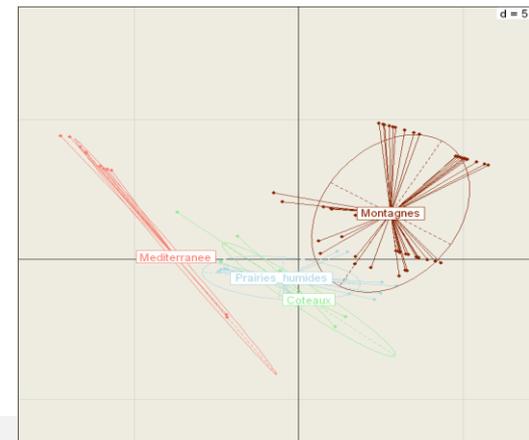
- SEM aboutissent sauf pour jeu données relatifs aux habitats méditerranéens



- Effets pression anthropique + non anthropiques et interactions
⇒ **effets pressions multiples, directes et non directes**
- Effet gestion : systématique mais parfois faible sur certains critères d'état de conservation
- Interactions entre les variables de réponses aux pressions

Résultats obtenus via GLM par grands types d'habitats sur tous les critères d'EC

=> ajout de données pressions qui apparaissent pertinentes (données climatiques au sein des types d'habitats) et via information catégorielle pour régime hydrique et conductivité sol



Les modèles retenus initiaux :

Habitats Coteaux:	$y \sim \text{clim1} + \text{clim2} + \text{LUI}$	$+ \text{pente} + \text{sol1} + \text{sol2} + \text{SITE}$
Habitats Moyenne montagnes:	$y \sim \text{clim1} + \text{clim2} + \text{LUI}$	$+ \text{altitude} + \text{pente} + \text{sol1} + \text{sol2} + \text{SITE}$
Habitats Prairies humides :	$y \sim \text{clim1} + \text{clim2} + \text{LUI} + \text{RH}$	$+ \text{sol1} + \text{sol2} + \text{SITE}$
Habitats méditerranéens secs :	$y \sim \text{clim1} + \text{clim2} + \text{LUI}$	$+ \text{sol1} + \text{sol2} + \text{SITE}$

Habitats Coteaux

COTEAUX		LUI	Pente	sol1	sol2	Clim1	Clim2	R ² ajusté
Patrimoniaux & habitat d'espèces	compo veg1	*						0,21
	compo veg2	*	**					0,68
	RS		**					0,4
	RS indicateurs habitat							0,65
	Site nidification terricoles			***				0,33
	Var Ht--Araignées	*		**				0,58
valeur d'usage	Tx N							0,48
	Digestibilité	**					*	0,9
	Tx minéraux							0,24
	Biomasse							0,43
Fonctionnement écosystémique	Hauteur veg (avant usage)	***						0,51
	Ep. Litière			*				0,22
	TMS limbes		*					0,26

Habitats Moyenne Montagne

Moyenne Montagne		LUI	Pente	altitude-res	sol1-res	sol2	Clim1	Clim2	R ² ajusté
Patrimoniaux & habitat d'es	compo veg1	**				**			0,54
	compo veg2	***	*		*				0,59
	RS								0,23
	RS indicateurs habitat	***				***			0,5
	Site nidification terricoles					*		***	0,6
	Var Ht--Araignées						*	***	0,54
	ressources pollinisateurs								0,25
valeur d'usage	Tx N	***							0,56
	Digestibilité	***							0,59
	Tx minéraux	***			*		*		0,56
	Biomasse				*		**		0,54
Fonctionnement écosystème	Hauteur veg (avant usage)			*	**		**		0,54
	Ep. Litière	*		***		*			0,57
	TMS limbes	**		*				*	0,47

Habitats Prairies Humides

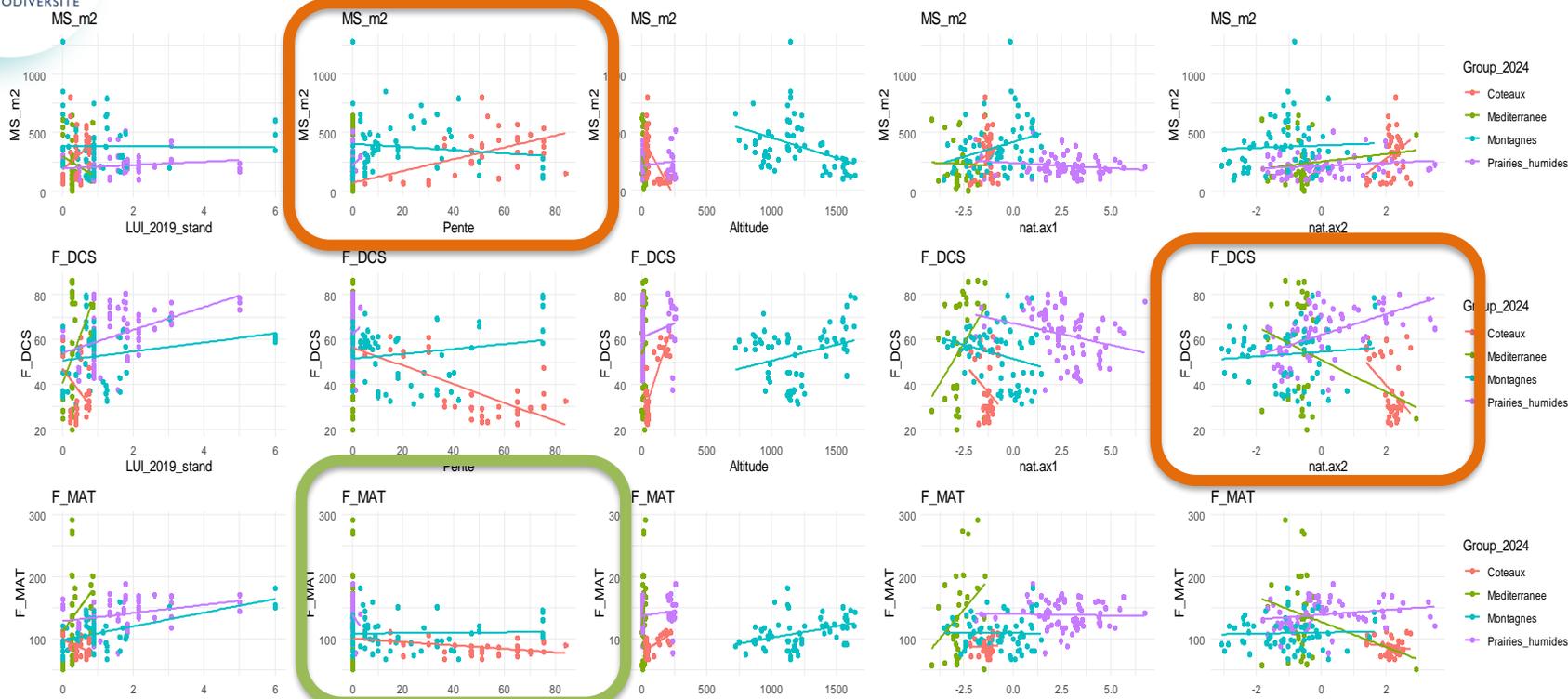
		LUI	Durée inondation	sol1-res	sol2	Clim1-res	Clim2	R ² ajusté
Prairies Humides	Patrimoniaux & habitat d'es		*				**	0,85
	compo veg1		***	***			***	0,66
	compo veg2		**					0,5
	RS	*				**		0,51
	RS indicateurs habitat	*		**	**			0,61
	Site nidification terricoles					**		0,13
	Var Ht--Araignées			*				0,41
	ressources pollinisateurs							
valeur d'usage	Tx N	*	***					0,56
	Digestibilité	*	*			**		0,49
	Tx minéraux	**	**			**	*	0,55
	Biomasse							0,09
Fonctionnement écosystème	Hauteur veg (avant usage)					**	**	0,46
	Ep. Litière							0,9
	TMS limbes							0,54

Habitats Méditerranéens secs

Habitats Méditerranéens secs		LUI	sol1-res	sol2	Clim1-res	Clim2	R ² ajusté
Patrimoniaux & habitat d'espèces	compo veg1						0,10 NS
	compo veg2		*	**			0,8
	RS			***	**		0,51
	RS indicateurs habitat	**		*			0,37
	Var Ht--Araignées	***		*	****		0,49
valeur d'usage	Tx N						0,09 NS
	Digestibilité		*				0,20_NS
	Tx minéraux						0,02_NS
	Biomasse	*			*		0,16 NS
Fonctionnement écosystémique	Hauteur veg (avant usage)	***			***		0,72
	Ep. Litière	***			***	*	0,89
	TMS limbes					**	0,39

- Qualité de l'ajustement des données :
 - R2 ajusté varie de 0,09 à 0,9, sans relation évidente avec le type de critères.
 - Critères de valeur d'usage des habitats méditerranéens secs mal modélisés => *nombre de plots faible, ou facteurs de pression manquant, ou gamme de valeurs restreinte*
- Pressions qui impactent directement les critères d'EC
 - ⇒ climat, sol, et intensité des usages impactent les critères d'EC dans les 4 grands types d'habitats
 - ⇒ Effets combinés de différentes pressions: critères d'EC dans un habitat répondent à une pression (27%), 2 pressions (46%), 3 pressions (27%), 4 pressions (0.3%)
 - ⇒ Pression anthropique (LUI) : pression unique pour 4 cas sur 37 seulement
 - ⇒ LUI impacte au moins un critère d'EC par famille dans tous les habitats, *sauf valeur d'usage en prairies humides*
 - ⇒ Pression particulière à un type d'habitat (pente pour coteaux et moyenne montagne, altitude pour moyenne montagne, régime hydrique pour prairies humides).

Relations Pressions/Réponses



Sens et force des relations parfois très différents selon le type d'habitat

- ⇒ justifie la segmentation du jeu de données par grands types d'habitats
- ⇒ compromis entre caractère générique des analyses, pertinences des pressions prises en compte et puissance statistique
- ⇒ contrastes climatiques au sein des grand types d'habitat => *homogénéité pédo-climatique limitée => question du niveau d'organisation des habitats pertinent et son 'grain' de contrastes*

Comment ces résultats pourront être utilisés dans le programme de surveillance de la biodiversité terrestre

- Démarche-guide pour le choix des jeux de données cohérents sur le plan écologique et pour les conclusions espérées
- Résultats précisent les pressions non anthropiques à prendre en compte pour analyse correcte de l'effet des pressions anthropiques
- Identifient les indicateurs de pressions et de réponses/impacts => pertinents, accessibles, adaptés
- Montrent que 3 familles de critères d'état de conservation (valeur patrimoniale + habitat d'espèces, fonctionnement écosystémique, valeur d'usage) peuvent être suivi via nombre réduit de variables (Blaix *et al.* 2023, 2025, AEE ; Pacé *et al.* 2024, Ecol. Ind)
- Protocoles acquisition des indicateurs de pression et des indicateurs de réponse décrivant l'état de conservation
- Démarche guide pour les analyses des données sur une diversité de type de variables à expliquer (quantitative, comptages, effet site) et discussion pro/cons approche SEM et GLM.



- **Améliorations et compléments :**

- introduire les moyennes régionales des pratiques agropastorale OU mieux, par type d'habitat
- Analyse des différentes dimensions de la gestion agropastorale si très large jeu de données mais précaution dans l'usage des données d'enquêtes
- **Soulève la question de la gamme des usages (intensité et modalités) effectives, actuelle et passée, dans les habitats semi-naturels**

Peu de données complètes (biais dans les données disponibles via acteurs agricoles)

La gestion agropastorale est en mutation....

Enjeu de caractérisation des pratiques : déterminant pour analyser leurs effets et donc fournir des préconisations pertinentes

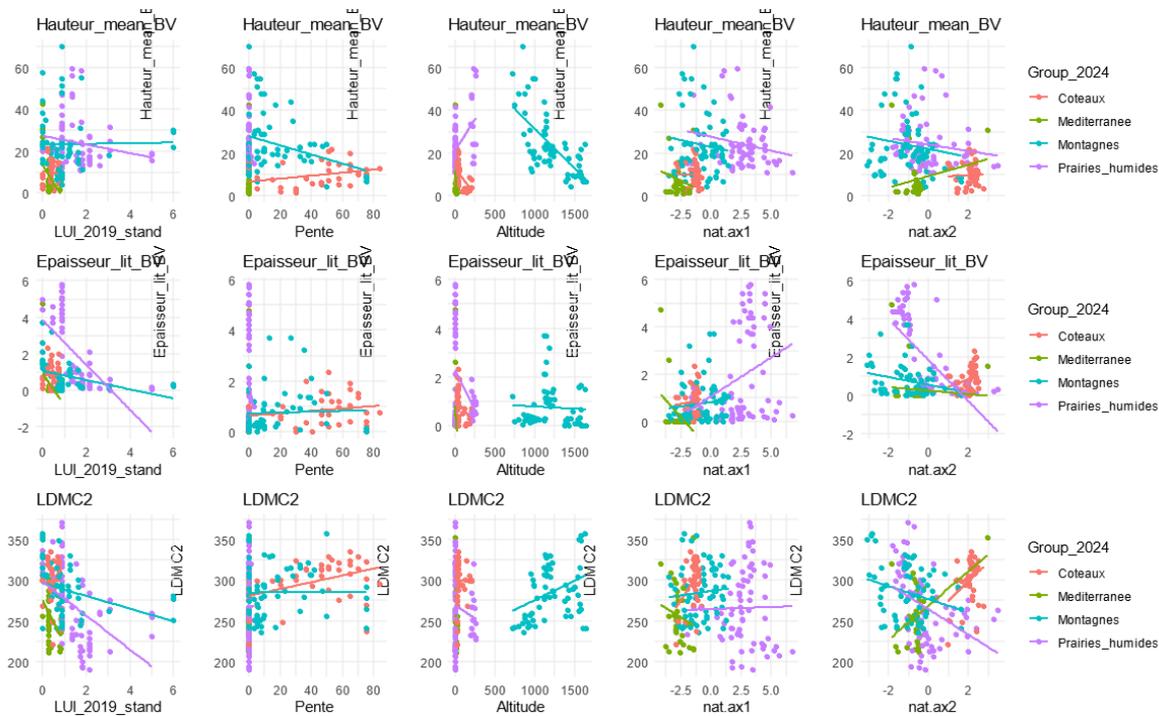
=> projet d'observatoire national des prairies?

22 => idem dans certains territoires

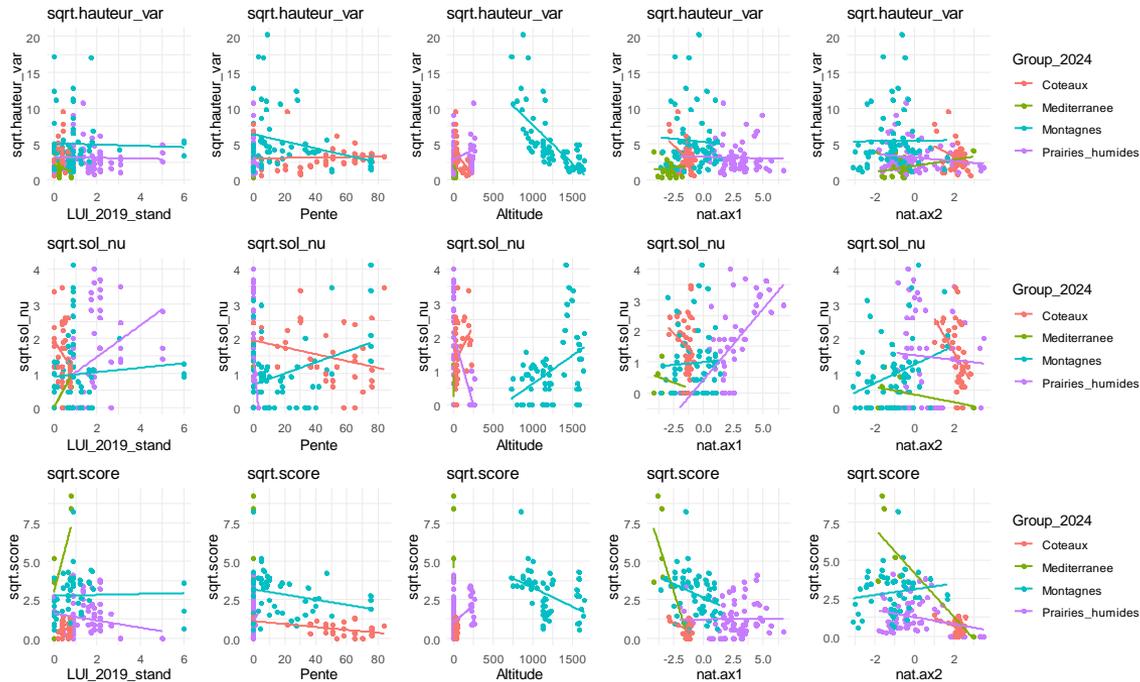
Harmoniser/transférer informations obtenues via ce type de données

Merci de votre attention





Biplots présentant la valeur des 3 critères fonctionnels en fonction des facteurs de pression pour les 4 grands types de végétation.



Biplots présentant la valeur des 3 critères Habitats d'espèces, avec une transformation racine carrée pour améliorer leur distribution, en fonction des facteurs de pression pour les 4 grands types d'habitats, sur un même graphe