

Annexes

Table des annexes

Annexe A	1
Annexe B	1
Annexe C	2
Annexe D	2
Annexe E	3
Annexe F	4
Annexe G	5
Annexe H	6
Annexe I	7
Annexe J	7
Annexe K	9
Annexe L	10
Annexe M	11
Annexe N	12
Annexe O	13
Annexe P	14
Annexe Q	15
Annexe R	17
Annexe S	18

Tables des figures et des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques mécaniques de certaines essences ligneuses	1
Figure 1 : Evolution de l'accroissement en circonférence et de la largeur de cerne du douglas en fonction de l'âge.....	2
Figure 2 : Variables climatiques du modèle de Cook.....	2
Figure 3 : Synthèse des six premières étapes d'une étude dendrochronologique	3
Figure 4 : Distribution du déficit hydrique climatique annuel moyen en Wallonie	4
Figure 5 : Position des peuplements par rapport aux tables de production de Perin et al (2016) en termes de densité et de circonférence moyenne et selon la classe de productivité	6
Figure 6 : Comparaison des peuplements selon la surface terrière et la hauteur dominante .	6
Figure 7 : Evolution de la température moyenne entre 1954 et 2020 sur le site de CDS	7
Figure 8 : Diagramme ombrothermique pour chaque site et valable pour la période 1954-2020.....	9
Figure 9 : Diagramme ombrothermique du site de CDS et valable pour la période 2016-2020	9
Figure 10 : Exemple de double standardisation	11
Figure 11 : Synthèse du fonctionnement de la fonction de corrélation de type Bootstrap ...	12
Figure 12 : Résultats bruts de la détection des années caractéristiques pour chaque site et pour chaque méthode.....	13
Figure 13 : Résultats bruts de la fonction de corrélation (fenêtre temporelle statique) pour chaque site et pour les jours froids et chauds, les gelées tardives et les déficits hydriques climatiques.....	14
Figure 14 : Résultats bruts de la fonction de corrélation (fenêtre temporelle statique) pour chaque site et pour les températures maximale, minimale et moyenne, les précipitations et le SPEI. Les barres pleines représentent les corrélations significatives.....	17
Figure 15 : Résultat brut de la fonction de corrélation (fenêtre temporelle mobile) pour TI1 et pour la température minimale	17
Figure 16 : Evolution du SPEI_3 printanier et estival pour la période 1961-2020	18

Annexe A

Système conducteur

Le système racinaire très développé du douglas permet de prospecter un volume de sol important et de capter plus d'eau, ce qui lui donne un avantage en cas de déficit hydrique climatique. En outre, son flux transpiratoire est de l'ordre de 50 à 150 L/jour avec une vitesse de conduction de la sève de 0,5 à 2 m/h. Ceci est possible grâce au petit diamètre de ses trachéides (< 20 microns), à la forte section de son aubier et à une sectorisation sensible. En cas de stress, les réserves contenues dans l'aubier peuvent être mobilisées pour répondre à la demande.

Indice foliaire

L'indice foliaire élevé du douglas permet de garantir l'efficacité des échanges gazeux avec l'atmosphère. Il peut atteindre la valeur de huit si les éclaircies sont réalisées correctement.

Activité stomatique

Le douglas ne cesse son activité stomatique que lorsque le potentiel hydrique de base atteint -21 bars, ce qui est moins que d'autres essences comme le pin sylvestre (-16 bars). Cet atout peut se transformer en désavantage lorsque la sécheresse perdure ou est trop intense. En effet, puisqu'il ferme ses stomates tardivement, le douglas s'expose à un risque de déshydratation pouvant causer de lourds dégâts physiologiques (Angelier, 2007).

Annexe B

Tableau 1 : Caractéristiques mécaniques de certaines essences ligneuses (Hout Info Bois, n.d.)

	Douglas	Epicéa	Pin
Résistance flexion [N/mm ²]	89	71	79
Résistance compression [N/mm ²]	50	45	47
Résistance cisaillement [N/mm ²]	9,5	6	7,5
Module d'élasticité [N/mm ²]	13 500	10 000	11 000

Annexe C

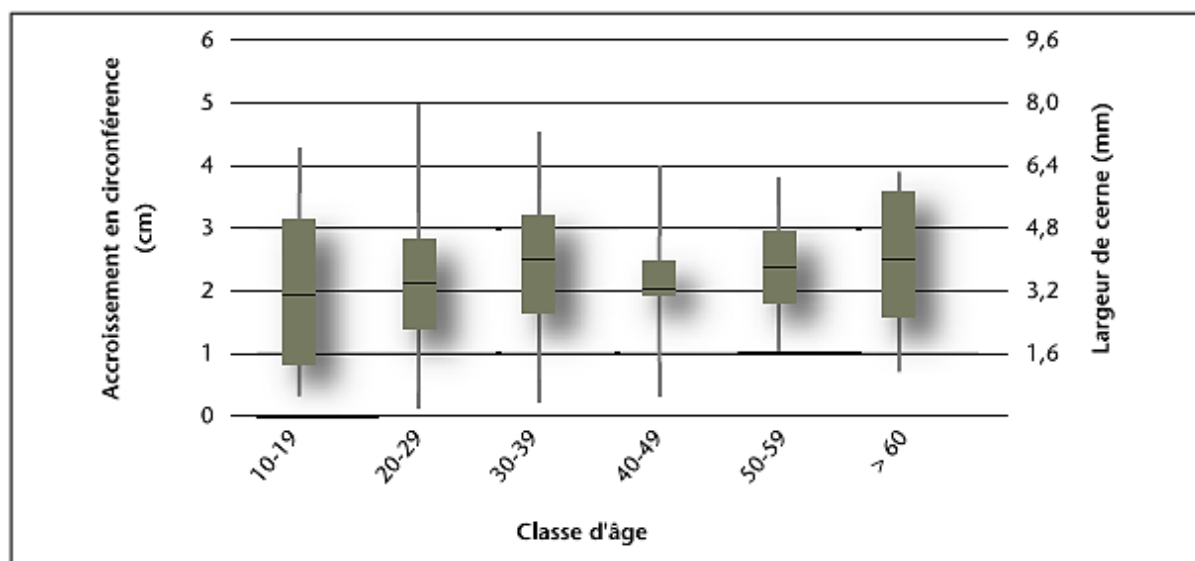


Figure 1 : Evolution de l'accroissement en circonférence et de la largeur de cerne du douglas en fonction de l'âge (Biévelet et al., 2007)

Annexe D

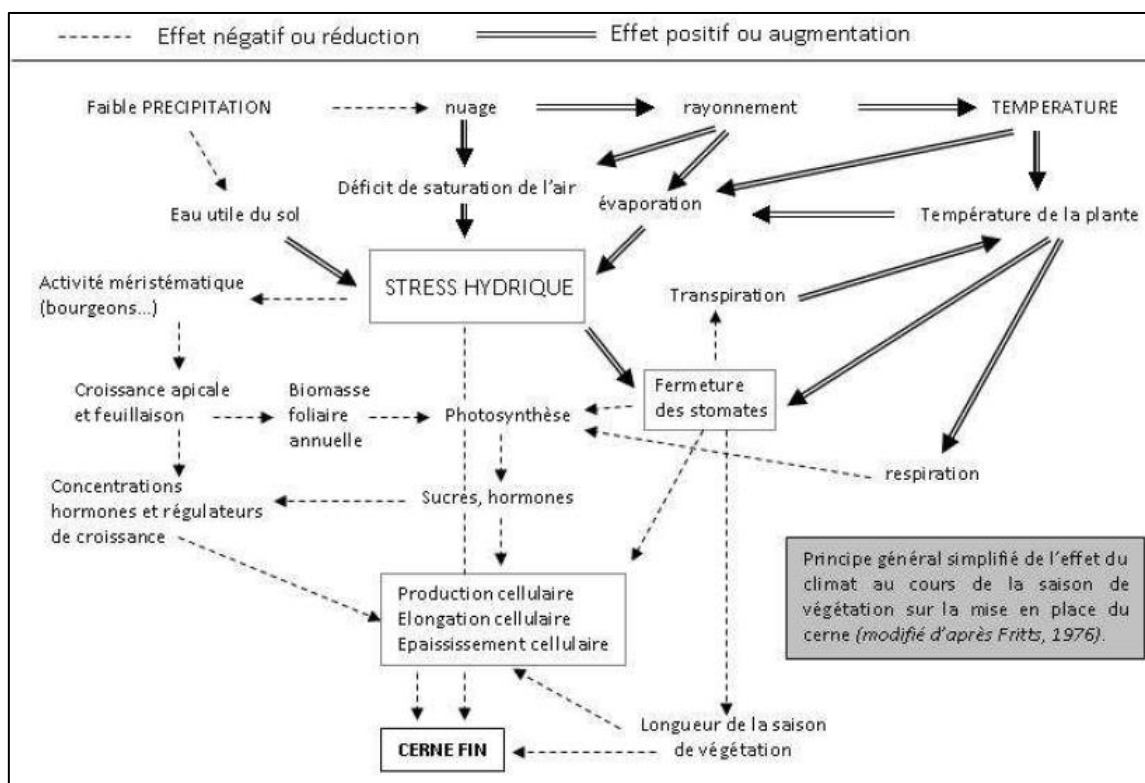


Figure 2 : Variables climatiques du modèle de Cook (Lebourgeois et Mérian, 2012)

Annexe E

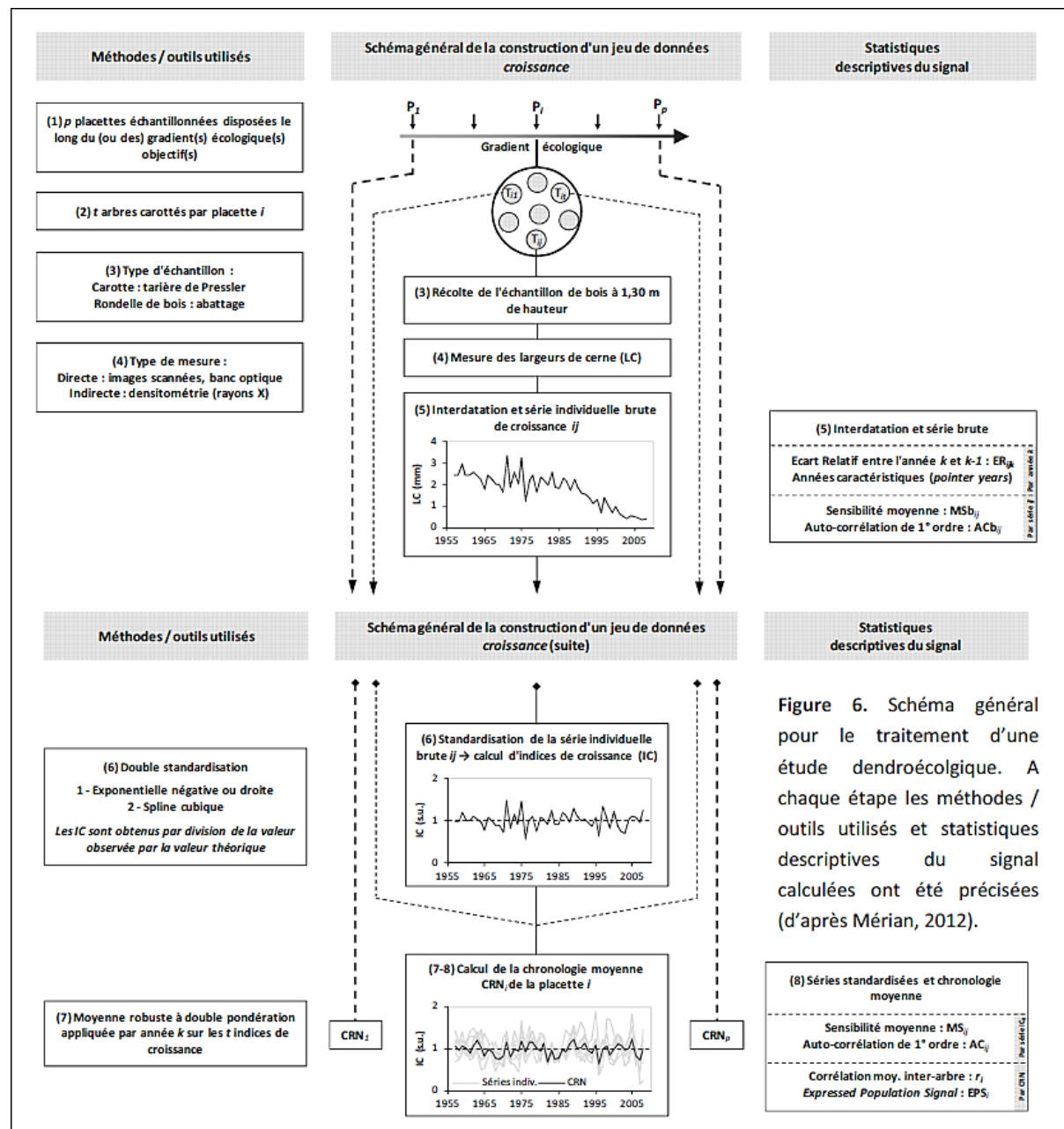


Figure 6. Schéma général pour le traitement d'une étude dendroécologique. A chaque étape les méthodes / outils utilisés et statistiques descriptives du signal calculées ont été précisées (d'après Mérian, 2012).

Figure 3 : Synthèse des six premières étapes d'une étude dendrochronologique (Lebourgeois et Mérian, 2012)

Annexe F

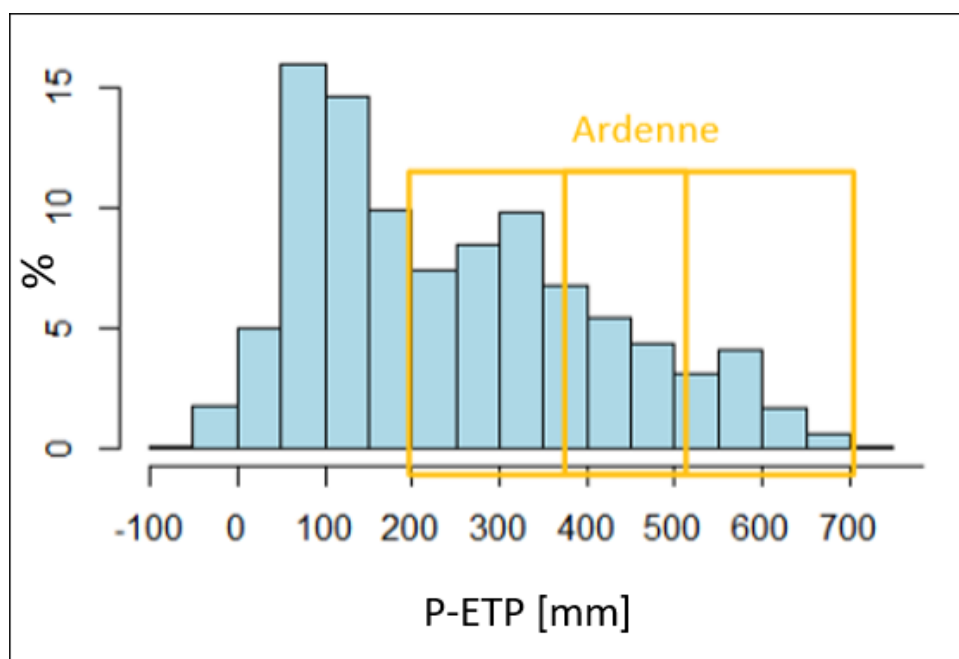
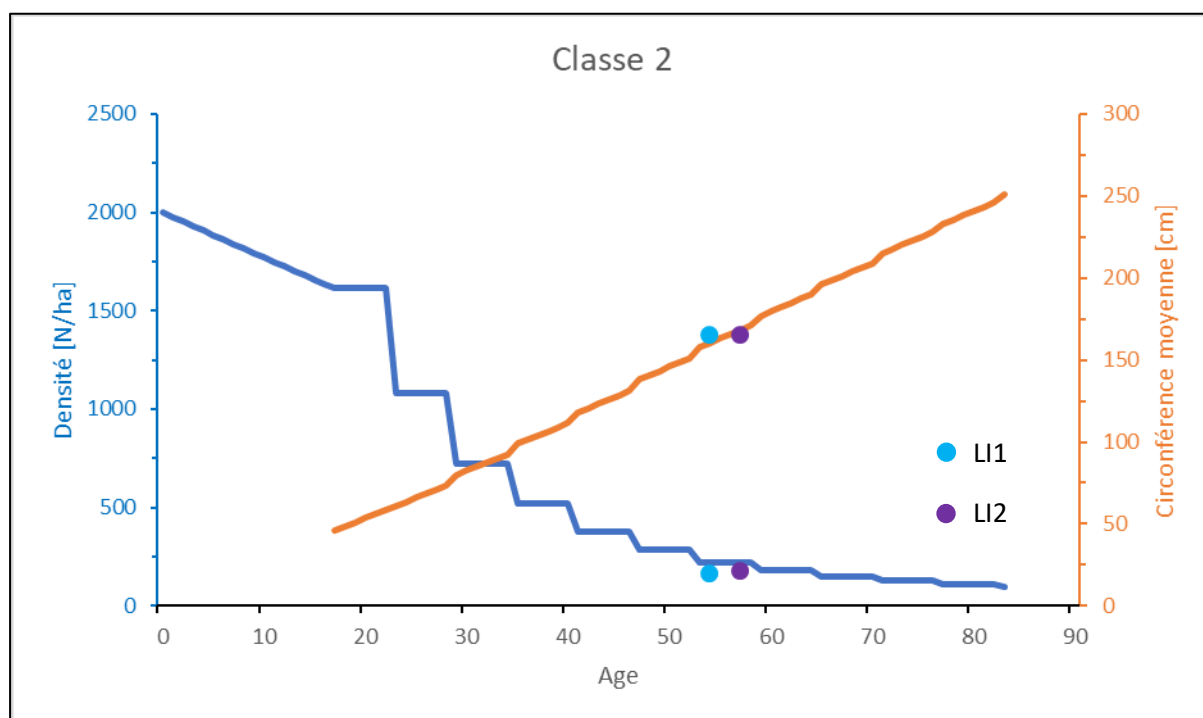
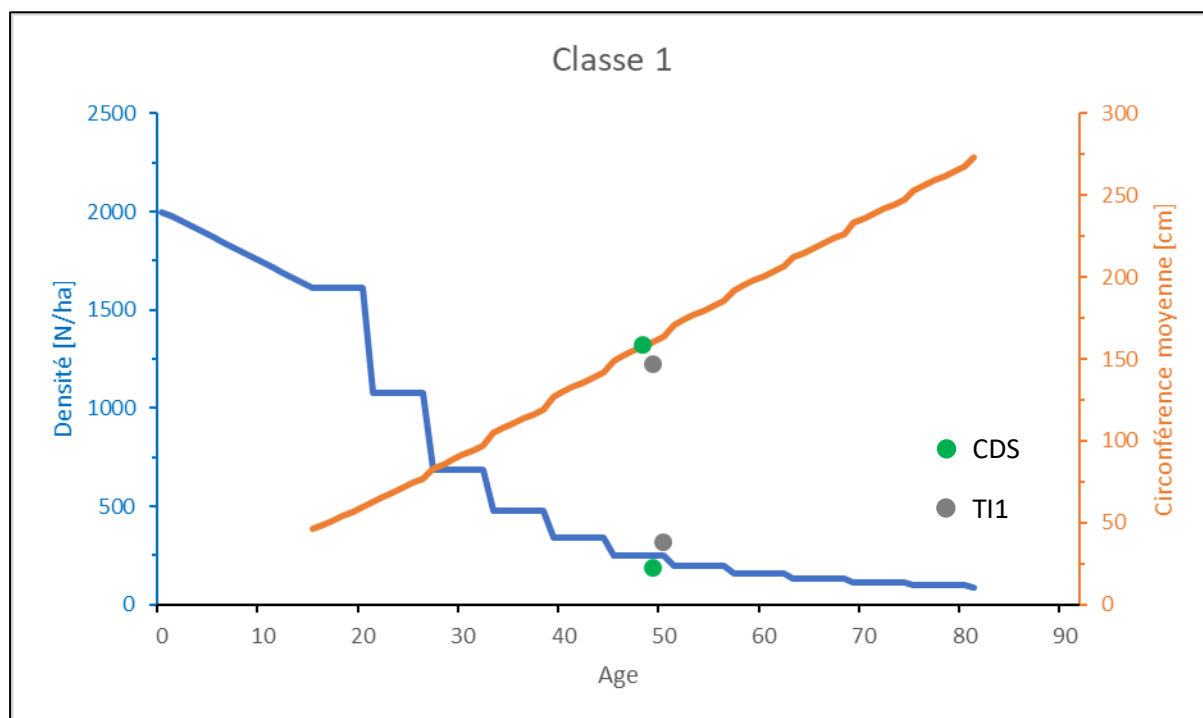


Figure 4 : Distribution du déficit hydrique climatique annuel moyen en Wallonie. L'axe Y correspond au pourcentage des points de la grille de données IRM

Cet histogramme a été obtenu grâce aux données fournies par l'IRM et couvrant la période 2009-2018. La zone géographique d'intérêt a d'abord été délimitée. Ici, le graphe représente toute la Wallonie mais seul l'Ardenne (cadres jaunes) a été prise en compte. Ensuite, le déficit hydrique climatique annuel moyen a été calculé en chaque point de la grille. Enfin, la méthode des ruptures naturelles de Jenks a été utilisée pour minimiser la variabilité intra-classe et maximiser la variabilité inter-classe. Ceci a permis de définir le percentile 33% de la distribution, équivalent à 380 mm.

Annexe G



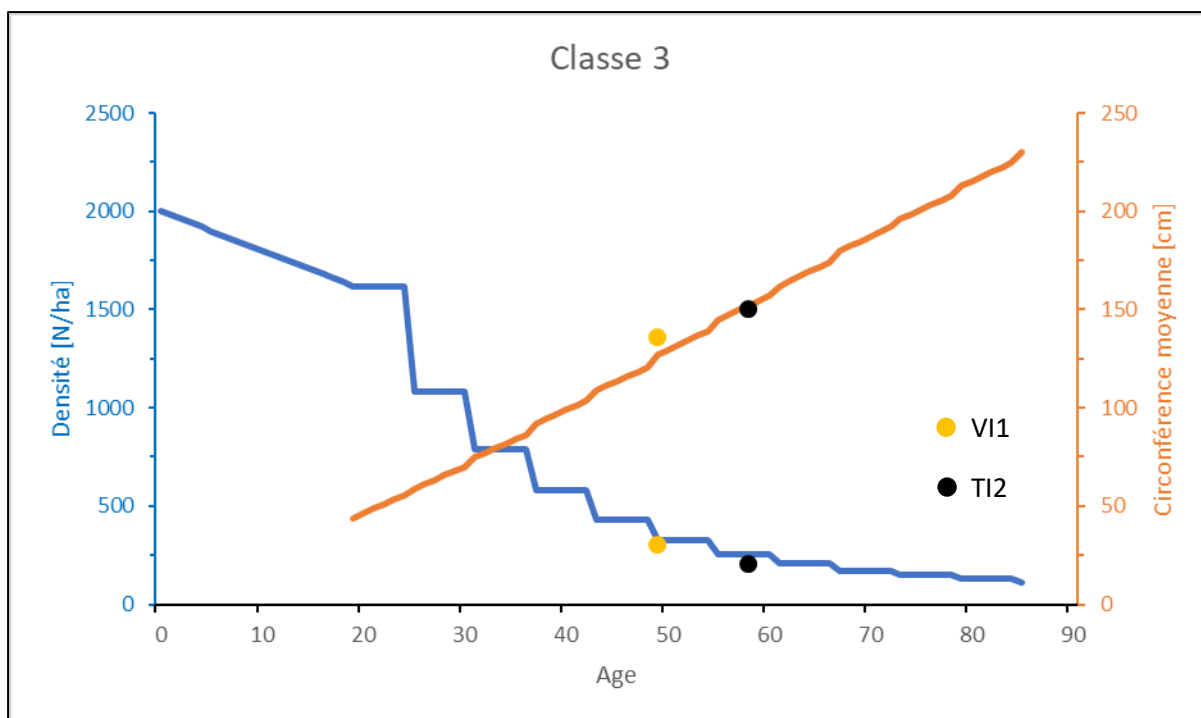


Figure 5 : Position des peuplements par rapport aux tables de production de Perin et al (2016) en termes de densité et de circonférence moyenne et selon la classe de productivité. La distance de plantation considérée est de 2 m x 2,5 m

Annexe H

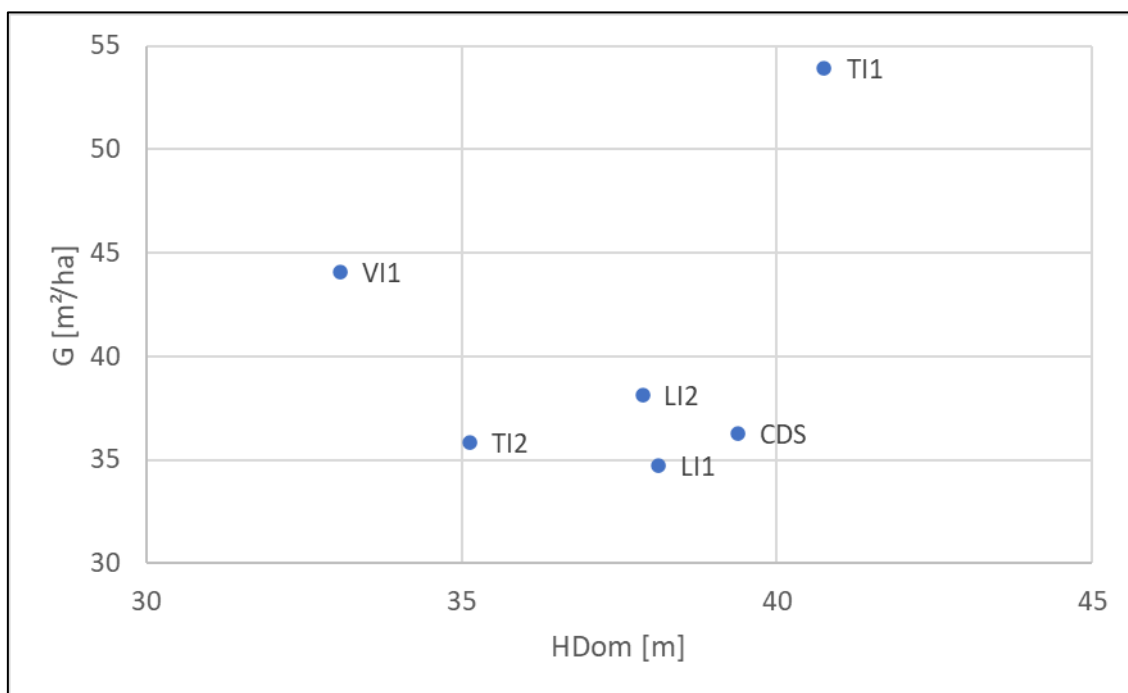


Figure 6 : Comparaison des peuplements selon la surface terrière et la hauteur dominante

Annexe I

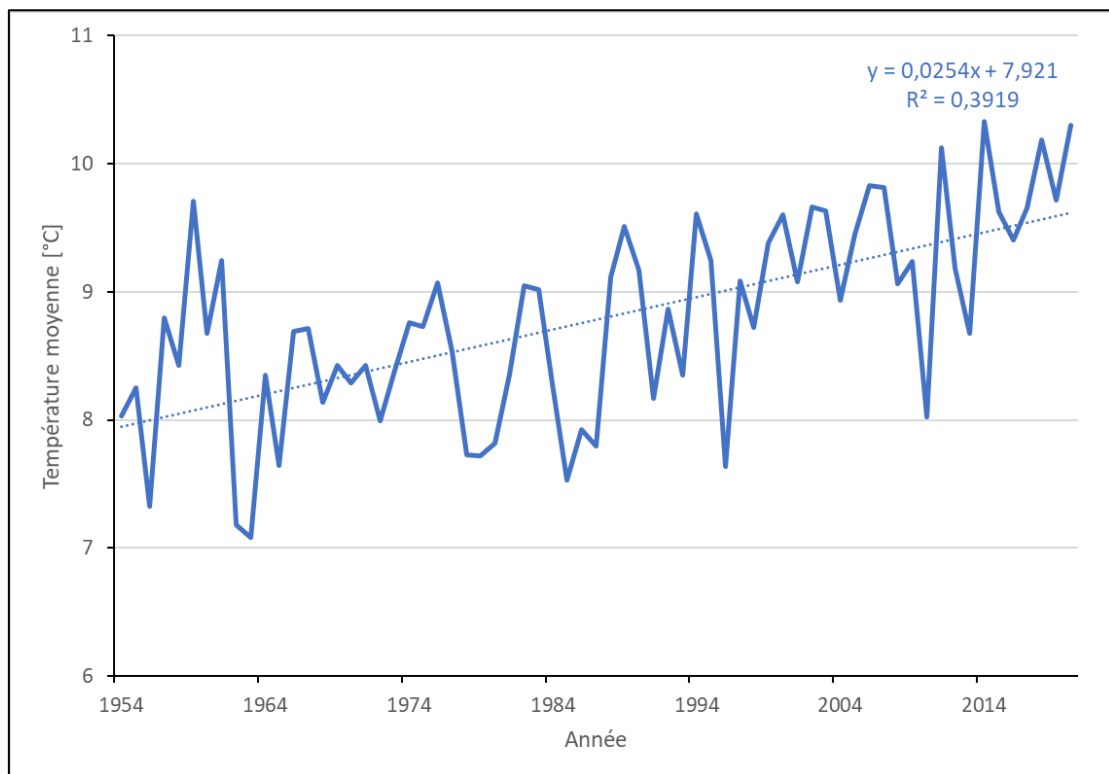
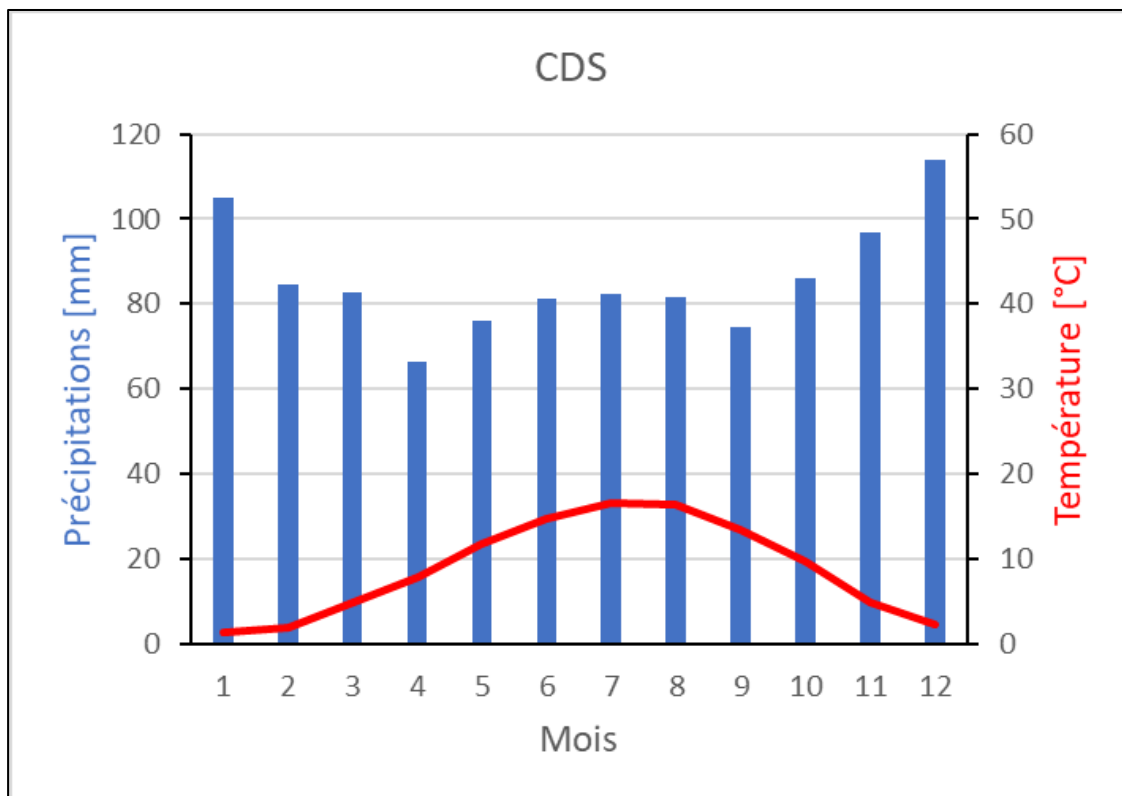
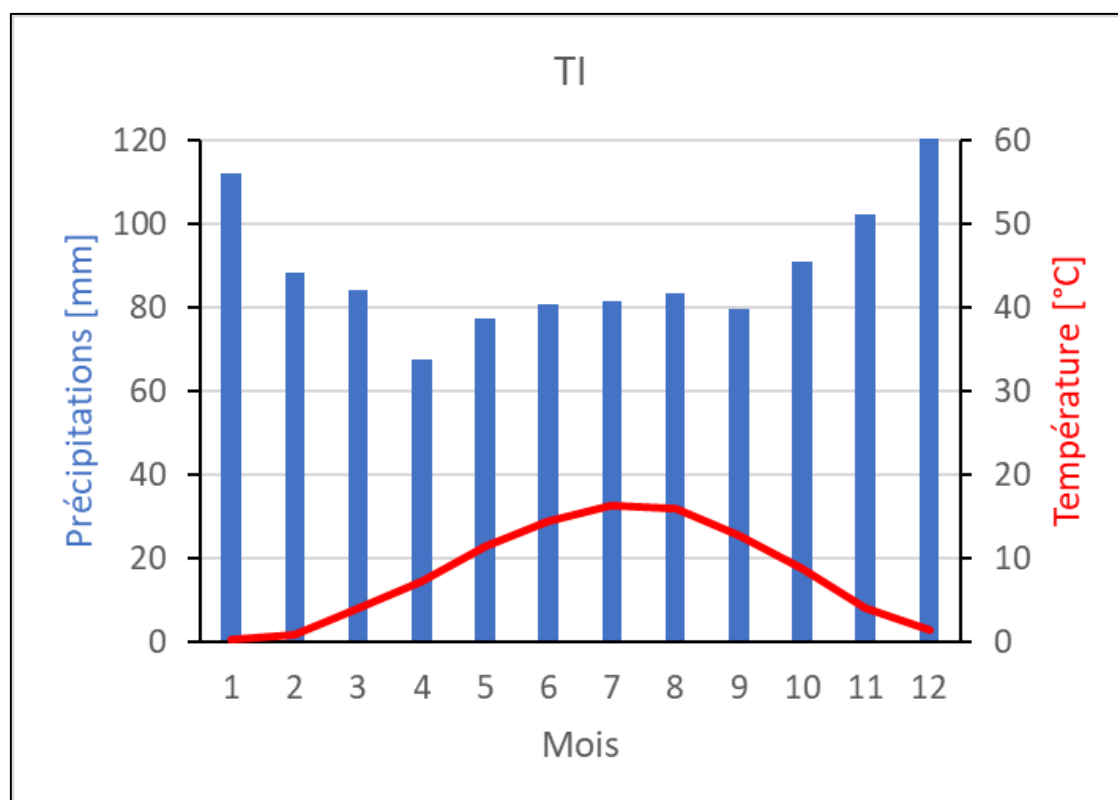
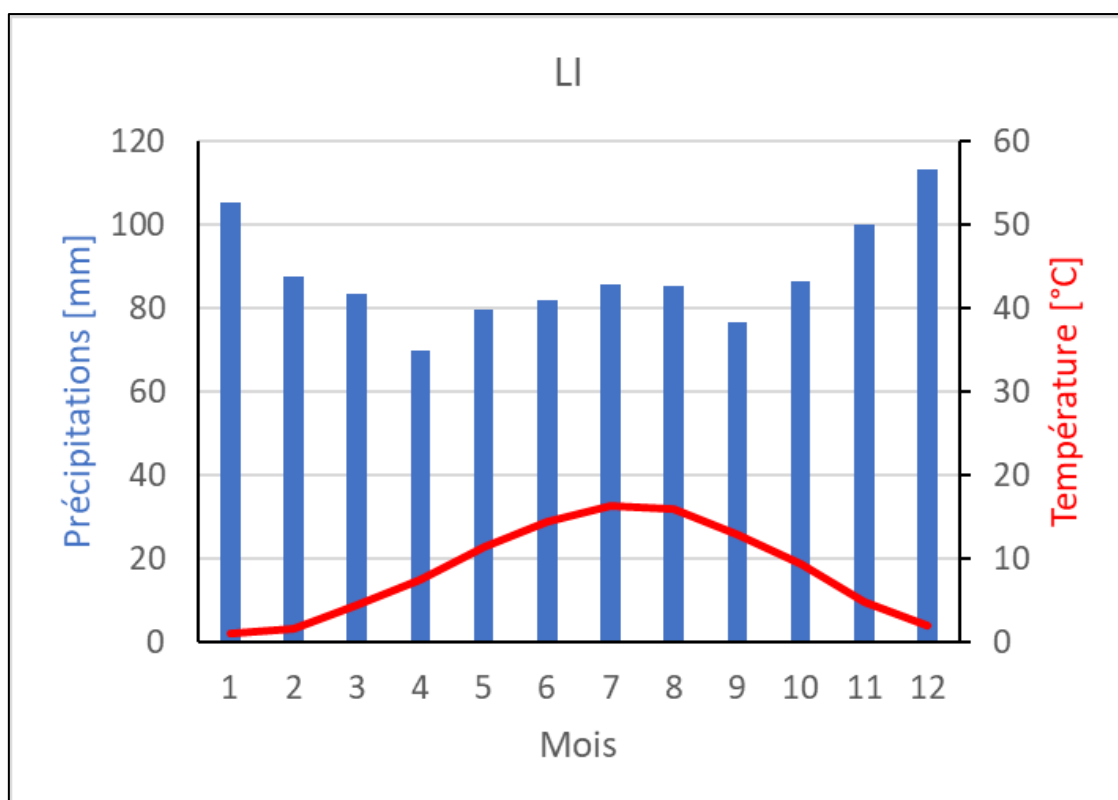


Figure 7 : Evolution de la température moyenne entre 1954 et 2020 sur le site de CDS

Annexe J





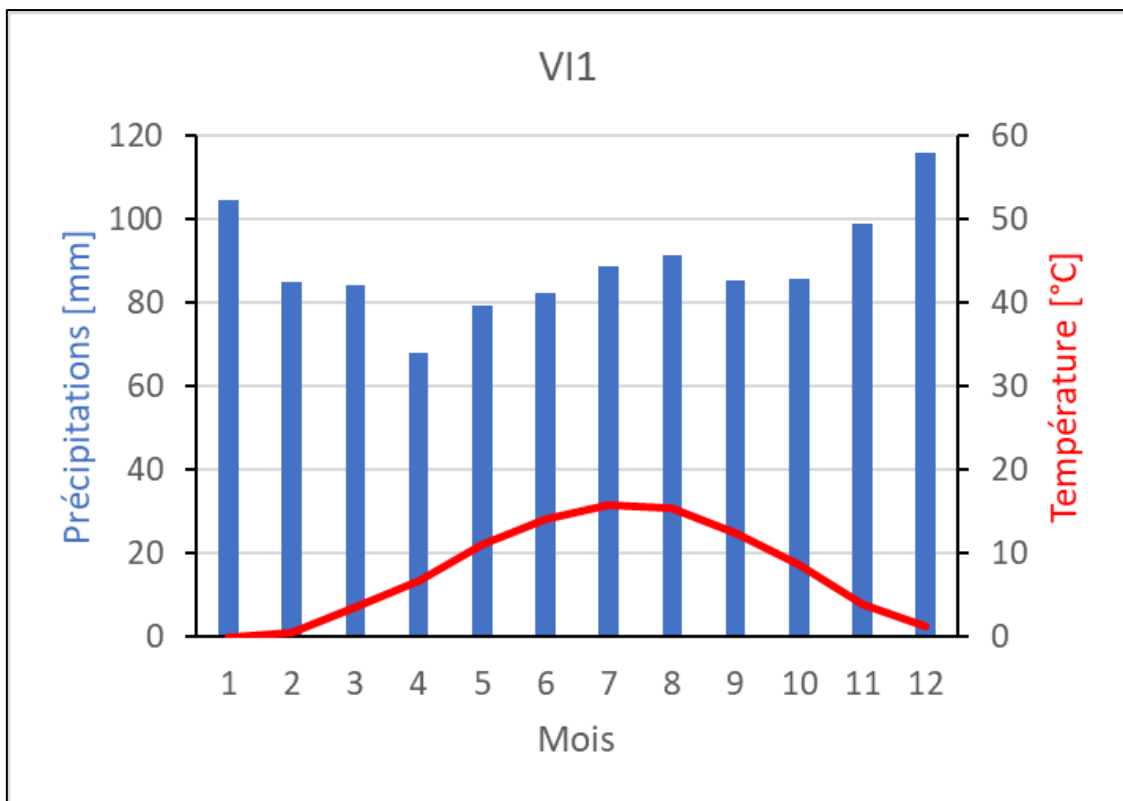


Figure 8 : Diagramme ombrothermique pour chaque site et valable pour la période 1954-2020

Annexe K

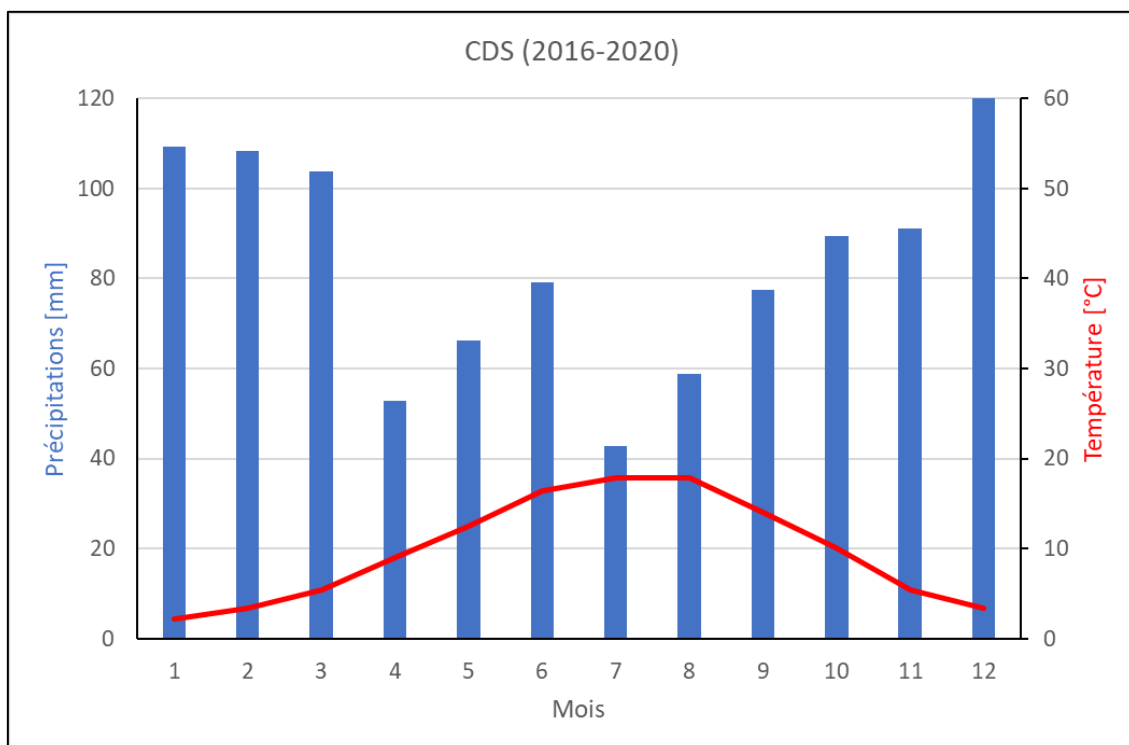


Figure 9 : Diagramme ombrothermique du site de CDS et valable pour la période 2016-2020

Annexe L

Transformations appliquées par COFECHA. La première consiste en l'élimination du signal basse fréquence via une spline cubique avec une rigidité fixée à 32 ans. Cette valeur est celle qui donne la meilleure combinaison entre une intercorrélation élevée et un écart-type faible. La deuxième permet de retirer le signal moyenne fréquence via un modèle autorégressif. L'objectif de ces deux premières étapes est d'isoler uniquement le signal haute fréquence pour n'avoir que les variations interannuelles. La troisième modifie les valeurs standardisées en logarithme. Les processus impliquant des phénomènes de croissance contiennent souvent des données avec des variances proportionnelles à leur moyenne. La transformation logarithmique permet de pondérer plus équitablement ces différences. Les séries ayant subies toutes ces modifications sont ensuite réunies en une seule de référence via une moyenne arithmétique pour chaque date.

Fonctionnement de l'interdatation. Chacune chronologie est divisée en segments d'une longueur de 30 ans avec un chevauchement de 15 ans. Idéalement, la longueur des segments doit être égale à la moitié de la longueur moyenne des carottes. Cependant, dans cette étude, le nombre maximal de cernes disponibles par carotte est de 55. En outre, une longueur inférieure à 30 ans n'est pas recommandée car cela entraîne des valeurs de corrélation erronées. Le chevauchement est généralement égal à la moitié de la longueur des segments, ce qui signifie une superposition de 50%. Chaque segment est ensuite comparé au segment correspondant sur la chronologie de référence, mais également avec un décalage allant de - 10 à + 10 ans. Cette opération a pour but de trouver la corrélation la plus forte entre les deux segments et de repérer d'éventuelles erreurs.

Annexe M

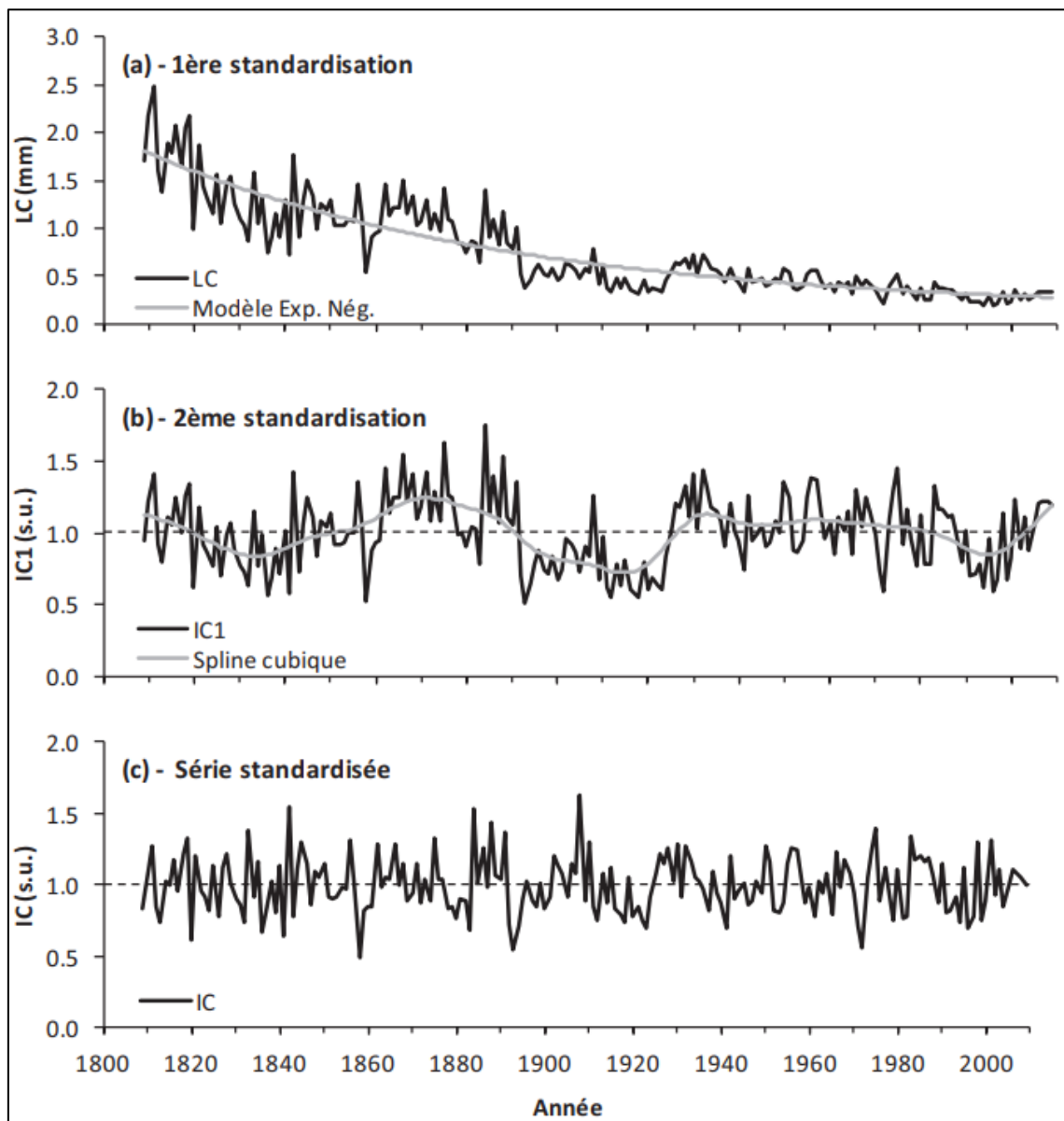


Figure 10 : Exemple de double standardisation (Lebourgeois et Mérian, 2012)

Annexe N

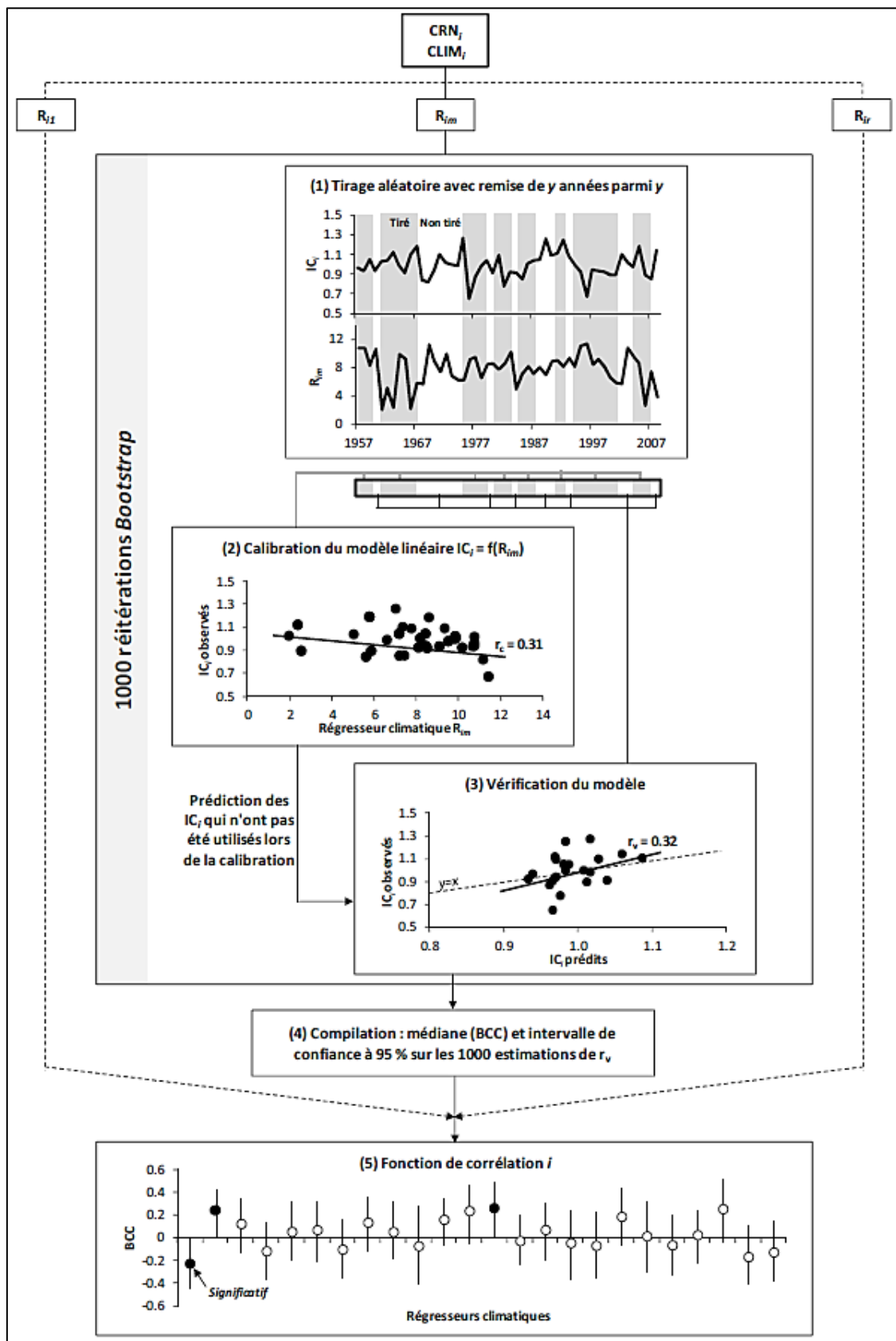


Figure 11 : Synthèse du fonctionnement de la fonction de corrélation de type Bootstrap (Lebourgeois et Mérian, 2012)

Annexe O

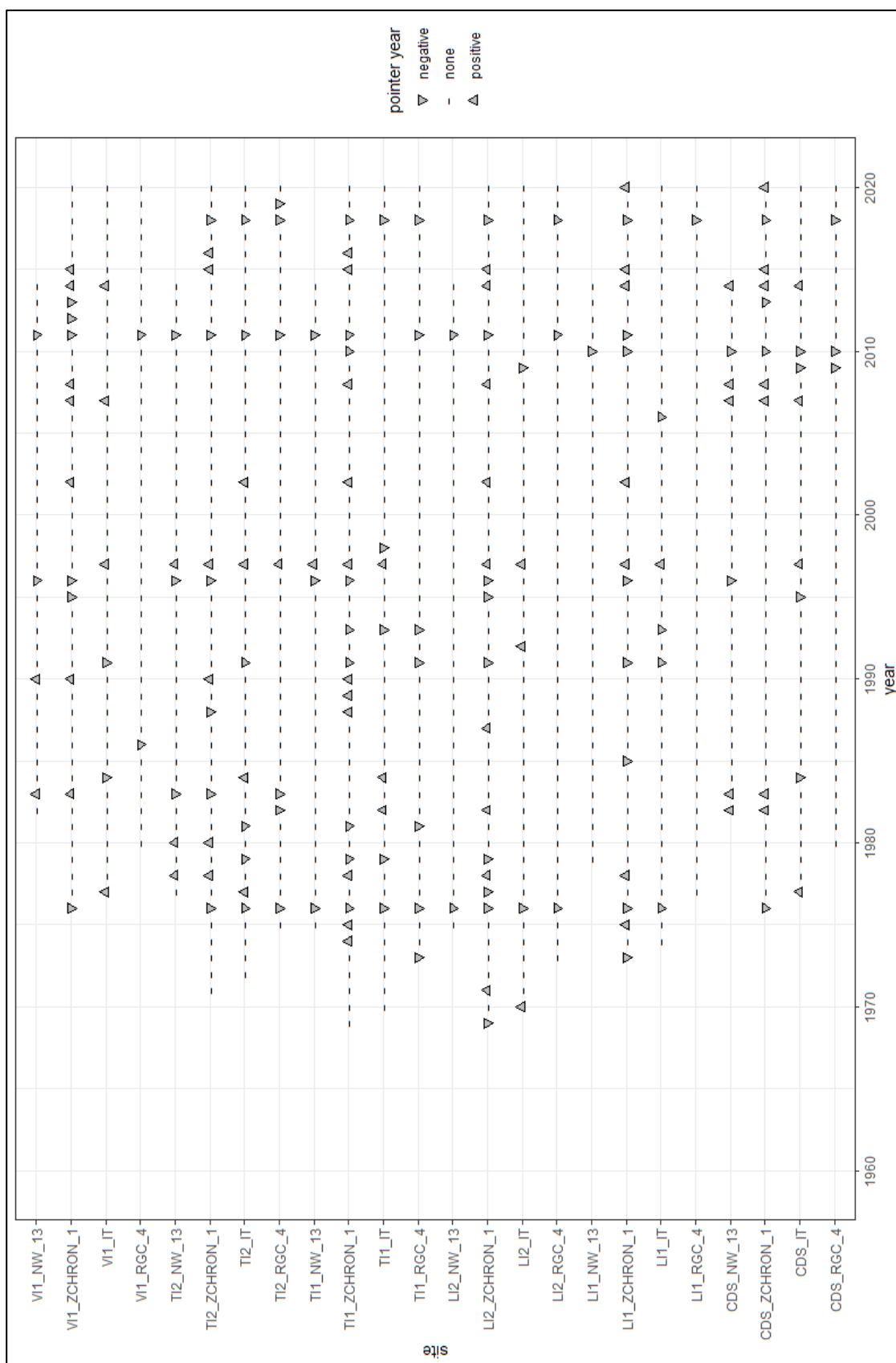


Figure 12 : Résultats bruts de la détection des années caractéristiques pour chaque site et pour chaque méthode

Annexe P

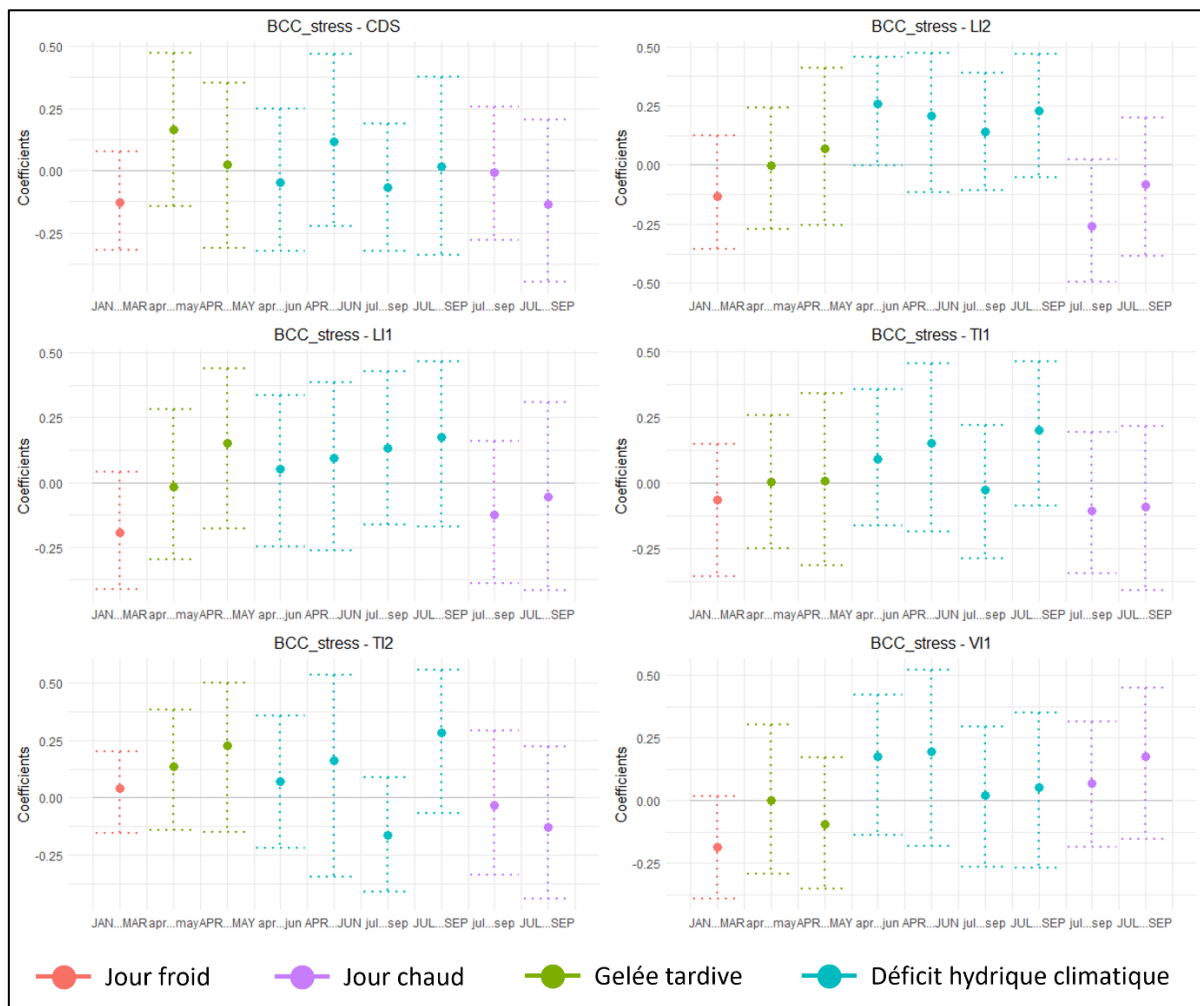
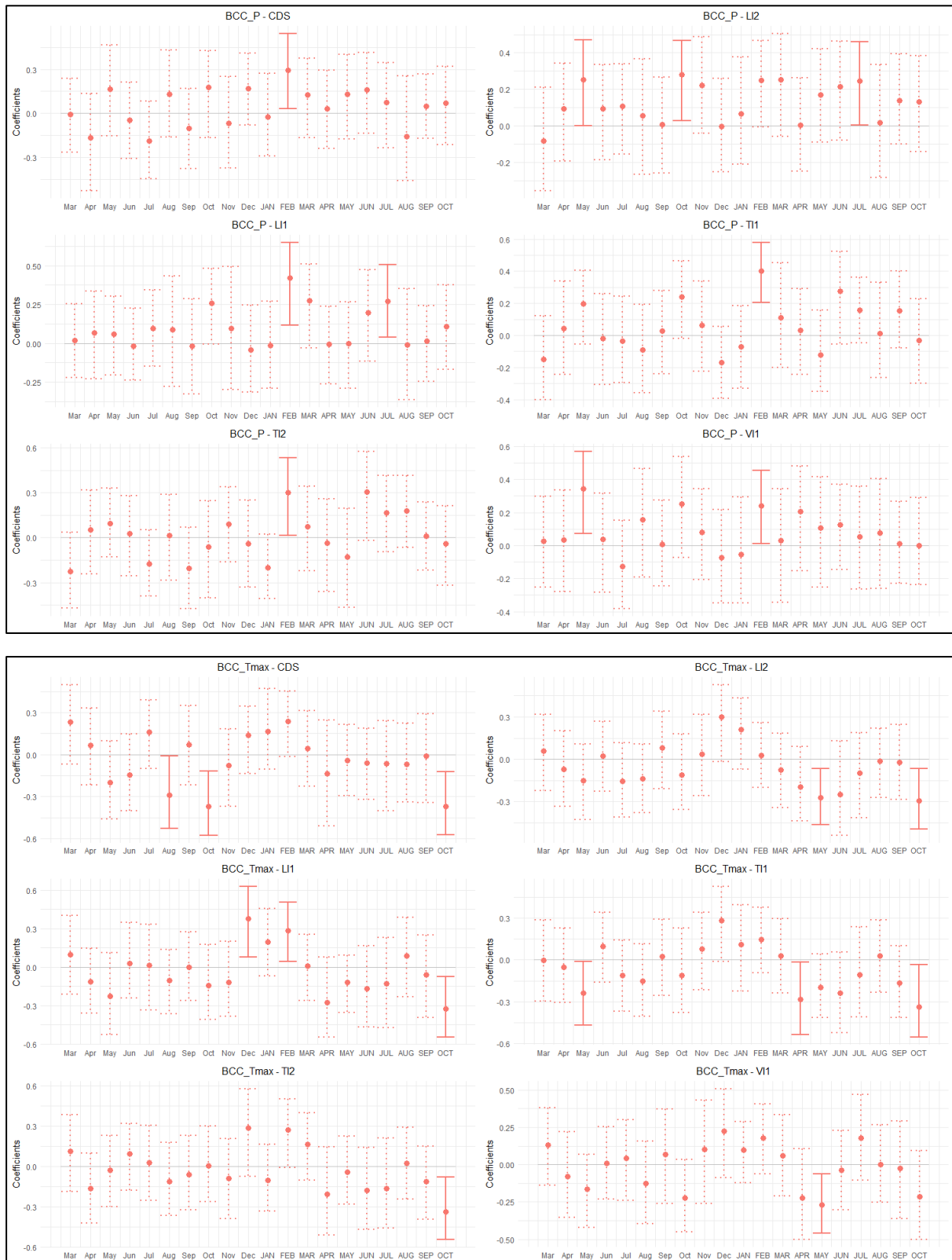
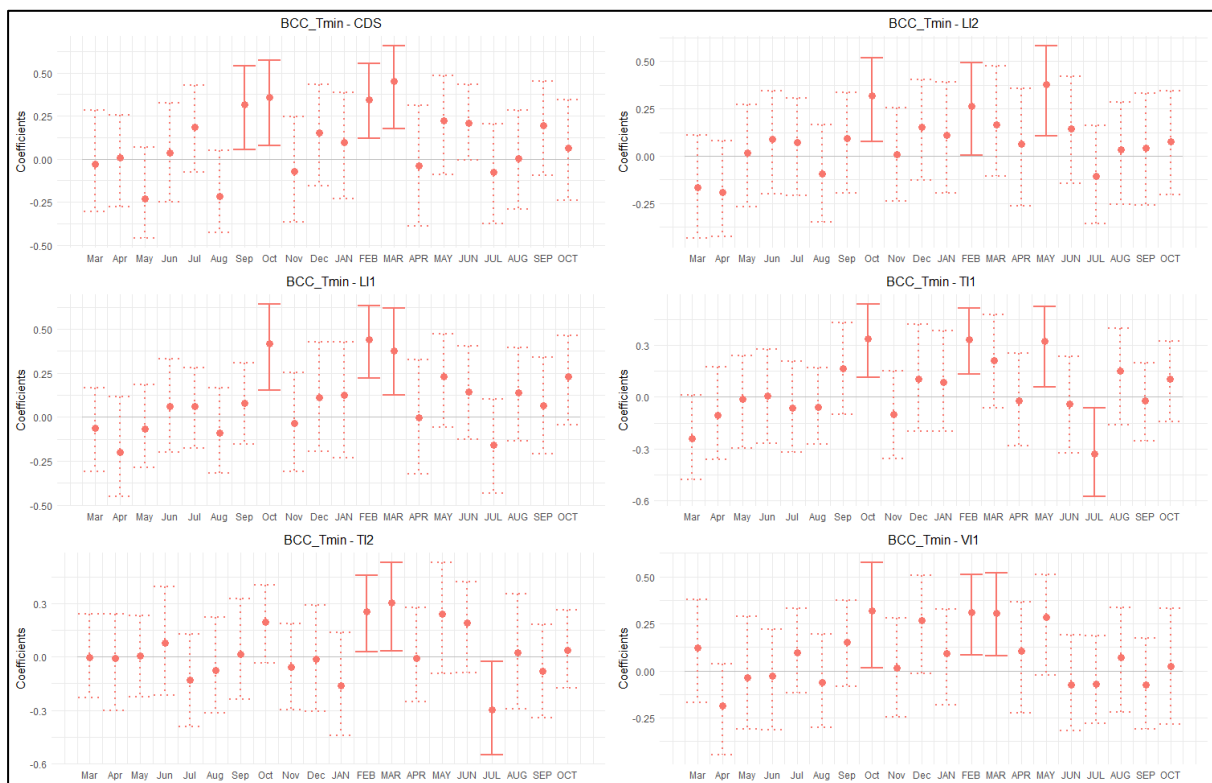
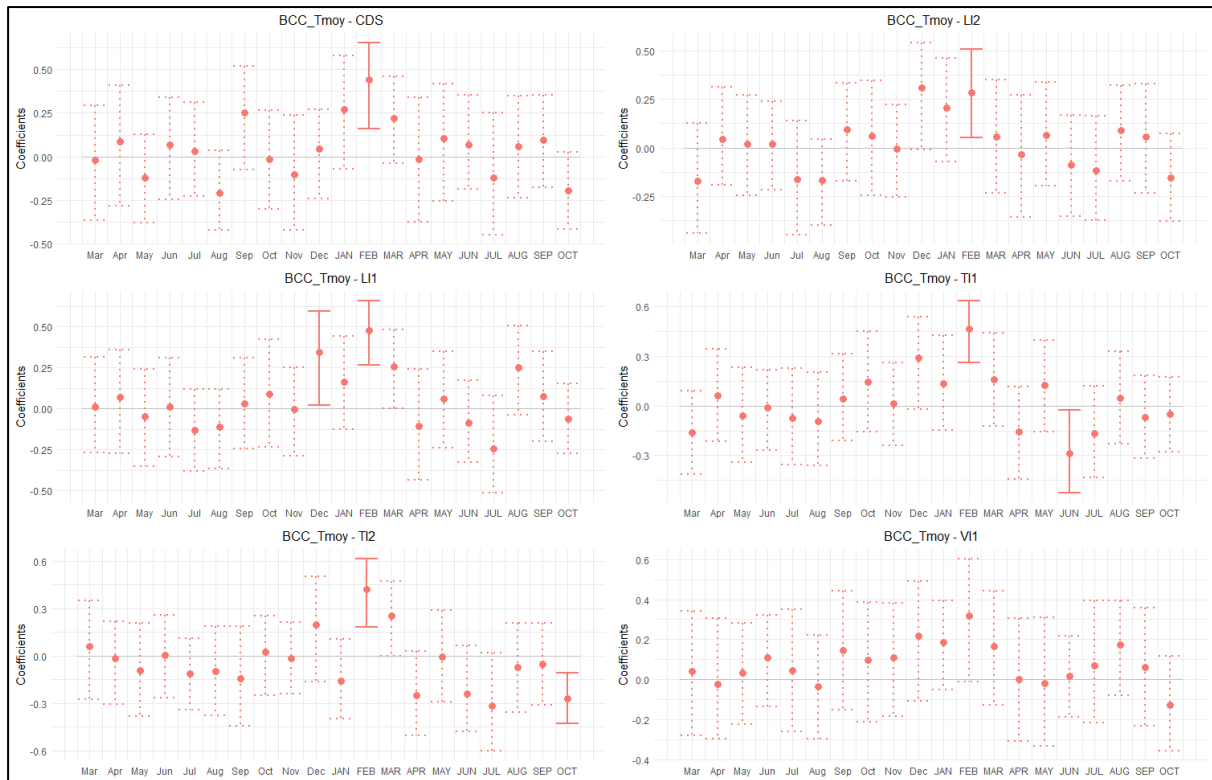


Figure 13 : Résultats bruts de la fonction de corrélation (fenêtre temporelle statique) pour chaque site et pour les jours froids ([janvier-mars] n) et chauds ([juillet-septembre] n-1 et n), les gelées tardives ([avril-mai] n-1 et n) et les déficits hydriques climatiques ([avril-juin] n-1 et n ; [juillet-septembre] n-1 et n). Les barres pleines représentent les corrélations significatives. L'année n-1 est représentée par les mois écrits en minuscules alors que ceux en majuscules font référence à l'année n

Annexe Q





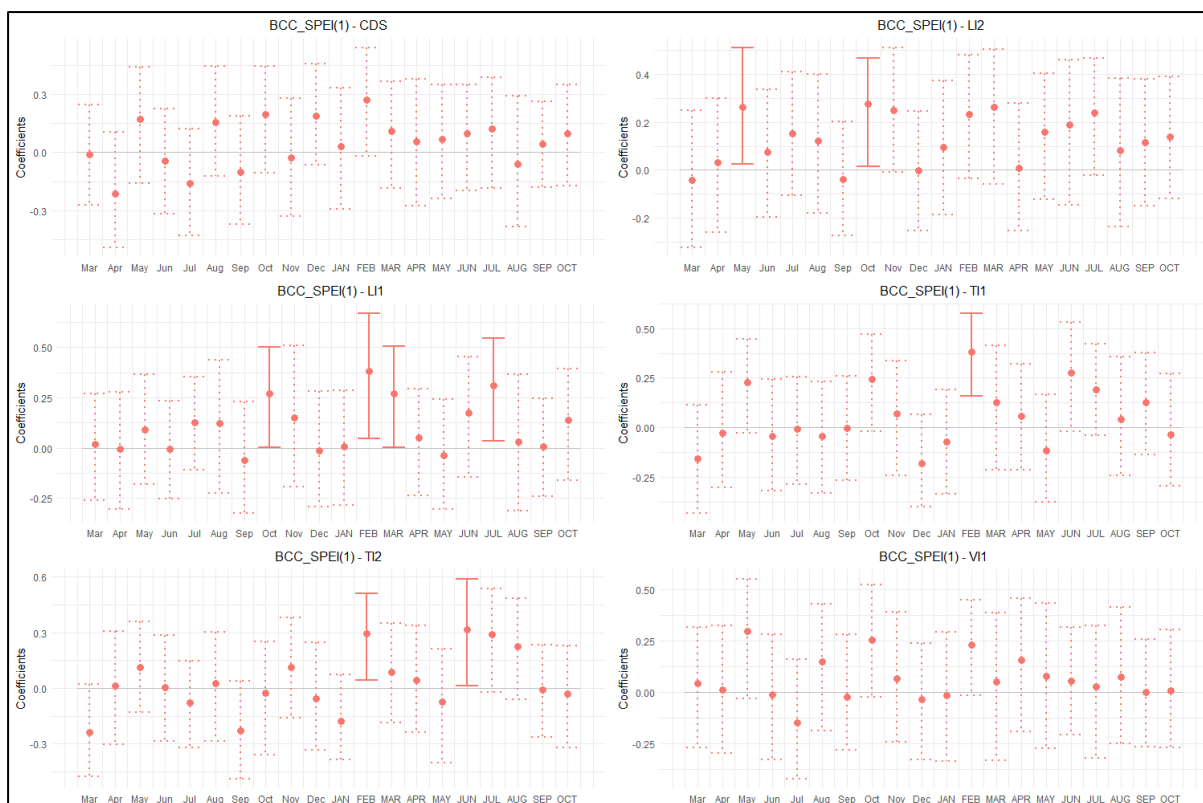


Figure 14 : Résultats bruts de la fonction de corrélation (fenêtre temporelle statique) pour chaque site et pour les températures maximale, minimale et moyenne, les précipitations et le SPEI. Les barres pleines représentent les corrélations significatives. L'année n-1 est représentée par les mois écrits en minuscules alors que ceux en majuscules font référence à l'année n

Annexe R

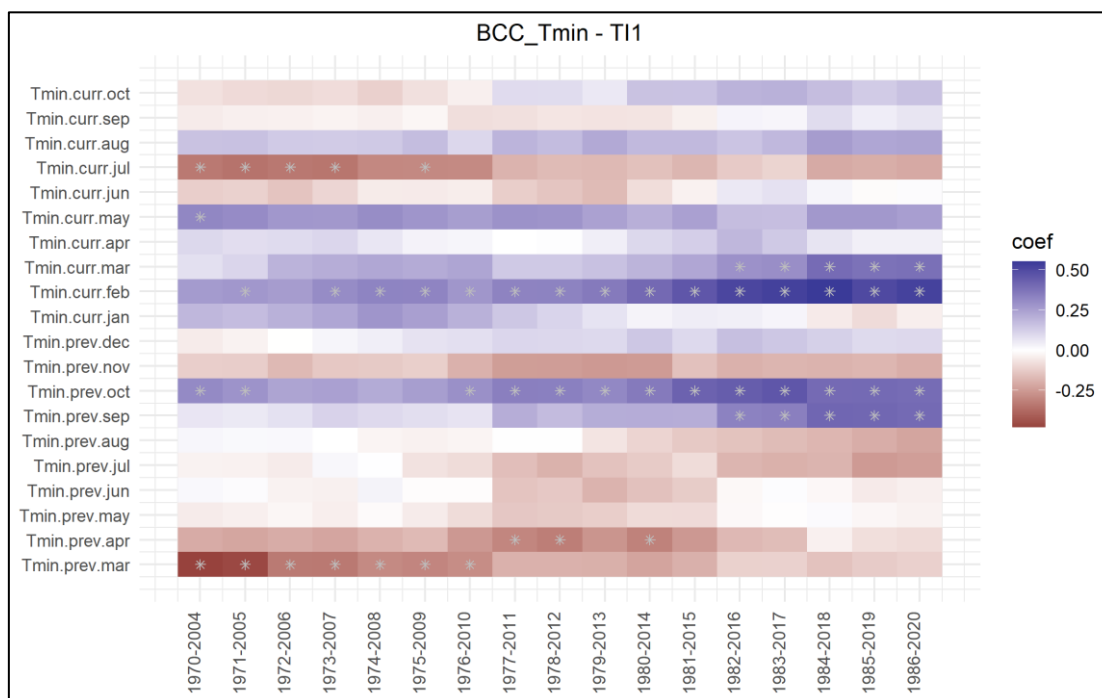


Figure 15 : Résultat brut de la fonction de corrélation (fenêtre temporelle mobile) pour TI1 et pour la température minimale. Les corrélations significatives sont symbolisées par les astérisques

Annexe S

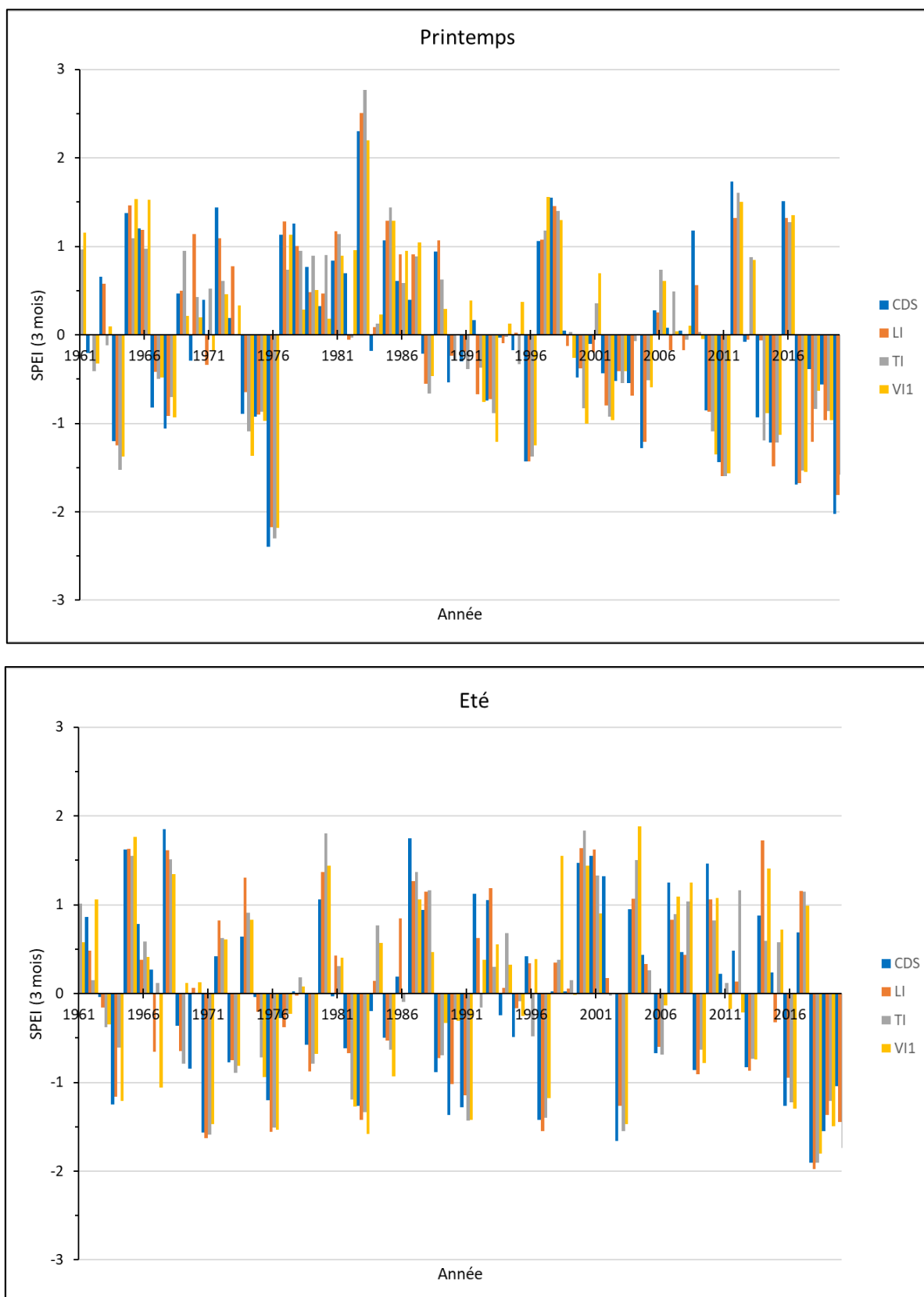


Figure 16 : Evolution du SPEI_3 printanier [avril-juin] et estival [juillet-septembre] pour la période 1961-2020