

Projet VALORESO – Phase 2

Évaluer la réponse au climat d'essences introduites par la mise en commun des données de réseaux expérimentaux



Rapport final - ANNEXES

Partenaires du projet :



Financé par :



Dans le cadre du RMT AFORCE



Photo de couverture : *Cryptomeria japonica* à Roumare – T. LAMANT (ONF)

Sommaire

Annexe 1 : Etat des lieux du patrimoine expérimental.....	3
Annexe 2 : Format des données fournies par les partenaires	5
Annexe 3 : Périodes de suivi des placeaux.....	8
Annexe 4 : Algorithme de calcul du déficit hydrique (IKS)	12
Annexe 5 : Gradients climatiques explorés par les différents jeux de données.....	13
Annexe 6 : Relations graphiques entre le paramètre a et les variables climatiques	33
Annexe 7 : Corrélations deux à deux entre variables climatiques.....	47
Annexe 8 : Relations graphiques entre le paramètre a et les composantes d'ACP	51
Annexe 9 : Régressions locales sur variables sélectionnées par Random Forest	58
Annexe 10 : Régressions PLS sur variables sélectionnées par Random Forest	62
Annexe 11 : Eléments d'autécologie des essences étudiées	69
Annexe 12 : Rapports d'analyse sous R (scripts R)	72
Annexe 13 : Comptes-rendus de réunions.....	73

Annexe 1 : Etat des lieux du patrimoine expérimental

Espèces	Nombre de placeaux				Part de dispositifs abandonnés	Répartition
	FCBA	CNPF	INRA	TOTAL		
<i>Cedrus atlantica</i>	7	328	29	364	6.3 %	8
<i>Pinus taeda</i>	45	90		135	17.8 %	4
<i>Cedrus libani</i>		53	26	79	2.5 %	6
<i>Calocedrus decurrens</i>	35	41		76	10.5 %	5
<i>Cryptomeria japonica</i>	53	22		75	44 %	5
<i>Eucalyptus gunnii</i>	61			61	80.3 %	4
<i>Eucalyptus gundal</i>	51	8		59	27.1 %	5
<i>Alnus cordata</i>	2	53	2	57	1.8 %	2
<i>Pinus brutia / eldarica</i>	1	40	7	48	0 %	5
<i>Pinus pinea</i>		36	7	43	2.3 %	4
<i>Cupressocyparis leylandii</i>	14	28		42	4.8 %	6
<i>Liquidambar styraciflua</i>		40		40	10 %	4
<i>Quercus ilex</i>		38		38	0 %	3
<i>Abies nordmanniana</i>		28	7	35	5.7 %	2
<i>Cunninghamia lanceolata</i>	1	25		26	7.7 %	3
<i>Pinus elliotii</i>		26		26	0 %	3
<i>Pinus peuce</i>		25		25	0 %	3
<i>Quercus palustris</i>		25		25	8 %	3
<i>Pinus radiata</i>	4	10	3	17	23.5 %	4
<i>Abies cephalonica</i>		5	9	14	0 %	2
<i>Abies bornmuelleriana / equi-trojani</i>		6	8	14	0 %	2
<i>Pinus serotina</i>	13			13	53.8 %	3
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	9	1		10	50 %	1
<i>Picea omorika</i>	2	8		10	0 %	1
<i>Pinus rigidaxtaeda</i>	10			10	20 %	2
<i>Eucalyptus dalrympleana</i>	8	1		9	77.8 %	1
<i>Quercus pubescens</i>		8		8	0 %	1
<i>Gleditsia triacanthos</i>		7		7	0 %	0
<i>Pinus rigida</i>	5	2		7	71.4 %	1
<i>Sophora japonica</i>		7		7	0 %	1
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	1	5		6	16.7 %	1
<i>Abies cilicica</i>		1	5	6	0 %	1
<i>Cupressus dupreziana</i>	5			5	80 %	1
<i>Cupressus macrocarpa</i>		5		5	0 %	1
<i>Quercus kelloggii</i>		5		5	0 %	1
<i>Quercus velutina</i>		5		5	0 %	1
<i>Quercus cerris</i>		4		4	0 %	0
<i>Eucalyptus nitens</i>	3			3	66.7 %	0
<i>Eucalyptus parvifolia</i>	3			3	100 %	0
<i>Larix hybride</i>	3			3	33.3 %	1
<i>Pinus pungens</i>	3			3	100 %	0
<i>Pinus virginiana</i>		3		3	100 %	1
<i>Quercus phellos</i>		3		3	0 %	1
<i>Abies numidica</i>		2		2	0 %	0
<i>Eucalyptus delegatensis</i>	2			2	100 %	0

<i>Abies lowiana</i>	1	1	2	0 %	0
<i>Abies pinsapo</i>	1	1	2	0 %	0
<i>Eucalyptus viminalis</i>	1		1	100 %	0
<i>Juglans hybride</i>	1		1	0 %	0
<i>Picea orientalis</i>		1	1	0 %	0
<i>Pinus attenuata</i>	1		1	100 %	0
<i>Pinus heldreichii</i>		1	1	0 %	0
<i>Abies x borisii-regis</i>			0		
<i>Catalpa bignonioides</i>			0		
<i>Eucalyptus pauciflora</i>			0		
<i>Euodia daniellii</i> / <i>Tetradium daniellii</i>			0		
<i>Gingko biloba</i>			0		
<i>Pinus jeffreyi</i>			0		
<i>Quercus ellipsoidalis</i>			0		

Annexe 2 : Format des données fournies par les partenaires

- **CNPF**

Noms des fichiers :

valoreso_ind_13avril2015.csv (table individuelle)

valoreso_synth_13avril2015.csv (table synthétique)

Format :

1 ligne = 1 mesure, sur un plateau et à un âge donné

Table individuelle : les moyennes indiquées sont issues de valeurs individuelles renseignées dans la base de données et ont été calculées spécifiquement pour l'extraction demandée.

Table synthétique : les moyennes indiquées ont été directement renseignées dans la base de données par les expérimentateurs.

Les données fournies concernent uniquement les dispositifs de plus de 10 ans.

Champs :

source : CNPF

identifiant_placeau : identifiant unique du plateau

genre_espece : nom complet de l'espèce en minuscules

commune : nom de la commune d'implantation du plateau

lambert93_x : longitude en Lambert 93

lambert93_y : latitude en Lambert 93

annee_plantation : année de plantation définie par rapport à la première saison de végétation (un plateau planté en octobre 1999 sera noté planté en 2000)

effectif_mesure : nombre de tiges sur lequel porte la moyenne

variable : variable mesurée (circonférence ou hauteur)

unite_mesure : unité de la mesure (cm pour les circonférences et m pour les hauteurs)

annee_mesure : année de la mesure définie par rapport à l'année de végétation (un plateau mesuré en avril 2000 sera noté mesuré en 1999)

valeur_moyenne : circonférence moyenne mesurée ou hauteur moyenne mesurée

- **FCBA**

Nom du fichier :

20150326_Dispositifs_FCBAv2.xls

Format :

1 ligne = 1 mesure, sur un plateau et à un âge donné

La table comporte un grand nombre de mesures autres que la circonférence ou la hauteur (précisé dans le champ *Code_mesure*).

Champs :

Genre0 : nom de genre en majuscules

Espece0 : nom d'espèce en majuscules
Code_experience : identifiant unique de plateau
NUM_PRISE_MESURE : code mesure (usage FCBA uniquement)
NUM_MESURE : code mesure (usage FCBA uniquement)
Nb_MES : nombre de tiges sur lequel porte la moyenne
Moy_mes : valeur moyenne mesurée
Code_mesure : variable mesurée (circonférence ou hauteur)
code_nature_mesure : code mesure (usage FCBA uniquement)
code_unite_mesure : unité de la mesure (cm, dm, m)
Millesime : année de la mesure définie par rapport à l'année de végétation (un plateau mesuré en avril 2000 sera noté mesuré en 1999)
com_mes : commentaire éventuel sur la mesure
DES_NOM : nom de l'essai (en général commune d'implantation)
DES_POS_POINT_GPS : localisation du point GPS
DES_Latitude : latitude en degrés décimaux (WGS84)
DES_Longitude : longitude en degrés décimaux (WGS84)
DES_Stotal : surface totale de l'essai
DES_Smesure : surface de mesure
DES_INST_mm : mois de plantation
DES_inst_aa : année de plantation réelle
des_inst_age : âge des plants à la plantation
DES_type : type (essai, placette)
DES_abandon : année de l'abandon si abandonné

- **ONF**

Nom du fichier :

VALORESO_ONF_cedres_sapinsMed_donneesDendro.xls

Format :

1 ligne = 1 âge de mesure, sur un plateau donné

Champs :

institut : ONF
code_placeau : identifiant unique de plateau
genre : nom de genre en minuscules
espece : nom d'espèce en minuscules
commune : nom de la commune d'implantation du plateau (champ vide)
surface : surface du plateau (champ vide)
date_planta : Année de plantation définie par rapport à la saison de végétation précédente (un plateau planté en avril 2000 sera noté planté en 1999 ; un plateau planté en octobre 2000 sera noté planté en 2000)
cmoy : circonférence moyenne en cm (champ vide)
hmoy : hauteur moyenne en dm
age_mesure_haut : âge de la mesure de hauteur calculé par rapport à l'année de plantation
nb_tiges : nombre de tiges sur lequel porte la moyenne
x_l2e : longitude en Lambert 2 étendu
y_l2e : latitude en Lambert 2 étendu
essence : nom complet de l'espèce en minuscules

- **INRA**

Nom du fichier :

Metadonnees_INRA_Cedre-2.xls

Format :

1 ligne = 1 dispositif, y compris pour les placeaux multi-espèces

Une colonne est ajoutée pour chaque espèce et pour chaque mesure supplémentaire sur un placeau donné.

Les moyennes fournies sont des moyennes par provenance et non par espèce.

Champs :

Code interne INRA : identifiant unique de placeau

Nom Essai : nom complet de l'essai comprenant la commune d'implantation

Genre : nom de genre en minuscules

Espèce : nom de la ou des espèce(s) en minuscules (les espèces sont séparées par /)

Scientifique INRA : nom du chercheur en charge de l'essai

mail scientifique INRA : adresse mail du chercheur en charge de l'essai

Unité du scientifique INRA : unité INRA du chercheur en charge de l'essai

Gestionnaire de l'essai (technicien) : nom du technicien en charge du suivi technique de l'essai

mail gestionnaire : adresse mail du technicien en charge du suivi technique de l'essai

Unité du gestionnaire INRA : unité INRA du technicien en charge du suivi technique de l'essai

Statut terrain (S=forêt soumise, P=Privé, I=INRA) : statut du terrain d'implantation de l'essai

Année de plantation : année de plantation définie par rapport à la première saison de végétation (un placeau planté en octobre 1999 sera noté planté en 2000)

Niveau de suivi (A=abandonné / 0=en veille / 1=peu actif / 2=actif / 3=très actif) : statut de l'essai

Département : département d'implantation de l'essai

Commune : commune d'implantation de l'essai

Localité : commune ou lieu-dit d'implantation de l'essai

Latitude : latitude en degrés minutes secondes (WGS84)

Longitude : longitude en degrés minutes secondes (WGS84)

Surface expérimentale : surface expérimentale en ha

Surface totale : surface totale de l'essai en ha

Densité initiale : densité à la plantation

Objectifs de l'expérimentation : (champ vide)

Type de dispo : type d'essai (test de comparaison de provenances)

Réseau : PlantaComp

Espèce 1 – Provenance 1 / âge : âge de la première mesure de hauteur sur la provenance 1

Espèce 1 – Provenance 1 / hauteur : hauteur moyenne mesurée à l'âge de la colonne précédente en cm

Espèce 1 – Provenance 1 / âge : âge de la deuxième mesure de hauteur sur la provenance 1

Espèce 1 – Provenance 1 / hauteur : hauteur moyenne mesurée à l'âge de la colonne précédente en cm

...

Espèce 1 – Provenance 1 / âge : âge de la première mesure de circonférence sur la provenance 1

Espèce 1 – Provenance 1 / circonférence : circonférence moyenne mesurée à l'âge de la colonne précédente en cm

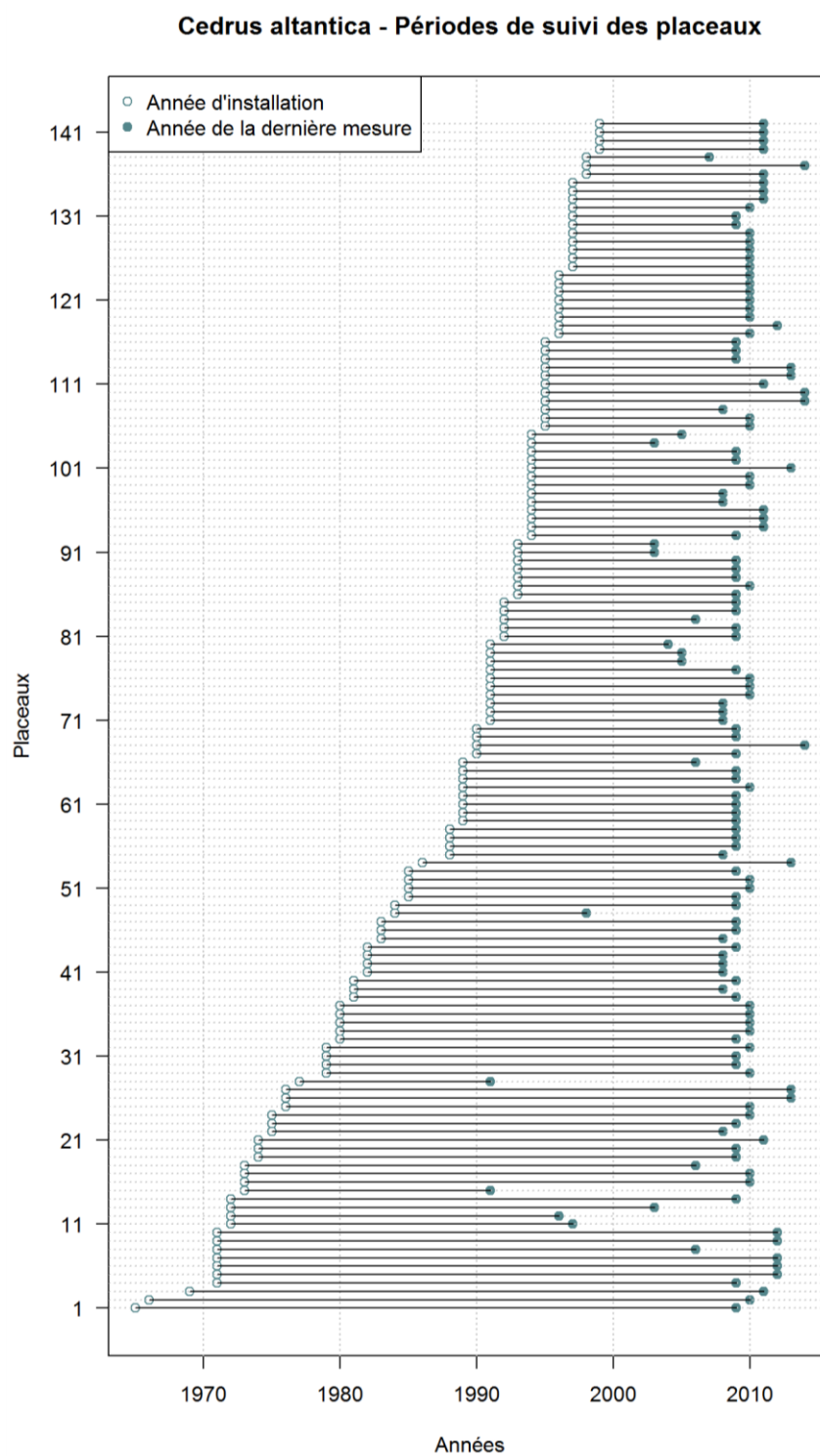
...

Espèce 1 – Provenance 2 / âge : âge de la première mesure de hauteur sur la provenance 2

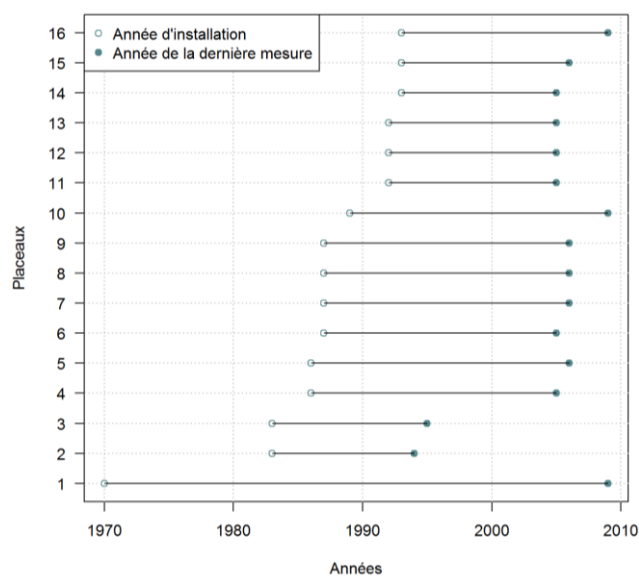
Espèce 1 – Provenance 2 / hauteur : hauteur moyenne mesurée à l'âge de la colonne précédente en cm

...

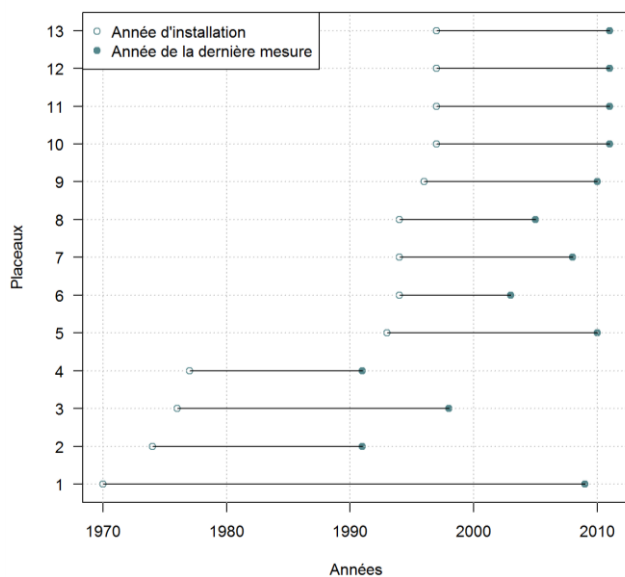
Annexe 3 : Périodes de suivi des placeaux



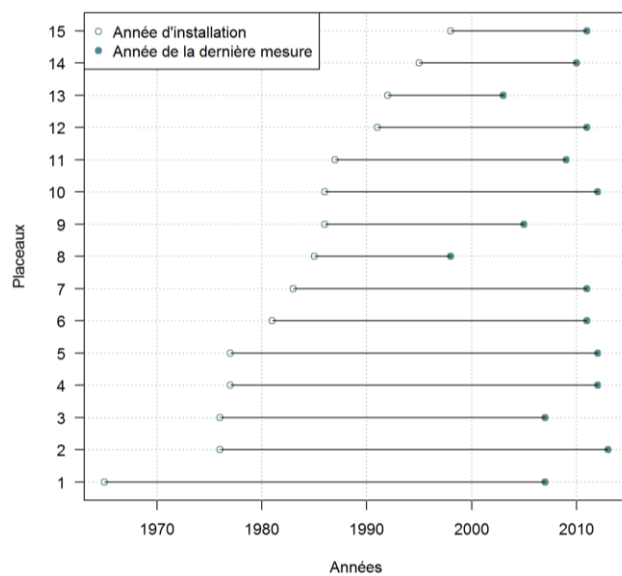
Calocedrus decurrens - Périodes de suivi des placeaux



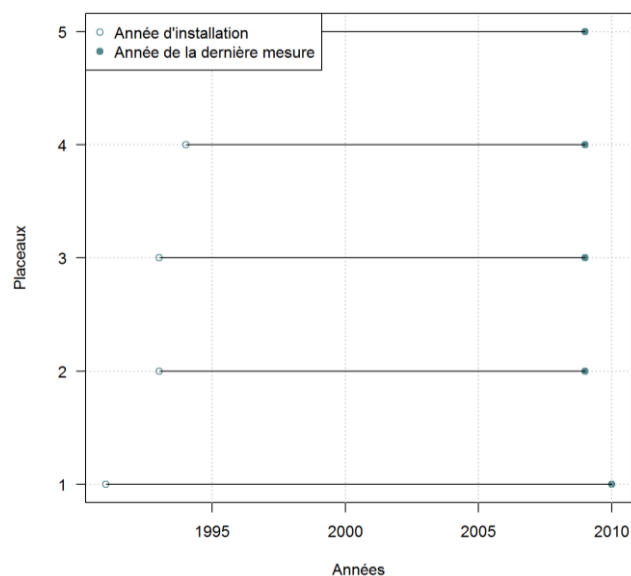
Cedrus libani - Périodes de suivi des placeaux



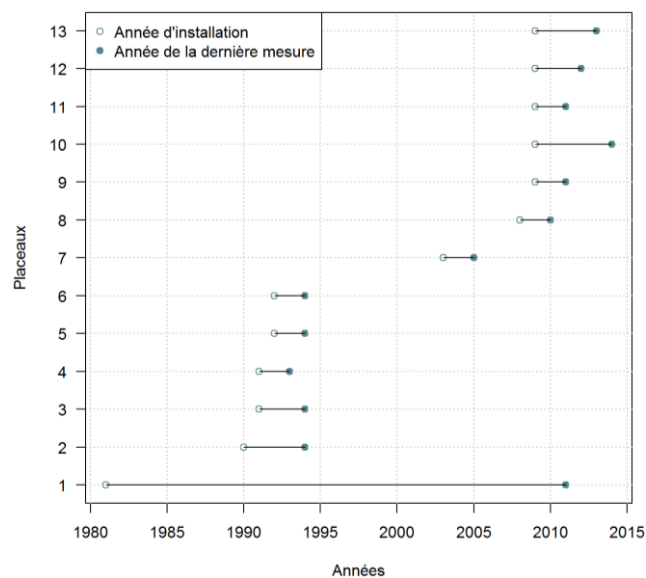
Cryptomeria japonica - Périodes de suivi des placeaux



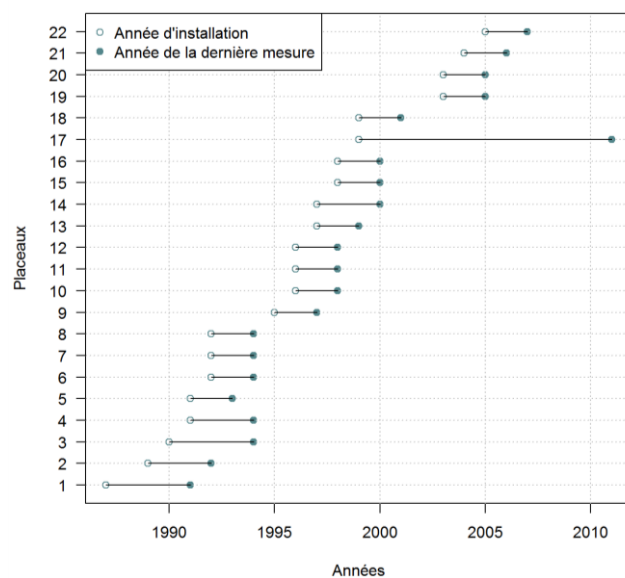
Cupressus leylandii - Périodes de suivi des placeaux



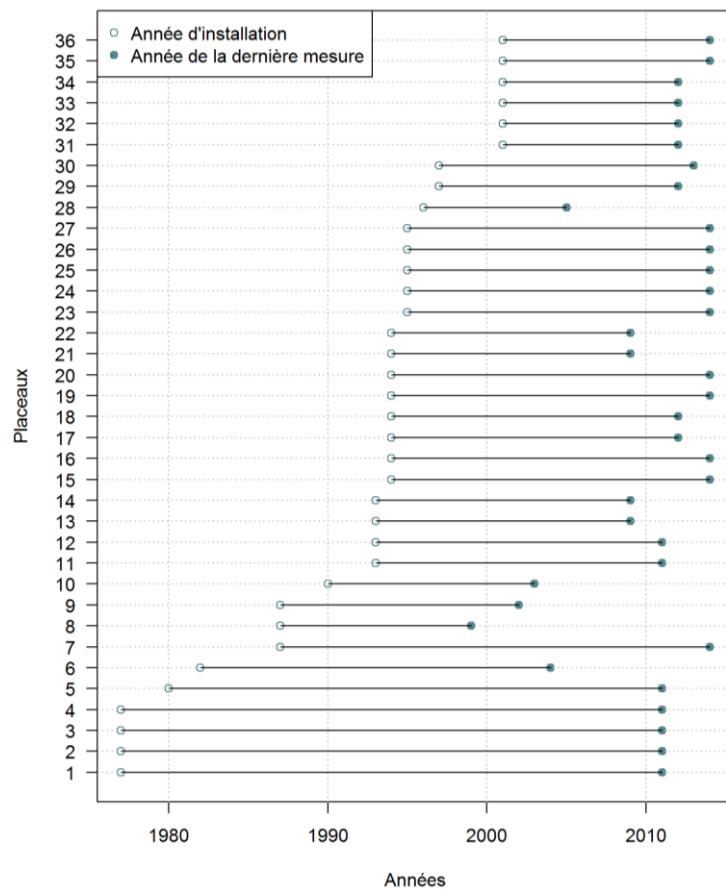
Eucalyptus gundal - Périodes de suivi des placeaux



Eucalyptus gunni - Périodes de suivi des placeaux



Pinus taeda - Périodes de suivi des placeaux



Annexe 4 : Algorithme de calcul du déficit hydrique (IKS)

Initialisation de la réserve utile à 100 mm : **RU[0] = 100**

Initialisation du stock de neige à 0 mm : **N[0] = 0**

On fait une boucle sur les données mensuelles, pour 1 an :

Pour i de 1 à 12,

- Si la moyenne mensuelle des températures maximales journalières (Tmax) est supérieure à 2°C, les précipitations sont liquides et la neige fond :

$$\mathbf{F[i] = N[i-1] \times (T_{max}-20)/200}$$
 (stock de neige qui fond au mois i)

- Si $P[i] + F[i] > ETP[i]$: si les apports couvrent les besoins, on n'a pas de déficit

$$\mathbf{Dh[i] = 0}$$

- Si $RU[i-1] + F[i] + P[i] - ETP[i] > 100$: on a du ruissellement et la réserve utile se remplit au maximum (100 mm)

$$\mathbf{RU[i] = 100}$$

- Si $RU[i-1] + F[i] + P[i] - ETP[i] < 100$: on n'a pas de ruissellement, la réserve utile se remplit

$$\mathbf{RU[i] = RU[i-1] + F[i] + P[i] - ETP[i]}$$

- Si $P[i] + N[i-1] < ETP[i]$: si les apports ne couvrent pas les besoins

- Si $RU[i-1] + F[i] + P[i] - ETP[i] > 0$: soit on a suffisamment d'eau dans la réserve utile pour couvrir les besoins qui restent

$$\mathbf{Dh[i] = 0}$$

$$\mathbf{RU[i] = RU[i-1] + F[i] + P[i] - ETP[i]}$$

- Si $RU[i-1] + F[i] + P[i] - ETP[i] < 0$: soit la réserve utile ne suffit pas, elle se vide et on a du déficit

$$\mathbf{Dh[i] = - (RU[i-1] + F[i] + P[i] - ETP[i])}$$

$$\mathbf{RU[i] = 0}$$

On calcule le nouveau stock de neige, que l'on considère nul s'il est inférieur à 10 mm.

Si $N[i-1] - F[i] < 10$, **N[i] = 0**

Si $N[i-1] - F[i] > 10$, **N[i] = N[i-1] - F[i]**

- Si moyenne mensuelle des températures maximales journalières est inférieure à 2°C, il n'y a pas de ruissellement possible, les précipitations tombent sous forme de neige, sont stockées et n'alimentent pas la RU.

$$\mathbf{N[i] = N[i-1] + P[i]}$$

- Si $RU[i-1] - ETP[i] > 0$: la réserve en eau disponible couvre les besoins

$$\mathbf{Dh[i] = 0}$$

$$\mathbf{RU[i] = RU[i-1] - ETP[i]}$$

- Si $RU[i-1] - ETP[i] < 0$: le réserve ne couvre pas les besoins, elle s'assèche et on a du déficit

$$\mathbf{Dh[i] = - (RU[i-1] - ETP[i])}$$

$$\mathbf{RU[i] = 0}$$

Fin de la boucle.

On fait la somme des déficits hydriques sur l'année

$$\mathbf{SDh = \text{somme}(Dh[i])}$$

On fait la somme des ETP sur l'année (= somme des besoins)

$$\mathbf{SETP = \text{somme}(ETP[i])}$$

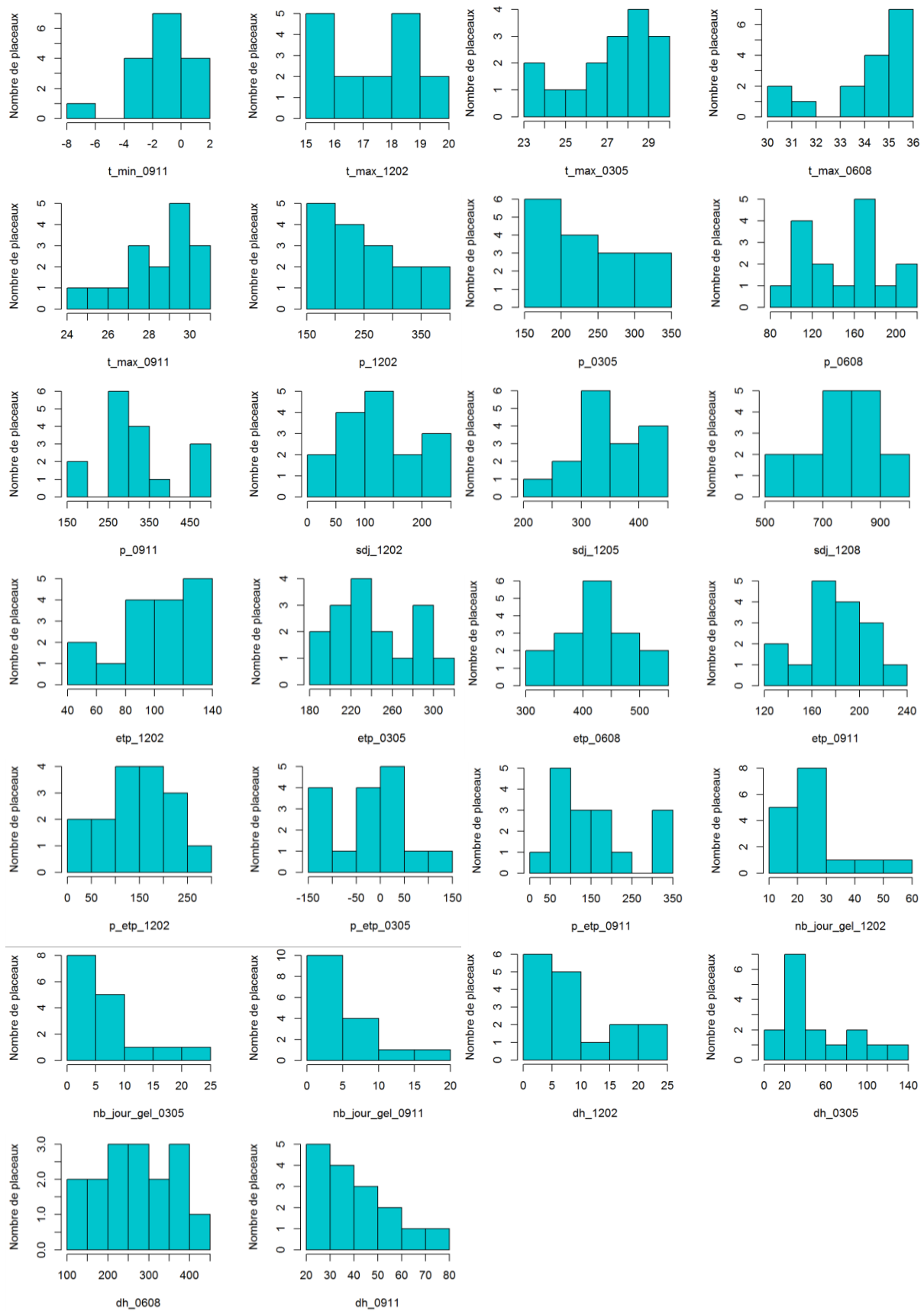
On calcule le rapport d'aridité

$$\mathbf{RA = SDh / SETP}$$

Annexe 5 : Gradients climatiques explorés par les différents jeux de données

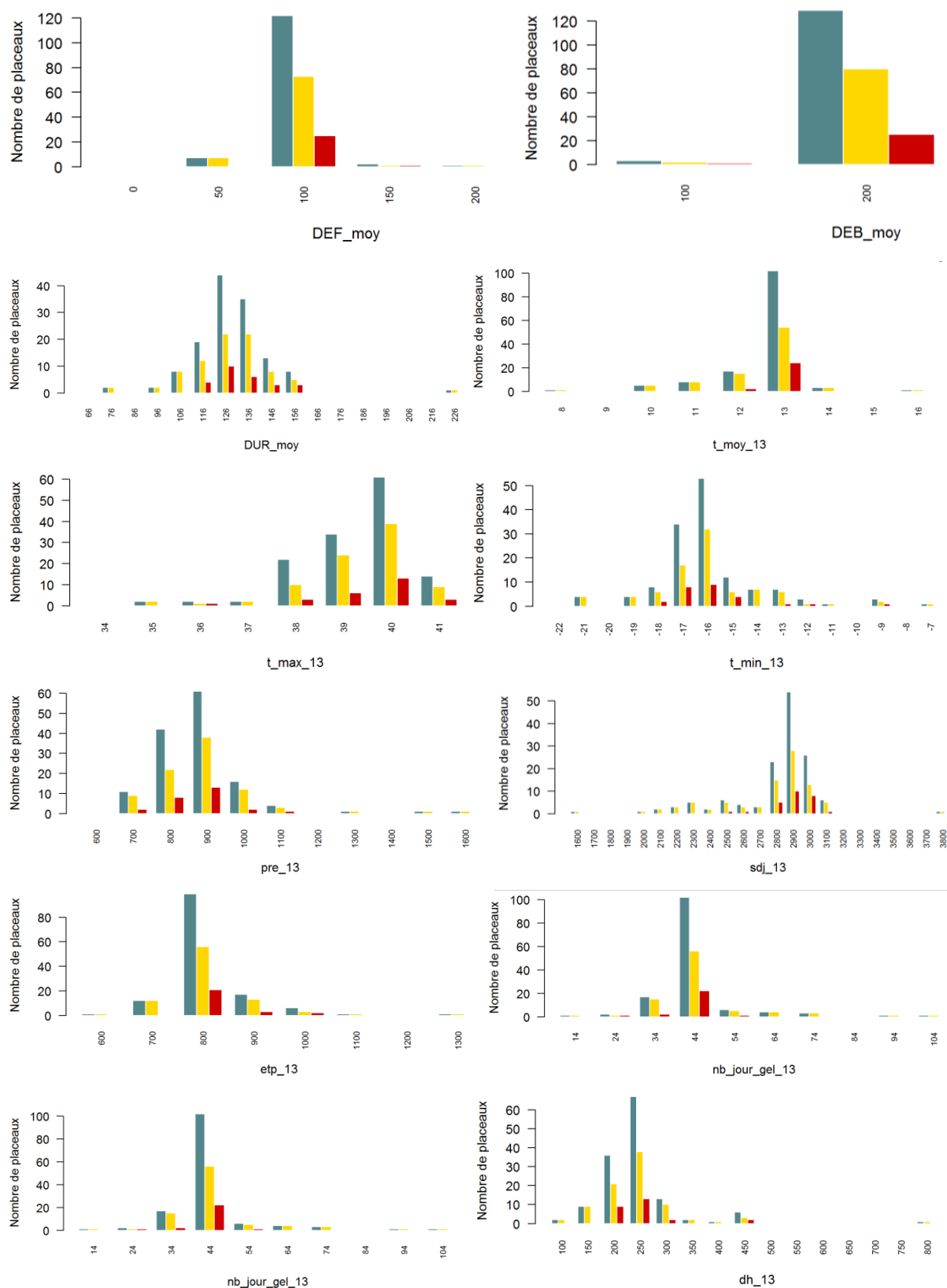
Jeu de placeaux complet de *Calocedrus decurrens*

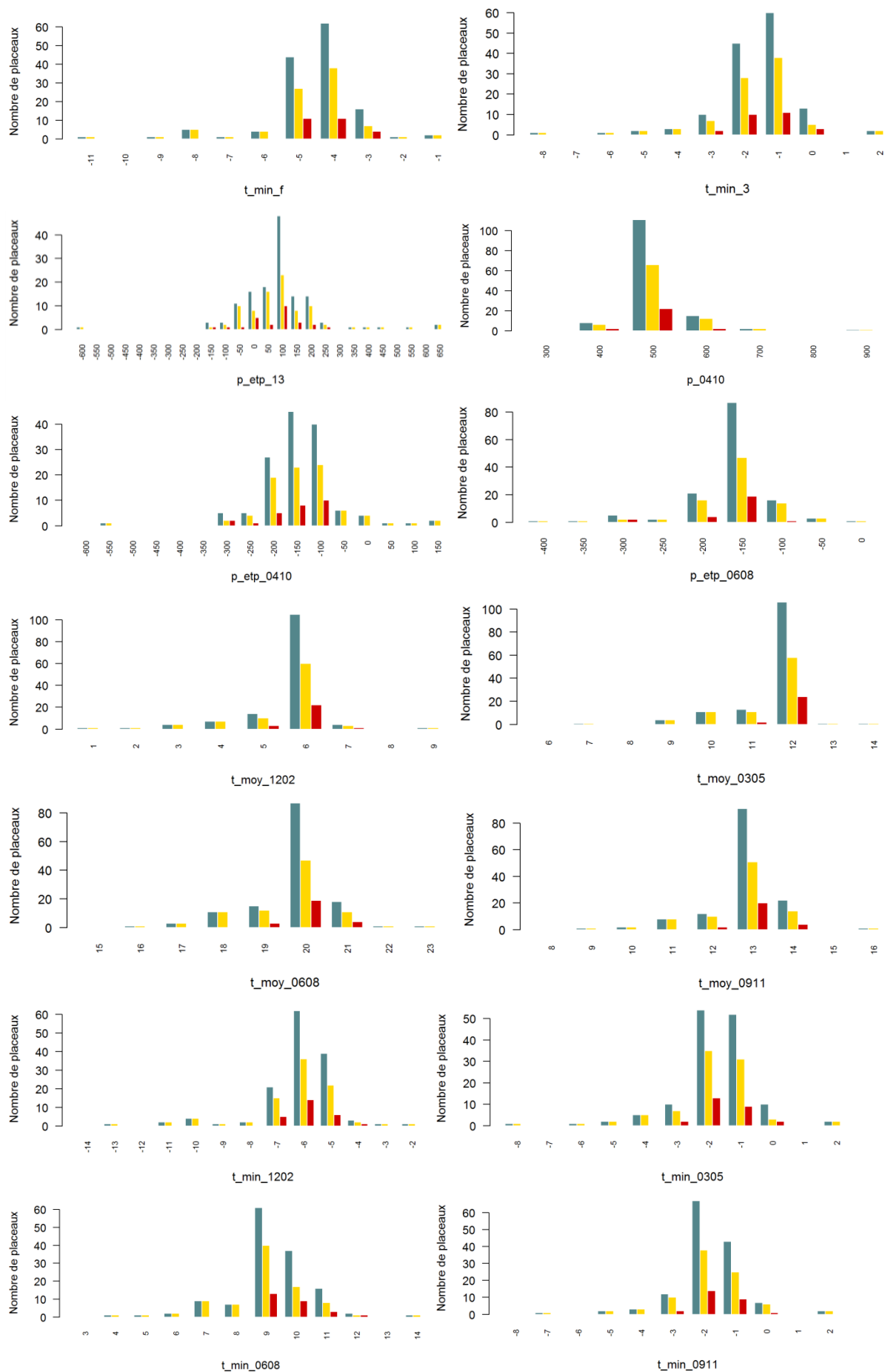


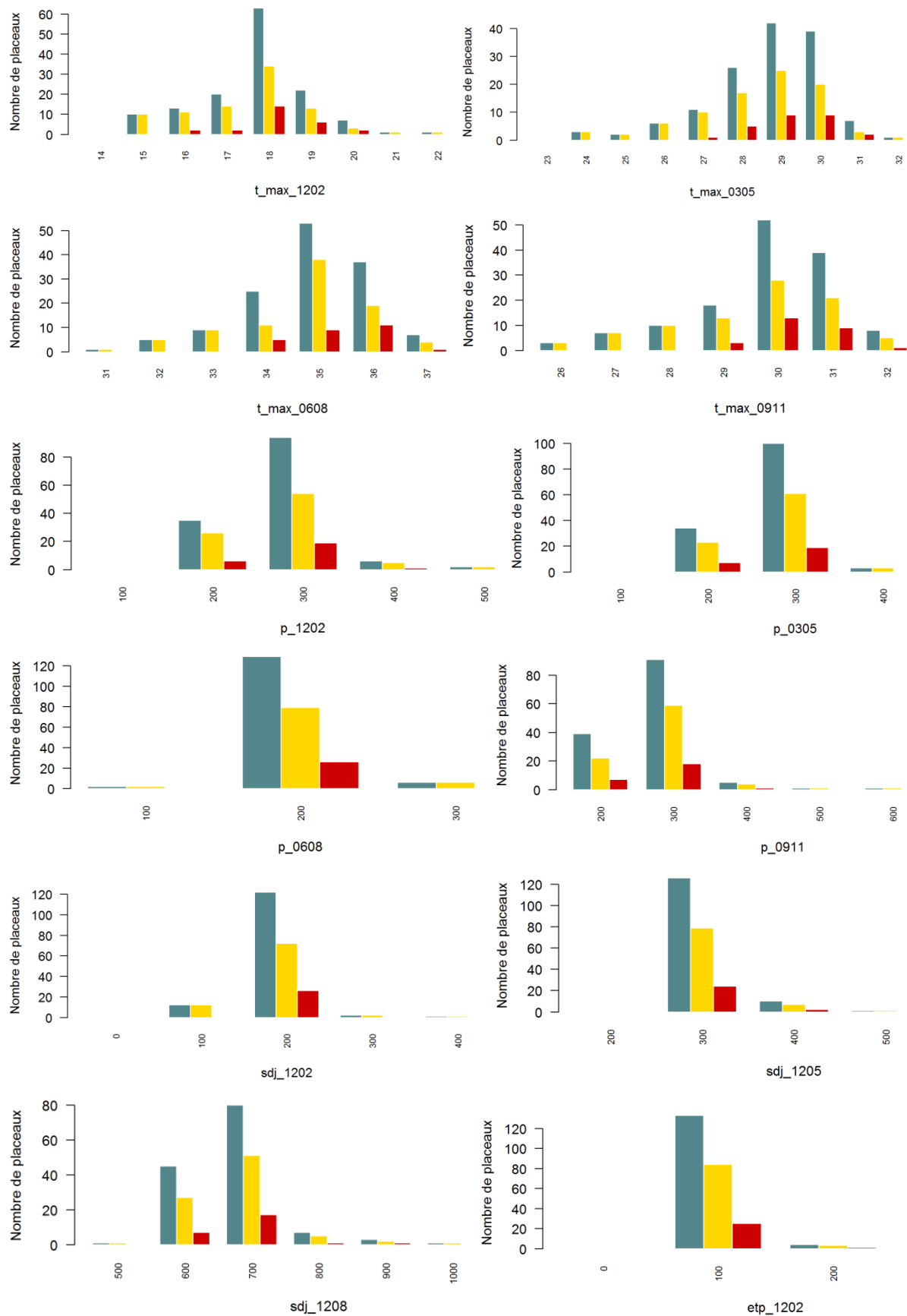


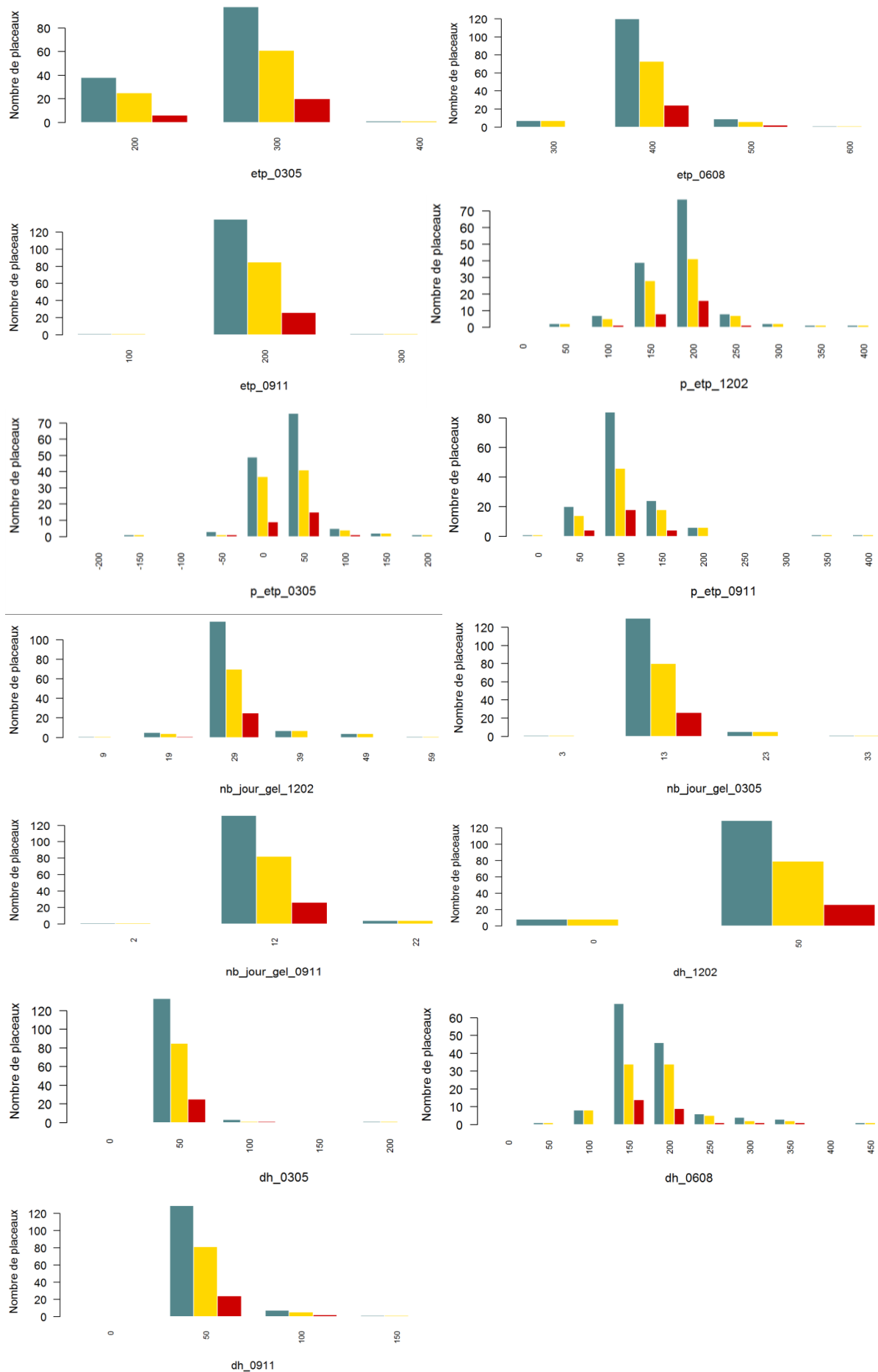
Jeux de placeaux de *Cedrus atlantica*

Bleu : jeu complet / Jaune : jeu moyenné / Rouge : jeu des placeaux les plus poussants

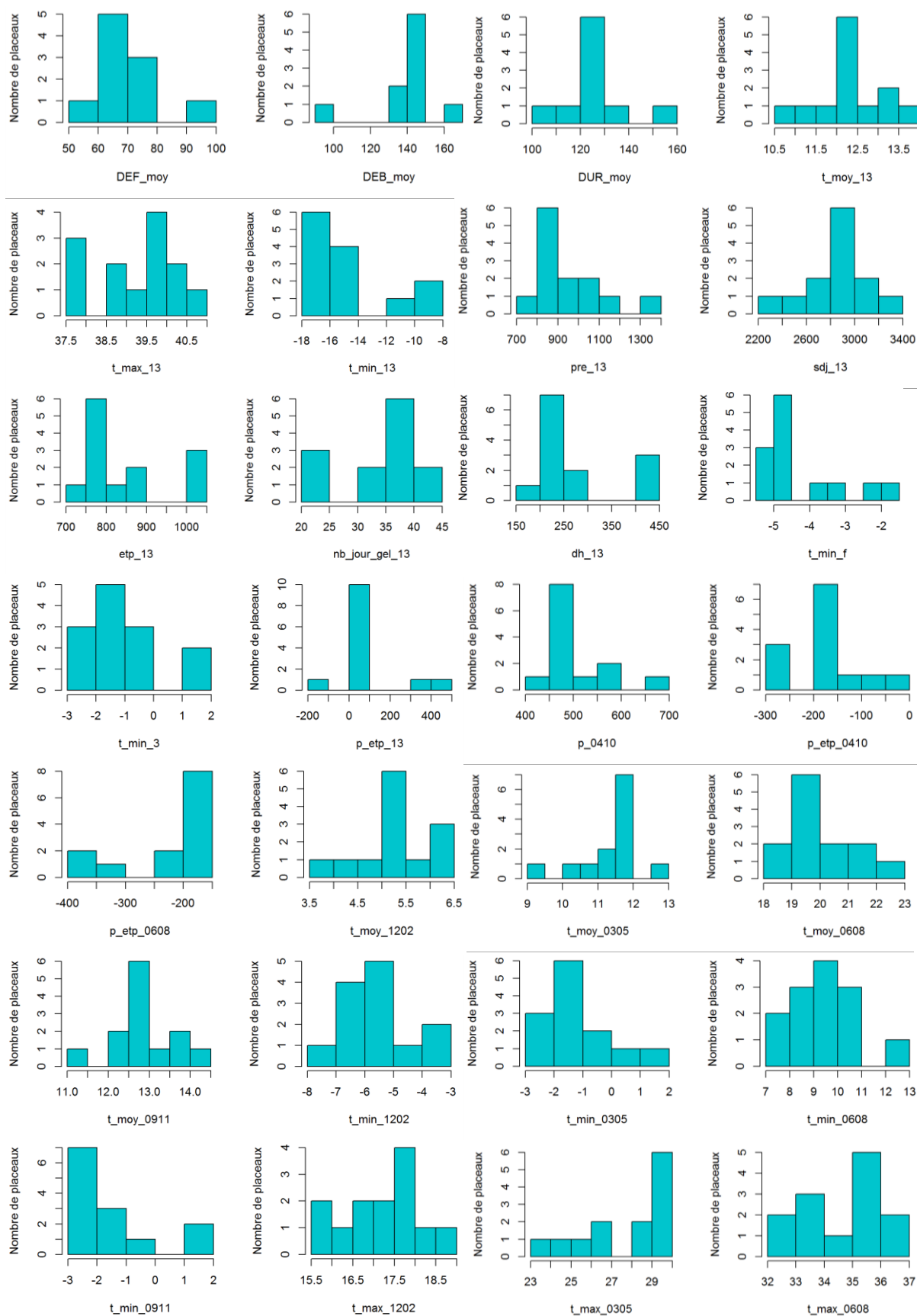


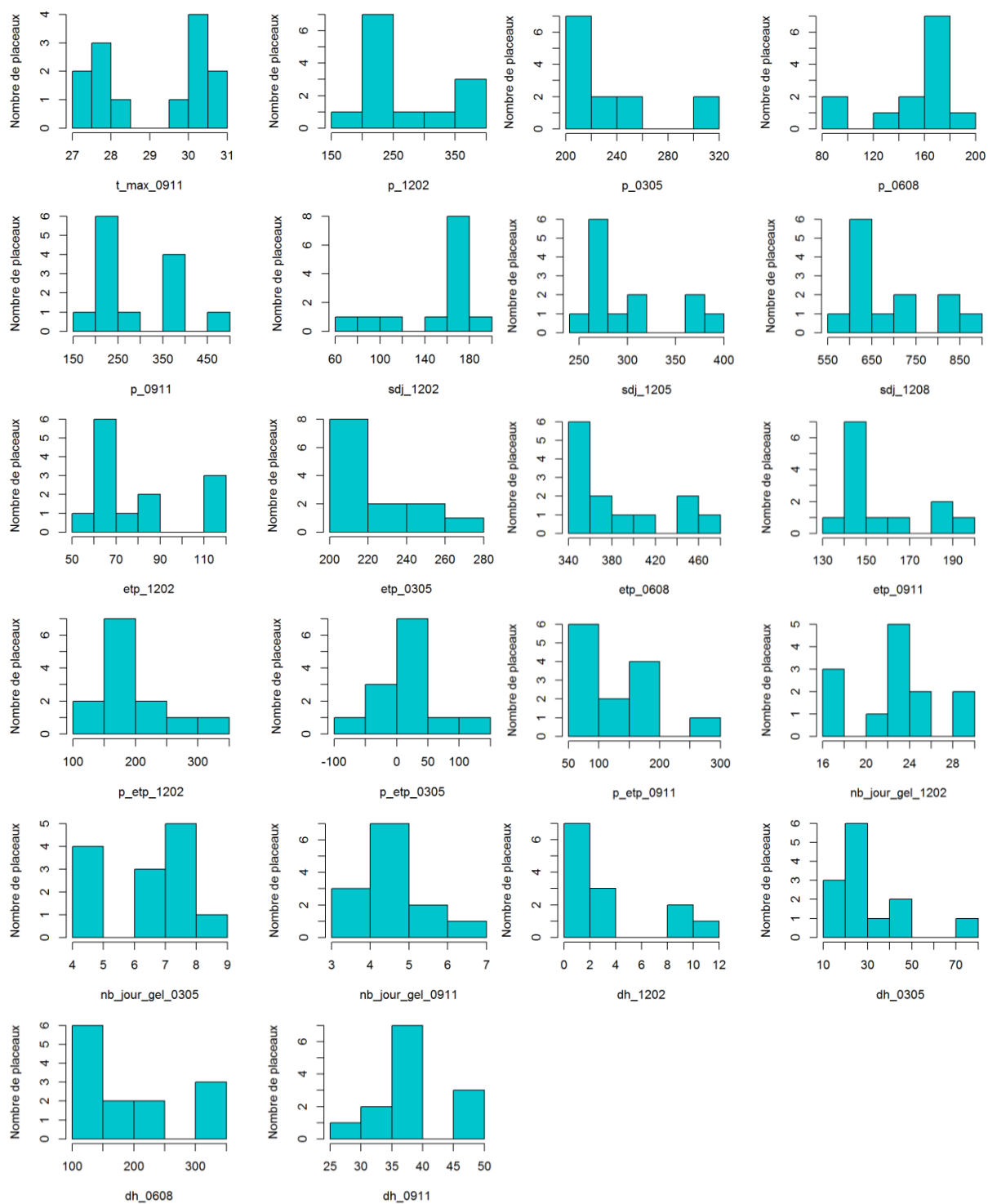




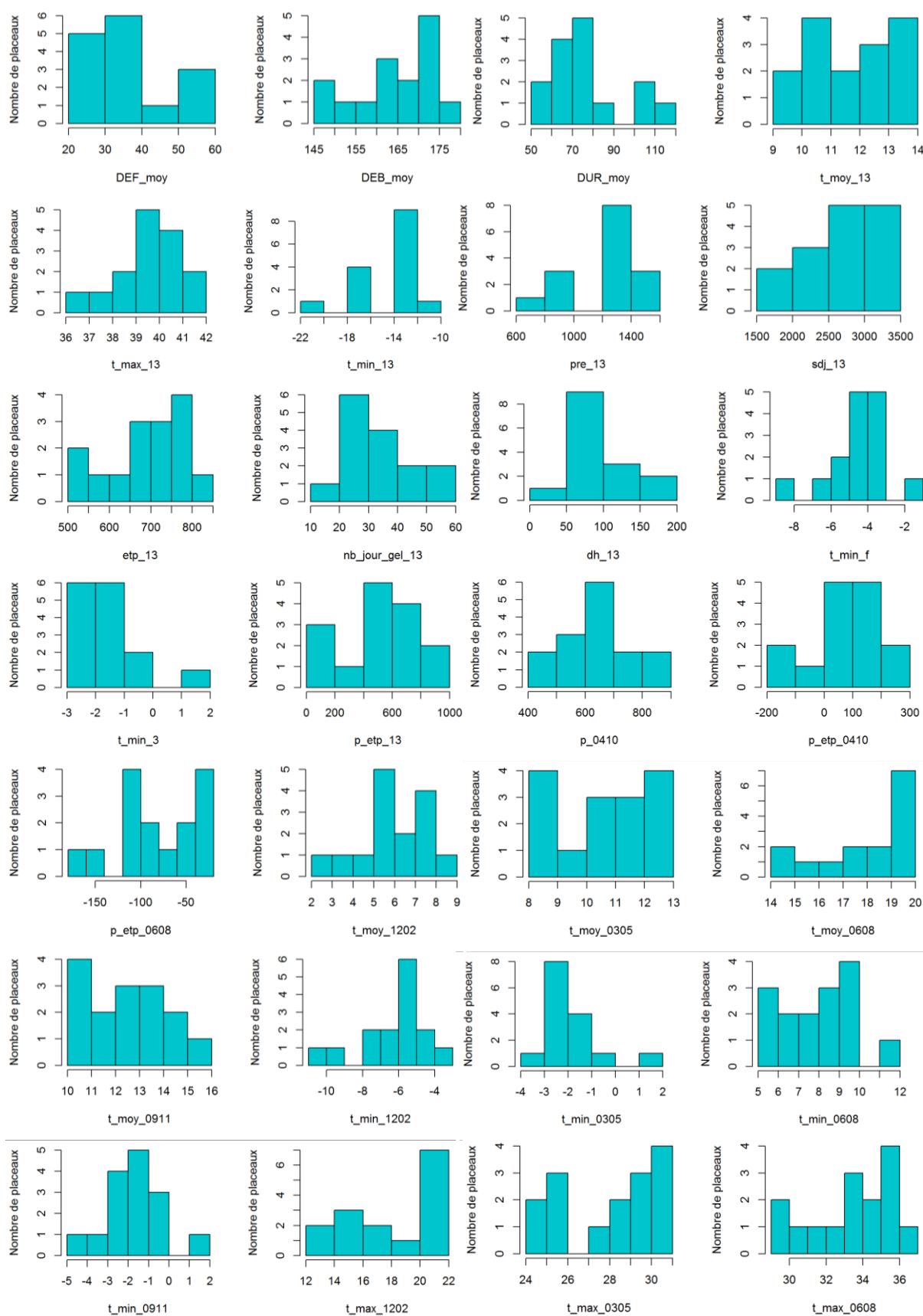


Jeu de placeaux complet de *Cedrus libani*



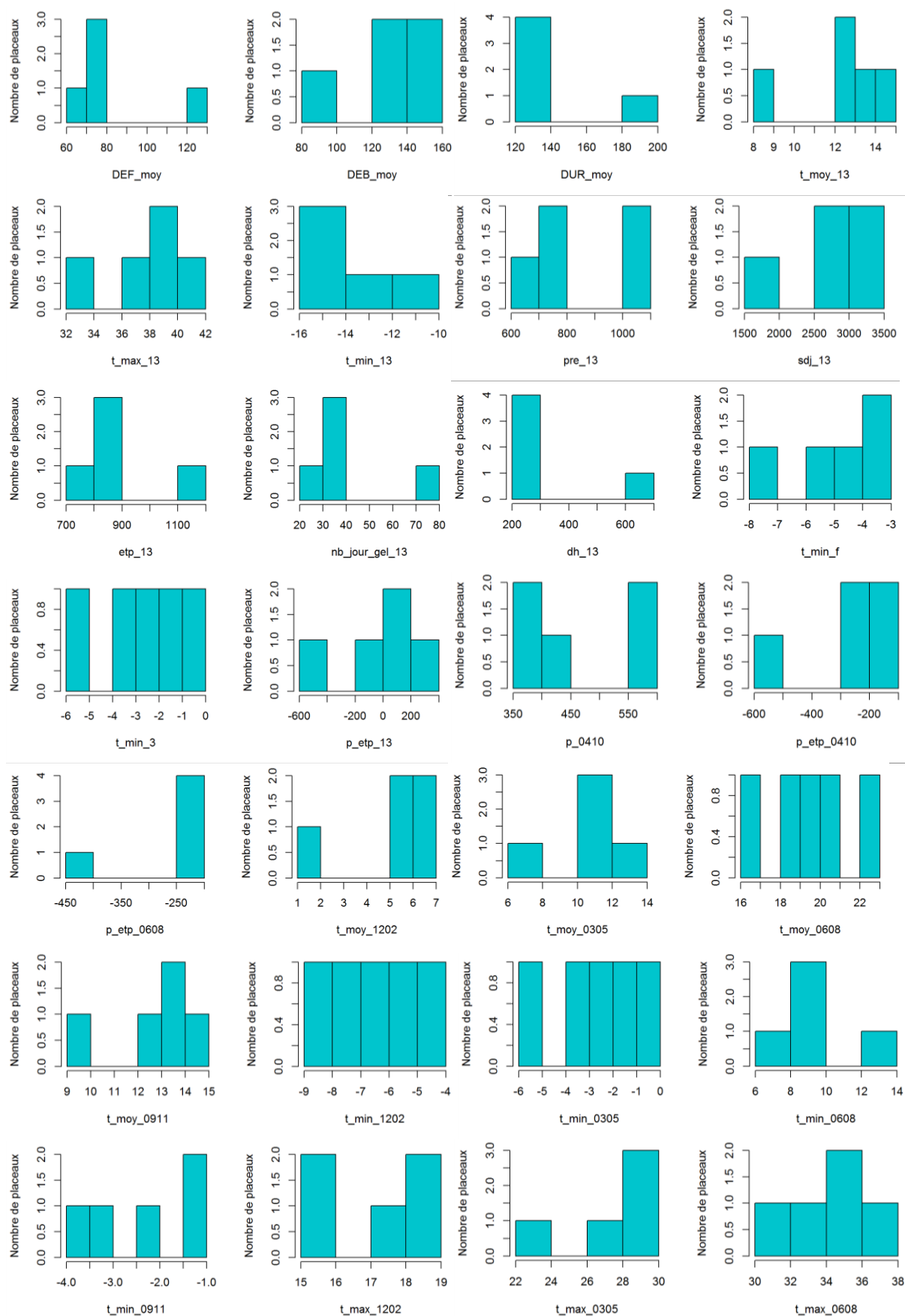


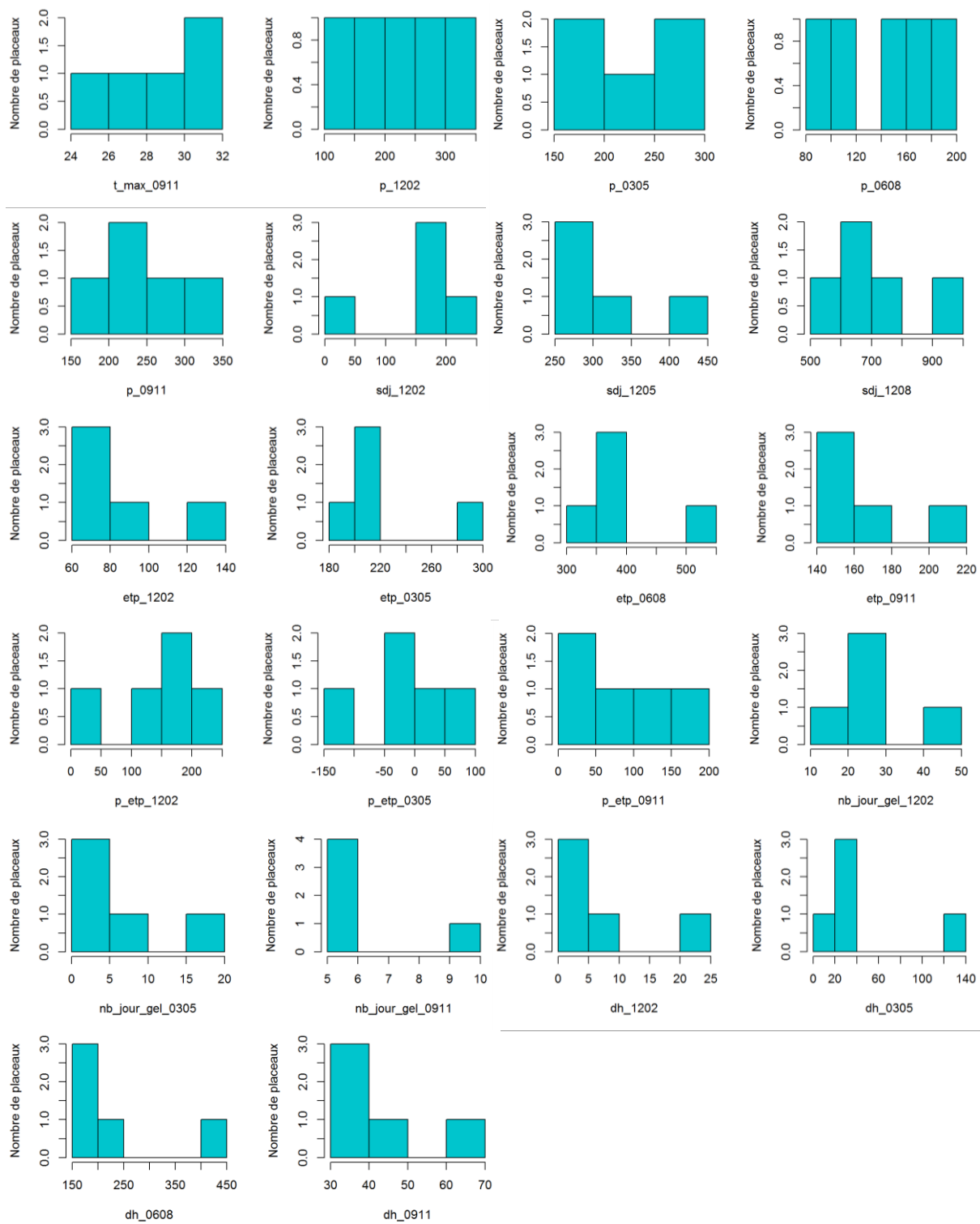
Jeu de placeaux complet de *Cryptomeria japonica*



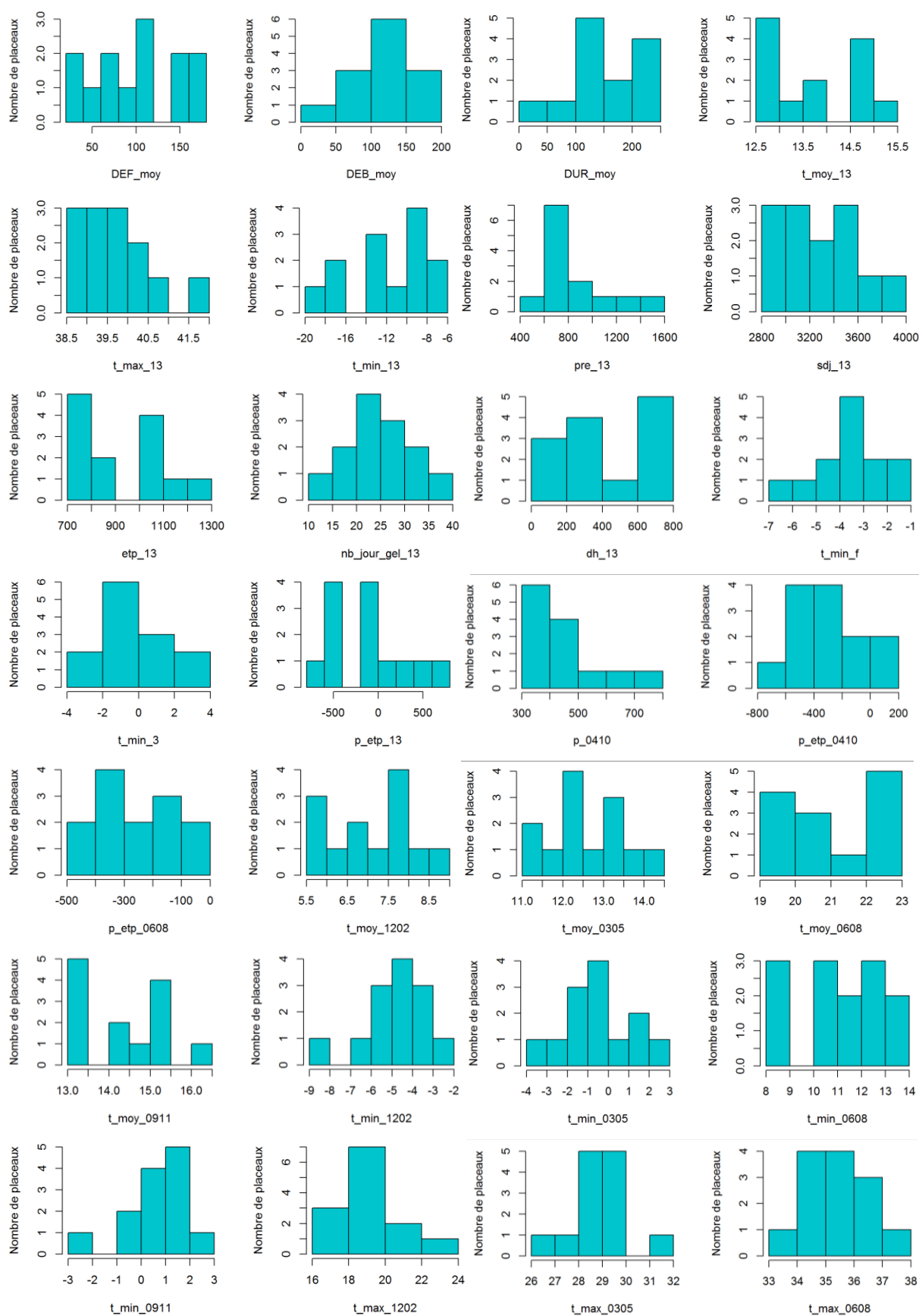


Jeu de placeaux complet de *Cupressus leylandii*



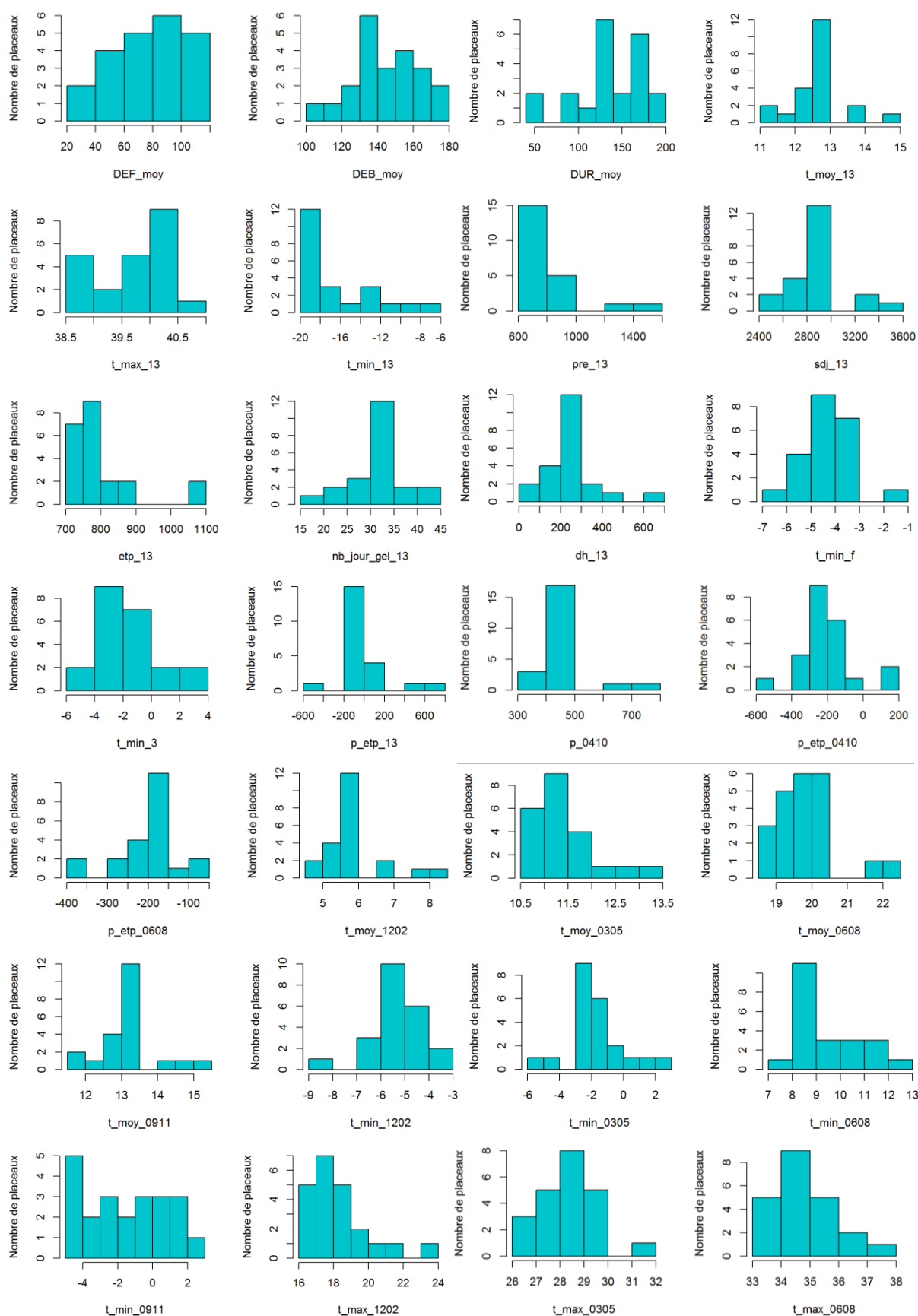


Jeu de placeaux complet d'*Eucalyptus gundal*





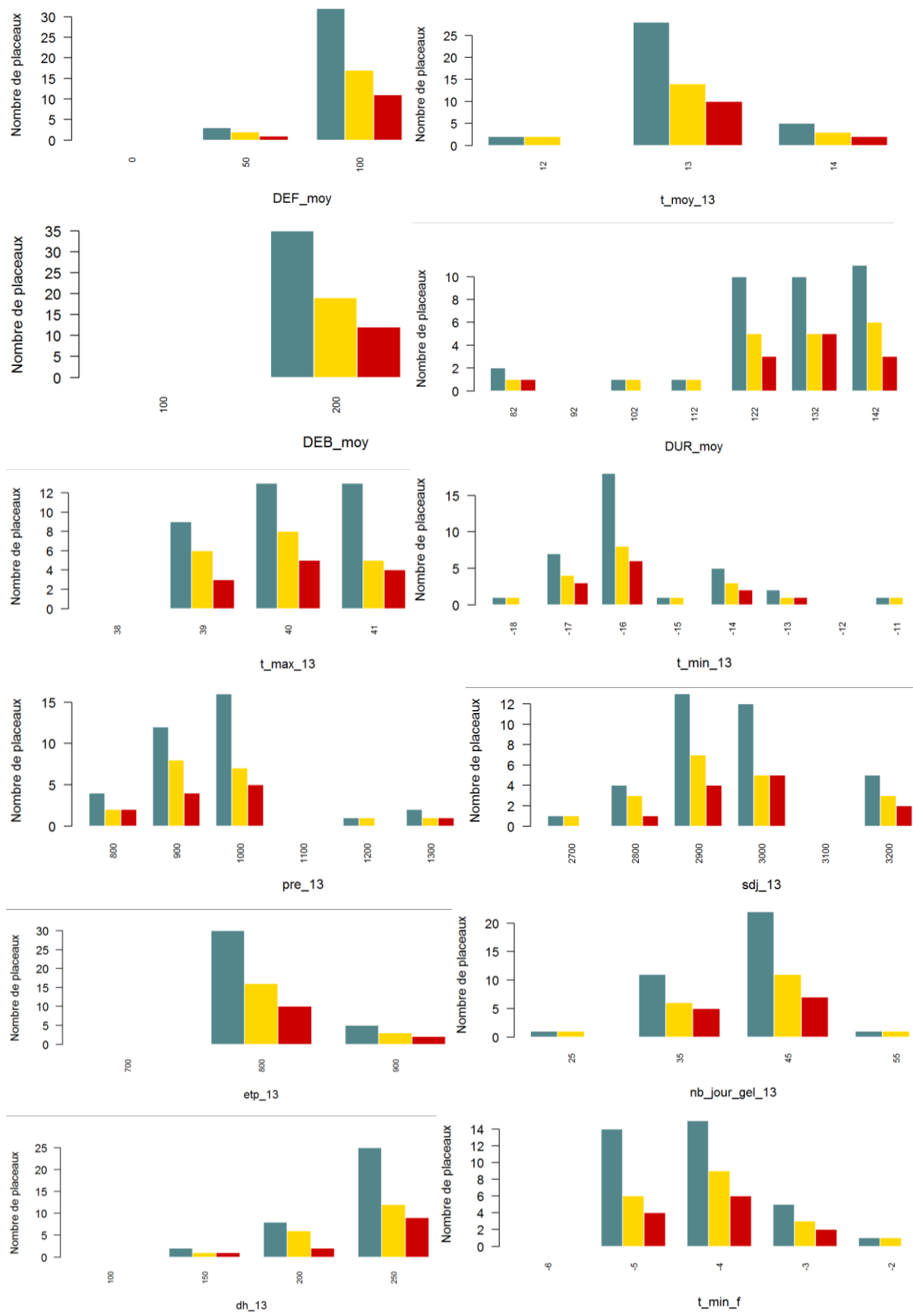
Jeu de placeaux complet d'*Eucalyptus gunni*

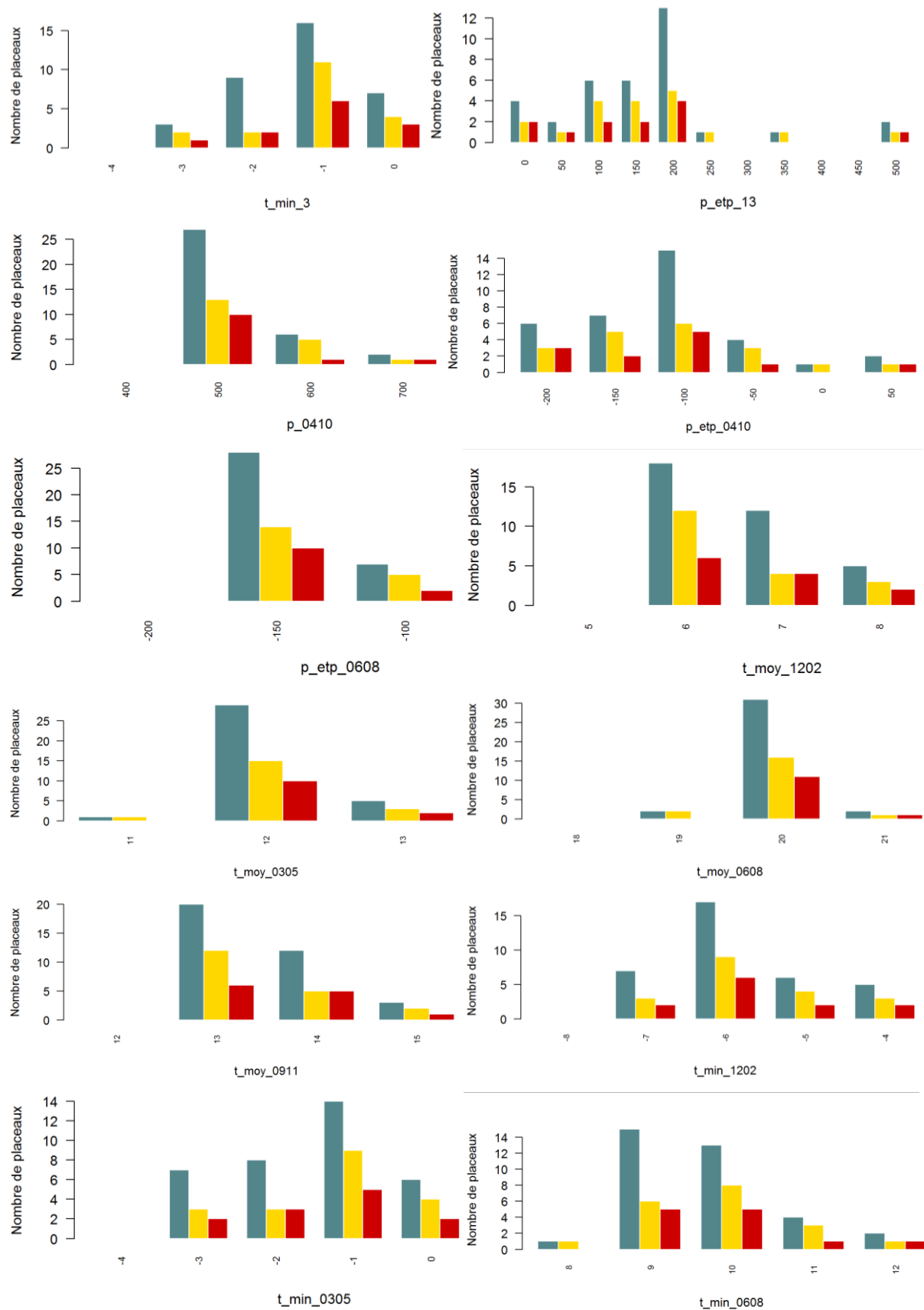


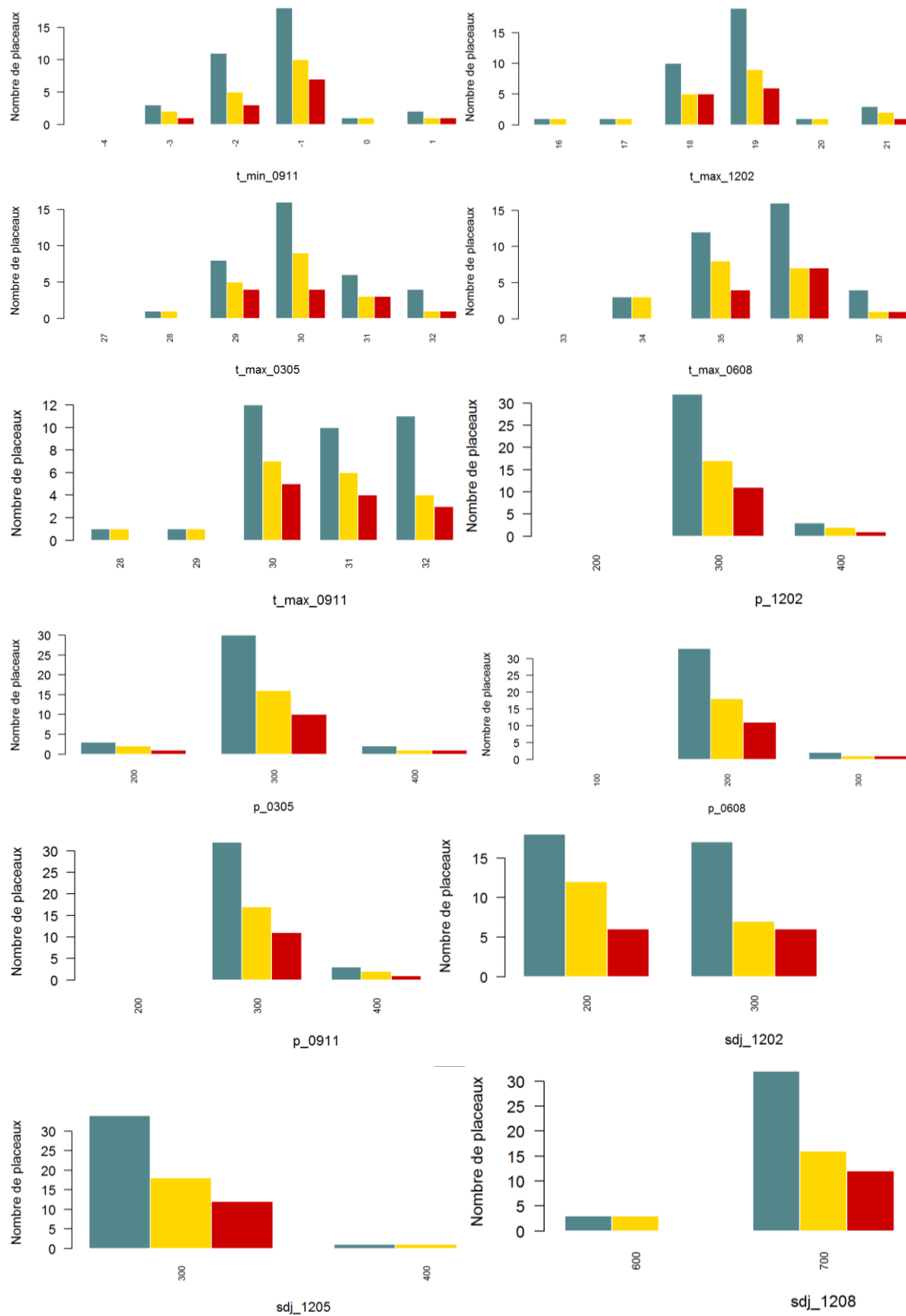


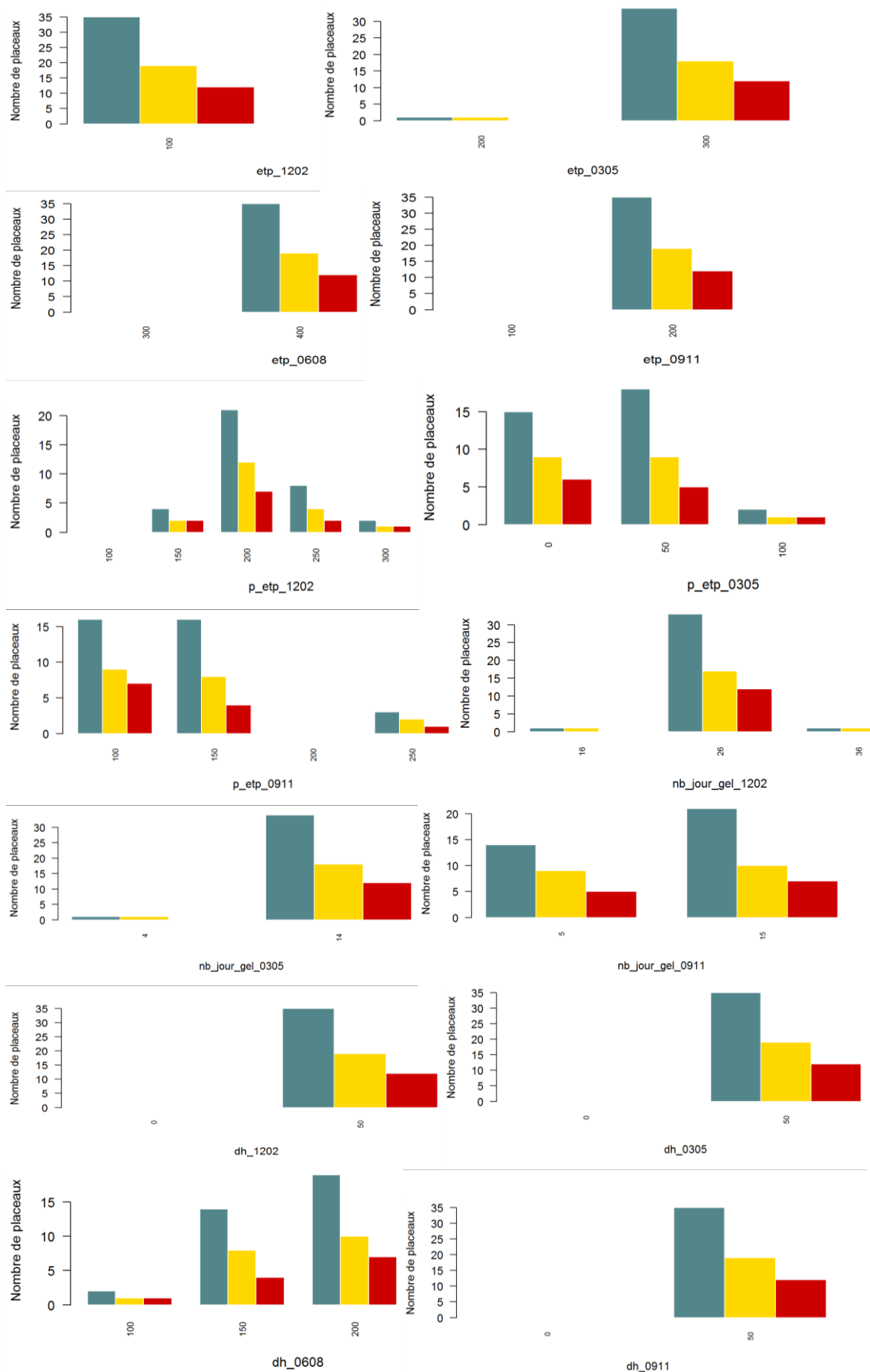
Jeu de placeaux complet de *Pinus taeda*

Bleu : jeu complet / Jaune : jeu moyenné / Rouge : jeu des placeaux les plus poussants



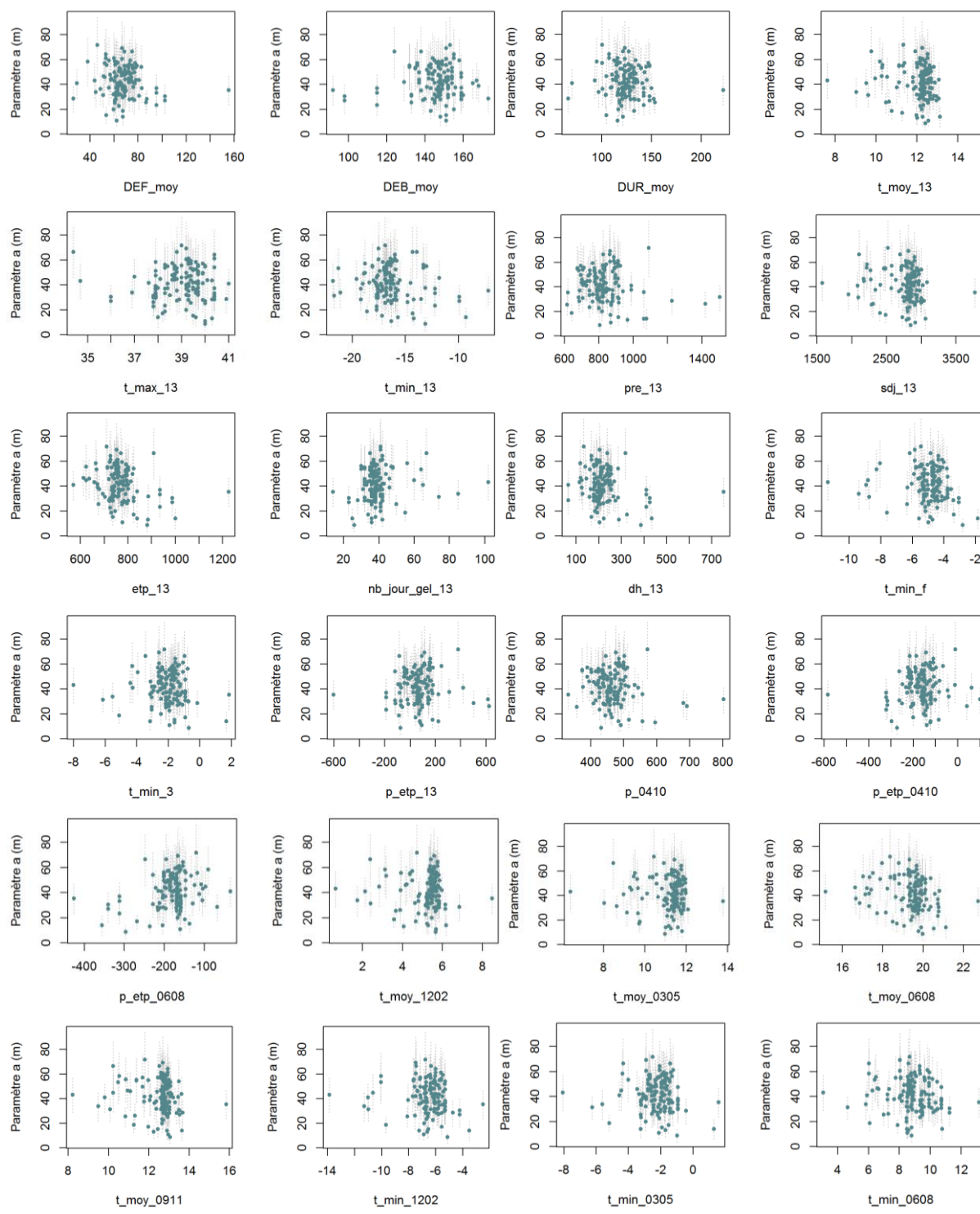


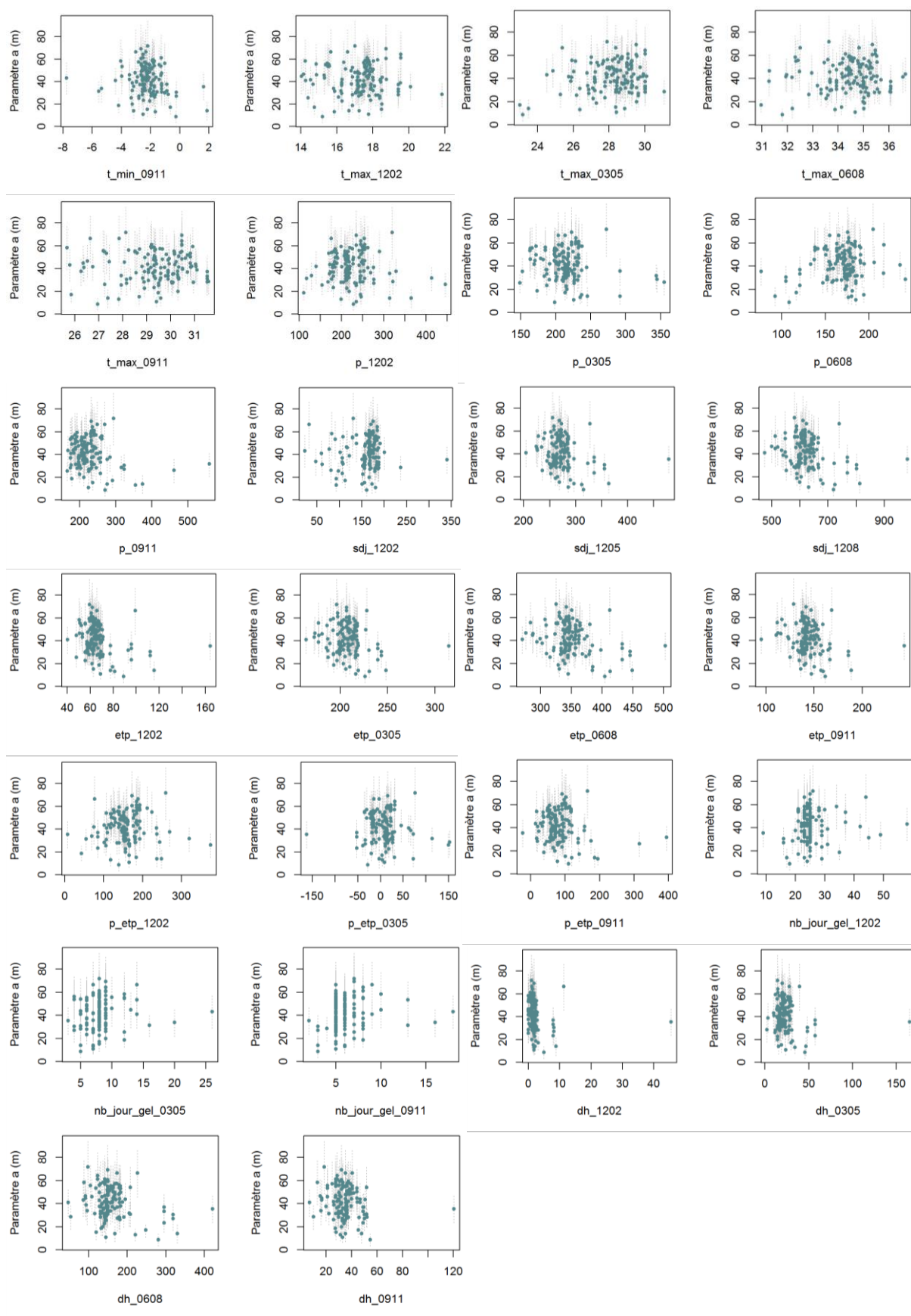




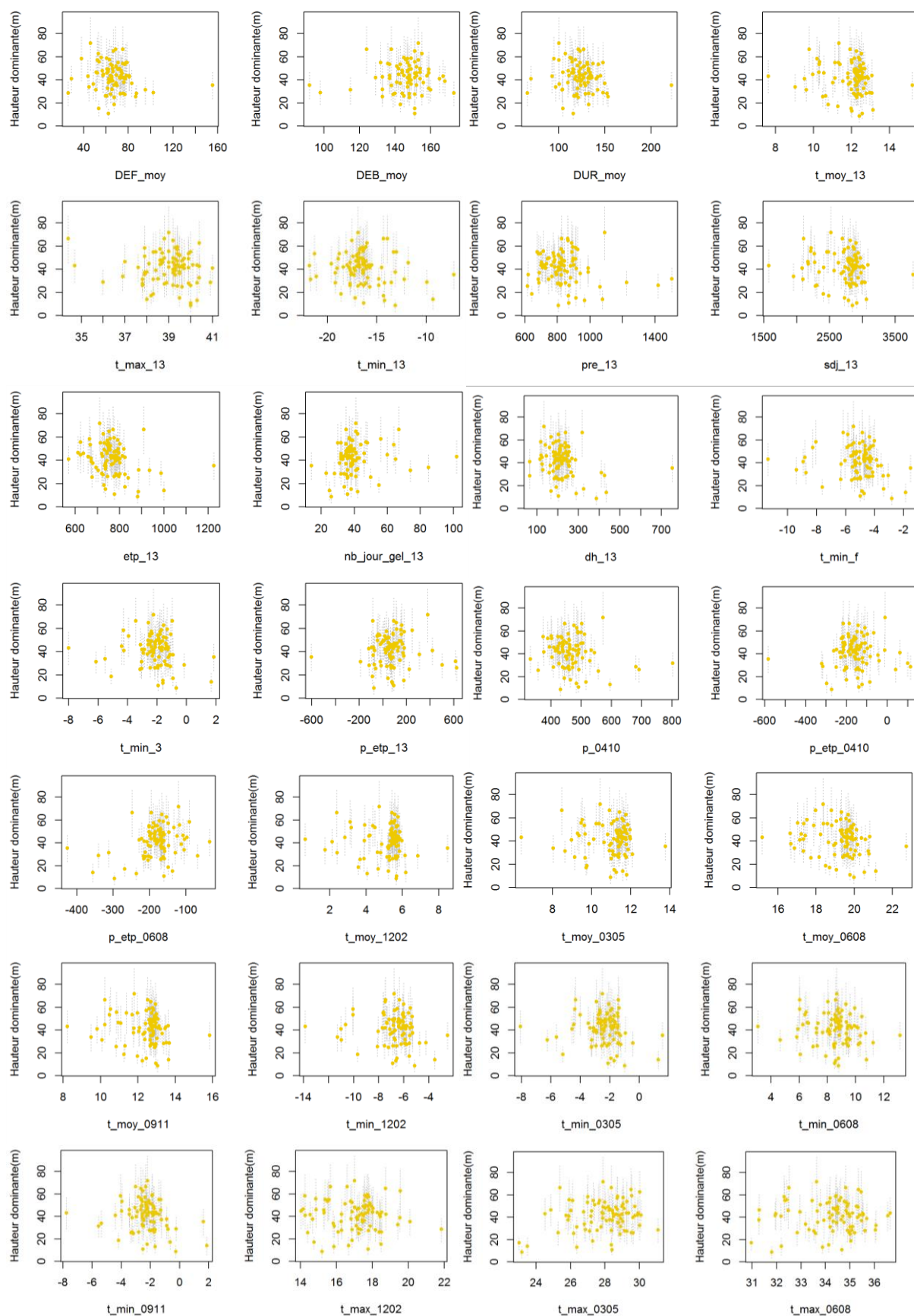
Annexe 6 : Relations graphiques entre le paramètre a et les variables climatiques

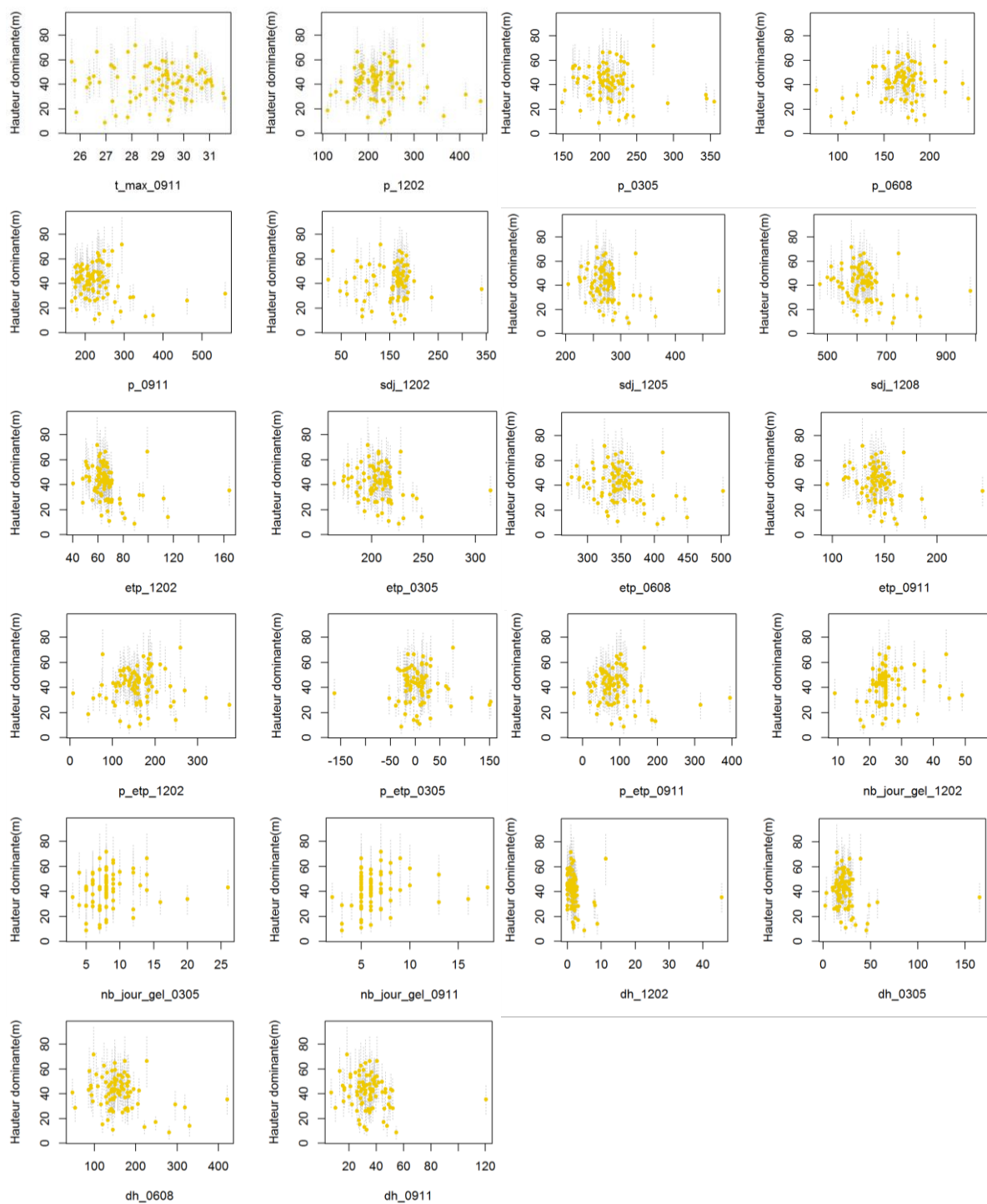
Relations sur le jeu complet de *Cedrus atlantica*



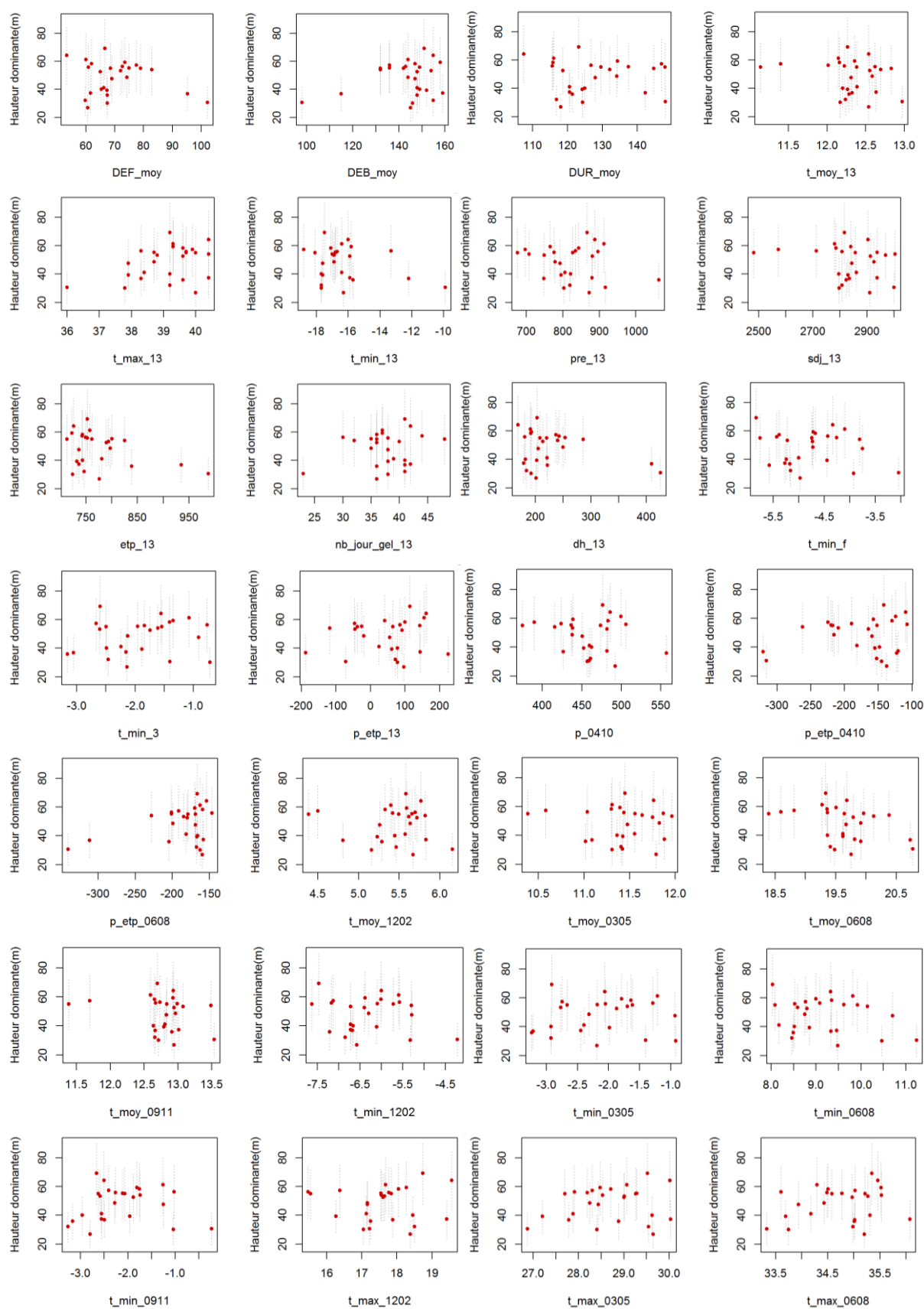


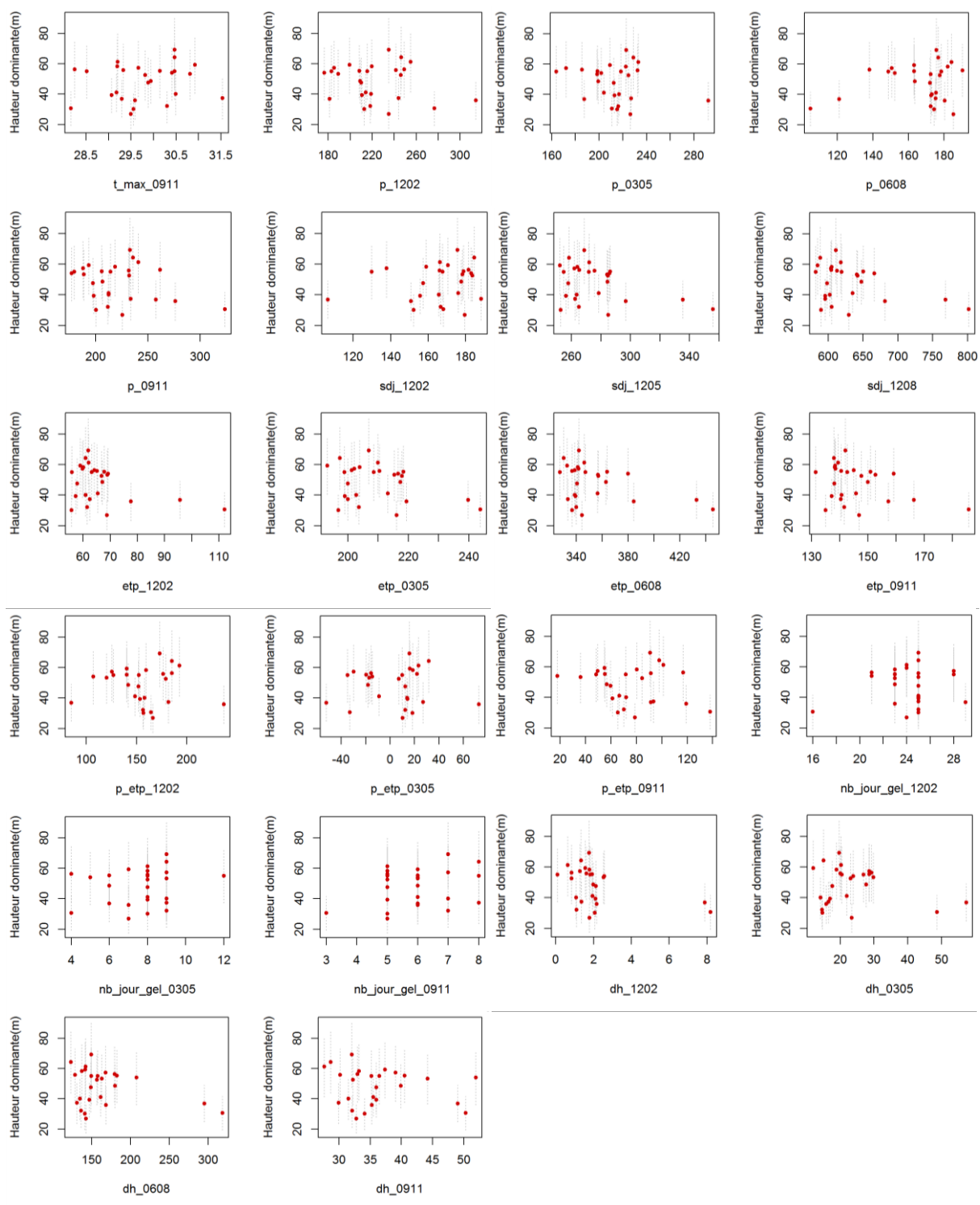
Relations sur le jeu moyenné de *Cedrus atlantica*



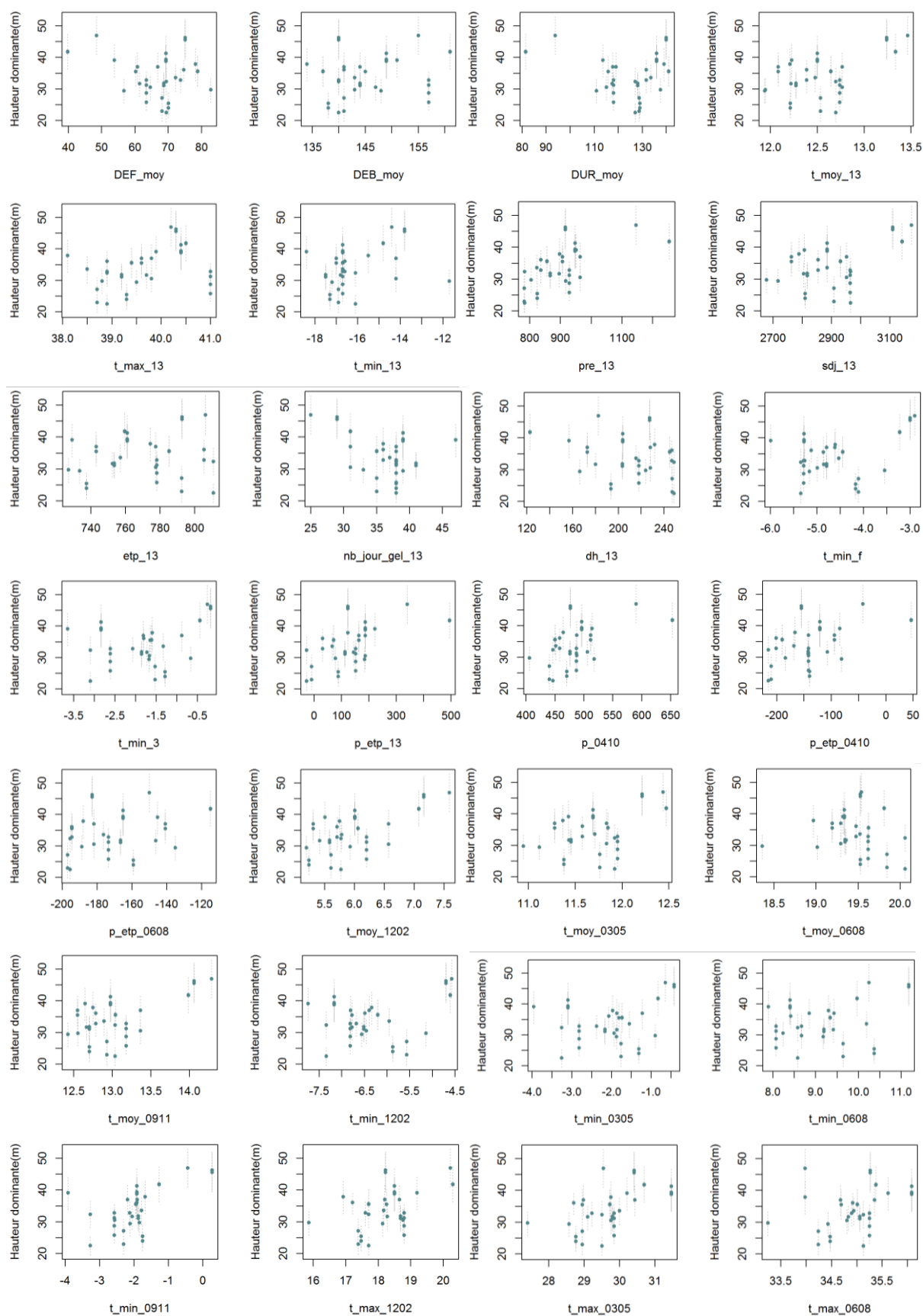


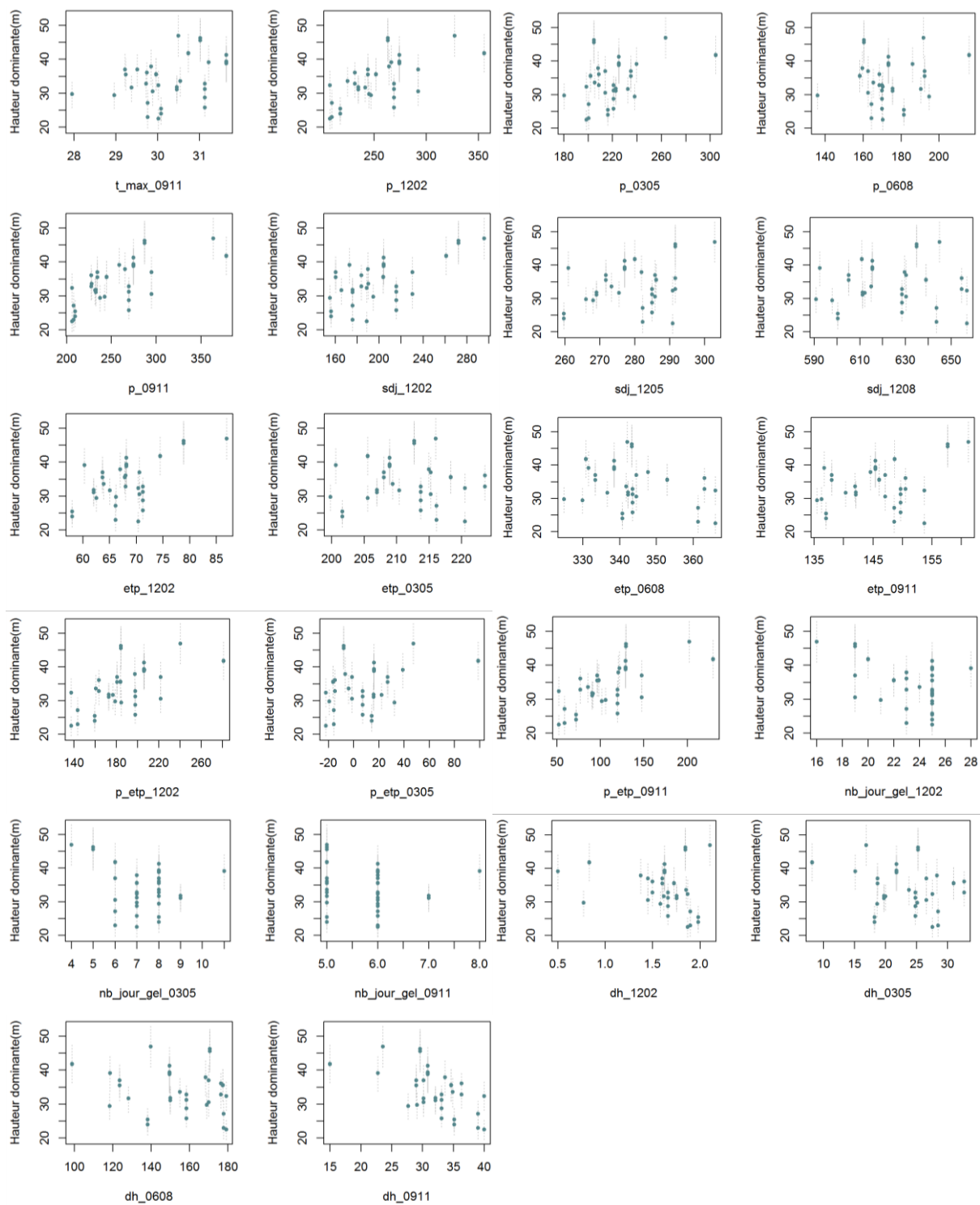
Relations sur le jeu des placeaux les plus poussants de *Cedrus atlantica*



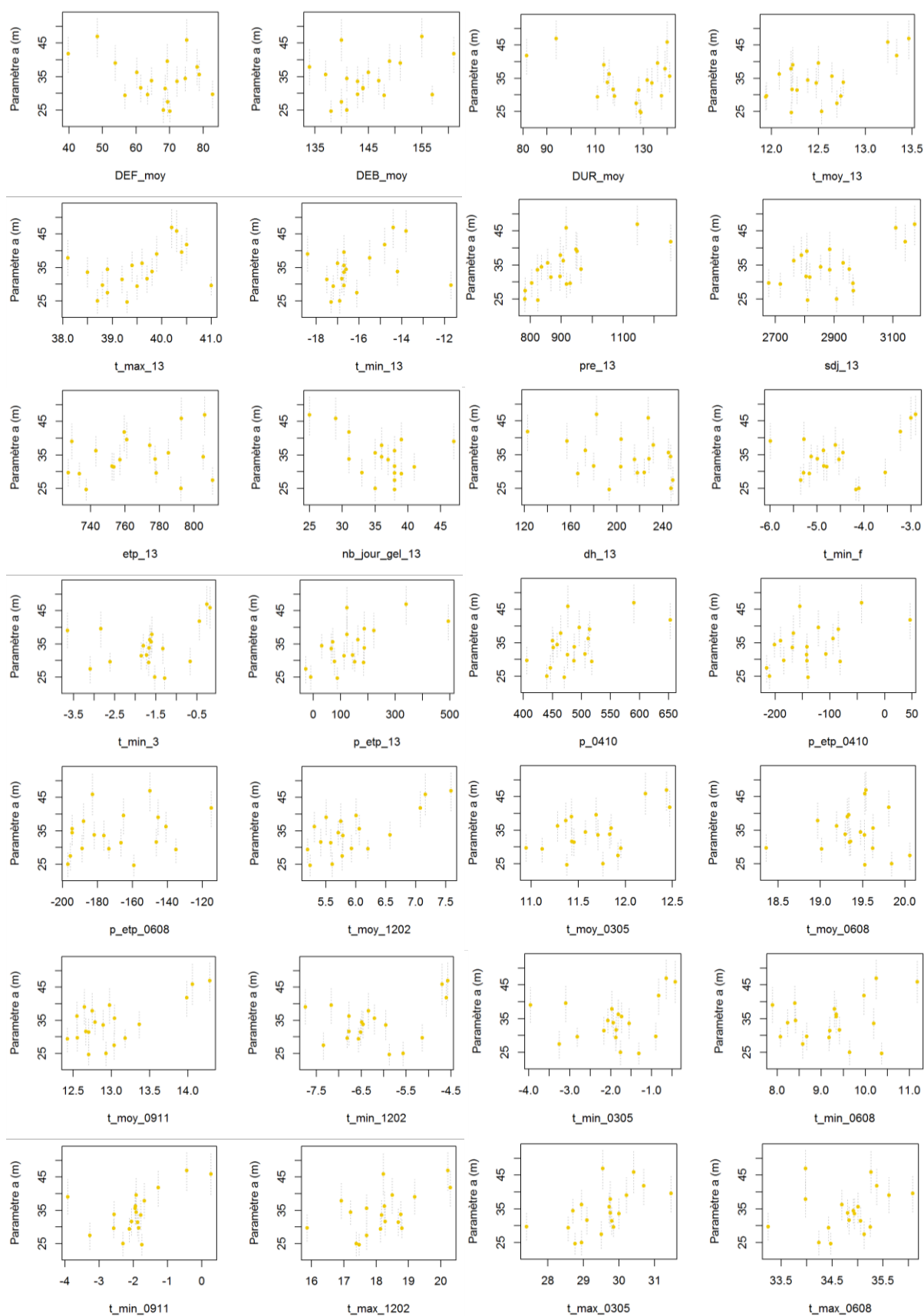


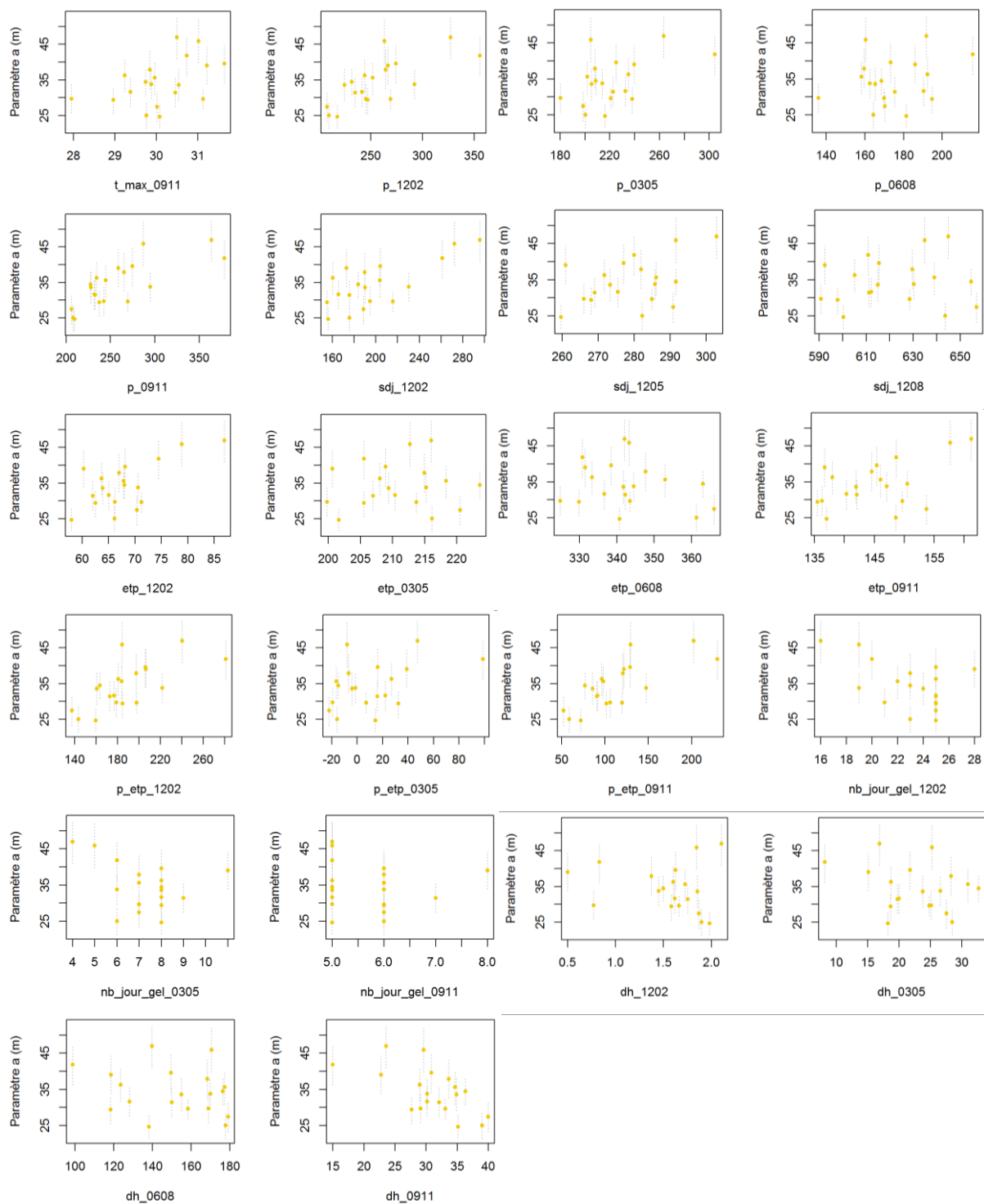
Relations sur le jeu complet de *Pinus taeda*



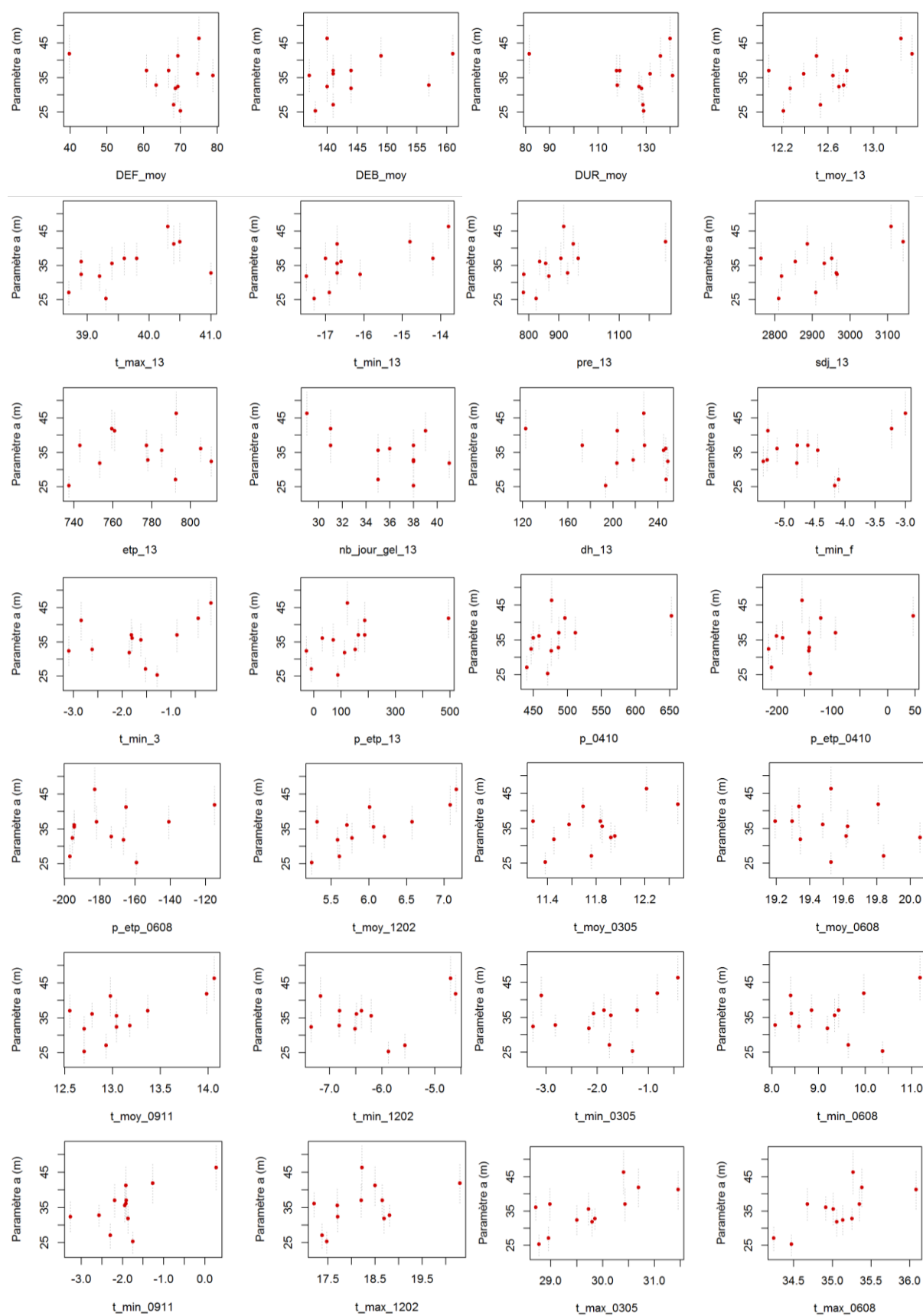


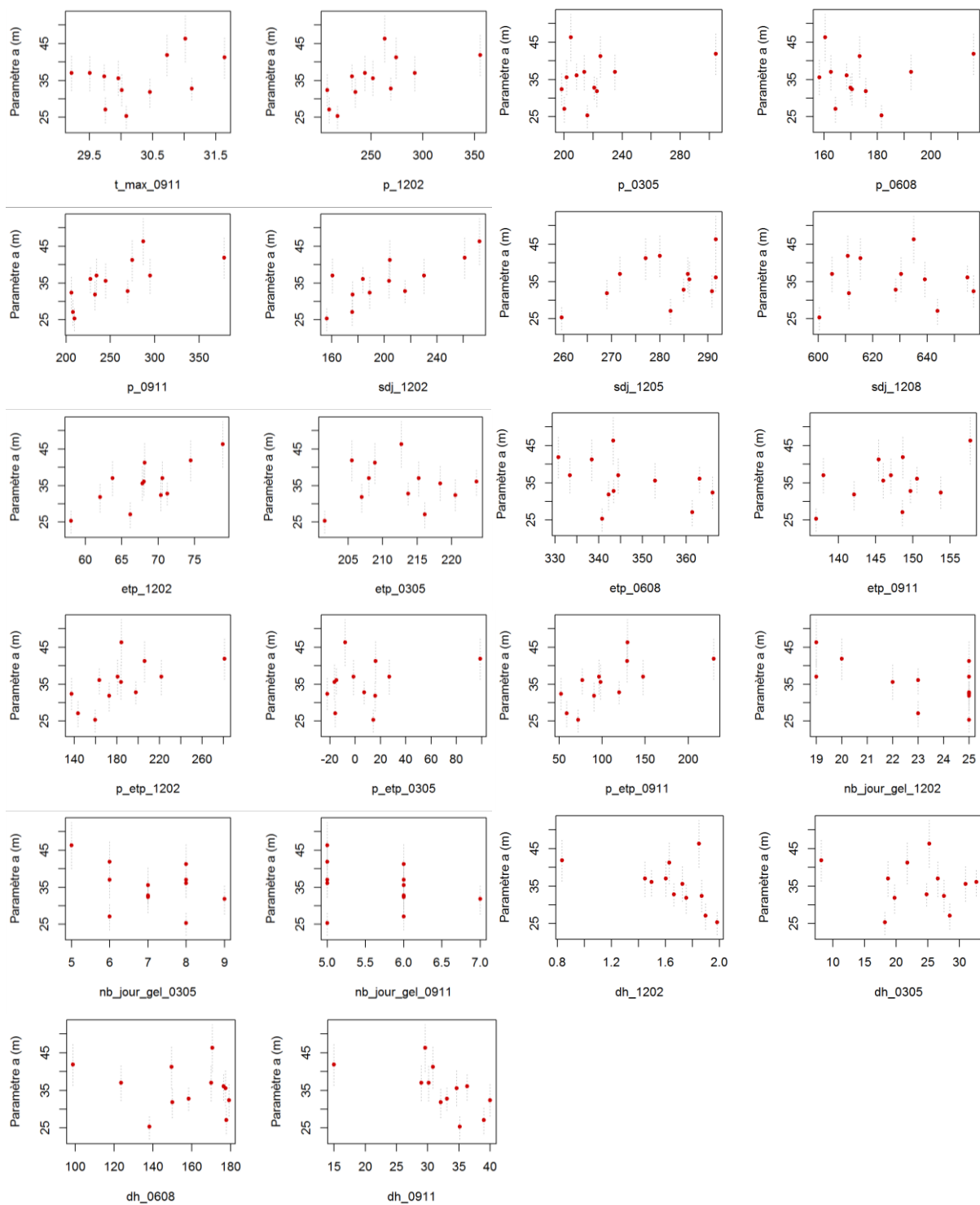
Relations sur le jeu moyenné de *Pinus taeda*



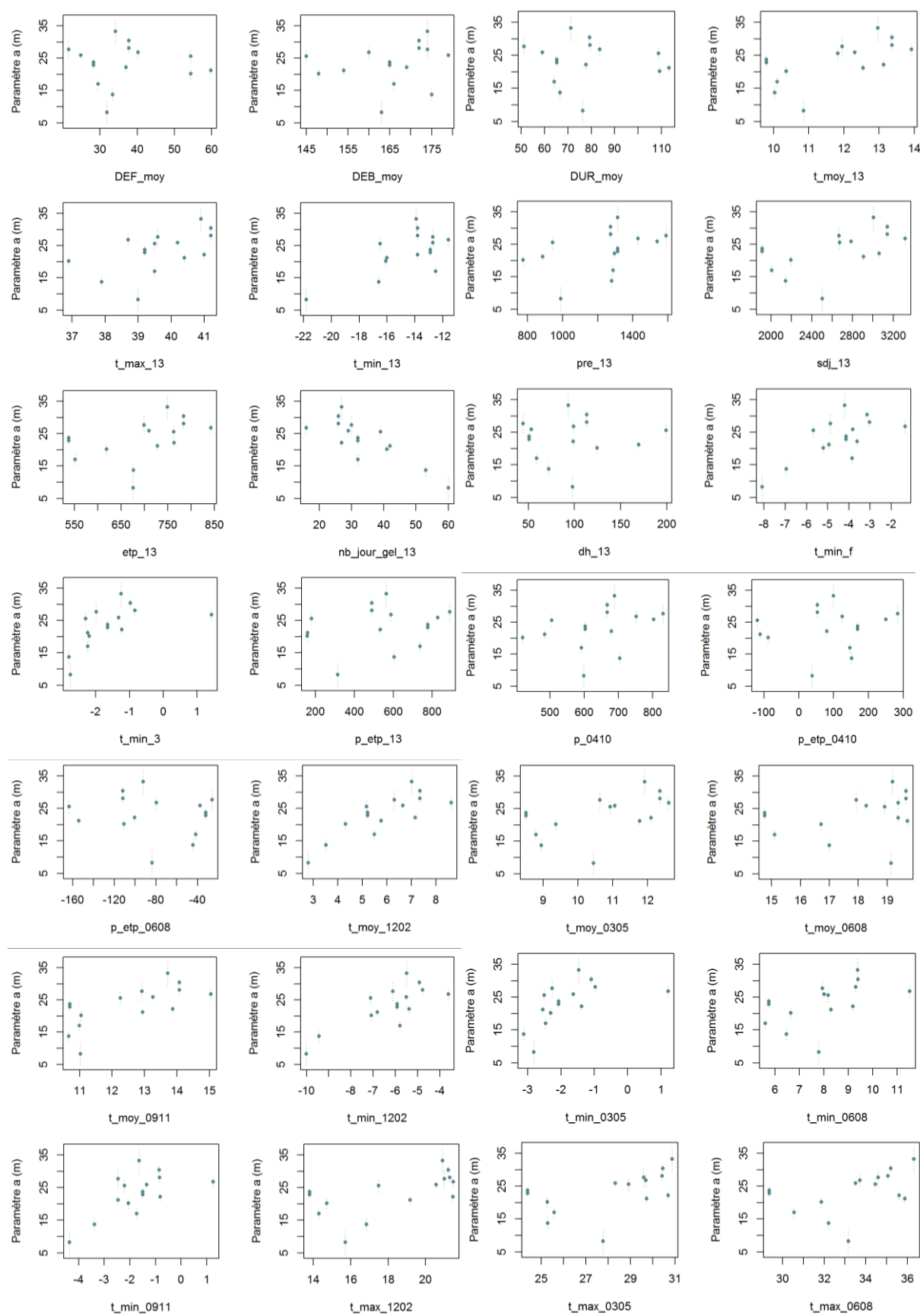


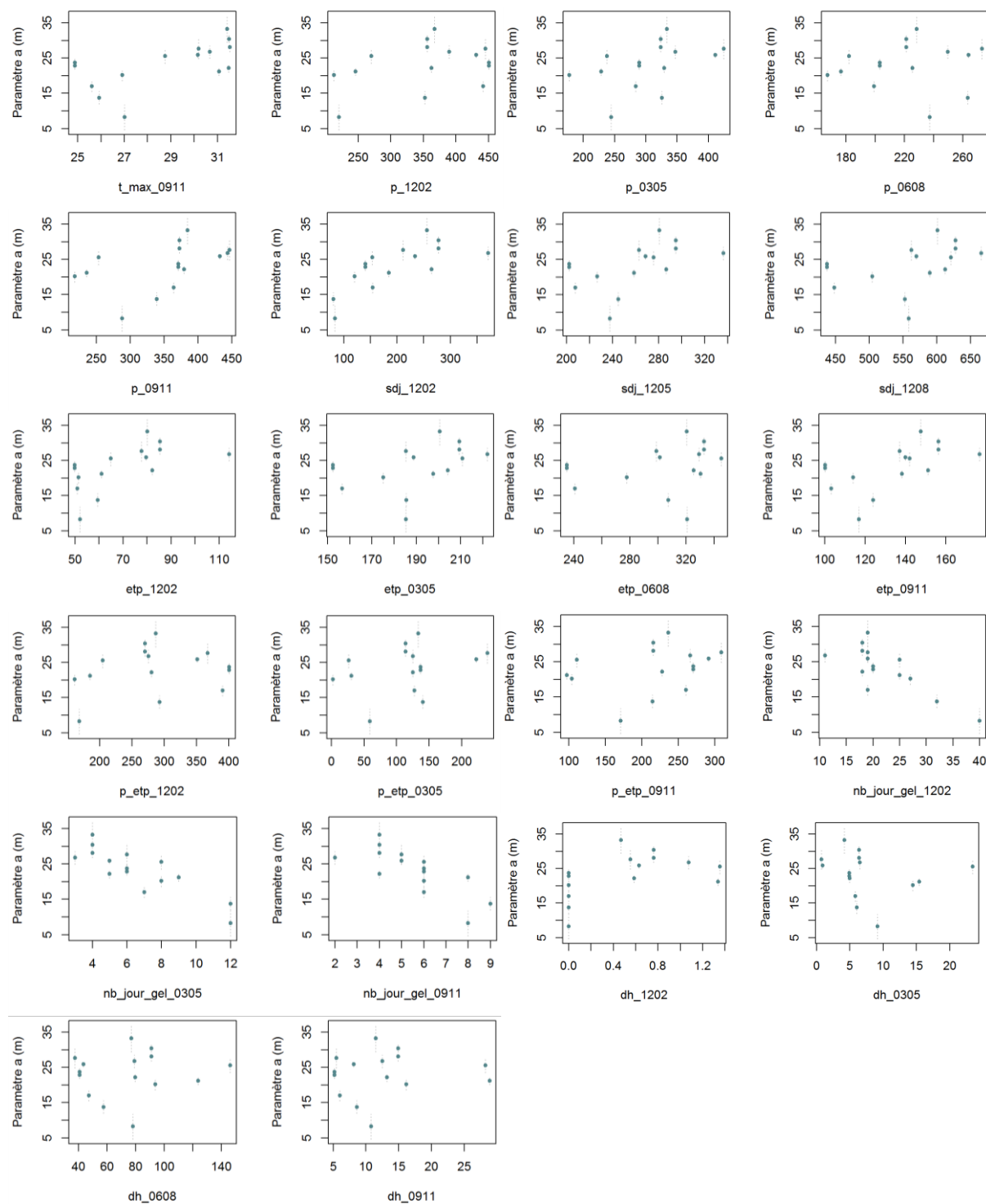
Relations sur le jeu des placeaux les plus poussants de *Pinus taeda*





Relations sur le jeu complet de *Cryptomeria japonica*





Annexe 7 : Corrélations deux à deux entre variables climatiques

Corrélations sur le jeu de placeaux complet de *Cedrus atlantica*

Variables climatiques	Corrélations significatives
DEF_moy	DUR_moy, dh_13
t_moy_13	sdj_13, t_moy_1202, t_moy_0305, t_moy_0608, t_moy_0911
pre_13	p_0410, p_1202
sdj_13	t_moy_13, t_moy_1202, t_moy_0305, t_moy_0608, t_moy_0911
etp_13	dh_13, p_etp_0608, sdj_1205, sdj_1208, etp_1202, etp_0305, etp_0608, etp_0911, dh_0608
nb_jour_gel_13	t_min_f, t_moy_1202, t_min_1202, nb_jour_gel_1202, nb_jour_gel_0305, nb_jour_gel_0911
dh_13	DEF_moy, etp_13, p_etp_0608, sdj_1205, sdj_1208, etp_0608, etp_0911, dh_0305, dh_0608, dh_0911
t_min_f	nb_jour_gel_13, t_min_3, t_min_1202, t_min_0305, t_min_0911
t_min_3	t_min_f, t_min_1202, t_min_0305, t_min_0911
p_etp_13	p_etp_0410, p_etp_0305
p_0410	pre_13, p_0305
p_etp_0608	etp_13, dh_13, sdj_1208, etp_0608, dh_0608
t_moy_1202	t_moy_13, sdj_13, nb_jour_gel_13, t_moy_0305, t_moy_0911, sdj_1202, nb_jour_gel_1202
t_moy_0305	t_moy_13, sdj_13, t_moy_1202, t_moy_0911
t_moy_0608	t_moy_13, sdj_13
t_moy_0911	t_moy_13, sdj_13, t_moy_1202, t_moy_0305
t_min_1202	nb_jour_gel_13, t_min_f, t_min_3, t_min_0305, t_min_0911
t_min_0305	t_min_f, t_min_3, t_min_1202, t_min_0911
t_min_0911	t_min_f, t_min_3, t_min_1202, t_min_0305
p_1202	pre_13, p_etp_1202
sdj_1205	etp_13, dh_13, sdj_1208, etp_1202, etp_0305, etp_0608, etp_0911
sdj_1208	etp_13, dh_13, p_etp_0608, sdj_1205, etp_1202, etp_0305, etp_0608, etp_0911, dh_0608
etp_1202	etp_13, sdj_1205, sdj_1208, etp_0911
etp_0305	etp_13, sdj_1205, sdj_1208, etp_0608, etp_0911
etp_0608	etp_13, dh_13, p_etp_0608, sdj_1205, sdj_1208, etp_0305, etp_0911, dh_0608
etp_0911	etp_13, dh_13, sdj_1205, sdj_1208, etp_1202, etp_0305, etp_0608
nb_jour_gel_1202	nb_jour_gel_13, t_moy_1202, nb_jour_gel_0305
nb_jour_gel_0305	nb_jour_gel_13, nb_jour_gel_1202
dh_0305	dh_13, dh_1202
dh_0608	etp_13, dh_13, p_etp_0608, sdj_1208, etp_0608

Corrélations sur le jeu des placeaux les plus poussants de *Cedrus atlantica*

Variables climatiques	Corrélations significatives
DEF_moy	dh_13, p_etp_0410, p_etp_0608, p_0608, dh_0608
DEB_moy	dh_13, dh_0608
t_moy_13	sdj_13, t_moy_0911
pre_13	p_0410, p_1202
sdj_13	t_moy_13, t_moy_0911
etp_13	dh_13, p_etp_0608, sdj_1205, sdj_1208, etp_1202, etp_0305, etp_0608, etp_0911, dh_0608
dh_13	DEF_moy, DEB_moy, etp_13, p_etp_0410, p_etp_0608, sdj_1208, etp_0608, dh_0305, dh_0608
p_etp_13	p_etp_0410, p_etp_1202, p_etp_0305
p_0410	pre_13, p_0305
p_etp_0410	DEF_moy, dh_13, p_etp_13, dh_0608
p_etp_0608	DEF_moy, etp_13, dh_13, sdj_1208, etp_1202, etp_0608, etp_0911, dh_0608
t_moy_0911	t_moy_13, sdj_13
p_1202	pre_13, p_etp_1202
sdj_1205	etp_13, sdj_1208, etp_1202, etp_0305, etp_0608, etp_0911
sdj_1208	etp_13, dh_13, p_etp_0608, sdj_1205, etp_1202, etp_0305, etp_0608, etp_0911, dh_0608
etp_1202	etp_13, p_etp_0608, sdj_1205, sdj_1208, etp_0305, etp_0608, etp_0911, dh_1202, dh_0608
etp_0305	etp_13, sdj_1205, sdj_1208, etp_1202, etp_0608, etp_0911
etp_0608	etp_13, dh_13, p_etp_0608, sdj_1205, sdj_1208, etp_1202, etp_0305, etp_0911, dh_1202, dh_0608
etp_0911	etp_13, p_etp_0608, sdj_1205, sdj_1208, etp_1202, etp_0305, etp_0608
p_etp_1202	p_etp_13, p_1202
dh_1202	etp_1202, etp_0608
dh_0305	dh_13, dh_0608
dh_0608	DEF_moy, DEB_moy, etp_13, dh_13, p_etp_0410, p_etp_0608, sdj_1208, etp_1202, etp_0608, dh_0305

Corrélations sur le jeu de placeaux complet de *Pinus taeda*

Variables climatiques	Correlations significatives
DEF_moy	DUR_moy, p_0410, p_0305
t_moy_13	sdj_13, t_moy_1202, t_moy_0305, t_moy_0911, sdj_1202
pre_13	p_etp_13, p_0410, p_etp_0410, p_1202, p_0305, p_0911, p_etp_1202, p_etp_0911, dh_0911
sdj_13	t_moy_13, t_moy_0305, t_moy_0911
etp_13	sdj_1205, sdj_1208, etp_0305
nb_jour_gel_13	nb_jour_gel_1202, nb_jour_gel_0305
dh_13	p_etp_0410, p_etp_0608, p_etp_0305, dh_0305, dh_0608
t_min_f	t_min_3, t_min_1202, t_min_0305
t_min_3	t_min_f, t_min_1202, t_min_0305
p_etp_13	pre_13, p_0410, p_etp_0410, p_1202, p_0305, p_0911, p_etp_1202, p_etp_0305, p_etp_0911, dh_0911
p_0410	DEF_moy, pre_13, p_etp_13, p_etp_0410, p_0305, p_etp_0305
p_etp_0410	pre_13, dh_13, p_etp_13, p_0410, p_etp_0608, p_0305, p_etp_0305, dh_0305, dh_0608, dh_0911
p_etp_0608	dh_13, p_etp_0410, p_etp_0305, dh_0305, dh_0608
t_moy_1202	t_moy_13, t_moy_0911, sdj_1202, etp_1202
t_moy_0305	t_moy_13, sdj_13, t_moy_0911
t_moy_0911	t_moy_13, sdj_13, t_moy_1202, t_moy_0305, sdj_1202
t_min_1202	t_min_f, t_min_3, t_min_0305
t_min_0305	t_min_f, t_min_3, t_min_1202
p_1202	pre_13, p_etp_13, p_0911, p_etp_1202, p_etp_0911
p_0305	DEF_moy, pre_13, p_etp_13, p_0410, p_etp_0410, p_0608, p_etp_0305
p_0911	pre_13, p_etp_13, p_1202, p_etp_1202, p_etp_0911
sdj_1202	t_moy_13, t_moy_1202, t_moy_0911, etp_1202
sdj_1205	etp_13, etp_0911
sdj_1208	etp_13, etp_0305
etp_1202	t_moy_1202, sdj_1202
etp_0305	etp_13, sdj_1208
p_etp_1202	pre_13, p_etp_13, p_1202, p_0911, p_etp_0911
p_etp_0305	dh_13, p_etp_13, p_0410, p_etp_0410, p_etp_0608, p_0305, dh_0305, dh_0608
p_etp_0911	pre_13, p_etp_13, p_1202, p_0911, p_etp_1202
dh_0305	dh_13, p_etp_0410, p_etp_0608, p_etp_0305, dh_0608
dh_0608	dh_13, p_etp_0410, p_etp_0608, p_etp_0305, dh_0305
dh_0911	pre_13, p_etp_13, p_etp_0410

Corrélations sur le jeu des placeaux les plus poussants de *Pinus taeda*

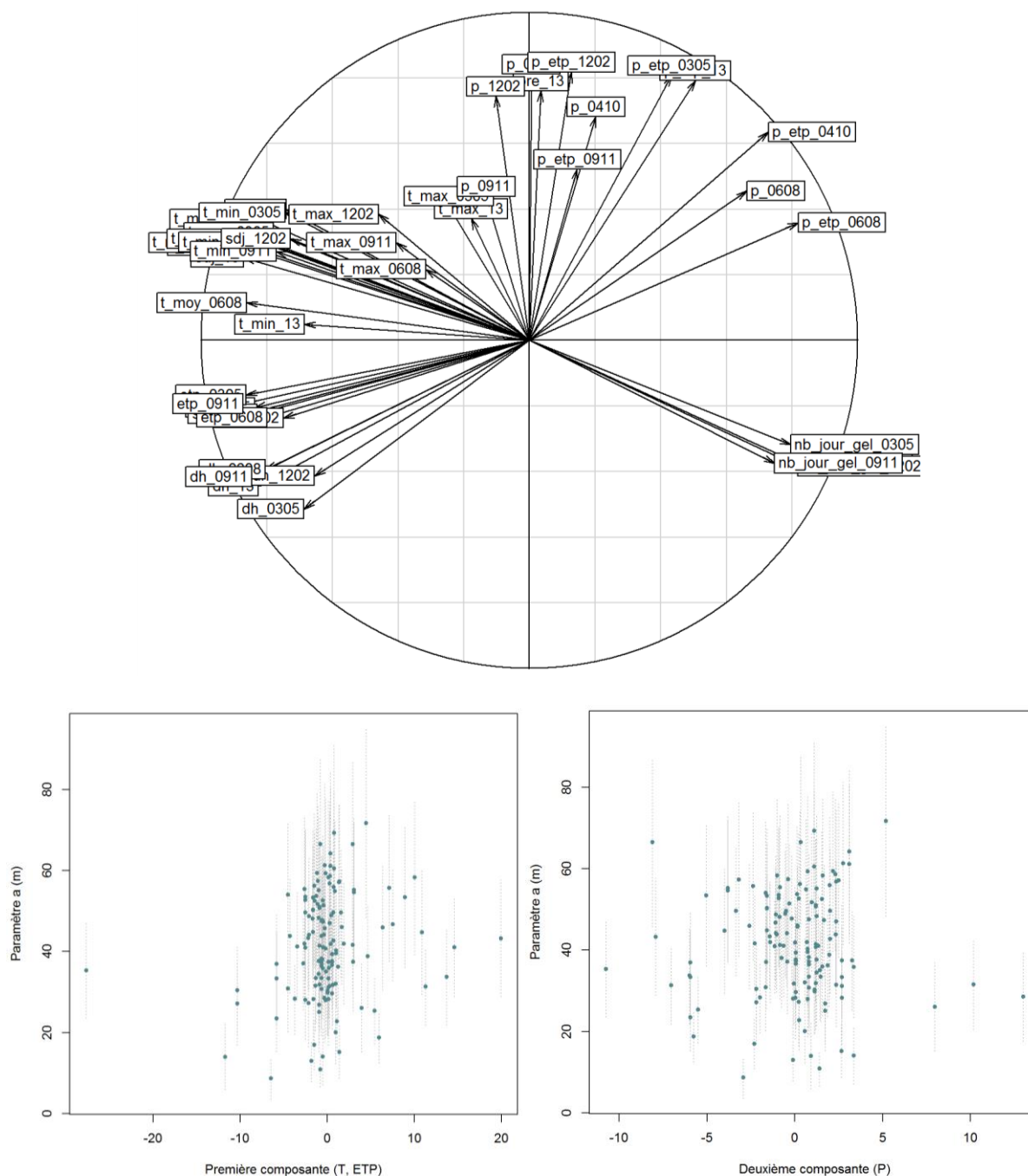
Variables_climatiques	Correlations_significatives
DEF_moy	DUR_moy, p_0410, p_0305, p_etp_0305
t_moy_13	sdj_13, t_moy_1202, t_moy_0305, t_moy_0911, sdj_1202, etp_1202
pre_13	p_etp_13, p_0410, p_etp_0410, t_max_1202, p_1202, p_0305, p_0911, p_etp_1202, p_etp_0911, dh_1202, dh_0911
sdj_13	t_moy_13, t_moy_1202, t_moy_0305, t_moy_0911, sdj_1202
etp_13	sdj_1205, sdj_1208, etp_0305
nb_jour_gel_13	t_min_13, nb_jour_gel_1202
dh_13	p_0410, p_etp_0410, p_etp_0608, p_0305, p_0608, p_etp_0305, dh_0305, dh_0608
t_min_f	t_min_3, t_min_1202, t_min_0305, t_min_0608
t_min_3	t_min_f, t_min_0305
p_etp_13	pre_13, p_0410, p_etp_0410, t_max_1202, p_1202, p_0305, p_0911, p_etp_1202, p_etp_0305, p_etp_0911, dh_0911
p_0410	DEF_moy, pre_13, dh_13, p_etp_13, p_etp_0410, p_0305, p_etp_0305, dh_0911
p_etp_0410	pre_13, dh_13, p_etp_13, p_0410, p_etp_0608, p_0305, p_etp_0305, dh_0305, dh_0608, dh_0911
p_etp_0608	dh_13, p_etp_0410, p_0305, p_0608, p_etp_0305, dh_0305, dh_0608
t_moy_1202	t_moy_13, sdj_13, t_moy_0911, sdj_1202, etp_1202
t_moy_0305	t_moy_13, sdj_13, t_moy_0911
t_moy_0911	t_moy_13, sdj_13, t_moy_1202, t_moy_0305, sdj_1202
t_min_0305	t_min_f, t_min_3
t_max_1202	pre_13, p_etp_13, p_etp_0911
p_1202	pre_13, p_etp_13, p_0911, p_etp_1202, p_etp_0911, dh_0911
p_0305	DEF_moy, pre_13, dh_13, p_etp_13, p_0410, p_etp_0410, p_etp_0608, p_0608, p_etp_0305, dh_0608, dh_0911
p_0608	dh_13, p_etp_0608, p_0305, p_etp_0305, dh_0608
p_0911	pre_13, p_etp_13, p_1202, p_etp_1202, p_etp_0911, dh_0911
sdj_1202	t_moy_13, sdj_13, t_moy_1202, t_moy_0911, etp_1202
sdj_1208	etp_13, etp_0305, etp_0608
etp_1202	t_moy_13, t_moy_1202, sdj_1202
etp_0305	etp_13, sdj_1208
p_etp_1202	pre_13, p_etp_13, p_1202, p_0911, p_etp_0911, dh_0911
p_etp_0305	DEF_moy, dh_13, p_etp_13, p_0410, p_etp_0410, p_etp_0608, p_0305, p_0608, dh_0305, dh_0608, dh_0911
p_etp_0911	pre_13, p_etp_13, t_max_1202, p_1202, p_0911, p_etp_1202, dh_0911
dh_0305	dh_13, p_etp_0410, p_etp_0608, p_etp_0305, dh_0608
dh_0608	dh_13, p_etp_0410, p_etp_0608, p_0305, p_0608, p_etp_0305, dh_0305
dh_0911	pre_13, p_etp_13, p_0410, p_etp_0410, p_1202, p_0305, p_0911, p_etp_1202, p_etp_0305, p_etp_0911

Corrélations sur le jeu de placeaux complet de *Cryptomeria japonica*

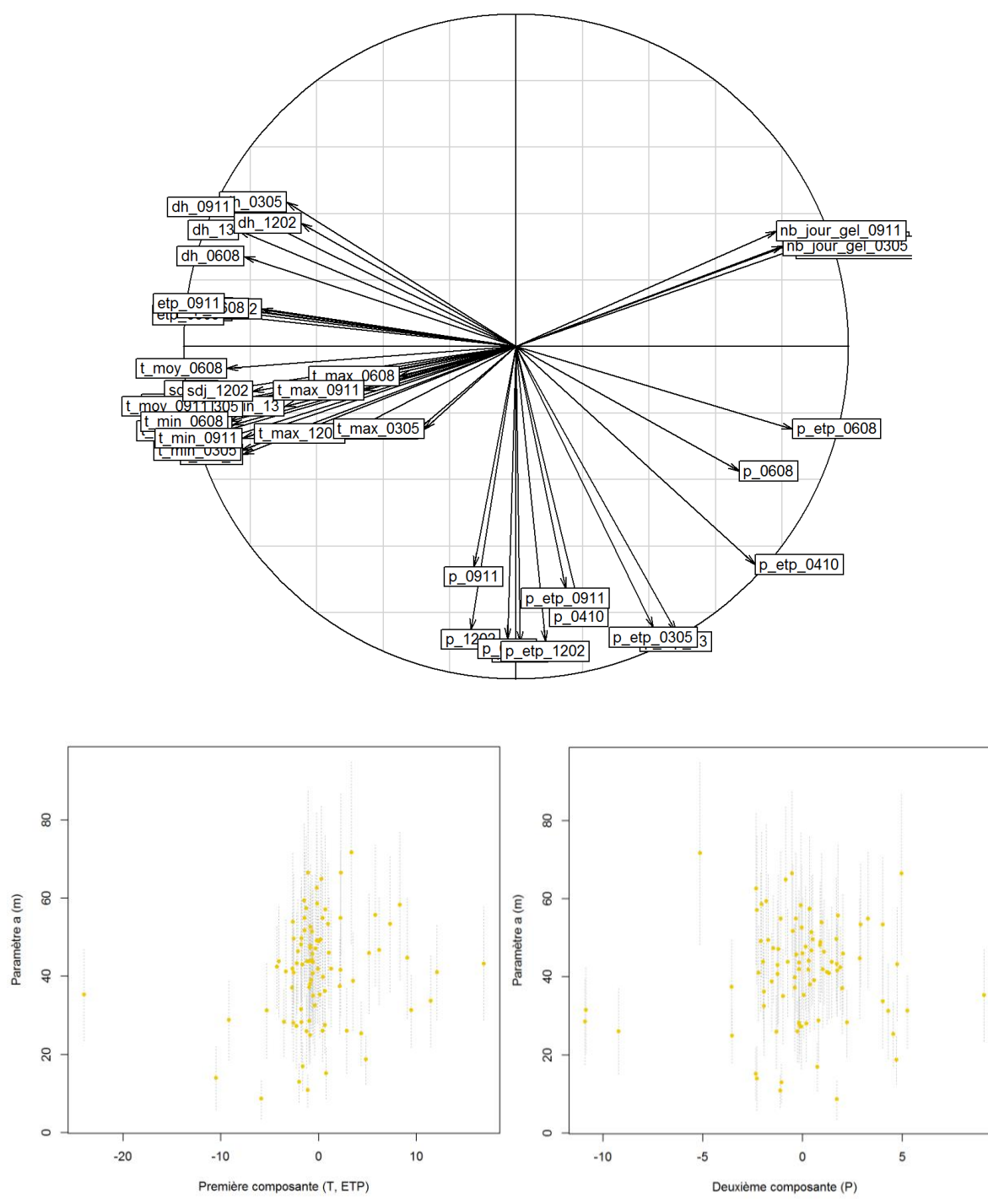
Variables climatiques	Correlations significatives
DEF_moy	DUR_moy, dh_13, p_etp_13, p_etp_0410, p_etp_0911, dh_0608, dh_0911
DUR_moy	DEF_moy, dh_13, p_etp_13, p_etp_0410, p_etp_0305, p_etp_0911, dh_0608, dh_0911
t_moy_13	sdj_13, etp_13, t_moy_0305, t_moy_0911, t_min_0608, t_max_1202, t_max_0305, t_max_0911, sdj_1205, sdj_1208, etp_0911
pre_13	p_etp_13, p_0410, p_etp_0410, p_0305, p_0911, p_etp_0305, p_etp_0911
sdj_13	t_moy_13, etp_13, t_moy_0305, t_moy_0608, t_moy_0911, t_min_0608, t_max_1202, t_max_0305, t_max_0911, sdj_1205, sdj_1208, etp_0305, etp_0911
etp_13	t_moy_13, sdj_13, t_moy_0305, t_moy_0608, t_min_0608, sdj_1205, sdj_1208, etp_0305, etp_0608, etp_0911
nb_jour_gel_13	t_min_f, t_moy_1202, t_min_1202, t_min_0911, nb_jour_gel_1202, nb_jour_gel_0305, nb_jour_gel_0911
dh_13	DEF_moy, DUR_moy, p_etp_13, p_etp_0410, p_etp_0608, dh_0305, dh_0608, dh_0911
t_min_f	nb_jour_gel_13, t_moy_1202, t_min_1202, t_min_0911, nb_jour_gel_1202, nb_jour_gel_0305
t_min_3	t_min_0305, t_min_0911
p_etp_13	DEF_moy, DUR_moy, pre_13, dh_13, p_etp_0410, p_1202, p_etp_1202, p_etp_0305, p_etp_0911, dh_0608
p_0410	pre_13, p_0305, p_0608, p_0911, p_etp_0305
p_etp_0410	DEF_moy, DUR_moy, pre_13, dh_13, p_etp_13, p_etp_0608, p_etp_0305, p_etp_0911, dh_0305, dh_0608
p_etp_0608	dh_13, p_etp_0410, dh_0608, dh_0911
t_moy_1202	nb_jour_gel_13, t_min_f, t_min_1202, sdj_1202, nb_jour_gel_1202, nb_jour_gel_0305
t_moy_0305	t_moy_13, sdj_13, etp_13, t_moy_0608, t_moy_0911, t_min_0608, t_max_1202, t_max_0305, t_max_0911, sdj_1205, sdj_1208, etp_0305, etp_0911
t_moy_0608	sdj_13, etp_13, t_moy_0305, t_max_0305, t_max_0608, sdj_1208, etp_0305, etp_0608
t_moy_0911	t_moy_13, sdj_13, t_moy_0305, t_min_0608, t_max_1202, t_max_0911, sdj_1202, sdj_1205, etp_1202, etp_0911
t_min_1202	nb_jour_gel_13, t_min_f, t_moy_1202, t_min_0911, nb_jour_gel_1202, nb_jour_gel_0305
t_min_0305	t_min_3, t_min_0911, sdj_1202
t_min_0608	t_moy_13, sdj_13, etp_13, t_moy_0305, t_moy_0911, sdj_1205, sdj_1208, etp_1202, etp_0305, etp_0911
t_min_0911	nb_jour_gel_13, t_min_f, t_min_3, t_min_1202, t_min_0305, nb_jour_gel_1202
t_max_1202	t_moy_13, sdj_13, t_moy_0305, t_moy_0911, t_max_0305, t_max_0911, sdj_1205, etp_0911
t_max_0305	t_moy_13, sdj_13, t_moy_0305, t_moy_0608, t_max_1202, t_max_0608, t_max_0911
t_max_0608	t_moy_0608, t_max_0305, t_max_0911
t_max_0911	t_moy_13, sdj_13, t_moy_0305, t_moy_0911, t_max_1202, t_max_0305, t_max_0608
p_1202	p_etp_13, p_etp_1202, p_etp_0911
p_0305	pre_13, p_0410, p_0911, p_etp_0305
p_0911	pre_13, p_0410, p_0305, p_etp_0305, p_etp_0911
sdj_1202	t_moy_1202, t_moy_0911, t_min_0305, etp_1202, nb_jour_gel_0911
sdj_1205	t_moy_13, sdj_13, etp_13, t_moy_0305, t_moy_0911, t_min_0608, t_max_1202, sdj_1208, etp_1202, etp_0305, etp_0911
sdj_1208	t_moy_13, sdj_13, etp_13, t_moy_0305, t_moy_0608, t_min_0608, sdj_1205, etp_0305, etp_0608, etp_0911
etp_1202	t_moy_0911, t_min_0608, sdj_1202, sdj_1205, etp_0911
etp_0305	sdj_13, etp_13, t_moy_0305, t_moy_0608, t_min_0608, sdj_1205, sdj_1208, etp_0608, etp_0911
etp_0608	etp_13, t_moy_0608, sdj_1208, etp_0305
etp_0911	t_moy_13, sdj_13, etp_13, t_moy_0305, t_moy_0911, t_min_0608, t_max_1202, sdj_1205, sdj_1208, etp_1202, etp_0305
p_etp_1202	p_etp_13, p_1202
p_etp_0305	DUR_moy, pre_13, p_etp_13, p_0410, p_etp_0410, p_0305, p_0911, p_etp_0911
p_etp_0911	DEF_moy, DUR_moy, pre_13, p_etp_13, p_etp_0410, p_1202, p_0911, p_etp_0305
nb_jour_gel_1202	t_min_13, nb_jour_gel_13, t_min_f, t_moy_1202, t_min_1202, t_min_0911, nb_jour_gel_0305
nb_jour_gel_0305	nb_jour_gel_13, t_min_f, t_moy_1202, t_min_1202, nb_jour_gel_1202, nb_jour_gel_0911
nb_jour_gel_0911	nb_jour_gel_13, sdj_1202, nb_jour_gel_0305
dh_0305	dh_13, p_etp_0410
dh_0608	DEF_moy, DUR_moy, dh_13, p_etp_13, p_etp_0410, p_etp_0608, dh_0911
dh_0911	DEF_moy, DUR_moy, dh_13, p_etp_0608, dh_0608

Annexe 8 : Relations graphiques entre le paramètre *a* et les composantes d'ACP

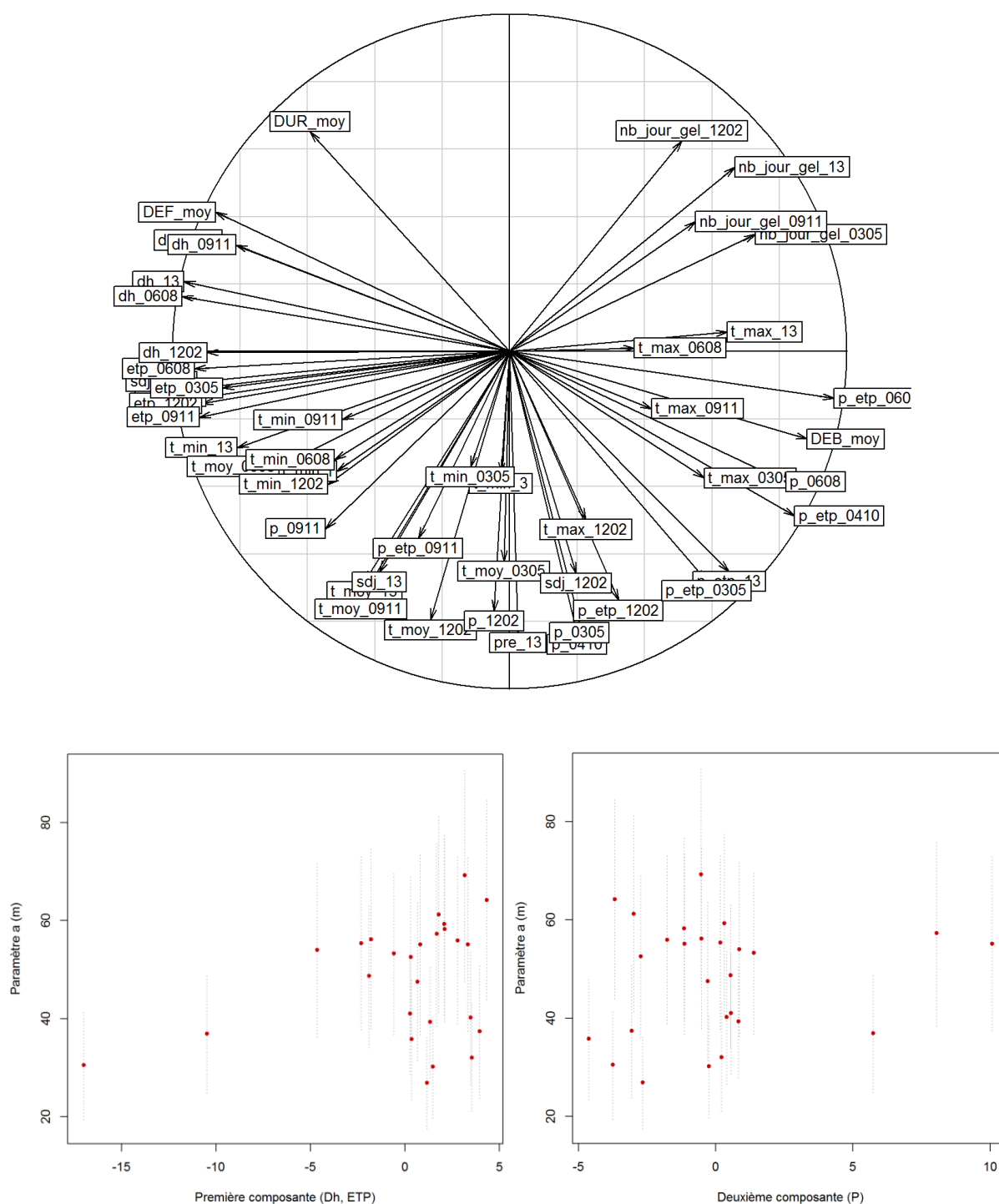
Relations sur le jeu complet de *Cedrus atlantica*



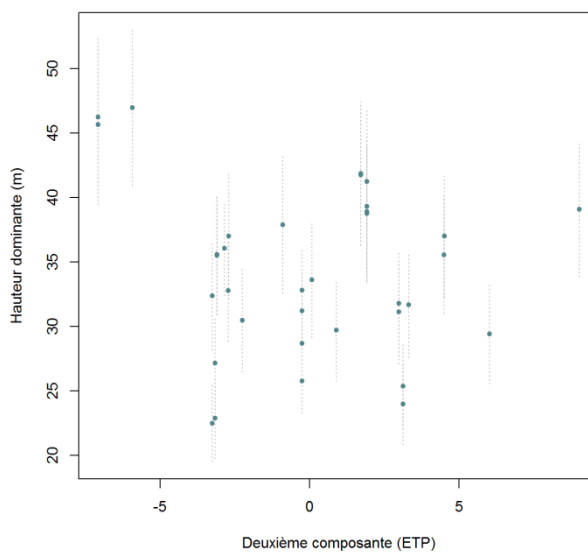
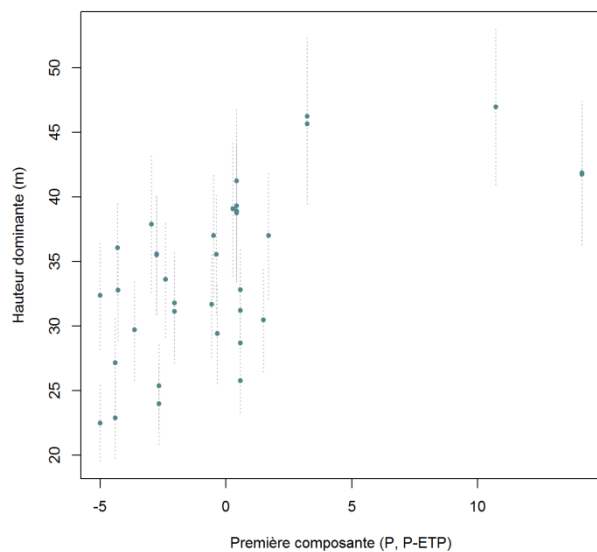
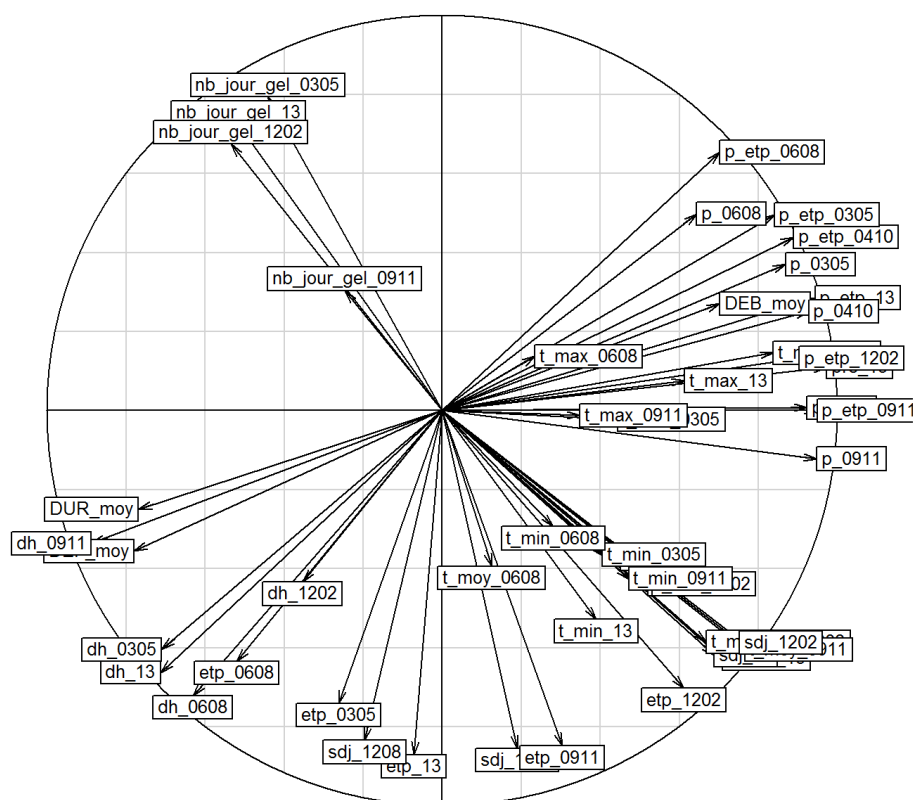
Relations sur le jeu moyenné de *Cedrus atlantica*



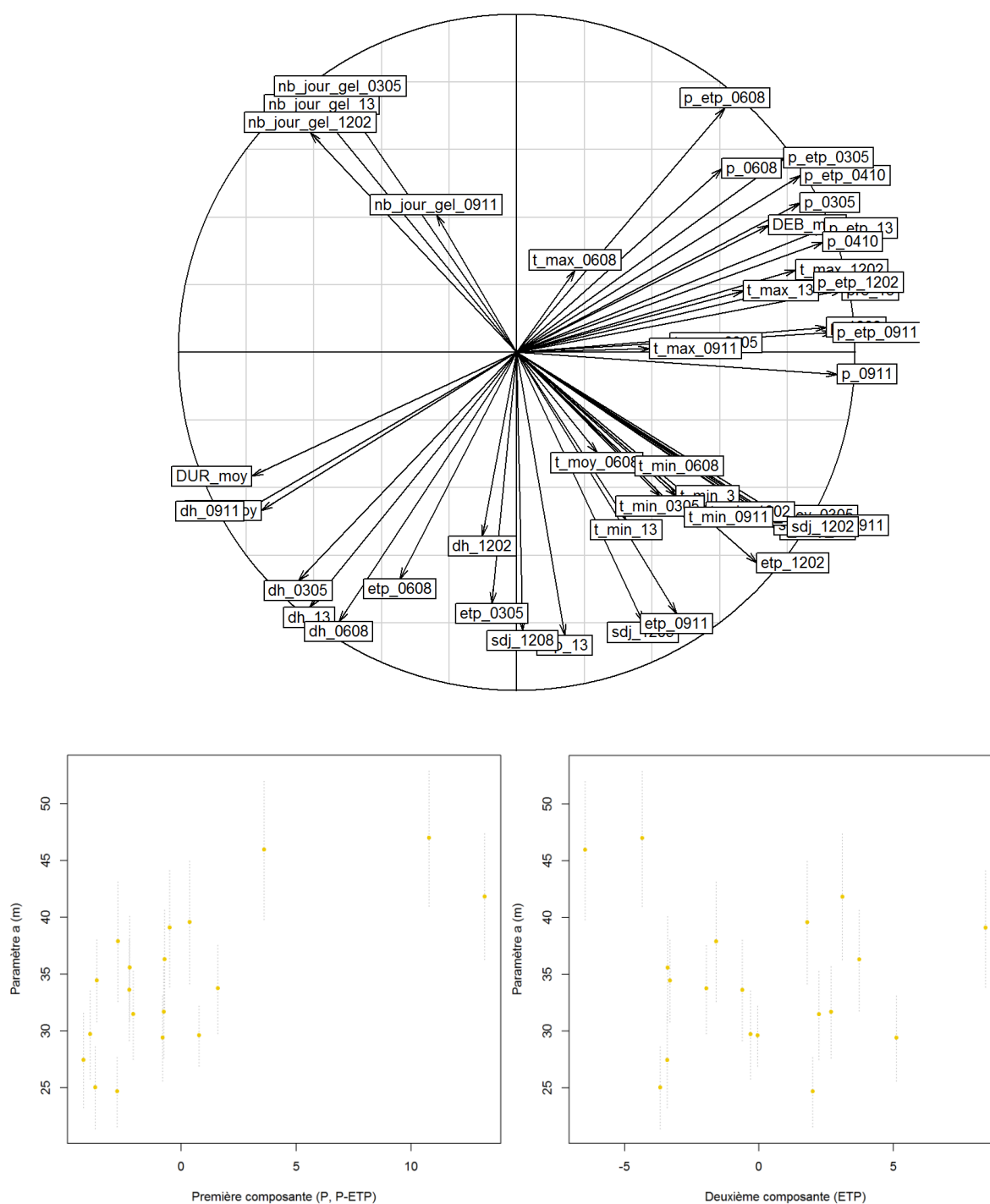
Relations sur le jeu des placeaux les plus poussants de *Cedrus atlantica*



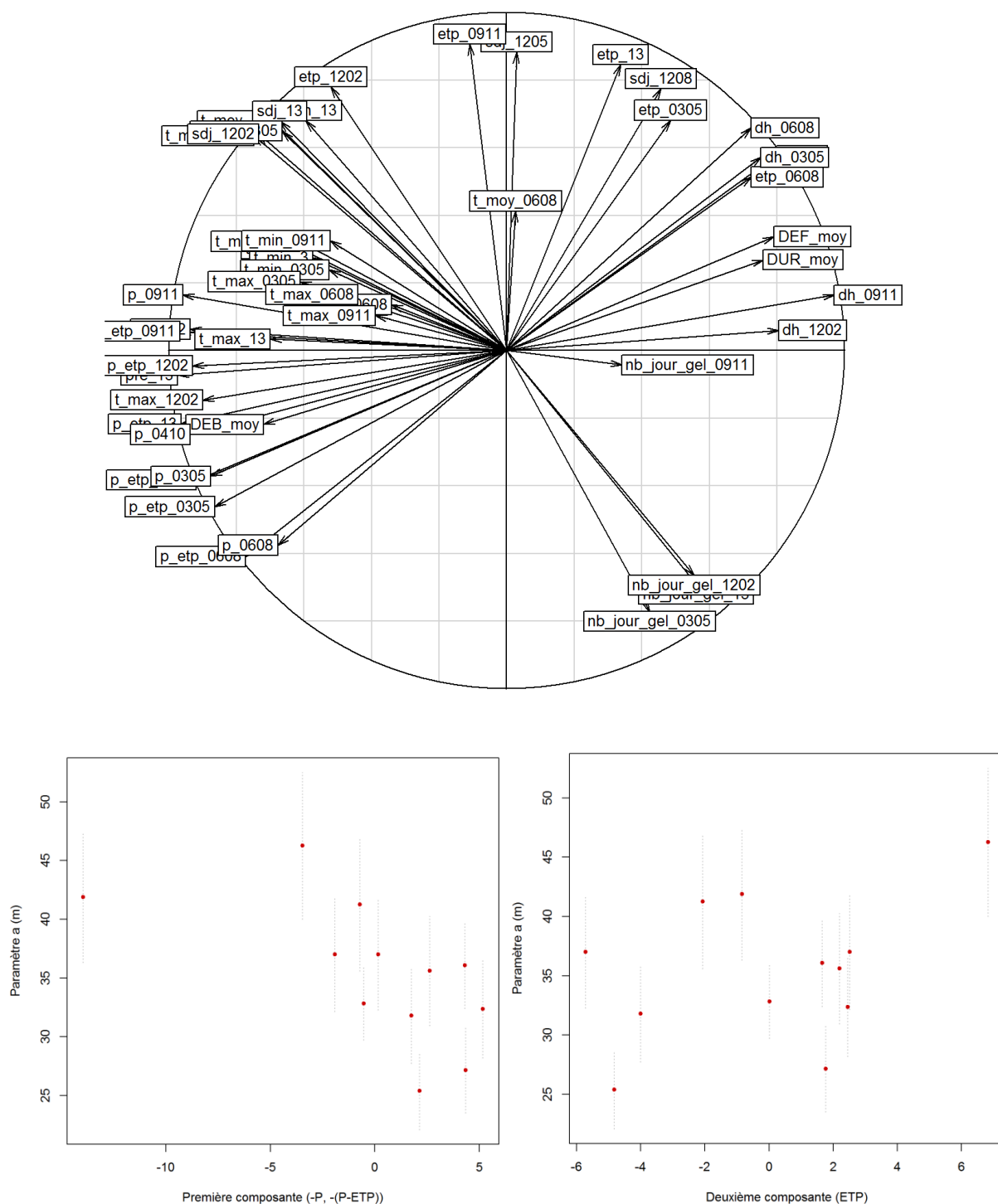
Relations sur le jeu complet de *Pinus taeda*



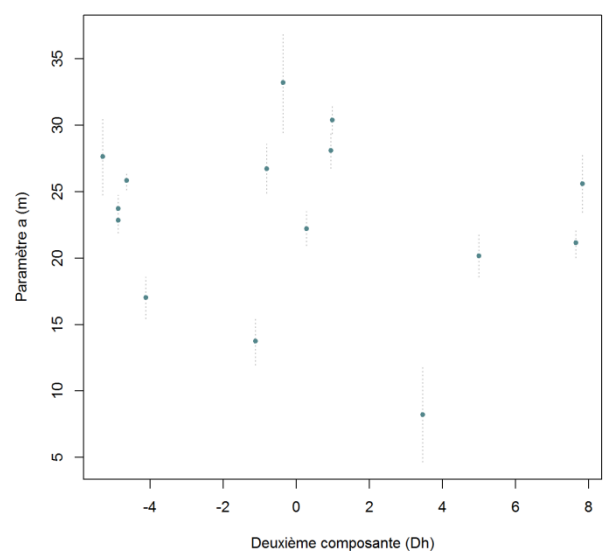
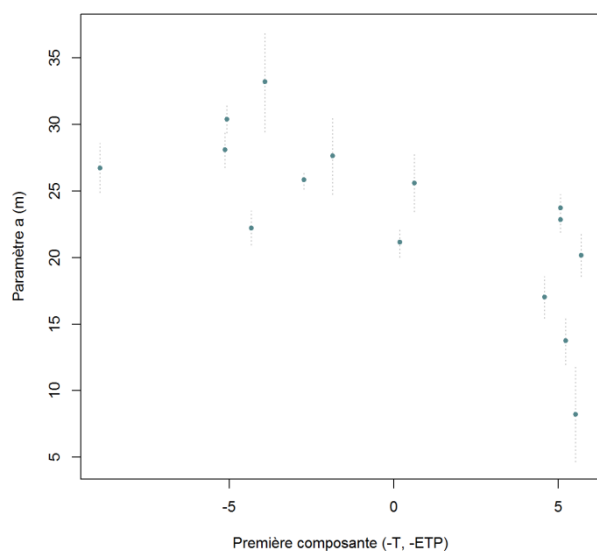
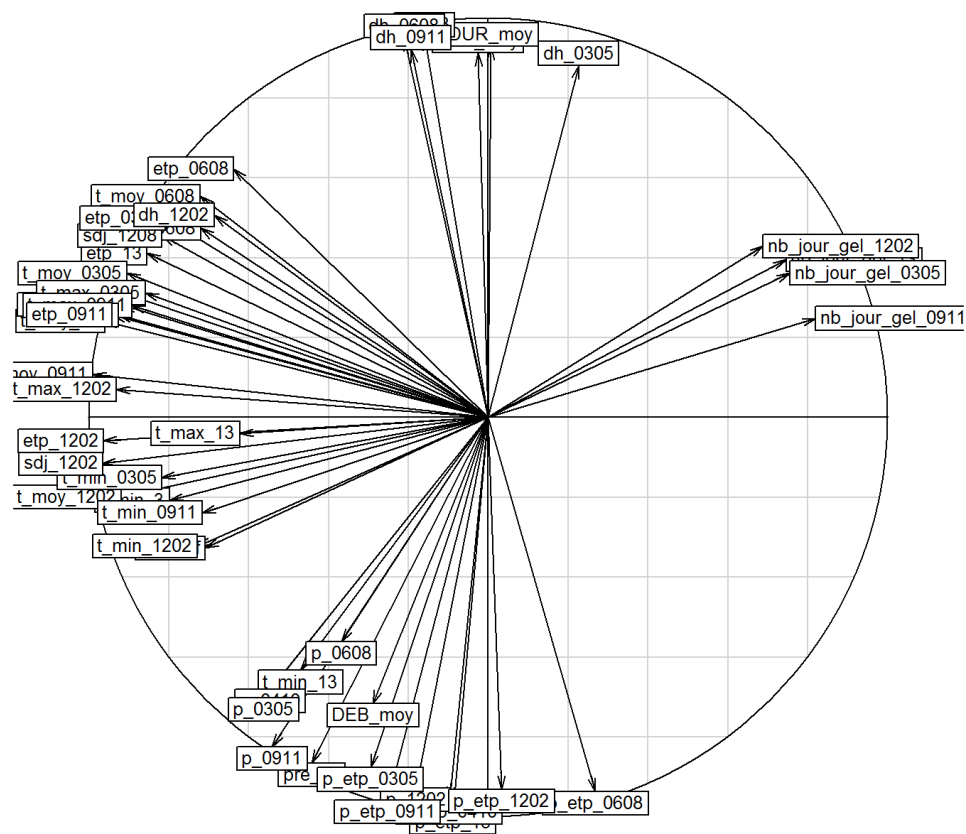
Relations sur le jeu moyenné de *Pinus taeda*



Relations sur le jeu des placeaux les plus poussants de *Pinus taeda*

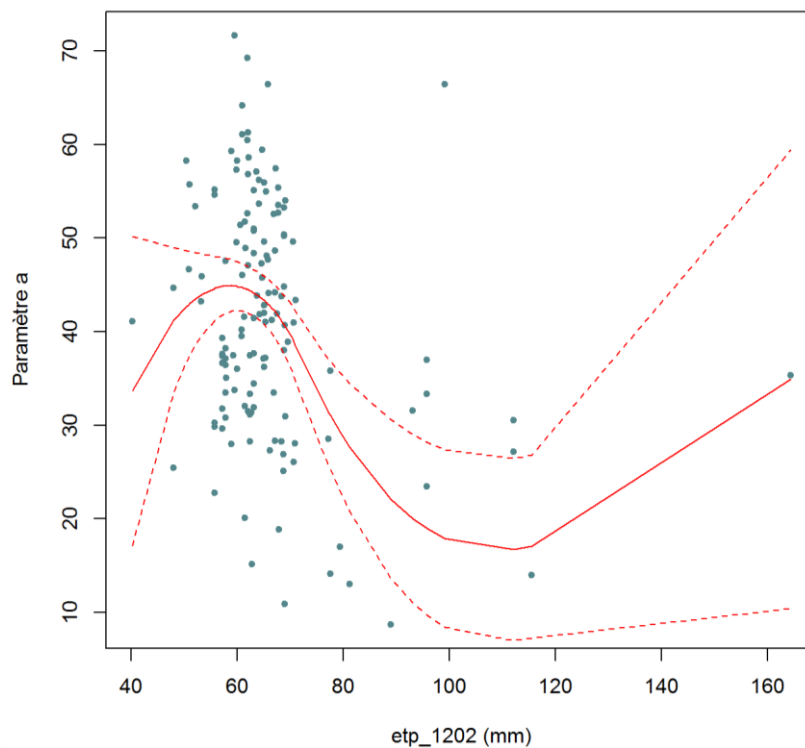


Relations sur le jeu complet de *Cryptomeria japonica*

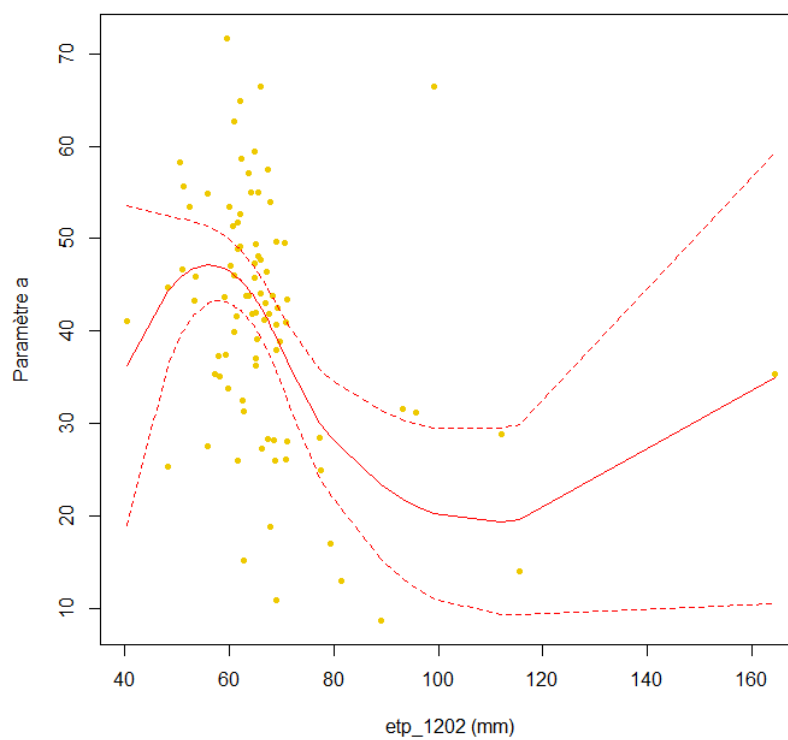


Annexe 9 : Régressions locales sur variables sélectionnées par Random Forest

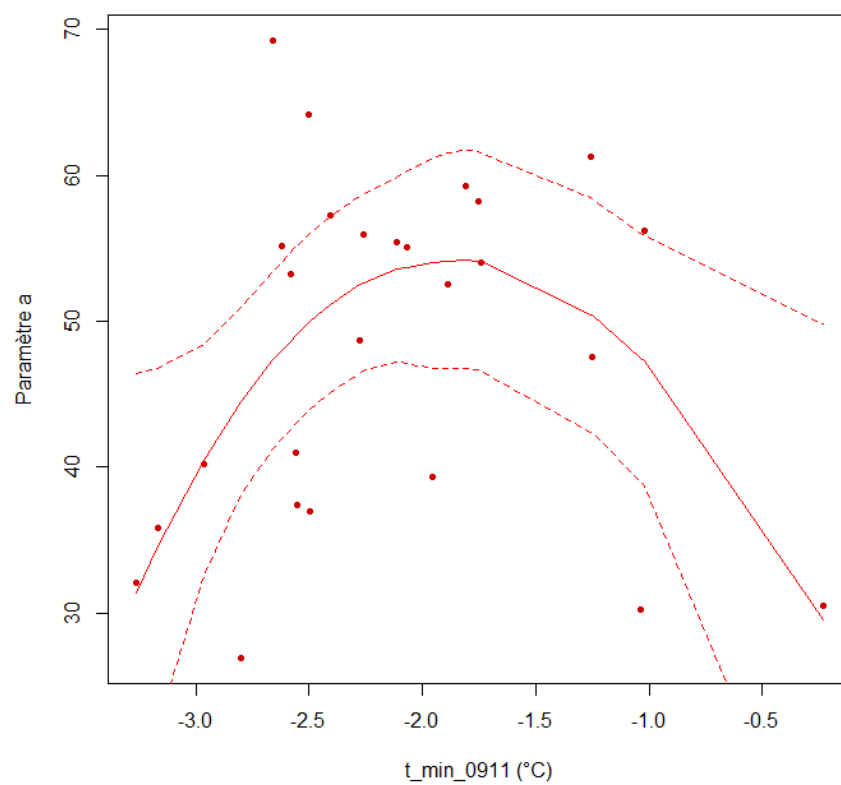
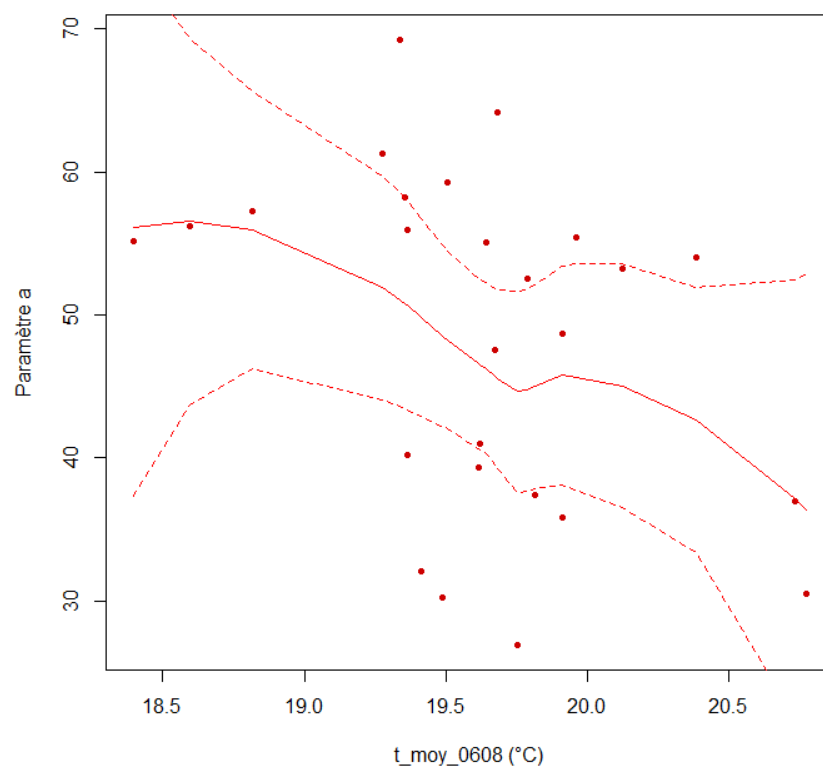
Régressions à partir du jeu complet de *Cedrus atlantica*



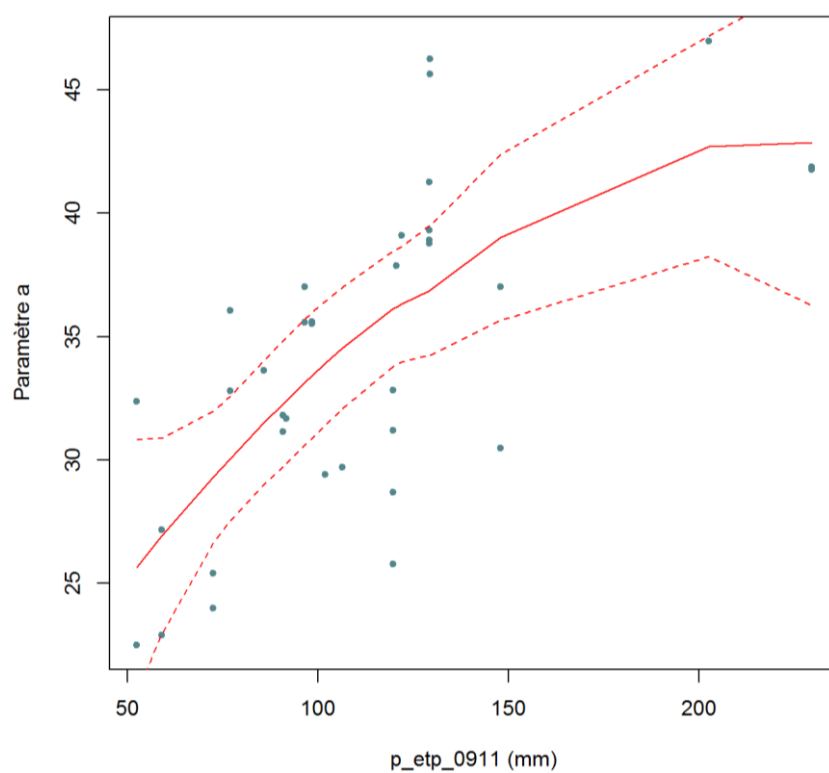
Régressions à partir du jeu moyenné de *Cedrus atlantica*



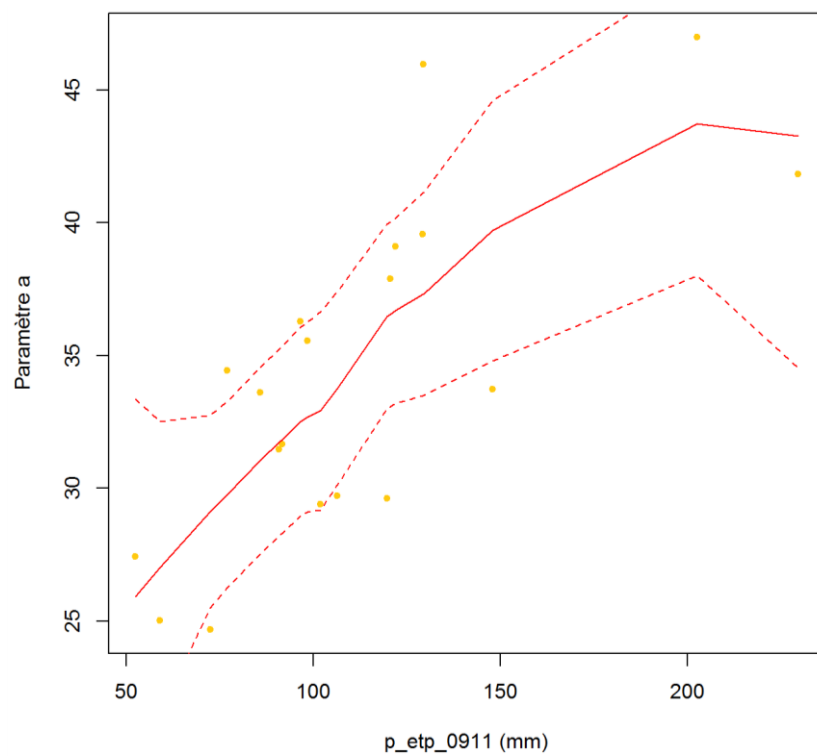
Régressions à partir du jeu des placeaux les plus poussants de *Cedrus atlantica*

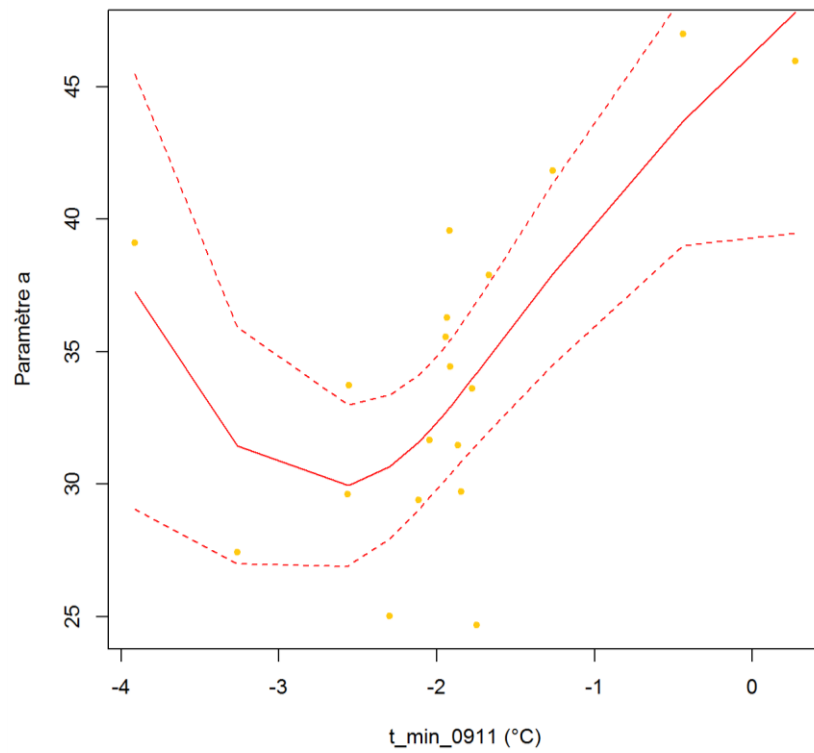


Régressions à partir du jeu complet de *Pinus taeda*

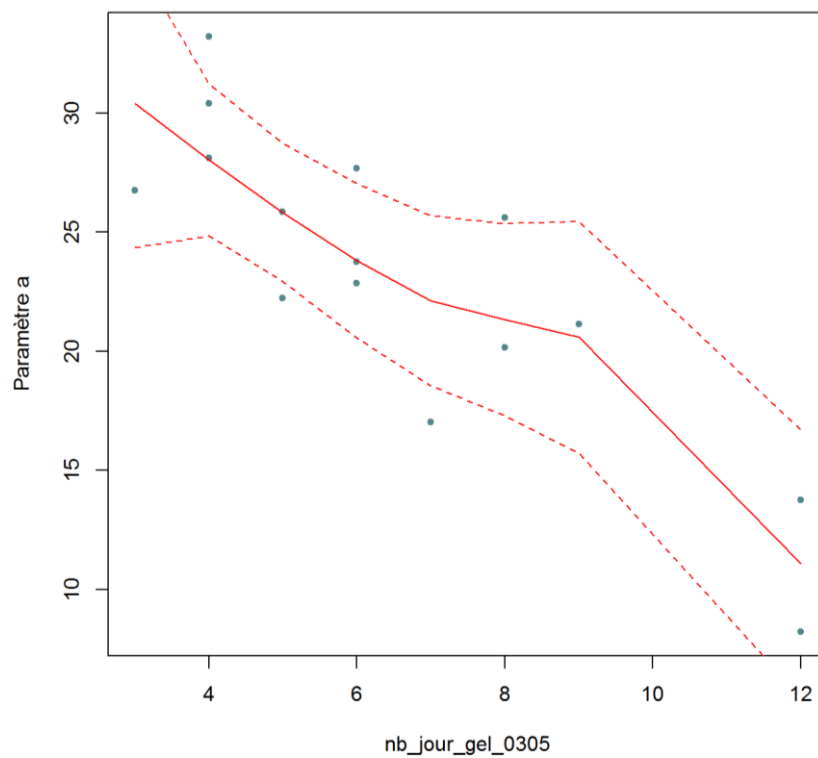


Régressions à partir du jeu moyenné de *Pinus taeda*



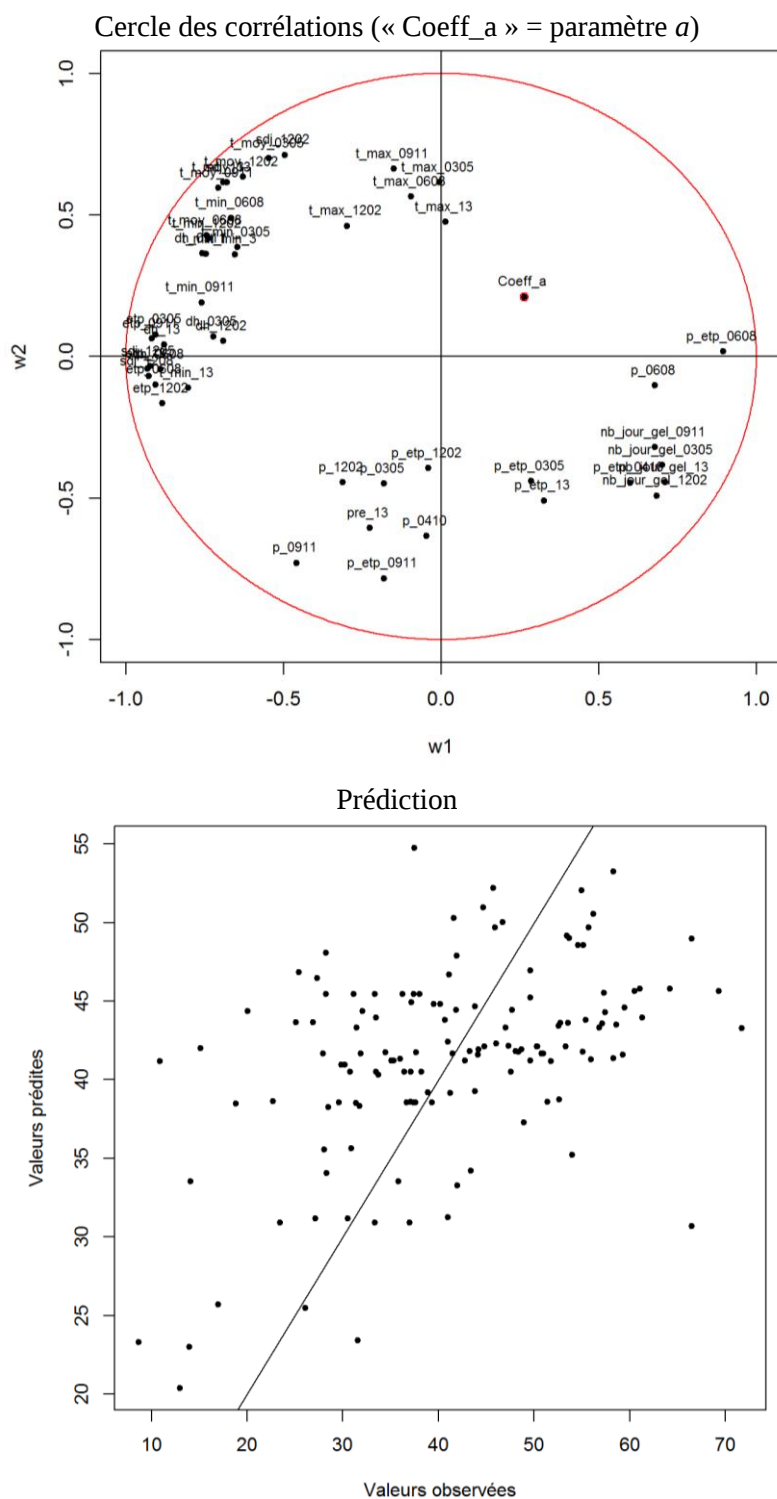


Régressions à partir du jeu complet de *Cryptomeria japonica*



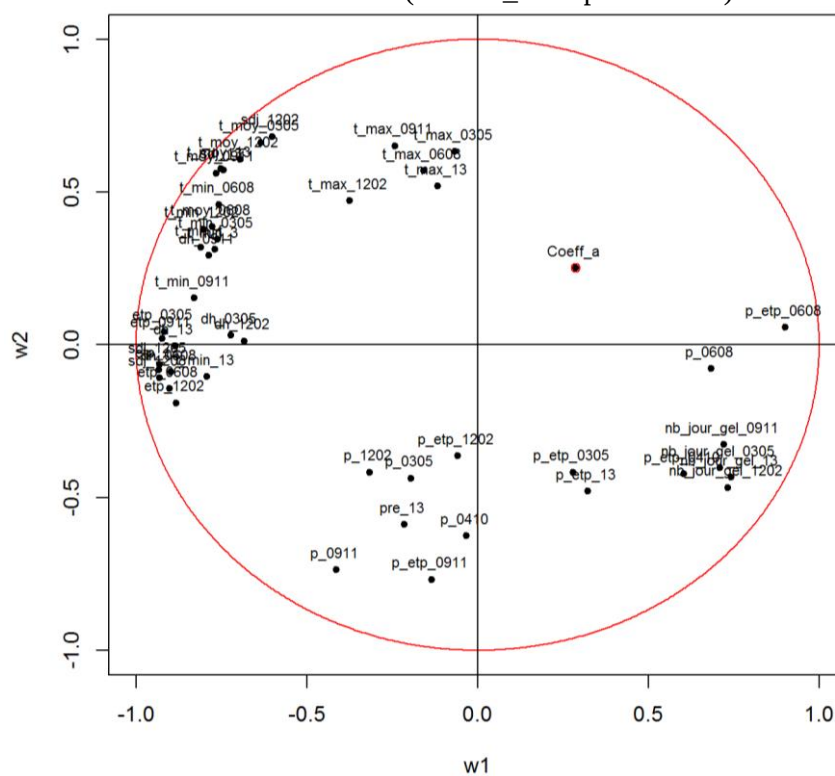
Annexe 10 : Régressions PLS sur variables sélectionnées par Random Forest

Régression à partir du jeu complet de *Cedrus atlantica*

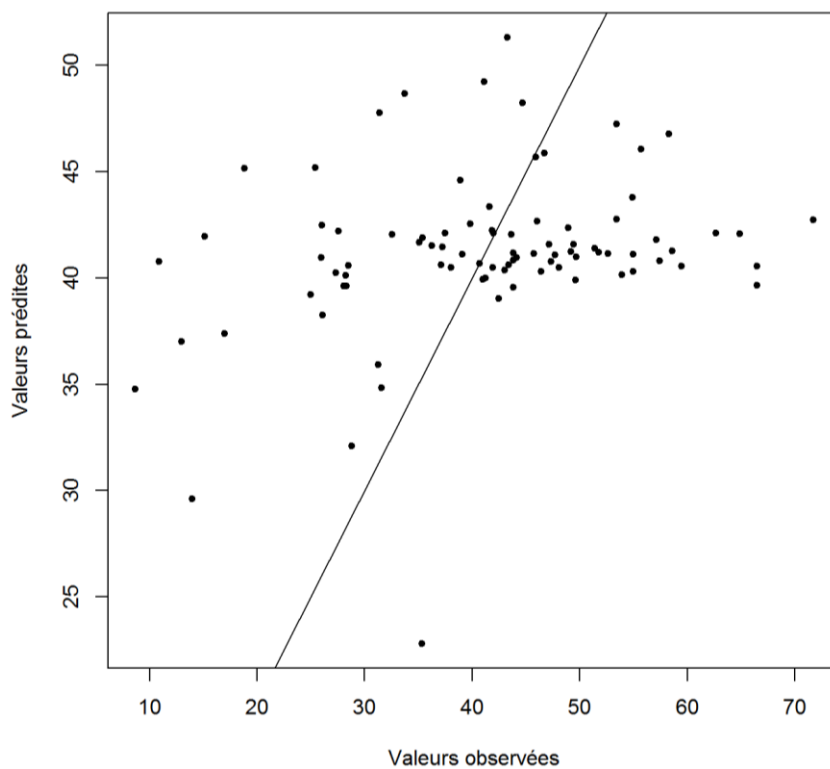


Régression à partir du jeu moyenné de *Cedrus atlantica*

Cercle des corrélations (« Coeff_a » = paramètre a)



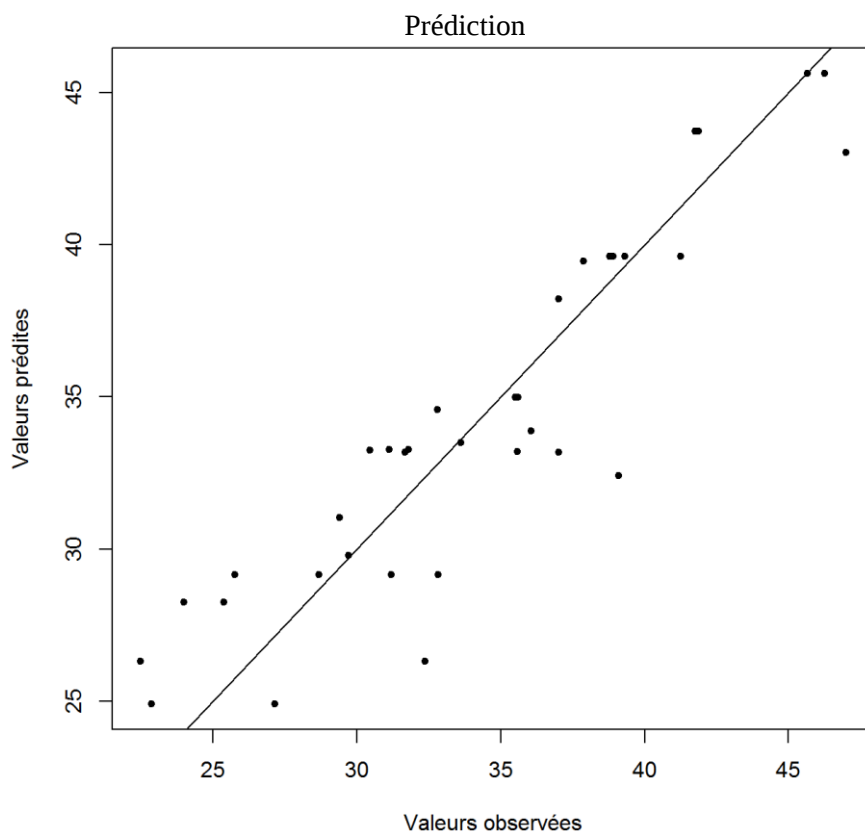
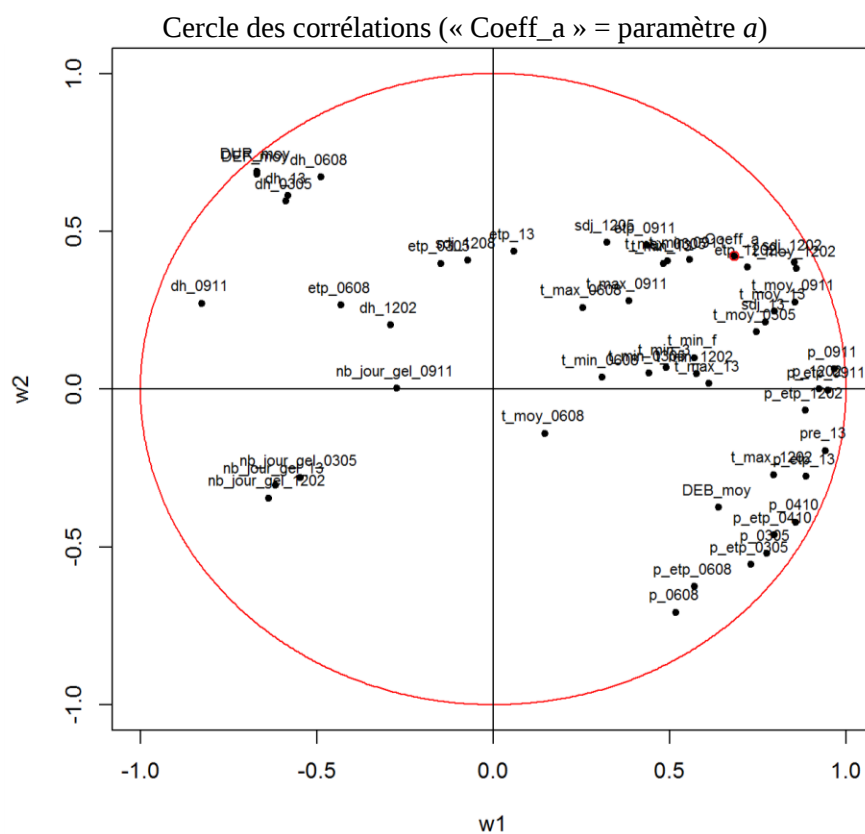
Prédiction



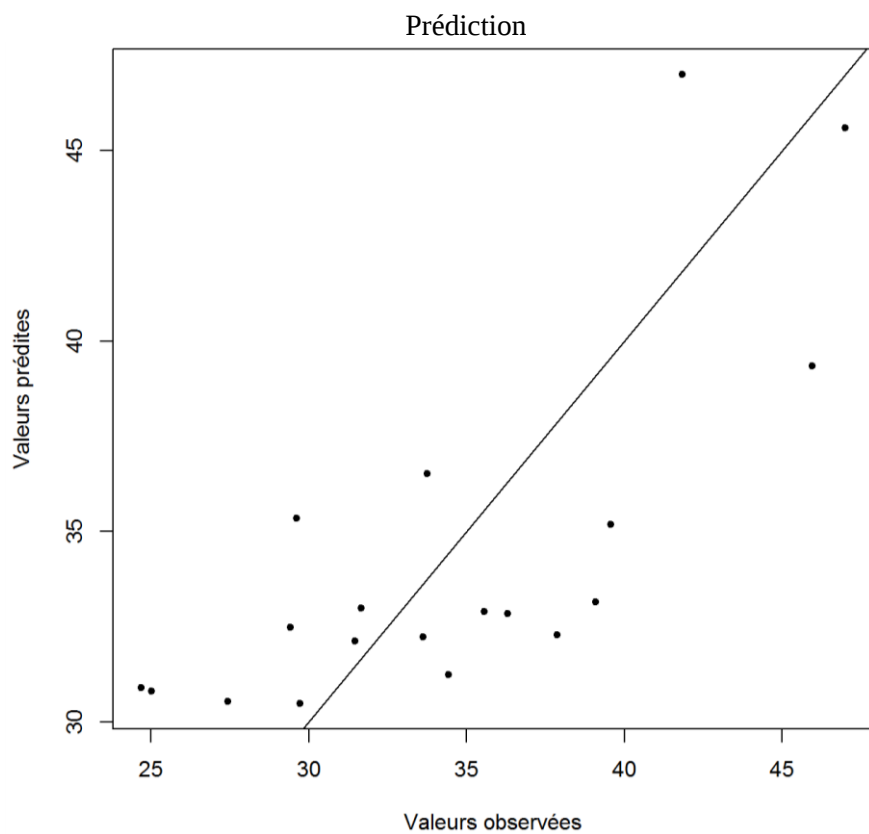
VALORES 2 – Rapport final - ANNEXES



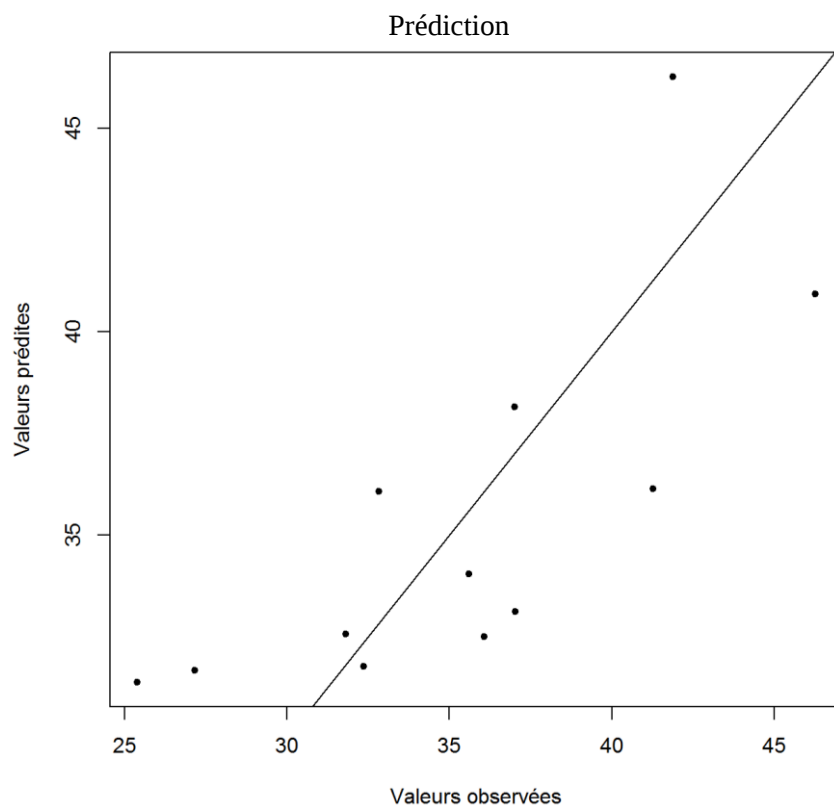
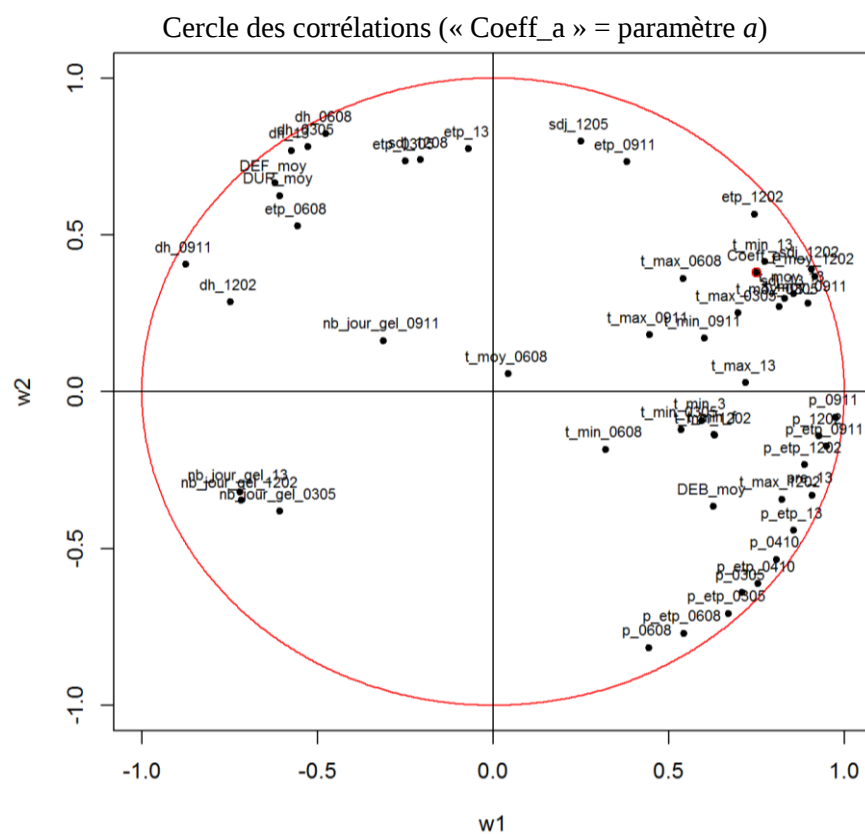
Régression à partir du jeu complet de *Pinus taeda*



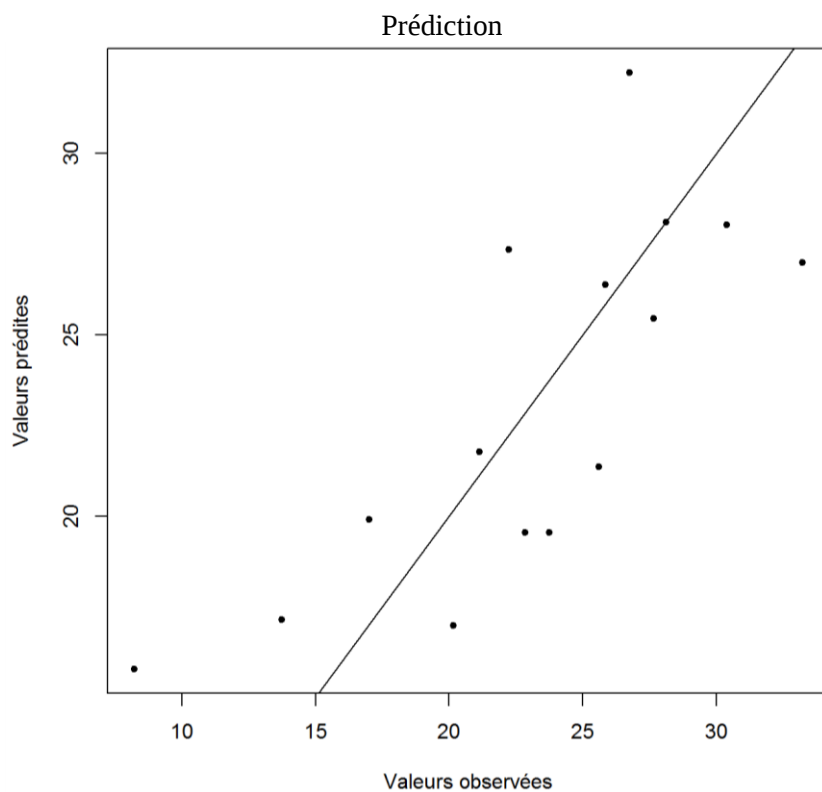
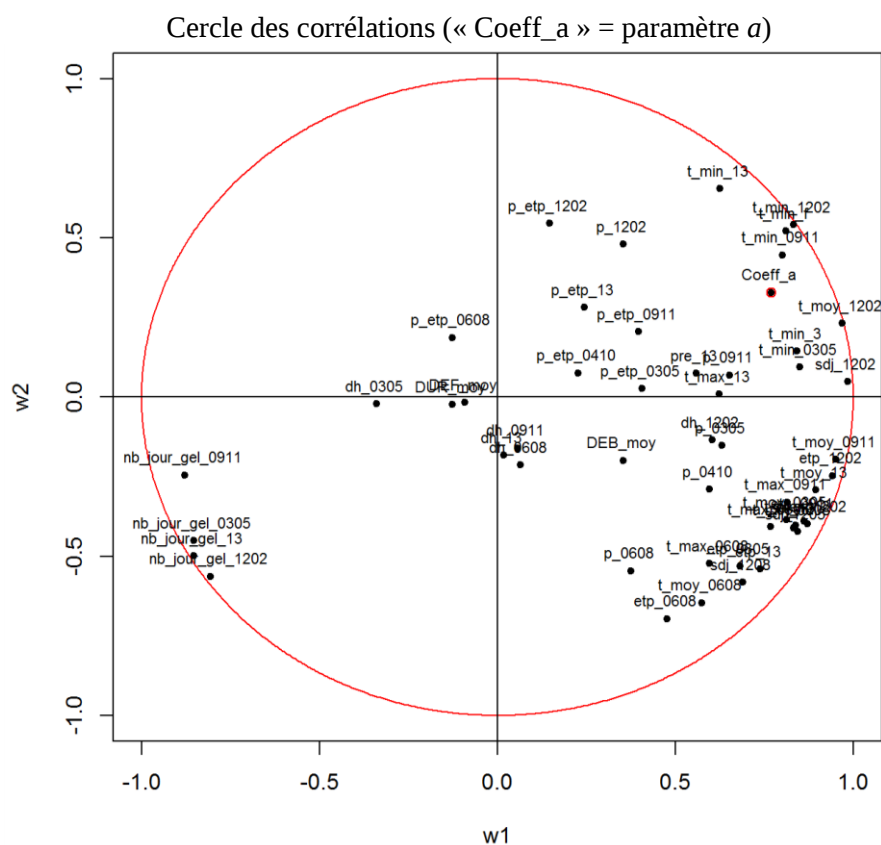
VALORES 2 – Rapport final - ANNEXES



Régression à partir du jeu des placeaux les plus poussants de *Pinus taeda*



Régression à partir du jeu complet de *Cryptomeria japonica*



Annexe 11 : Eléments d'autécologie des essences étudiées

Cedrus atlantica

Dans son aire naturelle		En France
Climat		
P	P moyennes annuelles : 800 et 1500 mm ¹	P moyennes annuelles : 800 et 1500 mm ¹
T	T moyennes annuelles : 7,5°C à 15°C ¹ T minimales du mois le plus froid : -1°C à -8°C ¹ T maximales du mois le plus chaud : jusqu'à +32°C ¹ T extrêmes : -25°C à +41°C ¹	
Résistance à la sécheresse	Forte tolérance à la sécheresse Signes de dépérissements observés en Atlas ²	Forte tolérance à la sécheresse, due à sa capacité à puiser l'eau en profondeur Impact des sécheresses printanières et estivales sur la variabilité inter-annuelle de la croissance radiale ² Mortalité observée en France suite à la canicule de 2003, en situations limites (trop basse altitude en région méditerranéenne ou sols inadaptés en région tempérée) ¹
Résistance au vent		Sensible aux dégâts de vent ou de neige lourde (bris de cime et de branches) ¹
Résistance au froid	Peu affecté par les gelées tardives ¹	Sensible aux gelées tardives de printemps en région continentale, peu en région méditerranéenne ¹ Action bénéfique, voire nécessaire, de l'alternance gel-dégel pour l'éclatement des cônes ¹
Topographie		
Altitude et exposition		Région méditerranéenne : (400) 600 m à 1000 m en versant nord, 700 à 1200 m en versant sud ¹ Zone tempérée : 0 à 1000 m dans les Alpes, Pyrénées, Massif central, jusqu'à 700 m Jura et Vosges ¹
Substrat		
Roche mère		Meilleure croissance sur roche siliceuse, en particulier schistes et micaschistes ¹
Sol		Bonne tolérance au calcaire ¹ Craint les sols argileux, non structurés, compacts, et les horizons hydromorphes ¹

¹ (COURBET, et al., 2012)

² (GUILLEMOT, 2011)

Pinus taeda

Dans son aire naturelle		En France
Climat		
P	Entre 1000 et 1500 mm/an ²	Supporte une grande variabilité climatique, jusqu'à des climats secs à hivers froids ¹
T	Etés chauds et hivers doux ² au Sud de l'aire de répartition, climat tempéré froid au Nord ³ Températures extrêmes : -23°C à +38°C ²	
Résistance à la sécheresse		A supporté les sécheresses et canicules de 2003 et 2006
Résistance au vent	Sensible aux vents forts sur sol superficiel ² Bonnes résistance sur sols plus profonds (système racinaire pivotant) ²	A bien résisté à la tempête de 1999 ³
Résistance au froid	Craint les gels précoces en cas de polycyclisme tardif, et les gels tardifs ²	Importants dégâts observés en France en 1985 ²
Topographie		
Altitude	0 à 700 m d'altitude ¹	
Substrat		
Sol	Tolère une grande variété de sols ¹ Optimum : pH légèrement acide, faiblement drainé, sablo-limoneux profonds ² ou argileux profonds ³ Craint les sols superficiels ou trop engorgés, les sols à calcaire actif et les pH élevés ²	Ne supporte pas les terrains secs ou très humides à eau stagnante ³ Craint les sols pauvres ¹

¹ (DE BOISSESON, La sylviculture du pin taeda en Aquitaine, 2014)² (LAMANT, Pin à l'encens (*Pinus taeda* L.), 2015)³ (AFOCEL, 2003)

Cryptomeria japonica

Dans son aire naturelle		En France
Climat		
P	P annuelles : 1400 à 2800 mm/an, jusqu'à 3900 mm/an ²	En Bretagne, meilleures productions obtenues en climat humide ¹
T	T moyenne annuelle : 8 à 16°C ¹ T extrêmes : 3 à 21°C ²	
Résistance à la sécheresse	Craint la sécheresse ¹	Aucune mortalité constatée en France suite aux sécheresses et canicules de 1990, 1991, 1992, 2003 et 2006 ²
Résistance au vent	Très grande résistance au vent ^{1, 2}	Peu soumis au risque de casse par le vent ¹
Résistance au froid	Essence adaptée aux climats froids, mais craint les gels tardifs ² , et dans une moindre mesure les gelées d'automne ¹	Bonne résistance aux grands froids (-20°C et probablement -25°C) ²
Topographie		
Altitude	0 à 2000 m d'altitude au Japon, jusqu'à 2500 m en Chine ² Optimum : 200 à 1300 m d'altitude ¹	
Substrat		
Roche mère	Tout type de roche mère ¹ Préférence pour les substrats granitiques ou volcaniques ²	
Sol	pH de 4 à 8 ¹ Préférence pour les sols légers, frais, profonds, faiblement acides ¹	En Bretagne, meilleurs productions obtenues sur sol acide ¹ Supporte les sols très pauvres chimiquement lorsque la pluviométrie est abondante ¹ Tolérance à l'hydromorphie ¹

¹ (HAINRY & COLOMBET, 2010)

² (LAMANT, Cryptomère du Japon (*Cryptomeria japonica*), 2015)

Annexe 12 : Rapports d'analyse sous R (scripts R)

Les rapports d'analyse sous R sont disponibles au téléchargement sur le site du RMT AFORCE, au format html.

Ces rapports comprennent :

- les lignes de commandes figurant dans les scripts R,
- les sorties associées (graphiques, tableaux, etc.),
- des commentaires sur la méthode employée et les résultats obtenus.

Pour obtenir les scripts R au format .Rmd ou obtenir plus d'informations sur ces scripts, vous pouvez contacter Céline Perrier (CNPf-IDF) : celine.perrier@cnpf.fr

Annexe 13 : Comptes-rendus de réunions

Compte-rendu de la réunion de lancement Paris, le 12 février 2015
--

Participants :

Alain BOUVET (FCBA)
Myriam LEGAY (ONF)
Céline PERRIER (CNPFF-IDF)
Anne PIERANGELO (CNPFF-IDF)
Yves ROUSSELLE (ONF)

Excusés :

Christel ANGER (INRA)
Hendrik DAVI (INRA)
Bruno FADY (INRA)
Luc HARVENGT (FCBA)
François LEFEVRE (INRA)
Eric PAILLASSA (CNPFF-IDF)

Ordre du jour

- 1- Rappel des grandes lignes du projet (historique, enjeux, bilan de la phase 1)
- 2- Les objectifs et engagements pour la phase 2
- 3- Caractéristiques du fichier Excel constitué : composition, organisation et besoins d'amélioration
- 4- Présentation des données climatiques existantes et pouvant être accessibles dans le cadre du projet
- 5- Calendrier des prochains mois et organisation (rôle de chacun, conventions, etc.)

1- Rappel des grandes lignes du projet (historique, enjeux, bilan de la phase 1)

Présentation « [2014-12-04 exposeAFORCE 4dec2014 v2](#) », Myriam LEGAY

• Historique du projet VALORESO

Le projet VALORESO est né des réflexions du groupe de travail 1 du RMT Aforce « diagnostic et choix des essences ». L'adaptation au changement climatique par le choix du matériel végétal peut se faire à différents niveaux : provenance, choix parmi les essences indigènes, et introduction d'essences exotiques. Le projet VALORESO vise à étudier ce 3^{ème} niveau.

Il naît de trois constats :

- beaucoup d'essences exotiques ne sont pas documentées (mis à part les essences américaines) ;
- l'expérimentation ne peut se faire que sur des délais trop longs ;
- les études de niches ne sont pas adaptées pour ces essences trop peu représentées sur le territoire français.

VALORESO a pour finalité l'étude des effets du changement climatique sur les essences exotiques, par la mise en commun les données des dispositifs expérimentaux existants de l'IDF, du FCBA, de l'ONF et de l'INRA, et ce malgré leur hétérogénéité sur la forme comme sur les méthodes de suivi.

- **Bilan de la phase 1**

La première phase du projet a permis de montrer la faisabilité de cet objectif de mise en commun des données.

Elle a également permis d'arrêter plusieurs choix relatifs à l'analyse des relations entre climat et croissance pour les essences exotiques :

Choix d'étude	Justification
Travail à l'échelle de l'espèce	➔ La provenance n'est souvent pas renseignée dans les tables de données.
Etude centrée sur la croissance en hauteur	➔ Affranchissement des conditions de densité
Prise en compte de dispositifs suivis au moins jusqu'à 10 ans	➔ Temps suffisamment long pour avoir des données robustes mais suffisamment court pour ne pas écarter trop de dispositifs.

Le choix de ne conserver que les mesures moyennes portant sur au moins 50 tiges est discuté.

ML : il faudrait observer les mesures mises de côté par ce tri pour évaluer la pertinence de ce seuil.

AP : les premiers tris réalisés sur les données du FCBA et de l'IDF montrent que la sélection se fait essentiellement sur le seuil de 10 ans. Peu de dispositifs sont écartés par le seuil de 50 tiges.

Concernant les données mises à disposition

- L'IDF et le FCBA ont pu mettre à disposition leurs données sans problème particulier.
- L'ONF ne dispose pas de base de données mais seulement d'une base de métadonnées. Les données ont été recueillies pour 13 dispositifs, retenus car complémentaires avec les données des autres organismes.
- L'INRA ne dispose également que d'une base de métadonnées, mise à disposition fin 2014.

AB : le détail des sites multi-essences est maintenant disponible dans la base de données du FCBA.

ML : il sera intéressant à plus long terme d'étudier en particulier ces sites multi-essences pour comparer les essences entre elles.

La carte des dispositifs montre une bonne complémentarité des jeux de données.

CP : les données IDF sont surreprésentées dans le sud-ouest car l'effort de renseignement de la base y a été très important. La marge de manœuvre pour compléter les données dans d'autres régions est importante. Des demandes spécifiques pourront être adressées aux CRPF pour des essences en particulier.

AB : les données fournies par le FCBA sont des moyennes toutes provenances confondues. Certaines coordonnées GPS sont celles du barycentre de la commune (information précisée dans une colonne spécifique).

L'information concernant la localisation des coordonnées GPS est à recueillir pour les données IDF et ONF.

2- Les objectifs et engagements pour la phase 2

Présentation « [2015-02-12_lancementCDD_engagements_convention](#) », Yves ROUSSELLE

- **Budget**

Les frais de déplacements comprennent une semaine à Nancy et une semaine à Bordeaux pour AP, ainsi que 2 réunions à Paris.

- **Création d'une base de données commune**

La création d'une base de données pour les dispositifs expérimentaux relatifs aux essences exotiques n'est pas la priorité du CDD. Cette option pourra être envisagée en fonction de ce qui ressort des premières analyses.

ML : la création d'une base de données avait été évoquée pour assurer la traçabilité des données et éviter de les dégrader. La solution proposée par analyse sous R semble répondre à ce problème.

- **Synthèse bibliographique**

Un travail de synthèse bibliographique sera réalisé dans le cadre du CDD, mais aucun travail de recherches bibliographiques n'est attendu.

→ **Chaque partenaire devra transmettre à AP les références bibliographiques nécessaires.**

- **Liste d'essences étudiées**

La liste des 11 essences retenues actuellement repose sur un fondement historique.

→ **Une nouvelle liste sera constituée en croisant :**

- **les espèces de la liste du projet NOMADES, éventuellement modifiée par les partenaires du projet VALORES0. Cette liste sera diffusée rapidement aux partenaires pour qu'ils puissent la commenter.**
- **les métadonnées de chaque organisme (non disponibles pour l'ONF). Il sera demandé à chaque partenaire de mettre à disposition les métadonnées de l'ensemble des dispositifs expérimentaux d'essences exotiques dont ils disposent**

On retiendra les espèces les plus représentées et figurant dans la liste revue du projet NOMADES.

ML : Il serait intéressant d'étudier au moins une essence très documentée (ex : cèdre) pour confronter les résultats à ce qui est connu par ailleurs et valider la démarche, et au moins une essence très peu connue (ex : sequoia) pour montrer que ce projet peut créer une information nouvelle.

→ **Dans l'attente d'une nouvelle liste, les analyses pourront débuter sur le cèdre.**

- **Rendus**

Le ministère est demandeur d'un rendu écrit d'ici la fin du projet (fin 2015).

Le premier livrable attendu est un état des lieux exhaustif sur le nombre de dispositifs présents pour chaque essence. Cet état des lieux pourra permettre d'identifier les manques de données expérimentales.

→ Un état des lieux des dispositifs existants sera réalisé pour l'ensemble des espèces présentes dans la liste revue du projet NOMADES.

ML : Hendrik DAVI est animateur du projet FORADAPT inscrit dans le métaprogramme de l'INRA ACCAF sur l'adaptation des forêts au changement climatique. Ce métaprogramme pourrait être un vecteur de diffusion des résultats de VALORESO.

3- Caractéristiques du fichier Excel constitué : composition, organisation et besoins d'amélioration

Présentation « [20150212 Presentation analyses R](#) », Anne Pierangelo

- **Champs retenus**

Une remarque concerne la distinction entre l'âge de la plantation et l'âge graine.

→ L'âge graine est a priori disponible pour toutes les données et sera la variable retenue.

AB : la densité n'est pas toujours disponible, notamment dans les données du FCBA.

ML : un champ sur le type de dispositif (mono-arbre ou non) pourra être ajouté.

- **Principe de traitement des données**

Le traitement des données sous R permet :

- de garder une traçabilité des données depuis l'extraction jusqu'à l'analyse, sans modifier la table d'origine,
- de faire remonter au fournisseur des données les éventuelles erreurs détectées au fil de l'analyse,
- de reconduire l'ensemble des analyses simplement en relançant les scripts correspondants.

A chaque étape du traitement, un script est rédigé sous R, auquel est associé un rapport qui reprend à la fois les lignes de commande et les sorties (valeurs, tableaux, graphiques, etc.). Ce rapport est généré automatiquement à partir du script en format HTML.

→ Les rapports seront mis à disposition des partenaires du projet via la Dropbox (problèmes de transfert par mail).

- **« Nettoyage » des tables de données**

L'identification des erreurs dans les tables fournies se fait en fonction des points aberrants détectés.

ML : faut-il envisager une recherche plus systématique des erreurs, par exemple en mettant de côté les 5% des mesures d'accroissement les plus extrêmes ?

YR : la représentation du jeu de données en boîtes à moustaches permet une identification simple des points les plus extrêmes, sans retrancher systématiquement des données.

→ Un champ de commentaires pour décrire l'erreur devra être ajouté à la table fournie en retour au détenteur des données.

- **Analyses des données**

L'âge du dispositif qui figure sur les graphiques correspond en fait à l'âge de la dernière mesure.

→ **Pour chaque essence, une courbe de croissance sera réalisée, qui permettra de calculer pour chaque dispositif la hauteur à un âge donné.**

AB : il est possible d'utiliser la courbe de Chapman-Richard, qui a l'avantage d'avoir des paramètres facilement interprétables.

4- Présentation des données climatiques existantes et pouvant être accessibles dans le cadre du projet

Présentation « [2015-02-12 lancementCDD donnees climato](#) », Yves ROUSSELLE

- **Choix du jeu de données climatiques**

→ **Après étude des différents jeux de données disponibles, le choix se porte sur les données SAFRAN.**

Les raisons en sont les suivantes :

- Possibilité d'extraire pour chaque dispositif les données climatiques correspondant à la période de croissance (au contraire des moyennes trentenaires fixes)
- Données d'ETP disponibles
- Nombre de stations Météo France utilisées important (au contraire de Worldclim)
- Maille 8 km x 8 km permettant une plus grande robustesse dans l'analyse des données. Une maille plus fine réduit le « bruit », par exemple lié à l'altitude, mais apporte un biais si la variation d'accroissement observée à l'intérieur d'une maille est due à un autre facteur (par exemple la provenance ou le sol).

L'acquisition des données SAFRAN se fait sur commande et sous convention. Un premier contact pour cette commande sera fait par CP.

→ **La commande portera sur le jeu de données le plus complet possible, et concernera les dispositifs de l'ensemble des espèces présentes dans les métadonnées.**

- **Choix des variables climatiques**

Il est proposé de faire le lien entre le projet VALORESO et les modèles existants par ailleurs.

→ **On retient donc les 10 variables utilisées par IKS et BIOCLIMSOL**

IKS : T° du mois le plus froid (froid hivernal), bilan hydrique, somme annuelle de °C/j (estimée par les températures moyennes mensuelles)

BIOCLIMSOL : T° moyenne annuelle, P annuelles, P 4-10, ETP annuel, P-ETP 4-10, P-ETP 6-8, T° minimal de mars.

→ **Une étude des corrélations entre ces 10 variables ainsi qu'une ACP seront réalisées pour évaluer leur interdépendance.**

→ **Pour chaque variable et chaque essence, on représentera la distribution du jeu de données le long du gradient de la variable en question**

On écartera si besoin les essences pour lesquelles le jeu de données est trop peu étalé le long de ces gradients.

- **Prise en compte des conditions stationnelles**

➔ **Les données de sol ne seront prises en compte qu'après analyse pour expliquer d'éventuelles données que les données climatiques ne peuvent expliquer**

Les raisons sont les suivantes :

- les données des catalogues de stations ne reposent pas sur un référentiel commun national.
- les données modélisées (carte de C/N par exemple) n'ont pas de validité en un point précis, car elles ne sont pas continues spatialement comme peuvent l'être les variables climatiques.

Des données telles que la carte de pH, qui permet d'identifier des grands types de sol, pourront néanmoins être intégrées dans un second temps pour tenter d'expliquer les résidus obtenus à partir des variables climatiques. Les SER pourront également être utilisées dans ce même objectif.

ML : ces questions pourront être discutées avec Vincent BADEAU et Noémie POUSSE, par exemple à l'occasion d'un déplacement à Nancy.

- **Lien avec l'autécologie des essences**

➔ **Le lien avec l'autécologie connue des essences pourra se faire via les fiches du projet NOMADES, ou via d'autres référentiels en nombre limité. Une liste de référentiels sera envoyée à AP par ML.**

5- Calendrier des prochains mois et organisation (rôle de chacun, conventions, etc.)

- **Convention**

Une nouvelle convention doit être signée entre les différents partenaires du projet. Chaque partenaire transmettra un état de frais au CNPF en fin de projet.

CP : il faudra intégrer à la convention une clause concernant le partage de données, la précédente convention n'étant plus valide.

- **Calendrier**

YR propose de prendre un premier contact avec l'IRSTEA (Gwenaël Philippe) pour connaître les possibilités d'intégrer leurs données au projet.

YR et AP propose de réaliser un calendrier plus détaillé à partir des décisions prises au cours de la réunion.

➔ **Un premier bilan sera proposé à mi-parcours (avril-mai).**

Des réunions téléphoniques pourront être envisagées pour discuter de points particuliers.

Compte-rendu de la réunion téléphonique du 23 mars 2015

Participants :

Alain BOUVET (FCBA)
Myriam LEGAY (ONF)
Wulfran MIRLYAZ (CNPFF-IDF)
Eric PAILLASSA (CNPFF-IDF)
Céline PERRIER (CNPFF-IDF)
Anne PIERANGELO (CNPFF-IDF)
Yves ROUSSELLE (ONF)

Excusés :

Christel ANGER (INRA)
Vincent BADEAU (INRA)
Hendrik DAVI (INRA)
Bruno FADY (INRA)
Luc HARVENGT (FCBA)
François LEFEVRE (INRA)

Ordre du jour

1. Bilan sur l'analyse des métadonnées
2. Méthode de sélection et choix des 10 espèces pour l'étude croissance/climat
3. Méthode de calcul des variables climatiques
4. Animation du projet et communication

1- Bilan sur l'analyse des métadonnées

Rapport HTML « [20150223_Analyse_metadonnees_all](#) », Anne PIERANGELO

L'analyse des métadonnées et des manques dans le patrimoine expérimental est présentée, en comparaison avec les listes d'espèces approuvées par les partenaires. Les éléments pris en compte sont :

- la présence ou non des espèces,
- le nombre de dispositifs,
- la répartition des dispositifs,
- la part de dispositifs abandonnés.

ML mentionne l'existence de quelques essais sur *Abies borisii-regis*, espèce qui est ressortie comme non représentée dans le jeu de données.

EP confirme l'existence d'un essai sur cette espèce au CNPFF, qui n'apparaît pas probablement à cause d'une erreur dans le nom. Il ne pourra pas consacrer de temps à la recherche de ces éventuelles erreurs.

AB précise que pour les eucalyptus, de nombreux essais multi-espèces ne mentionnent que le genre. Pour un certain nombre de ces essais, le nom des espèces pourrait être retrouvé.

- ➔ **Aucune autre attente n'est exprimée en termes d'analyse du patrimoine expérimental existant.**
- ➔ **Le jeu de données sur les eucalyptus pourra être enrichi par le FCBA pour la phase d'analyse croissance/climat.**

2- Méthode de sélection et choix des 10 espèces pour l'étude croissance/climat

Rapport HTML « [20150223 Analyse metadonnees_all](#) », Anne PIERANGELO

Deux méthodes sont présentées pour la sélection de 10 espèces à étudier :

- La première méthode ne prend en compte que le nombre de dispositifs ;
- La seconde méthode prend en compte le nombre de dispositifs et la répartition.

Pour la seconde méthode, la répartition est évaluée en comptant le nombre de dispositifs par zones climatiques (9 zones climatiques définies par Joly *et al.*, zonage déjà utilisé dans la première phase du projet VALORESO).

ML met en évidence le fait que cette seconde méthode favorise les espèces à vocation générique, au détriment d'autres espèces dont le spectre climatique et géographique est plus restreint. Cet aspect devra être mentionné dans le rapport mais ne remet pas en cause la méthode.

YR précise que cette analyse de la répartition est une première approche et qu'une analyse plus fine de la répartition des dispositifs le long de gradients climatiques sera réalisée une fois les données climatiques acquises.

Parmi les 10 espèces identifiées par la première méthode figure *Sorbus domestica*.

ML précise que cette espèce n'est pas une exotique. Elle devrait être écartée dans un souci de cohérence interne du projet.

Parmi les 10 espèces identifiées figure également *Alnus cordata*.

EP s'étonne de la présence de cette espèce, qu'il considère comme mésohygrophile et donc peu intéressante vis-à-vis du changement climatique.

ML contredit cet avis (espèce notamment utilisée en réhabilitation de carrière). Elle souligne par ailleurs le fait que cette espèce serait la seule espèce feuillue étudiée en dehors des eucalyptus, et que cette étude pourrait justement être l'occasion de mieux connaître les exigences climatiques de cette espèce.

YR rappelle que VALORESO est d'abord un projet de méthodologie, et qu'il ne s'agit en aucun cas d'aboutir à des préconisations d'espèces.

→ La seconde méthode de sélection des espèces est validée.

→ *Sorbus domestica* sera écarté des listes.

→ *Alnus cordata* sera maintenu pour l'analyse croissance/climat

→ Les 10 espèces retenues pour cette analyse sont donc les suivantes : *Cedrus atlantica*, *Cedrus libani*, *Calocedrus decurrens*, *Cryptomeria japonica*, *Alnus cordata*, *Eucalyptus gundal*, *Pinus brutia* (ou *Pinus eldarica*), *Cupressocyparis leylandii* (ou *Cupressus leylandii*), *Pinus taeda* et *Eucalyptus gunni*.

3 – Méthode de calcul des variables climatiques

Document « [20150313 Variables climat VALORES02](#) », Anne PIERANGELO

Les méthodes de calcul des 10 variables climatiques qui seront utilisées pour l'analyse croissance/climat sont présentées. Est notamment souligné le fait que ces méthodes s'écartent des méthodes utilisées dans les modèles Bioclimsol et IKS sur les points suivants :

- Calcul des variables sur la période de croissance des essais (et non sur une période trentenaire) ;
- Utilisation de l'ETP de Penman déjà calculé dans les données SAFRAN (et non de l'ETP TURC).

ML précise que l'ETP Turc est utilisé dans IKS à défaut de pouvoir utiliser Penman. Ça ne pose pas de problème d'utiliser l'ETP Penman dans VALORES02. Concernant le calcul du bilan hydrique, elle propose d'envoyer l'algorithme de calcul à Hervé Le Boulter pour validation.

WM, en charge du calcul des variables sur la base de données SAFRAN, confirme a priori la faisabilité technique de ces calculs. Les 10 variables pourront être calculées sur tout SAFRAN puis extraites par dispositif.

→ **Le calcul des variables peut d'ores et déjà être réalisé par WM. AP lui transmettra les coordonnées des dispositifs pour extraction dès que possible.**

4- Animation du projet et communication

Mails hebdomadaires d'information :

Les participants sont satisfaits de la communication hebdomadaire qui est faite par mail.

Dropbox et rapports HTML :

Les participants ne rencontrent pas de difficultés pour accéder aux fichiers de la Dropbox, et valident l'utilisation des rapports HTML qui permettent une bonne traçabilité des analyses successives.

Réunions :

Deux réunions seront programmées à Paris d'ici la fin du CDD :

- une réunion à mi-parcours courant mai,
- une réunion de clôture fin juin, avant la finalisation du rapport.

→ **Un sondage doodle sera envoyé très prochainement aux participants pour caler rapidement deux dates de réunion.**

Divers :

AP réitère la demande concernant l'envoi de publications par les partenaires du projet. A ce jour, seules quelques publications ont été envoyées.

Compte-rendu de la réunion à mi-parcours Paris, le 5 mai 2015
--

Participants :

Christel ANGER (INRA)
Alain BOUVET (FCBA)
Myriam LEGAY (ONF)
Eric PAILLASSA (CNPFF-IDF)
Céline PERRIER (CNPFF-IDF)
Anne PIERANGELO (CNPFF-IDF)

Excusés :

Vincent BADEAU (INRA)
Hendrik DAVI (INRA)
Bruno FADY (INRA)
Luc HARVENGT (FCBA)
François LEFEVRE (INRA)
Yves ROUSSELLE (ONF)

Ordre du jour :

1. Données disponibles sur les 10 espèces étudiées
2. Méthode d'analyse et premiers résultats
 - Elaboration de courbes de croissance
 - Choix et calcul des variables climatiques
 - Corrélations croissance / climat
3. Problèmes rencontrés et autres analyses possibles
4. Questions diverses :
 - Livrables attendus
 - Calendrier
 - Convention

Pour accéder au [diaporama de présentation](#).

1- Données disponibles sur les 10 espèces étudiées

Diapositives 3 à 9

AP rappelle les critères de choix des espèces étudiées et présente un bilan des dispositifs disponibles pour chacune de ces espèces.

Seules 9 espèces sont concernées car *Alnus cordata*, initialement retenu, ne répond plus aux critères de nombre et de répartition des dispositifs suite à une mise à jour de la base de données du CNPF.

EP demande pourquoi *Pinus brutia* a été retenu malgré un nombre de dispositifs très faible.

➔ L'espèce a été retenue sur la base du nombre de dispositifs présents dans les métadonnées, qui comprenait les dispositifs de moins de 10 ans largement majoritaires pour cette espèce.

CA précise que les dispositifs de l'INRA pour cette espèce sont plus vieux et pourraient permettre de repêcher cette espèce.

2- Méthode d'analyse et premiers résultats : élaboration de courbes de croissance

Diapositives 12 à 15

AP rappelle la méthode envisagée pour prendre en compte l'effet de l'âge sur la croissance, à savoir caler des courbes de croissance de Chapman-Richard pour chaque dispositif. Les résultats de ce travail sur les 9 espèces étudiées sont présentés. Le travail n'a pas abouti pour 3 de ces espèces du fait de données insuffisantes et/ou mal structurées.

Face à ce problème, **AB** propose d'essayer d'estimer dans un premier temps les deux paramètres d'espèce de la courbe (b et c) sur les dispositifs présentant plusieurs mesures, puis de réutiliser ces paramètres pour caler les paramètres de site (a) sur chaque dispositif.

AP demande s'il est possible de compléter le jeu de données de ces espèces par des dispositifs âgés de moins de 10 ans, comme il a été fait pour les Eucalyptus.

→ **EP** et **AB** répondent que les autres espèces n'ont pas une croissance suffisamment rapide pour cela, 10 ans est déjà une limite basse, inférieure à la moitié de la rotation de ces espèces.

2- Méthode d'analyse et premiers résultats : choix et calcul des variables climatiques

Diapositives 16 à 26

AP rappelle le choix initial de travailler sur les 10 variables des modèles de niche IKS et BioClimSol, et présente les modifications apportées à cette liste de 10 variables, en particulier suite aux remarques de Vincent BADEAU (INRA Nancy).

ML propose de soumettre la comparaison des déficits hydriques IKS et Biljou à Hervé LE BOULER (ONF), et émet l'hypothèse du rôle de l'interception par le couvert dans les différences observées. Le pas de temps mensuel utilisé dans IKS (contrairement à Biljou qui utilise un pas de temps journalier) est aussi une des hypothèses avancées.

EP émet des réserves quant à la pertinence de la variable « nombre de jours de gel », car celle-ci est plutôt liée à des phénomènes de mortalité et n'a a priori que peu d'impact sur la croissance, excepté pour les essences à débourrement précoce.

AP présente ensuite les résultats de l'étude des corrélations entre ces variables climatiques.

AB souligne le fait que les quelques points qui présentent des conditions climatiques extrêmes tirent les axes de l'ACP, et qu'il pourrait être opportun de mettre de côté ces points.

ML propose de faire figurer dans le plan des individus de l'ACP la zone climatique représentée en France, ce qui faciliterait l'identification des manques dans le réseau d'expérimentations actuel.

- **L'ETP fournie par SAFRAN peut être conservée car elle est très proche de l'ETP « forestière » calculée par Vincent BADEAU.**
- **Les deux variables de déficit hydrique issues d'IKS et de Biljou seront conservées pour les raisons suivantes :**
 - **Les déficits hydriques Biljou sont nettement plus précis que ceux calculés par IKS ;**
 - **En revanche les déficits hydriques type IKS présentent l'avantage de pouvoir être calculés à partir de données mensuelles disponibles à large échelle.**

2- Méthode d'analyse et premiers résultats : corrélations croissance / climat

Diapositives 27 à 33

Remarque : les graphiques des diapositives 34 à 36 représentent le paramètre « a » de la courbe de Chapman-Richard calculé pour chaque dispositif, qui correspond à une hauteur maximale (H_{max}), en fonction des variables climatiques.

AP présente d'abord le résultat de la sélection des dispositifs à plus forte croissance dans chaque maille climatique SAFRAN, méthode proposée lors de la première réunion, et conclut sur la forte réduction du jeu de données qui en découle.

ML souligne malgré tout l'intérêt de rapporter une valeur de hauteur unique à chaque maille climatique SAFRAN, soit en sélectionnant le dispositif le plus poussant, soit en faisant la moyenne des dispositifs dans chaque maille, pour équilibrer le poids de chaque maille et donc améliorer l'échantillonnage des dispositifs.

AP présente ensuite les premières observations de relations croissance/climat faites sur *Cedrus atlantica*, ainsi qu'une première identification des variables climatiques explicatives de la croissance par la méthode des forêts aléatoires (random forest).

Aucune tendance particulière ne peut être mise en évidence à cette étape. L'analyse par random forest serait à évaluer au regard de l'autécologie connue de l'espèce.

→ L'analyse sera par la suite menée en parallèle sur :

- le jeu de dispositifs complet,
- le jeu des dispositifs à plus forte croissance,
- le jeu des dispositifs moyennés par maille SAFRAN.

3- Problèmes rencontrés et autres analyses possibles

Diapositives 34 à 43

Problèmes rencontrés :

AP expose les différents problèmes rencontrés concernant l'ajustement de courbes de croissance et la sélection des dispositifs à plus forte croissance.

Au vu des premiers résultats, **ML** estime que les enjeux de la méthode portent plus sur le regroupement des dispositifs et la filtration du bruit que sur la prise en compte simultanée de l'âge et du climat ou le choix des variables climatiques.

Analyses proposées :

AP présente ensuite différentes analyses possibles :

- Travail sur les axes d'ACP

AB propose plutôt de poursuivre les analyses par une approche PLS (équivalente à une ACP dans laquelle on intègre la variable à expliquer), plutôt que de « s'embarquer » dans des modèles compliqués.

- Travail sur les résidus du modèle de Chapman-Richard
- Construction simultanée de deux modèles (âge / climat)

AB s'interroge sur la possibilité de mettre en œuvre ces deux méthodes alors que le simple ajustement d'un modèle de croissance pose déjà problème, et que de nombreux dispositifs ne disposent que d'une mesure de hauteur (sur quels résidus travaille-t-on alors ?).

- Modèle mixte

Pour cette méthode, les participants envisageraient plutôt l'âge comme un effet fixe et non comme un effet aléatoire, quitte à faire l'hypothèse d'une relation linéaire entre la croissance et l'âge.

- Travail sur des groupes de dispositifs

ML souligne le fait que l'échantillon actuel n'a pas une répartition homogène sur le territoire, et propose de grouper les dispositifs les plus proches d'un point de vue climatique par des clusters de taille fixe. Cette méthode pourrait lisser les réponses, mais ne devrait pas introduire de faux effets.

Autres pistes d'analyses évoquées :

- Travail à l'échelle des SER

La possibilité de revenir à un découpage type SER est évoquée, mais écartée car cette méthode ne peut apporter que des informations qualitatives, et globalement moins précises qu'une approche par variables climatiques.

- Intégration de données de sol

Le principal problème venant du bruit important sur les données, les participants proposent d'intégrer à titre expérimental des données de sol dans l'analyse, de type pH ou C/N (cartographies du Lerfob), pour voir si cet apport pourrait réduire le bruit.

Si ces données complémentaires n'apportent rien, il pourra être envisagé toujours à titre expérimental d'extraire de la base de données ILEX des données de sol. L'analyse porterait alors sur un jeu réduit de dispositifs pour lesquels on dispose de cette information.

Premières conclusions :

ML tire 3 conclusions des premiers résultats obtenus :

- concernant la faisabilité de l'étude, limitée du fait du bruit sur les données et du nombre réduit de dispositifs exploitables par espèce ;
- concernant la complétude du réseau ;
- concernant l'interprétation à proprement parler des analyses : les premiers résultats pourraient suggérer une absence de limite climatique pour le cèdre en France.

➔ **Dans le cadre du contrat d'AP, l'analyse sur les données sera ciblée de la manière suivante :**

- mise en œuvre d'une approche de type PLS sur le jeu de données complet de *Cedrus atlantica* ;
- reproduction des mêmes analyses sur 3 jeux de données ré-échantillonnés de *Cedrus atlantica* : dispositifs les plus poussants par maille SAFRAN, dispositifs moyennés par maille SAFRAN, dispositifs groupés en cluster à effectif constant ;

- reproduction des mêmes analyses avec intégration de données de sol, d'abord issues des cartes du Lerfob, puis si besoin issues de la base de données ILEX ;
- mêmes analyses sur *Pinus taeda* et *Cryptomeria japonica*.

4- Questions diverses

Diapositives 44 à 47

Livrables attendus :

CP rappelle les objectifs figurant dans la convention du projet VALORESO, et propose différents livrables pouvant répondre à ces objectifs.

CP demande si les participants souhaitent diffuser des livrables indépendamment du rapport.

- ➔ Les participants ne souhaitent pas le faire, pour éviter une mauvaise interprétation des résultats qui seront présentés.

- Liste d'espèces :

EP demande à ce que les listes d'espèces issues du projet VALORESO ne soient pas utilisées telles quelles dans d'autres projets.

- ➔ **ML** propose de modifier l'intitulé de la liste d'espèces « potentiellement intéressantes dans le contexte du changement climatique » par une expression du type « liste provisoire d'espèces à évaluer au regard de l'adaptation au changement climatique ». Elle souhaite que cette liste puisse évoluer de manière consensuelle entre les différents acteurs.

- Métadonnées :

La mise à disposition d'un catalogue de métadonnées répertoriant les dispositifs existants est une demande claire du ministère.

CA propose de s'appuyer sur le catalogue existant CASIF, qui présente l'avantage d'être peu contraignant.

Le catalogue Reinforce est également évoqué, mais il faudrait pour cette option être vigilant aux éventuels doublons.

AP demande si le tableau complet des métadonnées peut être diffusé auprès des partenaires du projet VALORESO via la Dropbox.

- ➔ Les partenaires donnent leur accord à cette diffusion, sous réserve de supprimer les coordonnées GPS (seule la commune sera précisée).

ML demande à ce que les dispositifs de l'ONF soient exclus des métadonnées pour garder une cohérence dans la démarche.

Par ailleurs, le ministère demande à ce que le groupe se prononce sur l'intérêt de mettre en place une plateforme pour centraliser les bases de données des différents partenaires. Une réponse devra être apportée dans le rapport.

EP souligne la difficulté de résoudre le problème de propriété des données pour mettre en place une telle plateforme.

- Guide méthodologique

La pertinence de ce livrable dépendra des résultats obtenus.

Dans tous les cas, les partenaires ne souhaitent pas sortir la méthode du rapport global.

ML demande à ce que les scripts R fassent partie des livrables. Ces scripts pourraient être annexés au rapport et téléchargeables séparément.

AP précise que les scripts actuels comprennent des lignes de commande spécifiques aux données traitées dans VALORESO (correction des erreurs, harmonisation, etc.), qui n'ont que peu d'intérêt pour une utilisation hors VALORESO.

- Note de synthèse

ML propose de remplacer ce livrable par un article.

- Liste des essences pouvant faire l'objet d'une analyse comparable

ML propose de fournir plutôt une liste d'espèces ne pouvant PAS faire l'objet d'une telle analyse, ce qui revient à identifier les manques.

De manière plus large, **ML** met en garde sur la formulation des titres des rendus, qui devra s'adapter à l'obtention ou non de résultats.

- ➔ **AP mettra à disposition un tableau des métadonnées harmonisées des différents partenaires (hors ONF), portant sur les 60 espèces de la liste d'espèces considérées comme « à évaluer vis-à-vis du changement climatique », ainsi que les cartes de répartition correspondantes.**
- ➔ **CA se charge de recueillir les informations concernant le catalogue CASIF.**
- ➔ **AP mettra à disposition un script R simplifié et annoté, associé à un format de données imposé en entrée.**

Calendrier :

AP demande si la priorité doit porter sur les analyses ou sur la rédaction du rapport.

- ➔ Les participants demandent à ce que la priorité soit mise sur la rédaction du rapport.

Pour le détail des analyses programmées, voir les conclusions de la partie 3.

- ➔ **Aucune analyse ne sera réalisée après la réunion finale du 22 juin 2015.**
- ➔ **Si besoin, une réunion téléphonique pourra être programmée avant la réunion du 22 juin.**
- ➔ **Au-delà du contrat d'AP, il est envisagé :**
 - **de compléter le jeu de données actuel par des données issues des arboreta (placettes de plusieurs individus) ou de peuplements en gestion classique,**
 - **de compléter les données par de nouvelles mesures de hauteur et par la collecte d'informations de sol sur les dispositifs déjà intégrés à VALORESO.**

Convention :

CP informe qu'elle enverra la convention dans le courant de la semaine prochaine (semaine 20).

Sur le volet financier, **CP** informe qu'un réaménagement est possible sur le poste regroupant les frais de déplacement et de restauration, notamment pour couvrir les frais de déplacements de l'INRA sous-estimés.

Ce réaménagement ne sera plus possible après signature de la convention.

CA confirme la nécessité d'augmenter la ligne des frais de déplacements de l'INRA pour la participation à la réunion du 22 juin, ainsi qu'à d'autres réunions qui pourraient être programmées d'ici la fin de l'année (le budget devant couvrir la période du 01/01/2015 au 31/12/2015).

- ➔ **Les partenaires acceptent de réaffecter les 200 € prévus sur le poste restauration aux déplacements de l'INRA.**
- ➔ **Le CNPF propose également de faire un point sur ses déplacements pour redistribuer les montants alloués aux déplacements des autres organismes.**

VALORESO 2 Compte-rendu de la réunion finale Paris, le 22 juin 2015

Participants :

Christel ANGER (INRA)
Alain BOUVET (FCBA)
Luc HARVENGT (FCBA)
François LEFEVRE (INRA)
Myriam LEGAY (ONF)
Eric PAILLASSA (CNPF-IDF)
Céline PERRIER (CNPF-IDF)
Olivier PICARD (CNPF-IDF)
Anne PIERANGELO (CNPF-IDF)
Yves ROUSSELLE (ONF)

Excusés :

Vincent BADEAU (INRA)
Hendrik DAVI (INRA)
Bruno FADY (INRA)

Ordre du jour :

1. Rappel des conclusions de la précédente réunion
2. Présentation des nouvelles approches méthodologiques et résultats
3. Discussion autour des résultats
4. Discussion autour de la méthode
5. Rapport
6. Autres livrables
7. Suites à donner au projet

Pour accéder au [diaporama de présentation](#).

1- Rappel des conclusions de la précédente réunion

Diapositives 3 à 11

AP rappelle les conclusions de la réunion VALORESO du 5 mai 2015, en particulier les différentes options d'échantillonnage du jeu de données envisagées pour remédier aux problèmes de déséquilibre et de bruit du jeu de données, ainsi que les analyses à mener sur ces différents jeux de données.

2- Nouvelles approches méthodologiques et résultats

Diapositives 12 à 32 – Document « [Articulation des scripts R](#) »

Organisation de l'analyse et articulation des scripts R

YR demande quel est le format de chaque table.

- ➔ Seules les tables de données fournies en entrée sont au format excel (ou assimilé), les tables intermédiaires entre les scripts n'existent qu'au format RData.

CA demande quelle est la cohérence entre les intitulés du document et les noms de fichier.

- ➔ Les numéros de scripts figurant sur ce document sont cohérents avec la numérotation des fichiers .Rmd et .html disponibles dans la Dropbox.

- ➔ **Pour une meilleure compréhension, les noms de fichiers Excel seront ajoutés au document.**

Méthodes d'échantillonnage et d'analyse

Concernant la représentation des placeaux dans un plan ACP en lien avec les conditions climatiques extrêmes présentes en France (diapositive 23), **FL** suggère d'inverser la représentation (harmoniser la représentation des points climatiques extrêmes en France et projeter sur ce plan les placeaux des différentes espèces).

Concernant l'approche de l'effet provenance (diapositive 32), **FL** nuance les résultats obtenus en précisant que les dispositifs INRA ont été plantés dans des zones particulièrement stressantes, ce qui peut réduire l'écart de croissance entre provenances.

3 – Discussion autour des résultats

Diapositives 33 à 36

AP présente pour chaque espèce étudiée une synthèse des résultats les plus significatifs obtenus.

OP demande à quoi correspondent les R^2 et l'étoile dans les résultats de comparaison de moyennes sur clusters.

- ➔ L'étoile correspond à la significativité du test de comparaison de moyennes (* <0.05 , ** <0.01)
- ➔ Le R^2 est un R^2 d'anova, qui est de par la nature de l'analyse beaucoup plus faible qu'un R^2 de régression linéaire.

Cedrus atlantica

OP demande pourquoi le déficit hydrique apparaît dans les conclusions des analyses sur le cèdre.

- L'effet du déficit hydrique est une conclusion de la comparaison de moyennes sur les clusters (croissance plus faible du groupe le plus sec).

FL demande pourquoi le déficit hydrique hivernal (dh_1202) ressort dans l'analyse par Random Forest alors que le gradient exploré est quasi nul. Ce paradoxe reste sans réponse.

FL souligne l'effet important du sol (par exemple carbonaté ou non) et des interactions sol / climat pour cette espèce. D'après lui, les analyses sur croissance radiale pour cette espèce font classiquement ressortir des précipitations, ce qui n'apparaît pas ici.

- **ML** et **AB** soulignent le fait que l'analyse porte ici sur des périodes de croissance pluriannuelles, et non annuelles, ce qui peut faire ressortir d'autres effets que ceux observés en dendrochronologie.

FL demande si dans l'analyse sur clusters climatiques, le groupe 6 ne contient pas quasi exclusivement des placeaux de l'INRA, installés en conditions stressantes, et si la différence de croissance de ce groupe ne peut pas être due à un effet non climatique (provenance, site...).

- Les sites de l'INRA contribuent effectivement pour partie au groupe 6.
- **YR** souligne le fait que les spécificités des réseaux hors INRA ne sont pas connues et ne peuvent pas être présumées (choix du site, provenances, etc).

→ **Les résultats sur cette espèce seront confrontés à la synthèse réalisée par Courbet et al.**

Pinus taeda

Les résultats sur cette espèce sont jugés cohérents.

OP souligne le fait que les placeaux de *Pinus taeda* sont groupés dans une zone géographique restreinte, ce qui pourrait expliquer un effet climat apparemment plus fort que chez *Cedrus atlantica*.

- **ML** et **EP** répondent que les conditions stationnelles sont au contraire très variées dans cette région, et que le fait de restreindre la zone géographique devrait affaiblir un éventuel effet climat (à condition que le nombre de points soit suffisant).

OP demande si la base génétique de *Pinus taeda* est restreinte.

- Il lui est répondu que non, les effets provenances peuvent potentiellement être importants.

Cryptomeria japonica

La stabilité des résultats entre les différentes méthodes est jugée rassurante.

FL demande si l'information concernant les provenances de *Cryptomeria* serait disponible dans les bases de données.

- **AB** répond que cette information est difficilement accessible.

4 – Discussion autour de la méthode

Diapositives 37 à 38

AP présente une synthèse des résultats obtenus par les différentes méthodes et sur les différents jeux de données.

Comparaison des méthodes

AB souligne le fait que le R^2 calculé pour la régression linéaire semble augmenter mécaniquement lorsque les effectifs diminuent, ce qui n'est pas le cas pour la PLS. C'est le cas pour le cèdre alors que le jeu des placeaux les plus poussants explore un gradient climatique moins large.

FL souligne le fait que les risques de confusion d'effets dans la méthode d'analyse sur clusters climatiques sont très élevés (effet site, effet provenance, etc.).

Pour **FL**, le ré-échantillonnage des sites est intéressant du point de vue méthodologique. Il faudrait alors accumuler plus de données sur les dispositifs les plus poussants pour pouvoir conclure.

Interprétation du manque de résultats

YR demande si le manque de résultats provient du jeu de données en lui-même ou d'un problème biologique (effet fort des interactions entre effets).

- **ML** estime que le problème n'est pas d'ordre biologique, car les données IGN par exemple permettent d'obtenir des résultats sur la croissance.
- Pour **FL**, il n'est pas possible de trancher entre une faible sensibilité biologique du Cèdre au climat et un problème d'effectif ou de qualité du réseau.

ML émet l'hypothèse d'une absence de limites climatiques pour le cèdre en France.

Pour **EP**, le principal défaut du réseau est le manque d'informations concernant le sol (on considère que tous les placeaux sont sur un même sol).

- **YR** souligne le fait que des variations climatiques existent également au sein des mailles SAFRAN.
- Pour **CP**, l'effet station était connu dès le lancement du projet, mais avait été écarté du fait du manque de données.
- Pour **OP**, l'un des enseignements de VALORESO pourrait être d'être plus précis dans la définition des sols et des stations. **EP** demande alors jusqu'où recueillir des données stationnelles.

5 - Rapport

Diapositives 39 à 41 – Document « [Plan du rapport](#) »

Plan du rapport

- Les participants suggèrent de donner plus de place à la partie « Conséquences pour l'expérimentation », à relier avec les manques dans le patrimoine expérimental.
- Les perspectives seront établies par scénarios distincts (voir partie 7).

Calendrier de rédaction / relecture

- La relecture s'organisera comme suit :
 - 1ère diffusion « ciblée » : CA (patrimoine expérimental), EP (totalité du rapport), YR (méthodologie), CP
 - 2ème diffusion pour une relecture complète : ML, YR, CP

CP propose de faire relire le rapport par les évaluateurs des travaux du RMT Aforce pour une diffusion via le RMT.

6 – Autres livrables

Résumé

Le résumé demandé dans la convention est destiné essentiellement à la communication par le RMT.

Note de synthèse

La note de synthèse (4 pages) est une demande du ministère (identique pour tous les projets RMT).

Article

Concernant la possibilité de rédiger un article, les participants estiment que le projet n'est pas assez appliqué pour proposer un article complet dans Forêt Entreprise ou dans les RDV techniques de l'ONF, et pas assez abouti pour proposer un article dans la Revue Forestière Française (qui demanderait un travail à la fois bibliographique et méthodologique important).

→ Il est proposé de rédiger un article court (une ou deux pages) à faire figurer dans Forêt Entreprise, Intraforêt (plateforme ONF) et dans la lettre d'information Plantacomp (INRA).

Compte-rendu financier

CP transmettra une demande par mail mi-octobre pour que chaque organisme retourne une copie de ces notes de frais, ainsi qu'un tableau avec les déplacements et le temps passé sur VALORESO.

7 – Suites à donner au projet

Communication

Le prochain colloque Aforce n'est prévu qu'en 2016 voire 2017.

→ Dans le cadre de VALORESO 2, il est proposé de présenter les résultats de VALORESO lors d'une rencontre prévue en décembre 2015, destinée à présenter les projets retenus dans l'appel à projets 2015 du RMT Aforce.

Poursuite des analyses

EP propose d'introduire de nouvelles données de sol et de refaire tourner les analyses déjà menées.

CP propose d'appliquer la méthode établie sur un jeu de données de l'IGN, afin d'apporter des éléments de réponse sur l'effectif nécessaire à une telle analyse et de valider ou non la méthode.

→ A terme, les participants proposent d'explorer deux pistes divergentes :

- augmenter le nombre de points, en allant chercher des données d'arboreta notamment,
- restreindre le nombre de points mais privilégier la qualité de la donnée (bonne caractérisation de l'essai et du site). Dans cette deuxième option, le patrimoine expérimental serait une source dans laquelle piocher les sites les plus adaptés à chaque étude.

YR estime à ce sujet que le jeu de données actuellement disponibles se trouve dans une situation intermédiaire qui n'est pas favorable (trop peu de points d'une part, données trop incomplètes d'autre part).

LH propose de lister séparément les informations que l'on peut récupérer (exemple : sol) et celles qui sont indisponibles (exemple : historique de la parcelle).

OP demande si RENECOFOR pourrait être une source supplémentaire de données.

→ **ML** suggère de se tourner plutôt vers les coopératives de données.

YR propose pour l'étude de ces essences une approche en deux temps : une première approche sur des gradients climatiques larges pour évaluer la survie de l'espèce, et une seconde approche sur un jeu de données restreint et de bonne qualité pour évaluer l'effet du climat sur la croissance.

Synthèse bibliographique

LH propose pour la suite du projet de réaliser un travail complet de synthèse bibliographique à l'échelle mondiale. Cette synthèse pourrait être réalisée par un groupe de travail.

→ **Dans le cadre de VALORES 2, il est proposé de centraliser la bibliographie en lien avec le projet.**

Création d'une plateforme de mutualisation des données

L'idée n'est pas de créer une nouvelle base de données mais une plateforme commune qui transmettrait des requêtes auprès des bases de données de chaque organisme. L'accès aux données pourrait être modulé via des droits d'accès. La question de l'administration de cette plateforme reste en suspens.

YR informe qu'une enquête est en cours auprès des gestionnaires de l'ONF pour recenser les espèces « atypiques ». Il souhaiterait que la plateforme proposée puisse accueillir ce type de données non expérimentales, et héberge également des tutoriels pour l'analyse de données.

YR informe également qu'une base de données simplifiée devrait être créée prochainement pour accueillir les données des tests génétiques de l'ONF. Le format de cette base de données ne serait en revanche pas adapté pour une mutualisation via une plateforme commune.

CP précise que la création d'une telle plateforme a un coût important, et qu'il serait donc pertinent que sa base soit la plus large possible, en accueillant des données sur tout type d'espèces (exotiques ou non).

→ **Dans le cadre de VALORES 2, il est proposé de réfléchir au sein de chaque organisme à la possibilité de mutualiser les données au travers d'une plateforme commune.**

Montage d'un nouveau projet

→ **Dans le cadre de VALORES 2, il est proposé de réfléchir à une suite à donner au projet, et si possible de rédiger un nouveau projet pour faire suite à VALORES 2.**

Animation

→ **Dans le cadre de VALORES 2, il est proposé d'organiser d'ici la fin de l'année une réunion téléphonique entre les différents partenaires du projet.**