

Effets des changements climatiques sur des espèces endémiques de Madagascar, dans le cadre de la création d'une Nouvelle Aire Protégée



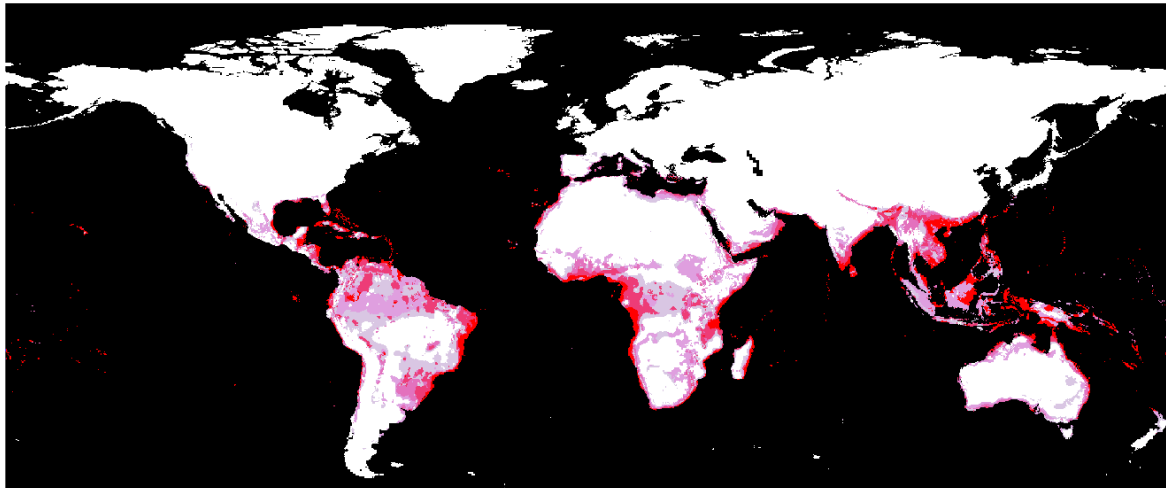
Modèles de répartition d'espèces (SDMs)

Répartition des espèces conditionnée par :

- Facteurs environnementaux ou physico-chimiques
- Relation biologiques des espèces entre elles (compétition, prédation etc.)
- Capacité de dispersion (/colonisation)

SDMs :

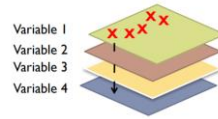
- Déterminent la relation entre la présence d'une espèce à un endroit donné et ces facteurs
- Possible d'extrapoler cette relation dans le temps et l'espace en fonction des scénarios futurs



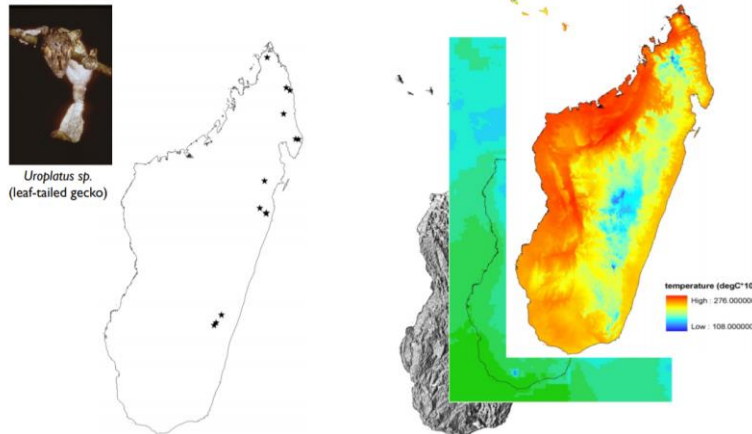
Modèles de répartition d'espèces

2 TYPES DE MODELES :

Modèles corrélatifs



- Nécessitent des données de la présence observée d'une espèce à un endroit donné + un set de variables explicatives associées



Modèles mécanistes

- Connaissance de la *physiologie*, du *comportement* ou de la *reproduction* de chaque espèce grâce à des études menées en *laboratoire*

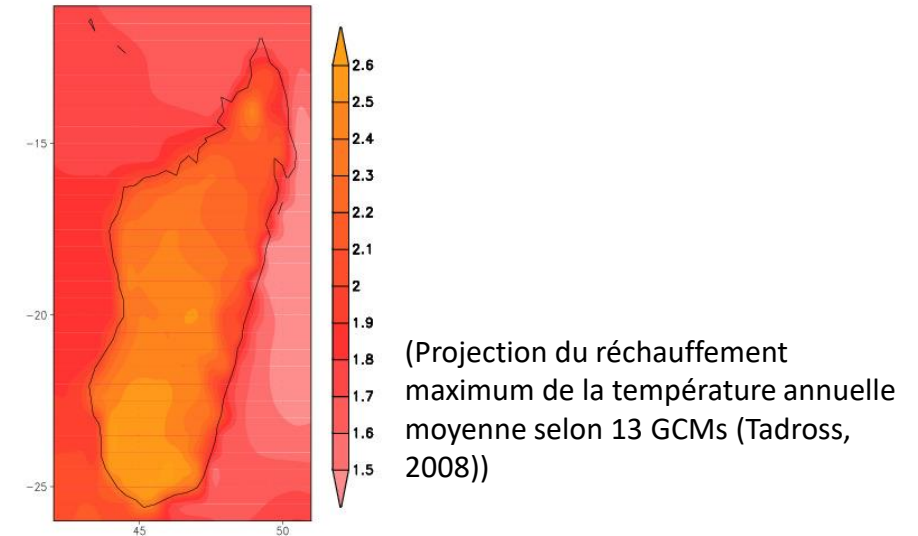
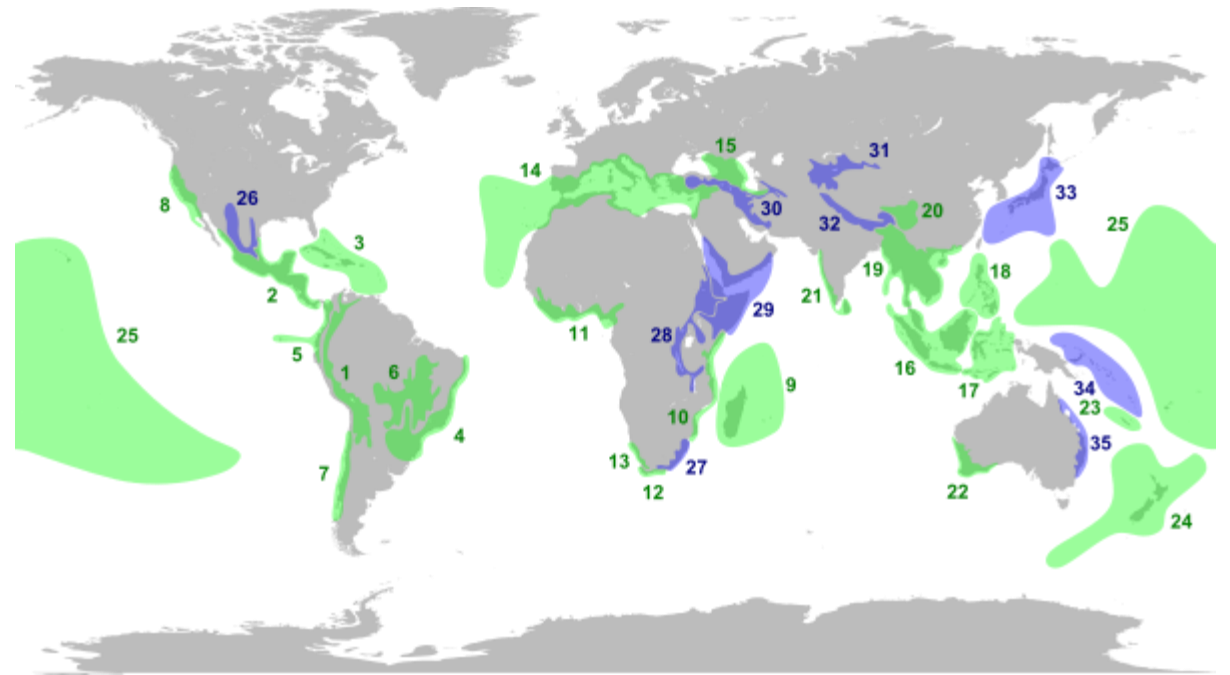


Modélisation de l'habitat favorable de l'espèce en fonction de ces paramètres *connus*

CONTEXTE

Madagascar

- Hotspot de biodiversité mondiale
- Très grande richesse endémique (85% pour vertébrés terrestres)
- 80% de cette biodiversité située dans les forêts de Madagascar
- Changements climatiques attendus :
 - Augmentation de la température moyenne (jusqu'à 2.6° dans le sud-est)
 - Changement de régimes de précipitations



CONTEXTE

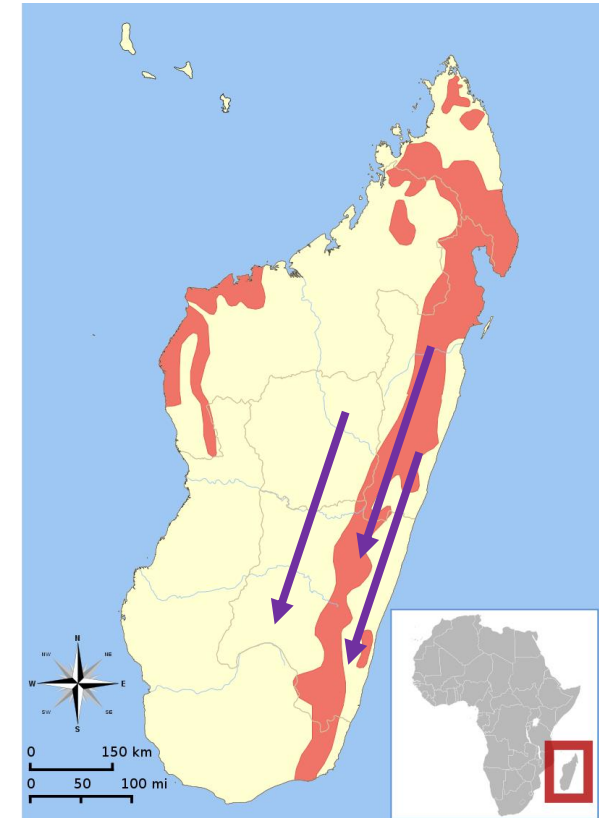
Création d'une Nouvelle Aire Protégée (NAP) au Sud-Est de Madagascar

- Hypothèses sur les changements climatiques :
 - Décalage des espèces vers les pôles ou de plus hautes altitudes (Walther et al., 2002)

Objectif :

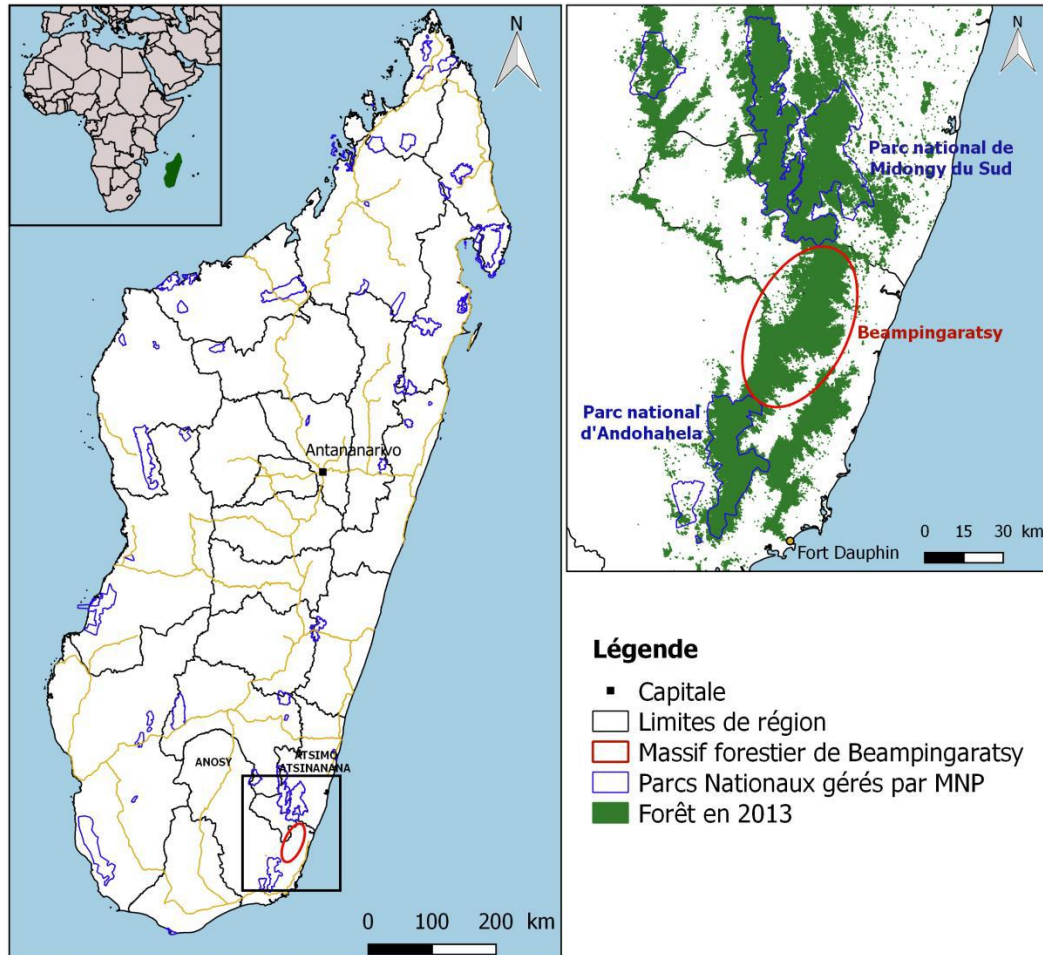
- Analyser l'impact des changements climatiques sur l'habitat favorable des espèces présentes sur la NAP
- Anticiper l'effet « refuge » de la NAP pour des espèces actuellement réparties au Nord de celle-ci

3 Taxons étudiés : Amphibiens, reptiles et lémuriens



Méthodologie

Aire d'étude



- NAP = ensemble du corridor forestier qui relie les deux parcs nationaux
- Surface de la NAP : 112 292ha (noyau + zone tampon)

Méthodologie

Choix des espèces étudiées

9 espèces modélisées au total

Au sein de la NAP :

- Priorité aux espèces possédant un statut IUCN En Danger (EN) ou Vulnérable (VU)
- Espèces pour lesquelles nous possédons >10 occurrences (minimum générique) (Pearson et al., 2007))

Au Nord de la NAP:

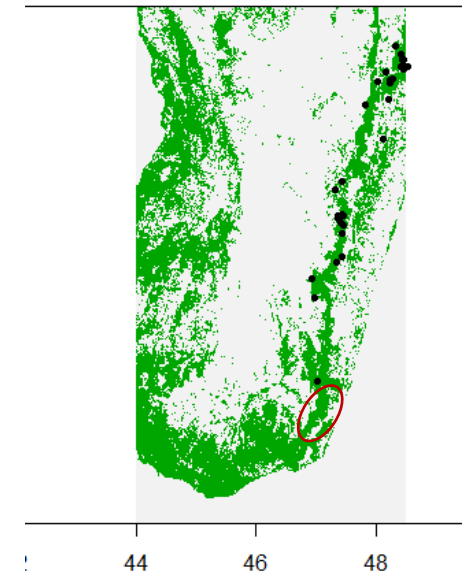
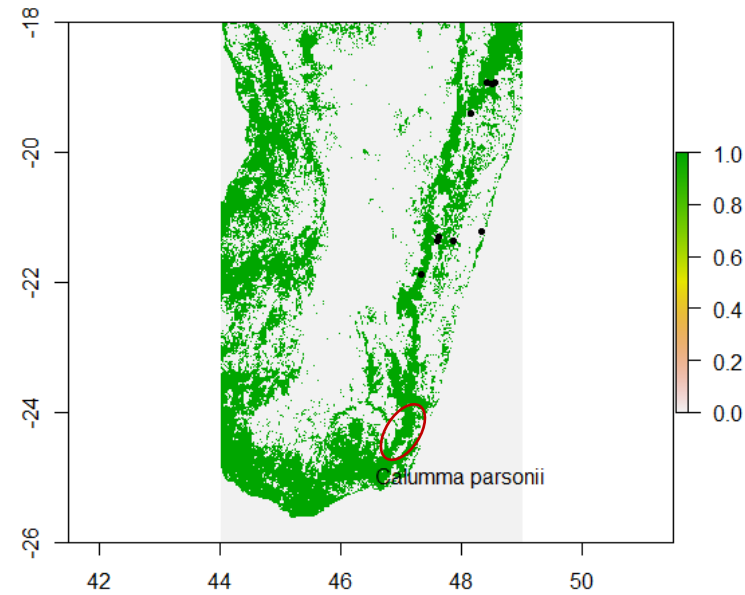
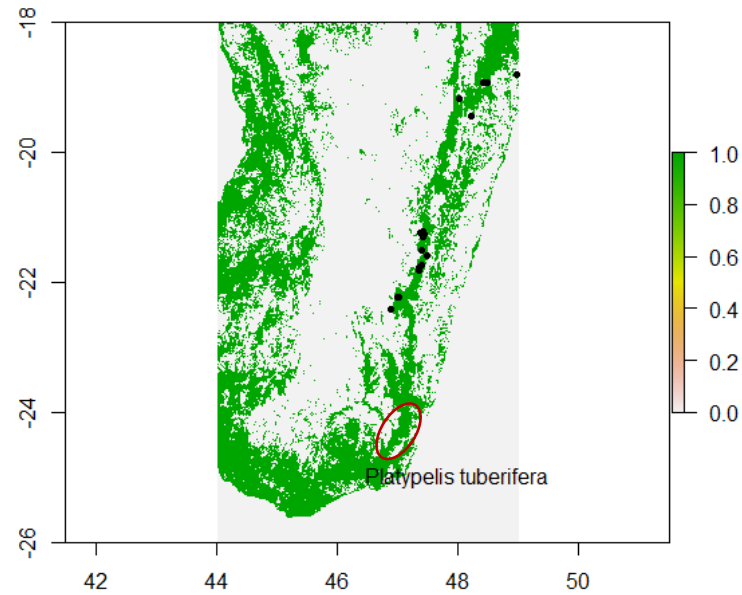
- Espèces possédant une répartition actuelle *exclusivement* au Nord de la NAP
- Pour lesquelles on avait >10 occurrences (et préférence pour celles qui en avaient le +)
- Exclusivement inféodées au milieu forestier
- Possédant un statut IUCN EN/VU/ NT quand c'était possible

Méthodologie

TAXONS	Espèces sélectionnées	Taxon	Statut IUCN	
NAP	<i>Microcebus tanosi</i>	LEM	EN	
	<i>Eulemur collaris</i>	LEM	EN	
	<i>Daubentonia madagascariensis</i>	LEM	EN	
	<i>Cheirogaleus major</i>	LEM	VU	
	<i>Gephyromantis decaryi</i>	AMPH	NT	
	<i>Mantella haraldmeieri</i>	AMPH	EN	

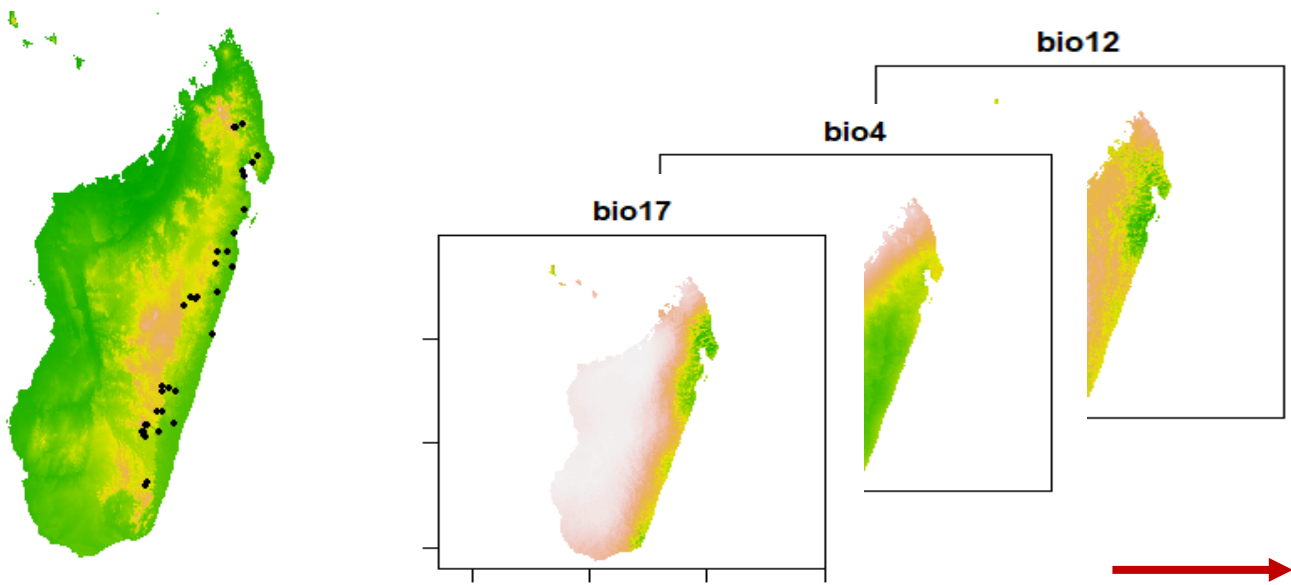
TAXONS	Espèces sélectionnées	Taxon	Statut IUCN	
HORS-NAP	<i>Mantella baroni</i>	AMPH	LC	
	<i>Platypelis tuberifera</i>	AMPH	LC	
	<i>Calumma parsonii</i>	REPT	NT	

Méthodologie



Matériel et Méthodes

Elaboration des modèles de répartition d'espèces (SDMs)

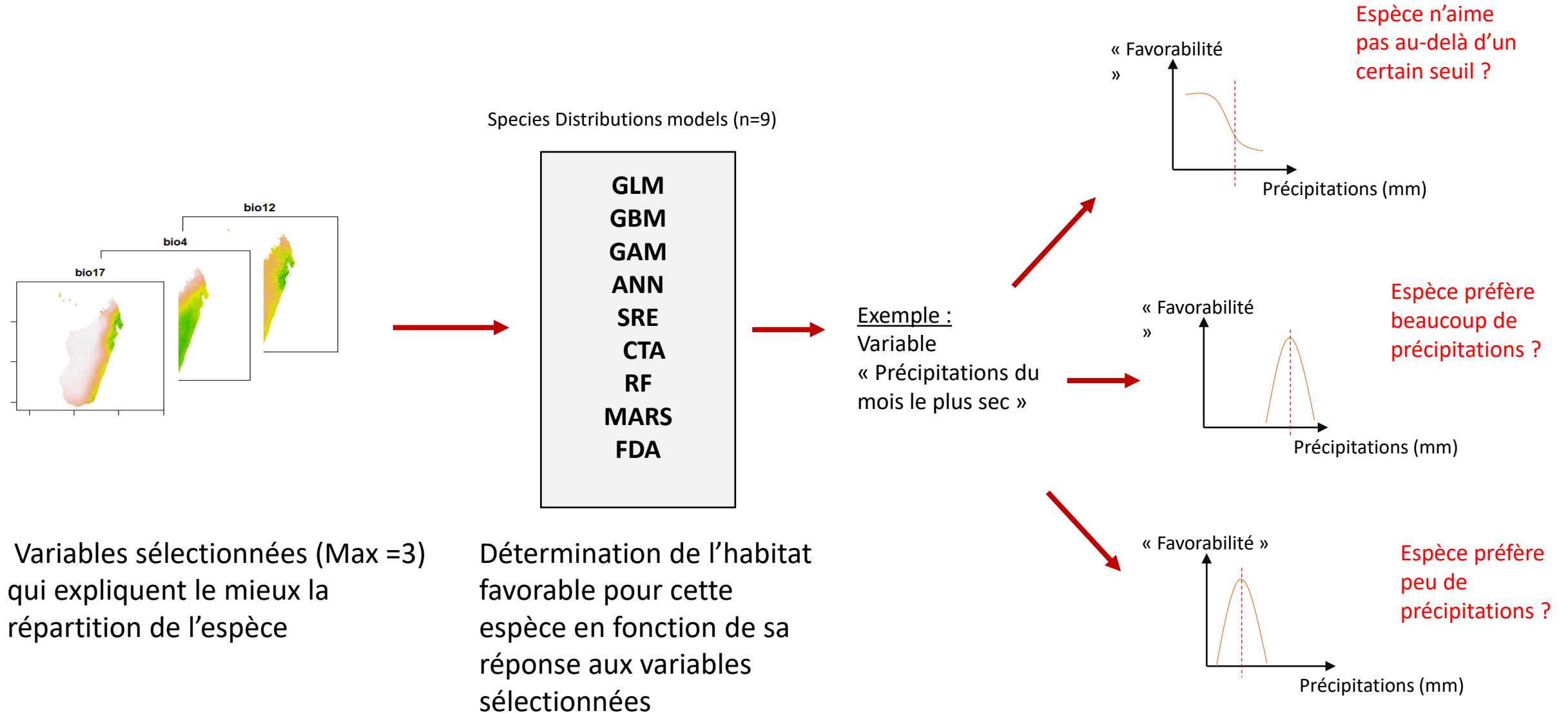


Données de présence

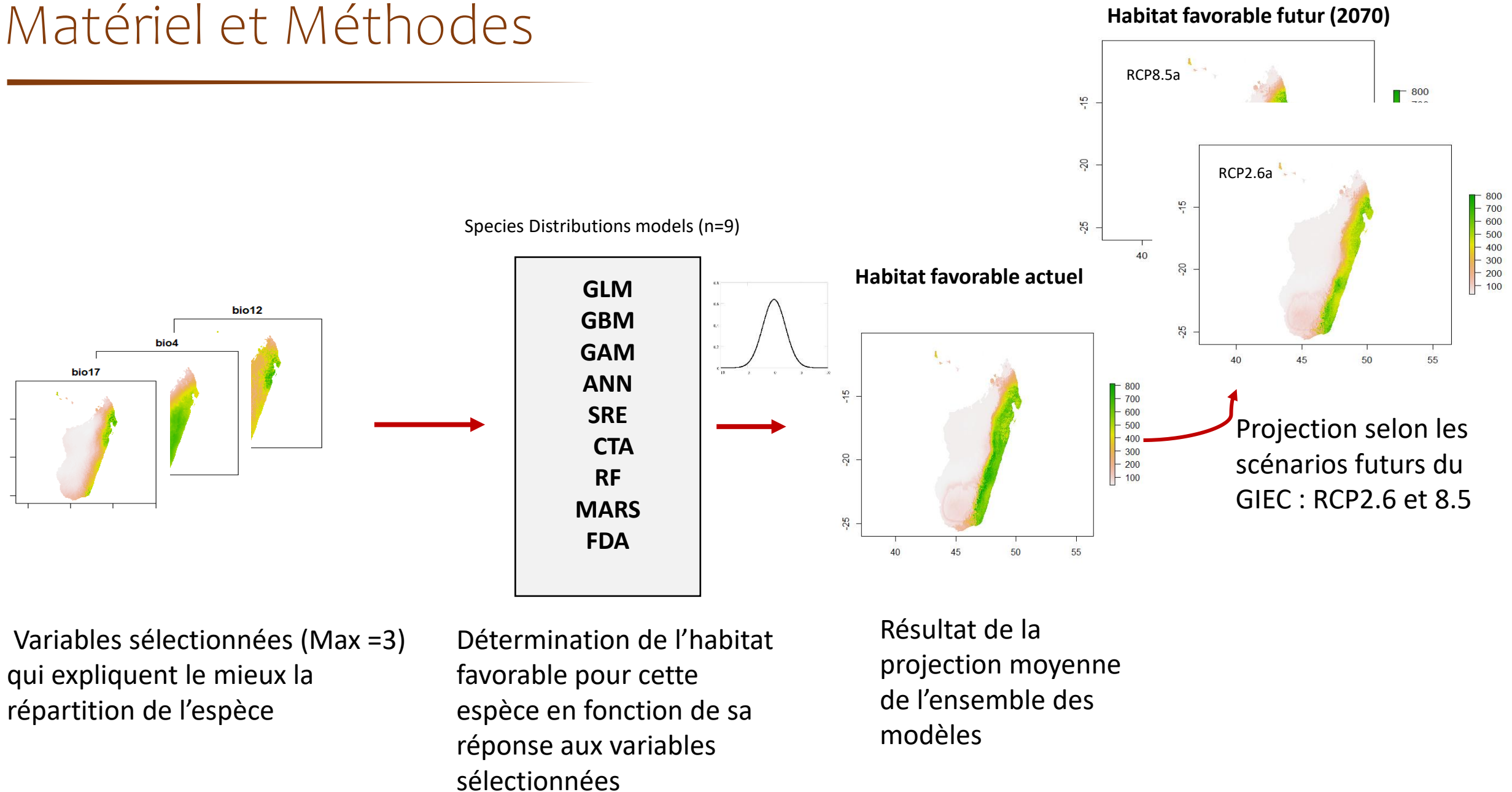
Set de 19 variables prédictives bioclimatiques de la base de données CHELSA (Krager et al., 2017)

Code	Nom	Unité
Bio01	Température annuelle moyenne	°C
Bio02	Ecart diurne moyen des températures	°C
Bio03	Isothermalité	-
Bio04	Saisonnalité des températures	°C
Bio05	Température maximale du mois le plus chaud	°C
Bio06	Température maximale du mois le plus froid	°C
Bio07	Ecart annuel des températures	°C
(.....)		
Bio12	Précipitations annuelles totales	mm
Bio13	Précipitations du mois le plus humide	mm
Bio14	Précipitations du mois le plus sec	mm
Bio15	Saisonnalité des précipitations	-
Bio16	Précipitations du trimestre le plus humide	mm
Bio17	Précipitations du trimestre le plus sec	mm
Bio18	Précipitations du trimestre le plus chaud	mm
Bio19	Précipitations du trimestre le plus froid	mm

Matériel et Méthodes



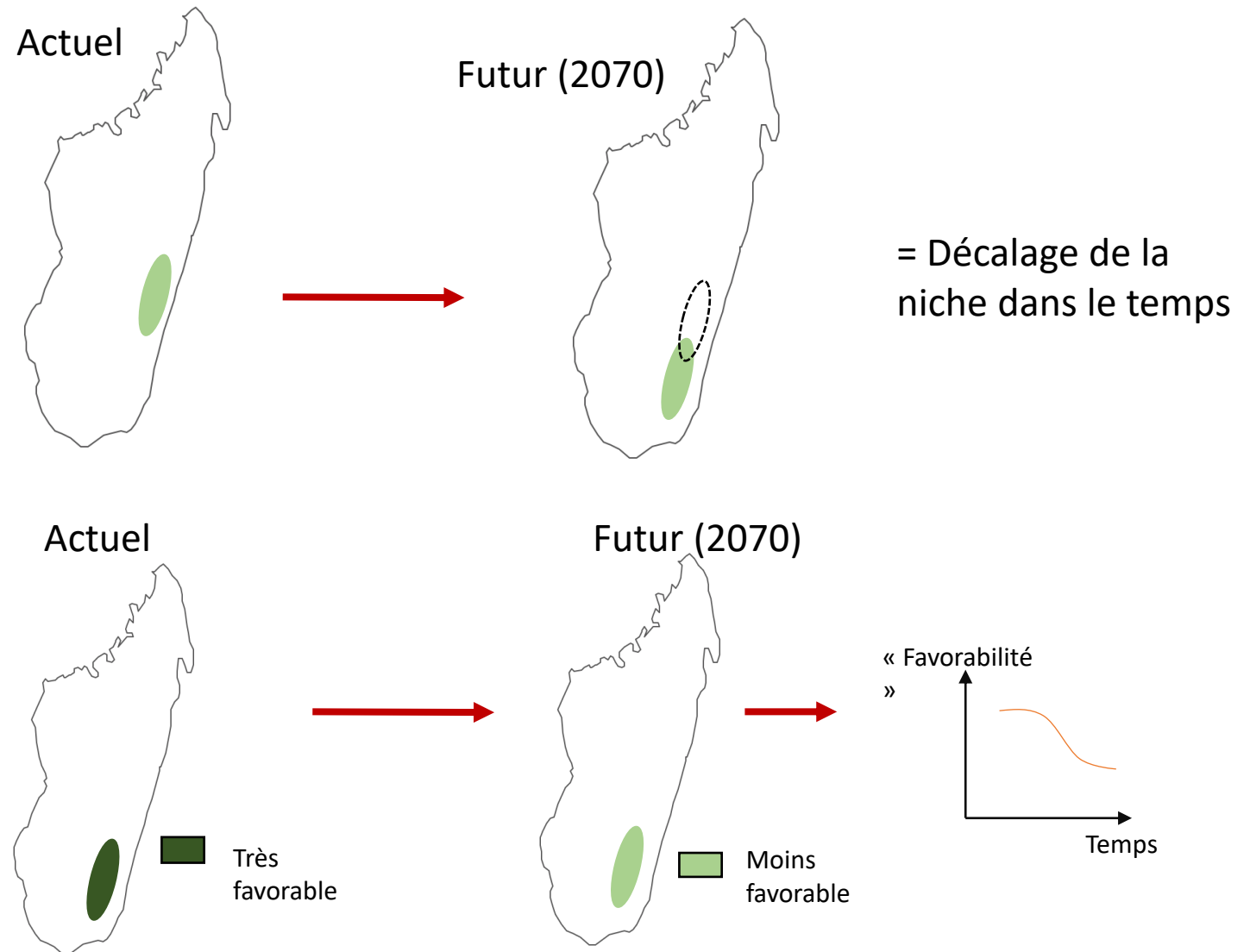
Matériel et Méthodes



Matériel et Méthodes

Estimation des changements de répartition de l'espèce

- Calcul de l'overlap (D de Schoener) : pourcentage de l'information géographique identique entre actuel et futur (Warren et al., 2008)
- Calcul du SRC : Différence en termes de score total de favorabilité entre les projections actuelles et futures (Raxworthy et al., 2008)



Résultats pour chaque espèce

Espèces au sein de la NAP

- *Cheirogaleus major*
- *Daubentonia madagascariensis*
- *Microcebus tanosi*
- *Eulemur collaris*

- *Gephyromantis decaryi*
- *Mantella haraldmeieri*

Espèces au Nord de la NAP

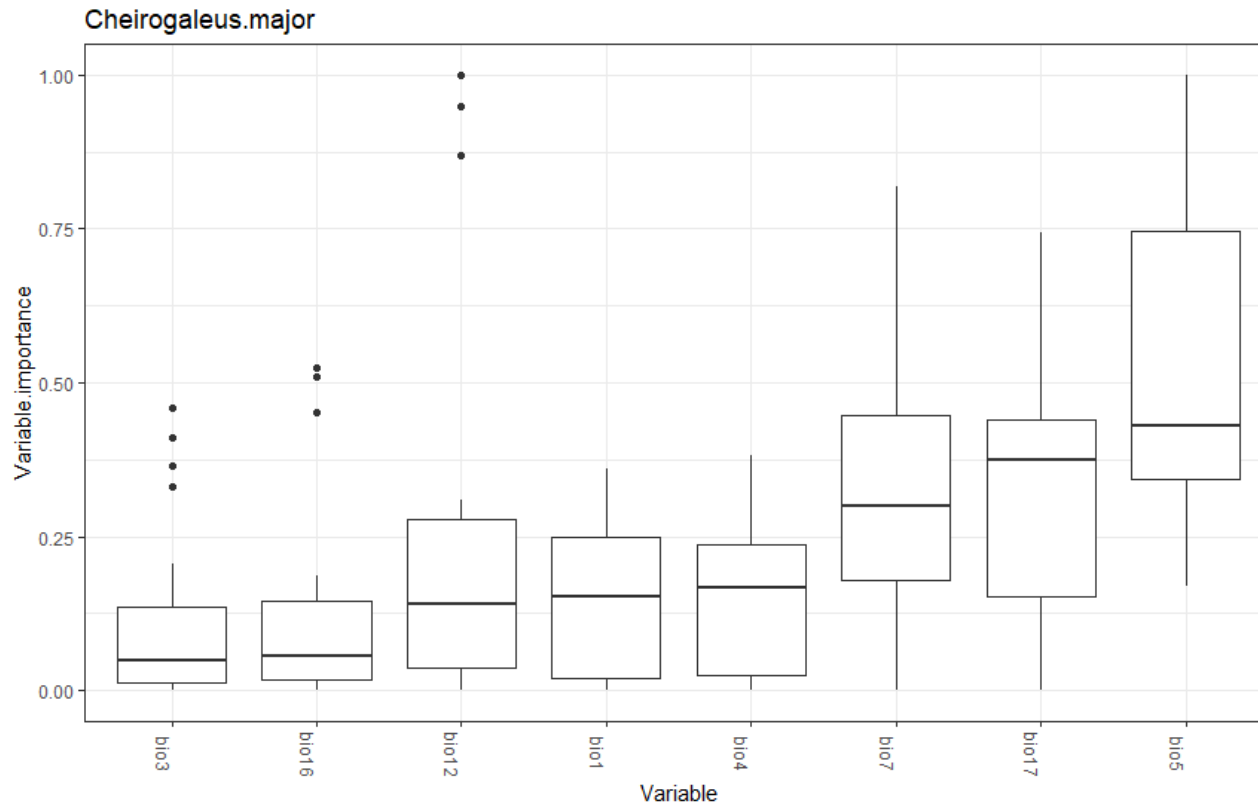
- *Platypelis tuberifera*
- *Mantella baroni*
- *Calumma parsonii*

Pour chaque espèce :

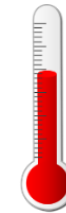
- Variables climatiques les plus explicatives
- Réponse des espèces à ces variables
- Cartes de la répartition actuelle et future
- Résultat des indices d'overlap et du Species Range Change

Cheirogaleus major

Sélection des variables explicatives



Bio 5 = Température maximale du mois le plus chaud

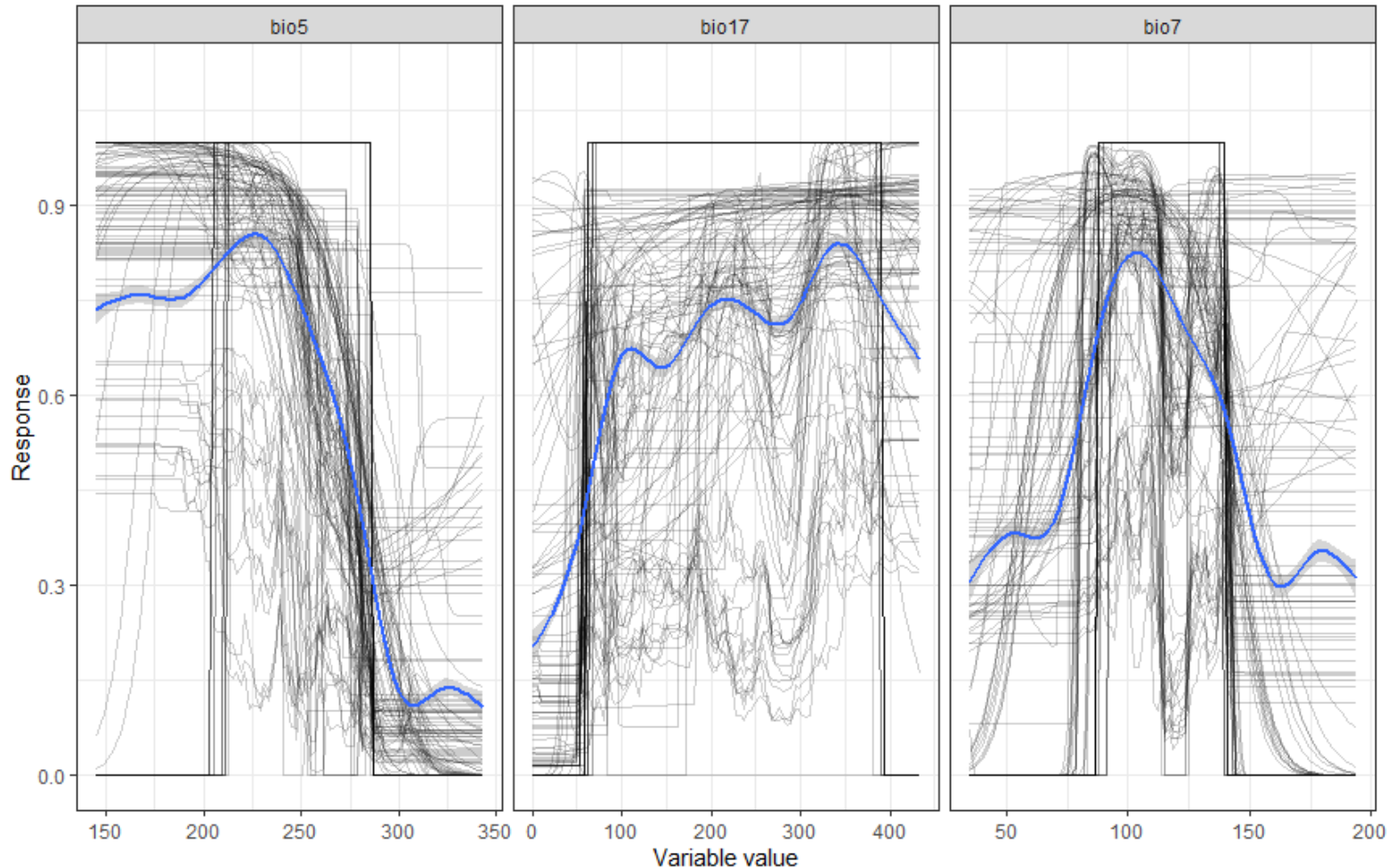


Bio 7 = Variation intra-annuelle de la température



Bio 17 = Précipitations du trimestre le plus sec

Cheirogaleus major



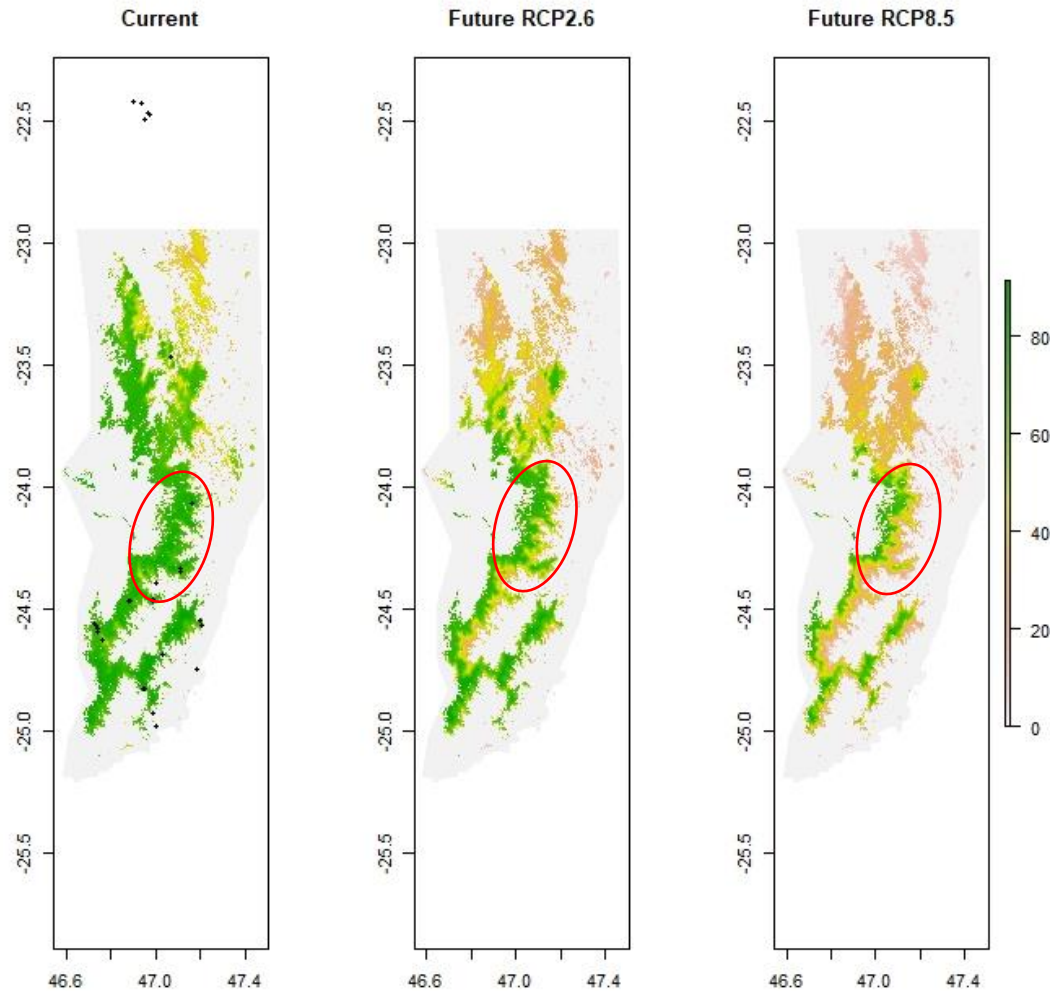
Bio5 : Niche climatique en dessous de 30°

Bio 17 : Fenêtre très large de précipitations tout en évitant les extrêmes

Bio 7 : Fenêtre bien identifiée – variabilité intermédiaire à l'échelle de Madagascar pour la température

Figure : Courbes réponses des variables sélectionnées pour *Cheirogaleus major*

Cheirogaleus major



Métriques de changement de répartition :

○ Overlap :

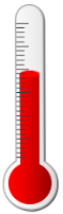
- Scénario optimiste : décalage de 12% de la niche
- Scénario pessimiste : décalage de 19%

○ SRC :

- Scénario optimiste : déclin de l'habitat de 27%
- Scénario pessimiste : déclin de 50%

Daubentonia madagascariensis

Sélection des variables explicatives et réponse de l'espèce

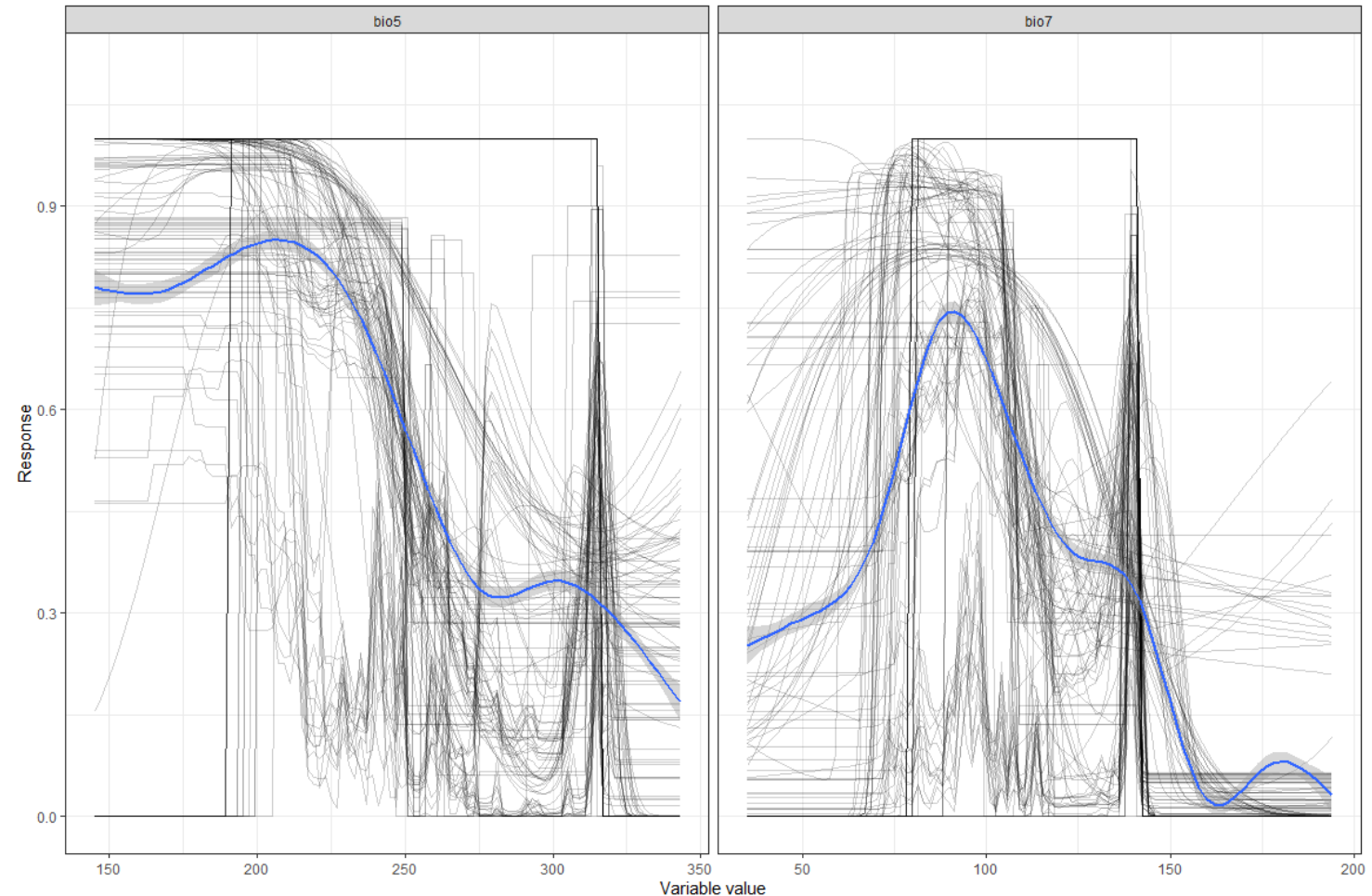


Bio 5 = Température maximale du mois le plus chaud

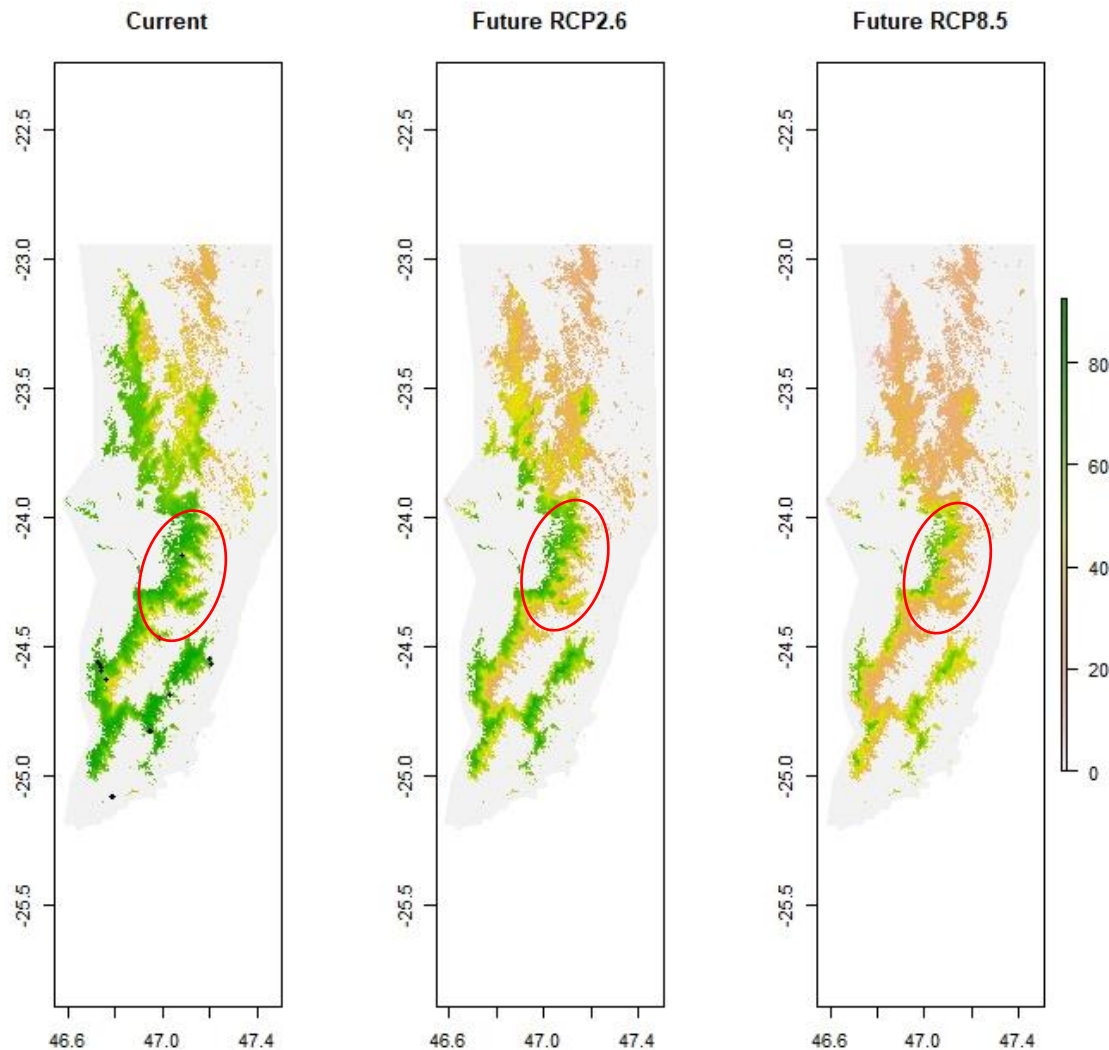
Bio 7 = Variation intra-annuelle de la température

Bio5 : Niche climatique en dessous de 30°

Bio 7 : Fenêtre bien identifiée – variabilité intermédiaire à l'échelle de Madagascar pour la température



Daubentonia madagascariensis



Métriques de changement de répartition :

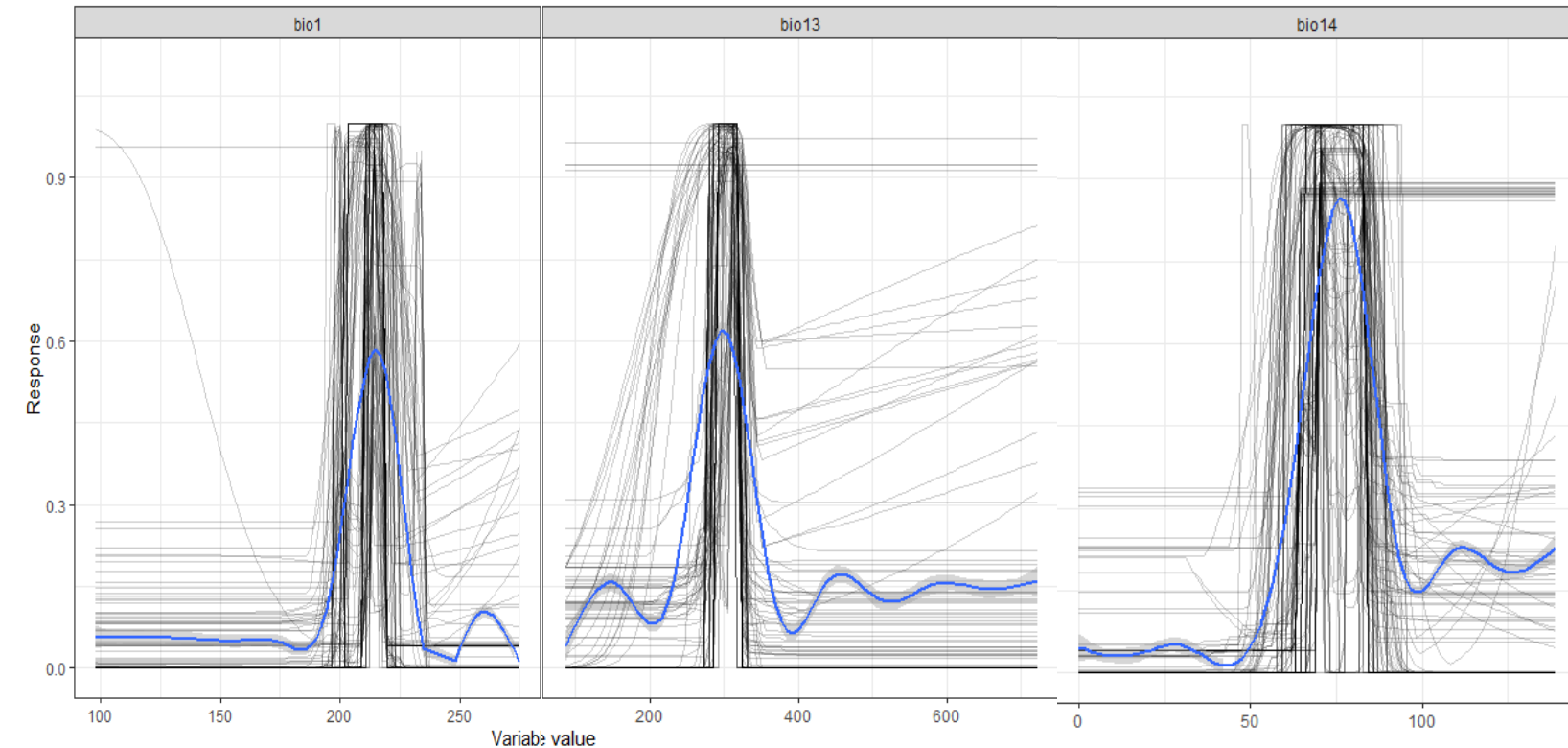
○ Overlap :

- Scénario optimiste : décalage de 8% de la niche
- Scénario pessimiste : décalage de 11%

○ SRC :

- Scénario optimiste : déclin de l'habitat de 26%
- Scénario pessimiste : déclin de 45%

Microcebus tanosi



Sélection des variables explicatives et réponse de l'espèce



Bio 5 = Température moyenne annuelle : fourchette entre 20-24°

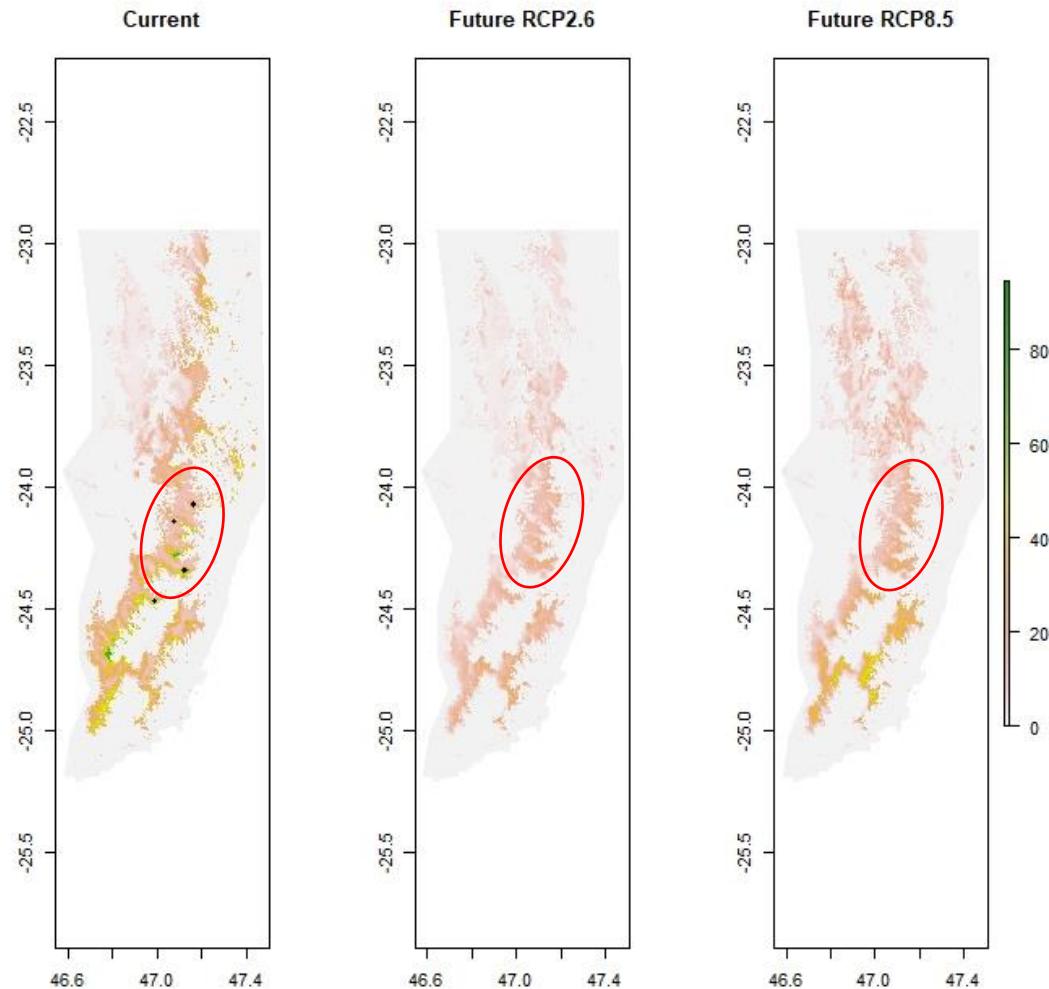


Bio 13 = Précipitations du mois le plus humide : Fourchette entre 200 et 400mm



Bio 14 = Précipitations du mois le plus sec : entre 50 et 100mm

Microcebus tanosi



Métriques de changement de répartition :

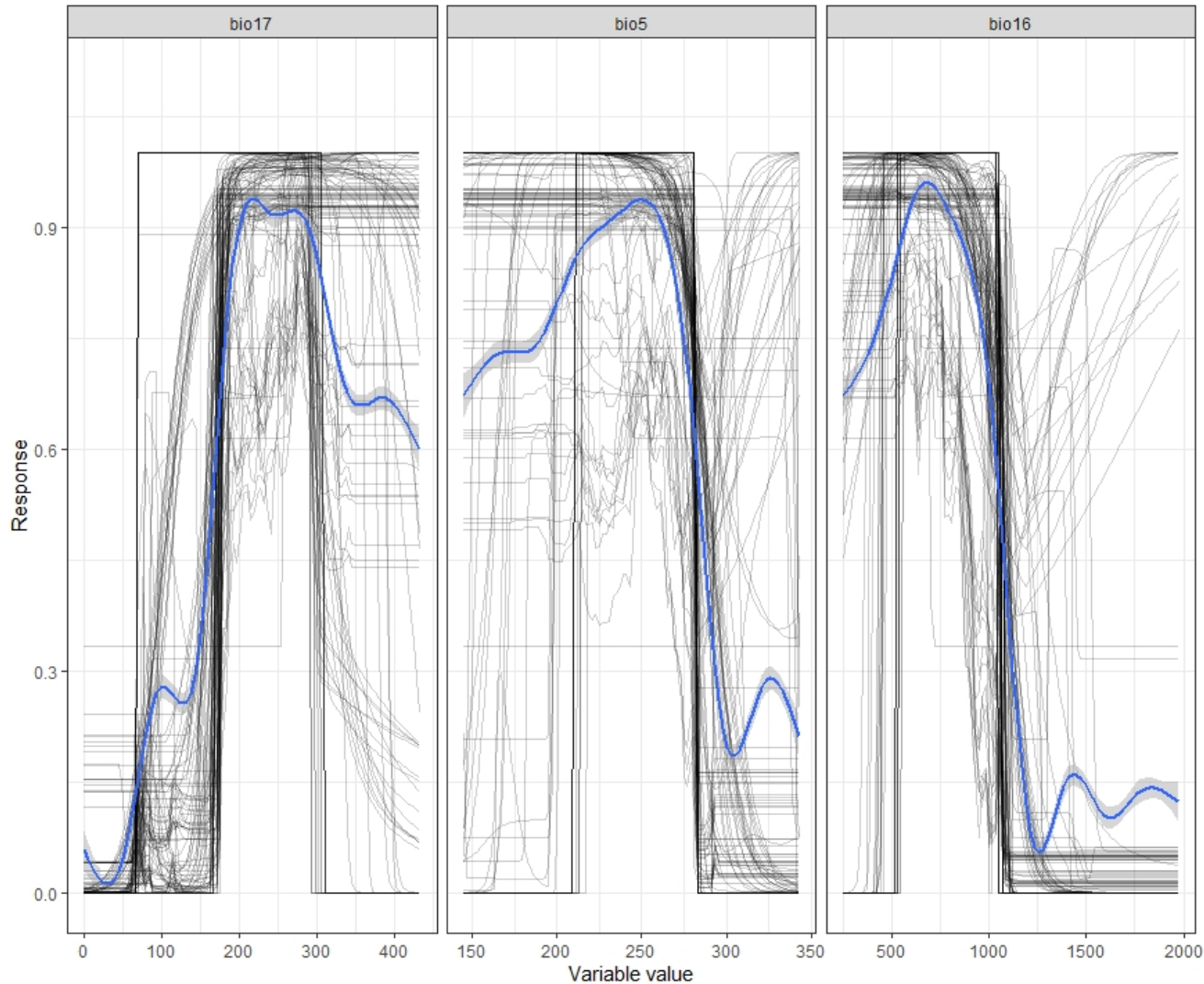
○ Overlap :

- Scénario optimiste : décalage de 33% de la niche
- Scénario pessimiste : décalage de 38%

○ SRC :

- Scénario optimiste : déclin de l'habitat de 51%
- Scénario pessimiste : déclin de 27%

Eulemur collaris



Sélection des variables explicatives et réponse de l'espèce:



Bio 17 = Précipitations du trimestre le plus sec : Fenêtre entre 150 et 300mm

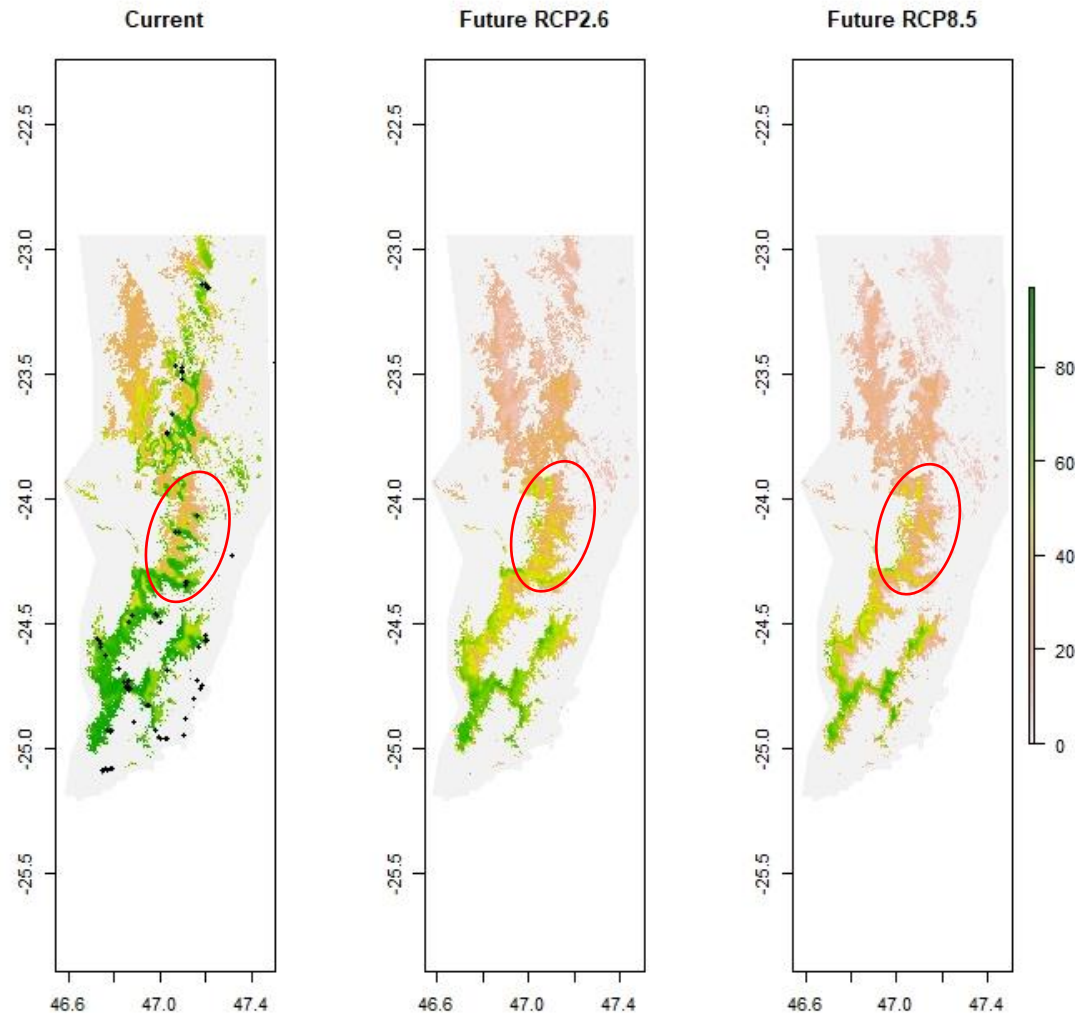


Bio 5 = Déclin au dessus de 30°



Bio 16 = Précipitations du trimestre le plus humide : Déclin au-delà de 1000mm

Eulemur collaris



Métriques de changement de répartition :

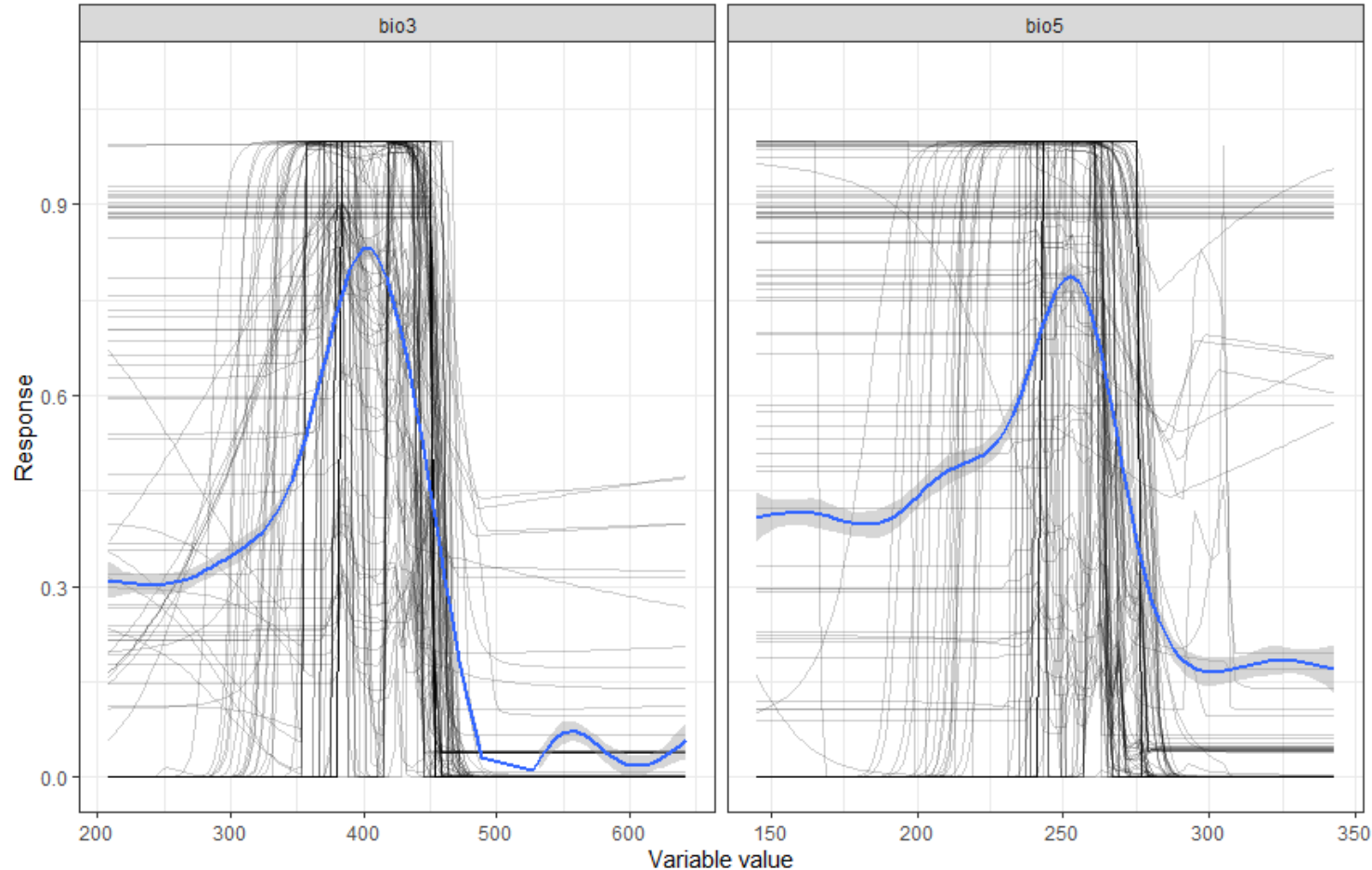
○ Overlap :

- Scénario optimiste : décalage de 19% de la niche
- Scénario pessimiste : décalage de 25%

○ SRC :

- Scénario optimiste : déclin de l'habitat de 44%
- Scénario pessimiste : déclin de 57%

Gephyromantis decaryi



Sélection des variables explicatives et réponse de l'espèce

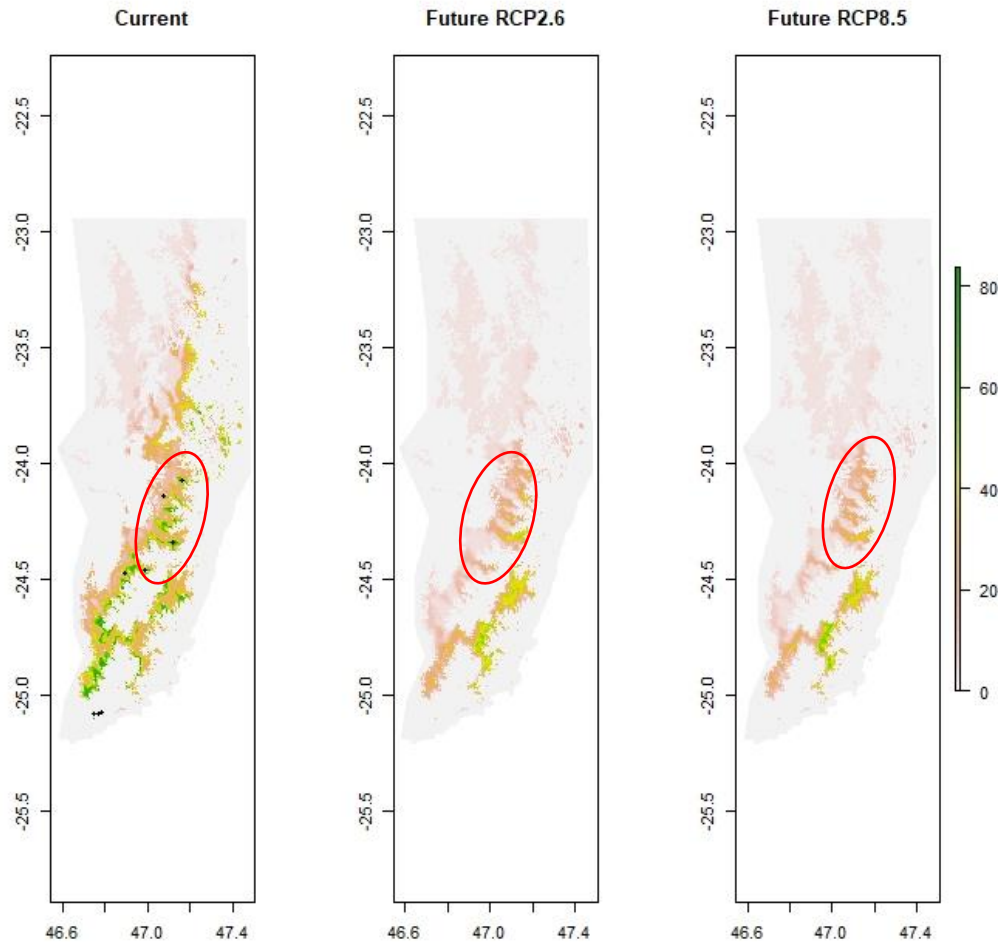


Bio 3 = Isothermalité : fourchette entre 3-5° de variation de température



Bio 5 = Température du mois le plus chaud : Déclin au delà de 29°

Gephyromantis decaryi



Métriques de changement de répartition :

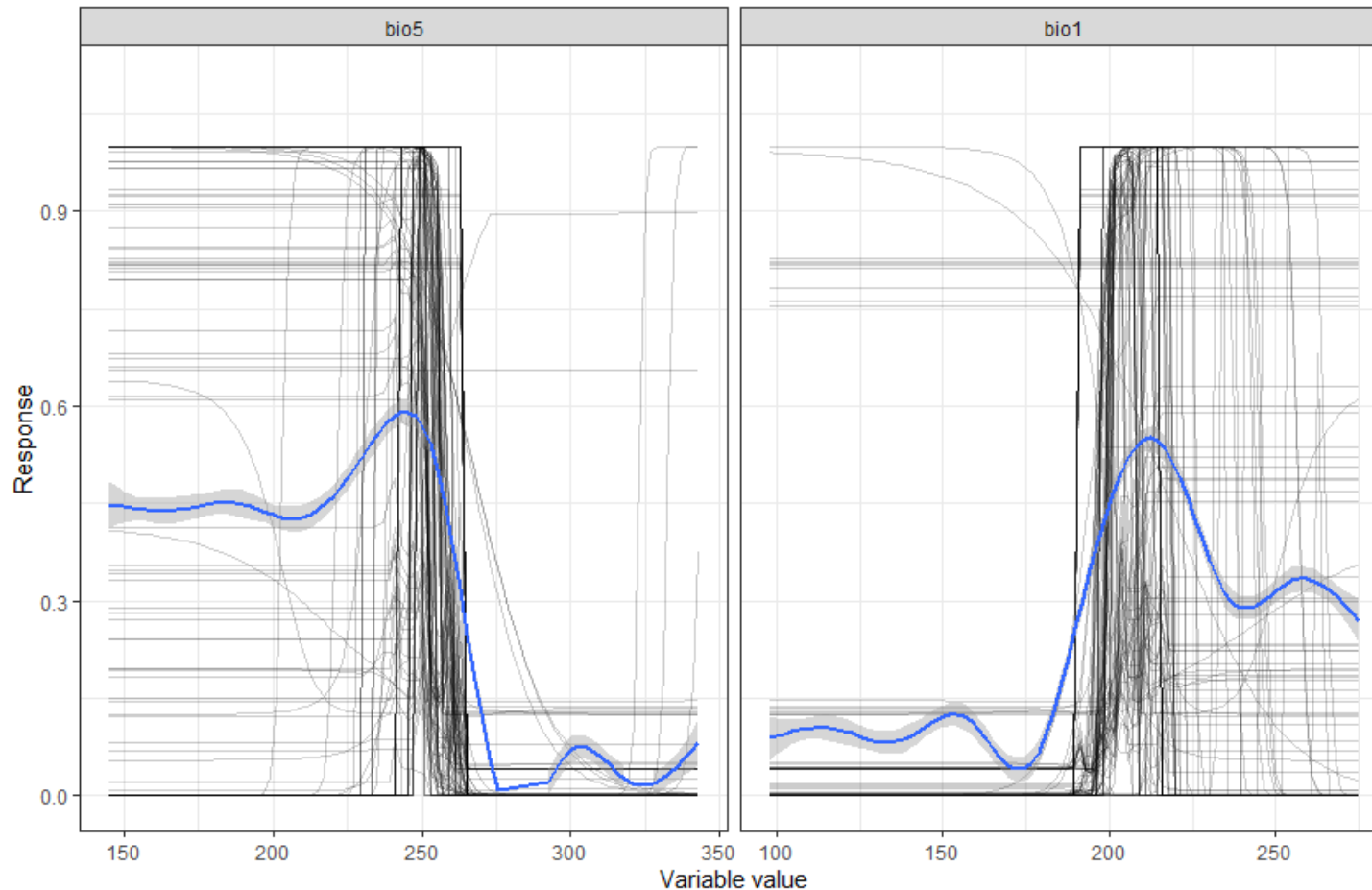
○ Overlap :

- Scénario optimiste : décalage de 38% de la niche
- Scénario pessimiste : décalage de 41%

○ SRC :

- Scénario optimiste : déclin de l'habitat de 52%
- Scénario pessimiste : déclin de 57%

Mantella haraldmeieri

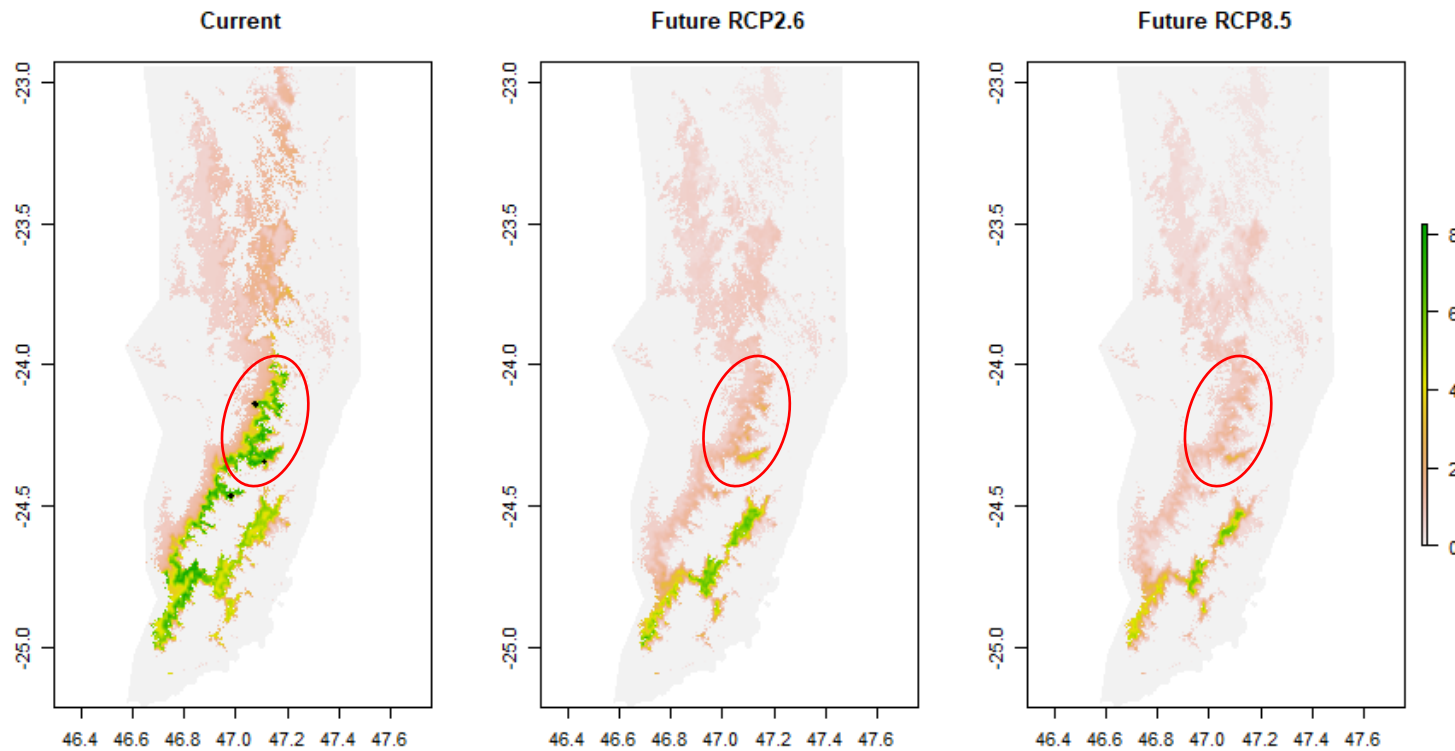


Sélection des variables explicatives et réponse de l'espèce

Bio 5 : Température max : Déclin au-delà de 26°

Bio 1 : Température moyenne annuelle : Fenêtre climatique identifiée autour des 20°

Mantella haraldmeieri



Métriques de changement de répartition :

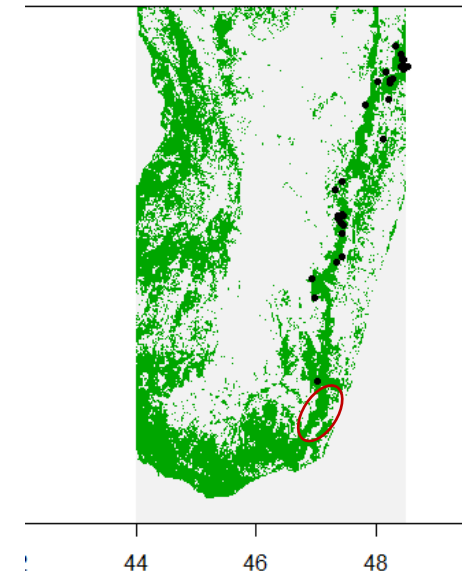
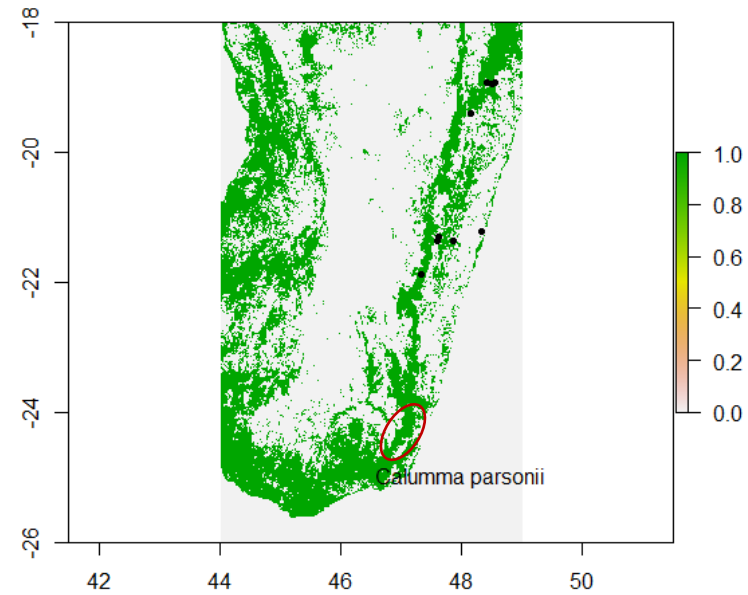
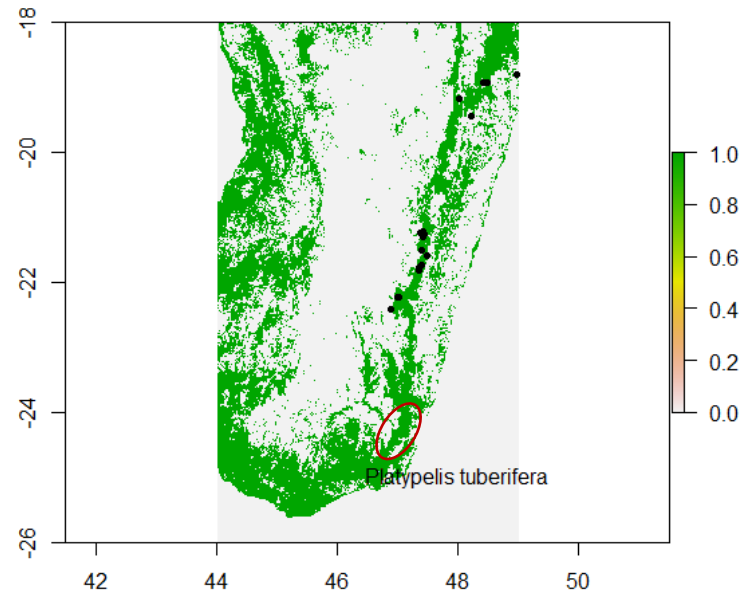
○ Overlap :

- Scénario optimiste : décalage de 27% de la niche
- Scénario pessimiste : décalage de 33%

○ SRC :

- Scénario optimiste : déclin de l'habitat de 51%
- Scénario pessimiste : déclin de 62%

Espèces Nord-NAP



Calumma parsonii



Sélection des variables explicatives et réponse de l'espèce



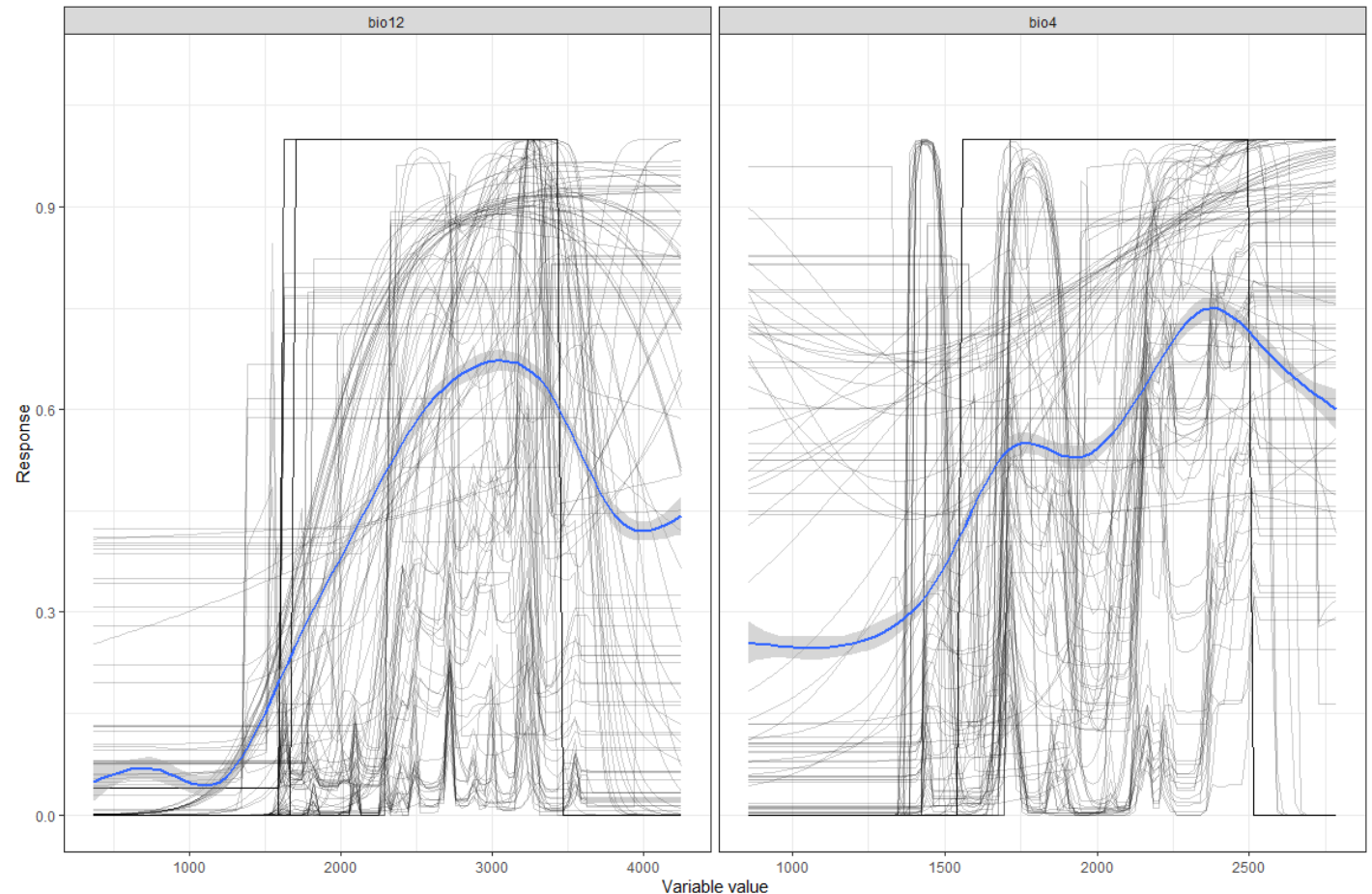
Bio12 = Précipitations annuelles en mm



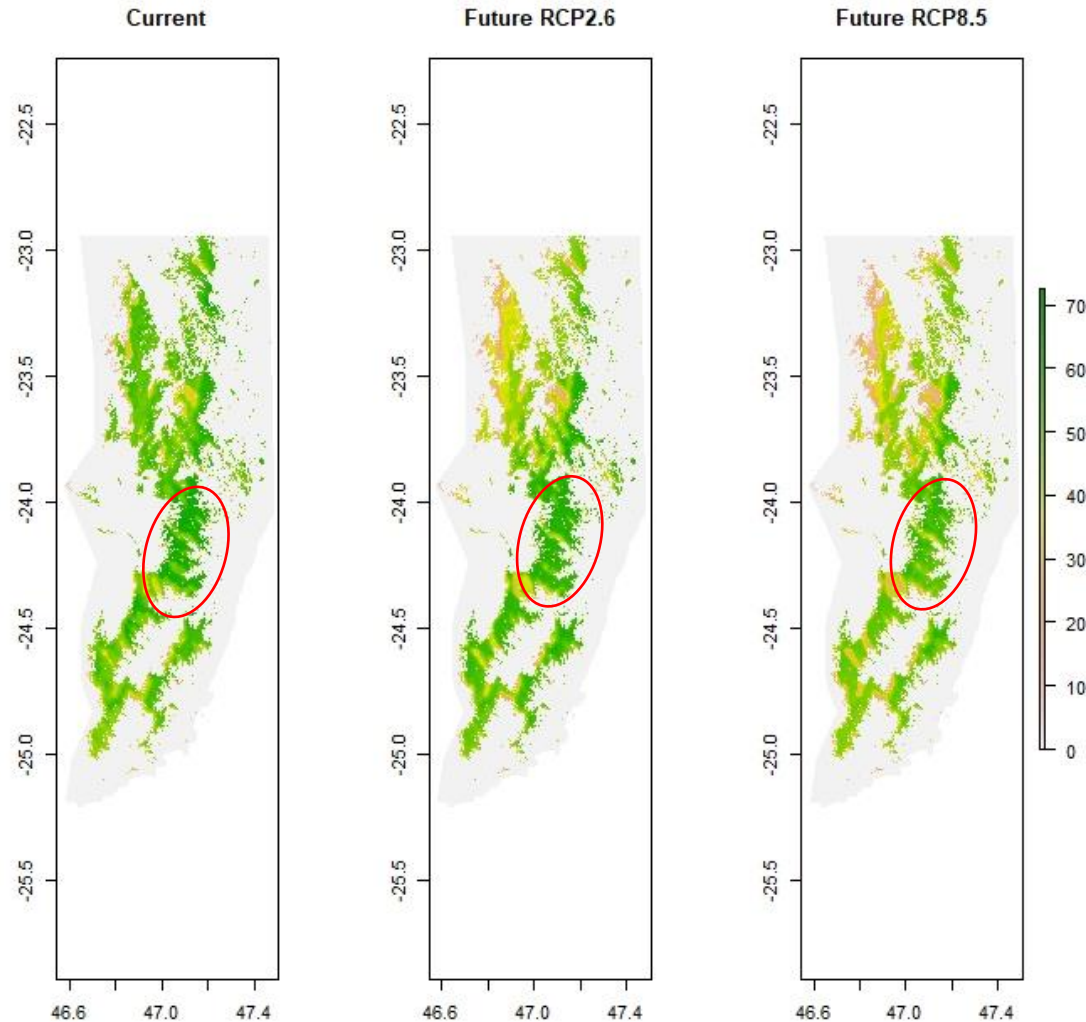
Bio 4 = Variation de la température moyenne pour chaque mois (CV)

Bio12 : Impossible d'extrapoler mais
préférence pour des précipitations
moyennes annuelles de 3000mm

Bio 4: Idem impossible d'extrapoler



Calumma parsonii



Métriques de changement de répartition :

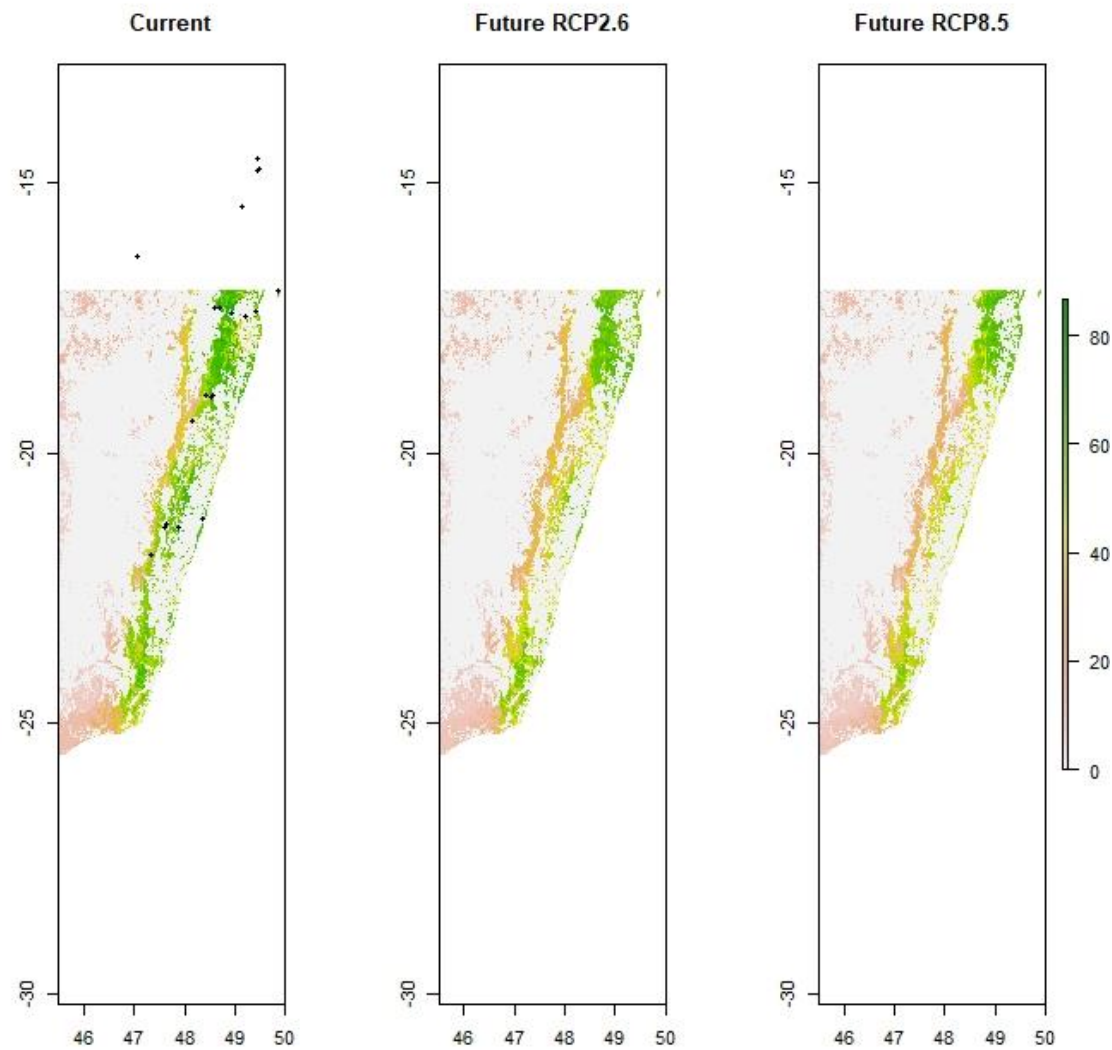
○ Overlap :

- Scénario optimiste : décalage de 6% de la niche
- Scénario pessimiste : décalage de 7%

○ SRC :

- Scénario optimiste : déclin de l'habitat de 8%
- Scénario pessimiste : déclin de 17%

Calumma parsonii



Platypelis tuberifera

Sélection des variables explicatives et réponse de l'espèce



Bio 5 = Température max du mois le plus chaud



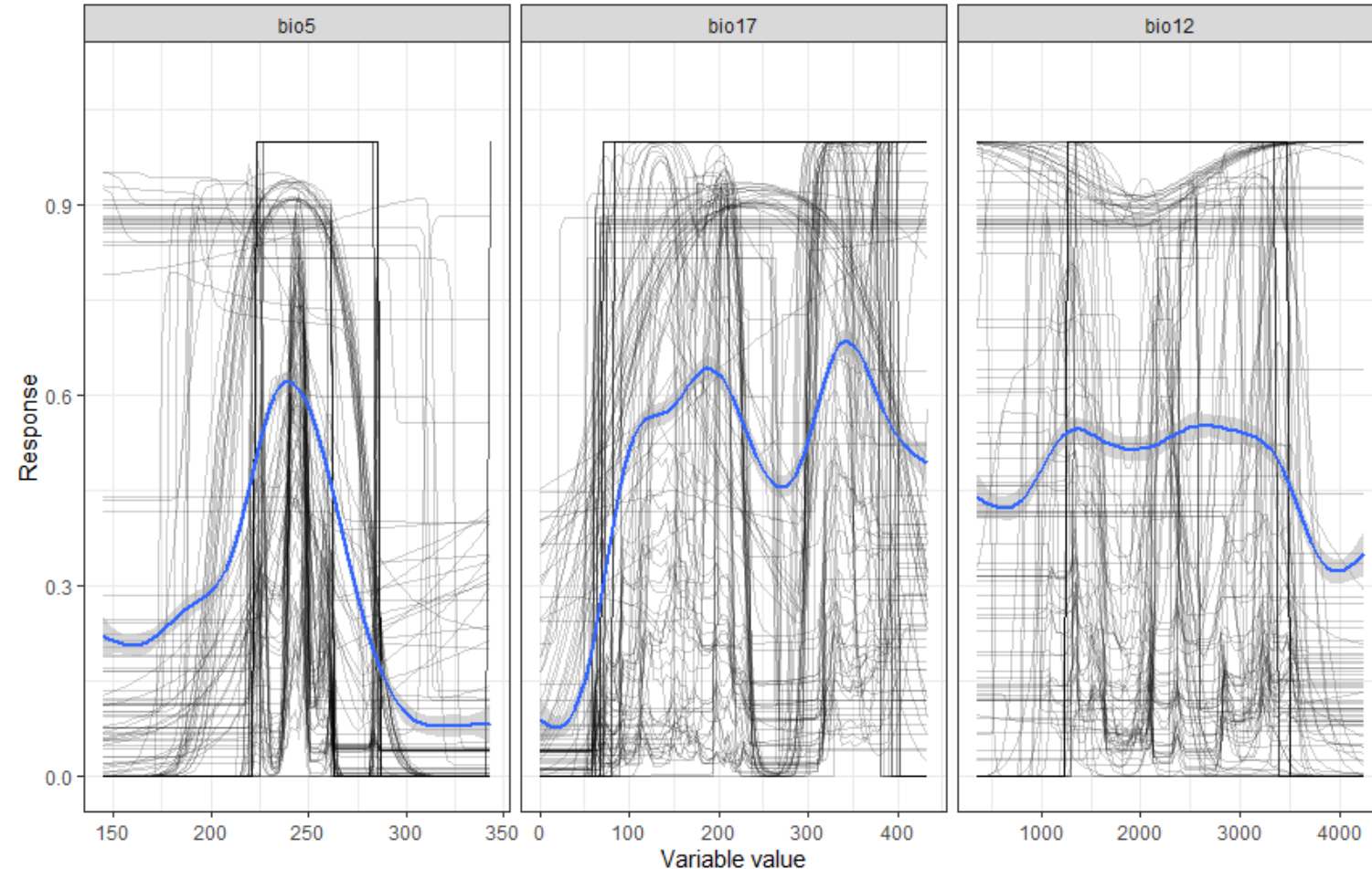
Bio 17 = Précipitations du trimestre le plus sec

Bio 12 = Précipitations annuelles en mm

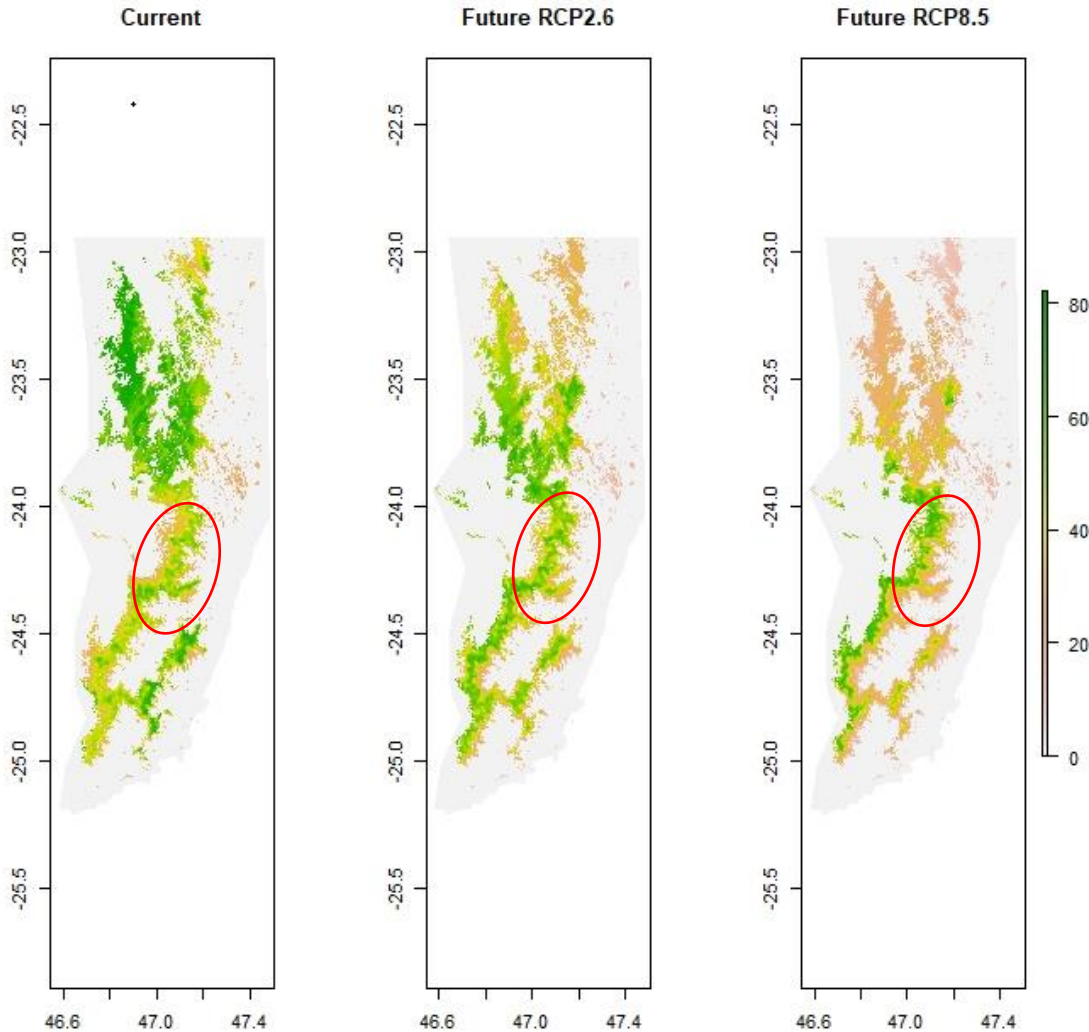
Bio 5: Fenêtre bien identifiée en dessous de 30°

Bio 17: Nécessite des précipitations entre 100 et 400mm pour le trimestre le plus sec

Bio 12: Espèce assez bien adaptée pour des précipitations entre 1000 et 3500mm par an



Platypelis tuberifera



Métriques de changement de répartition :

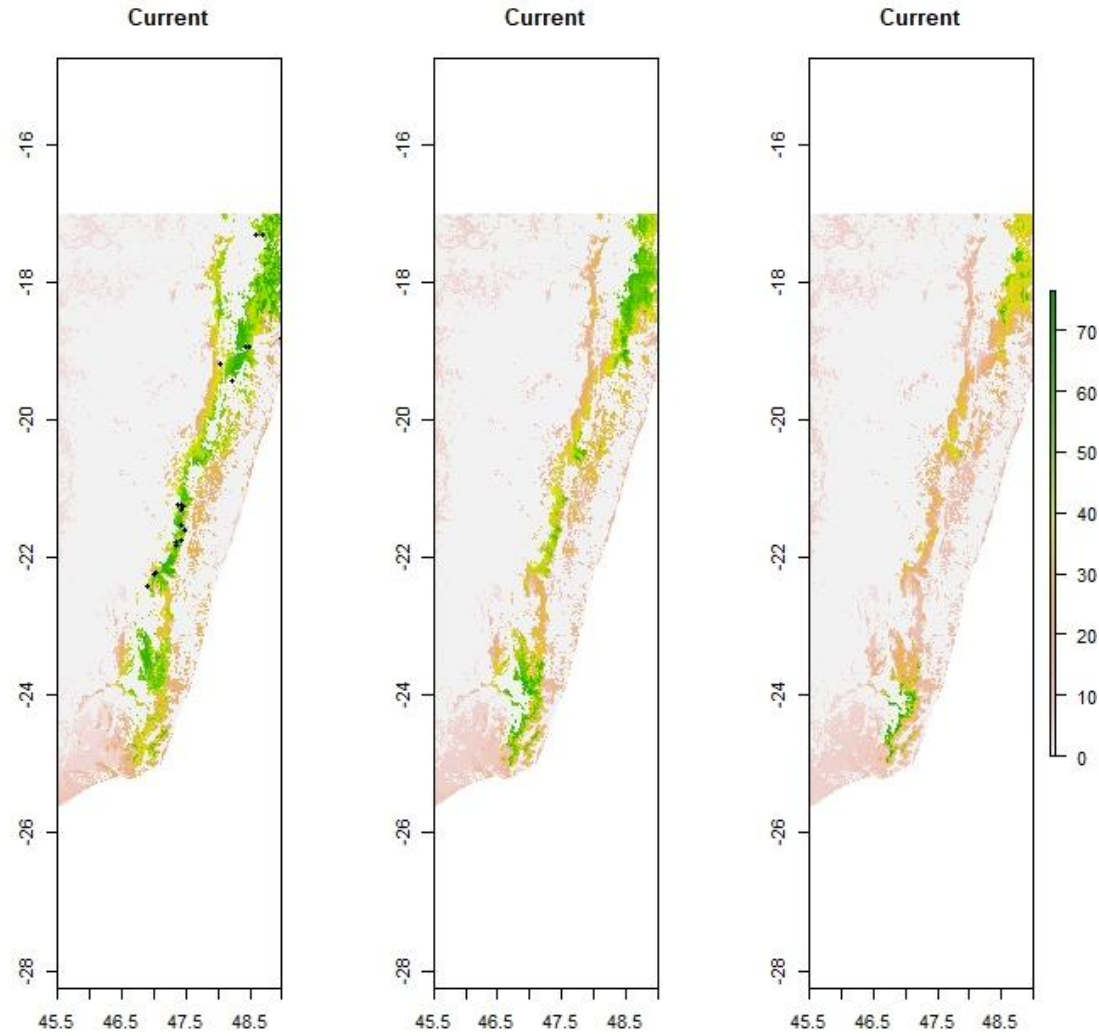
○ Overlap :

- Scénario optimiste : décalage de 15% de la niche
- Scénario pessimiste : décalage de 26%

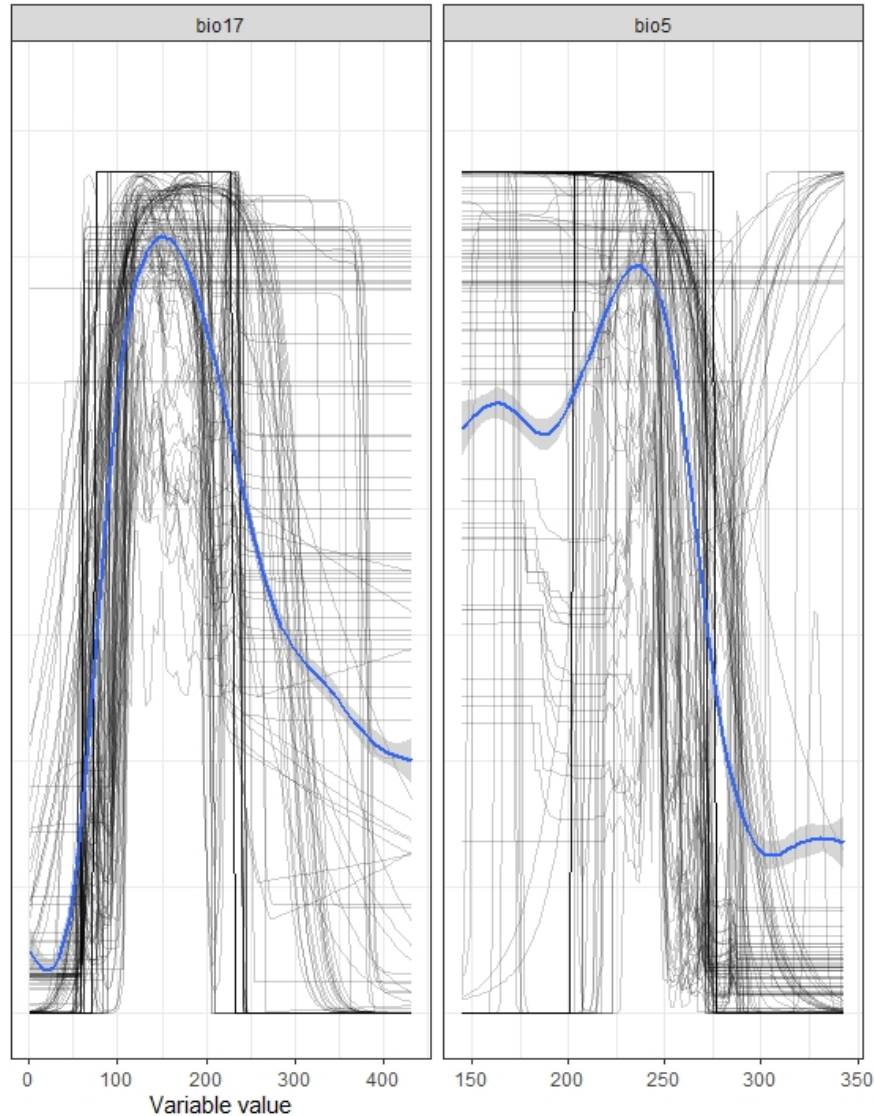
○ SRC :

- Scénario optimiste : déclin de l'habitat de 15%
- Scénario pessimiste : déclin de 42%

Platypelis tuberifera



Mantella baroni



Sélection des variables explicatives et réponse de l'espèce

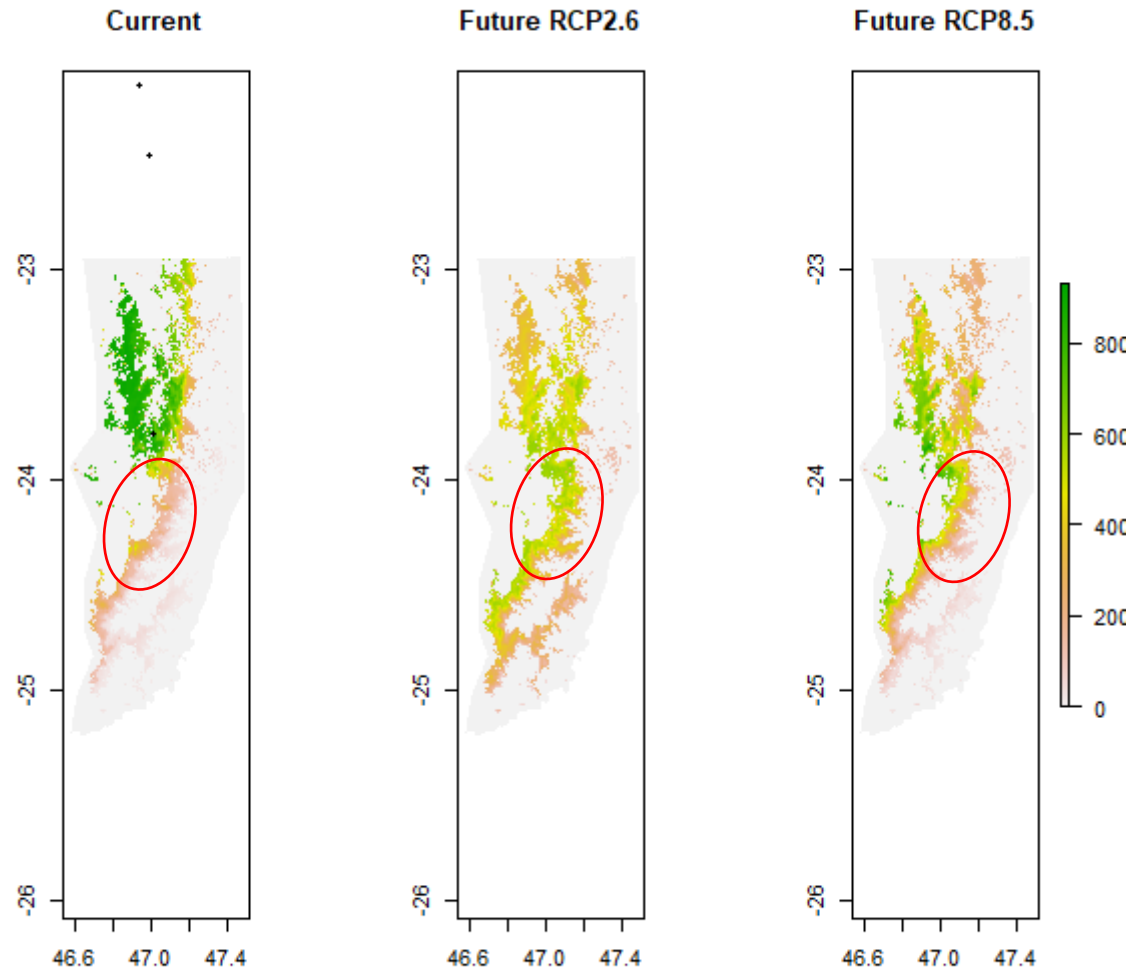


Bio 17 = Précipitations du trimestre le plus sec



Bio 5 = Température max du mois le plus chaud

Mantella baroni



Métriques de changement de répartition :

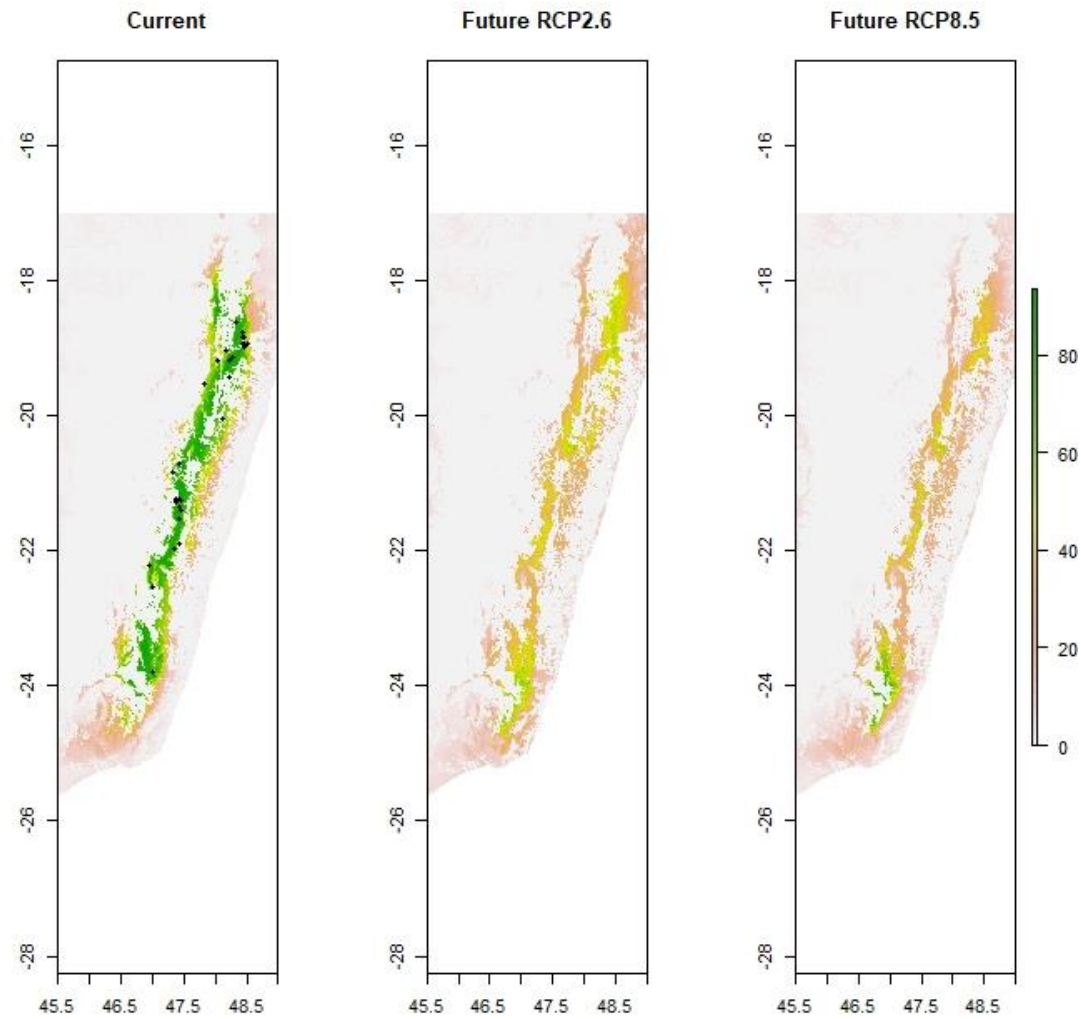
○ Overlap :

- Scénario optimiste : décalage de 33% de la niche
- Scénario pessimiste : décalage de 25%

○ SRC :

- Scénario optimiste : déclin de l'habitat de 5%
- Scénario pessimiste : déclin de 22%

Mantella baroni



Conclusion

Incertitudes liées aux données de base :

- Variabilité entre les données climatiques : différents GCMs et différents sets de variables bioclimatiques
 - Biais d'échantillonnage
-
- Permet tout de même de fournir des arguments en faveur de la création de cette Aire Protégée
 - Permet de documenter les prédictions sur les effets des changements climatiques sur des espèces de Madagascar

Bibliographie

García-Valdés R, Svenning JC, Zavala MA, Purves DW, Araújo MB. 2015. « Evaluating the Combined Effects of Climate and Land-Use Change on Tree Species Distributions ». Édité par Santiago Saura. *Journal of Applied Ecology* 52 (4): 902-12.

<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12453>.

IUCN 2020. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-3. <http://www.iucnredlist.org>.

Jetz W, Wilcove DS, et Dobson AP. 2007. « Projected Impacts of Climate and Land-Use Change on the Global Diversity of Birds ».

Édité par Georgina M Mace. *PLoS Biology* 5 (6): e157.

<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0050157>.

Karger DN, Conrad O, Böhner J, Kawohl T, Kreft H, Soria-Auza RW, Zimmermann NE, Linder HP, et Kessler M. 2017. « Climatologies at High Resolution for the Earth's Land Surface Areas ». *Scientific Data* 4 (1): 170122. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122>.

Pearson R, Raxworthy C, Nakamura M, et Peterson A. 2006. Predicting Species Distributions from Small Numbers of Occurrence Records: A Test Case Using Cryptic Geckos in Madagascar: Predicting Species Distributions with Low Sample Sizes. *Journal of Biogeography*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01594.x>.

Tadross M, Randriamarolaza L, Rabefitia Z, Yip ZK. 2008. « Climate Change in Madagascar; Recent Past and Future », 19.

Warren MS, Hill JK, Thomas JA, Asher J, Fox R, Huntley B, Roy DB, et al. 2001. « Rapid Responses of British Butterflies to Opposing Forces of Climate and Habitat Change ». *Nature*. <https://doi.org/10.1038/35102054>.

