



Etude des paramètres microclimatiques

le long d'un transect est-ouest
au niveau de l'aoupinié

Yves PONCON

IAC

Table des matières

1	Présentation du dispositif.....	2
1.1	Disposition spatiale.....	3
1.2	Disposition temporelle.....	4
1.3	VPD.....	5
1.4	Humidité spécifique.....	6
1.5	Indicateurs.....	6
1.5.1	Corrélation entre les indicateurs.....	6
1.6	Situation climatique générale Situation climatique.....	8
1.6.1	Répartition spatiale.....	8
1.6.2	Répartition altitudinale.....	10
2	Résultats.....	12
2.1	Gradients altitudinaux.....	12
2.1.1	Température.....	12
2.1.2	RH.....	14
2.1.3	VPD.....	16
2.1.4	Bilan.....	17
2.2	Influence topographie.....	18
2.2.1	Exemple.....	18
2.2.2	Généralisation.....	20
2.2.3	Modélisation.....	21
2.3	Evolution temporelle.....	23
2.3.1	Classification des jours.....	23
2.3.2	Caractéristique des classes.....	25
2.3.3	Alternance sec-humide.....	26
2.3.4	Répartition de la VPD par classe.....	31
2.3.5	Influence sur les gradients altitudinaux.....	32
2.3.6	Gradients altitudinaux et modèle ERA interim.....	33
3	Conclusion.....	33
4	Annexe.....	34
4.1	Répartition temporelle.....	34

1 Présentation du dispositif

Les stations sont des HOBO Pro V2. Elles enregistrent à intervalle régulier Humidité relative et Température, dans notre étude toutes les 20 min.

Précision $T^{\circ} = \pm 0.21 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Stability (drift): $< 0.1^{\circ}\text{C}$ per year

- o Précision globale: $\pm 0.51 \text{ }^{\circ}\text{C}$



Précision RH = $\pm 2.5\%$

Drift = $< 1\%$ per year

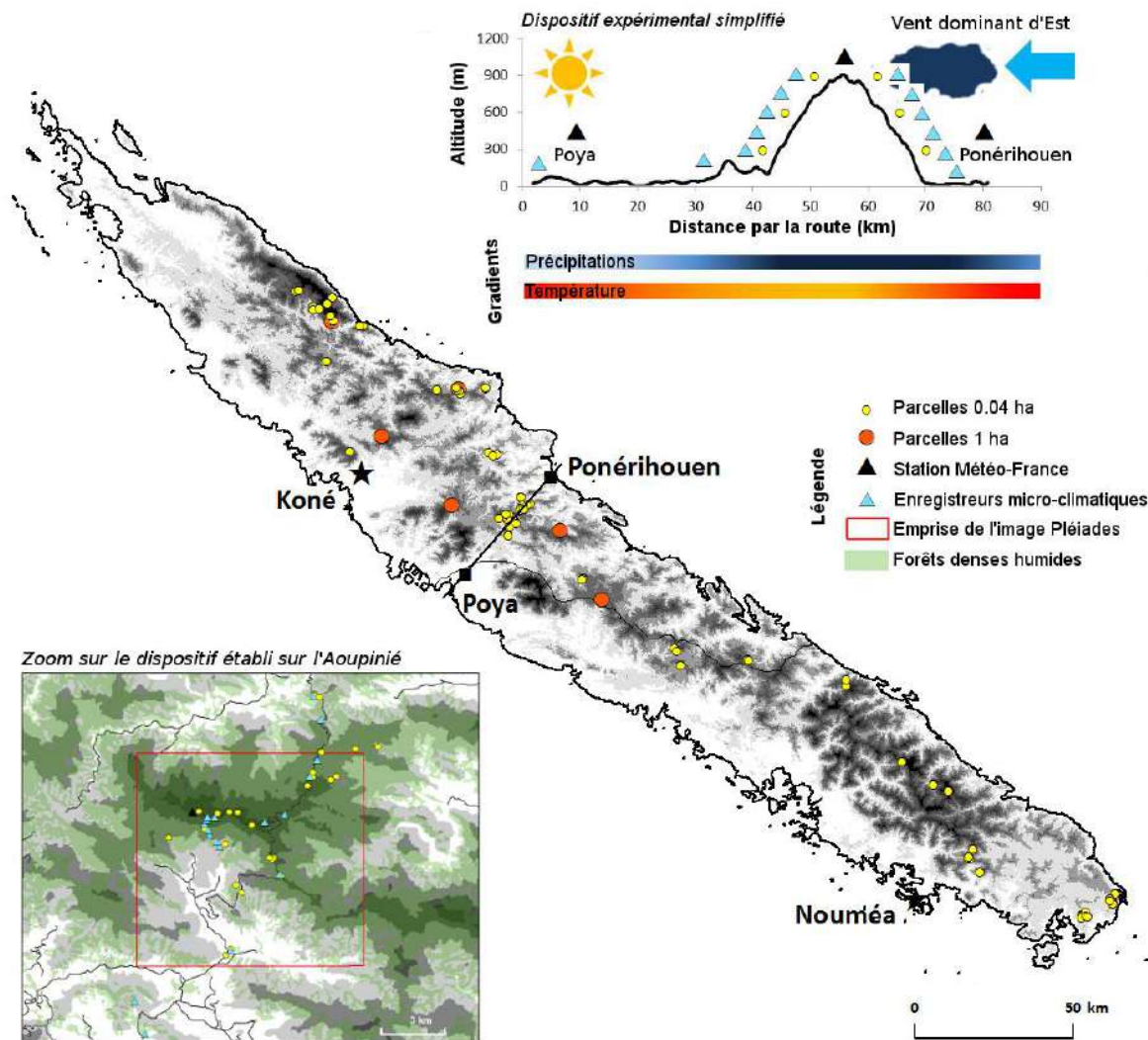
- o Précision globale: $\pm 5.5 \%$

Il y'a un offset de mesure sur la température d'env $0.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$, et un offset de RH jusqu'à 8% .

Afin de réduire la quantité de donnée, et avoir un jeu de données plus fiables, ces données ont d'abord été moyennées sur une base horaire au cours d'une journée. Il y'a une donnée par heure par station, qui a été concaténée sur une journée, en regardant le max, le min, la moyenne.

Dans un premier temps, seules les données diurnes ont été regardées entre 6 AM et 6 PM. Puis, en prenant en compte aussi les données nocturnes (entre 6 pm et 6am) les résultats étaient semblables. Ce sont donc les journées complètes qui ont été prises en compte.

1.1 Disposition spatiale



40 capteurs ont été placés entre Poya et Ponérihouen, répartis sur 30 points de mesures. Plusieurs capteurs sont placés au même point de mesure mais avec une position topographique différente (soit sur une crête, dans un talweg ou dans une position intermédiaire). Les points de mesures sont répartis tous les 100 m d'altitude sur les versants Est et Ouest de l'Aoupinié.

Sur le mont Panié, 10 capteurs ont été placés entre 1200 et 1600 m. Ainsi, il n'y a pas de recouvrement altitudinal entre les stations sur l'Aoupinié et le Mt. Panié.

1.2 Disposition temporelle

Tous les capteurs n'ont pas été installés au même moment. Une vingtaine de stations ont été installées au début de l'année 2013, 20 autres 1 an plus tard. En septembre 2014, les stations installées en 2013 ont eu la mémoire saturée et n'ont plus collecté de mesures. En janvier 2015, toutes les données ont été déchargées et relancées. Il y a plus d'une année complète de mesure avec plus de 35 stations, de janvier 2015 à août 2016,

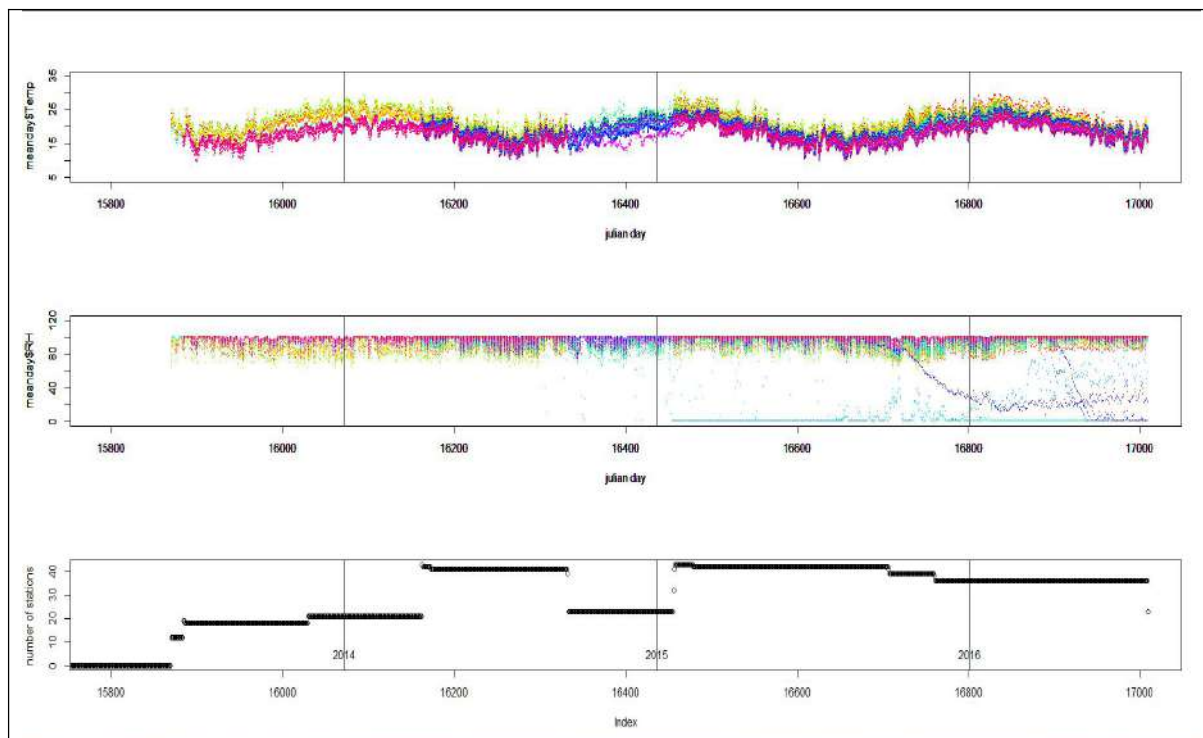


Figure 1 - valeurs journalières des différents capteurs, ainsi que le nombre de capteurs mesurant à chaque instant

Ce graphique représente en a) les séries temporelles de température de toutes les stations, en b) les séries d'humidité relative (HR), et en c) le nombre de stations ayant enregistré.

La mesure de l'humidité relative a cessé de fonctionner pour les capteurs 58, 62, 64, 67 et 68 au cours de la campagne d'essai (dérive vers 0). Elles ont été complètement retirées de l'étude.

Dans un premier temps, l'analyse a été basée sur les données diurnes (6am-6pm) sur une année complète de données, où se trouvaient le plus de stations. L'analyse a porté sur les données du 25 janvier 2015 au 24 janvier 2016

Sur le mont Panié, il y a une année de mesure entre le 15/02/2016 et le 23/05/2017.

1.3 VPD

Nous avons la donnée de température et d'humidité. De ces deux données, on tire le VDP : 'Vapour deficit pressure'. C'est la différence entre l'humidité présente dans l'air, et l'humidité absorbable par l'air. Elle s'exprime en Pa. C'est un indicateur de la sécheresse de l'air, qui va stresser la plante. Plus il est fort, plus la plante est stressée.

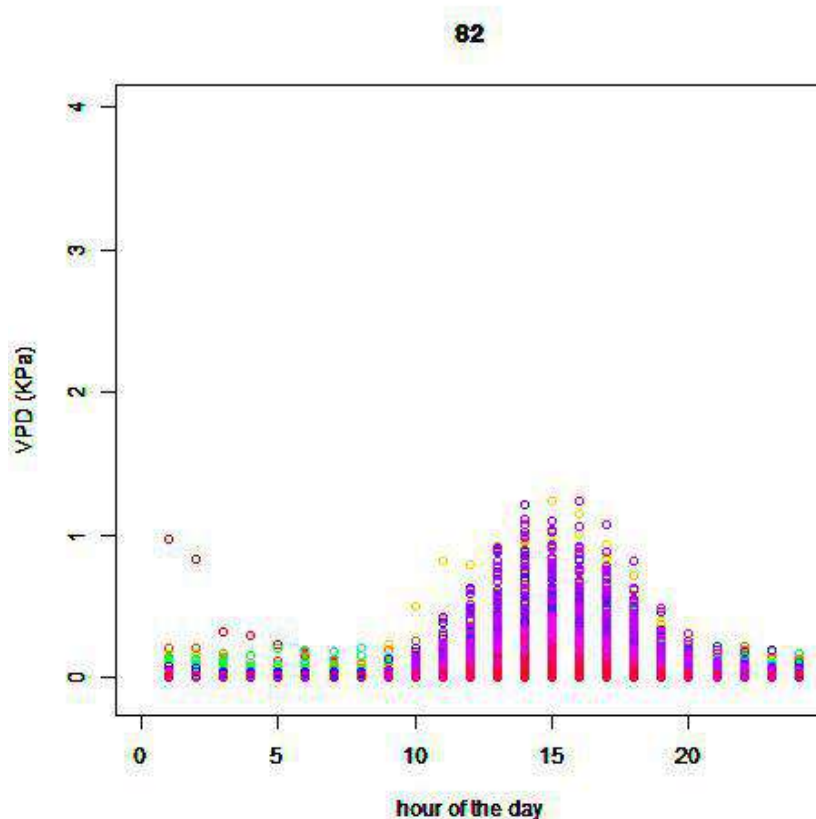
La tendance générale est : VPD élevé en été, dû à :

Sécheresse : peu d'eau dans l'air

Hautes températures : l'air peut absorber plus d'eau

<http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e07.htm>

Cette tendance est aussi journalière : le matin, il fait humide et frais (VPD faible), et la journée, l'humidité diminue, et la chaleur augmente (VPD élevé).



Cycle journalier global de la station 82, située à 561 m d'altitude. Chaque point représente une heure, et chaque couleur représente une journée. Le cycle est de la forme chaque jour. Faible la nuit, avec un pic la journée vers 15 :00

Chaque station possède un cycle journalier semblable, avec une amplitude différente.

1.4 Humidité spécifique

C'est la pression partielle d'eau dans l'air, qui représente la quantité d'eau dans l'air, indépendamment de la capacité de l'air à capter de l'eau.

,avec E_0 la quantité totale d'eau pour arriver à saturer l'air.

Elle s'exprime en kPa.

E_0 est une fonction croissante de la température. Plus il fait chaud, plus l'air peut absorber de l'eau, et en pour une même quantité d'eau, plus l'humidité relative sera faible.

Exemple : condensation sur une bouteille d'eau froide. L'air alentour est refroidi, il ne peut plus absorber toute l'eau présente dans l'air, et l'eau se condense.

1.5 Indicateurs

Afin de regrouper l'information des séries temporelles en un nombre limité de valeurs, les indicateurs regardés sont les suivant :

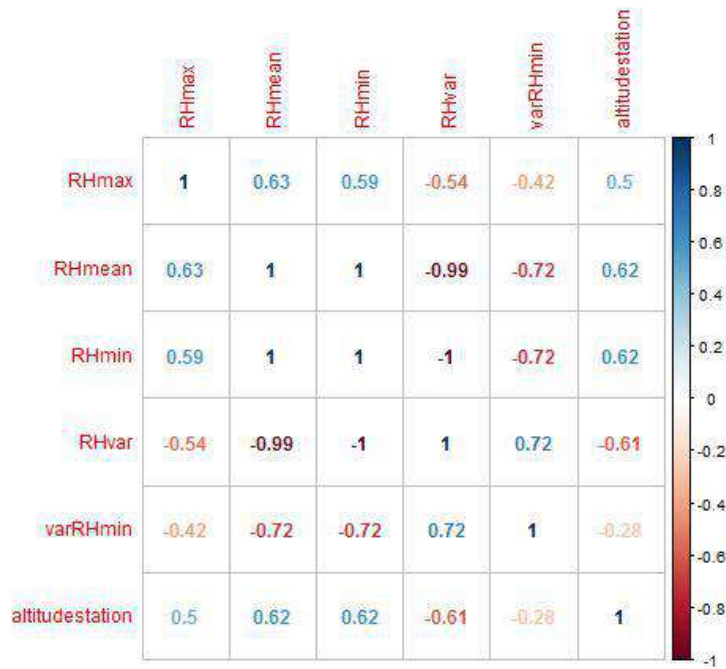
Moyenne : la moyenne des données sur l'ensemble de la campagne, notée « mean »

Maximum : notée « max », elle est particulièrement intéressante pour la température, les pics de chaleurs étant très sollicitant pour la flore.

Minimum : « min », surtout pour RH, où l'on va regarder les pics de sécheresse.

Variation journalière : il s'agit sur une journée de la différence entre le max et le min. La variabilité d'un milieu va influencer sur la flore.

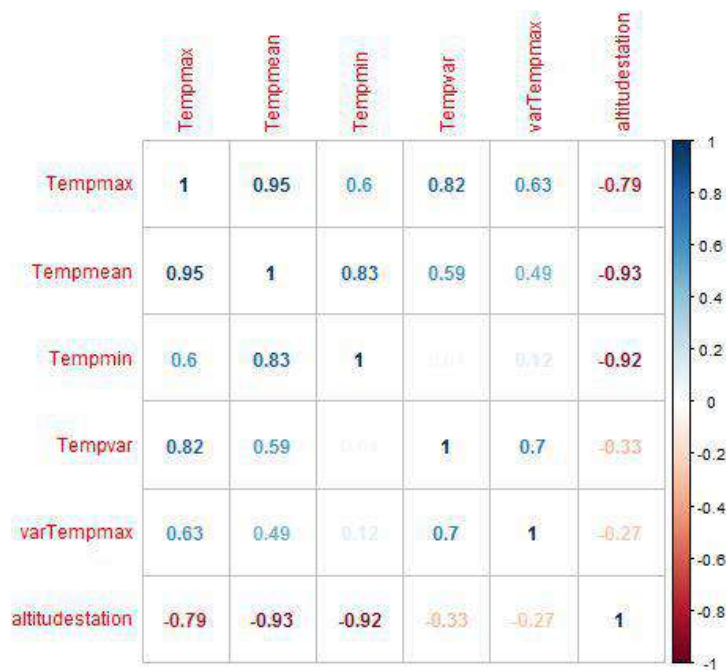
1.5.1 Corrélation entre les indicateurs



RHmax est saturé à 100 %, il ne varie pas.

Ainsi $RHvar \sim 1 - RHmin \sim 2*(1 - RHmean)$

VarRHmin représente la variabilité saisonnière des données. C'est l'écart entre quantile à 95% et celui à 5%



Ici, il n'y a pas de saturation. Ainsi, Rhmean et Rhvar dépendent de min et max, d'où une corrélation légèrement plus faible.

	VPDmax	VPDmean	VPDmin	VPDvar	VPDvol	varVPDmax	VPDmeanmonthmax	VPDsec	VPDsechumide	altitudestation
VPDmax	1	1	0.54	1	0.98	0.94	0.94	0.94	0.88	-0.62
VPDmean	1	1	0.56	1	0.98	0.94	0.95	0.95	0.89	-0.63
VPDmin	0.54	0.56	1	0.52	0.68	0.52	0.74	0.7	0.64	-0.5
VPDvar	1	1	0.52	1	0.97	0.94	0.93	0.94	0.88	-0.62
VPDvol	0.98	0.98	0.68	0.97	1	0.9	0.98	0.98	0.91	-0.67
varVPDmax	0.94	0.94	0.52	0.94	0.9	1	0.91	0.83	0.88	-0.62
VPDmeanmonthmax	0.94	0.95	0.74	0.93	0.98	0.91	1	0.96	0.94	-0.73
VPDsec	0.94	0.95	0.7	0.94	0.98	0.83	0.96	1	0.9	-0.68
VPDsechumide	0.88	0.89	0.64	0.88	0.91	0.88	0.94	0.9	1	-0.75
altitudestation	-0.62	-0.63	-0.5	-0.62	-0.67	-0.62	-0.73	-0.68	-0.75	1

VPDmeanmonthmax=vpd moyenne du mois ou la vpd a été la plus forte

VPDsec= vpd moyenne durant les 4 mois les plus chaud (9-12)

VPDsechumide= ecart de vpd entre VPDsec et la vpd moyenne durant le mois le plus froid

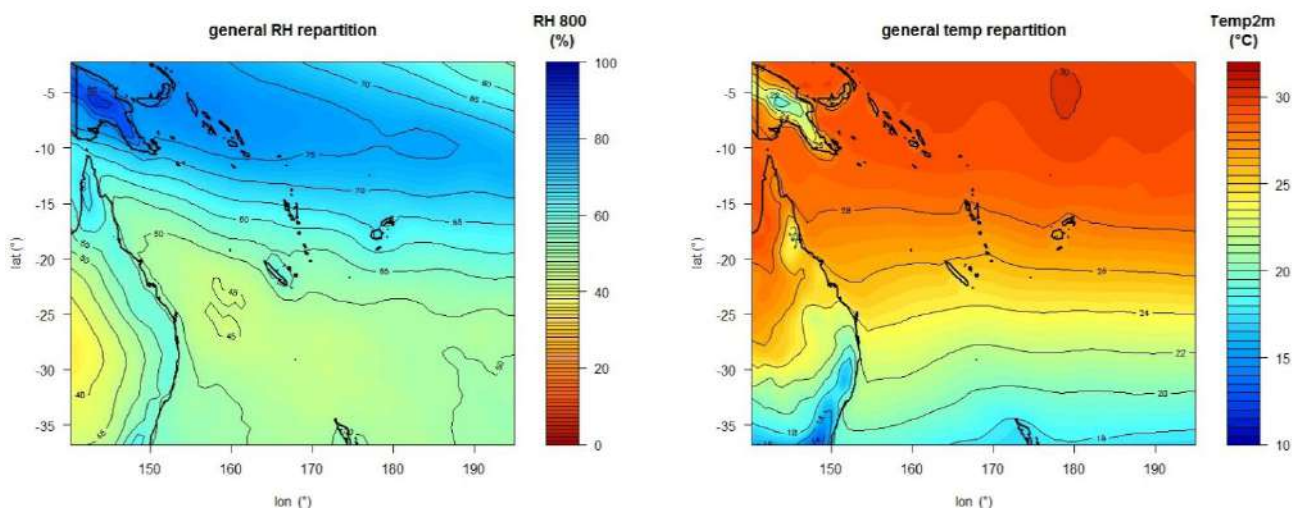
De même que pour RH (mais inversé), ici VPDmin est saturé à 0.

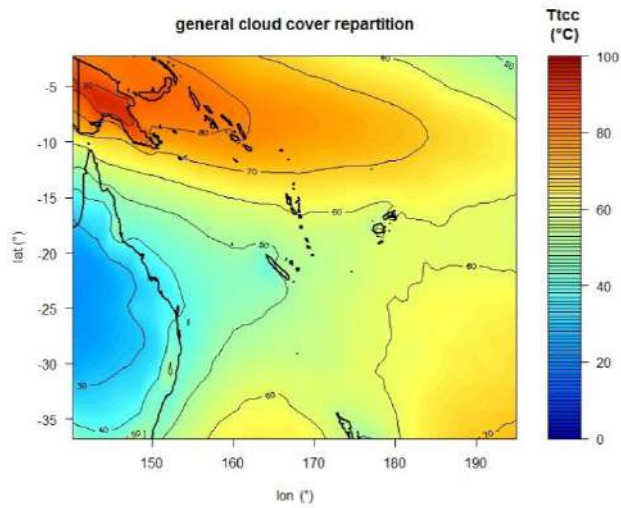
Ici, varVPDmax est très bien corrélé au jeu total de donnée.

1.6 Situation climatique générale Situation climatique

1.6.1 Répartition spatiale

Les schémas ci-dessous représentent les valeurs tirées du modèle ERA interim, avec une résolution spatiale de 0.75 ° (lat et lon). C'est un modèle déterministe basé sur les équations de Navier-stokes. Les données ont une résolution temporelle de 6h. Le modèle est développé pour être au plus proche des observations in situ. Pour plus d'informations sur le modèle, voir [ici](#).

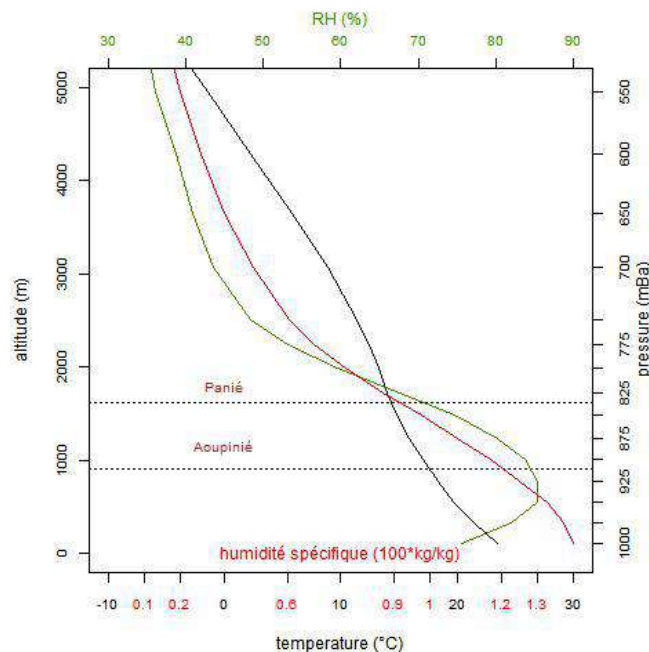




La SPCZ se situe au Nord de la Nouvelle-Calédonie. Elle est caractérisée par une zone de forte humidité, et de chaleur élevée, et d'une forte couverture nuageuse. A l'ouest se situe l'Australie, seule grande zone terrestre aux alentours de la Nouvelle Calédonie.

La température est répartie selon les latitudes, alors que l'humidité est beaucoup plus modelée par les terres.

1.6.2 Répartition altitudinale



Le point culminant de la Nouvelle Calédonie est le Mt Panié, qui se situe à 1628 m. Les grandes variations climatiques en fonction de l'altitude se font jusqu'à une échelle bien supérieur.

A l'échelle de l'étude :

la température subit une décroissance quasi-linéaire en fonction de l'altitude. La décroissance est de plus en plus faible quand l'altitude augmente (fonction convexe

L'humidité spécifique suit une loi de décroissance exponentielle jusqu'à 2000m, assimilable à une décroissance linéaire sur notre plage d'étude. L'eau se diffuse depuis la mer jusque dans les différentes couches de l'atmosphère.

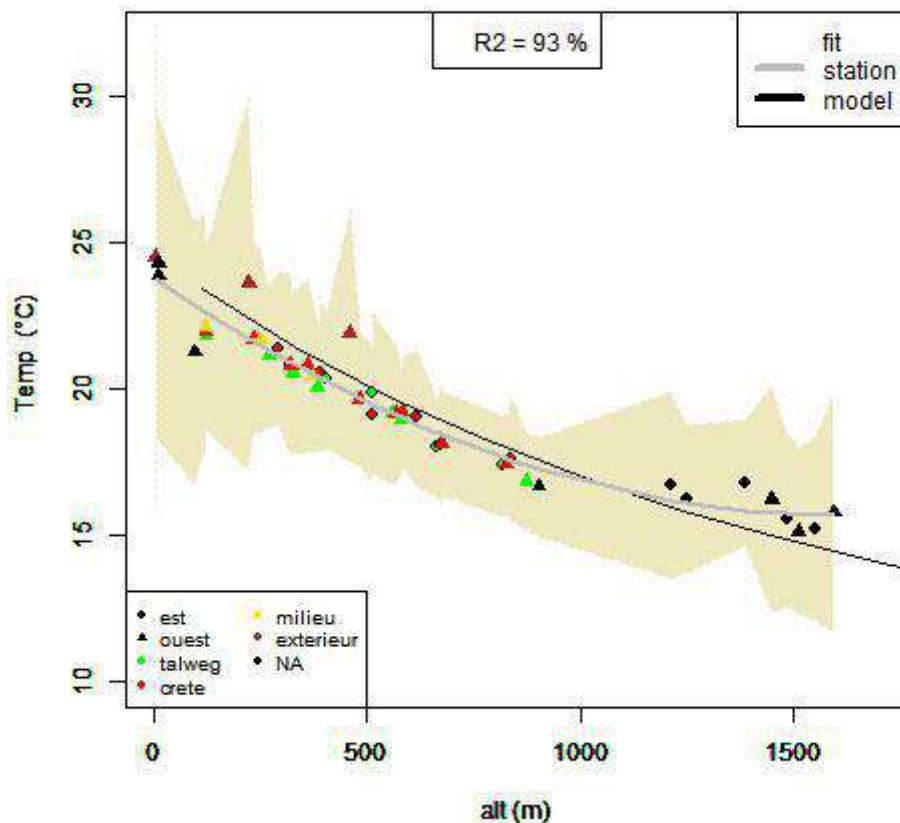
L'humidité relative est une fonction de la température et de l'humidité spécifique : plus il fait chaud, plus l'air peut stocker de l'eau et ainsi l'air saturera moins vite, l'humidité est plus faible. Et si il y'a moins d'eau, l'humidité relative diminue. Pour le modèle, quand l'altitude augmente, la température diminue, ce qui aura tendance à faire augmenter l'humidité relative, et l'humidité spécifique diminue, ce qui diminue l'humidité relative. Ainsi, l'évolution de RH dépend de la vitesse de l'évolution de ces paramètres le long des gradients altitudinaux. Ainsi :

- o [0-800m] L'humidité spécifique diminue faiblement, la température elle diminue fortement. La capacité à stocker de l'eau diminue plus rapidement que la quantité d'eau dans l'air, ainsi l'humidité augmente
- o [800-1200] Les variations altitudinales de $E_0(t)$ et de l'Humidité spécifique se compensent et se crée un plateau d'humidité relative ou celle-ci est forte et stable.
- o [1200-2500] La température décroît moins vite que l'humidité spécifique. L'humidité relative diminue.

2 Résultats

2.1 Gradients altitudinaux

2.1.1 Température



En noir, la température moyenne selon le modèle ERA-interim. En gris, le modèle tiré à partir des stations. Les points représentent les stations, dont la forme indique le versant (est-ouest) et la couleur indique la topographie dans laquelle est située la station. Le fond beige indique la gamme des fluctuations des valeurs des stations.

Ici, le modèle station et le modèle ERA-interim sont fortement en accord. On remarque cependant :

Les points situés à l'extérieur du couvert forestier sont plus chaud, ceux

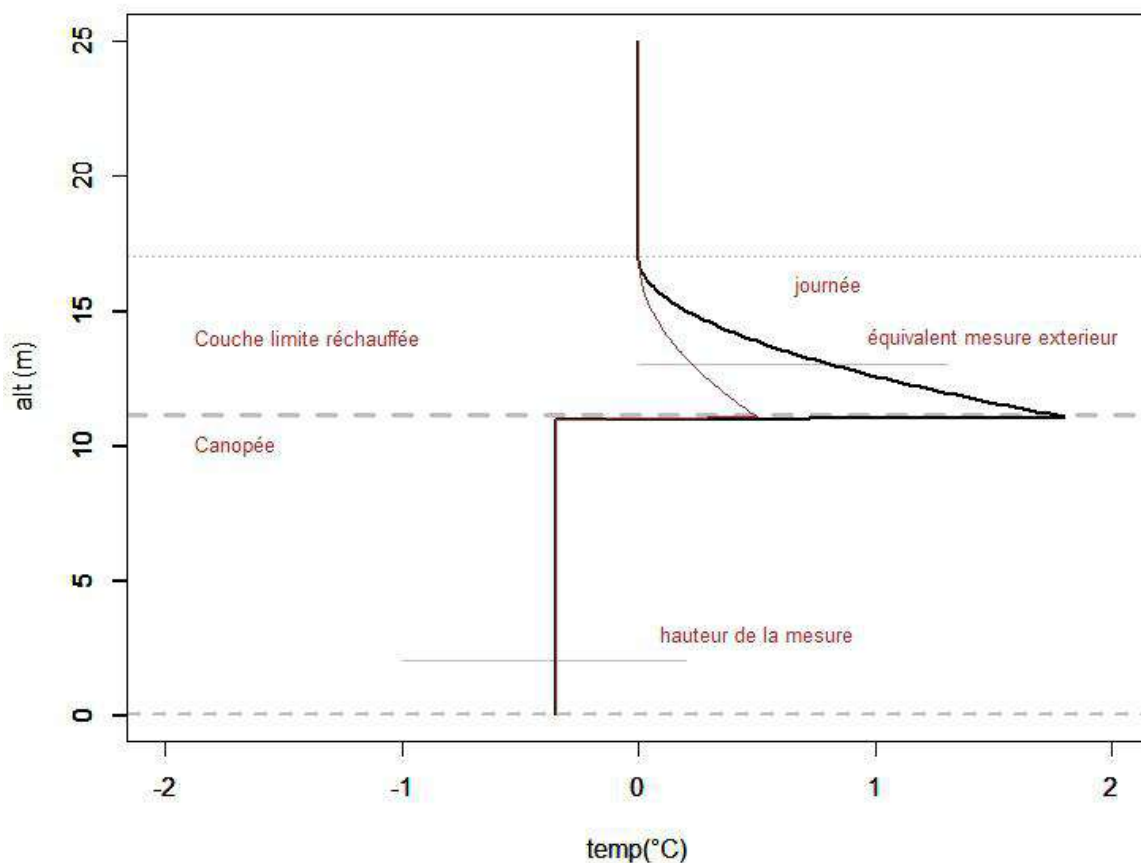
Ecart mesure-modèle (°C)	Ext	Talweg	Crete	Milieu
Ecart station	+2	-0,25	-0,08	-0,05
Ecart modèle	+1,3	-0,41	-0,32	-0,30

sous couvert forestier sont légèrement plus frais.

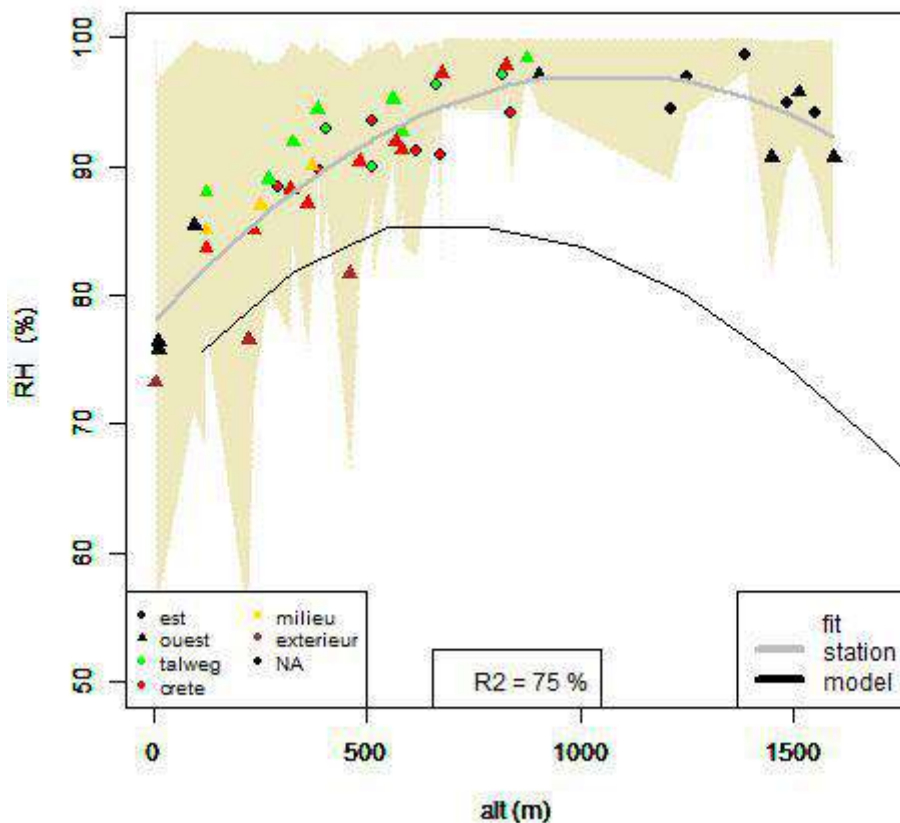
La dispersion des points hors extérieur autour du modèle station est très faible. En témoigne le fort coefficient de corrélation de 93 %. La température ne dépend que de la présence d'un couvert forestier, et de l'altitude et non de la topographie.

Le couvert forestier protège du rayonnement du soleil, et évite ainsi une trop forte hausse des températures la journée. Le contre-effet de cette protection est un réchauffement accru sur la surface de la canopée. Le même réchauffement se situe sur les points en extérieur avec le sol qui fait office de canopée. D'où le pic de chaleur en extérieur.

Voici un profil possible de température au passage de la canopée.



2.1.2 RH



Cf graphe [§2.1.1](#)

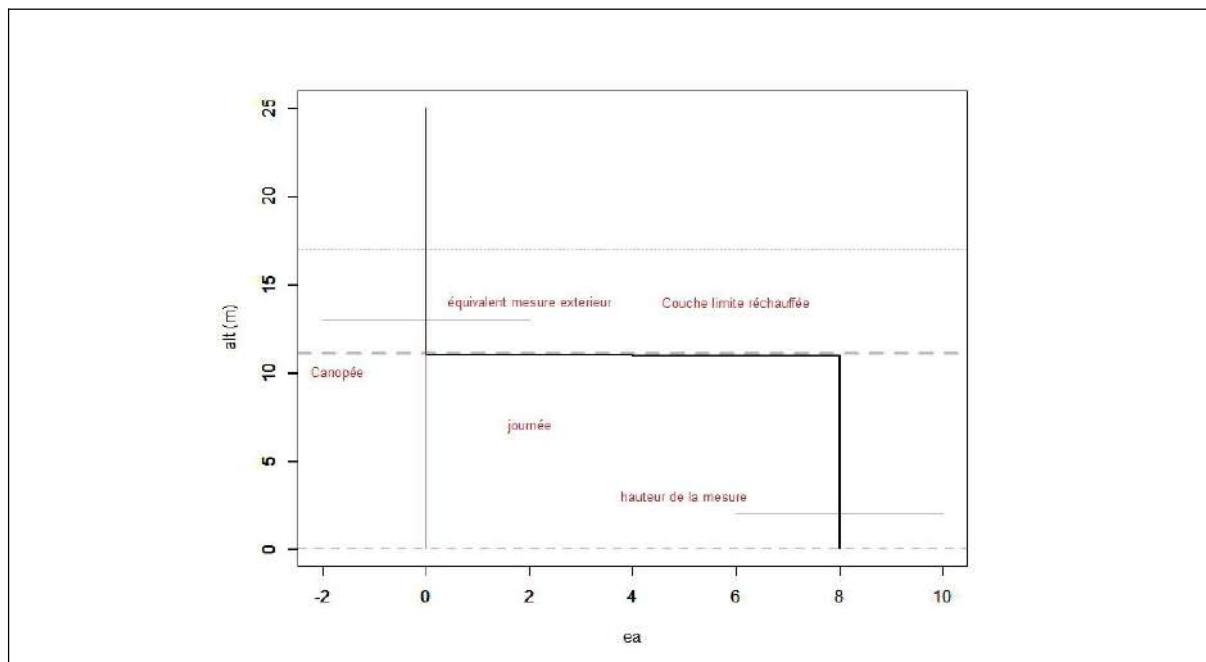
Ici, modèle et mesure ne sont pas en adéquation. Le modèle ERA-interim est plus sec que les mesures, il ne coïncide qu'avec les stations placées en extérieur. On retrouve tout de même le patron altitudinal avec une hausse de l'humidité relative suivie d'un plateau et d'une rechute lorsque l'altitude augmente. Ce

Ecart mesure-modèle (%)	Ext	Talweg	Crete	Milieu
Ecart station	-7	3	-0,8	0,5
Ecart modèle	-1,2	10,8	7,1	7,8

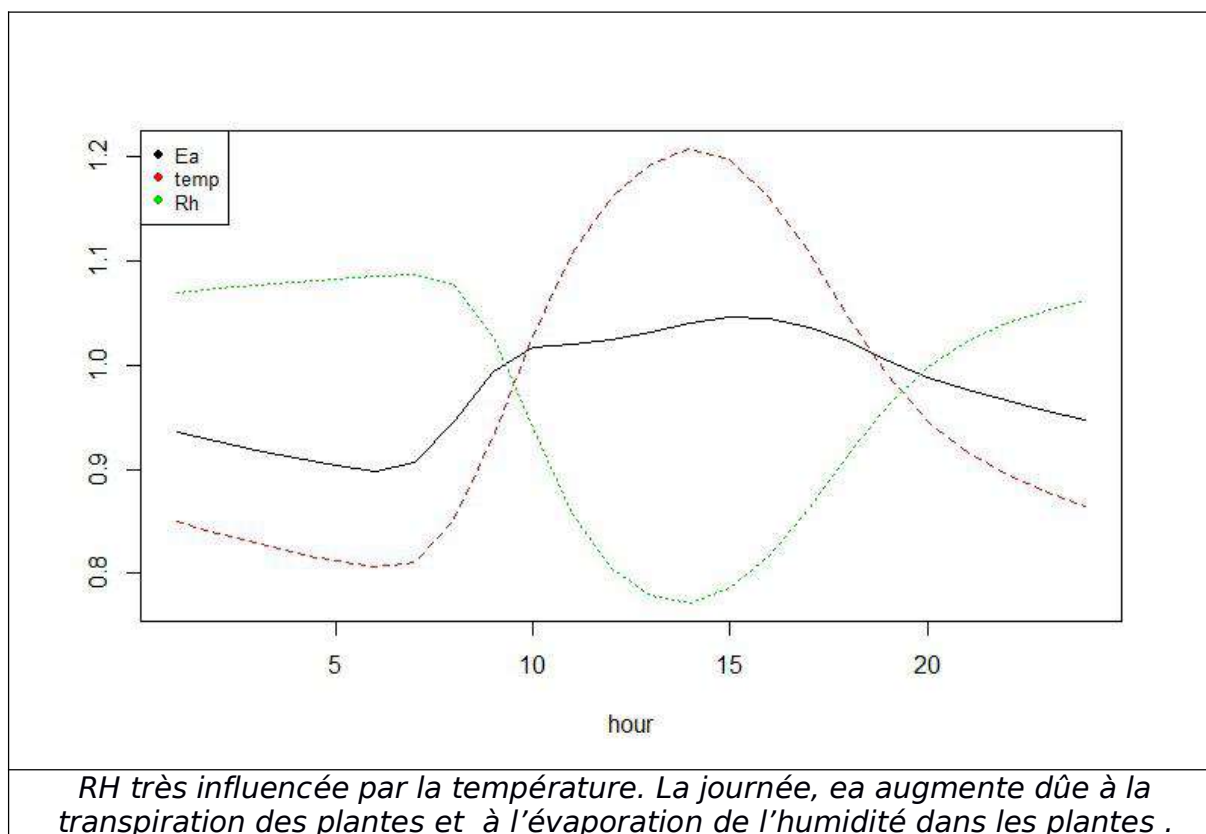
patron est aussi légèrement décalé vers les hautes altitudes.

Le couvert forestier fait gagner de l'humidité : le couvert accumule l'humidité.

La dispersion est plus forte : le modèle à partir des stations n'explique que 75% de la répartition de l'humidité relative. Importance accrue de la topographie.

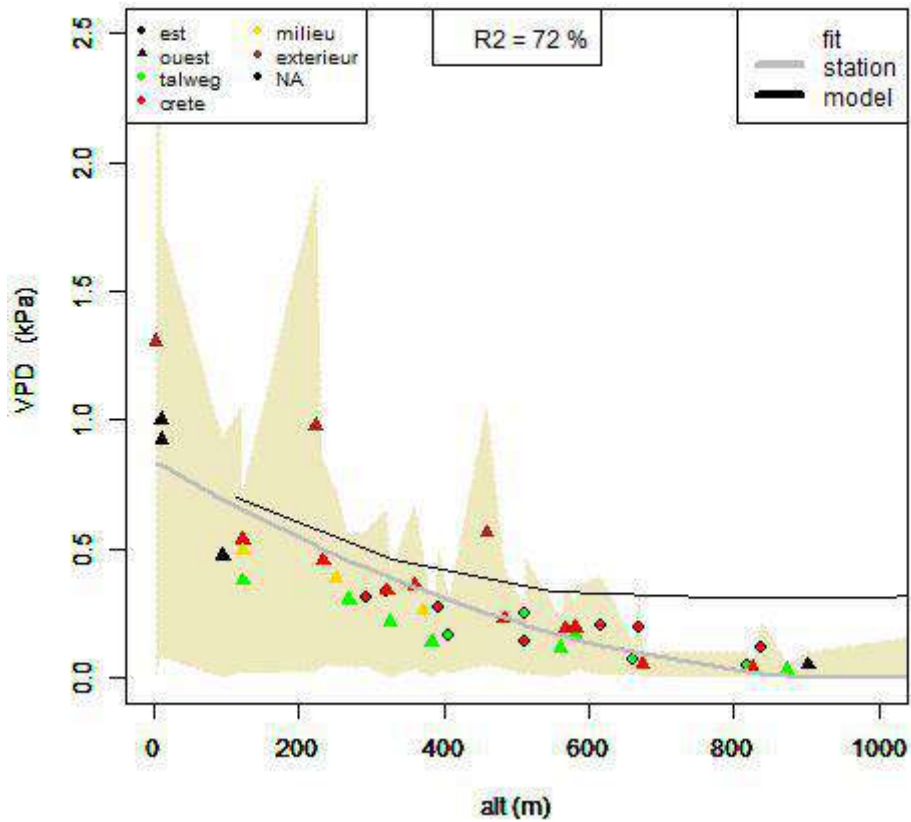


2.1.2.1 Variabilité journalière



RH très influencée par la température. La journée, ea augmente dû à la transpiration des plantes et à l'évaporation de l'humidité dans les plantes .

2.1.3 VPD



Cf graphe [§2.1.1](#)

VPD = $f(RH, T)$. Ainsi, les conclusions tirées ci-dessus sur la température et RH se retrouvent pour la VPD.

[exterieur] température forte et humidité en accord avec le modèle : VPD plus fort

Dispersion élevée (=influence de la topographie) forte due à la variabilité de RH

[interieur] température égale, humidité plus forte : VPD plus faible

2.1.4 Bilan

	Alt			Effet du couvert	Effet topo	Adéquation modèle	% d'influence de l'altitude
	0-500	500-1200	1200-1600				
Temp	↘	↘	→	Effet tampon, limite les valeurs max	Faible	Bonne	93
RH	↗	→	↘	Garde l'humidité	Fort sur max	Patron alt Valeurs sous-estimées	75
VPD	↘	→	↗	Protège des VPD trop élevées	Fort	Patron alt Valeurs surestimées	72

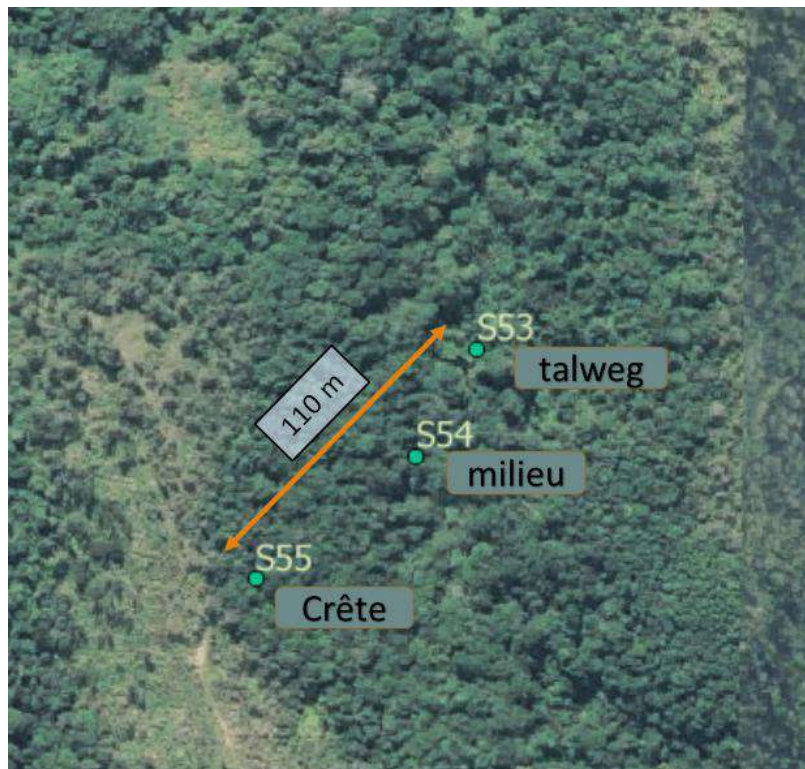
L'altitude est le premier facteur à prendre en compte quant à la température l'humidité et la VPD. Il régit plus de 70 % de la valeur.

Ensuite, il faut prendre en compte la présence ou l'absence de couvert forestier qui va modifier les valeurs : entre extérieur et intérieur, il y'a un écart de 8% RH, 2°C T, 0.35 kPa. Il convient donc de prendre en compte la présence d'un couvert forestier dans le modèle atmosphérique. Seuls 3 points à basses altitudes étaient dépourvus de couvert forestier. Pour tirer des conclusions plus précises et globales, il faudrait plus de stations en hautes altitudes placées en dehors du couvert forestier.

Finalement, pour le RH et VPD, une information sur la topographie permet d'améliorer la prédiction.

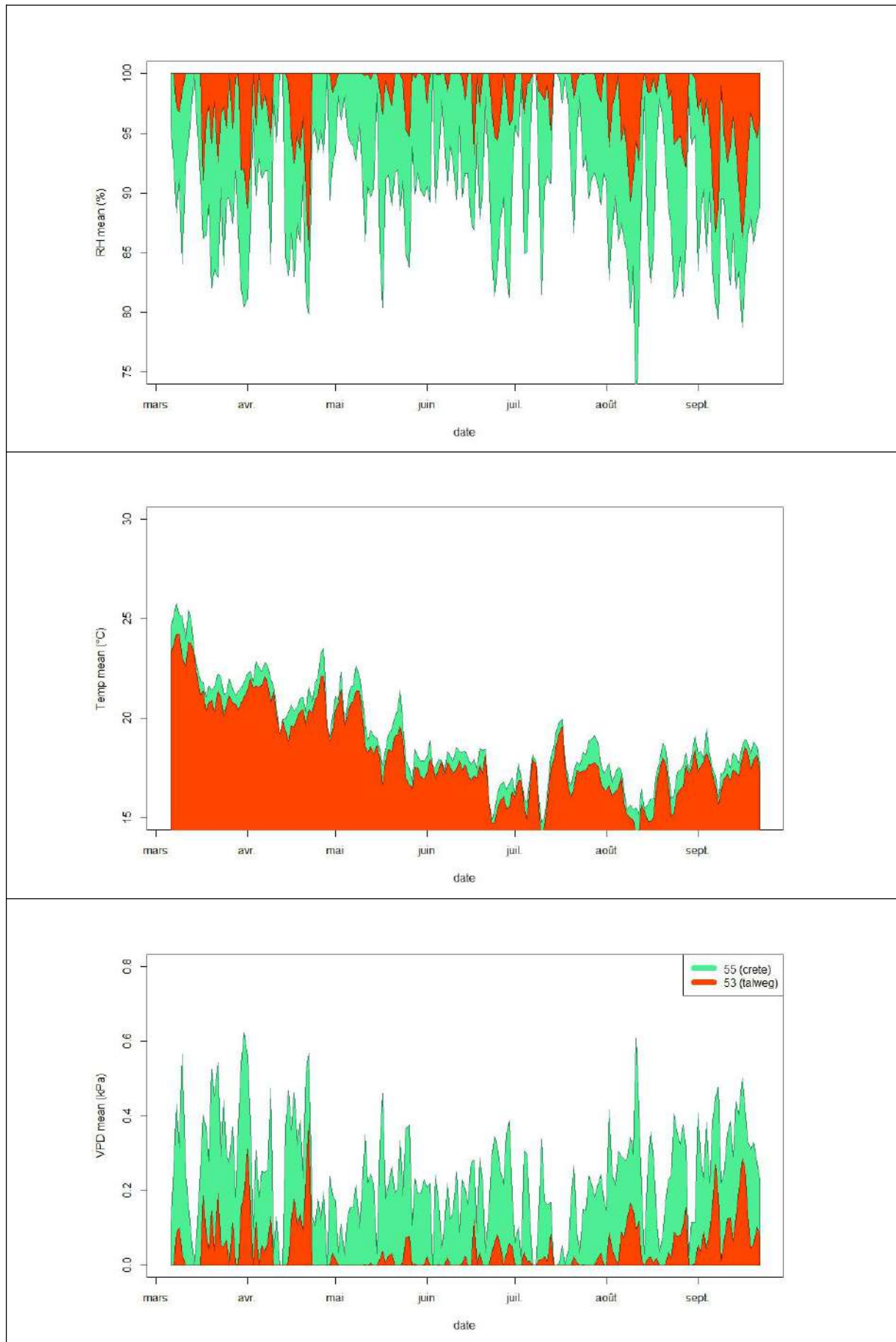
2.2 Influence topographie

2.2.1 Exemple



Les 3 capteurs sont placés à 110 m l'uns de l'autres, autour de 370 m d'altitude. avec un écart d'altitude de 23 m en 55 et 53, ce qui est négligeable pour obtenir des différences selon l'étude précédente.

La série temporelle de comparaison entre la valeur de talweg et de crête est montrée ci-dessous. L'aire verte représente l'écart entre les 2 séries temporelles. Il est faible sur la température, et fort pour RH et VPD.

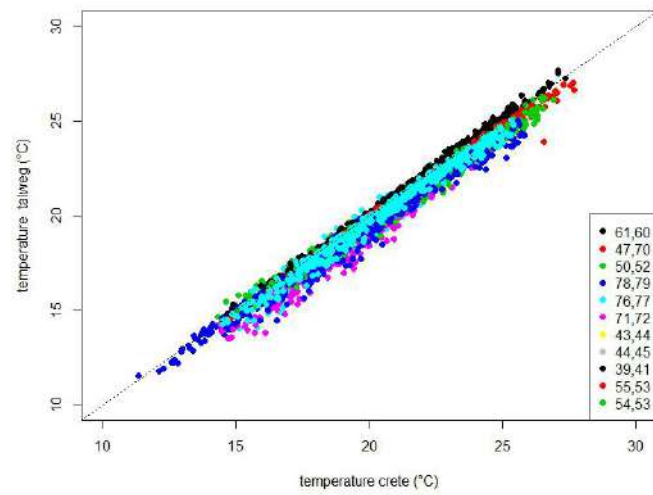


L'objectif par la suite est de caractériser quantitativement cet écart.

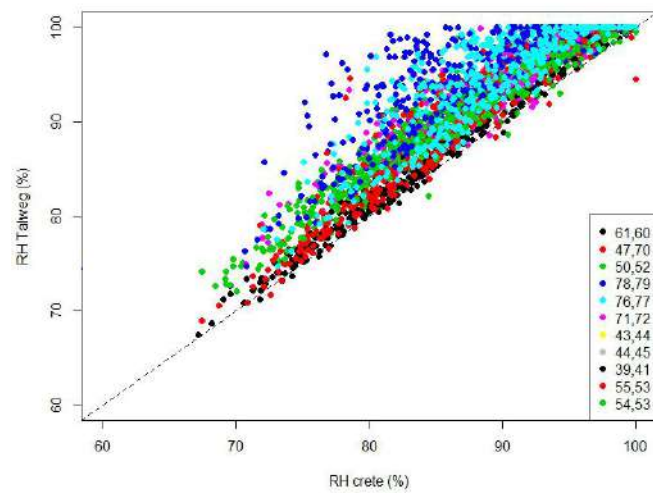
2.2.2 Généralisation

Les stations sont regroupées par couple, avec une station placées en talweg, et une en crête.

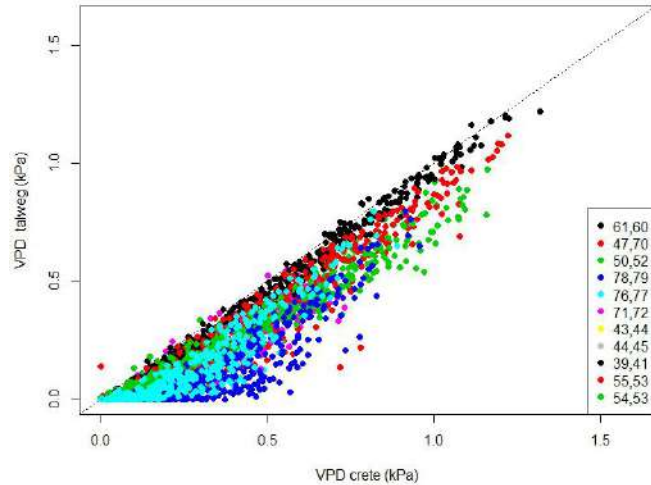
Tem
p



RH



VPD



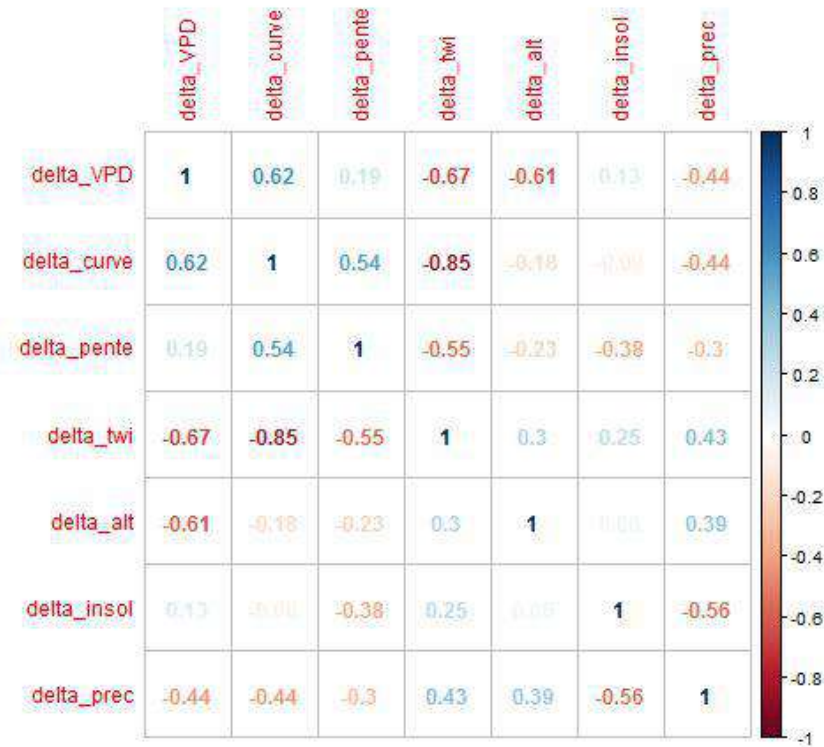
Tracé de la mesure en talweg en fonction de la mesure en crête. Chaque point est un jour, chaque couleur représente un couple de station.

De nouveau, on voit que la température n'est pas perturbée, et que le talweg est moins stressant pour la plante que la crête.

2.2.3 Modélisation

Les valeurs nommées delta_x sont calculées comme la valeur moyenne en talweg en fonction de la valeur moyenne en crête.

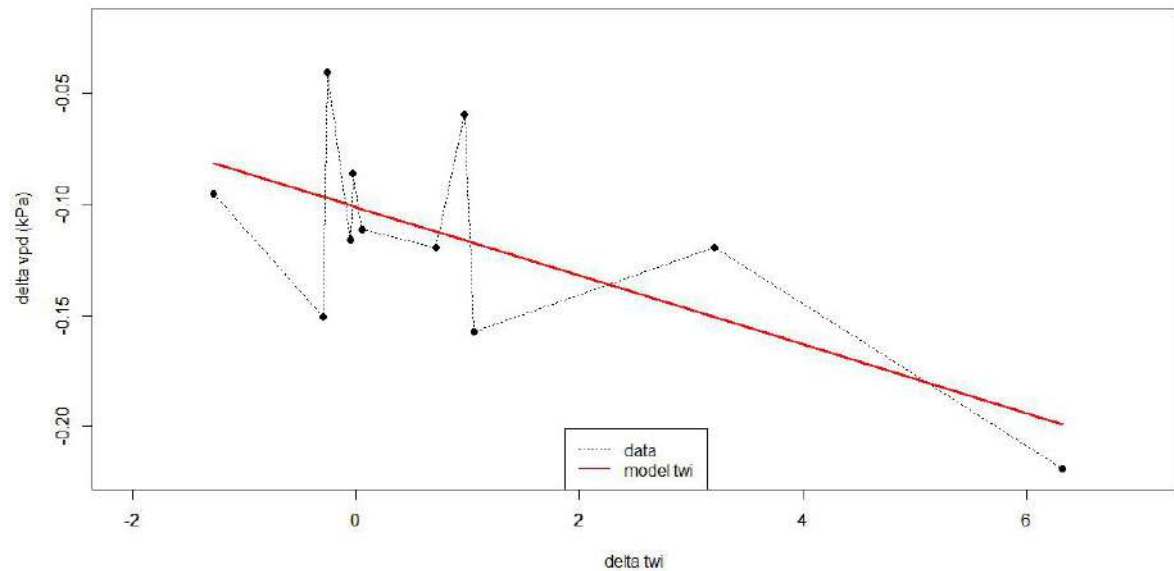
2.2.3.1 Choix des variables



Corrélation entre les données

Le twi est un composite de la pente, la courbure, et l'aire contiguë située au-dessus du point. Ainsi, construire un modèle en prenant plusieurs de ces variables reviendrait à prendre 2 fois la même information.

Le modèle est créé à partir de 11 points, ce qui est assez peu. Pour avoir un modèle cohérent, convient de ne pas utiliser trop de variables explicatives au risque de supprimer trop de degrés de liberté. Ainsi, un modèle $\text{delta_VPD} = f(\text{delta_twi})$ a été mis en place.



Delta_VPD=f(Twi). Plus l'écart de twi est fort (talweg vs crête marqué), plus l'écart entre talweg et crête est marqué. Cette régression explique 47% de delta-VPD.

Cette étude est effectuée à partir de 11 couples de stations. Pour avoir de meilleurs résultats, il faudrait d'autres stations, ainsi que d'autres variables explicatives, comme :

informations sur la végétation
présence/absence d'un cours d'eau

Il faut enfin noter que ces valeurs ne dépendent pas l'altitude du couple.

2.3 Evolution temporelle

L'étude à porter jusqu'à présent sur une répartition spatiale du climat en comparant chacune des stations entre elles. Une autre approche est de comparer la variabilité temporelle. En effet, les valeurs fluctuent fortement d'un jour à l'autre. Comment ces variations influent sur l'étude précédente ?

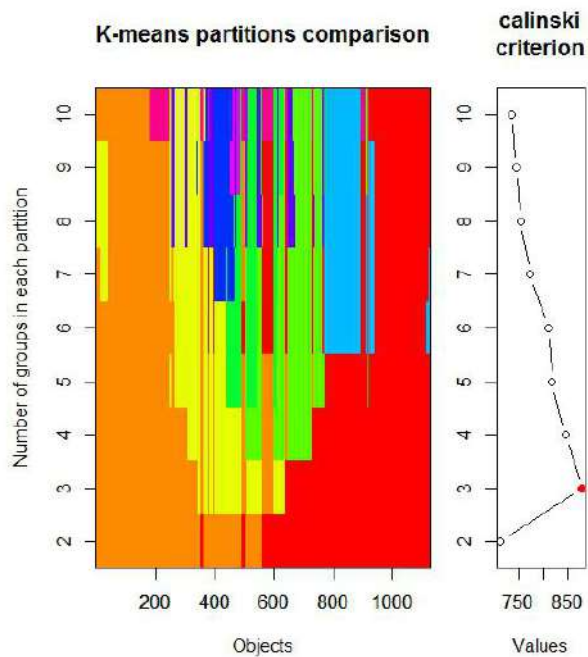
2.3.1 Classification des jours

Les jours ont été classés grâce à la méthode des **K-means** (cf ci-dessous pour des explications sur le fonctionnement de la méthode). Les stations ont été réparties en 2 lots : entre 600 et 800 m (4 stations), et entre 800 et 1000 m (5 stations). L'objectif est d'avoir une donnée viable à pour chaque panier d'altitude. Comme les stations n'ont pas fonctionnées au même moment, les regrouper par tranche d'altitude a permis d'avoir au moins 2 stations qui ont enregistré en même temps dans chaque lot. En effet, à cette hauteur, les variables sont assez stables et si il manque une station pour une journée de mesure, cela n'affectera que peu le résultat.

Sur l'ensemble de la campagne de mesure, 1126 jours ont été classés selon la méthode des K-means. Le critère de Calinski est un indicateur qui permet de calculer le nombre le plus pertinent de clusters.

Méthode des K-means : dans l'espace des données représentées ici par RH (<800), RH(>800), Temp(<800) , Temp (>800), l'algorithme place aléatoirement un nombre choisi de points (le nombre de clusters) qui seront les centres des clusters. De là, chaque point à classer sera rattaché au centre le plus proche. Ensuite, les centres sont recalculés en fonction des points qui lui sont rattachés pour minimiser la distance de chaque point à ce centre. De là s'effectue une réattribution des points à chaque centre, et un nouveau déplacement des centres. Au bout d'un certain nombre d'itérations, les points ne bougent plus et le clustering est effectué.

Cette méthode suppose de connaître le nombre de clusters voulus. Une technique consiste à effectuer cette méthode pour différents nombres de clusters, et ensuite de choisir la plus pertinente. Pour choisir le nombre de clusters à retenir, le critère de Calinski a été utilisé

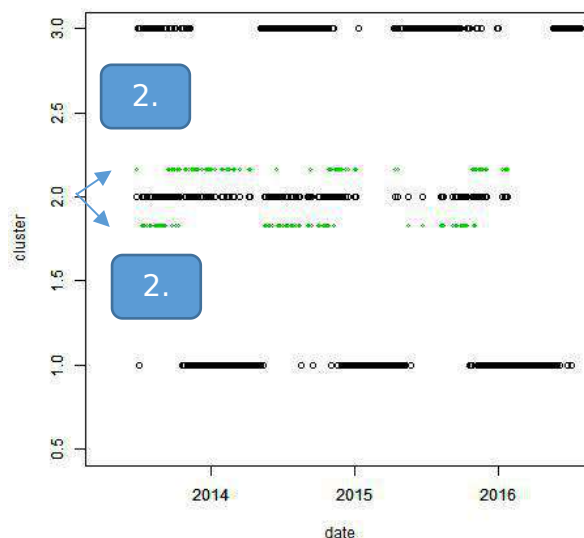


Les jours ont été séparés successivement en 2 puis 3, jusqu'à 10. Le critère de Calinski a été calculé à chaque fois. Plus ce critère a une valeur élevée, plus le nombre de cluster choisi est bon. Ici, 3 est le choix le plus approprié. 4 est un choix sensé aussi.

Les jours ont d'abord été classés en 3 clusters. En observant la répartition temporelle des jours, le 1 et le 3 ont des répartitions très marquées et très bien réparties. A l'inverse, le 2 est plus réparti tous au long de l'étude. L'idée a donc été d'effectuer une clusterisation de ce cluster. La même étude a été menée sur le cluster 2, et le résultat et de créer 2 clusters à partir du cluster 2.

Le résultat d'avoir 4 clusters est logique, car on classe à partir de 2 variable (RH et Temp) et ainsi on a 4 combinaisons possibles.

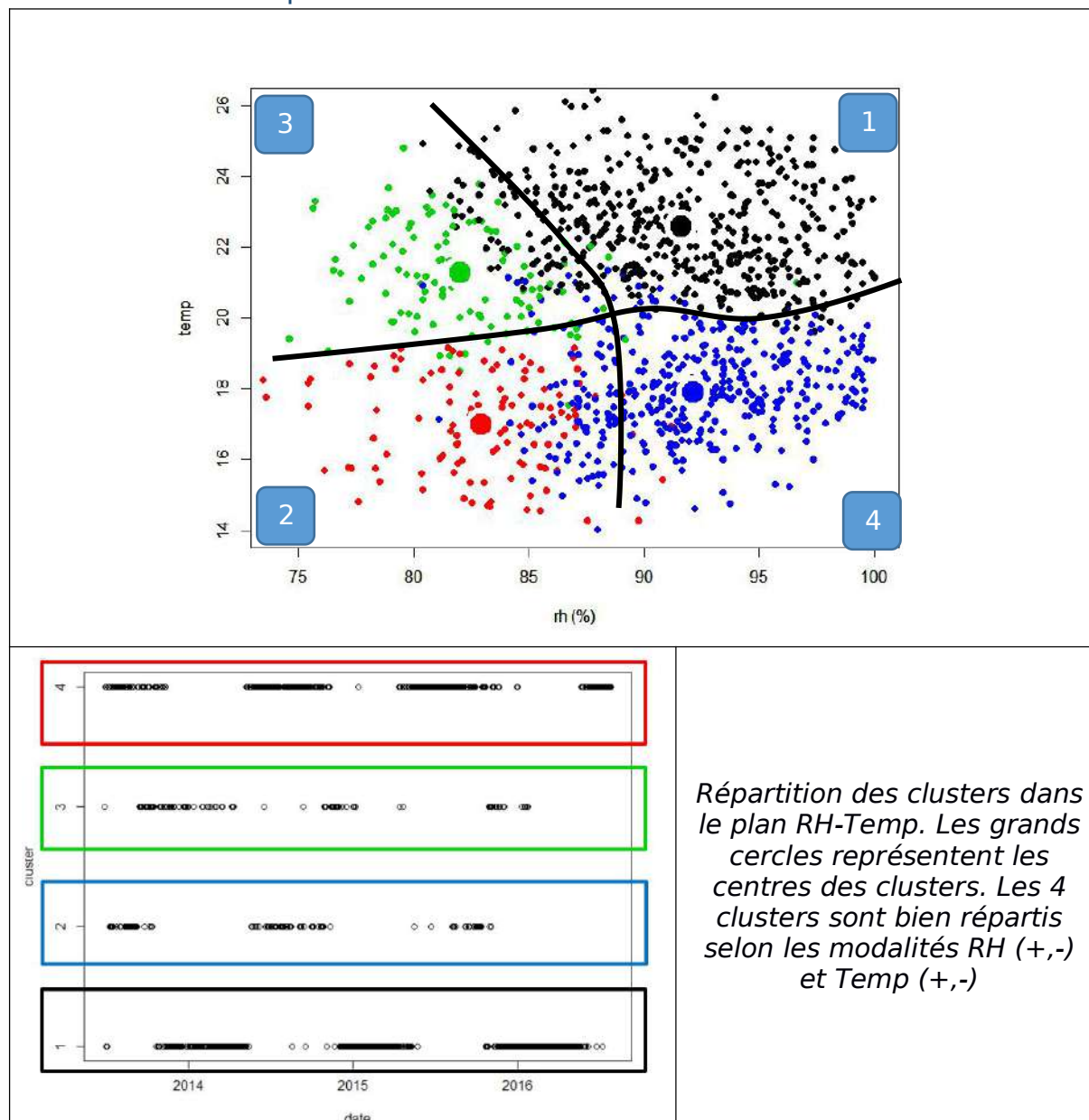
Faire 4 clusters dès le début donne des résultats similaires mais classe moins bien les différences de RH.



Les clusters 1 et 3 ont une répartition temporelle très précise. 1 - été, 3 - hiver.

Le 2 est plus réparti tout au long de l'année. Si on sépare le 2, on retrouve la séparation temporelle présente entre 1 et 3

2.3.2 Caractéristique des classes



Répartition des clusters dans le plan RH-Temp. Les grands cercles représentent les centres des clusters. Les 4 clusters sont bien répartis selon les modalités RH (+,-) et Temp (+,-)

	1	2.1	2.2	3	Blanchiment	global
période	Eté	Hiver	Eté	Hiver	Eté	
RH	+	-	-	+		
Temp	+	-	+	-		
Nb jour	491	113	116	406	117	1126
Durée moyenn	12.2	4	4	6.3	117	1

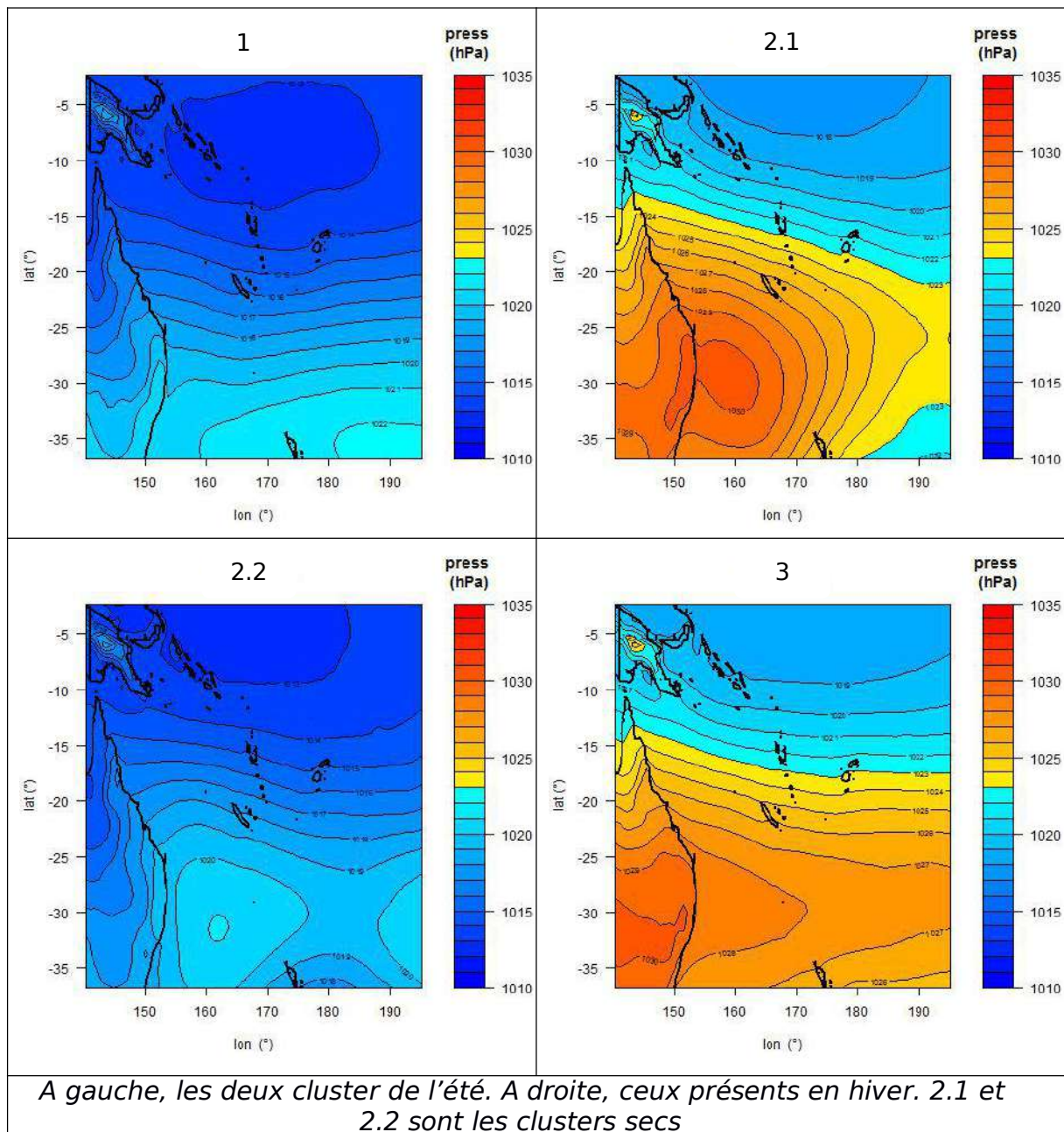
e							
Temp	Mo	20	14.3	18.2	15.5	20.5	17.57
	Max	28.2	22.7	27.4	22.4	28.2	28.2
	min	12.2	8.32	10.85	8.42	14.1	8.31
	Var jour	3.6	4.8	5.7	3.3	3.4	3.8
RH	Mo	97.5	91.1	89.9	97.9	98.4	96.4
	Max	100	100	100	100	100	100
	min	53.17	46.27	29.9	64.0	71.8	29.9
	Var jour	5	16.7	19.5	4.2	3.2	7.1
VPD	Mo	0.059	0.23	0.15	0.037	0.041	0.07
	Max	1.27	1.3	1.17	0.75	0.85	1.3
	min	0	0	0	0	0	0
	Var jour	0.11	0.44	0.29	0.07	0.08	0.14

2.3.3 Alternance sec-humide

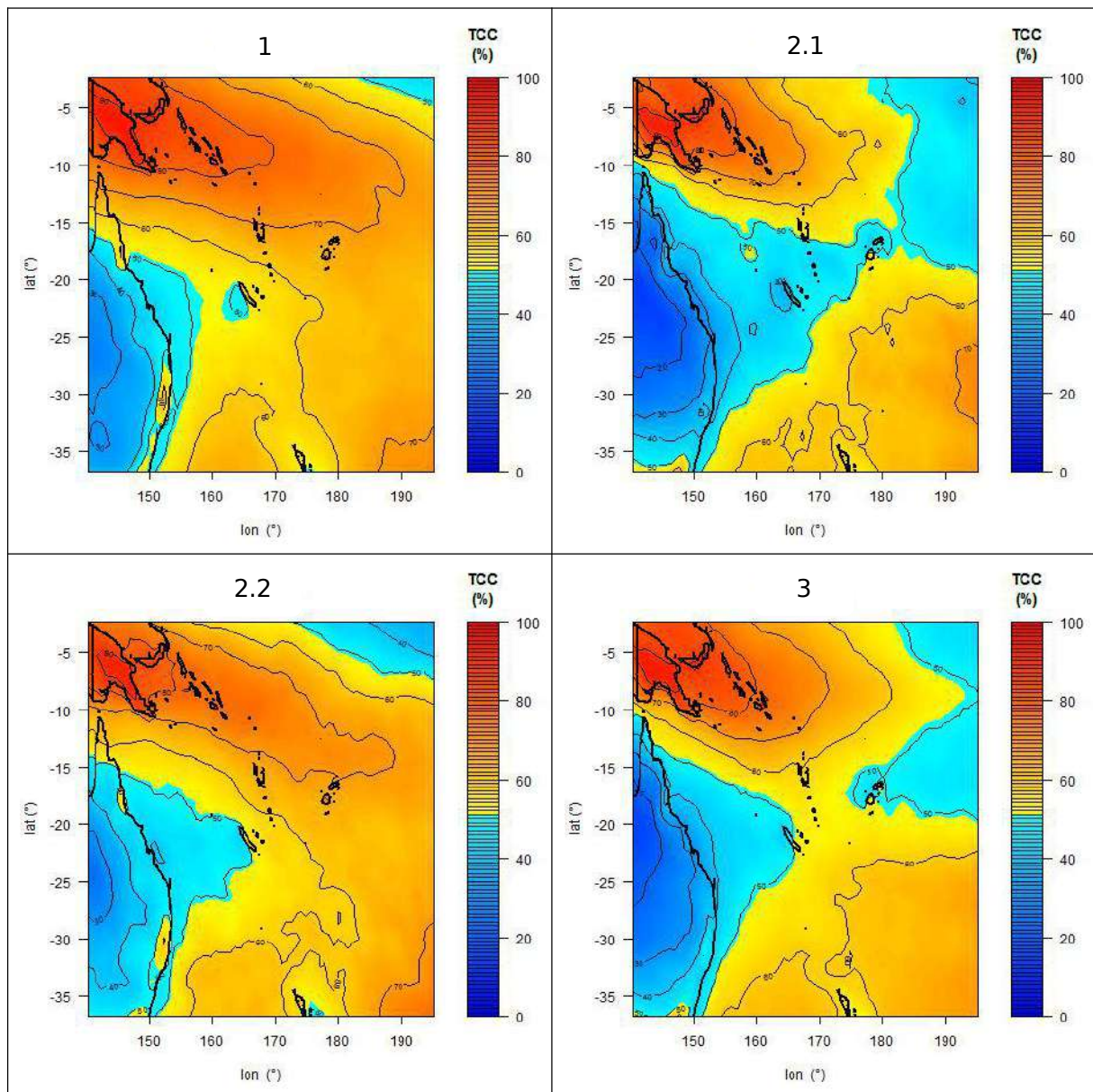
La température est régie par une variation saisonnière au cours de l'année. Cependant, pour l'humidité relative, il n'y a pas un patron aussi strict. L'humidité est régulée par vague avec des vagues de sécheresse qui arrive sur la Nouvelle-Calédonie épisodiquement. Comment peut-on expliquer l'émergence de ces vagues de sécheresse?

Pour voir la différence, il faut comparer cluster 1 avec 2.2, et comparer 3 et 2.1.

Les périodes sèches sont caractérisées par l'émergence d'un anticyclone au large de la côte sud-est de l'Australie. Il va apporter de l'air venant du Sud, qui sera donc plus froid. Durant les périodes « sèches », l'air est plus frais.

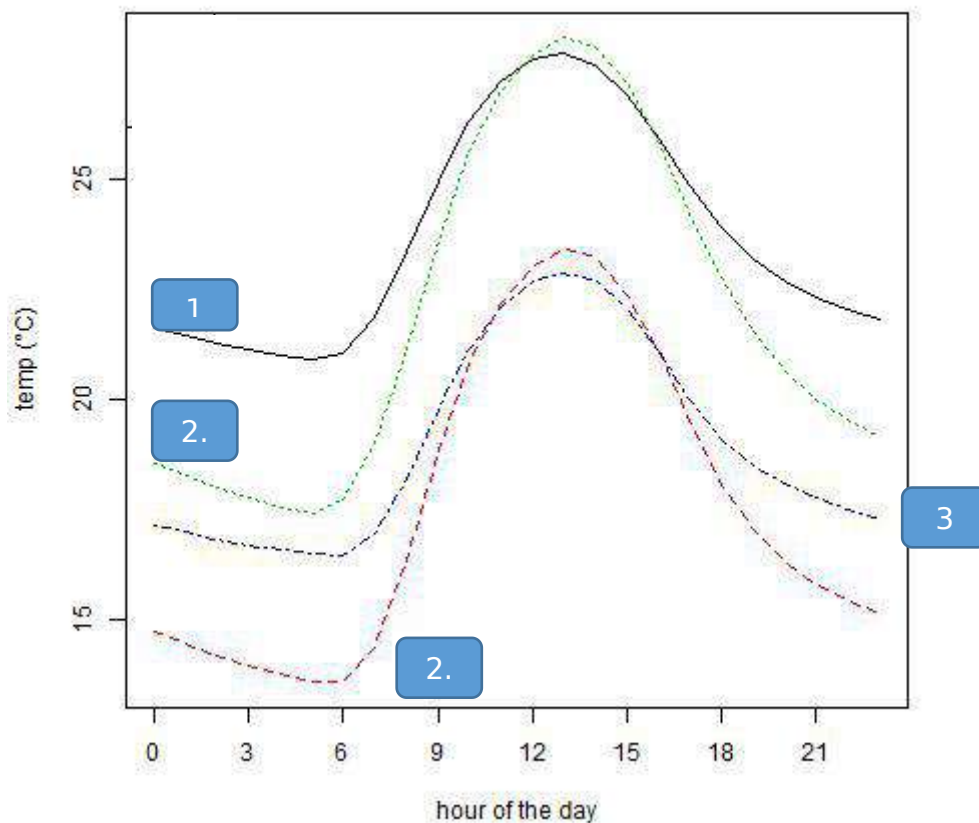


Ensuite, la couverture nuageuse diminue. Ainsi, les nuages effectuent un rôle tampon moindre, et la journée, l'air va être plus réchauffé, ce qui va compenser la fraîcheur de l'air.



2.3.3.1 Température

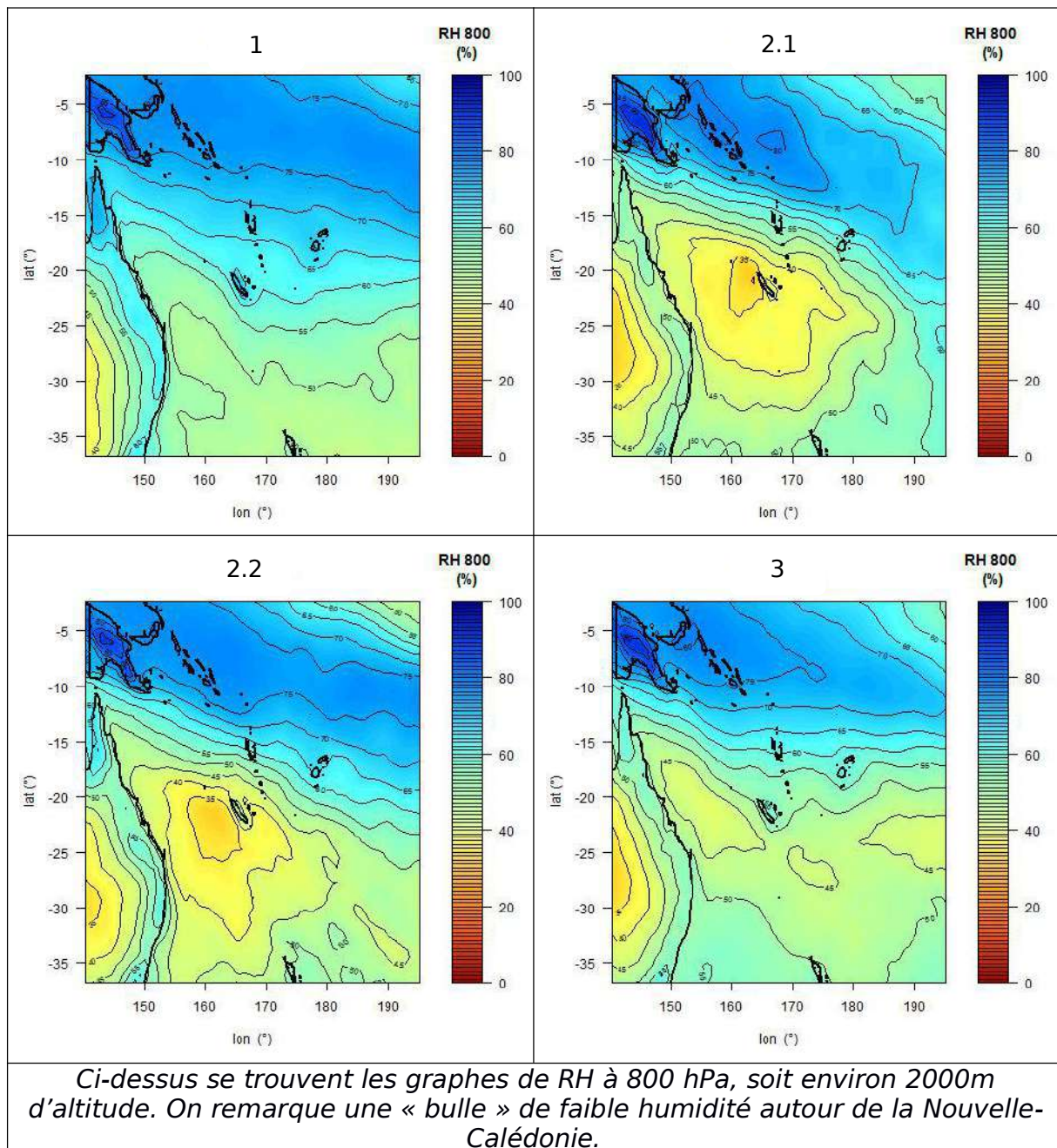
La température baisse légèrement lors des épisodes secs, mais la variabilité journalière (écart diurne-nocturne) est plus forte. On peut aussi remarquer que les valeurs maximales ne changent pas à l'intérieur d'une saison, mais les valeurs minimales sont plus faibles lors d'un épisode sec.

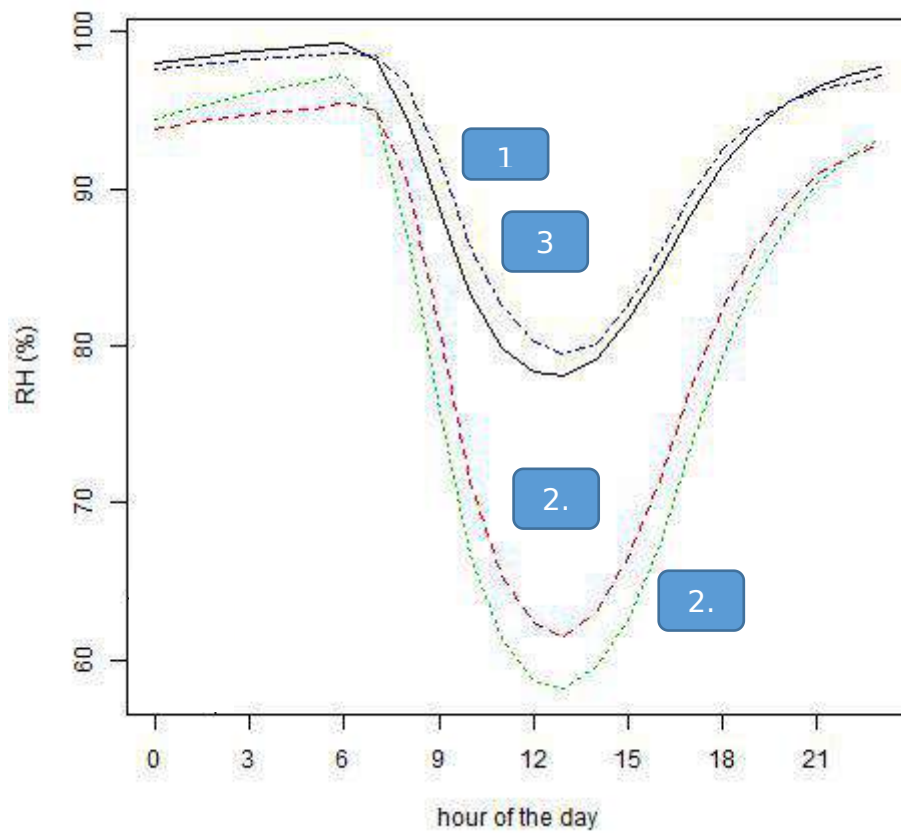


Pour la comparaison, il faut comparer noir (humide) avec vert (sec), et bleu (humide) et rouge (sec). L'air est fortement plus frais la nuit, mais le réchauffement lus fort la journée compense cette fraîcheur

2.3.3.2 RH

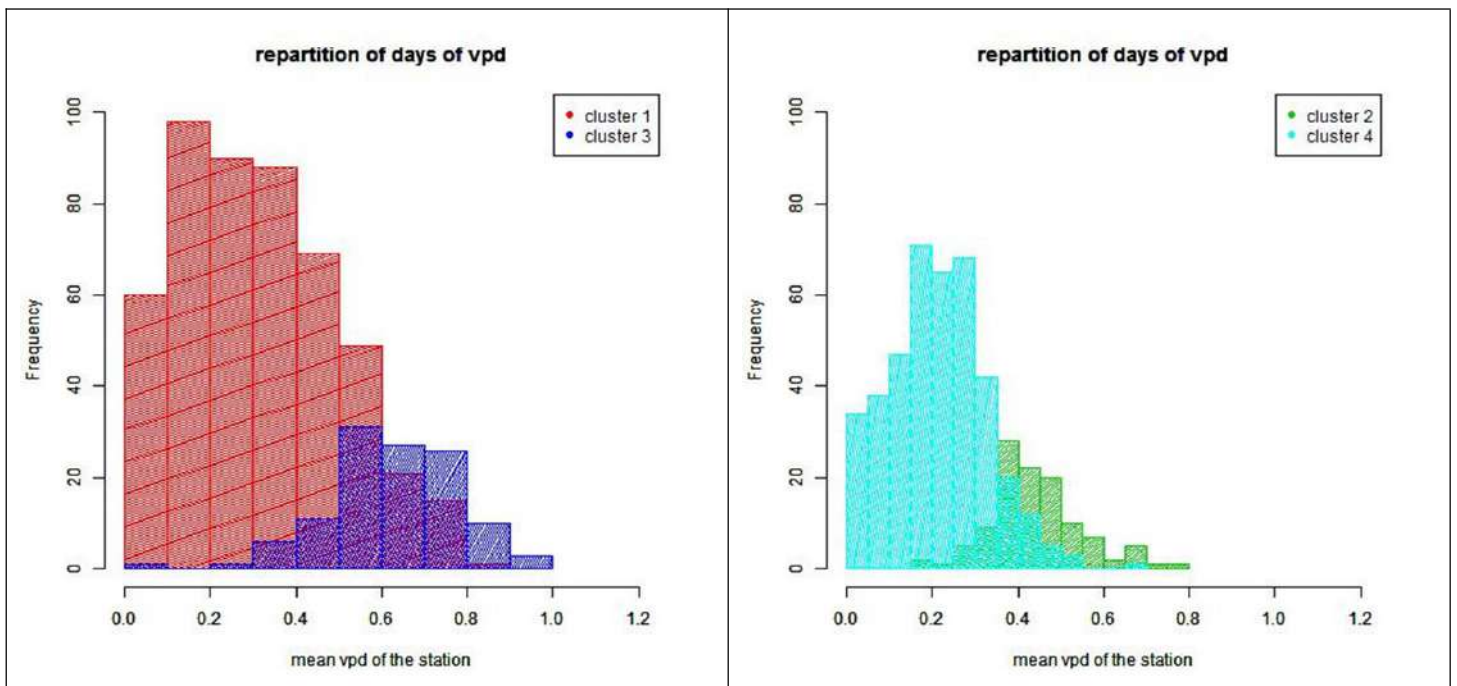
La température est stable lors des transitions, cela ne va donc pas impacter la mesure de RH. On retrouve une forte variabilité journalière avec dans ce cas, des valeurs semblables et hautes la nuit, combinées à une forte diminution la journée.





Pour la comparaison, il faut comparer noir (humide) avec vert (sec), et bleu (humide) et rouge (sec). L'air est fortement plus frais la nuit, mais le réchauffement lus fort la journée compense cette fraîcheur

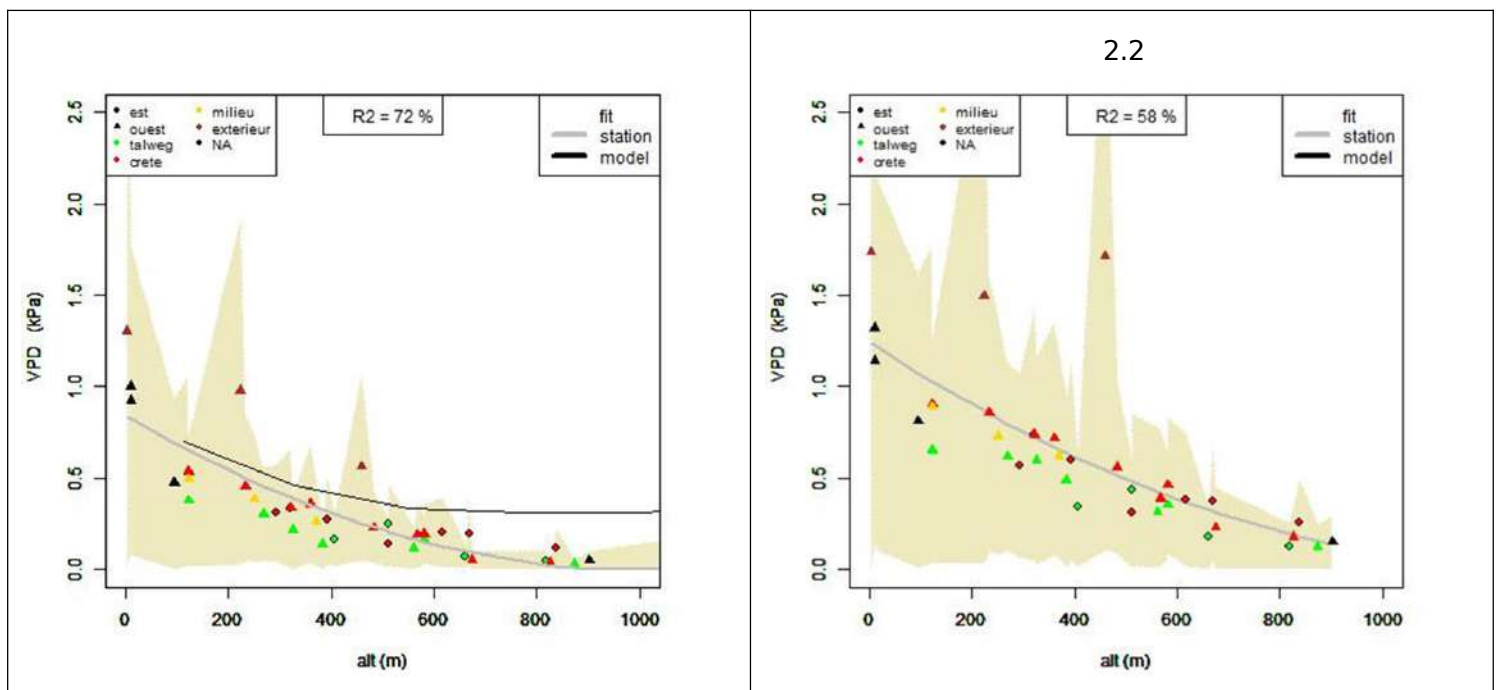
2.3.4 Répartition de la VPD par classe



A gauche les clusters en saison chaude, à droite en saison fraîche. Les deux régimes secs sont bien moins répandus que les régimes humides, mais possèdent des VPD plus élevées.

2.3.5 Influence sur les gradients altitudinaux

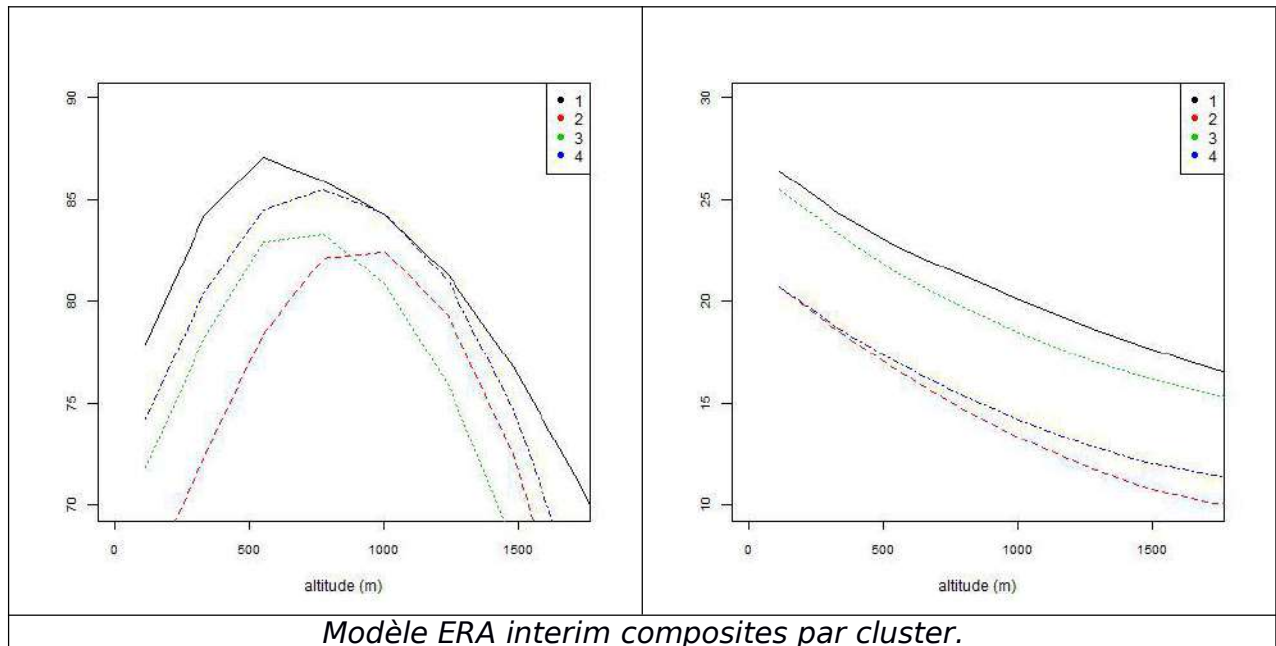
Sur les 4 clusters, le 2.2 est celui où la VPD est le plus élevé. En effet, nous sommes à la fin de la saison de la saison sèche, la température est remontée et l'humidité n'est pas encore arrivée. C'est la période la plus stressante pour la plante. Dans cette partie se trouve la comparaison entre le gradient altitudinal général et celui du cluster 2.2



La situation générale à gauche, et la situation pendant le cluster 2.2 à droite. Les VPD sont plus élevées, avec une décroissance altitudinale plus forte.

La variabilité est accrue dans le cas 2 avec $r^2=58\%$ au lieu de 72 %. La différence se situe autour des points à l'extérieur du couvert forestier, dont la valeur explose (surtout pour la station aux alentours de 500 m).

2.3.6 Gradients altitudinaux et modèle ERA interim



Pour RH, les épisodes secs sont plus marqués aux faibles altitudes. Ainsi, le patron altitudinal est décalé vers les hautes altitudes. De même, plus la température est faible, plus le patron altitudinal est décalé vers les hautes altitudes.

Pour la température, le patron reste inchangé, il est juste décalé selon la température moyenne intra-cluster.

3 Conclusion

Sur la plage 0-800 m, la température diminue d'environ 0.71 °C/100m, tandis que l'humidité augmente de 1.8 %/100m. Finalement, la VPD baisse de 0.1 kPa/100 m sur la plage [0-400], et 0,03 kPa/100m sur la plage [400-800]

Le couvert forestier protège de la chaleur et garde l'humidité. Sur la plage [0-450] (pas de point hors couvert forestier au-delà), il y'a un écart de 2 °C, 8%, 0.35 kPa. Cela équivaut à une baisse d'altitude de 350 m.

Effet topographique est secondaire mais bien visible. Il agit sur l'humidité relative et la VPD, tandis que la température n'est pas impactée.

La période la plus stressante est la fin de la saison sèche, lorsque la température est élevée, et l'humidité basse. Durant cette période, Les gradients altitudinaux sont altérés, avec une différence accrue entre extérieur et intérieur, assortie d'une dispersion accrue entre les différentes topographiques

4 Annexe

4.1 Répartition temporelle

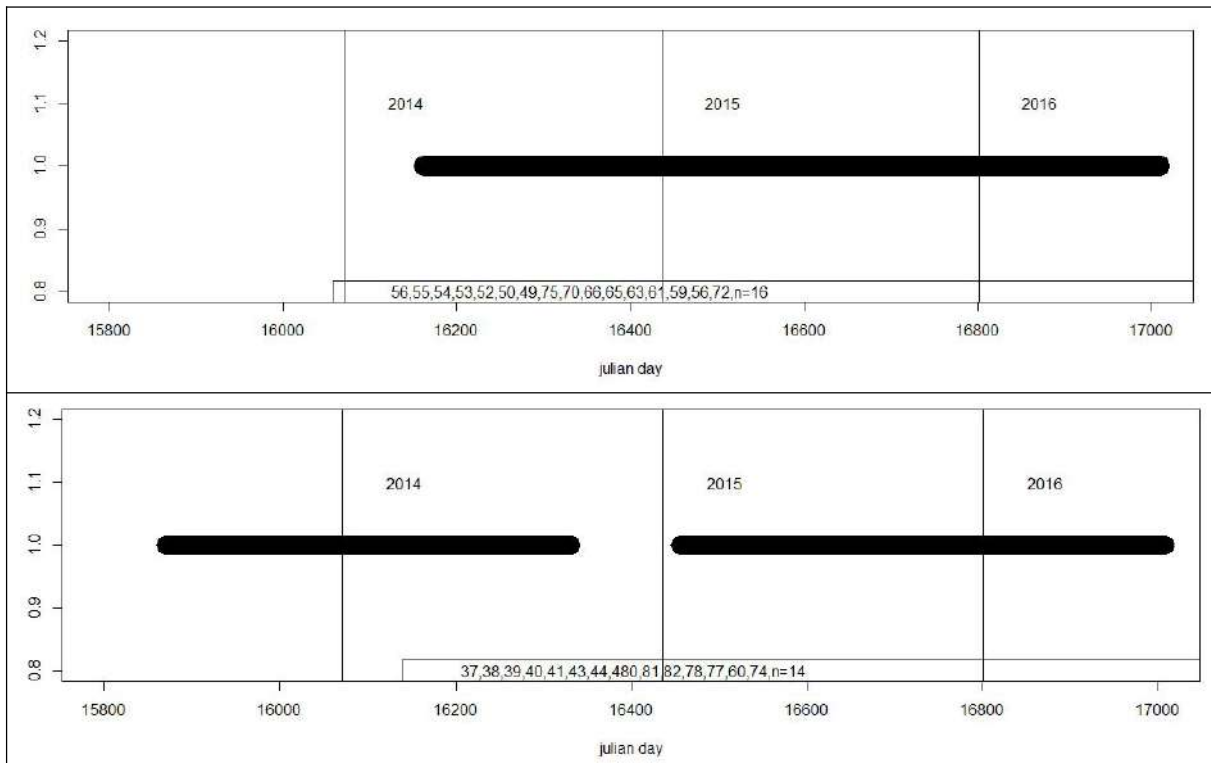
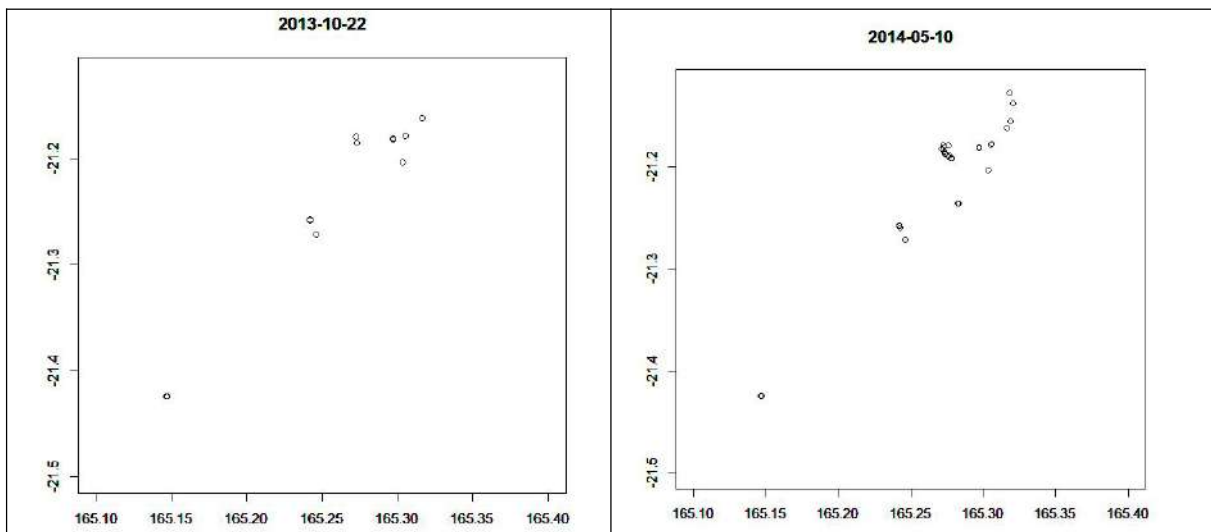


Figure 2 - Répartition temporelle des mesures



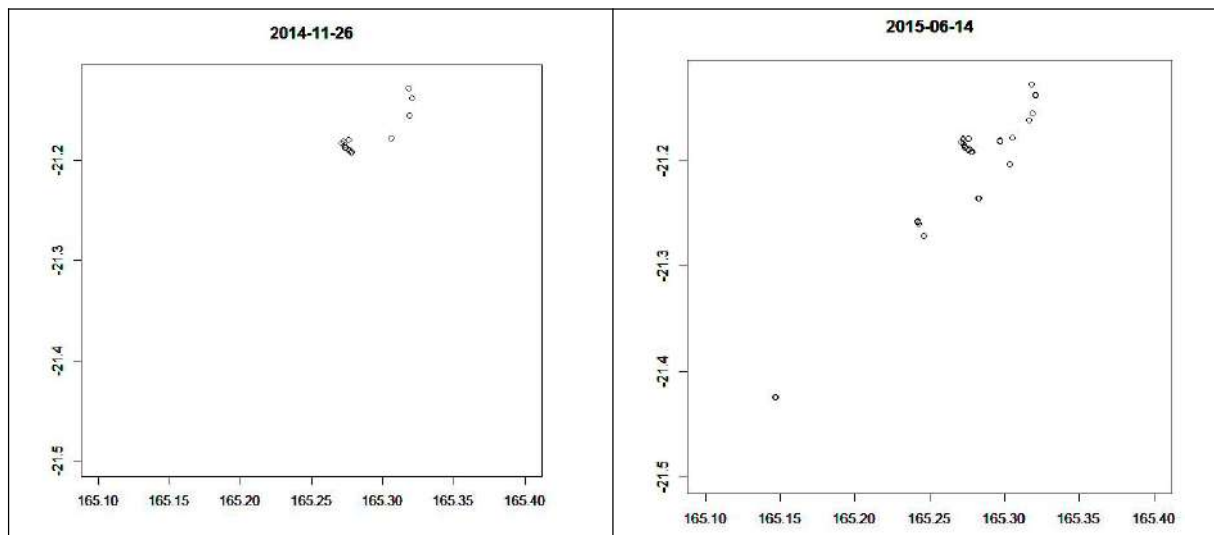


Figure 3 - Répartition spatiales des mesures en fonction du temps