

## **Étude des caractéristiques spectrales, spatiales et temporelles d'images satellites et du potentiel de la photo-interprétation pour cartographier les propriétés structurelles des écosystèmes arides du sud-ouest de Madagascar**

**Auteur :** Vander Linden, Arthur

**Promoteur(s) :** Bastin, Jean-François

**Faculté :** Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

**Diplôme :** Master en bioingénieur : gestion des forêts et des espaces naturels, à finalité spécialisée

**Année académique :** 2021-2022

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/15477>

---

### *Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

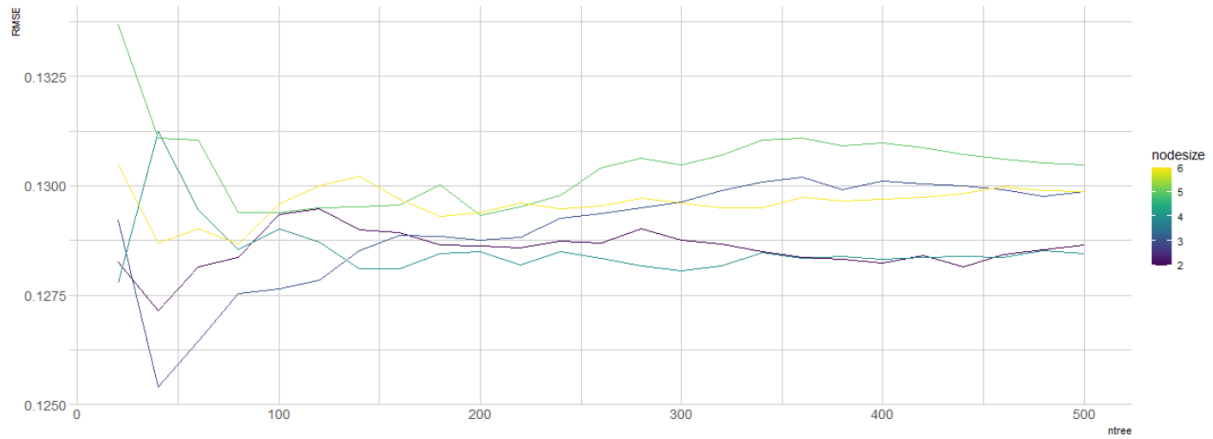
---

# Annexes

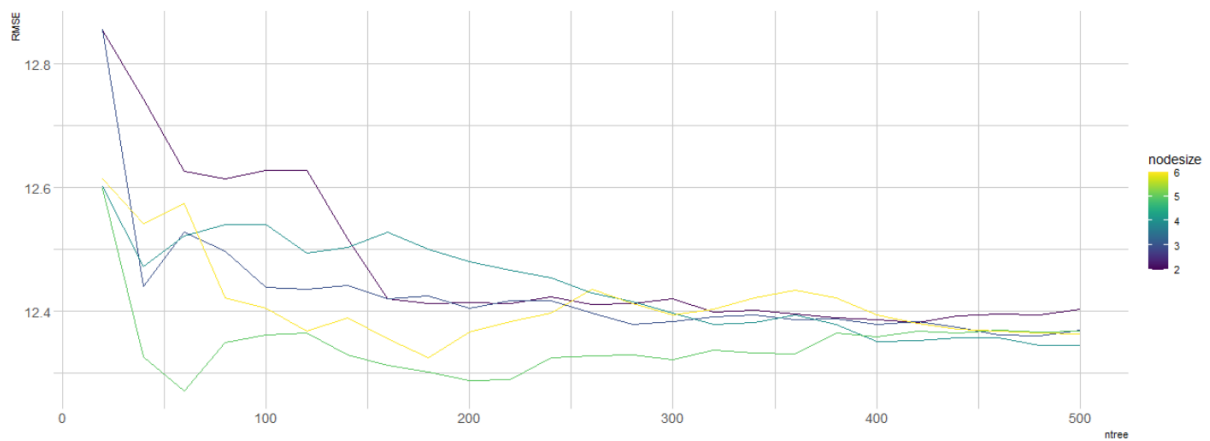
## 1. Étude de sensibilité Random Forest

nodesize pour mtry == 5

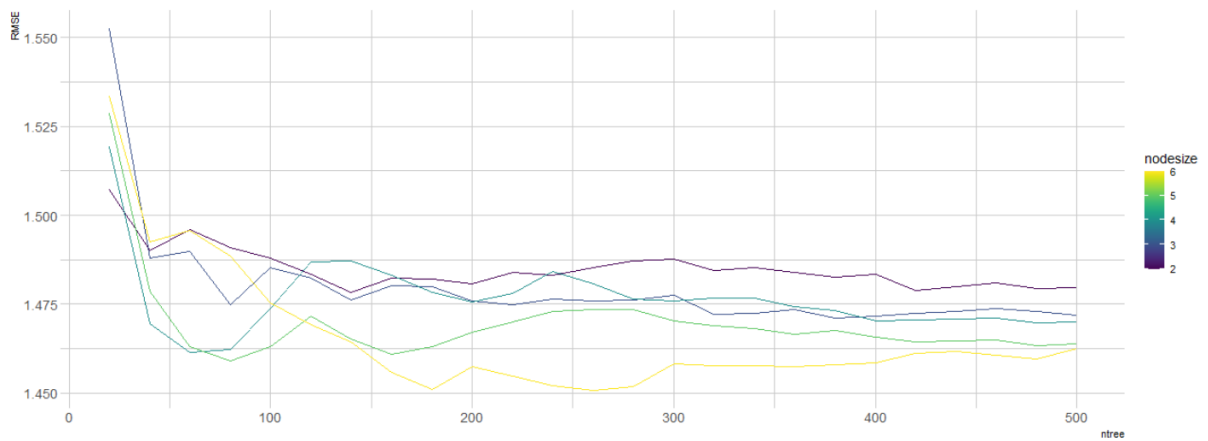
Woody cover



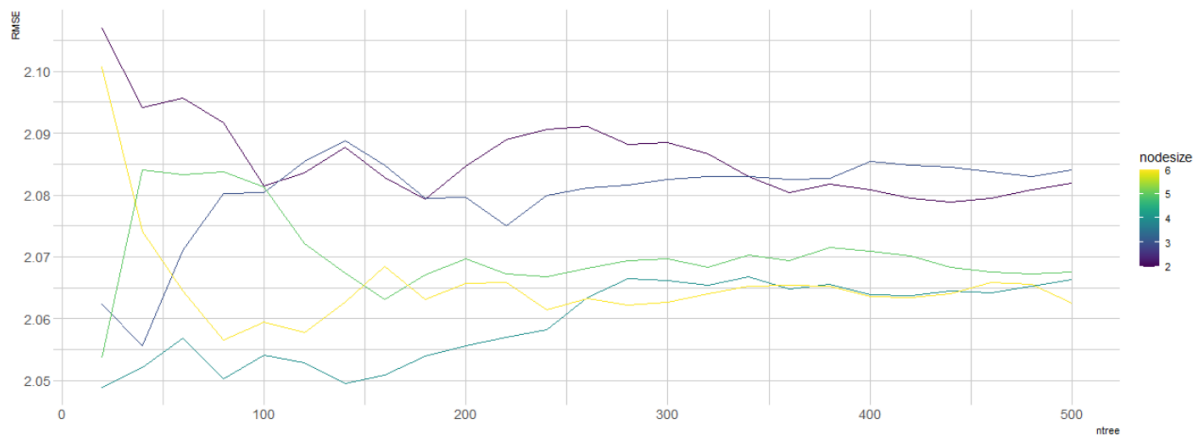
AGB



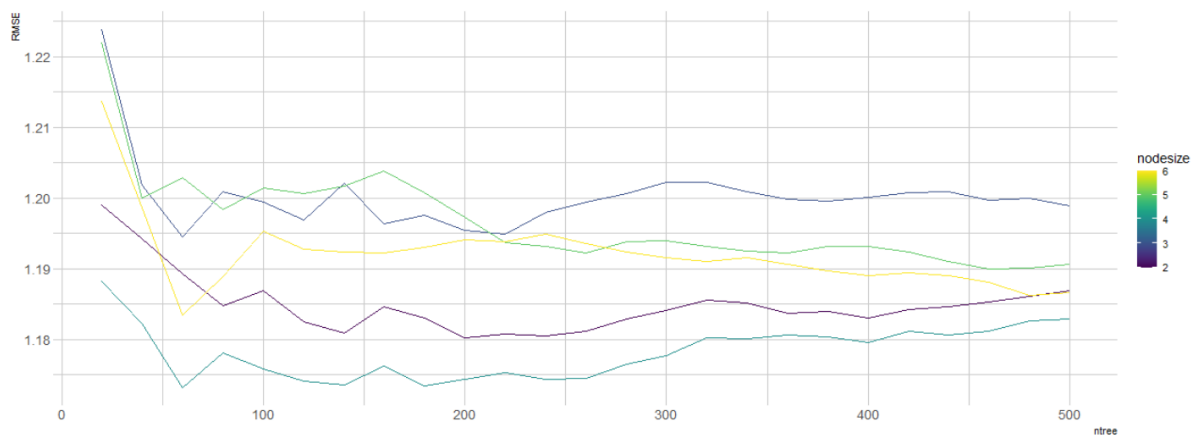
H95



## ACP H DIM 1

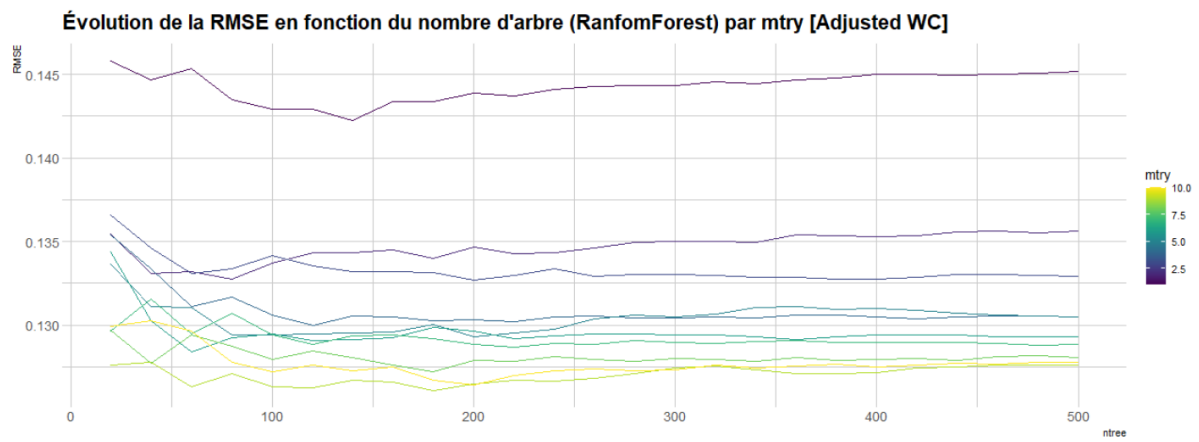


## ACP H DIM 2

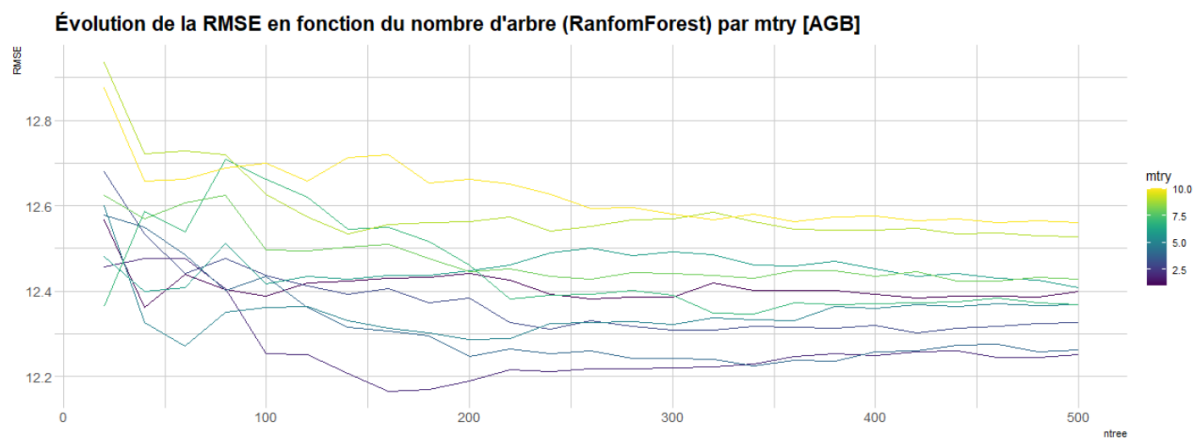


Mtry et ntree pour nodesize == 5

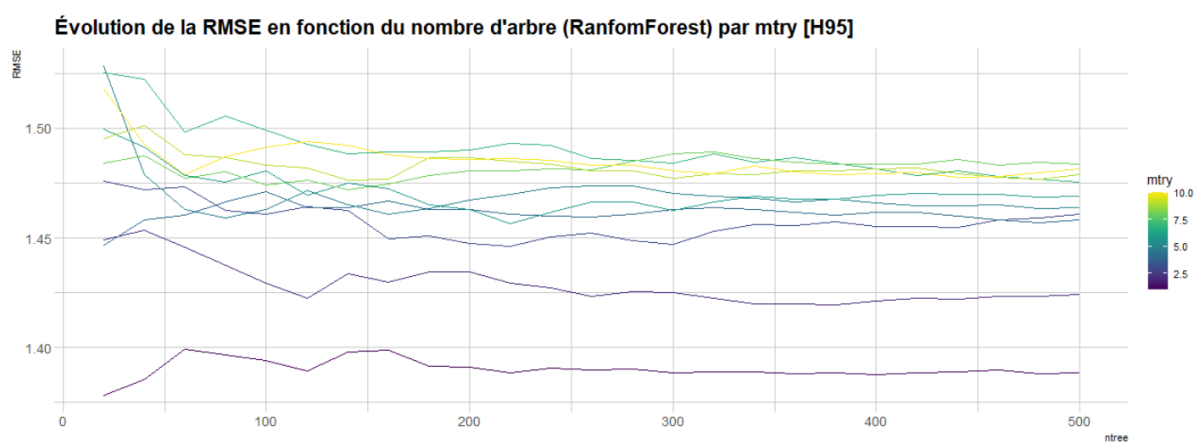
Woody cover



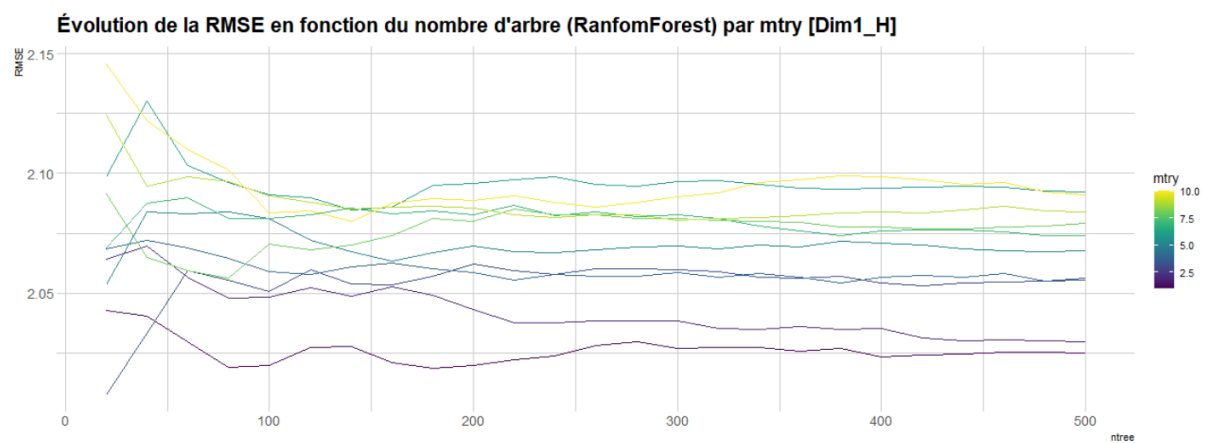
AGB



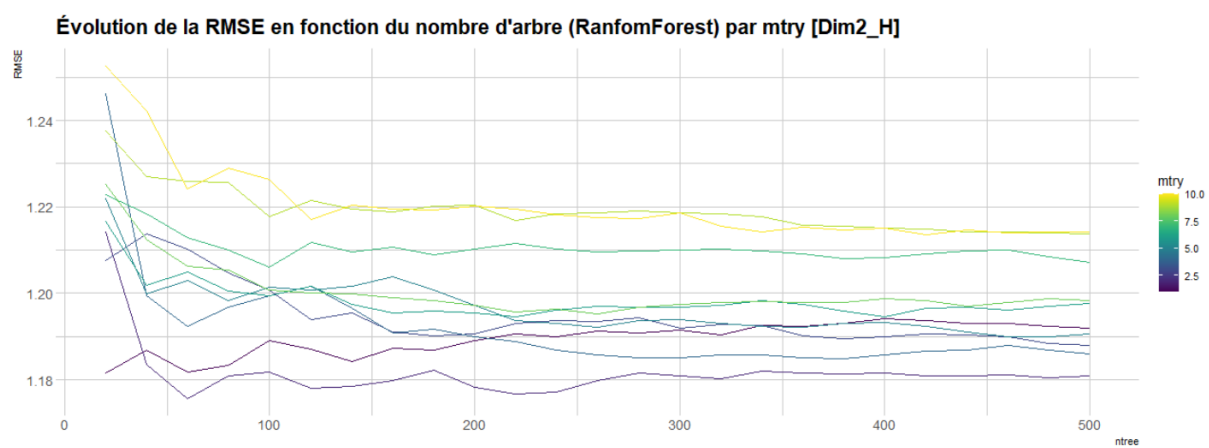
H95



## ACP H DIM 1



## ACP H DIM 2



## 2. Résultats détaillés

Couverture de la canopée (dec)			Terrain			Photo Interprétation			Photo Interprétation			
			Validation croisée			Validation externe			Validation croisée			
Type	Modèle	n préd.	RMSE	MAE	Biais	RMSE	MAE	Biais	RMSE	MAE	Biais	
Saisonnalité	Annuel	36	12,0	9,9	0,6	13,7	10,0	0,0	19,3	14,5	0,1	
	Repos	9	12,7	10,3	0,0	11,2	10,2	1,4	19,8	14,7	0,1	
	Av. Veg	9	12,7	10,1	0,7	14,7	10,1	1,9	22,0	16,7	-0,2	
	Veg	9	13,0	10,8	1,6	13,6	9,1	4,1	22,9	17,4	0,0	
	Ap. Veg	9	12,8	10,5	-0,8	13,4	10,0	3,2	21,1	15,9	0,2	
Résolution	10 m	9	13,1	10,4	-0,2	13,7	10,0	1,0	20,2	15,0	0,1	
	30 m	9	14,1	11,4	-0,6	15,4	11,1	0,8	20,5	15,3	0,0	
	50 m	9	13,7	11,2	-0,4	14,9	10,5	0,7	20,5	15,1	0,2	
	70 m	9	14,2	11,5	0,5	14,5	10,0	-1,0	20,7	15,5	0,1	
	90 m	9	14,0	11,3	-0,3	14,5	9,8	-2,0	20,9	15,7	0,0	
	110 m	9	14,8	12,3	0,7	15,8	11,1	-1,3	20,8	15,6	0,3	
	130 m	9	15,1	12,6	0,7	14,8	10,0	-1,2	21,7	16,5	0,0	
	150 m	9	14,1	11,6	1,0	15,8	11,8	-0,7	21,5	16,3	0,1	
Spectre	RGB	Bandes	3	14,4	11,3	0,1	18,6	14,7	5,0	26,3	20,8	0,1
		Indices	2	23,4	20,1	0,3	35,2	28,4	-5,5	32,5	26,2	0,1
		Combinaison	5	14,7	11,8	0,7	17,9	13,1	2,6	24,5	19,0	0,2
	RGB + IR	Bandes	5	13,0	10,4	0,5	18,6	14,0	4,1	24,5	19,2	-0,1
		Indices	5	18,1	15,2	1,0	20,0	15,6	3,0	23,2	17,7	0,1
		Combinaison	10	13,8	11,2	0,6	19,3	14,6	3,4	22,2	16,8	0,3
	RGB + SWIR	Bandes	5	13,3	10,8	0,0	12,0	9,2	-0,6	20,7	15,5	-0,2
		Indices	4	16,9	14,0	0,3	20,2	16,4	2,2	25,8	20,3	0,4
		Combinaison	9	13,6	11,1	0,4	12,4	9,7	-0,8	20,4	15,2	-0,1
	RGB + IR + SWIR	Bandes	7	12,6	10,2	0,2	12,6	9,6	0,2	20,3	15,4	-0,2
		Indices	14	15,0	12,8	0,6	14,5	11,5	-1,6	20,2	15,0	0,1
		Combinaison	21	13,1	10,7	0,5	12,0	9,1	-0,9	19,4	14,3	0,1
Phéno. année	S2 (repos)	7	12,7	10,2	0,4	12,0	9,2	0,2	20,4	15,4	-0,3	
	S2 + GRVI	15	12,6	10,4	1,0	13,1	9,9	-0,9	19,7	15,1	0,0	
	S2 + NDGI	15	12,4	10,3	0,1	12,6	9,5	-0,6	19,6	14,8	0,2	
	S2 + GVMi	15	11,9	9,8	0,7	11,5	8,9	-1,5	19,5	14,5	0,1	
	S2 + SWIR G B	15	13,2	10,5	0,1	12,4	9,3	-0,5	19,5	14,6	-0,2	
	S2 + all	39	12,9	10,7	0,5	12,6	9,7	-2,4	19,1	14,4	0,2	
Phéno. saison	S2 (repos)	7	13,4	11,0	1,0	11,2	8,7	-2,0	19,3	14,2	0,0	
	S2 + Δ  Ap. Veg - Veg	14	13,3	11,0	0,9	12,3	9,4	-3,5	18,9	14,2	0,0	
	S2 + Δ  Av. Veg - Veg	14	12,7	10,4	1,2	12,3	9,6	-2,8	19,0	14,3	0,0	
	S2 + Δ  Av. Veg - Ap. Veg	14	13,6	11,2	0,4	12,4	9,7	-3,2	18,8	14,1	0,0	
	S2 + Δ  Repos - Ap. Veg	14	13,8	11,5	-0,3	12,1	9,5	-1,6	19,3	14,5	0,0	
	S2 + Δ  Repos - Av. Veg	14	13,4	11,0	0,5	12,6	9,7	-2,2	19,2	14,4	-0,1	
	S2 + Δ  Repos - Veg	14	12,3	10,3	1,3	13,6	10,3	-2,0	19,2	14,4	-0,1	
Final	Intégratifs	64	13,8	10,6	-1,1	12,7	9,7	-2,0	-	-	-	

Biomasse aérienne (t/ha)			Terrain			Photo Interprétation			Photo Interprétation			
			<i>Validation croisée</i>			<i>Validation externe</i>			<i>Validation croisée</i>			
Type	Modèle	n préd.	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>Biais</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>Biais</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>Biais</i>	
Saisonnalité	Annuel	36	14,4	10,1	-0,9	14,7	10,6	-3,3	12,8	9,7	-0,2	
	Repos	9	15,4	11,5	-0,6	14,2	9,8	-2,4	12,4	9,1	-0,2	
	Av. Veg	9	14,5	10,7	-0,1	14,6	10,3	-1,8	12,7	9,5	-0,1	
	Veg	9	13,6	9,8	-0,1	14,7	10,1	-2,2	12,8	9,3	-0,2	
	Ap. Veg	9	15,0	10,7	-1,2	14,1	9,3	-0,5	12,3	8,6	0,0	
Résolution	10 m	9	15,6	11,4	-0,8	14,4	9,9	-2,8	12,8	9,4	-0,1	
	30 m	9	15,3	11,3	-0,6	14,7	10,6	-3,4	13,0	9,6	-0,2	
	50 m	9	15,9	11,7	-1,2	14,1	10,1	-2,8	12,7	9,4	-0,1	
	70 m	9	13,5	9,9	-1,0	15,0	11,0	-2,7	12,9	9,6	-0,1	
	90 m	9	15,3	11,3	-1,0	14,5	10,7	-3,5	13,3	10,0	-0,1	
	110 m	9	14,9	11,5	-1,0	15,1	10,8	-2,4	12,7	9,5	0,0	
	130 m	9	14,8	10,8	-0,9	15,2	11,5	-3,4	13,7	10,3	-0,2	
	150 m	9	13,3	10,0	-0,6	14,4	10,6	-2,8	13,6	10,2	-0,1	
Spectre	RGB	Bandes	3	16,0	11,9	-0,4	14,4	9,8	0,5	15,0	11,5	0,1
		Indices	2	19,4	16,0	-0,7	21,7	18,8	-4,6	19,4	15,8	-0,3
		Combinaison	5	16,8	12,6	-0,8	14,6	10,4	-1,0	14,4	10,8	0,2
	RGB + IR	Bandes	5	16,5	12,3	-0,8	14,7	10,5	-0,3	14,5	11,0	-0,1
		Indices	5	16,1	12,7	0,3	14,1	11,5	-1,4	14,4	11,0	-0,1
		Combinaison	10	16,2	12,2	-0,3	14,8	11,3	-1,7	13,8	10,4	-0,1
	RGB + SWIR	Bandes	5	15,4	11,2	-0,8	14,1	9,4	-1,8	12,9	9,5	-0,3
		Indices	4	16,4	12,7	-0,3	15,7	11,6	1,3	15,6	12,4	0,1
		Combinaison	9	15,8	11,5	-0,4	14,1	9,7	-2,6	12,8	9,4	-0,2
	RGB + IR + SWIR	Bandes	7	15,5	11,3	-0,7	14,4	9,9	-2,3	12,6	9,5	-0,3
		Indices	14	15,4	11,9	-0,2	14,3	11,2	-3,0	13,0	9,8	-0,1
		Combinaison	21	15,5	11,4	-0,5	14,2	10,3	-2,8	12,5	9,3	-0,2
Phéno. année	S2 (repos)	7	15,8	11,6	-0,7	14,2	9,6	-1,7	12,7	9,4	-0,2	
	S2 + GRVI	15	13,9	10,3	-0,6	13,7	9,9	-3,0	12,5	9,3	-0,2	
	S2 + NDGI	15	14,0	10,6	-0,5	14,1	10,0	-2,9	12,6	9,5	-0,2	
	S2 + GVMI	15	14,3	10,8	-0,6	14,5	10,3	-3,5	12,6	9,3	-0,2	
	S2 + SWIR G B	15	15,3	11,0	-1,0	14,4	9,9	-2,6	12,5	9,3	-0,2	
	S2 + all	39	14,1	10,4	-0,5	14,3	10,7	-3,7	12,4	9,4	-0,2	
Phéno. saison	S2 (repos)	7	15,4	11,5	-0,7	14,6	10,2	-2,8	12,4	9,1	-0,2	
	S2 + Δ  Ap. Veg - Veg	14	13,9	10,4	-1,7	14,0	10,7	-4,1	12,3	9,1	-0,3	
	S2 + Δ  Av. Veg - Veg	14	14,1	10,6	-0,9	14,4	11,2	-4,9	12,3	9,3	-0,3	
	S2 + Δ  Av. Veg - Ap. Veg	14	14,4	10,8	-1,5	14,0	11,1	-4,6	12,3	9,2	-0,1	
	S2 + Δ  Repos - Ap. Veg	14	14,9	11,2	-0,7	14,3	10,5	-3,1	12,6	9,4	-0,2	
	S2 + Δ  Repos - Av. Veg	14	14,0	10,6	-0,7	14,0	10,3	-4,4	12,6	9,4	-0,3	
	S2 + Δ  Repos - Veg	14	13,9	10,4	-0,9	14,3	10,6	-4,1	12,4	9,4	-0,3	
Final	Intégratifs	34	14,1	10,6	-1,2	14,3	11,0	-3,8	-	-	-	

Hauteur de canopée (m)				Terrain			Photo Interprétation			Photo Interprétation		
				<i>Validation croisée</i>			<i>Validation externe</i>			<i>Validation croisée</i>		
Type	Modèle		n préd.	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>Biais</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>Biais</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>Biais</i>
Saisonnalité	Annuel		36	1,5	1,1	0,1	1,6	0,9	0,3	1,0	0,8	0,0
	Repos		9	1,4	1,1	0,0	1,6	0,9	0,3	1,1	0,8	0,0
	Av. Veg		9	1,5	1,1	0,0	1,7	1,1	0,4	1,2	0,9	0,0
	Veg		9	1,5	1,1	0,0	1,6	1,0	0,4	1,2	0,9	0,0
	Ap. Veg		9	1,4	1,0	0,0	1,6	1,0	0,4	1,1	0,8	0,0
Résolution	10 m		9	1,5	1,1	0,0	1,6	1,0	0,4	1,1	0,8	0,0
	30 m		9	1,5	1,1	0,0	1,5	0,9	0,3	1,1	0,8	0,0
	50 m		9	1,6	1,1	-0,1	1,6	1,0	0,3	1,1	0,8	0,0
	70 m		9	1,7	1,2	-0,1	1,6	1,0	0,2	1,1	0,8	0,0
	90 m		9	1,7	1,2	-0,1	1,6	1,1	0,1	1,1	0,8	0,0
	110 m		9	1,5	1,1	0,0	1,6	1,0	0,3	1,1	0,8	0,0
	130 m		9	1,6	1,2	0,0	1,5	1,0	0,1	1,2	0,9	0,0
	150 m		9	1,5	1,1	0,0	1,5	1,0	0,2	1,1	0,9	0,0
Spectre	RGB	Bandes	3	1,6	1,2	0,0	1,7	1,0	0,5	1,4	1,1	0,0
		Indices	2	1,6	1,2	0,0	2,4	2,0	0,0	1,7	1,3	0,0
		Combinaison	5	1,5	1,1	0,0	1,7	1,0	0,4	1,3	1,0	0,0
	RGB + IR	Bandes	5	1,6	1,2	0,0	1,7	1,1	0,5	1,3	1,0	0,0
		Indices	5	1,4	1,0	0,0	1,7	1,0	0,4	1,2	0,9	0,0
		Combinaison	10	1,4	1,0	0,0	1,7	1,0	0,5	1,2	0,9	0,0
	RGB + SWIR	Bandes	5	1,6	1,2	0,0	1,5	1,0	0,3	1,1	0,8	0,0
		Indices	4	1,5	1,1	-0,1	1,8	1,3	0,4	1,3	1,1	0,0
		Combinaison	9	1,6	1,2	0,0	1,6	1,0	0,2	1,1	0,8	0,0
	RGB + IR + SWIR	Bandes	7	1,6	1,2	0,0	1,5	0,9	0,3	1,1	0,8	0,0
		Indices	14	1,4	1,0	0,0	1,6	1,0	0,2	1,1	0,8	0,0
		Combinaison	21	1,4	1,1	0,0	1,5	0,9	0,2	1,1	0,8	0,0
Phéno. année	S2 (repos)		7	1,6	1,2	0,0	1,5	0,9	0,3	1,1	0,8	0,0
	S2 + GRVI		15	1,4	1,1	0,0	1,6	1,0	0,1	1,1	0,8	0,0
	S2 + NDGI		15	1,5	1,2	-0,1	1,6	1,0	0,2	1,0	0,8	0,0
	S2 + GVMI		15	1,6	1,3	-0,2	1,5	1,0	0,3	1,0	0,8	0,0
	S2 + SWIR G B		15	1,6	1,1	-0,1	1,6	1,0	0,3	1,1	0,8	0,0
	S2 + all		39	1,6	1,2	-0,2	1,5	1,0	0,1	1,0	0,8	0,0
Phéno. saison	S2 (repos)		7	1,5	1,1	0,0	1,5	0,9	0,1	1,0	0,8	0,0
	S2 + Δ  Ap. Veg - Veg		14	1,5	1,1	0,0	1,6	1,0	0,1	1,0	0,8	0,0
	S2 + Δ  Av. Veg - Veg		14	1,5	1,2	-0,1	1,5	0,9	0,1	1,0	0,8	0,0
	S2 + Δ  Av. Veg - Ap. Veg		14	1,6	1,2	-0,1	1,5	0,9	0,1	1,0	0,8	0,0
	S2 + Δ  Repos - Ap. Veg		14	1,4	1,0	-0,1	1,5	0,9	0,2	1,0	0,8	0,0
	S2 + Δ  Repos - Av. Veg		14	1,6	1,2	-0,1	1,5	1,0	0,1	1,0	0,8	0,0
	S2 + Δ  Repos - Veg		14	1,5	1,1	-0,1	1,5	1,0	0,1	1,0	0,8	0,0
Final	Intégratifs		56	1,7	1,3	-0,3	1,6	1,0	0,1	-	-	-

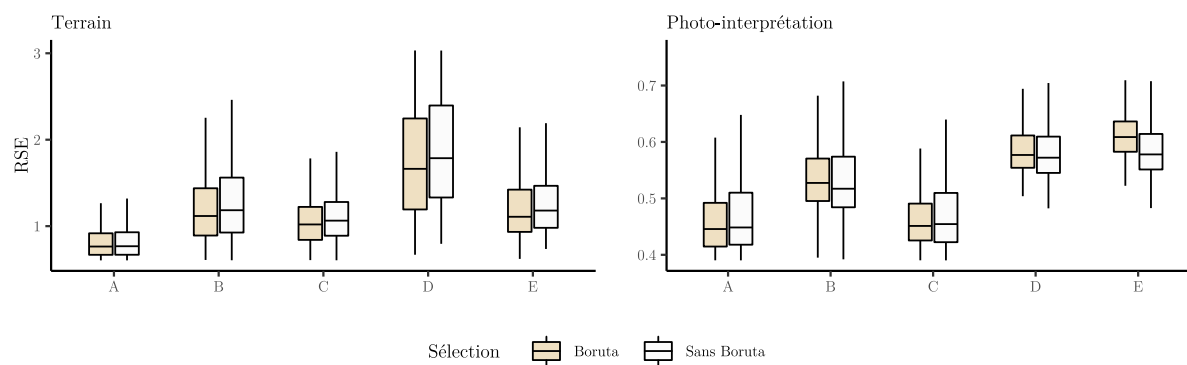


Dimension 1 ACP hauteur				Terrain <i>Validation croisée</i>			Photo Interprétation <i>Validation externe</i>			Photo Interprétation <i>Validation croisée</i>		
Type	Modèle		n préd.	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>Biais</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>Biais</i>	<i>RMSE</i>	<i>MAE</i>	<i>Biais</i>
Saisonnalité	Annuel		36	1,8	1,6	0,0	1,7	1,4	-0,2	0,8	0,6	0,0
	Repos		9	1,8	1,5	-0,1	1,8	1,5	-0,1	0,8	0,6	0,0
	Av. Veg		9	1,9	1,6	-0,1	1,7	1,4	-0,1	0,9	0,7	0,0
	Veg		9	2,1	1,8	0,0	1,7	1,4	-0,1	0,9	0,7	0,0
	Ap. Veg		9	2,0	1,7	-0,1	1,7	1,4	0,0	0,8	0,6	0,0
Résolution	10 m		9	1,8	1,5	-0,2	1,8	1,5	-0,1	0,8	0,6	0,0
	30 m		9	2,0	1,7	-0,1	1,8	1,5	-0,1	0,8	0,6	0,0
	50 m		9	2,0	1,7	-0,2	1,7	1,4	-0,1	0,8	0,6	0,0
	70 m		9	2,0	1,7	-0,1	1,7	1,4	-0,2	0,8	0,6	0,0
	90 m		9	2,0	1,7	-0,1	1,7	1,4	-0,1	0,8	0,7	0,0
	110 m		9	1,9	1,6	0,0	1,7	1,4	-0,1	0,8	0,7	0,0
	130 m		9	2,0	1,7	0,0	1,7	1,4	-0,2	0,9	0,7	0,0
	150 m		9	2,1	1,8	0,0	1,7	1,4	-0,1	0,9	0,7	0,0
Spectre	RGB	Bandes	3	2,1	1,7	-0,1	1,8	1,5	0,0	1,0	0,8	0,0
		Indices	2	2,1	1,8	-0,1	2,2	1,9	-0,4	1,2	1,0	0,0
		Combinaison	5	2,0	1,7	-0,1	1,9	1,5	0,0	1,0	0,8	0,0
	RGB + IR	Bandes	5	1,9	1,7	-0,1	1,8	1,5	0,0	1,0	0,8	0,0
		Indices	5	2,1	1,8	-0,1	1,9	1,6	0,0	0,9	0,7	0,0
		Combinaison	10	1,9	1,7	-0,2	1,9	1,5	0,0	0,9	0,7	0,0
	RGB + SWIR	Bandes	5	1,9	1,6	-0,1	1,8	1,5	-0,1	0,8	0,6	0,0
		Indices	4	2,1	1,7	0,0	1,9	1,6	0,0	1,0	0,8	0,0
		Combinaison	9	1,9	1,6	-0,1	1,7	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
	RGB + IR + SWIR	Bandes	7	1,8	1,6	-0,1	1,8	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
		Indices	14	2,1	1,8	-0,2	1,8	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
		Combinaison	21	1,9	1,7	-0,1	1,8	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
Phéno. année	S2 (repos)		7	1,8	1,6	-0,1	1,8	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
	S2 + GRVI		15	1,9	1,6	0,0	1,7	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
	S2 + NDGI		15	1,9	1,6	0,0	1,7	1,4	-0,1	0,8	0,6	0,0
	S2 + GVMI		15	1,9	1,6	0,0	1,8	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
	S2 + SWIR G B		15	1,9	1,7	-0,1	1,7	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
	S2 + all		39	1,9	1,7	-0,1	1,7	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
Phéno. saison	S2 (repos)		7	1,8	1,6	-0,1	1,8	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
	S2 + Δ  Ap. Veg - Veg		14	1,9	1,6	-0,1	1,8	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
	S2 + Δ  Av. Veg - Veg		14	1,8	1,5	0,0	1,8	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
	S2 + Δ  Av. Veg - Ap. Veg		14	1,8	1,5	-0,1	1,8	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
	S2 + Δ  Repos - Ap. Veg		14	1,9	1,6	-0,1	1,8	1,5	-0,2	0,8	0,6	0,0
	S2 + Δ  Repos - Av. Veg		14	1,8	1,5	-0,1	1,7	1,4	-0,2	0,8	0,6	0,0
	S2 + Δ  Repos - Veg		14	1,8	1,5	0,0	1,8	1,5	-0,3	0,8	0,6	0,0
	Final	Intégratifs	26	1,7	1,5	0,0	1,8	1,5	-0,2	-	-	-

Dimension 2 ACP hauteur			Terrain			Photo Interprétation			Photo Interprétation			
			Validation croisée			Validation externe			Validation croisée			
Type	Modèle	n préd.	RMSE	MAE	Biais	RMSE	MAE	Biais	RMSE	MAE	Biais	
Saisonnalité	Annuel	36	1,1	1,0	-0,1	1,3	1,1	0,0	0,2	0,2	0,0	
	Repos	9	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,1	0,0	0,2	0,2	0,0	
	Av. Veg	9	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,2	0,0	0,3	0,2	0,0	
	Veg	9	1,1	0,9	-0,1	1,3	1,1	0,0	0,3	0,2	0,0	
	Ap. Veg	9	1,3	1,1	-0,1	1,3	1,2	0,0	0,2	0,2	0,0	
Résolution	10 m	9	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,2	0,0	0,2	0,2	0,0	
	30 m	9	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,1	0,0	0,2	0,2	0,0	
	50 m	9	1,2	1,0	-0,1	1,3	1,2	0,0	0,2	0,2	0,0	
	70 m	9	1,2	1,0	-0,1	1,3	1,1	0,0	0,2	0,2	0,0	
	90 m	9	1,2	1,0	-0,1	1,3	1,1	-0,1	0,2	0,2	0,0	
	110 m	9	1,2	1,0	-0,1	1,3	1,1	0,0	0,2	0,2	0,0	
	130 m	9	1,2	1,0	-0,1	1,3	1,1	-0,1	0,3	0,2	0,0	
	150 m	9	1,2	1,0	-0,1	1,3	1,1	0,0	0,3	0,2	0,0	
Spectre	RGB	Bandes	3	1,3	1,1	-0,1	1,3	1,2	0,0	0,3	0,2	0,0
		Indices	2	1,4	1,2	0,0	1,3	1,2	-0,1	0,3	0,3	0,0
		Combinaison	5	1,3	1,1	0,0	1,3	1,2	0,0	0,3	0,2	0,0
	RGB + IR	Bandes	5	1,3	1,1	-0,1	1,3	1,2	0,0	0,3	0,2	0,0
		Indices	5	1,2	1,1	0,0	1,3	1,2	0,0	0,3	0,2	0,0
		Combinaison	10	1,2	1,0	-0,1	1,3	1,2	0,0	0,3	0,2	0,0
	RGB + SWIR	Bandes	5	1,2	1,1	0,0	1,3	1,1	0,0	0,2	0,2	0,0
		Indices	4	1,3	1,2	0,0	1,3	1,2	0,0	0,3	0,2	0,0
		Combinaison	9	1,3	1,1	0,0	1,3	1,2	0,0	0,2	0,2	0,0
	RGB + IR + SWIR	Bandes	7	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,2	-0,1	0,2	0,2	0,0
		Indices	14	1,2	1,1	0,0	1,3	1,2	0,0	0,2	0,2	0,0
		Combinaison	21	1,2	1,1	0,0	1,3	1,2	0,0	0,2	0,2	0,0
Phéno. année	S2 (repos)	7	1,3	1,1	-0,1	1,3	1,2	0,0	0,2	0,2	0,0	
	S2 + GRVI	15	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,1	0,0	0,2	0,2	0,0	
	S2 + NDGI	15	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,2	-0,1	0,2	0,2	0,0	
	S2 + GVMI	15	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,2	-0,1	0,2	0,2	0,0	
	S2 + SWIR G B	15	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,2	-0,1	0,2	0,2	0,0	
	S2 + all	39	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,2	-0,1	0,2	0,2	0,0	
Phéno. saison	S2 (repos)	7	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,2	-0,1	0,2	0,2	0,0	
	S2 + Δ  Ap. Veg - Veg	14	1,3	1,1	-0,2	1,3	1,2	-0,1	0,2	0,2	0,0	
	S2 + Δ  Av. Veg - Veg	14	1,1	1,0	-0,1	1,3	1,2	-0,1	0,2	0,2	0,0	
	S2 + Δ  Av. Veg - Ap. Veg	14	1,3	1,1	-0,1	1,3	1,2	-0,1	0,2	0,2	0,0	
	S2 + Δ  Repos - Ap. Veg	14	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,2	-0,1	0,2	0,2	0,0	
	S2 + Δ  Repos - Av. Veg	14	1,3	1,1	-0,1	1,3	1,2	0,0	0,2	0,2	0,0	
	S2 + Δ  Repos - Veg	14	1,1	1,0	-0,1	1,3	1,2	-0,1	0,2	0,2	0,0	
Final	Intégratifs	26	1,2	1,1	-0,1	1,3	1,2	0,0	-	-	-	

### 3. Influence de la sélection de variables

L'influence de la sélection de variables avec l'algorithme Boruta, par variable de réponse et pour les deux jeux de données, est illustrée ci-dessous. La sélection n'apporte pas une qualité supérieure importante, voire la dégrade légèrement, lors de l'estimation de la biomasse et de la hauteur de canopée avec des modèles qui utilisent les données de photo-interprétation. Néanmoins, les différences sont, dans l'ensemble, très faibles et aucune tendance n'apparaît.



#### 4. Table des indices de végétation ACP spectre

2G	/	$(2 * \text{GREEN} - \text{RED} - \text{BLUE}) / (2 * \text{GREEN} + \text{RED} + \text{BLUE})$
2R	/	$(2 * \text{RED} - \text{GREEN} - \text{BLUE}) / (2 * \text{RED} + \text{GREEN} + \text{BLUE})$
B	/	$(\text{BLUE}) / (\text{RED} + \text{GREEN} + \text{BLUE})$
CCCI	Canopy Chlorophyll Content Index	$((\text{NIR} - \text{EDGE1}) / (\text{NIR} + \text{EDGE1})) / ((\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}))$
EVI	Enhanced Vegetation Index	$2.5 * ((\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + 6 * \text{RED} - 7.5 * \text{BLUE} + 1))$
G	/	$(\text{GREEN}) / (\text{RED} + \text{GREEN} + \text{BLUE})$
GRVI	Simple Ratio NIR/Green Ratio Vegetation Index	$(\text{GREEN} - \text{RED}) / (\text{GREEN} + \text{RED})$
GVMi	Global Vegetation Moisture Index	$((\text{NIR} + 0.1) - (\text{SWIR2} + 0.2)) / ((\text{NIR} + 0.1) + (\text{SWIR2} + 0.2))$
mNDVI	Modified NDVI	$(\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED} - \text{SWIR2})$
MSAVI2	Modified Soil Adjusted Vegetation Index	$((2 * \text{NIR} + 1) - \sqrt{(2 * \text{NIR} + 1)^2 - 8 * (\text{NIR} - \text{RED})}) / 2$
NDGI	Normalized Difference Greenness Index	$((0.62 * \text{GREEN} + 0.38 * \text{NIR}) - \text{RED}) / ((0.62 * \text{GREEN} + 0.38 * \text{NIR}) + \text{RED})$
NDPI	Normalized Difference Phenology Index	$(\text{NIR} - (0.78 * \text{RED} + 0.22 * \text{SWIR1})) / (\text{NIR} + (0.78 * \text{RED} + 0.22 * \text{SWIR1}))$
NDSVI	Normalized Difference SWIR Vegetation Index	$(\text{SWIR1} - \text{RED}) / (\text{SWIR1} + \text{RED})$
NDTI	Normalized Difference Tillage Index	$(\text{SWIR2} - \text{SWIR1}) / (\text{SWIR2} + \text{SWIR1})$
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	$(\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$
R	/	$(\text{RED}) / (\text{RED} + \text{GREEN} + \text{BLUE})$
SWIR B	/	$(\text{SWIR2} - \text{BLUE}) / (\text{SWIR2} + \text{BLUE})$
SWIR EDGE	/	$(\text{SWIR2} - \text{EDGE1}) / (\text{SWIR2} + \text{EDGE1})$
SWIR G	/	$(\text{SWIR2} - \text{GREEN}) / (\text{SWIR2} + \text{GREEN})$
SWIG G B	/	$(\text{SWIR2} - (\text{GREEN} + \text{BLUE})) / (\text{SWIR2} + (\text{GREEN} + \text{BLUE}))$
Tass.B	S2 Tasseled cap brightness transformation	$0.3510 * \text{BLUE} + 0.3813 * \text{GREEN} + 0.3437 * \text{RED} + 0.7196 * \text{NIR} + 0.2396 * \text{SWIR1} + 0.1949 * \text{SWIR2}$
Tass.G	S2 Tasseled cap greenness transformation	$-0.3599 * \text{BLUE} - 0.3533 * \text{GREEN} - 0.4734 * \text{RED} + 0.6633 * \text{NIR} + 0.0087 * \text{SWIR1} - 0.2856 * \text{SWIR2}$
Tass.W	S2 Tasseled cap yellowness transformation	$0.2578 * \text{BLUE} + 0.2305 * \text{GREEN} + 0.0883 * \text{RED} + 0.1071 * \text{NIR} - 0.7611 * \text{SWIR1} - 0.5308 * \text{SWIR2}$